



جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tébessi - Tébessa

République algérienne populaire et démocratique
Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche
scientifique
Université Larbi Tébessi - Tébessa
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et
de la vie
Département des sciences de la terre et de l'univers



جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tébessi - Tébessa

Mémoire de master:
Domaine : Sciences de la terre et de l'univers.
Filière: Géologie
Spécialité: hydrogéologie
Présentée par :
Abbassi Mohamed Chahir
Guefaifia Nizar

Thème :
Etats passifs et actifs du paramètre de la résistivité
électrique de quelques aquifères dans la région de
Tébessa

Date de soutenance
25/06/2020

Devant le jury

Gouaidia Layachi	Pr	Président	U.L.Tebessi
Boubaya Djamel	M.C.A	Examineur	U.L.Tebessi
Guefaifia Omar	M.C.A	Rapporteur	U.L.Tebessi

Dédicace

On dédie ce travail au département STU.

- A nos chers parents.
- A nos sœurs et nos frères.
- A nos petites familles et nos grandes familles.
- A nos amis sans exception.
- A nos collègues en hydrogéologie, aussi nos collègues de l'option GI sans oublier les collègues de l'option GBS.

Remerciements

Nous avons envie d'adresser nos sincères remerciements à ceux qui ont contribué à l'élaboration de notre mémoire.

Nous tenons tout particulièrement à remercier Monsieur **Guefaifia Omar** qui nous a orienté et dirigé durant l'élaboration de ce travail et qui nous a soutenu, encouragé, et avec qui nous avons établi une relation de confiance.

Nous tenons aussi à remercier les membres de jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce travail. Nous voulons adresser tous nos remerciements aux personnes avec lesquelles nous avons pu échanger et qui nous ont aidé de près ou de loin.

Nos sincères remerciements s'adressent également à tous ceux qui nous ont autorisé l'accès à leurs propriétés, leurs puits, forage et exploitation agricoles.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à toutes les personnes qui nous ont permis de mener à bien ce modeste travail.

Nous remercions l'ensemble du personnel du département STU, qui nous ont aidé à accomplir ce travail. Enfin, Nous voudrions saisir l'occasion pour rendre un hommage particulier à nos parents, qui nous ont toujours encouragé sans oublier d'émettre un grand merci à nos frères et sœurs pour leur soutien et leurs Encouragements.

Sommaire

Sommaire

Remercîment

Dédicace

Sommaire.....	I
Liste des figure.....	VI
Liste des tableaux.....	VIII
Résumé.....	IX
INTRODUCTION GENERALE	X
1. Introduction :.....	5
2. Étude des précipitations.....	5
2.1. Précipitations moyennes mensuelles	5
2.2. Précipitations moyennes annuelle	6
3. Températures :	8
3.1. Température moyenne mensuelle	8
3.2. Précipitations moyenne annuelle.....	9
3.3. Diagramme pluviométrique :	10
4. L'humidité	11
5. L'indice d'aridité :.....	11
6. Evapotranspiration :	12
6.1. Estimation des réserves facilement utilisées R.F.U.	12
6.2. Estimation d'évapotranspiration potentielle (ETP)	12
6.3. Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE :	13
7. Bilan hydrologique.....	14
7.1. Bilan simplifié selon THORNTHWAITE.....	14
7.2.-Interprétation des bilans hydriques :	16
8-Calcul du ruissellement (R):.....	17
9-Calcul de l'infiltration : (I)	17
10. Conclusion	18
1. Introduction.....	19
2. Délimitation des sous bassins versants :.....	19
3. Caractéristiques géomorphologiques des sousbassins versants.....	19
3.1. Les surfaces des sous bassins versants	19
3.2. Les Périmètre du bassin versant :	19
3.3. Indice de compacité Kc :	19
3.4. Rectangle équivalent	20
4. étude des paramètres de relief.....	20

Sommaire

4.1. La courbe hypsométrique	20
4.2. Les altitudes caractéristiques	21
4.2.1. Les altitudes minimale et maximale	21
Fig. N° 9: Courbe hypsométrique et des fréquences altimétriques/ El Ma El Abiod.....	22
4.2.2. L'altitude moyenne (Hmoy).....	24
5. Les Indices de pente	24
5.1. Indice de pente moyenne (Im)	24
5.2. Indice de pente globale (Ig).....	25
6. Dénivelée spécifique (Ds)	25
7. Densité de drainage Dd :	25
8. Réseau hydrographique :	26
9. Evaluation des débits de crues :	27
9.1. Sou Bassin versant de chérai :	27
9.1.1. Les coordonnées géographiques du point de mesure	27
9.1.2. Les paramètres géométriques (le périmètre, la surface et l'indice de pente)	29
10. Estimation des apports annuels	30
10.1. Sou Bassin versant de Tébéssa :	30
10.2. Sou Bassin versant Elma-Labioud :	31
11. Calcul de la pluie journalière (P_{24h}) d'une fréquence donnée	31
11.1. Oued Elgoussa(Elma-Labioud) :	32
11.2. Oued Elgoussa(Rte/D'évitement/Elma-Labioud/route) :	33
11.3. Oued Raffana(Skanska/Tebessa) :	33
11.4. Oued Elssagie (Tebessa) :	34
11.5. Oued Elkbir (Tebessa) :	34
12. Conclusion	35
– Introduction.....	37
1- Le secondaire	37
1- 1- Le Trias	37
1- 2 - Le Crétacé.....	38
1- 2- 1- Le Crétacé inférieur	38
1- 2- 2- Le Crétacé supérieur	41
2- Le Tertiaire	45
2- 1- Le Paléocène	45
2- 2- Le Miocène.....	45
2- 3– Le Pliocène.....	48
3- Le Quaternaire	48
3-1- Les Conglomérats	48

Sommaire

3-2- La croûte calcaire	48
3-3- Les dépôts de sources.....	49
3-4- La nappe des cailloux.....	49
3-5- Les dépôts actuels	49
4- Tectonique de la région.....	49
4-1- Style tectonique.....	49
4- 2- Phases tectoniques.....	49
4- 3- Les mouvements récents	51
5- La paléogéographie	52
6- Conclusion.....	54
La Géologie de Chéria.....	55
1- Introduction	55
2- L'aspect stratigraphique	55
2-1 Le Secondaire	55
2-2 Le Tertiaire	57
2-2-1 Eocène moyen inférieur.....	57
2-2-2- Mio-Pliocène	57
2-3- Le Quaternaire	57
3- L'aspect tectonique	58
4- L'aspect paléontologique	58
5- Intérêt hydrogéologique du système multicouche de Chéria	58
6- Conclusion.....	60
La géologie de Tebessa	61
1- INTRODUCTION	61
2- GEOMORPHOLOGIE	61
2-1- Les monts septentrionaux	63
2-2- Les monts méridionaux.....	63
3- STRATIGRAPHIE ET DESCRIPTION DES FACIES	63
3-1- Le Trias.....	63
3-2 Le jurassique.....	66
3-3- Le barrémien	66
3-4- L'Aptien.....	66
3-5- L'Aptien marneux	67
3-6- Le Clansayésien	67
3-7- L'Albien	67
3-8- Le Vraconien.....	68
3-9- Le Cénomaniens.....	68

Sommaire

3-10- Le Turonien	68
3-11 Le Campanien-Santonien	69
3-12- Le Maestrichtien.....	69
3-13- Le Paléocène	69
3-14- L'Eocène.....	69
3-15 Le Miocène	71
3-16 Le Quaternaire.....	71
4- Formations actuelles et récentes	71
5- Formations anciennes.....	72
6- TECTONIQUE DE LA REGION	74
6-1- Les phases de l'orogénèse	74
6-2- La phase compressive fini -Lutétienne	74
6-3- La phase distensive du Miocène Inférieur	74
6-4- La phase compressive du Miocène supérieur.....	74
6-5- La phase compressive du Pliocène Inférieur.....	74
6-6- La phase compressive du pliocène Supérieur	75
6-7- La formation du fossé d'effondrement de Tébessa	75
7- Conclusion.....	78
3. L'étalonnage :	82
4-1- Les pro fils geoelectriques :.....	83
1 - Coupe transversale : profil N°1 (Nord- Sud).....	83
2 - Coupe transversal 2 (Nord – Sud)	84
3- Coupe transversal 3 (Nord-Sud)	85
4 - Coupe transversal 4 .(Sud-Ouest Nord-Est).....	85
5- Corrélation entre: Forage :M2,M7 et Profile 24 SE 119 et 24 (SE 122)	88
5.1- Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124 (voir tableau 29).....	92
5.2- Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 21 SE 123 (voir tableau 30).....	94
5.3- Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121 (voir tableau)	96
5.4- Corrélation entre: Forage :M6 et Profile 29 SE 124 (voir tableau 32).....	98
5.5-Corrélation entre: Forage :M8 et Profile 22 SE 121 (voir tableau)	99
5.6- Corrélation entre: Forage :M9 ,M10 et Profile 30 (SE 123),30(SE118).....	102
6- Structure géologique a partir de la géophysique :	105
6.1- Géométrie des nappes Mio-Quaternaire.....	105
6.1- Carte d'égal épaisseur des sables :	106
6.2 - Carte d'égal épaisseur des grés :(voir la carte de nappe de grés)	106
6.3 - Carte d'égal épaisseur des argiles sableuses :	107
7 Conclusion :	109

Sommaire

1. L'investigation géoélectrique	110
2. L'investigation gravimétrique.....	114
3. Conclusion	115
1-Introduction :	116
A) Géométrie des aquifères :.....	117
B) Plaine de Tébessa :.....	117
C) Ain Chabro :.....	117
D) Tébessa :.....	118
E) Bekkaria :.....	118
2- Conclusion :.....	122
1-Système Hydrogéologique du plateau de Chéria :.....	124
1-1-Cadre géologique :	124
1-2-Cadre hydrogéologique :	124
2-Système Hydrogéologique du la cuvette d'El Malabiod :	124
2-2-Cadre hydrogéologique :	124
3-Système Hydrogéologique du la région de Gasses :.....	125
3-1-Cadre géologique :	125
3-2-Cadre hydrogéologique :	125
1- Introduction :	127
2- SONDAGE ELECTRIQUE VERTICAL(SEV) :	128
3- Interprétation des mesures de SEV :.....	128
4/Méthodologie de traitement des données	128
5- Commentaires des résultats obtenus des tableaux :	138
Conclusion générale :.....	140

Liste des Figures

Liste des figure

FIG. N° 1: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE.	2
FIG. N° 2: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.	3
FIG. N° 3: LA LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE.	3
FIG. N° 4: VARIATION MOYENNE MENSUELLE DES PRECIPITATIONS DE STATION DU TEBESSA.	6
FIG. N° 5: PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLE.	7
FIG. N° 6: CARTE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES DU NORD-EST DE L'ALGERIE - ANRH.	8
FIG. N° 7: VARIATION MENSUELLE DES TEMPERATURES A LA STATION DE TEBESSA.	9
FIG. N° 8: DIAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE (2000/2001 A 2017/2018).	10
FIG. N° 9: COURBE HYSOMETRIQUE ET DES FREQUENCES ALTIMETRIQUES/ EL MA EL ABIOD.	22
FIG. N° 10: COURBE HYSOMETRIQUE ET DES FREQUENCES ALTIMETRIQUES/CHERIA.	23
FIG. N° 11: COURBE HYSOMETRIQUE ET DES FREQUENCES ALTIMETRIQUES/TEBESSA.	24
FIG. N° 13: CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE/BASSIN VERSANT D'EL MA EL ABIOD.	26
FIG. N° 12: CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE/BASSIN VERSANT D'EL MA EL ABIOD.	26
FIG. N° 14: CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE/BASSIN VERSANT DE TEBESSA.	27
FIG. N° 15: PROFILS EN LONG ET EN TRAVERS DE OUED DOUAMIS(IN GUEFAIFIA.M ET FATAH.M 2016/2017).	28
FIG. N° 16: PROFILS EN LONG ET EN TRAVERS D'OUED BLILIA (IN GUEFAIFIA.M ET FATAH.M 2016/2017).	28
FIG. N° 17: PROFILS EN LONG ET EN TRAVERS D'OUED EL GOUSSA (IN GUEFAIFIA.M ET FATAH.M 2016/2017).	29
FIG. N° 18: ESQUISSE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'EL MALABIOD D'APRES G. DUROZOY. 1948.	43
FIG. N° 19: COUPES GEOLOGIQUES A TRAVERS LE BASSIN D'EL MALABIOD.	47
FIG. N° 20: CARTE DE SYSTEME DE FAILLES (UGF-BRNO 1 971).	52
FIG. N° 21: LA GEOLOGIE DE LA REGION DE CHERIAA PARTIR DE LA CARTE GEOLOGIQUE DU NORD EST DE L'ALGERIE AU 1/500.000E.	56
FIG. N° 22: COUPE GEOLOGIQUE LE LONG DU PLATEAU DE CHERIA.	57
FIG. N° 23: FIG. 5. CROQUIS GEOMORPHOLOGIQUE DE LA REGION DE TEBESSA, IN DJABRI 87.	62
FIG. N° 24: COLONNE STRATIGRAPHIQUE SYNTHETIQUE DE LA REGION DE TEBESSA.	65
FIG. N° 25: . ESQUISSE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE TEBESSA (DUROZOY 1956. DHW TEBESSA.	70
FIG. N° 26: FIG.8. COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE DE LA PLAINE DE LA MERDJA EN AVAL DE TEBESSA.	73
FIG. N° 27: ESQUISSE TECTONIQUE DE LA REGION DE TEBESSA W.M. KOWALKI ET AL. (1997).	76
FIG. N° 28: CARTE DE RESISTIVITE APPARENTE AB=120M(D'APRES UGF-BRNO).....	80
FIG. N° 29: CARTE DE RESISTIVITE APPARENTE AB=1100M.	81
FIG. N° 30: PLAN DE POSITION DES SONDAGES ELECTRIQUES (D'APRES GUEFAIFIA O ;1996).	83
FIG. N° 31: COUPE 1 NORD- SUD(D'APRES GUEFAIFIA.O ;1996).....	83
FIG. N° 32: COUPE 2 NORD -SUD(D'APRES GUEFAIFIA.O ;1996)	84
FIG. N° 33: COUPE 3 NORD SUD(D'APRES GUEFAIFIA.O ;1996).	85
FIG. N° 34: : PROFIL GEO ELECTRIQUE TRANSVERSAL COMPORTANT LE FORAGE M1.	86
FIG. N° 35: B LOG DE FORAGE M1 ECHELLE :1/50.000 ,CARTE :235.	87
FIG. N° 36: A PROFIL GEO ELECTRIQUE TRANSVERSALE TRAVERSE LE FORAGE M2 ET M7.	88
FIG. N° 37: B ET 41C -CORRELATIONS ENTRE LE F2ET F7 AVEC LA COUPE :24.....	91
FIG. N° 38: A ET 42-B CORRELATION ENTRE: FORAGE :M3 ET PROFILE 10 SE 124.	93
FIG. N° 39: A ET 43-B CORRELATION ENTRE: FORAGE :M4 ET PROFILE 21 SE 123.	94
FIG. N° 40: CORRELATION ENTRE: FORAGE :M5 ET PROFILE 23 SE 121.	96
FIG. N° 41: A ET 45-B CORRELATION ENTRE: FORAGE :M6 ET PROFILE 29 SE 124.	98
FIG. N° 42: A ET 46-B CORRELATION ENTRE: FORAGE :M8 ET PROFILE 22 SE 121	100
FIG. N° 43: FIGURE : N°48 CORRELATION ENTRE: FORAGE :M9 ,M10 ET PROFILE 30	103
FIG. N° 44: : STRUCTURE GEOLOGIQUE DES AQUIFERES.	105
FIG. N° 45: CARTES D'EGAUX EPAISSEURS (SABLE, GRES ,ARGILE SABLEUSE).	107
FIG. N° 46: DIFFERENTES NAPPES DE LA REGION D'EL MA-LABIOD.	108
FIG. N° 47: ZONES DES FAILLES.	108

Liste des Figures

FIG. N° 48: DISPOSITION DES PROFILS GEOPHYSIQUES.....	110
FIG. N° 49: COURBE DE RESISTIVITE EN CLOCHE.....	111
FIG. N° 50: COUPES GEOELECTRIQUES DES PROFILS C ET J.....	112
FIG. N° 51: COUPE GEOELECTRIQUE DU PROFIL P.....	113
FIG. N° 52: POSITION DES PROFILS ELECTRIQUES DANS LA PLAINE DE TEBESSA.....	116
FIG. N° 53: COUPES GEO ELECTRIQUES A TRAVERS LA PLAINE DE TEBESSA SELON LES PROFILS (J, K, L ET M) (DJABRI L. 1987).....	117
FIG. N° 54: COUPES GEO ELECTRIQUES A TRAVERS LA PLAINE DE TEBESSA SELON LES PROFILS (R, S, T ET U) (IN DJABRI L. 1987).....	118
FIG. N° 55: COUPES GEO ELECTRIQUES A TRAVERS LA PLAINE DE TEBESSA SELON LES PROFILS (V, W ET X) (IN DJABRI L. 1987).....	119
FIG. N° 56: RECONSTITUTION DU MODE DE DEPOT COUPES (Q, R).....	120
FIG. N° 57: RECONSTITUTION DU MODE DE DEPOT COUPES (J, K, O ET P).....	120
FIG. N° 58: RECONSTITUTION DU MODE DE DEPOT COUPES (V, W, X ET Y-Z).....	121
FIG. N° 59: SEV REALISE SUR LA REGION DE ZEGUIEG 02.....	129
FIG. N° 60: SEV REALISE SUR LA REGION DE MEZERRAA.....	130
FIG. N° 61: SEV REALISE SUR LA REGION DE CHERIA (ROUTE REDEMA).....	131
FIG. N° 62: SEV REALISE SUR LA REGION DE ZEGUIEG 01.....	132
FIG. N° 63: SEV REALISE SUR LA REGION D'AIN ZERGA.....	133
FIG. N° 64: SEV REALISE SUR LA REGION DE GASSES.....	134
FIG. N° 65: SEV REALISE SUR LA REGION DE BIR EL ATER (NEBKA 01).....	135
FIG. N° 66: SEV REALISE SUR LA REGION DE BIR EL ATER (NEBKA 02).....	136
FIG. N° 67: SEV REALISE SUR LA REGION DE CHERIA (GARET MOUCHOUER).....	137

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

TABLEAU 1: : HAUTEURS DES PRECIPITATIONS PENDANT LA PERIODE (2000/2001 A 2016/2017).	5
TABLEAU 2: PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES EN (MM).	6
TABLEAU 3: PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLE A LA STATION DE TEBESSA EN (MM)	7
TABLEAU 4: PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES (2000/2001 A 2004/2005)	7
TABLEAU 5 : DISTRIBUTION DES TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES À LA STATION DE TEBESSA	8
TABLEAU 6 : LA MOYENNE ANNUELLE DE LA PRECIPITATION (200/2001-2016/2017)	9
TABLEAU 7 : HUMIDITE MOYENNE EN (%) DE LA STATION DE TEBESSA (2000/2001-20016/2017).....	11
TABLEAU 8: RESULTATS DU CALCUL DE L'INDICE D'ARIDITE POUR LA ZONE D'ETUDE.	12
TABLEAU 9: RESULTATS DE CALCULS (ETP) SELON THORNTHWAITE/STATION DE TEBESSA.....	14
TABLEAU 10: BILAN HYDRIQUE POUR L'ANNEE PLUS HUMIDE DE LA STATION DE TEBESSA (2002/2003).ETP COR: L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE CORRIGEE	15
TABLEAU 11: BILAN HYDRIQUE POUR L'ANNEE PLUS SECHE DE LA STATION DE TEBESSA (2001/2002).	15
TABLEAU 12 : BILAN HYDRIQUE POUR L'ANNEE PLUS SECHE DE LA STATION D'ELMA-LABIOD (2001/2002).....	15
TABLEAU 13 : BILAN HYDRIQUE POUR L'ANNEE PLUS SECHE DE LA STATION DE CHERIA (2001/2002).	16
TABLEAU 14: LA REPARTITION DE LA SURFACE EN FONCTION DE LA TRANCHE D'ALTITUDE /BASSIN D'EL MA EL ABIOD.	21
TABLEAU 15: LA REPARTITION DE LA SURFACE EN FONCTION DE LA TRANCHE D'ALTITUDE /BASSIN DE CHERIA	22
TABLEAU 16 : LA REPARTITION DE LA SURFACE EN FONCTION DE LA TRANCHE D'ALTITUDE /TEBESSA.....	23
TABLEAU 17:REPARTITION D'ALTITUDES MOYENNES DE LA REGION D'ETUDE	24
TABLEAU 18: REPARTITION DES INDICE DES PENTES MOYENNE DE LA REGION D'ETUDE.....	24
TABLEAU 19: REPARTITION LES INDICES DE PENTES GLOBALE DE LA REGION D'ETUDE	25
TABLEAU 20: REPARTITION LES DENIVELEES SPECIFIQUES DE LA REGION D'ETUDE	25
TABLEAU 21: REPARTITION LES DENIVELES SPECIFIQUESDE LA REGION D'ETUDE	25
TABLEAU 22: VARIABLE DE GAUSS	31
TABLEAU 23: COMPARAISON ENTRE LE VOLUME DES L'OUVRAGE D'ART ET LE DEBIT MAX.....	35
TABLEAU 24: PERMIS DJEBEL DOUKKANE : FORAGE PÉTROLIER BOUDJELLAL-2 [BDJ-2].	40
TABLEAU 25: POTENTIEL HYDRIQUE DES FORMATIONS GEOLOGIQUES.	59
TABLEAU 26: CORRESPONDANCES DES VALEURS DE RESISTIVITES AUX ROCHES D'APRES LES LOGS DES FORAGES (BASSIN D'EL MA- LABIOD).	82
TABLEAU 27: CORRELATION ENTRE: FORAGE :M1 ET PROFILS.	86
TABLEAU 28: CORRELATION ENTRE LES FORAGES :M2,M7 ET PROFILE 24 SE 119 ET 24 (SE 122).	89
TABLEAU 29: CORRELATION ENTRE: FORAGE :M3 ET PROFILE 10 SE 124.	92
TABLEAU 30	94
TABLEAU 31: A ET 44-B CORRELATION ENTRE: FORAGE :M5 ET PROFILE 23 SE 121.	96
TABLEAU 32: CORRELATION ENTRE: FORAGE :M6 ET PROFILE 29 SE 124.	98
TABLEAU 33: CORRELATION ENTRE: FORAGE :M8 ET PROFILE 22 SE 121.	99
TABLEAU 34: CORRELATION ENTRE: FORAGE :M8 ET PROFILE 22 SE 121.	102
TABLEAU 35: EPAISSEURS DES TROIS AQUIFERES DE LA REGION D'EL MA-LABIOD.	105
TABLEAU 36: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE ZEGUIEG 02.....	129
TABLEAU 37: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE MEZERAA.....	130
TABLEAU 38: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE CHERIA (ROUTE REDEMA)..	131
TABLEAU 39: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE ZEGUIEG 01.....	132
TABLEAU 40: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION D'AIN ZERGA.....	133
TABLEAU 41: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE GASSES.....	134
TABLEAU 42: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE BIR EL ATER (NEBKA 01).	135
TABLEAU 43: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE BIR EL ATER (NEBKA 02).	136
TABLEAU 44: LA COMPARISON DE LA RESISTIVITE (PASSIF ET ACTF) DE LA REGION DE CHERIA (GARET MECHOUER).	137

الملخص

يعتمد الموضوع على دراسة تنوع قياسات المقاومة في طبقات المياه الجوفية المختلفة عبر منطقة تبسة. تمت مقارنة نتائج قياس المقاومة التي أجريناها مؤخراً، بقيم المقاومة التي تم الحصول عليها في الدراسات الجيوفيزيائية السابقة التي أجريت خلال العقود الأربعة الماضية. أظهرت النتائج المتحصّل عليها أنّ المقاومة تغيرت من الوضعية السابقة إلى الوضعية الحالية. وهذا يوضح أن مستويات الخزان المائي الجوفي تأثر بفترات الجفاف والاستغلال المفرط لهذا المورد.

Résumé :

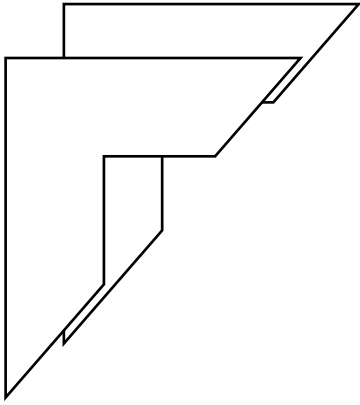
Le thème abordé s'articule autour de la variation de la résistivité dans des aquifères différents à travers la région de Tébessa. Les mesures de résistivité sur terrain réalisé récemment ont été confronté aux valeurs de résistivité obtenues dans les études géophysiques réalisés durant les quatre décennies passées.

Les résultats obtenus ont montré que les résistivités ont changé de l'état passif à l'état actif. Ceci montre que les niveaux aquifères ont été affecté par les périodes de sécheresse et la surexploitation des ressources aquifères.

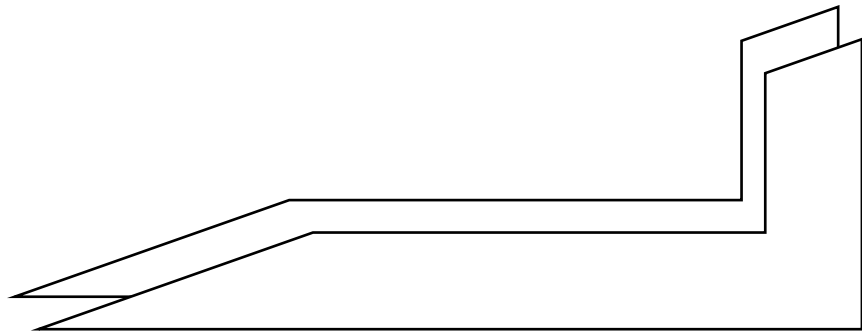
Abstract

This theme was based on the study of the resistivity variation in different aquifers across the Tébessa region. The recent Resistivity measurements has been compared with the resistivity values obtained in geophysical studies carried out during the past four decades.

The results obtained showed that the resistivity changed from the passive state to the active state. This shows that aquifer levels have been affected by periods of drought and over-exploitation of aquifer resources.



Introduction Générale



INTRODUCTION GENERALE

L'eau est l'élément de base de la vie sur la planète, c'est pourquoi l'homme a tenté de maîtriser cette ressource primordiale du milieu naturel et en particulier du milieu souterrain. La pénurie d'eau est devenue un problème crucial vécu par toutes les sociétés et surtout les pays en voie de développement, d'une part à cause de l'accroissement des populations et des activités industrielles et d'autre part les besoins en irrigation des terres cultivées ; d'où résulte un déficit des ressources en eaux souterraines.

Si on n'améliore pas considérablement et de manière active la gestion des ressources en eau, l'avenir de l'espèce humaine et de bien d'autres espèces sera compromis.

La présence d'aquifère dans une région quelconque n'est mise en évidence que grâce à la réalisation d'étude géophysique.

Dans la région de Tébessa plusieurs études géophysiques ont été réalisées, durant les années 1970, couvrant presque la totalité du territoire de la wilaya.

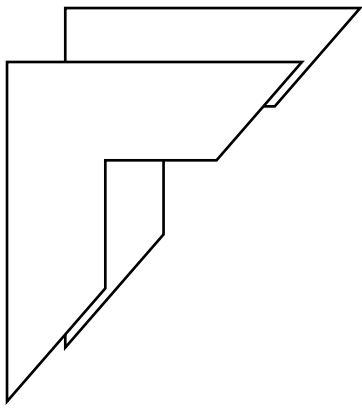
La ressource en eau exploitée par forages, enregistre durant ces dernières décennies un déficit croissant suite au déséquilibre du bilan hydrique (entrées inférieures aux sorties).

Les quelques prospection par la méthode électrique ont montré des écarts entre les valeurs des résistivités électriques (état passif et état actif).

L'objectif de ce modeste travail est de montrer les régions ayant enregistré les différences de valeurs de résistivités et d'expliquer l'origine des causes.

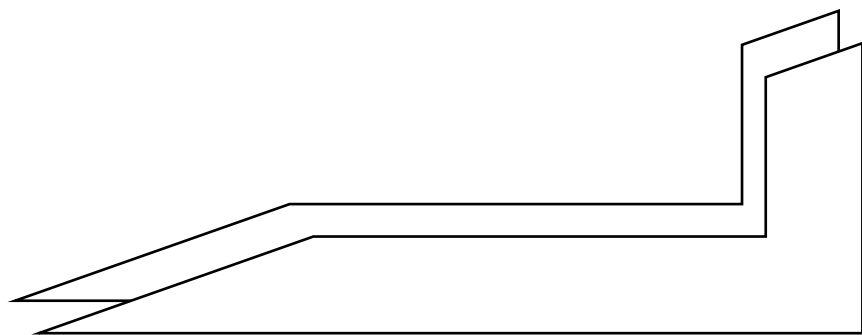
Les détails des résultats sont présentés dans ce mémoire à travers quatre chapitres :

- ❖ Le premier chapitre est relatif à l'étude des caractéristiques climatiques des régions étudiées : type de climat, étude des précipitations (moyennes annuelles, moyennes mensuelles), des températures (moyennes annuelles, moyennes mensuelles) et bilan hydrique (calcul de l'ETP, l'ETR et bilan hydrique d'une année humide et une année sèche).
- ❖ Le deuxième chapitre a abordé les données géologiques des régions étudiées. : Dans le troisième chapitre c'est la description des études géophysiques réalisées.
- ❖ le quatrième chapitre est consacré à l'analyse et commentaires des résultats actif et passif du paramètre de la résistivité.



Chapitre I

Situation géographique



Situation géographique des zones d'étude : El Malabiod :

El Malabiod est une circonscription administrative de Tébessa, dont elle est distante de 28,7km. Elle est l'une des Daïrates que compte la wilaya qui, elle-même, est située au Nord-Est algérien.

Selon le découpage administratif, ses confins sont :

La Daïra d'Oum Ali, au Sud. La frontière algéro-tunisienne, à l'Est. La ville de Tébessa, au Nord. La Daïra de Chéria, à l'Ouest. Le bassin d'El Malabiod, sujet de notre étude, appartient aux hautes plaines orientales de l'Atlas saharien. Il est par conséquent, l'un des constituants du grand bassin du Chott Melhrir. Ses limites naturelles sont : Au Nord, une ligne de crête regroupant les Djebels, Doukkane, El Khenga, Bouroumane... Au Sud, les monts de Boudjellal, El Guelia et Ed'Dalâa. À l'Ouest, Guebel Er'Rouiss et Draâ Douamiss. À l'Est, Djebel El Kechrid et Koudiet sidi Salah qui matérialise les confins du côté du territoire tunisien.



Fig. N° 1: Localisation géographique de la région d'étude.

Chéria :

Le plateau de Cheria fait partie du bassin versant du Chott-Melghir, il est situé à 47 Km au sud-ouest de la ville de Tébessa, de forme grossièrement triangulaire dont les rebords sont constitués de monts culminants ; (DJ Doukkane à 1550 m, ...), il occupe une superficie d'environ 810 Km² où la ville de Cheria constitue le centre géographique, économique et administratif.

-L'étude couvre la totalité de Cheria. Les limites peuvent être définies comme suite :

-Limite Est : Djebel Doukkane–Fedj Tafouna, Dj. Arouar, Rouibet Essid, Dj. Krima, Fedj Krima, Dj Radama, Dj. Zerhata, Dj. Boukamech.

-Limite Ouest : Kef Ennsour, Dj. Mazraa, Dj.Zora, limite de partage des eaux entre l'oued Cheria et le synclinal de Ain Chebroud, Dj Kemlal, Bir Bouraouana, Mrah et Taleb, Koudiate El Araour, Dj Troubia .

-Limite Sud : Fin des calcaires Eocènes au nord d'El Mazraà.

-Limite Nord : Rass El Djbele, Koudiate El Gargara, Dj. Troubia, Dj. Larrour, Dj. Gaaga, Dj. Bouroug, Dj. Bouziane, Koudiate Nazia.



Fig. N° 2: Localisation géographique de la zone d'étude.

Tébessa :

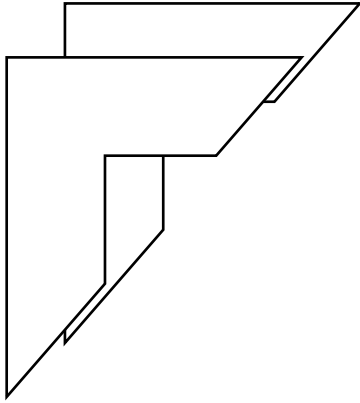
La wilaya de Tébessa est située à l'extrême Est du pays, limitrophe de la Tunisie. Elle possède depuis longtemps une double vocation minière (exploitation des mines de fer OUENZA et BOUKHADRA et des gisements de phosphate de DJEBEL ONK) et agro pastorale (y compris l'agriculture en montagne). Elle est caractérisée par son emplacement dans la zone frontalière des Hauts Plateaux Est du pays.

La wilaya s'étend sur une superficie de 13.878 km², elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Souk-Ahras.
- Au Nord-Ouest par la wilaya de Oum-El Bouaghi et de Khenchela.
- A l'Est par la Tunisie (sur 300 kms de frontières).
- Au Sud par la wilaya d'El-Oued.

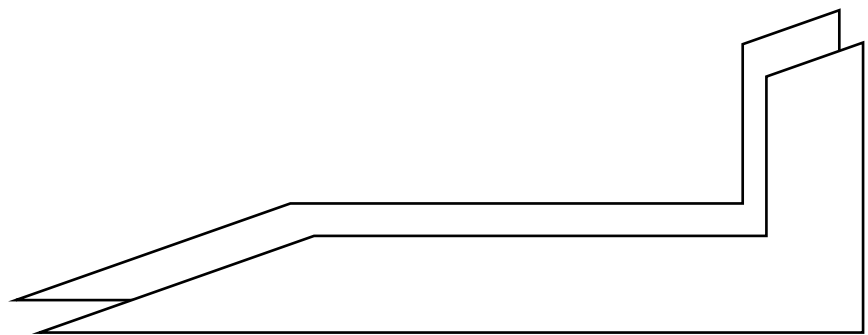


Fig. N° 3: La localisation géographique de la région d'étude.



Chapitre II

Hydroclimatologie



Aperçu hydroclimatologique des régions d'étude :

1. Introduction :

Dans cette partie, nous nous sommes intéressés aux principaux facteurs, indispensables pour l'établissement du bilan hydrique, tels que, les précipitations, la température et l'évapotranspiration.

Les trois plaines se trouvent dans la zone du climat méditerranéen semi-aride. Celui-ci est caractérisé par un maximum pluvieux principal en automne et un autre, moins important, au printemps.

On a pris alors les données des stations météorologiques de la région qui sont installées.

2. Étude des précipitations

La précipitation est un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. D'après les données relatives à la station de Tébessa concernant une durée observation de dix-sept ans (2000/2001- 2016/2017).

A \ M	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUILL	AOU	H annuelles
2000/2001	86,5	76,4	21,6	18,8	51,0	18,3	17,0	13,7	27,1	15,8	15,1	2,7	364,0
2001/2002	49,3	2,4	7,6	1,4	55,0	10,7	23,3	7,1	17,0	11,8	5,2	29,0	219,8
2002/2003	40,6	13,3	58,0	84,7	36,5	38,0	76,4	30,3	100,0	38,9	18,0	97,8	632,5
2003/2004	29,2	9,5	2,8	12,1	70,2	45,5	17,5	168,4	20,6	3,2	72,6	29,4	481,0
2004/2005	39,4	91,6	16,4	44,0	19,0	26,0	117,0	66,9	29,2	34,0	24,0	20,4	527,9
2005/2006	1,2	31,5	1,4	46,6	33,3	94,1	31,6	77,3	34,9	14,4	5,5	43,6	415,4
2006/2007	37,6	26,9	8,4	26,0	49,7	15,4	9,3	28,7	5,2	11,0	61,0	59,1	338,3
2007/2008	13,8	38,8	30,2	54,4	84,5	52,0	11,8	47,1	6,1	7,0	36,4	28,0	410,1
2008/2009	67,4	12,9	4,3	18,7	12,7	2,0	2,0	7,0	77,0	11,6	26,7	42,9	285,2
2009/2010	65,9	0,0	23,0	18,7	38,7	3,1	13,1	79,3	35,0	25,9	20,2	2,4	325,3
2010/2011	77,0	17,0	55,1	5,5	26,5	66,7	20,6	43,4	47,2	28,4	54,2	10,2	451,8
2011/2012	3,0	86,1	3,4	8,9	46,4	57,2	39,4	24,1	27,8	2,1	3,5	35,5	337,4
2012/2013	41,0	54,9	13,2	2,6	20,1	8,6	25,0	33,4	9,0	0,7	14,8	26,5	249,8
2013/2014	46,8	38,7	40,0	28,4	38,7	48,4	27,9	2,3	19,9	29,0	22,5	8,7	351,3
2014/2015	49,3	7,1	43,2	49,5	30,4	66,5	42,7	1,3	21,0	66,0	38,4	72,5	487,9
2015/2016	45,8	30,3	55,9	0,0	13,4	4,3	32,3	18,1	37,7	2,7	0,8	13,6	254,9
2016/2017	30,0	49,3	18,7	65,8	23,4	8,7	10,5	46,7	32,8	17,6	14,3	10,0	327,8
TOT	723,8	586,7	403,2	486,1	649,5	565,5	517,4	695,1	547,5	320,1	433,2	532,3	6460,4
M.mensuelle	42,6	34,5	23,7	28,6	38,2	33,3	30,4	40,9	32,2	18,8	25,5	31,3	380,0

Tableau 1: : hauteurs des précipitations pendant la période (2000/2001 à 2016/2017).

2.1. Précipitations moyennes mensuelles

Pour mettre un aperçu sur la variation des précipitations mensuelles à l'échelle de la région nous nous sommes basé sur les résultats enregistrés à la station de Tébessa

Le tableau 2, illustre les précipitations moyennes mensuelles sur 17ans d'observation allant de (200/2001 à 2016/2017):

Mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUILL	AOU
P.M.mensuelle	42,50	35,32	24,22	27,48	36,12	33,06	29,87	40,89	32,21	18,83	25,48	31,31

Tableau 2: Précipitations moyennes mensuelles en (mm).

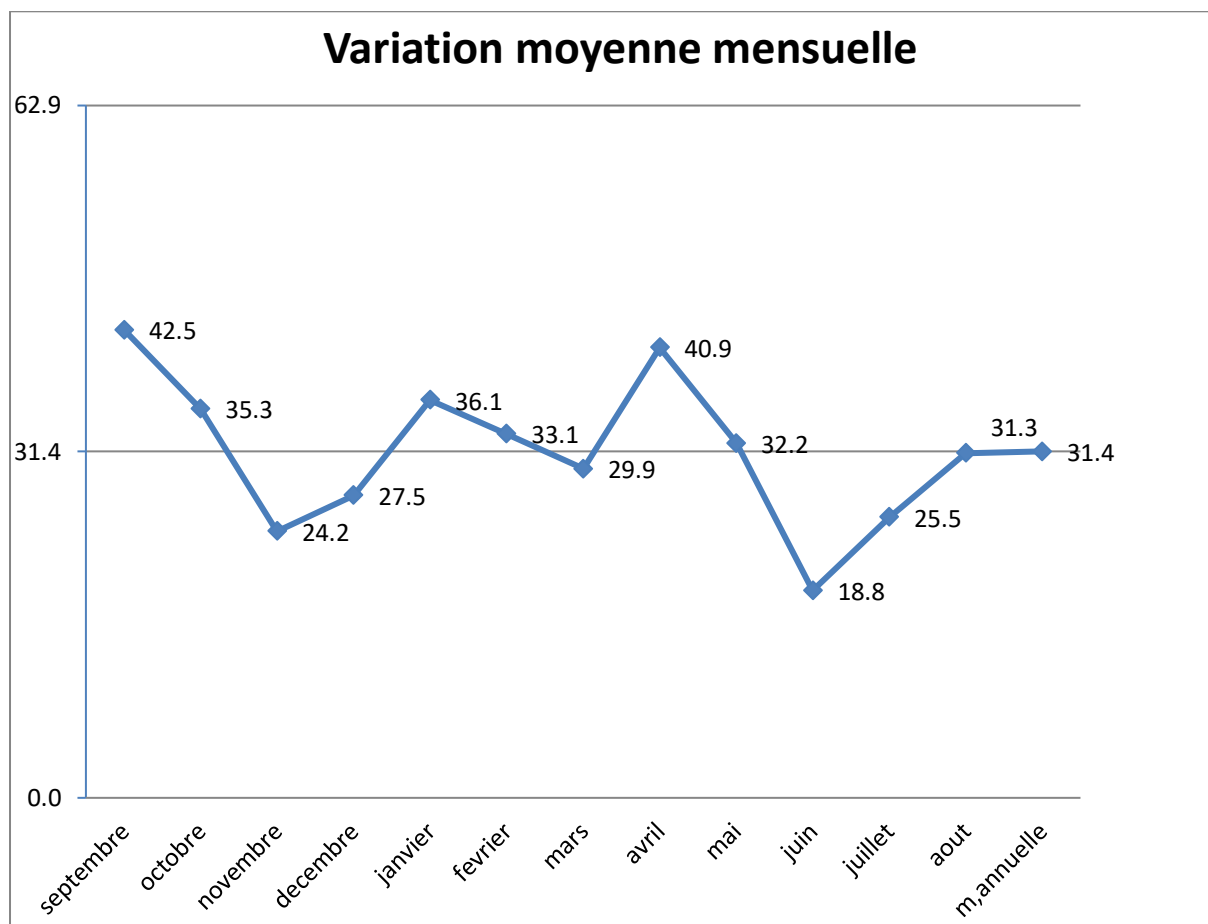


Fig. N° 4: Variation moyenne mensuelle des précipitations de station du tebessa.

La représentation graphique des précipitations moyennes mensuelles interannuelles De la station pluviométrique (Tébessa) pour une période d'observation de 17 ans (2000/2001 à 2017/2018) montre que le mois le plus pluvieux est le mois de Septembre avec une moyenne Mensuelle de (42.50 mm).

Par contre le mois le plus sec est le mois de juin avec une hauteur de 18.83mm.

Les mois pluvieux est : septembre, octobre, janvier, février, avril et mai

Les mois sec est : novembre, décembre, juin et juillet

2.2. Précipitations moyennes annuelle

Le tableau 3, illustre les précipitations moyennes annuelles sur 17ans d'observation allant de (2000/2001 à 2017/2018):

ANS	2000-20001	01_02	02_03	03_04	04_05	05_06	06_07	07_08	08_09	09_10	10_11	11_12	12_13	13_14	14_15	15_16	2016/2017	M.mensuelle
H annuelles	364,0	219,8	632,5	481,0	527,9	415,4	338,3	410,1	285,2	325,3	451,8	337,4	249,8	351,3	487,9	254,9	327,8	380,0

Tableau 3: Précipitations moyennes annuelle à la station de Tébessa en (mm)

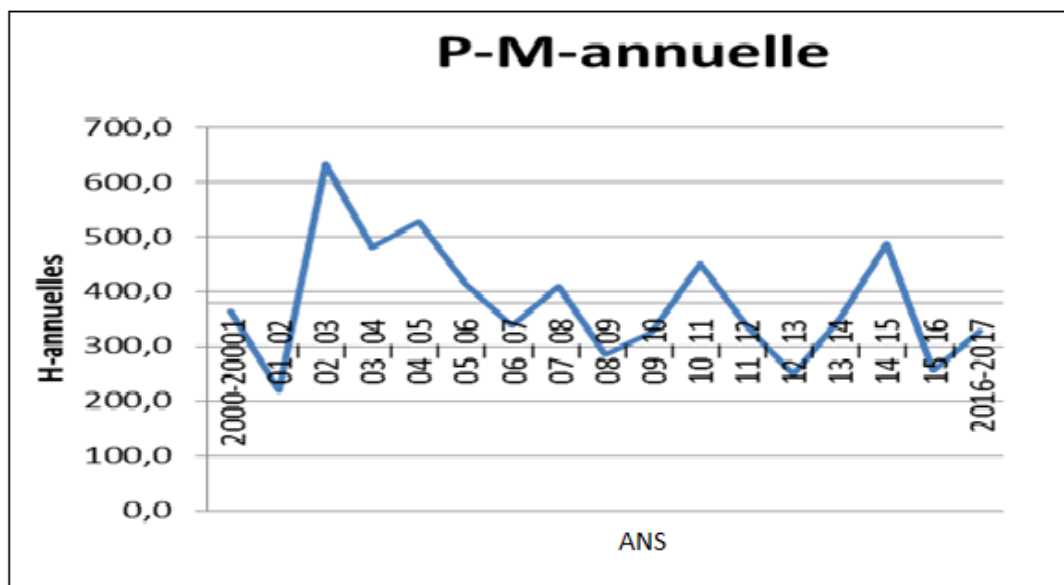


Fig. N° 5: Précipitations moyennes annuelle.

Les variations annuelles des précipitations relevées à partir des cycles d'observation. Pour la station, (Tébessa), montrent que :

- L'année la plus humide est l'année (2002/2003) avec une hauteur Maximale de 632.50 mm.
- L'année (2001/2002) est la plus sèche avec une hauteur de précipitation de 216.80 mm.

Pour les stations de EL Malabiod et Chéria Le tableau 5, illustre les précipitations moyennes annuelles sur 5ans d'observation allant de (2000/2001 à 2004/2005):

Stations	Précipitation moyenne annuelle (mm)
EL Ma EL Abiod	241.20
Chéria	317.38

Tableau 4: Précipitations moyennes annuelles (2000/2001 à 2004/2005)

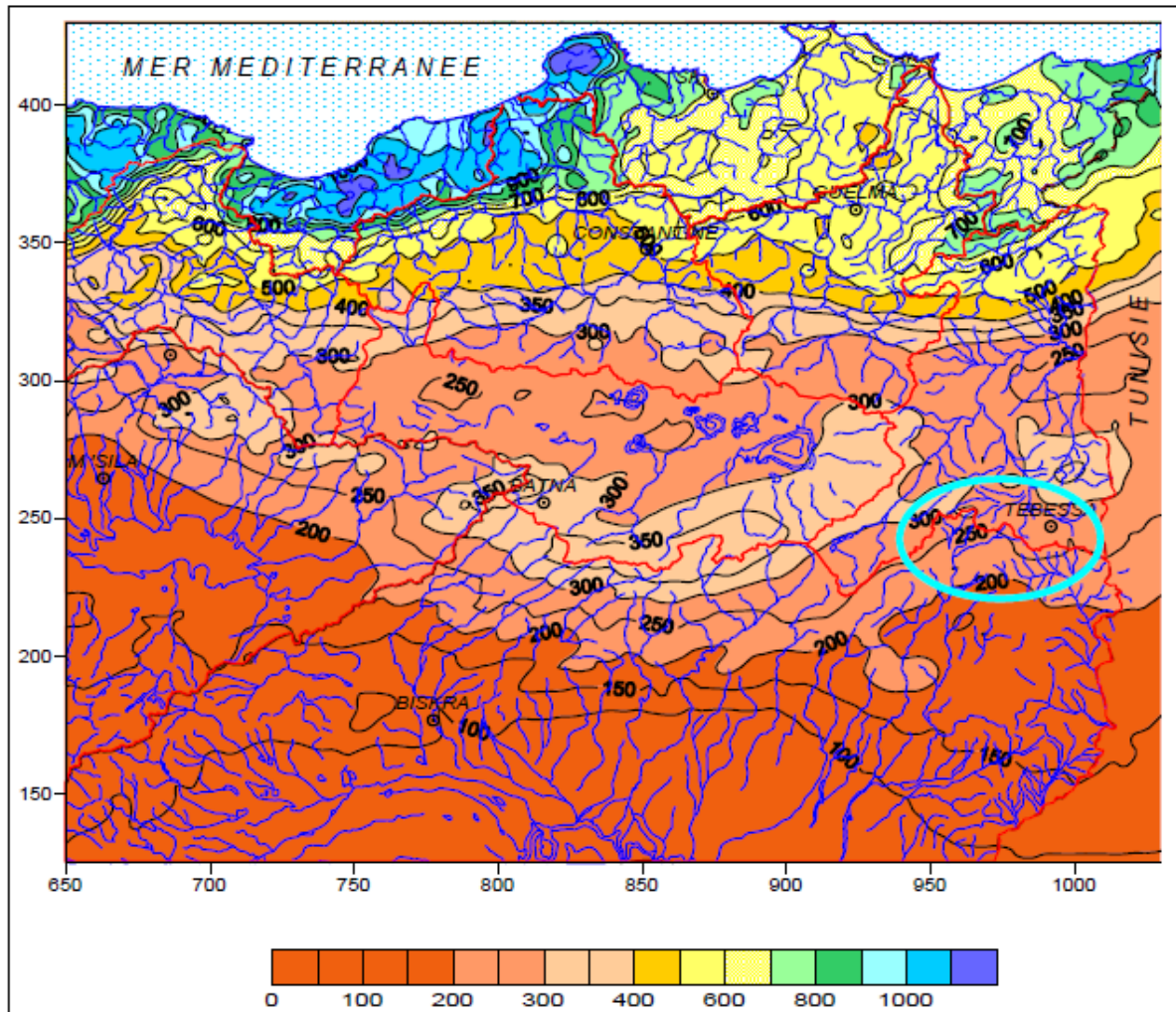


Fig. N° 6: Carte des précipitations annuelles du Nord-Est de l'Algérie - ANRH.

3. Températures :

La température est l'un des facteurs des climats qui est aussi important que les précipitations. Elle se caractérise par la somme d'énergie, qui est en relation avec l'évaporation et la croissance des plantes et par leur développement. Elle joue un rôle très important pour la détermination du bilan hydrique. Les valeurs des températures sont obtenues à partir de la station de Tébessa

3.1. Température moyenne mensuelle

Le tableau ci-dessous donne les températures moyennes mensuelles pour une période de 17 ans (2000/2001-2017/2018).

Mois	Sep	oct	nov	dec	jan	fer	mars	avr	mai	juin	juill	Aou
T moyennes Mensuelles	23,51	19,88	13,39	9,42	8,62	9,23	13,14	16,25	21,10	25,89	29,33	28,22

Tableau 5 : distribution des températures moyennes mensuelles À la station de Tébessa (2000/2001-2017/2018).

A partir des données de températures moyennes mensuelles d'une période de 17 ans On constate que les Hivers sont très froids et humides; les Etés sont chaude et sèches.

Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne mensuelle interannuel de 8.62c°. Juillet est le mois le plus chaud avec une température de 29.33 c°.

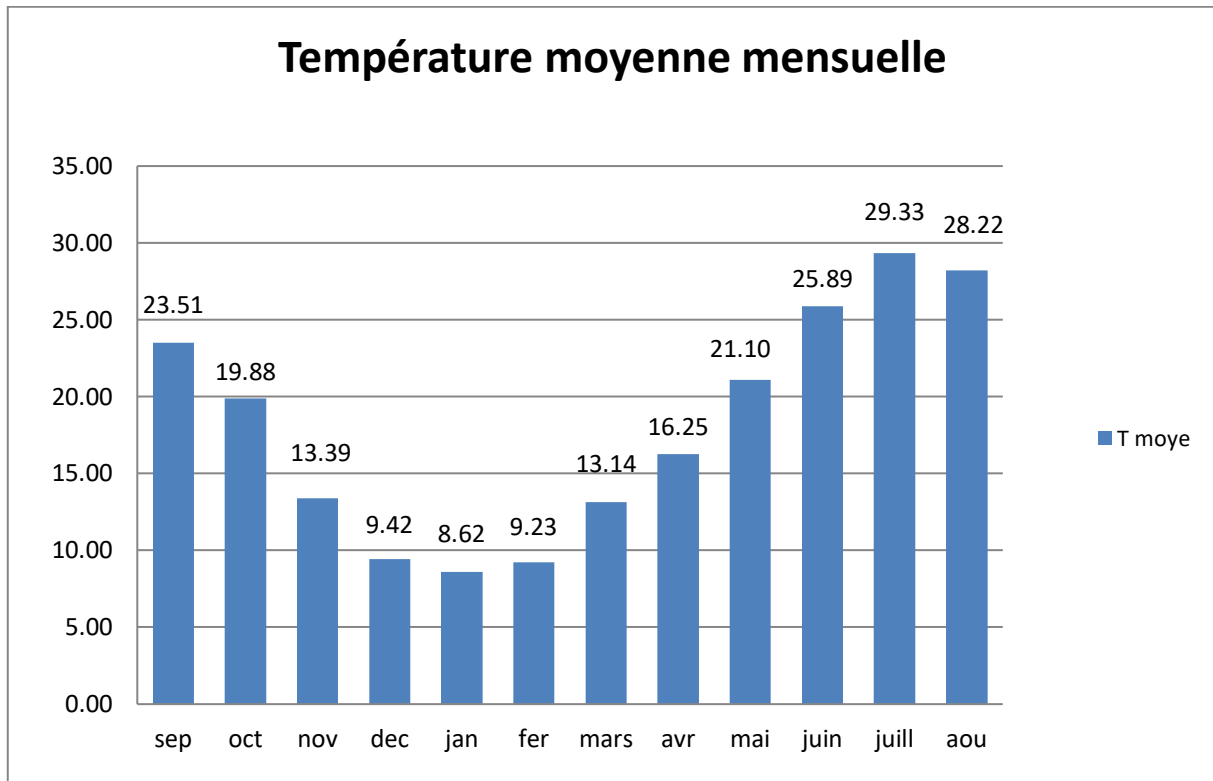


Fig. N° 7: Variation mensuelle des températures à la station de Tébesa.

3.2. Précipitations moyenne annuelle

années	P,M,annuelle
2000/2001	318,5
2001/2002	251,4
2002/2003	197,8
2003/2004	192,4
2004/2005	194
2005/2006	197
2006/2007	316
2007/2008	255,8
2008/2009	188,9
2009/2010	202,9
2010/2011	191,8
2011/2012	198,3
2012/2013	201,5
2013/2014	200,45
2014/2015	198,84
2015/2016	203

Tableau 6 : la moyenne annuelle de la précipitation (200/2001-2016/2017)

3.3. Diagramme pluviométrique :

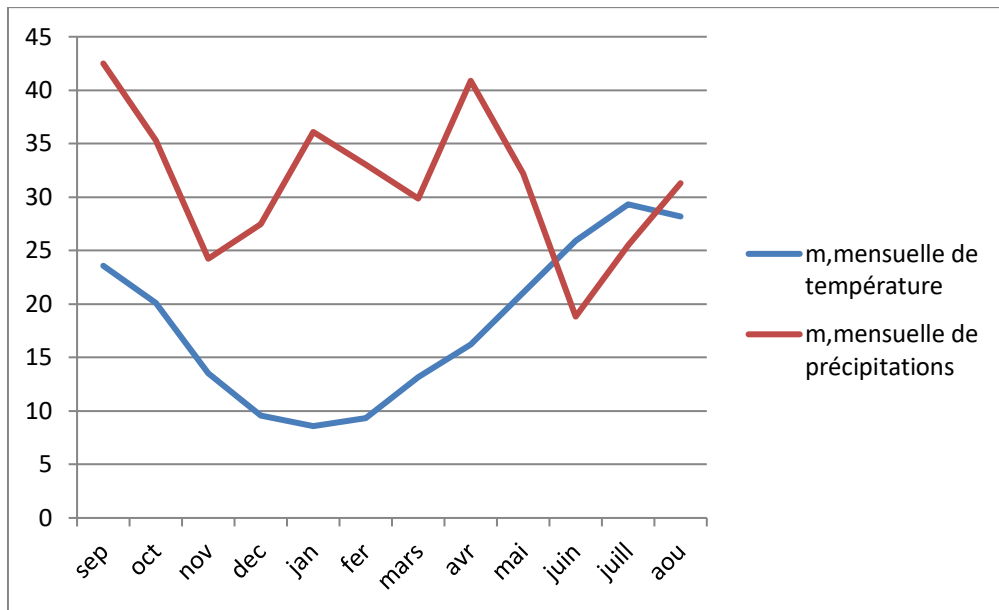


Fig. N° 8: diagramme pluviométrique (2000/2001 à 2017/2018).

-Le graphe du diagramme pluviométrique montre qu'à partir du mois de septembre, La température et la pluviométrie décroissent jusqu'au mois de décembre.

Durant l'hiver et le printemps, les précipitations augmentent jusqu'à la fin du printemps, caractérisant trois périodes humides et une période sèche qui commence à partir du mois de juin jusqu'à la fin de l'été, avec une température élevée et une pluviométrie faible.

4. L'humidité

L'humidité représente la quantité d'eau retenue dans l'air, en considérant que les conditions climatiques sont semblables entre la région d'étude.

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JU	O	MOYE
2000/2001	51,0	68,3	65,9	61,9	65,6	61,8	47,2	56,9	50,2	35,7	34,5	39,5	53,2
2001/2002	62,8	53,1	70,1	70,1	66,9	60,2	53,5	53,2	50,8	40,5	47,2	54,7	56,9
2002/2003	60,2	60,4	72,1	74,3	74,6	72,6	66,2	67,9	57,0	45,2	30,3	35,7	59,7
2003/2004	66,5	60,3	74,4	80,6	78,5	65,5	71,4	66,7	63,7	57,5	42,7	49,6	64,8
2004/2005	61,8	49,7	83,0	80,3	75,9	71,9	61,2	63,1	46,2	50,7	41,6	48,3	61,1
2005/2006	59,7	73,5	70,9	79,5	82,3	74,4	61,5	61,8	57,9	45,2	53,2	42,2	63,5
2006/2007	42,7	49,2	58,4	64,5	72,4	72,0	72,5	78,1	63,9	47,8	45,8	49,0	59,7
2007/2008	63,9	69,0	69,0	75,9	76,1	71,1	68,6	55,2	60,8	54,5	48,3	51,8	63,7
2008/2009	62,8	76,3	71,7	72,2	81,0	74,5	69,5	75,8	65,8	48,0	42,1	50,3	65,8
2009/2010	74,4	71,6	58,4	65,5	72,8	64,9	56,5	61,4	57,5	49,4	43,7	49,3	60,5
2010/2011	61,9	65,3	73,1	60,1	72,2	76,6	76,9	72,8	70,4	61,6	43,4	45,9	65,0
2011/2012	60,3	77,7	78,1	80,7	81,4	82,0	74,8	64,0	60,8	46,5	44,7	38,4	65,8
2012/2013	96,9	63,3	71,0	73,1	76,6	70,3	61,3	54,6	61,1	49,0	50,0	52,9	65,0
2013/2014	67,2	55,2	70,3	82,3	69,5	69,9	74,8	55,1	55,6	51,3	44,4	46,0	61,8
2014/2015	56,0	58,4	37,9	75,0	74,0	72,2	70,2	59,9	50,0	51,1	48,8	55,6	59,1
2015/2016	63,2	68,0	74,9	73,6	35,9	63,4	63,5	55,6	53,1	46,2	44,6	51,3	57,8
2016/2017	63,2	60,2	68,5	83,2	77,8	63,3	55,2	59,0	54,9	40,7	83,8	33,6	62,0
2017/2018	47,0	65,8	68,3	74,2	61,1	68,5	55,6						62,9
MOY	62,3	63,6	68,7	73,7	71,9	69,7	64,5	62,4	57,6	48,3	46,4	46,7	61,6

Tableau 7 : Humidité moyenne en (%) de la station de tebessa (2000/2001-20016/2017).

Il a été pris en considération une série de 18 ans (2000/2001 à 20016/2017).

D'après cette série,

- ✓ Le mois de « juillet » étant le mois le plus sec avec un pourcentage de 46.40 %
- ✓ Le mois le plus humide « septembre » avec un pourcentage maximal égal à 69.63 %.

5. L'indice d'aridité :

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau, présent à un endroit donné (John E. Oliver. 2006). On va calculer cet indice (i) par la formule de DE MARTONNE.

Indice d'aridité : $I = P/T + 10$

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (C°).

- I < 5 : climat hyperaride
- 5 < I < 7,5 : climat désertique
- 7,5 < I < 10 : climat steppique
- 10 < I < 20 : climat semi-aride
- 20 < I < 30 : climat tempère.

Station	Température (°C)	Précipitation (mm)	Indice d'aridité (I)	Climat
Tébessa	17.88	377.29	13.53	semi-aride

Tableau 8: Résultats du calcul de l'indice d'aridité pour la zone d'étude.

Le tableau 8 montre la température moyenne annuelle, la précipitation moyenne annuelle, et l'indice d'aridité calculés pour la station de Tébéssa, Nous remarquons à travers les valeurs obtenues de l'indice d'aridité que la région appartient au climat semi-aride, ce qui est conforme à ce qui est connu pour la zone.

6. Evapotranspiration :

L'évapotranspiration est la somme de l'eau utilisée, dans une région donnée, par la croissance de la végétation pour sa transpiration et la constitution de ses tissus et de l'eau évaporée du sol, de la neige, de la pluie retenue par le feuillage et cela dans un temps donné .Donc, l'évapotranspiration est définie comme étant l'ensemble des pertes par transformation de l'eau en vapeur, autrement dit, c'est la somme de l'évaporation (phénomène physique), et la transpiration de la couverture végétale (phénomène biologique).

6.1. Estimation des réserves facilement utilisées R.F.U.

Elle présente la quantité d'eau emmagasinée dans le sol donnée par la formule de J.Richard 1979.

$$R.F.U = I/3(Da. He P).$$

D'où R.F.U : Réserve facilement utilisable.

Da : Densité apparente du sol.

He : L'humidité équivalente du sol (capacité de rétention).

P : Profondeur de la couche de la terre par courrier par les racines en (mm).

6.2. Estimation d'évapotranspiration potentielle (ETP)

Formule de C.W. Thornthwaite

Cette formule a été établie en 1948 et tient compte de la température moyenne mensuelle et de l'indice thermique l'évapotranspiration non corrigée est donnée par

L'expression suivante :

$$ETP = 16 \cdot \left(\frac{10.T}{I} \right)^a \equiv mm \text{ Où } I = \sum_{i=1}^{12} i \text{ et } i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1,514}$$

L'exposant (a) est donné par l'expression de Serra, après simplification de la longue formule de Thornthwaite

$$a = \frac{1,6}{100} \cdot I + 0,5.$$

ETP : Évapotranspiration potentielle du mois considéré (mm), i : Indice thermique mensuel.
T : Température moyenne mensuelle du mois considéré (°C), I: Indice thermique annuel.

Elle tient compte des températures moyennes mensuelles et de l'indice thermique.

Les valeurs obtenues sont corrigées par un coefficient de correction k qui dépend de L'altitude du bassin, selon l'expression suivante :

$$ETP = 16 \cdot \left(\frac{10T}{I} \right)^a \cdot k \equiv mm \text{ Avec :}$$

K : Coefficient de correction (ou d'ajustement mensuel).

Les tableaux suivants représentent les résultats d'évapotranspiration potentielle à l'échelle de 17 ans (2000/2001 à 20016/2017) à partir la méthode de Thornthwaite

6.3. Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE :

- pour l'année (2000/2001) :

T (c°)	22,1	15,9	12,8	9,4	22,1	20,8	31,7	29,2	35,5	38,4	40,6	40
i	9,48	5,76	4,15	2,6	9,48	8,65	16,38	14,46	19,44	21,89	23,82	23,29
I	159											
a	3,05											
ETPnc	43,34	15,87	8,19	3,19	43,34	36	130,2	101,4	183,96	233,74	277,03	264,73
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16
ETPc	44,64	15,39	7,04	2,67	37,7	30,6	134,1	111,5	222,59	285,16	343,51	307,08

Tableau 9-01 : Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE/station de Tébessa/(2001/2002)

- pour l'année (2001/2002) :

T(c°)	35,3	33,6	23,1	20,6	6,3	9	12,5	15	19,4	25,1	26,6	24,9
i	19,27	17,89	10,14	8,53	1,41	2,43	4,003	5,25	7,78	11,5	12,56	11,36
I	112											
a	2,29											
ETPnc	221,1	197,5	83,72	64,4	4,27	9,66	20,51	31,14	56,13	101,25	115,65	99,41
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16
ETPc	227,7	191,5	72	54,1	3,71	8,21	21,13	34,26	67,92	123,53	143,4	115,32

Tableau 9-02 : Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE/station de Tébessa/(2001/2002)

- pour l'année (2002/2003) :

T(c°)	21,2	17,8	12,2	8,8	6,9	6,1	10	14,1	18,9	25,2	29,2	27,4
i	8,9	6,83	3,85	2,35	1,62	1,35	2,85	4,8	7,48	11,57	14,46	13,13
I	79,2											
a	1,76											
ETPnc	90,53	66,55	34,23	19,3	12,55	10,1	24,12	44,16	73,96	122,72	159,05	142,2
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16
ETPc	93,24	64,56	29,44	16,2	10,92	8,59	24,84	48,58	89,49	149,72	197,22	164,95

Tableau 9-03 : Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE/station de Tébessa/(2002/2003)

- pour l'année (2003/2004) :

T(c°)	21,5	19,6	12,3	7	6,9	9,6	11,2	12,8	15,9	22,4	26,2	27
i	9,1	7,91	3,9	1,66	1,62	2,68	3,39	4,15	5,76	9,68	12,27	12,84
I	75											
a	1,69											
ETPnc	94,94	81,2	36,94	14,3	13,9	24,3	31,53	39,52	57,01	101,76	132,61	152,62
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16
ETPc	97,79	78,76	31,77	12	12,1	20,7	32,48	43,47	68,99	124,14	164,44	177,04

Tableau 9-04 : Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE/station de Tébessa/(2003/2004)

- pour l'année (2004/2005) :

T(c°)	20,8	20,5	10,2	8,1	4,9	4,9	11,2	14,2	21,1	23,7	28,5	25,9
i	8,65	8,46	2,64	2,07	0,96	0,96	3,39	4,85	8,84	10,54	13,94	12,06
I						77,7						
a						1,74						
ETPnc	88,83	86,62	25,71	17,2	7,17	7,17	30,25	45,72	91,08	111,49	153,67	130,11
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16
ETPc	91,5	84,02	22,11	14,5	6,24	6,24	31,16	50,29	110,2	136,01	190,55	150,93

Tableau 9-05 : Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE/station de Tébessa/(2004/2005)

Tableau 9: Résultats de calculs (ETP) selon THORNTHWAITE/station de Tébessa

7. Bilan hydrologique

7.1. Bilan simplifié selon THORNTHWAITE

Cette méthode est basée sur la notion de réserve en eau facilement utilisable (Notée par la suite RFU). On admet que le sol est capable de stocker une certaine quantité D'eau (la RFU); cette eau peut être reprise pour l'évaporation par l'intermédiaire des plantes.

La quantité d'eau stockée dans la RFU est bornée par 0 (la RFU vide) et RFU max (capacité maximale de la RFU qui est de l'ordre de 0 à 200 mm suivant les sols et sous-sols considérés,

Avec une moyenne de l'ordre de 100 mm). On admet que la satisfaction de l'Etp a la priorité Sur l'écoulement, c'est-à-dire qu'avant qu'il n'y ait d'écoulement, il faut avoir satisfait le Pouvoir évaporant (Etp = Etr). Par ailleurs, la complétion de la RFU est également prioritaire Sur l'écoulement (J.P. Laborde, 2000)

On établit ainsi un bilan à l'échelle mensuelle, à partir de la pluie du mois P, de l'Etp et de la RFU.

Si : $P - ETP > 0$; c'est - à - dire $P > ETP \Rightarrow ETR = ETP$

Si : $P - ETP < 0$; c'est - a - dire $P < ETP$; ce cas est subdivisé en deux cas :

Si : $P + RFU > ETP \Rightarrow ETR = ETP$.

Si : $P + RFU < ETP \Rightarrow ETR = P + RFU$.

P : la précipitation en (mm)

P-ETP : la différence entre la précipitation et L'évapotranspiration potentielle corrigée

RFU : réserve d'eau utile, ETR : l'évapotranspiration réelle

DEF : déficit, EXC : excédent, ECOU : Ecoulement

-La valeur **RU** toujours est égale 2

RU=29

MOIS	Sept	Oct	Nouv	Dec	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNEE
P	40,60	13,30	58,00	84,70	36,50	38,00	76,40	30,30	100,00	38,90	18,00	97,80	632,50
ETPc	93,24	64,56	29,44	16,18	10,92	8,59	24,84	48,58	89,49	149,72	197,22	164,95	897,73
ETR	40,60	13,30	29,44	16,18	10,92	8,59	24,84	48,58	89,49	60,13	18,00	97,80	457,87
RFU	0,00	0,00	28,56	29,00	29,00	29,00	29,00	10,72	21,23	0,00	0,00	0,00	176,51
P-ETP	-52,64	-51,26	28,56	68,52	25,58	29,41	51,56	-18,28	10,51	-110,82	-179,22	-67,15	-265,23
EXC	0,00	0,00	0,00	68,08	25,58	29,41	51,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,63
DEF	52,64	51,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,59	179,22	67,15	439,86
ECOUL	0,08	0,04	0,02	34,04	29,81	29,61	40,59	20,29	10,15	5,07	2,54	1,27	173,51

Tableau 10: Bilan hydrique pour l'année plus humide de la station de Tébessa (2002/2003).ETP cor: l'évapotranspiration potentielle corrigée

-Formule de vérification :

$$\sum P = \sum ETR + \sum EXC \quad 632.50 = 457.87 + 174.63$$

RU=29

MOIS	Sept	Oct	Nouv	Dec	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNEE
P	49,30	2,40	7,60	1,40	55,00	10,70	23,30	7,10	17,00	11,80	5,20	29,00	219,80
ETPc	227,72	191,53	72,00	54,10	3,71	8,21	21,13	34,26	67,92	123,53	143,40	115,32	1062,83
ETR	49,30	2,40	7,60	1,40	3,71	8,21	21,13	34,26	18,84	11,80	5,20	29,00	192,85
RFU	0,00	0,00	0,00	0,00	29,00	29,00	29,00	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	88,84
P-ETP	-178,42	-189,13	-64,40	-52,70	51,29	2,49	2,17	-27,16	-50,92	-111,73	-138,20	-86,32	-843,03
EXC	0,00	0,00	0,00	0,00	22,29	2,49	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,95
DEF	178,42	189,13	64,40	52,70	0,00	0,00	0,00	0,00	49,08	111,73	138,20	86,32	869,98
ECOUL	0,16	0,08	0,04	0,02	11,15	6,82	4,49	2,25	1,12	0,56	0,28	0,14	27,11

Tableau 11: Bilan hydrique pour l'année plus sèche de la station de Tébessa (2001/2002).

-Formule de vérification :

$$\sum P = \sum ETR + \sum EXC$$

$$219.8 = 192.9 + 26.9$$

RU=29

MOIS	Sept	Oct	Nouv	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNEE
P	21,90	32,00	19,60	12,80	16,90	8,50	18,70	13,90	18,50	24,10	9,40	7,80	204,10
ETPc	102,90	57,10	26,60	11,30	8,50	12,40	27,10	49,00	84,50	129,50	163,70	148,00	820,60
ETR	21,90	32,00	19,60	11,30	8,50	12,40	24,60	13,90	18,50	24,10	9,40	7,80	204,00
RFU	0,00	0,00	0,00	1,50	9,80	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,30
P-ETP	-81,00	-25,10	-7,00	1,50	8,40	-3,90	-8,40	-35,10	-66,00	-105,40	-154,30	-140,20	-616,50
EXC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DEF	81,00	25,10	7,00	0,00	0,00	0,00	2,50	35,00	66,00	105,40	154,30	140,20	616,50
ECOUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau 12 : Bilan hydrique pour l'année plus sèche de la station d'Elma-Labiod (2001/2002).

-Formule de vérification :

$$\sum P = \sum ETR + \sum EXC$$

$$204.2 = 204.2 + 0$$

RU=29

MOIS	Sept	Oct	Nouv	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNEE
P	33,90	34,20	25,90	18,80	24,40	20,50	31,60	17,50	34,20	30,90	10,90	22,90	305,70
ETPc	101,00	56,20	26,00	10,80	8,00	11,80	26,40	48,10	83,10	127,10	160,40	145,00	803,90
ETR	33,90	34,20	25,90	10,80	8,00	11,80	26,40	46,50	34,20	30,90	10,90	22,90	296,40
RFU	0,00	0,00	0,00	8,00	24,30	29,00	29,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,30
P-ETP	-67,10	-22,00	-0,10	8,00	16,40	8,70	5,20	-30,60	-48,90	-96,20	-149,50	-122,10	-498,20
EXC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,20
DEF	67,10	22,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	41,30	96,20	149,50	122,10	499,90
ECOUL	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	2,00	3,60	1,80	0,90	0,45	0,23	0,11	9,40

Tableau 13 : Bilan hydrique pour l'année plus sèche de la station de Chéria (2001/2002).

-Formule de vérification :

$$\sum P = \sum ETR + \sum EXC$$

$$305.7 = 296.4 + 9.2$$

7.2.-Interprétation des bilans hydriques :

1-Station de Tébessa :

-Pour l'année la plus humide la réserve facilement utilisable commence à se reconstituer à partir du mois Novembre jusqu'au mois de Mai. Pour les mois de Décembre jusqu'au mois de Mars la RFU atteint la saturation (29 mm) et au mois d'avril elle décroît vers la valeur de 10.72 mm et pour les mois de Juin jusqu'au mois d'Octobre la RFU est nulle.

-Pour l'excédent, les mois de Décembre, Janvier, février et mars enregistrent des valeurs variant de 68.08, 25.58, 29.41 et 51.56mm. L'écoulement souterrain atteint une valeur maximale de 40,59 mm au mois de Mars.

-Pour l'année la plus sèche, les mois de Janvier, février, Mars la RFU atteint la saturation et Avril enregistre la valeur de 1.84 mm, pour les mois restant elle reste nulle.

-Le déficit agricole atteint une valeur maximale au mois d'Octobre et une valeur minimale au mois de Janvier, février et Mars.

-L'écoulement souterrain est très faible au cours des 12 mois

2-Sation d'El MalAbiod :

- La réserve facilement utilisable est reconstituée en Décembre et Janvier, pour les mois restant elle reste nulle.

-Le déficit agricole atteint une valeur maximale au mois de juillet de 154.3mm et une valeur minimale au mois de décembre, Janvier et février.

-L'écoulement souterrain est nulle au cours des 12 mois

3-Pour la station de Chéria:

La RFU commence à se reconstituer à partir du mois décembre jusqu'au mois de mars. Pour les mois de février et Mars la RFU atteint la saturation (29 mm) et pour les mois restant elle reste nulle.

-Pour l'excédent, les mois de février et mars enregistrent des valeurs variant de 4 et 5.2mm. L'écoulement souterrain atteint une valeur maximale de 3.60 mm au mois de Mars.

8-Calcul du ruissellement (R):

C'est l'écoulement à la surface du sol par gravité suivant la pente. D'après la formule de Tixeront et Berkaloff qui permet de calculer le ruissellement (R) :

$$R = P^3 / 3(ETP)^2$$

R : ruissellement annuel (mm).

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

ETP : évapotranspiration potentielle (mm).

1- pour l'année plus humide de la station de Tébessa (2002/2003) :

$$P=380\text{mm} ; ETP = 897,73\text{mm}$$

-Après application de la formule on obtient :

$$R = 22.21 \text{ mm}$$

2-pour l'année plus sèche de la station d'Elma-Labiod (2001/2002) :

$$P=241.20\text{mm} ; ETP = 820.6\text{mm}$$

-Après application de la formule on obtient :

$$R = 6.95 \text{ mm}$$

3-plus sèche de la station de Chéria (2001/2002) :

$$P=317.38\text{mm} ; ETP = 803.9\text{mm}$$

-Après application de la formule on obtient :

$$R = 16.49 \text{ mm}$$

9-Calcul de l'infiltration : (I)

L'excédent d'après la méthode de THORNWAITE englobe à la fois le ruissellement et l'infiltration. L'écoulement pour un mois correspond automatiquement le ruissellement et l'apport des nappes souterraines.

-Pour le calcul de l'infiltration on a :

$$EX = R + I \text{ et d'où } R = EX / 2$$

$$EX = R + I \rightarrow I = EX - R$$

1- pour l'année plus humide de la station de Tébessa (2002/2003) :

$$EX = 174.63$$

$$R = 173.5 / 2 = 86.75$$

$$I = 87.88 \rightarrow 23.13\%$$

2-pour l'année plus sèche de la station d'Elma-Labiod (2001/2002) :

$$EX = 0$$

$$R = 0$$

$$I = 0 \rightarrow 00.00\%$$

3- plus sèche de la station de Chéria (2001/2002) :

$$9.4 / 2 = 4.5$$

$$I = 4.9 \rightarrow 1.41\%$$

10. Conclusion

Dans cette partie en conclue que :

Pour la région de Tébessa, la moyenne des précipitations annuelles sur une période de 17ans est de 377.29mm

L'année la plus humide correspond à l'année (2002/2003) avec une hauteur annuelle de 632,5mm et une année plus sèche (2001/2002) avec une hauteur annuelle de 219.8mm.

Pour la région de Chéria, la moyenne des précipitations annuelles sur une période de 5ans est de 317.38mm

La moyenne des précipitations annuelles enregistrées à la station d'Elma-Labioud sur une période de 5ans est de 241.20mm

La variation des moyennes des précipitations mensuelles sur une période de 17ans montre que le mois le plus pluvieux est le mois de septembre avec une valeur de 42,50mm, et le mois le moins pluvieux est le mois de juillet avec une valeur de 18.83mm.

Pour les températures la courbe des moyennes mensuelles sur une période de 17 ans montre que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température de 8.58 c° et le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une valeur de 29.32 c°.

Le bilan hydrique pour l'année la plus humide, enregistre des valeurs positives de la RFU et ce durant les mois d'octobre jusqu'au mois d'avril.

L'excédent est enregistré durant les mois de février et mars et quant aux écoulements souterrains on note des valeurs étalées sur les 12 mois avec un maximal au mois de mars

Pour l'année la plus sec, l'excédent est nul pour tous les mois de l'année, la RFU enregistre une valeur faible au cours du mois de février et les écoulements souterrains sont nuls.

Pour l'année plus sèche de la station de Chéria (2001/2002), la RFU commence à se reconstituer à partir du mois décembre jusqu'au mois de mars. Pour les mois de février et Mars la RFU atteint la saturation (29 mm) et pour les mois restant elle reste nulle, et pour l'excédent, les mois de février et mars enregistrent des valeurs variant de 4 et 5.2mm. L'écoulement souterrain atteint une valeur maximale de 3.60 mm au mois de Mars.

Pour l'année plus sèche de la station d'Elma-Labioud (2001/2002), la réserve facilement utilisable est reconstituée en Décembre et Janvier, pour les mois restant elle reste nulle.

Pour le déficit agricole atteint une valeur maximale au mois de juillet de 154.3mm et une valeur minimale au mois de décembre, Janvier et février, et pour l'écoulement souterrain est nulle au cours des 12 mois.

Hydrologie de surface

1. Introduction

La zone d'étude en globe trois sous bassins versant ; il s'agit des sous bassins de Tébessa, Elma-Labioud et Chéria.

Le premier sous bassin fait partie du grand bassin versant la Medjerda (code 12) a écoulement vers le Nord Est est les deux autres sous bassins (Elma-Labioud et Chéria) font partie du grand bassin versant de chott Melrhir (code 06) à écoulement vers le sud.

2. Délimitation des sous bassins versants :

Nous avons utilisée programme ArcGis pour délimiter les bassins et sous bassins versants de la région d'étude.

3. Caractéristiques géomorphologiques des sousbassins versants

L'étude des caractéristiques morphologiques associées à une analyse hydrologique d'un Bassin versant constitue une plate-forme très importante pour la compréhension du comportement hydrologique.

3.1. Les surfaces des sous bassins versants

La surface d'un bassin versant est la première et la plus importante des caractéristiques, qui permet de déterminer plusieurs paramètres hydrologiques. Elle est calculée par le programme ArcGis à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT).

1. Bassin versant de Tébessa :

A= 469km²

2. Bassin versant d'Elma-Labioud :

A=648km²

3. Bassin versant de Chéria :

A=810km²

3.2. Les Périmètre du bassin versant :

Le périmètre du bassin versant aussi mesuré partir la carte MNT par le programme ArcGis

1. Bassin versant de Tébessa :

P= 123,44km

2. Bassin versant d'Elma-Labioud :

P=111.8km

3. Bassin versant de Chéria :

P=148km

3.3. Indice de compacité Kc :

L'indice de compacité de Gravilus (1914) "Kc" est défini comme le rapport du périmètre du

Bassin versant au périmètre ayant la même surface :

$$KC = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

A : surface du B.V (km²)

P : périmètre du B.V (km)

Selon la valeur de K_c , on peut caractériser la forme du bassin versant comme suit :

$K_c \leq 1$: bassin en forme circulaire

$K_c = 1.12$: bassin de forme carrée.

$K_c > 1.12$ bassin versant de forme allongé

1. Bassin versant de Tébessa :

$$KC = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Le bassin de Tébessa, dont la valeur de $K_c = 1.6$, présente donc une forme **allongée**.

2. Bassin versant d'Elma-Labioud :

$$KC = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Le bassin d'El Ma El Abiod, dont la valeur de $K_c = 1.23$, présente donc une forme **allongée**.

3. Bassin versant de Chéria :

$$KC = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Le bassin de Chéria, dont la valeur de $K_c = 1.43$, présente donc une forme **allongée**.

3.4. Rectangle équivalent

Il s'agit d'une représentation géométrique, ayant une forme rectangulaire qui a le même Périmètre et la même surface que ceux du bassin versant.

$$L = \frac{K_c \sqrt{S}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right) \quad l = \frac{K_c \sqrt{S}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right)$$

1. Bassin versant de Tébessa :

L=52.9

l=8.8

2. Bassin versant d'Elma-Labioud :

L=39.67 km

l=16.33km

3. Bassin versant de Chéria :

L=52.74km

l=15.35km

4. étude des paramètres de relief

Les paramètres Hydrométéorologiques tels que (précipitations, températures...), dépendent en

Partie du relief. La morphologie du bassin versant influe sur la vitesse d'écoulement. Le relief S'identifie au moyen d'indices et des caractéristiques suivantes :

4.1. La courbe hypsométrique

La courbe hypsométrique schématise l'allure de la pente du bassin, cette courbe repose sur la Répartition de la surface du bassin versant en fonction des altitudes.

4.2. Les altitudes caractéristiques

4.2.1. Les altitudes minimale et maximale

Elles sont obtenues à partir le programme ArcGis. L'altitude maximale représente le point Culminant du bassin tandis que l'altitude minimale représente le point le plus bas, généralement à l'exutoire.

Ces données deviennent importantes lors des développements de certaines relations faisant intervenir des variables climatologiques telles que la température, la précipitation et le couvert neigeux. Elles déterminent l'amplitude altimétrique du bassin versant et interviennent aussi dans Le calcul de la pente. Ces caractéristiques sont respectivement égales à :

1. Bassin versant d'Elma-Labioud :

H max = 1650 m.

H min = 1019 m.

Tranche d'altitude (m)	Surface partielle Si (km2)	Surface partielle Si / St(%)	Surface cumulée Si (km2)	Surface cumulée Si / St (%)
1650-1600	4,2	0,64	4,2	0,64
1600-1550	4,4	0,67	8,6	1,31
1550-1500	8,7	1,34	17,3	2,65
1500-1450	12,7	1,95	30	4,6
1450-1400	9,8	1,51	39,8	6,11
1400-1350	14,3	2,2	54,1	8,31
1350-1300	40,7	6,28	94,8	14,59
1300-1250	50,4	7,77	145,2	22,36
1250-1200	53,4	8,24	198,6	30,6
1200-1150	135,1	20,84	333,7	51,44
1150-1100	180,5	27,85	514,2	79,29
1100-1050	113,3	17,48	627,5	96,77
1050-1010	20,5	3,16	648	99,93

Tableau 14: La répartition de la surface en fonction de la tranche d'altitude /Bassin d'El Ma El Abiod.

D'après les données nous avons tracé la courbe hypsométrique, elle montre que la plaine présente 69.33% de la superficie totale du bassin ayant une altitude de 1020 m à 1010 m, soit une dénivelée de 180m. Et 26.36% de surface est comprise entre 1200 m et 1650 m.

Les 5% restants c'est le secteur d'altitude dépassant les 1500m, matérialisé par les monts qui bordent la plaine du côté nord.

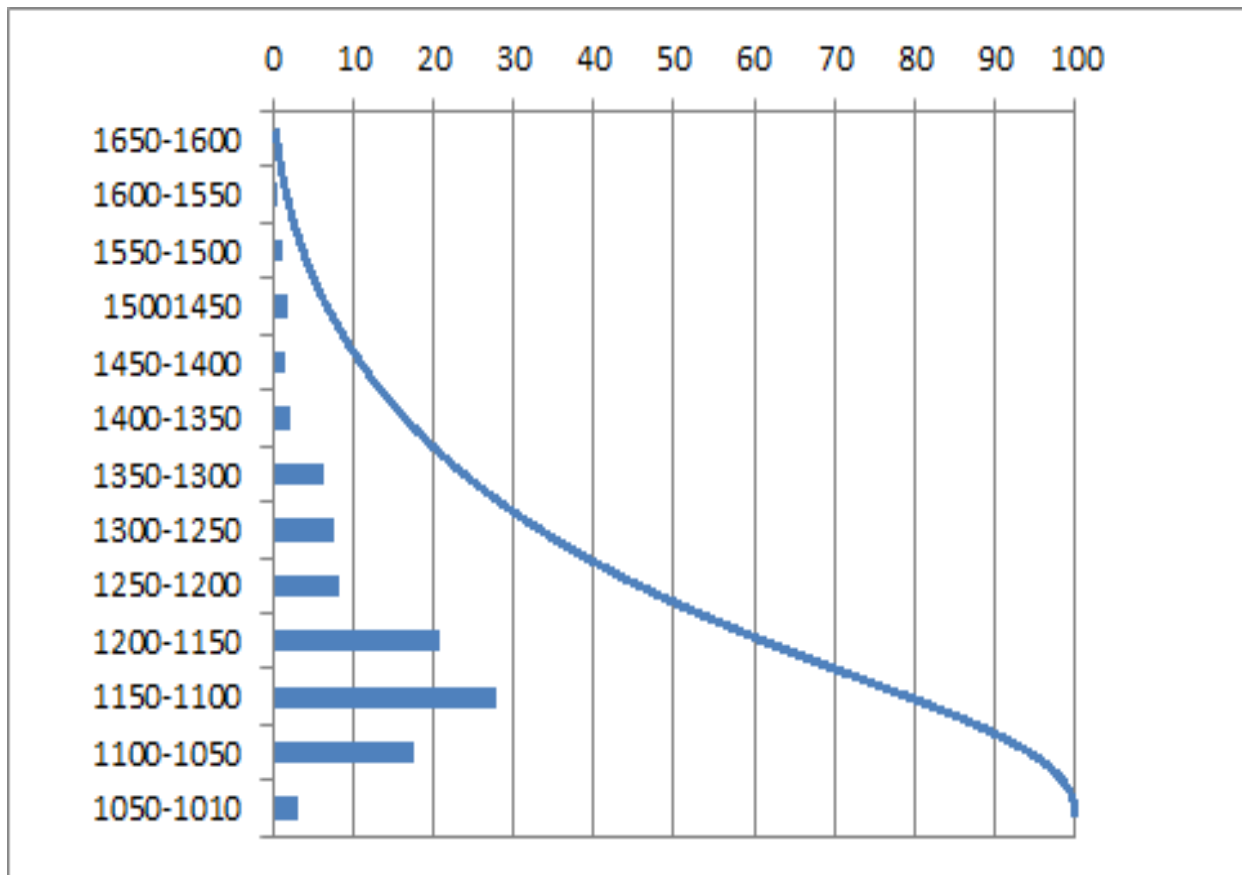


Fig. N° 9: Courbe hypsométrique et des fréquences altimétriques/ El Ma El Abiod.

2. Bassin versant de Chéria :

H max = 1712m.

H min = 985.70m.

Tranche d'altitude (m)	Surface partielle Si (km²)	Surface partielle Si / St (%)	Surface cumulée Si (km²)	Surface cumulée Si / St (%)
1700-1650	1.05	00.13	0.05	00.13
1650-1600	00.95	00.12	02.02	00.25
1600-1550	05.21	00.64	07.23	00.89
1550-1500	06.32	00.78	13.55	01.69
1500-1450	07.11	00.88	20.66	02.55
1450-1400	14.15	01.75	34.81	04.30
1400-1350	15.62	01.93	50.43	06.23
1350-1300	20.07	02.48	70.50	08.71
1300-1250	92.87	11.46	163.37	20.71
1250-1200	129.12	15.94	292.49	36.12
1200-1150	185.33	22.88	477.82	59.00
1150-1100	242.94	30.00	720.76	89.00
1100-1050	84.07	10.37	804.83	99.37
1050-1000	03.80	00.47	808.63	99.84
1000-985.7	01.37	00.17	810.00	100.00

Tableau 15: La répartition de la surface en fonction de la tranche d'altitude /Bassin de Chéria

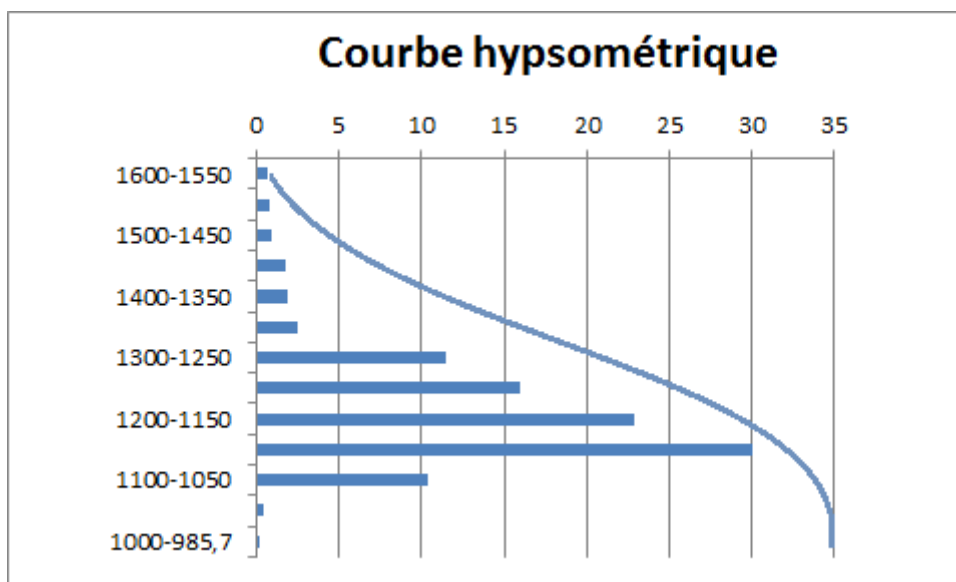


Fig. N° 10: Courbe hypsométrique et des fréquences altimétriques/Chéria.

3. Bassin versant de Tébessa :

H max = 800m.

H min = 1400m

Tranche d'altitude (m)	Surface partielle Si (km2)	Surface partielle Si / St(%)	Surface cumulée Si (km2)	Surface cumulée Si / St (%)
1400-1450	40,5	8,64	40,52	8,64
1350-1400	58,52	12,48	8,98	0,25
1300-1350	64,1	13,67	11,58	0,33
1250-1300	55,19	11,77	64,1	4,05
1200-1250	59,57	12,70	792,18	22,35
1150-1200	41,25	8,80	743,65	20,98
1100-1150	38,51	8,21	725,45	20,46
1050-1100	22,84	4,87	428,56	12,09
1000-1050	26,98	5,75	298,52	8,42
950-1000	24,15	5,15	150,58	4,25
900-950	16,25	3,46	62,41	1,76
850-900	12,48	2,66	50,15	1,41
800-850	9,86	2,10	89,58	2,53

Tableau 16 : La répartition de la surface en fonction de la tranche d'altitude /Tébessa

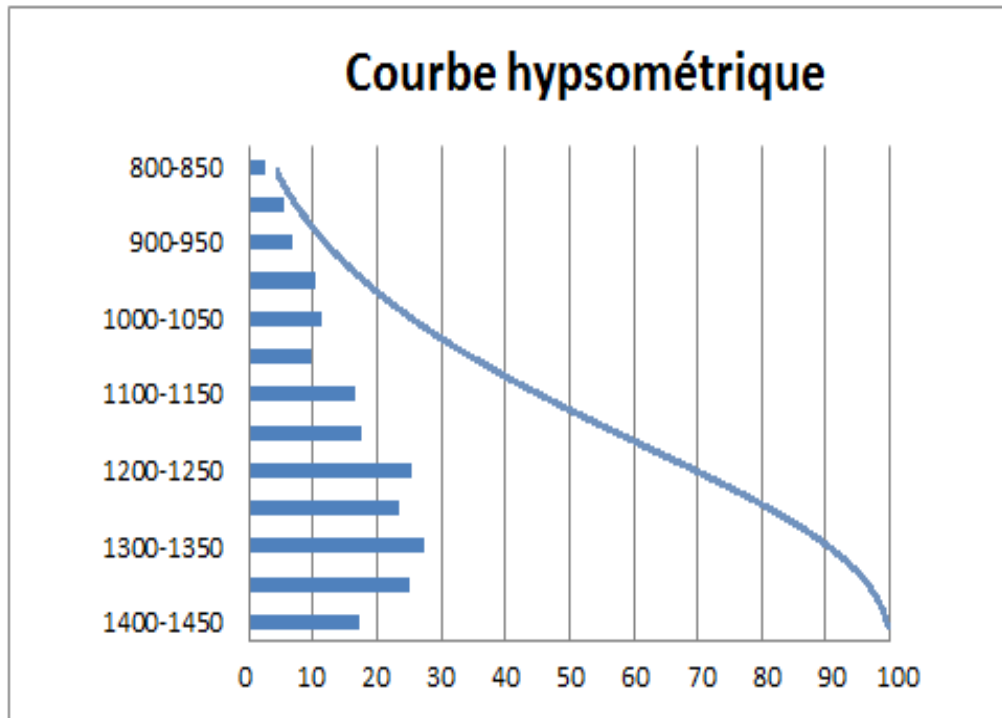


Fig. N° 11: Courbe hypsométrique et des fréquences altimétriques/Tébessa.

4.2.2. L'altitude moyenne (Hmoy)

L'altitude moyenne se déduit de la courbe hypsométrique ou de la lecture d'une carte Topographique, est se définit par la formule suivante :

$$H_{moy} = \frac{\sum Ai.Hi}{A}$$

H_i : Altitude moyenne entre deux courbes de niveau (m).

A_i : Surface partielle entre deux courbes de niveau(Km).

H_{moy} : Altitude moyenne du bassin (m).

Le taboue souvent représenter les L'altitudes moyenne de la région d'étude :

B.V de Tbessa	B.V de Chéria	B.V d'Elma-Labioud
1243m.	1189m.	1090m.

Tableau 17:Répartition d'altitudes moyennes de la région d'étude

5. Les Indices de pente

5.1. Indice de pente moyenne (Im)

Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$I_m = \frac{H_{max}-H_{min}}{\sqrt{A}}$$

Le taboue souvent représenter les indices de pente moyennede la région d'étude :

B.V de Tbessa	B.V de Chéria	B.V d'Elma-Labioud
27.70%	25.51%	22.84%.

Tableau 18: Répartition des Indice des pentes moyenne de la région d'étude

5.2. Indice de pente globale (I_g)

Il est calculé de la manière suivante: sur la courbe hypsométrique, on prend les deux points de

Tel sorte que la surface supérieure et inférieure soit égale à 5% de la surface totale (S), on aura les

Altitudes H5% et H95% avec lesquelles on calcule l'indice de pente globale à l'aide de la formule suivante:

$$I_g = \frac{D}{L}$$

L : longueur du rectangle équivalent.

D : Dénivelée utile (Km).

A partir de la courbe hypsométrique on tire:

B.V de Tbessa	B.V de Chéria	B.V d'Elma-Labiod
7.3 m/Km	5.4 m/Km	9.40 m/Km

Tableau 19: Répartition les Indices de pentes globale de la région d'étude

6. Dénivelée spécifique (D_s)

Elle est définit comme étant le produit de l'indice de pente globale (I_g) par la racine carrée de la surface du bassin versant.

$$D_s = I_g \sqrt{A} = D \frac{\sqrt{A}}{L}$$

Le taboue souvent représenter le dénivelée spécifique de la région d'étude :

B.V de Tbessa	B.V de Chéria	B.V d'Elma-Labiod
158.04m	153.69 m	239.81

Tableau 20: Répartition les Dénivelées spécifiques de la région d'étude

7. Densité de drainage D_d :

Elle est déterminée comme étant le rapport entre la longueur totale des cours d'eau de tout Ordres sur la surface du bassin versant

La densité de drainage, introduite par *Horton*, est définie par la longueur totale des cours D'eau rapportée à la surface du bassin. C'est un paramètre qui renseigne sur le degré de densité ou de lâcheté du chevelu hydrographique.

L'expression suivante aide à lui donner une grandeur :

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A}$$

B.V de Tbessa	B.V de Chéria	B.V d'Elma-Labiod
2.38 km/km ² .	2.61 km/km ² .	2,27km/km ² .

Tableau 21: Répartition les Dénivelés spécifiques de la région d'étude

8. Réseau hydrographique :

Les formes des réseaux hydrographiques constituent un caractère fondamental en géologie.

Elles sont liées à la fois à la lithologie de leur substratum et à la structure géologique. Dans la région d'étude le réseau hydrographique est dense bien marqué avec de nombreux Ravins formants des affluents secondaires, sinueux, intermittents et à pentes raides.

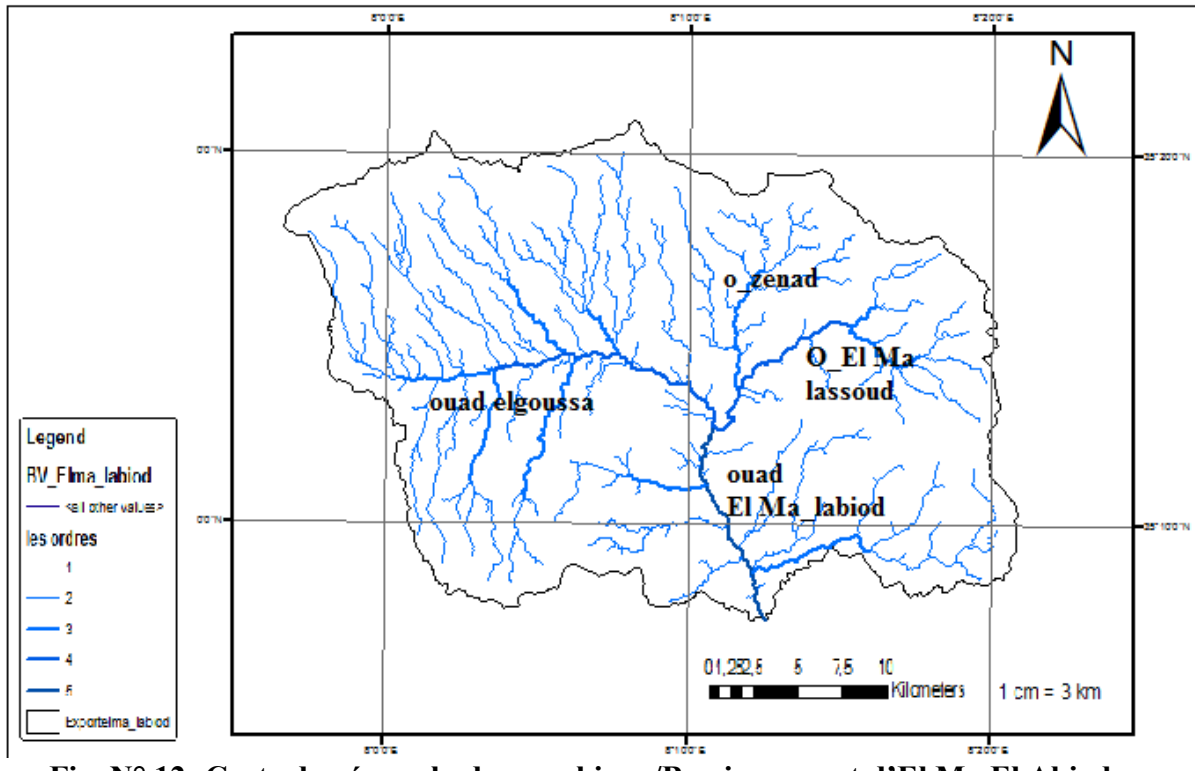


Fig. N° 12: Carte du réseau hydrographique/Bassin versant d'El Ma El Abiod.

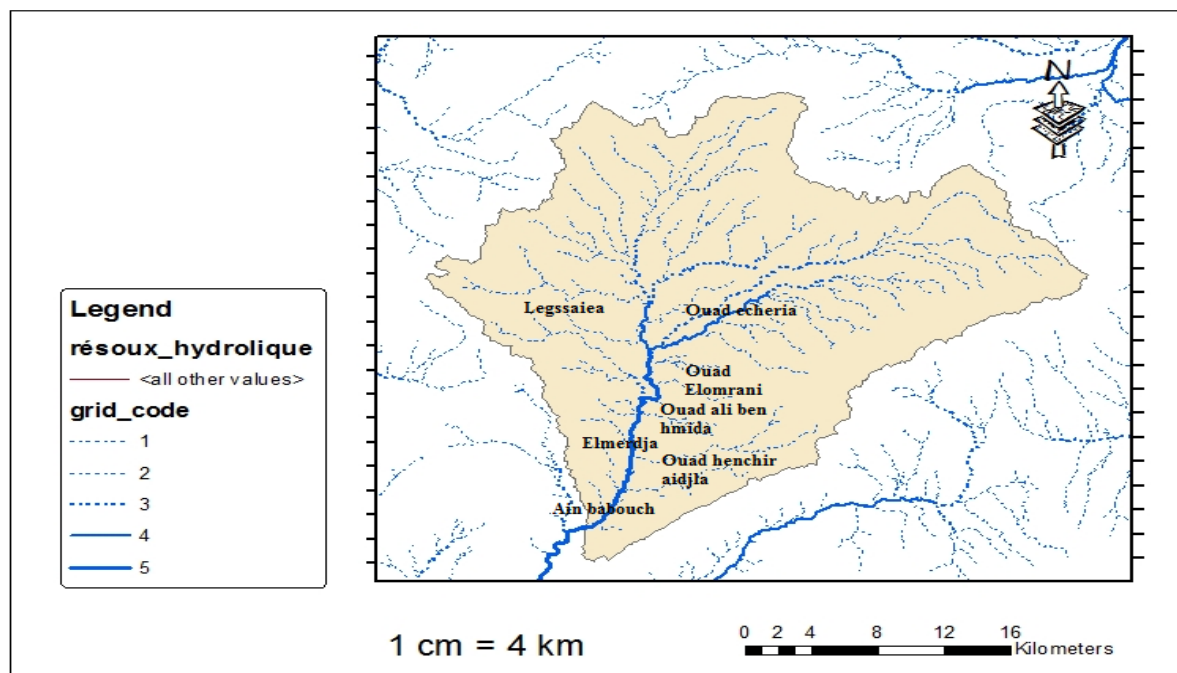


Fig. N° 13: Carte du réseau hydrographique/Bassin versant d'El Mabiod.

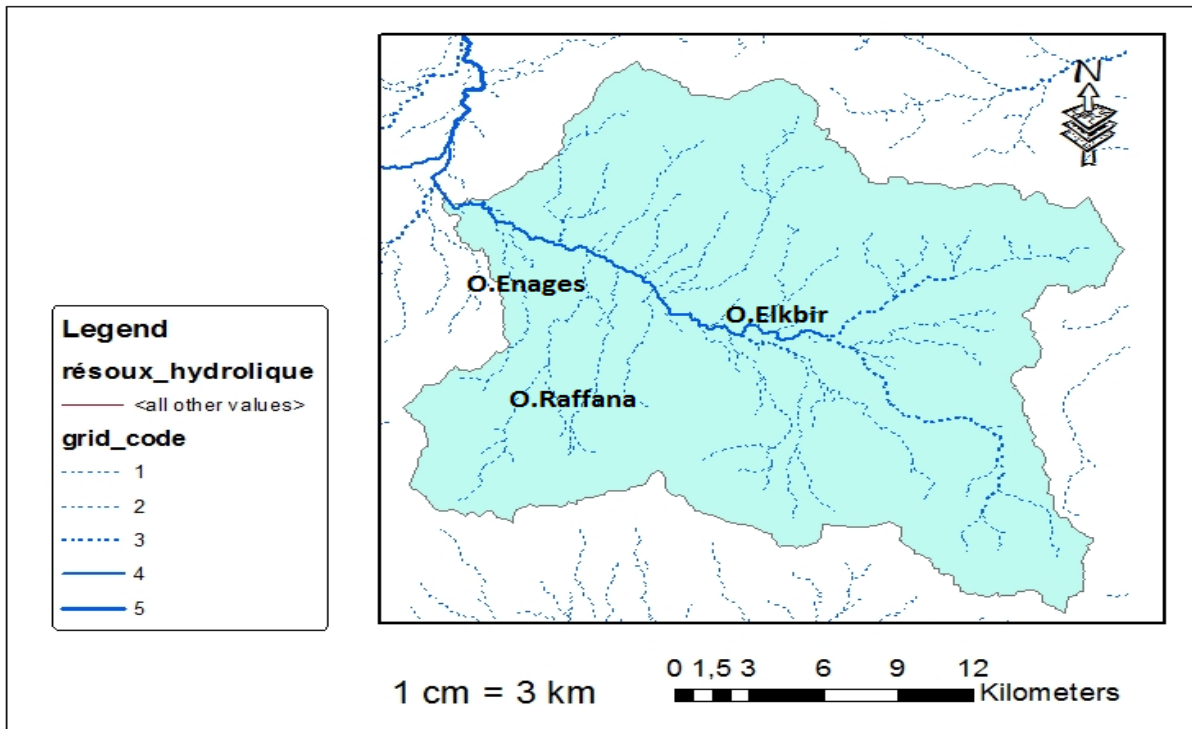


Fig. N° 14: Carte du réseau hydrographique/Bassin versant de Tébessa.

9. Evaluation des débits de crues :

9.1. Sou Bassin versant de chérai :

Ainsi, les mesures sur terrain des profils en long et en travers menées par nous-mêmes ont permis d'obtenir les résultats suivants :

-Oued Blilia : qui prend naissance à Dj. Tazbent et étend sa vallée en direction NE - SW jusqu'à la route nationale reliant Chéria-Youkkous, Sur une longueur d'environ 11 Km.

-Oued El Goussa : qui prend son origine à l'Ouest et tend sa vallée selon une Direction Sud Sud-Ouest sur une longueur d'environ 08Km. C'est le talweg principal, Il draine cette partie avec quelques affluents.

-Oued Douamis : il prend naissance dans les versants Ouest et se jette dans la zone de Draa Douamis.

9.1.1. Les coordonnées géographiques du point de mesure

Le site des oueds est localisé entre les coordonnées suivantes :

-Oued Douamis : Latitude ; N 35° 17' 73''

Longitude ; E 007° 45' 27''

Altitude 1094 m

-Oued Blilia: Latitude ; N 35° 20' 80''

Longitude ; E 007° 50' 07''

Altitude ; 1141m

-Oued EL Goussa : Latitude ; N 35° 23' 92''

Longitude ; E 007° 44' 67''

Altitude ; 1137m

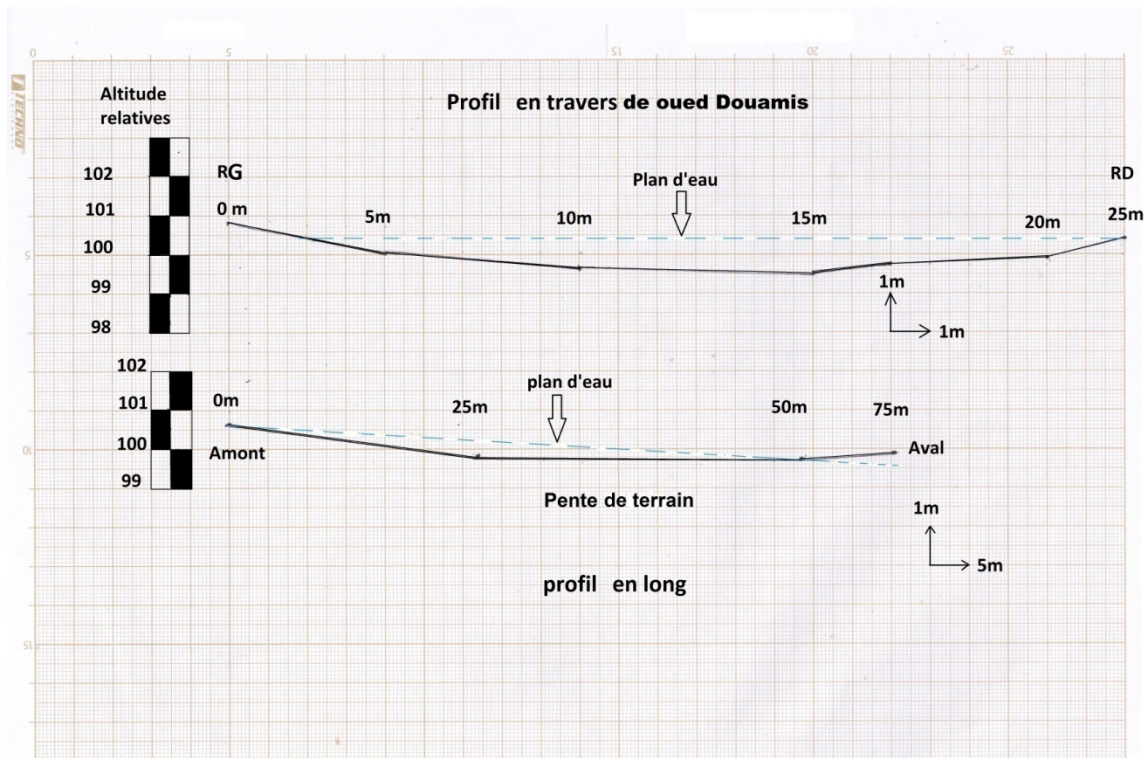


Fig. N° 15: profils en long et en travers de Oued Douamis(in GUEFAIFIA.M ET FATAH.M 2016/2017).

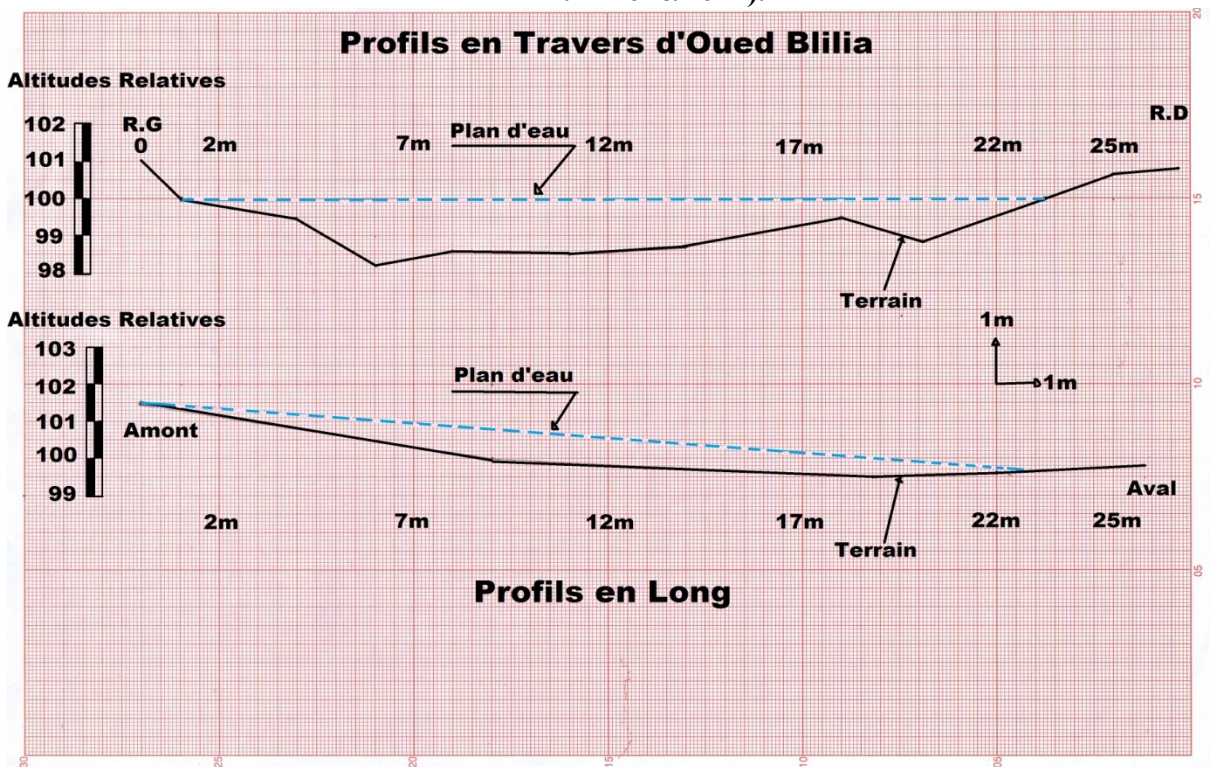


Fig. N° 16: Profils en long et en travers d'oued Blilia (in GUEFAIFIA.M ET FATAH.M 2016/2017).

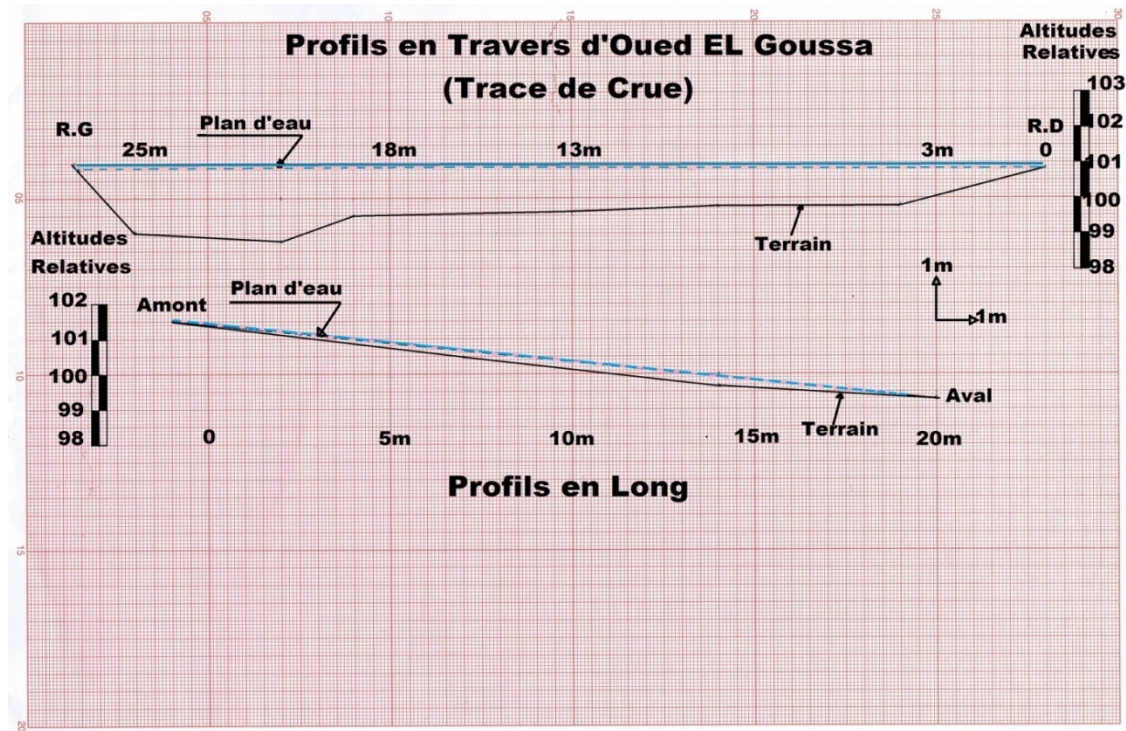


Fig. N° 17: Profils en long et en travers d'oued EL Goussa (in GUEFAIFIA.M ET FATAH.M 2016/2017).

9.1.2. Les paramètres géométriques (le périmètre, la surface et l'indice de pente)

Les mesures effectuées sur terrain ont permis de déterminer les paramètres géométriques des oueds suivants :

A-Oued Douamis :

- le périmètre mouillé (P) : P= 19m

- La surface mouillée (S) : S= 12.5m²

-Indice de pente moyenne : $IP_{moy} = \frac{D}{L} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} = \frac{100600 - 100000}{2400} \times 10^{-3} = 0.025$

⇒ $IP_{moy} = 2.5\%$

Selon la formule de Maning-Strickler le débit Q en m³ /s est donnée par l'équation suivante :

$$Q = K.S.R^{2/3}.IP_{moy}^{1/2}$$

Avec

K : coefficient de rugosité / en prend K=5

S : surface mouillée / m²

R : rayon hydraulique / $R = S/P : 12.5/19 = 0.65$

Après application numérique, on obtient : $Q = 5 \times 12.5 \times (0.65)^{2/3} \times (0.025)^{1/2} = 4.68 \text{ m}^3 / \text{s}$

B-Oued Belilia :

- le périmètre mouillé (P) : P= 23m

- La surface mouillée (S) : S= 22m²

-Indice de pente moyenne : $IP_{moy} = \frac{D}{L} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} = \frac{101536 - 99900}{257} \times 10^{-3} = 0.006$

⇒ $IP_{moy} = 0.6\%$

Selon la formule de Maning-Strickler le débit Q en m³ /s est donnée par l'équation suivante :

$$Q = K.S.R^{2/3}.IP_{moy}^{1/2}$$

Avec

K : coefficient de rugosité / en prend K=5

S : surface mouillée / m²

R : rayon hydraulique / $R=S/P : 22/23=0.95$

Après application numérique, on obtient : $Q=5 \times 22 \times (0.95)^{2/3} \times (0.006)^{1/2} = 7.39 \text{ m}^3/\text{s}$

C-Oued EL Goussa :

- le périmètre mouillé (P) : $P= 27\text{m}$

- La surface mouillée (S) : $S= 30\text{m}^2$

- Indice de pente moyenne : $IP_{moy} = \frac{D}{L} = \frac{H_{max}-H_{min}}{L} = \frac{101462-99387}{202} \times 10^{-3} = 0.01$

$\Rightarrow IP_{moy} = 1.02\%$

Selon la formule de Maning-Strickler le débit Q en m³ /s est donnée par l'équation suivante :

$$Q = K.S.R^{2/3}.IP_{moy}^{1/2}$$

Avec

K : coefficient de rugosité / on prend $K=5$

S : surface mouillée / m²

R : rayon hydraulique / $R=S/P : 30/27=1.11$

Après application numérique, on obtient :

$$Q = 5 \times 30 \times (1.11)^{2/3} \times (0.01)^{1/2} = 16.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

10. Estimation des apports annuels

En l'absence de station hydrométrique pour la mesure des débits et le suivi des hauteurs d'eau, dans les trois sous bassin versant, on a utilisé des formules empiriques utilisées dans les zones semi-arides.

A-Module spécifique moyenne M_o en (l/s.Km²), en fonction de P_o en (m)

$$M_o = 11.8 \times P_o^{2.82}$$

- P_o =pluviométrie en (m)

B- L'apport annuel moyen A_o bassin versant :

$$A_o = M_o \times S \times 31.54 \times 10^3 \text{ (m}^3/\text{ans)}$$

C- A cette correspond une lame d'eau ruisselée :

$$\gamma = \frac{A_o}{S \times 10^3} \text{ en (mm)}$$

D- le coefficient d'écoulement « C_e » est donnée par la formule :

$$C_e = \frac{\gamma}{P_o} \text{ en (\%)}$$

10.1. Sou Bassin versant de Tébessa :

-Module spécifique moyenne :

$$M_o = 11.8 \times P_o^{2.82}$$

$P=380\text{mm}$

$$M_o = 11.8 \times 0.380^{2.82} = 0.77 \text{ L/S.Km}^2$$

-L'apport annuel moyen :

$$A_o = M_o \times S \times 31.54 \times 10^3 \text{ (m}^3/\text{ans)}$$

$S=469\text{km}^2$

$$A_o = 0.77 \times 469 \times 31.54 \times 10^3 = 11400037,54 \text{ m}^3/\text{ans}$$

-Lame d'eau ruisselée :

$$\gamma = \frac{A_o}{S \times 10^3} \text{ (mm)}$$

$$\gamma = \frac{11400037.54}{469 \times 10^3} = 24.31 \text{ (mm)}$$

-le coefficient d'écoulement :

$$C_e = \frac{\gamma}{P_o} \text{ en (\%)}$$

$$C_e = \frac{24.31}{469} = 0,063966096 = 0.39 \text{ (\%)}$$

10.2. Sou Bassin versant Elma-Labioud :

-Module spécifique moyenne :

$$M_o = 11.8 \times P_o^{2.82}$$

$$P = 241,20 \text{ mm}$$

$$M_o = 11.8 \times 0.2412^{2.82} = 0.21 \text{ L/S.Km}^2$$

-L'apport annuel moyenne :

$$A_o = M_o \times S \times 31.54 \times 10^3 \text{ (m}^3\text{/ans)}$$

$$S = 648,00 \text{ km}^2$$

$$A_o = 0.21 \times 648 \times 31.54 \times 10^3 = 4291963,2 \text{ m}^3\text{/ans}$$

-Lame d'eau ruisselée :

$$\gamma = \frac{A_o}{S \times 10^3} \text{ (mm)}$$

$$\gamma = \frac{4291963.2}{648 \times 10^3} = 6,6234 \text{ (mm)}$$

-le coefficient d'écoulement :

$$C_e = \frac{\gamma}{P_o} \text{ en (\%)}$$

$$C_e = 6.6234 / 241.20 = 0,027460199 = 2.74 \text{ (\%)}$$

11. Calcul de la pluie journalière (P_{24h}) d'une fréquence donnée

On donne P_j et C_v d'après la synthèse régional (sur la base des cartes des paramètres pluviométriques)

Pour la région étudiée on a :

$$\bar{P}_j = 40, C_v = 0.60 ; \text{ le coefficient } b = 0.30$$

$$\text{Ainsi : } P_j, \% = \frac{\bar{P}_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

U=variable de GAUSS à partir de tableau suivant :

Fréquence au dépassement	50	20	10	5	2	1
Période de retour	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Tableau 22: variable de GAUSS

a-Détermination de la pluie journalière centennale

(Période de retour 100 ans)

Les ouvrages d'art doivent supporter les crues centennales et on doit calculer la pluie journalière de même fréquence

La valeur correspondante de (u) à partir du tableau est 2.327

$$P_{j,1\%} = \frac{\bar{P}_j}{\sqrt{Cv^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

Avec $\bar{P}_j = 40\text{mm}$

b- détermination de la pluie génératrice de la crue critique

Pour les bassins versant de petite taille, on peut estimer que la crue critique est engendrée par la pluie dont la durée est égale au temps de concentration du bassin versant

C- pour déterminer le temps de concentration en a utilisé la formule de GIANDOTTI

$$T_c \text{ (en heure)} = \frac{4\sqrt{S(\text{km}^2)+1.5 L(\text{Km}^2)}}{0.84\sqrt{\bar{H} \text{ bar}-H_0}}$$

\bar{H} : l'altitude moyenne

H_0 : l'altitude minimale

On calculé la pluie critique dont la durée est égale au temps de concentration

$$P_{Tc,1\%} = P_{j,1\%} \left(\frac{T_c}{24}\right)^b$$

D-détermination du point de la crue critique a l'exutoire

Le débit maximal d'un oued et déterminé par la formule de TURAZZA

$$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{HTc(\text{mm}) \times S(\text{Km}^2)}{3.6 \times Tc}$$

Ou :

$$H_{Tc}(\text{mm}) = P_{Tc} - \text{pertes}$$

$S(\text{Km}^2)$: surface du sous bassin versant

Les pertes : on estime que pendant le 1ere heurs les pertes sont égales à 14mm

Et pendant les heures suivantes 0.5mm/h

Si le taux de reboisement est élevé et la nature géologique du bassin versant et perméable,

On estime que les pertes sont plus grandes 20mm pour les premières heures et 1mm pour les heures successives.

11.1. Oued Elgoussa(Elma-Labioud) :

-la pluie journalière centennale

$$P_{j,1\%} = \frac{\bar{P}_j}{\sqrt{Cv^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

$$P_{j,1\%} = \frac{40}{\sqrt{0.6^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(0.6^2+1)}}$$

$$P_{j,1\%} = 124,65$$

-le temps de concentration

$$T_c \text{ (en heure)} = \frac{4\sqrt{205.92+1.5 \times 14.7}}{0.84\sqrt{1120-1061}}$$

\bar{H} : 1120

H_0 : 1061

$$T_c \text{ (en heure)} = 12,93$$

-La pluie critique

$$P_{Tc,1\%} = P_{j,1\%} \left(\frac{12.93}{24}\right)^{0.3}$$

$$P_{Tc,1\%} = 103,54$$

-Le débit maximal

Pertes= 20

$$H_{Tc}(\text{mm}) = 103,54 - 20$$

$$H_{Tc}(mm)=83,54$$

$$Q_{max}(m3/s)=\frac{83.54 \times 206}{3.6 \times 12.93}$$

$$Q_{max}(m3/s)= 370$$

11.2. Oued Elgoussa(Rte/D'évitement/Elma-Labioud/route) :

-la pluie journalière centennale

$$P_{J,1\%} = \frac{P_j}{\sqrt{Cv^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

$$P_{J,1\%} = \frac{40}{\sqrt{0.6^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(0.6)^2+1}}$$

$$P_{J,1\%} = 124,65$$

-le temps de concentration

$$Tc \text{ (en heure)} = \frac{4\sqrt{298+1.5 \times 32.76}}{0.84\sqrt{81}}$$

$$Tc \text{ (en heure)} = 16.42$$

-La pluie critique

$$P_{Tc,1\%} = P_{j,1\%} \left(\frac{16.42}{24} \right)^{0.3}$$

$$P_{Tc,1\%} = 111.22$$

-Le débit maximal

$$Pertes = 29$$

$$H_{Tc}(mm)=82.22$$

$$Q_{max}(m3/s)=\frac{82.22 \times 298}{3.6 \times 16.41}$$

$$Q_{max}(m3/s)= 415$$

11.3. Oued Raffana(Skanska/Tebessa) :

-la pluie journalière centennale

$$P_{J,1\%} = \frac{P_j}{\sqrt{Cv^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

$$P_{J,1\%} = \frac{40}{\sqrt{0.6^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(0.6)^2+1}}$$

$$P_{J,1\%} = 124,65$$

-le temps de concentration

$$Tc \text{ (en heure)} = \frac{4\sqrt{28+1.5 \times 10.71}}{0.84\sqrt{331}}$$

$$Tc \text{ (en heure)} = 2.56$$

-La pluie critique

$$P_{Tc,1\%} = P_{j,1\%} \left(\frac{2.56}{24} \right)^{0.3}$$

$$P_{Tc,1\%} = 63.68$$

-Le débit maximal

$$Pertes = 14.5$$

$$H_{Tc}(mm)=49.18$$

$$Q_{max}(m3/s)=\frac{49.18 \times 28}{3.6 \times 2.56}$$

$$Q_{max}(m3/s)= 150$$

11.4. Oued Elssagie (Tebessa) :

-la pluie journalière centennale

$$P_{J,1\%} = \frac{\bar{P}_j}{\sqrt{Cv^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

$$P_{J,1\%} = \frac{40}{\sqrt{(0.6)^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(0.6)^2+1}}$$

$$P_{J,1\%} = 124,65$$

-le temps de concentration

$$T_c \text{ (en heure)} = \frac{4\sqrt{13}+1.5 \times 5.1}{0.84\sqrt{24}}$$

$$T_c \text{ (en heure)} = 5.63$$

-La pluie critique

$$P_{Tc,1\%} = P_{j,1\%} \left(\frac{5.63}{24}\right)^{0.3}$$

$$P_{Tc,1\%} = 80.69$$

-Le débit maximal

$$\text{Pertes} = 39$$

$$H_{Tc}(\text{mm}) = 41.69$$

$$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{41.69 \times 13}{3.6 \times 5.63}$$

$$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}) = 27$$

11.5. Oued Elkbir (Tebessa) :

-la pluie journalière centennale

$$P_{J,1\%} = \frac{\bar{P}_j}{\sqrt{Cv^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

$$P_{J,1\%} = \frac{40}{\sqrt{(0.6)^2+1}} e^{2.327\sqrt{\ln(0.6)^2+1}}$$

$$P_{J,1\%} = 124,65$$

-le temps de concentration

$$T_c \text{ (en heure)} = \frac{4\sqrt{256}+1.5 \times 3.4}{0.84\sqrt{150}}$$

$$T_c \text{ (en heure)} = 7.05$$

-La pluie critique

$$P_{Tc,1\%} = P_{j,1\%} \left(\frac{7.05}{24}\right)^{0.3}$$

$$P_{Tc,1\%} = 86.32$$

-Le débit maximal

$$\text{Pertes} = 17$$

$$H_{Tc}(\text{mm}) = 69.32$$

$$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{69.32 \times 256}{3.6 \times 7.05}$$

$$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}) = 699$$

12. Conclusion

Le tableau suivant montre une comparaison entre le volume des ouvrages d'art existant et les débits max calculés par nous-même des oueds des régions étudiées.

L'ouvrage d'art	Débit max	Volume d'ouvrage d'art
Pont d'Igoussa/Elma-Labiod	370 m ³ /s	216 m ³
Pont de la (Ret) d'évitement	415 m ³ /s	576 m ³
Pont de Skanska/Tébessa	150 m ³ /s	216 m ³
Pont de Louiam	41 m ³ /s	216 m ³
Pont d'ElouedElkbir	699 m ³ /s	576 m ³

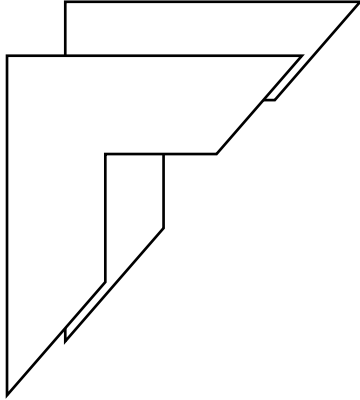
Tableau 23: comparaison entre le volume des l'ouvrage d'art et le débit max.

Ces valeurs des débits sont dans la plupart des cas inférieures aux volumes des ouvrages d'art existants.

Seuls, oued El Goussa et oued Elkber leurs débits dépassent les volumes des ouvrages d'art existants.

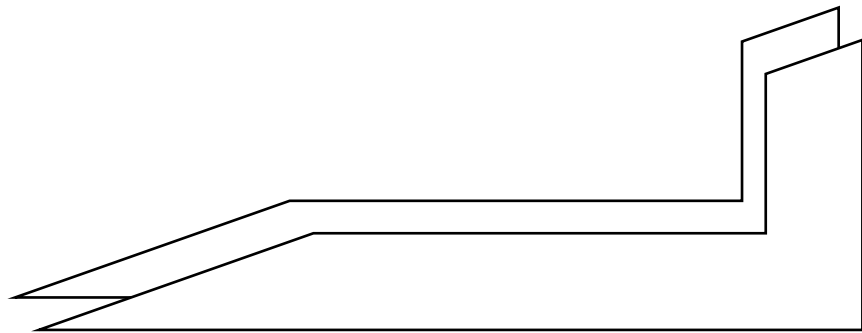
Ainsi, on remarque que ces deux oueds peuvent provoquer des inondations car les ouvrages d'art sont loin d'être protégés contre les crues provoquées par les débits critiques.

Il est alors recommandé de revoir le dimensionnement existant.



Chapitre III

La Géologie des régions d'étude.



Géologie d'El Malabiod :

– Introduction

Située au Nord-Est du pays, aux confins algero-tunisiens et faisant partie de l'Atlas saharien, la zone soumise à l'étude est connue par son relief contrasté ; dont des plis d'axes Sud-Ouest – Nord-Est limitant, du Nord comme du Sud, une plaine à pente douce.

La limite nord que constitue l'axe Djebel Doukkane- Djebel Anoual- djebel Bouroumane..., se comporte comme ligne de partage des eaux entre le grand bassin de la Medjerdah ; à écoulement vers le Nord (vers la mer) et celui de Melhrir ; qui lui, draine au Sud.

Les monts sont, en grande partie, des massifs calcaires tandis que la couverture sédimentaire est composée de :

- ✓ Trias du type germanique en diapirs.
- ✓ Grés et Argiles bariolés de la base miocène.
- ✓ Dépôts, du type épicontinental avec variations de faciès et d'épaisseur, orientés selon une direction Sud-Ouest – Nord-Est (allant de l'Aptien au Mæstrichtien).

Les assises crétacées, ont été affectées à leur tour, par des plissements de direction similaire.

Les deux phases tectoniques, dont les jeux ont affectés la région, sont à l'origine de la structure qu'elle a épousée.

– Stratigraphie

La région d'El Malabiod, n'a pas au fait été sujette à beaucoup de travaux précis en la matière, cependant, on l'a incorporé dans un ensemble géologique mieux connu.

Dans une perspective structurale, il a été montré donc, via les études dont elle a fait l'objet, qu'elle se manifeste comme un bassin subsident, encadré au Nord par des massifs calcaires (Djebel Anoual, Djebel T'noukla, Djebel El Khorza...), à relief important, allongés selon une direction générale Ouest – Est.

La lithostratigraphie et la répartition de la série se décrivent comme suit:

TRIAS ; plastique et diapirique

CRÉTACÉ et ÉOCÈNE Néritique ; calcareux et marneux

MIOCÈNE Littoral, Deltaïque et continental d'un faciès sableux argileux

PLIO-QUATERNAIRE Continental

La dite série s'est établie de sorte que, allant de l'ancien au récent, on rencontre :

1- Le secondaire

1- 1- Le Trias

Qualifié comme la plus ancienne formation dans la région, il est matérialisé par des calcaires dolomitiques et dolomies rouges et noires, des argiles rouges et vertes, des gypses gris et roses à quartz bipyramidés.

Son affleurement a été remarqué en de nombreux endroits, en épitements diapiriques, tel qu'à Djebel Draâ M'taa El Malabiod (Djebel Dalaâ Er-Rouaïl) ainsi qu'au Nord-Est ; sur la majeure partie de Djebel Djebissa, où il a été d'ailleurs signalé l'existence de gisements métallifères entre autres ; Limonite, Hématite... .

1- 2 - Le Crétacé

1- 2- 1- Le Crétacé inférieur

1- 2- 1- a- L'Aptien

Rencontré à la partie nord de la région d'étude où il a été noté l'affleurement, au flanc Est de Djebel Bouroumane, d'un ensemble de calcaires dolomitiques durs et massifs, avec la présence locale d'Oolites ferrugineuses, d'Ammonites et de Foraminifères.

Au Nord et au Sud du dit anticlinal, la série s'étend de 7 à 175m, sur une épaisseur de 400m en moyenne. La partie inférieure est presque entièrement dolomitique. Il a été aussi signalé une abondance d'Orbitolines ainsi que la présence de quelques Rudistes dans les intercalations des calcaires rogneux. Des Echinides et quelques Lamellibranches se trouvent au sommet, dans des calcaires en petits bancs massifs.

Plus au Sud, à une profondeur de 2 040m, la série suscitée a une puissance de 850m (BDJ-2), tandis qu'au Sud-Est, elle est relativement faible ; 116m.

1- 2- 1- a1- L'Aptien inférieur

Son apparition était confirmée lors de l'exécution du forage pétrolier (BDJ-2), à Koudiet Adeïla, à la cote de 2 786m. Il se caractérise par des alternances de calcaires gris foncés, compacts, cryptocristallins, parfois argileux et des marnes gris foncées, compactes silteuses, finement pyriteuses, argiles grises à gris foncées, feuilletées, carbonatées.

1- 2 – 1 – a2- L'Aptien moyen

Le rapport du même forage (BDJ-2) confirme sa présence, à 2 531m, sous forme de calcaires gris clairs à brunâtres, durs, compacts, bioclastiques, pseudo Oolitiques légèrement dolomitiques avec fines passes d'argiles vertes et grises légèrement carbonatées, souvent feuilletées.

1- 2 – 1 – a3- L'Aptien supérieur

Il a été décrit comme des calcaires massifs gris ou roux, bien au Nord (à Djebel Bouroumane), avec quelques mètres, d'intercalations de marnes et de marno-calcaires. Il est marqué par une présence très fréquente d'Orbitolines. Il est signalé à 2 316m, au cours de la réalisation du forage (BDJ-2), au Sud. Il s'agit de calcaires gris clairs, gris foncés, Oolitiques, bioclastiques parfois cryptocristallins, rarement argileux avec intercalations d'argiles grises, noirâtres, indurées, feuilletées, rarement silteuses et pyriteuses.

1- 2 – 1- b- Le Clansaysien C1

Une série de bancs de calcaires massifs, gris à débris d'Huîtres ou d'Oolites avec des zones tendres, renfermant une faune du groupe Parahoplites sp, avec des cardiums indéterminés. Celle-ci prend place au versant Ouest de Djebel Bouroumane.

Les assises calcaires contiennent des Rudistes mais au sommet, les bancs deviennent Lumachelliques avec des intercalations gréseuses.

1- 2 – 1- c- L'Albien inférieur C2

Au Nord de la région d'étude, à Djebel Doukkane et Bouroumane, il est plutôt question d'une alternance de bancs calcaires bruns, épais à Ostréa Latissima, avec un banc de calcaires à Rudistes. Au sommet, c'est surtout des marnes jaunes à Ammonites pyriteuses.

Tandis qu'au Sud, conformément aux données du forage pétrolier (BDJ-2), cette série est rencontrée à un enfoncement de 1 750m, il a été relevé la succession, qui décrite de bas en haut, fait révéler :

Des calcaires Oolitiques gris clairs, blanchâtres, compacts, souvent crayeux bioclastiques ou graveleux, avec traces de Foraminifères et intercalation d'argiles grises.

Cote	Coupe	Description lithologique	Étage
138		Calcaire blanc, compact Biomicrite argileuse à faune pélagique	Maestrichtien, Campanien supérieur
		Marne gris verdâtre et argile brun rougeâtre Argile gris foncé, calcareuse avec de rares bancs calcaires gris clair Argile grise avec quelques bancs de calcaire gris clair fossilifères Calcaire gris compact, marneux à foraminifères	Campanien inférieur
576		Marne grise indurée, légèrement dolomitique, intercalation de calcaire brun –rouge, souvent marneux	Emschérien
		Calcaire gris clair, argileux, graveleux, partiellement lumachellique, compact avec fractures remplies de calcite, intercalation d'argile marneuse, gris foncé, trace de calcite et de pyrite Calcaire brun, multicolore, moyen dur, crayeux légèrement dolomitique, partiellement lumachellique bitumeux, trace de calcite blanche, translucide, avec bande d'argile verte, à gris verdâtre,	Turonien
917		glauconieuse	Cénomanien
		Argile gris verdâtre, calcareuse, pyriteuse, fossilifère devenant marneuse à partir de 873m avec fines passées de calcaire gris blanchâtre, lumachellique Calcaire blanc à crème parfois gris cryptocristallin à crayeux, pyriteux Alternance de calcaire blanc lithographique, cryptocristallin, crayeux moucheté, lumachellique d'argile gris à gris verdâtre, feuilletée marneuse Argile grise, gris verdâtre, feuilletée, calcareuse, finement pyriteuse, parfois légèrement glauconieuse et lumachellique avec intercalation de calcaire blanc, grisâtre lithographique, cryptocristallin, crayeux avec traces de calcite Alternance d'argile gris foncé, feuilletée, marneuse légèrement silteuse et de calcaire gris à gris claire, microcristallin, lumachellique Calcaire gris à gris clair induré cryptocristallin, parfois blanchâtre crayeux avec débris de fossiles, avec intercalation d'argile grise	
1 010		Alternance de calcaires gris, gris foncés parfois noirâtres, argileux. Alternance de calcaire gris clair, beige, crayeux cristallin.	Albien supérieur
2 050		Dolomie blanche à gris brunâtre, microcristallin bitumineuse, compacte. Alternance de calcaire, gris claire blanchâtre souvent bioclastique. Calcaire gris claire blanchâtre, brunâtre, compacte, souvent crayeux, rarement bioclastique ou graveleux, oolithique, traces de foraminifères. Calcaire gris clair, gris foncé, oolithique, bioclastique, parfois cryptocristallin. Calcaire gris claire, légèrement dolomitique avec fines passées d'argiles vertes. Alternance de marnes gris foncée compactes, argiles grises à gris foncé, feuilleté, carbonaté.	Albo-Aptien
2 093		Grès blanc à gris, fins à très fin, bien consolidé, quartzitique, ciment silico-dolomitique glauconieux avec passées d'argiles grise à gris noirâtre, compact, silteuse, carbonaté. Intercalations de grès quartzitique, de siltes, d'argiles dolomitiques et de dolomies.	Barrémien
2 058		Dolomies, grises, brunes et beiges, cryptocristallin à microcristalline, fines passées d'argiles grises et grises noirâtres. Dolomies moyennes à fantôme de débris. Alternance de dolomies oolithiques, de calcaires dolomitiques de grès quartzitiques et d'argiles dolomitiques silteuses à 3760m. dolomies fines à huitres.	Néocomien
3 560			

Tableau 24: Permis DJEBEL DOUKKANE : FORAGE PÉTROLIER BOUDJELLAL-2 [BDJ-2].

Coordonnées Géographiques Lambert (km)

X = 8°07'35" E X = 993.533,5

Y = 35°13'12" N Y = 227.121,2 Z/sol = 1 120m

- ✓ Une alternance de calcaires gris clairs, blanchâtres, brunâtres souvent bioclastiques et rarement graveleux, argileux et d'argiles grises à gris foncées, noirâtres feuilletées.
- ✓ Des dolomies blanches à grises brunâtres, microcristallins compactes.

1- 2 – 1- d- Le Vraconien – Albien supérieur C3

À Bouroumane, au Nord, un ensemble de calcaires et de marno-calcaires gris en plaquettes et en petits bancs, dont l'homogénéité est interrompue par de rares couches de marnes brunes.

En petits affleurements, il apparaît au contact du Trias de Draâ M'taa El Malabiod (Djebel Dalaâ Er'Rouaïl). Les empreintes d'Ammonites et de Bléménites font preuve de l'existence de la faune. Alors qu'à Adeïla, au sud, il a été noté, suite aux travaux du forage (BDJ-2), de bas en haut, l'ordre suivant, en alternance :

Des calcaires gris-clairs, beiges, argileux avec des argiles grises à gris foncées, feuilletées, plus au moins dolomitiques, sur une grosseur de 116m.

Des calcaires gris, gris foncés, argileux avec des marnes grises noirâtres, compactes, dures, silteuses, sur une puissance de 129m.

1- 2- 2- Le Crétacé supérieur

1- 2- 2– 1- Le Cénomanién

À la partie Sud-Est et à l'Est de Djebel Djebissa, en contact tectonique avec le Trias, il apparaît en affleurement assez large.

À Adeïla, où la série du Cénomanién est la plus complète selon le forage Boudjellal- 2, on observe de haut en bas :

Sur une épaisseur de 72m, des argiles gris-verdâtres calcareuses, fossilifères qui deviennent marneuses, les tout deniers mètres (16m environ), avec fines passes de calcaires gris blanchâtres, lumachelliques.

Des calcaires, d'une puissance de 39m, blancs à crèmes parfois gris cryptocristallins à crayeux.

Des calcaires blancs lithographiques s'alternant, à environ 204,5m, avec des argiles grises à gris-verdâtres, feuilletées.

Des argiles grises, gris-verdâtres avec des intercalations de calcaires blancs, crayeux, de l'ordre des 209,5m.

Des alternances avoisinant les 73m de calcaires gris à gris clairs lumachelliques et d'argiles gris- foncées.

Des calcaires gris à gris-clairs cryptocristallins, épaisses de 76m, avec intercalations d'argiles grises à gris-verdâtres feuilletées.

Une alternance de 130m de calcaires gris-clairs et d'argiles grises à gris- verdâtres feuilletées.

Des argiles grises à gris-foncées carbonatées, puissantes de 238m.

À Djebel Draâ M'taa El Malabiod, la série comprend des marnes et des Lumachelles d'Huîtres (G. Durozoy 1 949).

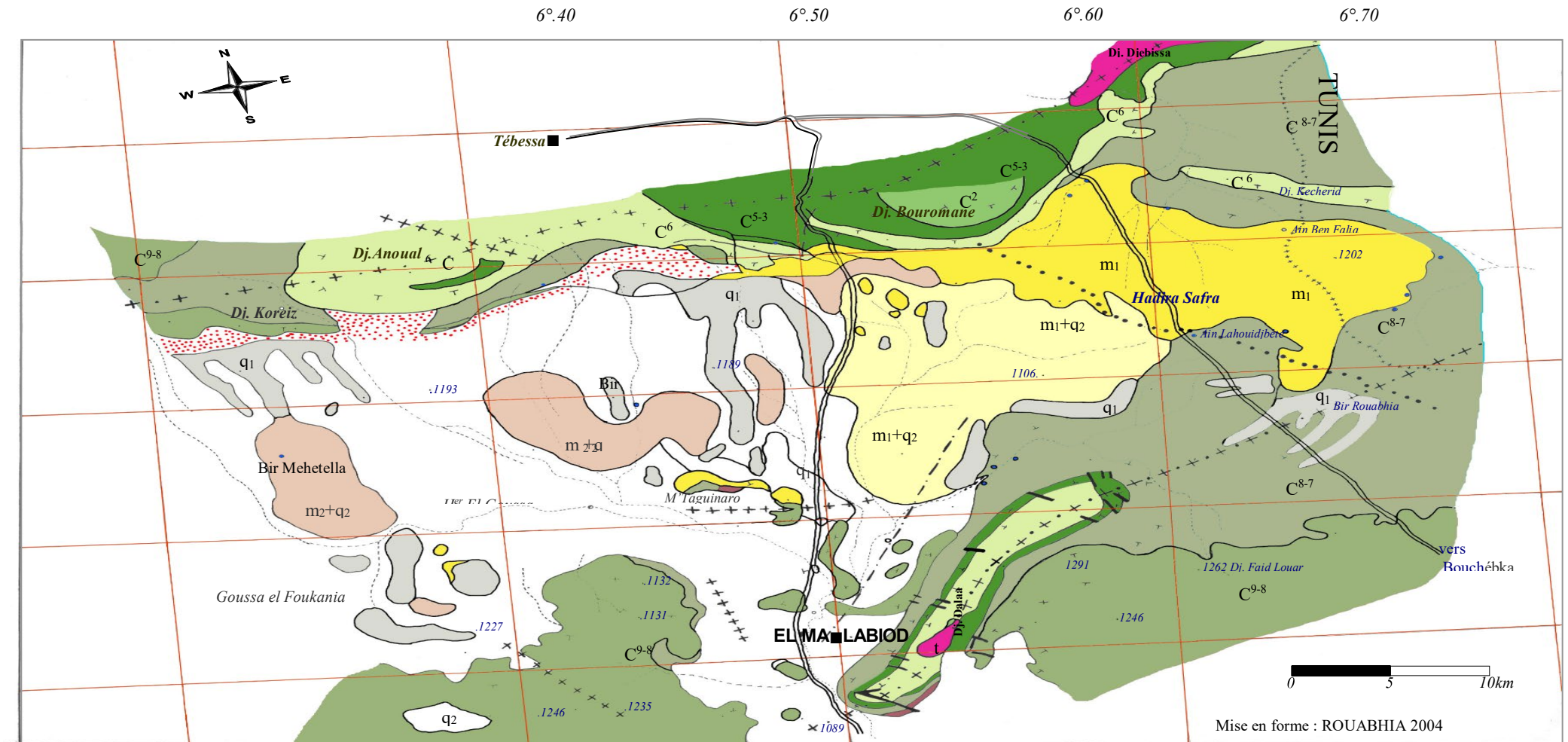
1 – 2- 2 – 1 – a- Le Cénomanién inférieur (C4a)

De haut en bas, il apparaît sous forme d'une série de marnes jaunes à gypses avec quelques minces bancs de calcaires lumachelliques et de marnes noires épaisses.

1- 2- 2 – 1 – b- Le Cénomanién moyen (C5a)

Il s'agit là aussi d'une série très épaisse de marnes grises azoïques avec quelques bancs lumachelliques à la base.

Fig. N° 18: Esquisse géologique de la région d'El Malabiod d'après G. DUROZOY. 1948.



Légende

- a** : QUATERNAIRE [a - alluvions b- éboulis]. q1 : Quaternaire ancien (surface structurale et croûte calcaire). m2+q2 : VONDOBONIEN (Argile sous faible couverture alluviale, argiles rouges, argiles bariolées)
- m1+q2 m1 : BURDIGALIEN (Grès sous faible couverture alluviale, poudings siliceux, grès blancs, brun ferrugineux). C9-8 : MAESTRICHTIEN et CAMPANIEN Sup. (Calcaire blanc et marmo-calcaire).
- : CAMPANIEN INF. EMSCHERIEN (Marnes et intercalation de bancs calcaires). C6 : TURONIEN et CÉNOMANIEN (au Nord), TURONIEN (Calcaires et marnes) au Sud.
- C5-3 : CÉNOMANIEN (Marnes et bancs calcaires). C2 : ALBIEN Sup. (Calcaires schisteux, au contact du trias du Draa M'ta El Ma El Abiod). t : TRIAS (Argiles à gypse, calcaires et cargneules)

1- 2- 2 – 1 – c- Le Cénomanién supérieur (C5b)

On parle ici de marnes jaunes avec quatre ou cinq bancs de calcaires durs intercalés. Il a été noté une abondance de faune, à l'image d'Ostrea, Exogyra et de Cardita.

1- 2 – 2- 2- Le Turonien (C6a, C6b C6c)

Du côté de Djebel Boudjellal, il fait une puissance de l'ordre de 200m et se rencontre à 550m de profondeur. Il est décrit selon le sens ascendant comme, des marnes brunes, des calcaires noirs, des marnes grises, argiles blanchâtres, calcaires marneux roux, des calcaires gris et des calcaires crayeux blancs.

Cette série devient moins puissante (16m) au Sud-Est et se rencontre à 116m seulement, à djebel Ed'Dalaâ, ce sont des calcaires gris épais de 30m.

1- 2 – 2- 2- a- Le Turonien inférieur (C6a)

Il est question d'assises très constantes de marno-calcaires grises en petits bancs, de marnes et de marno-calcaires en plaquettes. À la base, de petits Inocérames à test noirs, ont été fréquemment rencontrés.

1- 2 – 2 – 2- b- Le Turonien moyen (C6b)

Il s'agit d'une assise massive de calcaires beiges ou roses et de dolomies ou de calcaires dolomitiques. À la partie supérieure, on parle surtout de rognons de silex, tandis qu'à sa base, c'est des calcaires marneux.

Les Radiolaires, recueillis comme fossiles, témoignent que ces calcaires massifs ont un caractère récifal.

1- 2 – 2- 2- c- Le Turonien supérieur (C6c)

À proximité du col de T'noukla, cet étage comprend, de haut en bas, des marnes noires gypsifères, des marno-calcaires, vers la base, un banc de calcaire à Lumachelles fossilifères. Au Sud, à Djebel Ed'Dalaâ, des calcaires des marnes et des bancs calcaires sont signalés.

II – 1- 2- 2 – 3- L'Emscherien (C7) (Coniacien et Santonien)

C'est une série épaisse et monotone qui affleure largement à Djebel Doukkane ; au Nord Ouest (sur une puissance de 120 ÷ 500m), et à Djebel Ed'Dalaâ et qui est constituée de marnes noires ou vertes admettant à la partie supérieure des niveaux plus calcaires, alors que la base est riche en fossiles.

Un peu plus au Sud, à T'noukla, au centre de la plaine (M'taguinaro), et au Sud-Sud-Ouest du chef lieu (à Adeïla), on note quelques affleurements mais de dimensions plus réduites.

Au Sud-Est l'épaisseur n'est que de 69m alors qu'à Boudjellal elle fait les 116m.

1- 2- 2 – 4- Le Campanien (C8)

On parle de calcaires marneux blancs, crayeux. La microfaune est bien campanienne. Les marno-calcaires, qui sont au fait très feuilletées, contiennent des empreintes de poissons.

1- 2- 2 – 5- Le Maestrichtien

Il apparaît au centre de la plaine, à M'taguinaro, aux confins de la ville ainsi qu'au Nord- Ouest, à Djebel Koreiz.

1- 2- 2 – 5 – a- Le Maestrichtien inférieur (C9a)

Constitué de marnes grises souvent masquées par des éboulis au pied des reliefs que forme l'assise précédente.

On note l'existence, à la base des marnes de, un et parfois deux gros bancs de calcaire.

1- 2- 2 – 5 – b- Le Maestrichtien moyen (C9b)

Il est formé, d'assises très constantes et homogènes dans toute la région, qui comprennent environ 80m de calcaires blancs, massifs, bien lités, à nombreuses empreintes d'Inocérames. Les masses calcaires sont détachées des grands reliefs.

Du coté de Adeïla, il a été remarqué, du calcaire blanc compact et de la biomicrite argileuse à faune pélagique, comme faciès.

2- Le Tertiaire

2- 1- Le Paléocène

2- 1- 1- L'Éocène inférieur et le Crétacé supérieur

C'est une série puissante de 300m de marnes noires à jaunâtres, quelques fois gypseuses ou pyriteuses, à rares petits bancs marno-calcaires.

2- 1– 2- Le Paléocène supérieur

Ce sont surtout des marnes et des calcaires marneux à silex renfermant plusieurs couches phosphatées. On note la présence de dents de Squale.

2- 1– 3- L'Éocène inférieur et moyen

Décrits comme étant des calcaires massifs à silex en bancs épais (50 à 60m) renfermant de la micro-faune.

2- 2- Le Miocène

Le bassin d'El Malabiod est dominé dans sa quasi-totalité par les formations d'âge Miocène (G. Durozoy).

À l'Est de la route nationale (RN16), il a été constaté un large affleurement des formations d'âge Miocène moyen et inférieur, tandis qu'à l'Ouest, c'est le Miocène supérieur qui occupe le reste du terrain, sous faible couverture alluviale.

2- 2– 1- Le Miocène inférieur et moyen (Vindobonien et Burdigalien)

En se référant au rapport de J. L. Bles et J. J. Fleury (1 970), il y a été noté qu'il s'agit d'une série qui débute par des conglomérats ; de l'Aquitano-Burdigalien (à l'Est d'El Kouif et à Houdjbet).

Ces derniers sont siliceux, extrêmement durs, à gros rognons de silex plus ou moins arrondis. Outre les conglomérats, on note l'existence de petits cailloux très arrondis, siliceux, blancs en générale.

G. Durozoy (1 949), dans son rapport lui aussi, confirme le large affleurement des dits conglomérats, dont il dit qu'ils deviennent masqués, au centre de la plaine, par le Quaternaire. Au centre (Oglat chaâchaa), les éléments siliceux de la roche ont une taille plus réduite.

À l'Est et au Sud de M'taguinaro, les conglomérats en question, renferment des silex de taille plus importante.

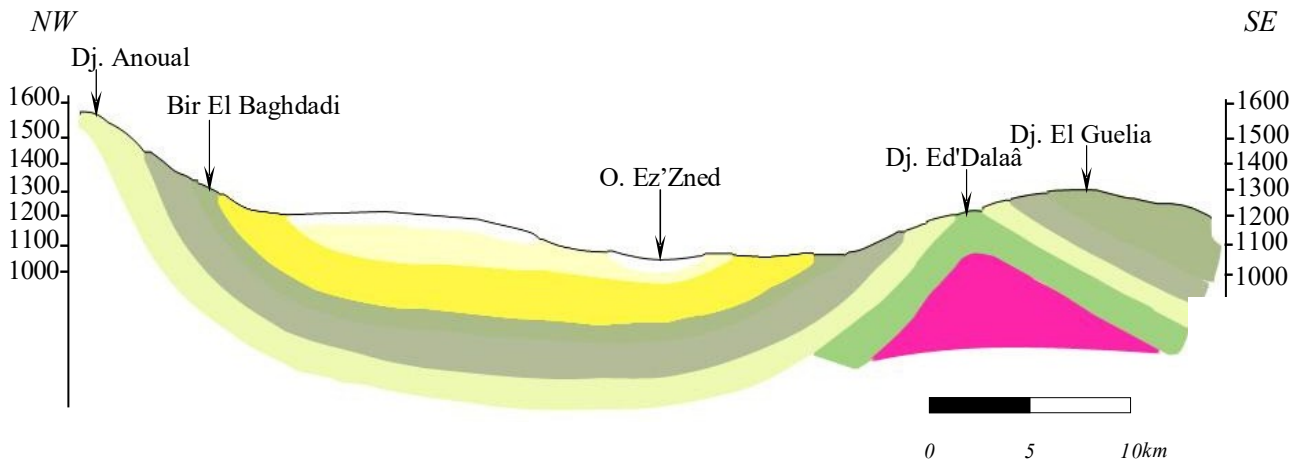
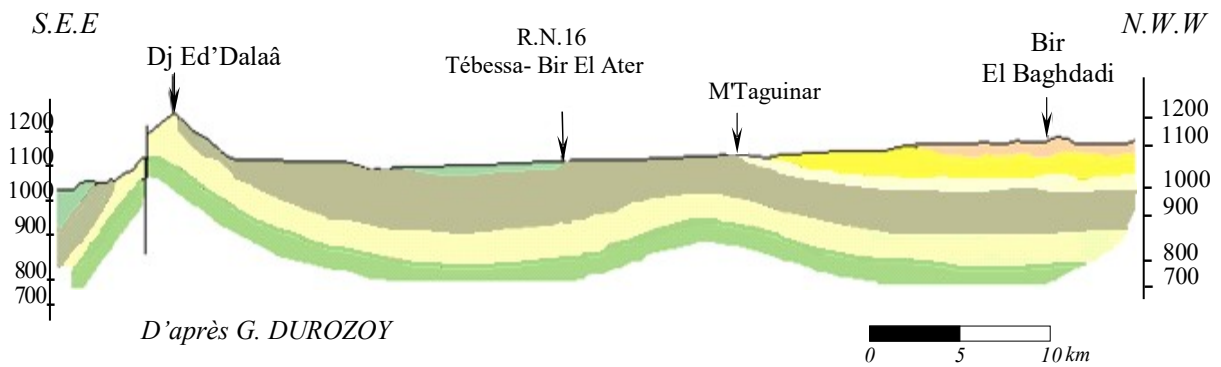


Fig. 18: Coupe géologique hypothétique NW-SE de la région d'El-Malabiod
D'après G.Dyrozoy 1948.



D'après G. DUROZOY

- m₂+q₂ : VONDOBONIEN (Argiles sous faible couverture alluviale, Argiles rouges, Argiles bariolées)
- m₁+q₂ m₁ : BURDIGALIEN (Grès sous faible couverture alluviale, Poudings siliceux, Grès blancs, brun ferrugineux).
- C⁹⁻⁸ : MAESTRICHTIEN - CAMPANIEN SUPÉRIEUR. (Calcaires blancs et Marno-calcaires blanc à Inocérames).
- C⁸⁻⁷ : CAMPANIEN INFÉRIEUR - EMSCHERIEN (Marnes et intercalation de bancs calcaires à Lumachelles).
- C⁶ : TURONIEN (Calcaires, Marnes et bancs calcaires).
- C⁵⁻³ : CÉNOMANIEN (Marnes et bancs calcaires à Lumachelles).
- t : TRIAS (Argiles à Gypse, Calcaires et Cargneules).

Fig. N° 19: Coupes géologiques à travers le bassin d'El Malabiod.

2- 2- 2- Le Miocène supérieur (Pontien)

Les formations datant de cet étage ont été signalées du côté de T'noukla, ce sont beaucoup plus des sables fins à grossiers et des grés directement en transgression sur les calcaires Maestrichtiens ou les marnes Emschériennes ainsi que des marnes rouges continentales, quelquefois bariolées. Leur épaisseur atteint, parfois même, les 120m.

2- 3- Le Pliocène

On note l'existence d'argiles rouges conglomératiques compactes et du sable quartzueux, et ce dans la partie Est de la plaine (Bekkaria). Elles contiennent du bois fossile, peu silicifié, dans la région de Djebel Senoubra.

3- Le Quaternaire

La plaine d'El Malabiod est presque recouverte, dans sa quasi-totalité, de formations quaternaires, dont l'épaisseur est inférieure à 30m.

Le quaternaire ancien (conglomérats, croûte calcaire) matérialisé par de longues terrasses alluvionnaires subhorizontales, qui se raccordent le plus souvent aux éboulis de piémonts des massifs calcaires et sont recouverts d'une épaisse couche calcaire.

Le récent, quant à lui, est représenté par les sédiments de surface (alluvions, limons, cailloutis, éboulis, sables et silts). Il est observé dans les vallées des Oueds (près de Henchir El Goussa), ainsi qu'au Sud de Bordj El Malabiod.

Il est à noter que la distinction, n'est pas aussi évidente à faire, entre les alluvions récentes et les marnes abondantes ou les grés burdigaliens recouverts d'une mince couche alluviale, ou simplement remaniés en surface par l'action de l'érosion.

Les plaines sont essentiellement recouvertes de formations caillouteuses, dans l'ensemble, des matériaux épais de dimensions éphémères de nature surtout calcaire. À l'Est se répandent les sables tandis qu'à l'Ouest, règne un matériel marneux.

3-1- Les Conglomérats

On parle surtout des conglomérats issus de la cimentation d'anciens éboulis ou matériaux d'épandages divers. Une série, dont l'épaisseur est variable mais relativement faible, s'est faite révéler, via le forage M6 (X= 999,100 - Y= 228,175), au Nord du chef lieu d'El Malabiod.

C'est une alternance de graviers calcaires, de gros galets à la base ou de sables grossiers et de galets calcaires, dont la disparition se fait sentir tout à fait vers l'Est.

3-2- La croûte calcaire

Cette croûte, qui se développe plus particulièrement au Nord du bassin, est d'épaisseur variable et de couleur blanchâtre. Elle est constituée d'éléments fins.

À l'Ouest de Oglat Chaâchaa, au niveau du ravin, elle repose directement sur les sables miocènes. Son épaisseur est d'environ 30m, contenant des rognons de silex et des coquilles d'escargots bien conservées.

À l'Ouest de la RN 16, elle est développée surtout sur les alluvions caillouteuses. Cette croûte calcaire n'est en fait qu'un dépôt superficiel du à l'évaporation d'eau chargée de calcaire.

3-3- Les dépôts de sources

Au niveau de la source de T'noukla qui malheureusement, s'est tarie, des tufs et des travertins ont été rencontrés ; ils sont probablement le fait de dépôts de carbonates de chaux.

Les tufs ont été signalés aussi lors de la réalisation du sondage S1 (X= 988.350 - Y= 230.750), mais seulement à une épaisseur de 4,5m.

3-4- La nappe des cailloux

Ce sont des matériaux de faibles dimensions, du côté du relief et des coteaux. Ils deviennent remarquablement épais, surtout à l'Ouest de la RN 16, là où la nappe couvre un vaste domaine, mais ne constituent au fait aucune accumulation notable.

3-5- Les dépôts actuels

Les couches limoneuses sont considérées comme le dépôt le plus actuel. Elles recouvrent la majeure partie du bas fond de la cuvette et se chargent ainsi de plus en plus en sel ; qui devient perceptible au niveau des petits marais temporaires du côté de Oglat Chaâchaa, ou encore en saison estivale. Le sel atteint la surface même, en formant des cristaux.

4- Tectonique de la région

4-1- Style tectonique

Deux directions structurales dominantes, Sud-Ouest Nord-Est et Est-Ouest, sont reconnues dans la région. Elles se manifestent dans les accidents tectoniques, tels que les plissements, les flexures, l'allongement des bassins et les cassures. Elles sont perceptibles dans la morphologie topographique et partiellement dans l'hydrographie.

Les plis sont du type isopaques ; leur provenance est alors du niveau structural moyen. Ils sont souvent serrés, dressés en plans verticaux. Ils sont typiques des structures reconnues généralement dans l'Atlas saharien

Ce genre de plissements traduit un fort raccourcissement de la couverture sédimentaire, épargnant, par contre, le socle qui, d'autant plus, était plus rigide. Ce qui est avancé précédemment, laisse supposer plutôt une tectonique de couverture.

4- 2- Phases tectoniques

Une succession de mouvements compressifs et distensifs et bien d'autres, représente la structure tectonique de la région, qui a due être édifiée suite à la manifestation de deux phases orogéniques.

L'impulsion distensive du Crétacé- Éocène a favorisé la formation d'un milieu subsident, où les dépôts néritiques ont pris place. Alors que celui compressif, de l'Éocène

terminal (phase fini- lutétienne et priabonienne), d'une contrainte maximale orientée Nord-Ouest Sud-Est, est responsable des plissements de couverture de direction Sud-Ouest Nord-Est, et appartenant à la phase atlasique.

La faille de T'noukla et celles d'orientation Sud-Est Nord-Ouest ; orthogonales à ces plissements, remontent à cette époque.

La distension miocène a eu lieu après la dénudation oligocène, elle est à l'origine de la formation du bassin subsident d'El Malabiod. La phase accroissante de la subsidence miocène a généré une ingression marine au Langhien-Serravalien suivie d'une sédimentation deltaïque. Celle décroissante, quant à elle, a manifesté par un ralentissement de la subsidence, jusqu'à son arrêt total, et l'apparition de la croûte ferrugineuse à la fin du Langhien-Serravalien.

La réactivation de la phase distensive a provoqué l'apparition de nouveaux bassins subsidents, à l'Ouest de Hadjer Sefra, comblés par une sédimentation tortonienne présumable.

Dans les limites de la feuille de Tébessa (G.Durozoy. 1 956), la phase fini-lutétienne se manifeste par une structure synclinale (Djebel Dyr-Gastel-Kef Rebiga), suivi vers le Sud-Est par l'anticlinal de la forêt Rbaia-Gouraya et le synclinal d'El Kouif, qui sont mieux visibles sur la feuille de Morsott (J. L. Bles, J. F. Fleury. 1 970).

La phase tectonique du Pliocène inférieur (Philp et al. 1 986), correspond dans la région à la tectonique tellienne attardie (au Nord de Souk Ahras), elle est à l'origine des plis d'orientation Ouest-Est, et est plus développée à Tébessa (G. Durozoy. 1 956), (A. Zerdazi. 1 990).

Elle a transformé les directions atlasiques, en créant de nouvelles structures, entre autres, le synclinal de Draâ Es Snouber l'anticlinal de Djebel Tebega, et ceux de Djebel Kechrid, Djebel Sif- Bouroumane, Djebel Khorza, Djebel Anoual, qui ont conservé certaines directions structurales de la phase atlasique.

Visible dans la structure compliquée de Djebel Bouroumane, elle est considérée comme flexure (J. M. Vila. 1 996), alors que d'autres la prennent pour une structure polyphasée (W. M. Kowalski et al. 1 996).

Le plissement du Pliocène inférieur de Djebel Kechrid a facilité l'apparition des séries basales du Miocène aux limites du bassin d'El Malabiod, près de Mechta Ben Falia et Aioun El Ksob.

Le stade distensif de cette phase a provoqué l'effondrement, partiel de l'anticlinal de Djebel Kechrid, et total du fossé de Foussana, qui était probablement contemporain à celui du fossé de Morsott et précédait l'enfoncement du fossé de Tébessa.

La phase distensive du Pliocène a favorisé le diapirisme à Djebel Djebissa. L'action du Trias était déjà ressentie à l'Albo-Aptien, par la diminution locale de l'épaisseur des séries albo- aptiennes, qui sont venues se déposer sur le Trias sans percement diapirique aucun.

L'affaiblissement des poussées diapiriques a généré une sédimentation marneuse au Cénomaniens et au Turonien. La présence de galets des roches carbonatées autour du diapir, témoigne que la première manifestation diapirique à la surface, remonte (peut être) au Pliocène-Plio-Quaternaire.

La seconde qui elle, est compressive locale, du Plio-quatenaire a manifesté par des plis de direction Nord Nord Ouest - Sud Sud Est et parallèles au fossé de Morsott ; anticlinal de Djebel Belkif et synclinal de Oued Faid El Obbiz (F. Morel. 1 957, J. L. Bles. 1 969, A. Zerdazi. 1 990, K. Boufaa et al. 1 996).

La phase distensive a donné naissance au fossé de Tébessa avec l'effondrement et le basculement de certaines structures antérieures, d'autre part, elle a renouvelé la montée du diapir de Djebissa, dont la continuité occidentale est probablement responsable de la verticalité des séries miocènes du Nord de la région avec le Turonien en dessous.

4- 3- Les mouvements récents

L'organisation des plissements plus anciens n'a, en aucun cas, été perturbée par la tectonique récente ; responsable de la genèse du fossé d'El Malabiod et qui est qualifiée de typique des formations autochtones de la Tunisie et de l'Algérie orientale (G. Castany. 1 954, Dubourdiou. 1965).

On distingue l'intensité de la tectonique, plicatrice affectant le Miocène (plissement des grès miocènes du col de T'noukla) de celle cassante, affectant les formations du Crétacé (dislocation de l'anticlinal cénomanien-turonien de Draâ M'taa El Malabiod, fractures brisant la falaise turonienne de T'noukla). Comme signalé plus haut, c'est sans doute la phase atlasique qui en est responsable, suite à un phénomène compressif à contrainte principale d'orientation Nord-Ouest Sud-Est.

Ces structures résultent d'importants coulissements ayant touché le socle au Plio-Quatenaire. La distension dans la couverture a généré des déchirures qui sont à l'origine des fossés, en partie entraînés par les déplacements méditerranéens dans la région d'El Malabiod.

De nombreuses déchirures de direction dominante Nord-Est Sud-Ouest, dont des failles d'une longueur d'environ 30Km, illustrent bien ce mouvement, on cite ;

La faille F1 ; localisée à l'Est du chef lieu d'El Malabiod, elle s'étend sur 6Km de long

La faille F2 ; ayant un rejet autour des 30Km et un décrochement très important, elle longe le milieu de la plaine. Sa direction initiale s'est modifiée du Nord-Est Sud-Ouest vers l'Ouest-Est, du côté de Houidjbet (à l'Est).

La faille F3 ; repérée un peu au Nord de la plaine, son rejet est de l'ordre de 22Km. Elle est orientée du Nord-Est vers le Sud- Ouest.

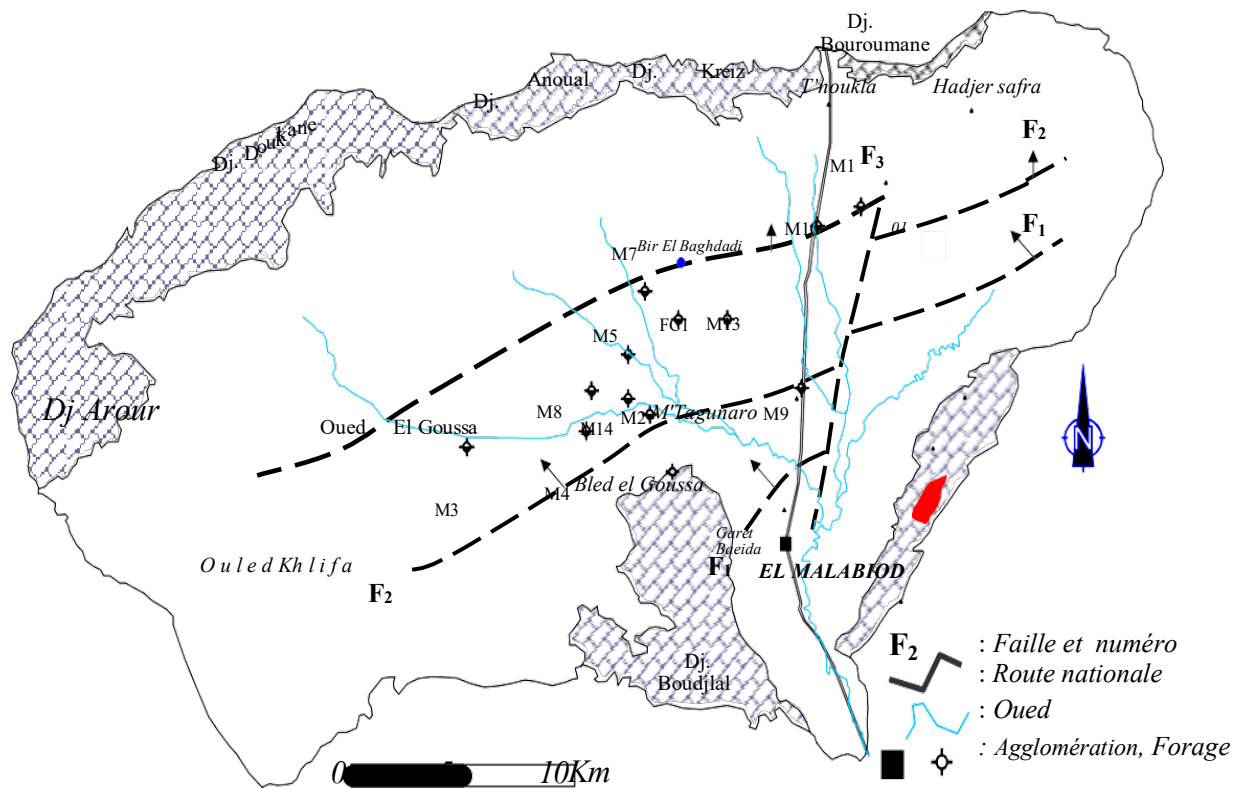


Fig. N° 20: Carte de système de failles (UGF-BRNO 1 971).

5- La paléogéographie

L'Aptien est connu comme étant la plus ancienne formation autochtone qui affleure dans la région d'El Malabiod, matérialisé par l'anticlinal de Bouroumane

Le Crétacé inférieur, représenté par le Barrémien, qui se situe, selon le log stratigraphique du sondage BDJ-2, à une profondeur d'au moins 2 890m, et le Néocomien à environ 3 368m, suivant la coupe du même sondage.

Le Néocomien se distingue par une sédimentation néritique avec essentiellement des dolomies fines à huîtres, au dessous, les dépôts alternes grés, argiles, dolomies et dolomies calcaires. Ces derniers sont typiques d'une mer pourvue d'une influence continentale.

Au Jurassique, R. F. Burollet a indiqué un apport terrigène près de Tataouine (Tunisie) suite à un mouvement d'émersion au Sud. Cet apport atteint son paroxysme au Barrémien où les dépôts gréseux dépassent les 400m d'épaisseur (BDJ-2), mais ne se fait plus sentir au Néocomien inférieur, et la sédimentation redevient typique d'une mer peu profonde.

On signale le début d'une régression à l'Hauterivien, et un envahissement progressif par les dépôts continentaux.

Il a été signalé que l'ensemble de la Tunisie centrale a été recouvert de sable sur une épaisseur variable (R. F. Burollet. 1 956, A. Jouzein. 1 962). Il s'agit au fait d'un passage terrigène venant du Sud, synonyme d'une reprise de l'orogénèse qui s'étale du Néocomien inférieur à l'Aptien inférieur, où les continents émergés ont subis une action érosive dégradante, ce qui a constitué une source d'alimentation en sable, des régions septentrionales.

Cette régression régionale, après avoir accompagné le Barrémien, prend sa fin à l'Aptien inférieur, où une transgression marine commence à se faire sentir, caractérisée par des dépôts d'une mer peu profonde. Une sédimentation carbonatée de type plate forme, marque cette époque, avec une subsidence qui prend plus d'envergure au Nord qu'au Sud.

Une réduction dans l'espace des dépôts carbonatés illustre le début de l'Albien. La région d'El Malabiod semble connaître alors, de manière générale, des dépôts terrigènes essentiellement calcaro-argileux, de caractère plus profond que leurs prédécesseurs carbonatés.

Des matériaux calcaro-argileux suivis d'autres ; carbonatés, prennent place au fil de la continuation de la période. La région de Morsott, du Nord, n'était pas sujette à l'extension du faciès de plate forme, alors qu'à l'Ouenza, se sont développés des faciès terrigènes marneux.

Des mouvements orogéniques importants étaient à l'origine d'une réduction de la sédimentation albienne, qui passe de 700m au Nord à 100m en surface, et à 250m en sondage, dans la zone d'étude.

Dès l'Aptien supérieur, s'est ébauchée une zone de haut fond. Plus au Sud-Est (en Tunisie), l'île de Kasserine commence à s'individualiser (A. Jouzein. 1 962).

La réduction, signalée plus haut, est placée au début de la migration du Trias (J. M. Vila. 1 980).

L'enfoncement de la plate forme et la réapparition des faciès terrigènes, calcaro-argileuses, marquent la fin de l'Albien et le début du Cénomaniens.

R. F. Burollet. 1 957, signale l'arrivée de la transgression sur de vastes surfaces.

La description du paysage, lors du Crétacé, par R. Laffite en 1 949, était comparable aux côtes basses et les estuaires actuels des contrées sénégalaises.

Lors de la suite du Cénomaniens, la sédimentation reste homogène avec des dépôts de mer épinéritique. Le début du Turonien s'illustre par des dépôts carbonatés, qui vont envahir l'ensemble de la région étudiée.

Les dépôts d'une mer agitée et renouvelée sont caractérisés par une sédimentation carbonatée turonienne, de type récifale plutôt que de plate forme.

Une réduction sédimentaire importante (environ 30m) marque cette série.

R. F. Burollet. 1 975, décrit ce même phénomène du côté de Kasserine (Tunisie), où il est la conséquence de la mise en place des formations deltaïques. L'île de Bouroumane s'est probablement arrangée durant le Turonien.

6- Conclusion

Après consultation des quelques documents, auxquels on a eu accès, et lors de cette étude géologique, quelques remarques, se rapportant à ce contexte, ont pu comme même être retenues.

Suite à de multiples phénomènes, et lors de deux phases orogéniques, la structure de la région a du être édifié.

Il s'agit d'un haut plateau appartenant à l'Atlas saharien, où des plis, d'orientation Nord-Est Sud-Ouest, cernent un bassin subsident.

Le bassin étudié présente deux grands ensembles ; les affleurements d'âge créacé sur les bordures, les formations du Miocène et du Quaternaire disséminent la quasi-totalité de la plaine.

La plaine a l'air d'une dépression ayant épousé la forme d'une cuvette avec un substratum calcaireux et marneux. Ce dernier remonte au Crétacé, et il est séparé du Miocène par des éboulis très perméables.

Les formations de bordures (environ 100m de calcaire), constituent une source d'alimentation du système aquifère.

Celles de la plaine (plus de 50m de grés et de 40 à 250m de sable) se comportent comme réservoir principal, et ce grâce à leurs propriétés hydrodynamiques et leur potentiel hydraulique intéressant.

Le matériau alluvial qui leur vient au dessus, constitue un aquifère, lui aussi, mais de moindre importance, vue sa puissance relativement réduite et son extension limitée.

La Géologie de Chéria

1- Introduction

La région de Chéria et notamment son plateau fait partie des systèmes hydriques souterrains de la wilaya de Tébessa, il est inclus également dans les hautes plaines, atteignant une coté de 1100 m d'altitude.

Les différents travaux effectués sur cette région et qui ont traité de l'aspect géologique, dont nous citerons les auteurs tels que L. Durozoy (1947), Ricard (1979)...etc. En raison du contexte hydrogéologique de notre étude, il est intéressant de mettre en relief les caractéristiques géomorphologiques de cette région. De forme globalement triangulaire, le bassin versant de Chéria se termine vers le Sud par l'exutoire principal. A la périphérie du bassin se trouve une chaîne de montagnes formant les différentes bordures. La cote maximale de ces monts atteint une valeur de 1685m (sommet du Doukkane). Les pentes de ces massifs sont plus ou moins fortes. La pente globale du bassin évolue du nord vers le sud. En raison de sa forme triangulaire, le bassin est plus étendu dans sa partie Nord que la partie Sud où les chaînes montagneuses convergent vers l'exutoire.

2- L'aspect stratigraphique

Sur la base des investigations et études géologiques antérieures, on peut présenter l'aspect stratigraphique comme suit : du plus anciens vers le plus récent (Fig. 21).

2-1 Le Secondaire

a) Crétacé supérieur

Marqué par le Turonien et le sénonien supérieur, le premier sous forme de calcaires de couleur beige et sombre, le deuxième qui est représenté par deux niveaux, le campanien et le maestrichtien.

Le campanien est constitué de marnes de couleur grise, affleurant en bordure du plateau et atteignant des épaisseurs de l'ordre de 400 m. Le Maestrichtien est représenté par des calcaires tendres et atteignant des épaisseurs de 250 m.

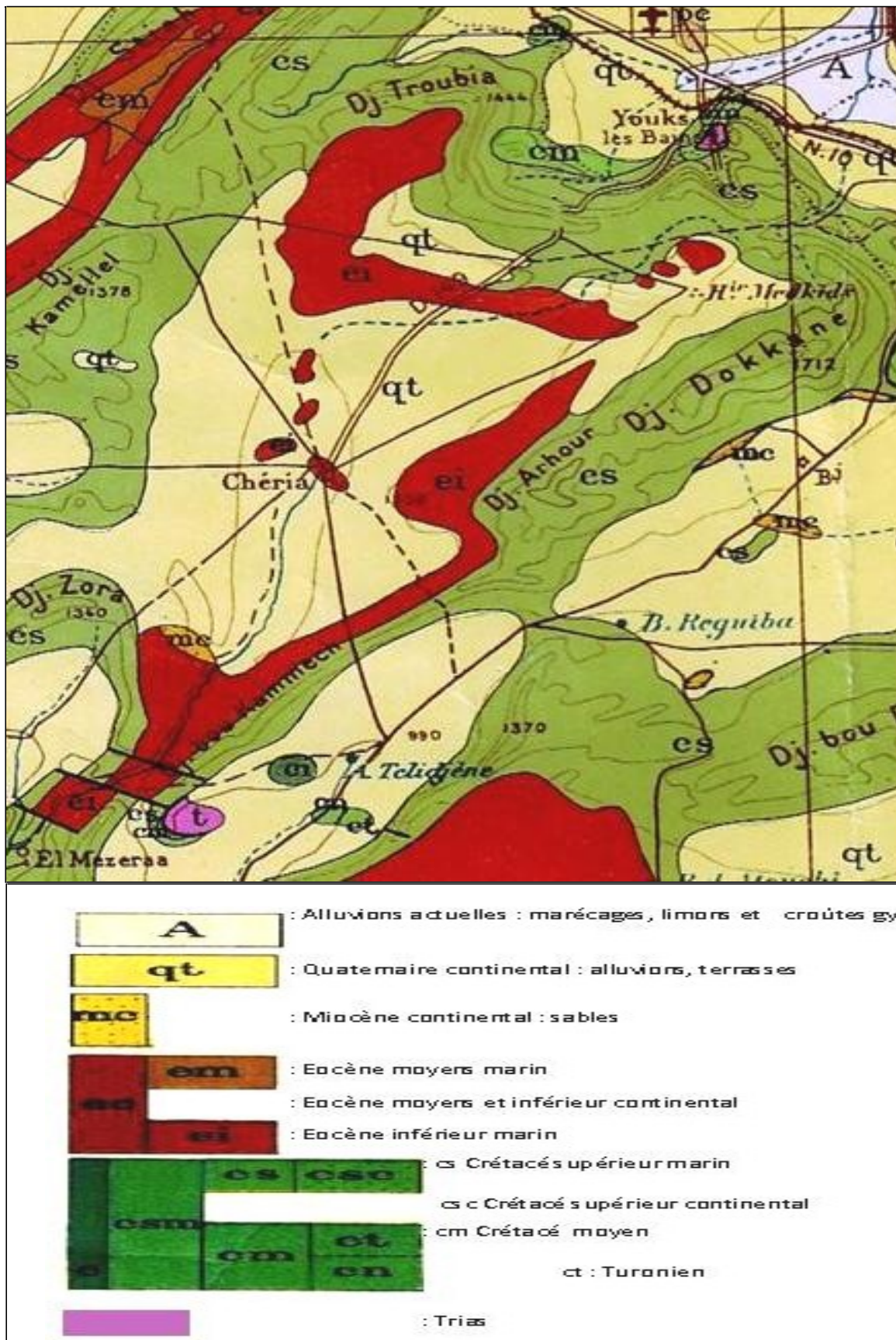


Fig. N° 21: La géologie de la région de Chéria à partir de la Carte Géologique du Nord Est de l'Algérie au 1/500.000è.

2-2 Le Tertiaire

2-2-1 Eocène moyen inférieur

Danien et Thanétien succèdent aux formations calcaires Maestrichtiennes, ils débutent par des formations marneuses noirâtres atteignant les 150 m d'épaisseur (Mont de Tazbent), au Sud, dans la région de Téli djène, affleurent des calcaires lumachelliques marquant le Thanétien. Viennent ensuite le niveau Yprésien et Lutétien, avec des formations carbonatées (calcaires et marnes) et la présence de niveaux phosphatés, marquant l'Yprésien, le Lutétien est marqué par des calcaires à gypse vulnérables entraînant souvent des phénomènes d'effondrement dans la région.

2-2-2- Mio-Pliocène

Le Mio-Pliocène, formé de couches d'argiles à gypses qui alternent avec des lentilles de sables jaunes, il s'étale sur les calcaires de l'Eocène moyen en discordance. Son épaisseur dépasse parfois les 60 m.

2-3- Le Quaternaire

Disposés en plateaux avec une pente inclinée vers la partie sud du bassin, on le rencontre vers le nord aux abords de Tazbent (Nord), plus au sud, on rencontre le quaternaire sous forme de cailloutis.

Les alluvions actuelles sont constituées de trois types, les alluvions de remplissage, les alluvions de piedmont et les éluvions. Ils sont constitués respectivement de cailloutis et galets de petites tailles enrobés dans un ciment plus moins argileux, ils constituent ce qu'on appelle les marécages de Chéria.

Les alluvions de piedmont sont formées de cailloutis propres et se localisent en périphérie de la plaine de Chéria (Fig. 3). Les éluvions, ce sont des esquilles de tailles variables (de quelques centimètres).

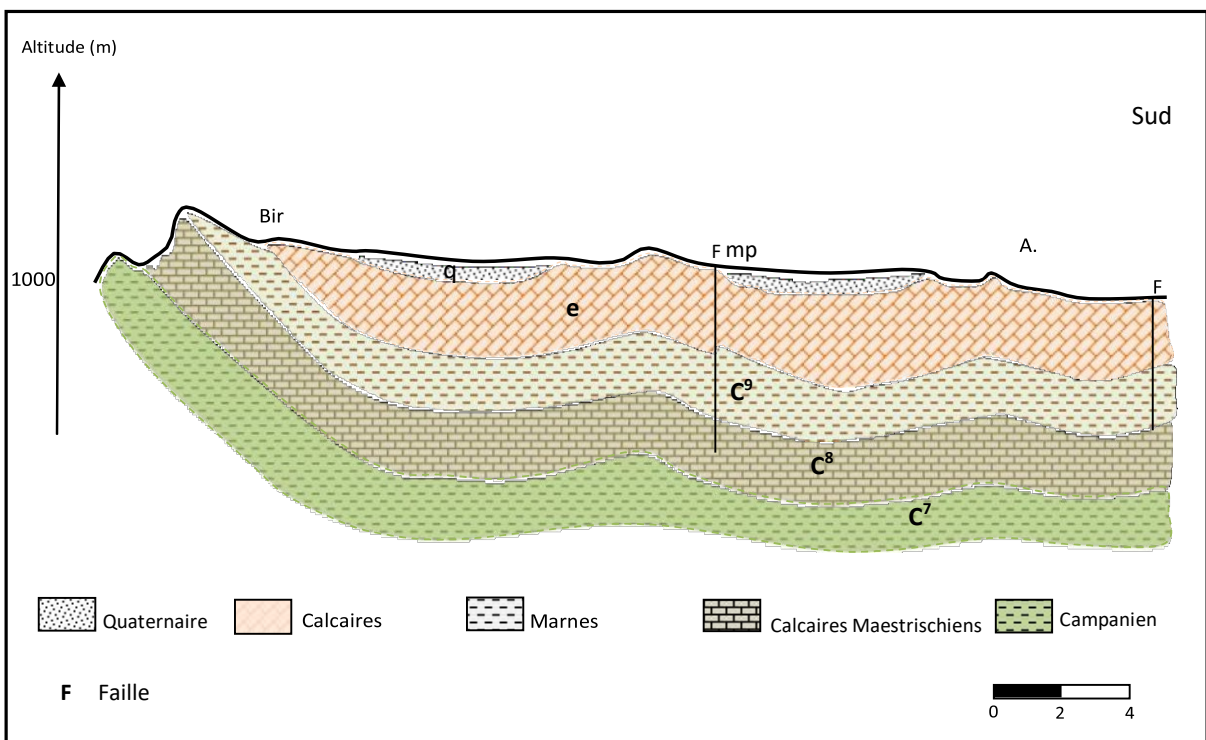


Fig. N° 22: Coupe géologique le long du plateau de Chéria.

La figure 22 représentant une coupe géologique de direction nord-sud résume la situation géologique présentée ci-dessus. Sur un profil, sur la coupe nous pouvons retrouver la succession des formations géologiques de la région, ces formations s'étendent du plus ancien vers le plus récent, du Campanien (C7) où le faciès est marneux, vient au-dessus les calcaires d'âge Maestrichtien (C8). Au-dessus nous retrouvons un autre faciès marneux d'âge Danien (C9). Ces marnes sont surmontées par des calcaires éocènes (e). La fin de cette série est marquée par les formations plio-quadernaires, sables, argile et cailloutis. La coupe montre également une structure en cuvette des formations suscitées et l'ensemble est affecté par deux failles dans le secteur centre et Sud.

3- L'aspect tectonique

La tectonique de cette région est marquée par deux principales phases : une, post-miocène et la deuxième post-pontienne.

Structuralement, le plateau de Chéria peut être décrit comme constitué de deux parties distinctes sous forme de cuvettes dont le contact se localise au niveau de la localité elle-même. Les charnières de ces deux structures synclinales sont allongées suivant une direction NE-SW.

A cette structure tectonique s'oppose de manière orthogonale une autre formée par un ensemble de failles importantes et de plis.

4- L'aspect paléontologique

La riche présence de débris de vertébrés dans les niveaux phosphatés de l'éocène et des formations maestrichtiennes la paléontologie de cette région, cela concernant la catégorie des poissons. Pour ce qui est des mammifères, la connaissance des faunes du niveau miocène inférieur et moyen reste très partielle.

5- Intérêt hydrogéologique du système multicouche de Chéria

En raison de la spécificité de cette étude ainsi que de son objectif, nous avons jugé utile de présenter un récapitulatif des différentes formations géologiques de la région d'étude et leurs éventuelles potentialités hydriques. Le tableau ci-dessous résume cela (Tab. 25).

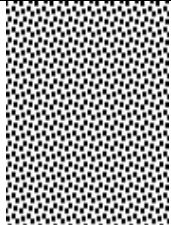
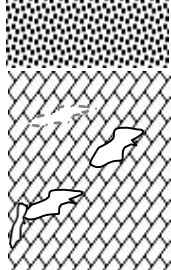
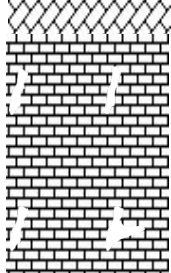
<i>Site</i>	<i>Age</i>	<i>Epaisseur</i>	<i>Potentialités hydriques</i>	<i>Nature géologique</i>	<i>lithologie</i>
<i>Plateau de Chéria</i>	<i>Quaternaire</i>	<i>30 à 40 m</i>	<i>Aquifère à l'état d'épuisement</i>	<i>Alluvions fluviales</i>	
	<i>Eocène</i>	<i>50 à 70 m</i>	<i>Forte potentialité</i>	<i>Calcaires fissurés+kars t</i>	
	<i>Maestrichtien</i>	<i>250 m</i>	<i>Aquifère en bordures</i>	<i>Calcaires fissurés</i>	

Tableau 25: Potentiel hydrique des formations géologiques.

6- Conclusion

La série stratigraphique identifiée par les investigations sur le plateau de Chéria, se présente dans une chronologie croissante, du Campanien jusqu'au Plio-quaternaire, elle est représentée par une alternance de calcaires et de marnes et se termine par des alluvions et des sables. Les phases (02) tectoniques ont affecté la région et ont abouti à la formation d'un synclinal.

La géologie de Tebessa

1- INTRODUCTION

La région de Tébessa fait partie de la structure autochtone Nord-Aurésienne (Aurès Nememcha) de l'atlas saharien (Durozoy, 1956 ; Villa, 1974 ; Kowalski et al ; 1995, 1996 et 1997) .Elle est constituée essentiellement des formations suivantes :

Une formation triasique diapirique disloquant des formations subjacentes au niveau du Djebel Djebissa.

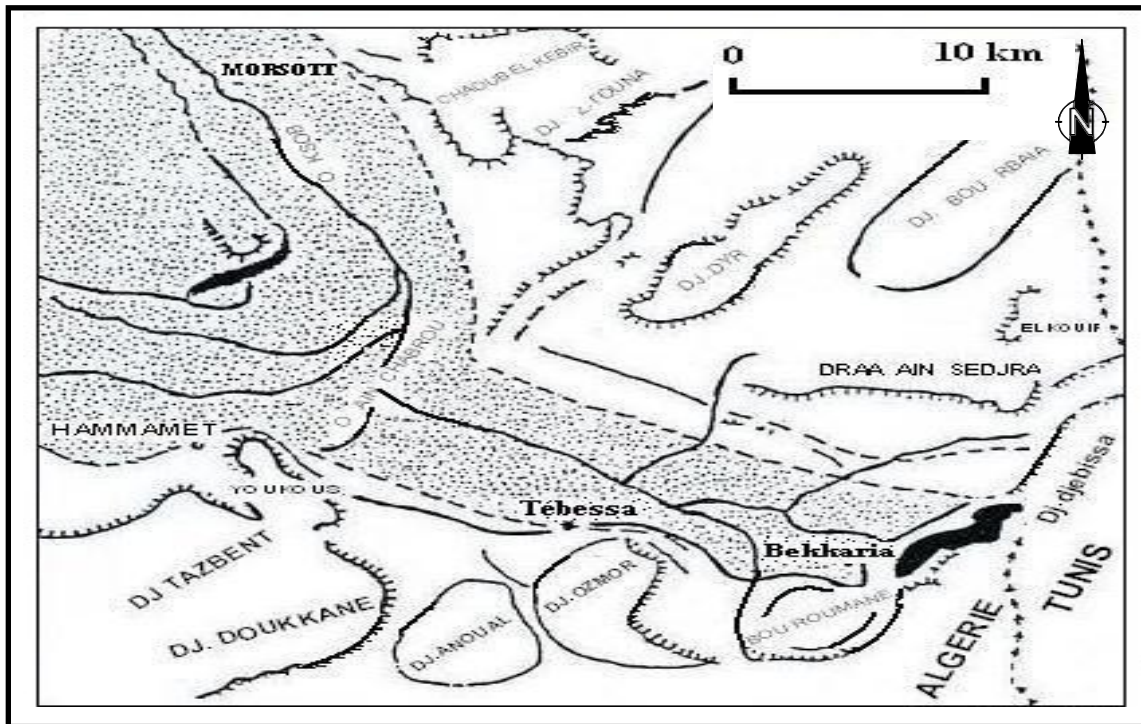
Des formations carbonatées représentées par d'importantes couches calcacairo- marneuses et des marnes d'âge Crétacé à Tertiaire .Certaines de ces formations sont observables au niveau des bordures de la plaine de Tébessa.

Un important dépôt alluvionnaire Moi-Plio-Quaternaire qui repose en discordance avec les formations précédentes et forme ainsi le remplissage de la dépression, actuellement, la plaine (le fossé d'effondrement de la plaine de Tébessa) .cette formation est observable surtout au piedmont des reliefs accidentés.

2- GEOMORPHOLOGIE

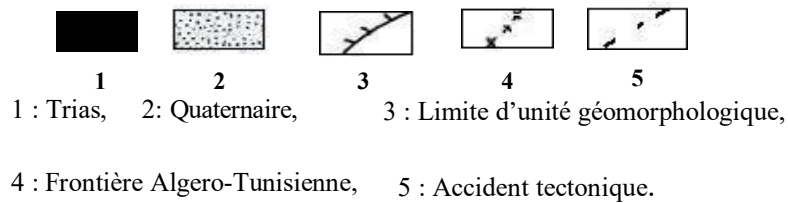
La plaine de Tébessa correspond à un grand fossé d'effondrement qui recoupe orthogonalement des plis anticlinaux et synclinaux d'axes NE-SW. Les grands accidents disloquants ces structures, ont donné à la région sa physionomie actuelle .La plaine est entourée de part et d'autres par deux grands ensembles d'affleurements calcaires, séparés par des dépressions (Fig. 5)

,



F. THOMAS (1974)

Fig. N° 23: Fig. 5. Croquis géomorphologique de la région de Tébessa, In Djabri 87.



2-1- Les monts septentrionaux

Le passage des hautes plaines de Mellègue aux monts de Tébessa se manifeste par le rétrécissement des plaines et par l'accentuation des unités géomorphologiques tel que le val perché de Dyr et celui de Bou Rbaia. La majorité des plis dans cette bordure septentrionale sont tranchés par des failles transversales NW-SE.

2-2- Les monts méridionaux

Au sud, le fossé d'Ain Chabro tranche les monts de Nememcha, interrompant les formes du relief qui possédaient, auparavant, une certaine symétrie. Le relief devient de plus en plus complexe à l'Est de Djebel Doukkane ; la barrière orientée E-W s'incline vers le Nord-Est ou' elle ferme la plaine de Tébessa. Cette barrière se présente en petits massifs tels que Djebel Anoual, Djebel Azmour et Djebel Bouroumane.

3- STRATIGRAPHIE ET DESCRIPTION DES FACIES

Une synthèse sur les travaux lithostratigraphiques dans la région de Tébessa a été donnée par Salmi-Laouar (2004). Je présente ici l'essentiel de cette description, (de bas en haut) avec présentation d'un log lithologique synthétique. (fig.6)

3-1- Le Trias

Les terrains les plus anciens connus dans « la zone de diapirs » de la région de Tébessa appartiennent au Trias .Celui-ci a été daté par analogie à Dj. Chettaba (Bertrand, 1896a). Les pointements triasiques qui affleurent dans cette région ont depuis toujours fait l'objet d'une attention particulière, en raison de leur importance pour l'exploration des champs miniers et pétroliers. En Algérie Nord orientale et en Tunisie, les nombreux diapirs sont à Trias évaporitique sans sel affleurant ; toutefois la présence du sel est souvent confirmée en profondeur (Bouzenoune ,1993 ;Perthusiot, 1994).

La succession lithologique complète du Trias dans « la zone de diapirs » n'est pas connue avec précision. Cependant, ce dernier garde une composition lithologique assez constante, du moins dans toute la région de Tébessa. Son épaisseur demeure également inconnue mais elle est évaluée à plus de 1000 mètres (Rouvier et all. ; 1985 ; Pohl et al. ,1986). Au cours de la période triasique s'est déposée une puissante série de dépôts évaporitiques et argilo-gypsifère dans des bassins lagunaires et lacustres (Chevenine et al.,1989). Il s'agit de marnes bariolées à gypse, de dolomies, de calcaires dolomitiques et de grès.

Dans la région de Tébessa, le Trias affleure sous forme d'extrusion et occupe généralement le cœur des structures anticlinales (Perthuisot et Rouvier, 1992 ; Aoudjehane et al. ,1990 et1982), avec des récifs à son apex à l'Aptien et à l'Albien (Masse et Chkhi- Aouimeur, 1982).

Ces corps triasiques présentent des dimensions variables sous forme de sections elliptiques parfois très étirées, sur une bande orientée NE-SW sur environ 80Km. Les affleurements les plus importants sont ceux de Djebissa, Ouenza, Boukhadra, Mesloul, Boujaber, Hameimat Nord, Hameimat Sud et bien d'autres massifs.

Le déclenchement des phénomènes halocinétiques est lié à la distension (en blocs basculés) qui a caractérisé l'Atlas saharien oriental durant le Crétacé, après fracturation du

		Lithologie	Epaisseur (m)	Description lithologique		
CENOZOIQUE	Quaternaire		⑥ 10-30	Dépôts clastiques d'origine continentale. Dépôts clastiques d'origine continentale		
	Néogène	Miocène		⑤ 10-150	Conglomérats à grains variés avec un ciment carbonaté, grès quartzeux et calcaire sableux avec intercalations d'argiles	
		Eocène		200	phosphates marneux et sables intercalation de	
	E O C E N E	I N F E R I E U R	Maest.		250-300	Calcaires gris clairs, calcaires crayeux et marnes argileuses avec intercalation d'argiles dans la partie supérieure
			Campan.		500-600	Marnes argileuses gris-foncées et des calcaires blancs dans la partie moyenne et supérieur
			Con-Sant.		500-600	Marnes argileuses grises et grises bleuâtre
			Turo		180-250	Calcaires en bancs, partiellement marneux à teinte noire et gris foncée
			Cénom.		900-1000	Marnes gris verdâtres et grises dans la partie supérieure, avec intercalation de calcaires marneux
			Vracon.		500-600	Marnes et marnes argileuses avec interaction de calcaire argileux et argilites
			Albien		480-600	Marnes grises et gris foncée, noires dans la partie sup. avec de minces intercalations de calcaires argileux
			Clans		100-200	Marnes grises, gris-jaunes partiellement avec des intercalations de calcaires
			Aptien		300-600	1- Faciès clastique, marnes argileuses avec intercalations de marnes sableuses et grès calcaires. 2- Faciès carbonaté, calcaires organo-détritiques, bioclastes, ooclastes et interclastes
			Barriem		< 250	Calcaires et dolomies, argilites et argiles dans la partie supérieure (grès à Mesloula)
	Jurassique		?	Formations marno-gypsifères bariolées avec peu d'intercalations de grès à grains fins, dolomies et calcaires marno-dolomitique		
	Trias		< 700	Formations marno-gypsifères bariolées avec peu d'intercalations de grès à grains fins, dolomies et calcaires marno-dolomitique		

Fig. N° 24: Colonne stratigraphique synthétique de la région de Tébessa.

(D'après : Dubourdiu 1956, 1959; David 1956; Madre 1969; Fleury 1969; Thibieroz et Madre 1976; Chikhi 1980; Otmanine 1987; Bouzenoune 1993 ; Vila et al. 2000; Salmi-Laouar, 2004).

substratum anti-salifère (villa,1980). La mobilisation du matériau salifères est favorisée par son fluage et l'existence de zones fragiles dans la couverture post-salifères .Elle provoque ainsi son ascension et sa migration vers le haut et une intense subsidence pour les formations post-Aptiennes d'une puissance d'environ 5000m dans les bassins inter- diapiriques. La plasticité est intense et la disparition de son aspect stratigraphique originel compliqué ultérieurement par ensemble chaotique non structuré. Ces critères ne sont que des effets de la mobilisation se traduit aussi par l'évolution d'une structure à plusieurs zonations minéralogiques accompagnée dans la plupart des cas par des concentrations métallifère Pb-Zn Ba-Sr (Rouvier et al. ,1985 ,Sheppard et al. ,1996).

Les arguments et les conséquences du diapirisme sur la couverture post-triasique retenus par les diapirites se traduisent par des remaniements de faciès, des constructions récifales, des variations lithologiques et des épaisseurs de sédiment Albo-Aptiens et des contacts verticaux avec les séries de la couverture et leur renversement. Ces effets sont visibles dans de nombreux massifs.

3-2 Le jurassique

Les dépôts jurassiques sont absents dans la région (Dubourdieu, 1956, Chevenine et al.1989), mais ils ont été recoupés par des sondages pétroliers en dehors des zones diapiriques (Beghoul, 1974).

3-3- Le barrémien

Les formations Barrémiennes sont représentées essentiellement par des marnes grises ou jaunes assez argileuses, à ammonites pyriteuses. Vers le sommet, ces marnes sont intercalées par des minces passées de calcaires noduleux gris clair à patine ocre (Dubourdieu,1956).Ces formations ne dépassent pas les 250mètres d'épaisseur. Elles se sont déposées sur un haut fond assez proche de la surface (Dubourdieu, 1956), et témoignent des conditions de sédimentation en mer peu profonde. Ces conditions de sédimentation se sont poursuivies jusqu'au début de l'Aptien.

3-4- L'Aptien

Sur de vastes surfaces, l'Aptien prend dans « la zone des diapirs » de la région de Tébessa une grande importance par la nature de ses dépôts et leur développement substantiel (300à600md'épaisseur) .Il est formé de roches carbonatées néritiques qui se sont déposées dans des eaux chaudes peu profondes. Ces conditions ont favorisé l'essor des processus organogènes de la sédimentation qui a mené à la formation de différentes constructions. A l'Aptien, la mer était plus étendue qu'au Barrémien. Le fait le plus marquant de cette période est la formation des récifs sur des rides allongées (Dubourdieu, 1956).Durant l'Aptien supérieur, la région de Tébessa a connu le développement de nombreuses plates-formes isolées dont l'architecture est contrôlée par des remontées diapiriques (Dubourdieu, 1956).Ce complexe fait partie de domaine

des hauts-fonds qui séparait, durant l'Aptien un faciès aptiens annoncent une régression fini-Aptienne.

La formation Aptienne débute par un Aptien essentiellement marneux composé par une alternance de marne, d'argile de grès et de calcaires à gastéropode, Mollusques et Echinoides. Cet Aptien marneux est surmonté par un Aptien calcaire, formé de puissants blocs calcaires à ciment dolomitique, bioclastique à orbitolines, rudistes et qualifiés de

récifaux (Dubourdiou, 1956). Le clansayésien apparaît au cœur des anticlinaux de la région.

3-5- L'Aptien marneux

Il est présenté par de gros bancs massifs et épais de calcaires béchiques à ciment dolomitique, de calcaire graveleux et bioclastique à orbitolines et de mollusques. Parfois, on rencontre des intercalations de quelques niveaux de marnes feuilletées de couleur rouge violacée ou verte. On note la présence de quelques Lamellibranches, de moules internes de Gastéropodes au niveau de Djebel Bouroumane. Cette formation peut atteindre 450m d'épaisseur.

3-6- Le Clansayésien

Il affleure dans divers anticlinaux de la région étudiée, il s'agit des marnes grises, jaunes à Ammonites avec des calcaires gréseux (Dubourdiou, 1956).

La formation aptienne présente une épaisseur totale de l'ordre de 700m en moyenne.

3-7- L'Albien

Généralement, la formation albienne débute par un faciès carbonaté qualifié de « récifal » dans sa partie inférieure et marneux et marno-calcaire dans sa partie moyenne à supérieure. Dans la région de Tébessa, il est marqué par une faune benthique dans des zones peu profondes. Al'Albien supérieur, la couverture albo-aptienne est percée par le Trias, entraînant le redressement des couches et la complexité des structures (plis évasés) généralement scellées par le Vraconien (Bouzenoune, 1993 ; Othmanine, 1987 ;Nedjari-Bélhacène et Ndjari,1984).

Une série monotone de marnes à argiles d'un gris foncé avec passage de calcaires à marnes noires. Sa puissance varie de 20 à 150mètres.

3-8- Le Vraconien

Il est composé généralement par des marnes à intercalation de calcaires argileux et argilites de 500 à 600 mètres d'épaisseur (Dubourdiou, 1956). Il est généralement transgressif dans quelques régions sur le Trias (Thibiéroz et madre, 1976) et sur l'Aptien (Othmanine, 1987). Avec sa sédimentation marno-argileuse, le Vraconien forme un écran immédiat et contrôle principal à la minéralisation polymétallique.

3-9- Le Cénomanién

Dans la région de Tébessa, une série monotone de marnes argileuses verdâtres s'installe au Cénomanién inférieur. Au Cénomanién moyen, ces marnes admettent diverses intercalations calcaires peu développées avec une faune plus moins abondante et de veinules de calcite fibreuse. Au Cénomanién supérieur, la sédimentation devient carbonatée. L'épaisseur totale de la formation cénomaniénne est estimée entre 750 et 1100 mètres. La sédimentation Cénomaniénne s'est déposée dans des conditions abyssales (profonde). Cette époque est caractérisée par des décrochements traduisant un raccourcissement NE-SW (Othmanine, 1987).

3-10- Le Turonien

Il se fait remarquer par son changement rapide de sédimentation vers des calcaires compacts donnant lieu à des reliefs accusés. Le Turonien constitue les flancs des grands anticlinaux et synclinaux et ses formations affleurent également en dehors des zones diapiriques.

L'analyse lithologique faite par Salmi-Laouar (2004) montre que la partie inférieure du Turonien dans le massif d'Essouabaa, épaisse de 200 mètres environ, est formée d'une série d'alternance stratocroissante de marnes, de calcaire marneux et de calcaires. Les marnes sont parfois argileuses de couleur grisâtre, d'ordre métrique à pluviométrique. L'épaisseur des bancs de calcaires marneux et des calcaires fins micritiques sont aussi d'ordre métrique à plurimétrique. L'étude de la microfaune a livré des sections de genre *Weithnella* et du genre *Hedbergella*.

A partir du Turonien inférieur, les conditions abyssales qui régnaient, commencent à changer vers des conditions de mer chaude moins profonde. Au Turonien supérieur, une mer relativement profonde s'installe avec une accumulation d'une assise marneuse. Ce régime continue jusqu'au Campanien.

3-11 Le Campanien-Santonien

Ils ne sont pas subdivisés à cause du manque d'éléments de datation. Ils sont représentés par des marnes argileuses gris verdâtre et jaune gris à plaquettes de calcite fibreuse et intercalation de marnes à lumachelles. Leur puissance varie de 200 à 600mètres.

3-12- Le Maestrichtien

Il est marqué par des calcaires blancs bien lité, d'environ 60 mètres d'épaisseur, recouvert par une très forte accumulation de marnes argileuses grises à noires (150m). Ces dernières admettent à leur base quelques intercalations de calcaires (Dubourdiou, 1956).

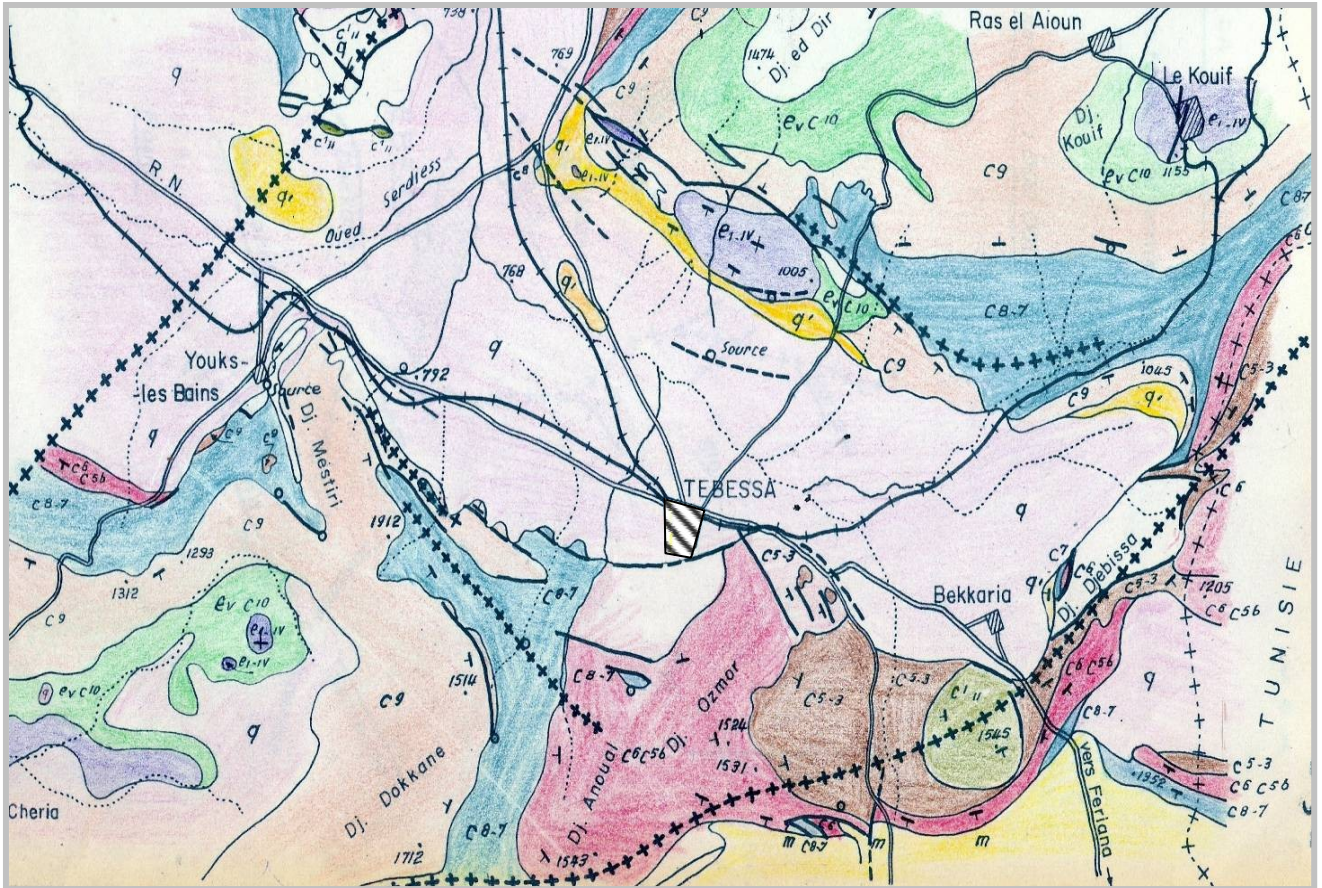
Le régime sédimentaire au Campanien supérieur et au Mæstrichtien, indique toujours la continuité des mêmes conditions de dépôts dans un milieu peu profond et de mer chaude (Chevenine et al, 1989) avec une prédominance de calcaires crayeux rarement récifaux.

3-13- Le Paléocène

Sa base présente des marnes analogues à celle du Maestrichtien supérieur qui s'intercale à des couches phosphatées vers les niveaux supérieurs.

3-14- L'Eocène

Des calcaires à silex et d'autres à nummulites caractérisent l'Eocène inférieur et moyen, près des périmètres de la région de Tébessa. Leur puissance est de 200 mètres.



Légende :

- q : Quaternaire récent (q)
- q' : Quaternaire ancien (et pliocène récent ?) : conglomérats, argiles rouges, lits de galets (q')
- m : Miocène (Burdigalien et Vindobonien) : grès et marnes rouges (m)
- e_{1.IV} : Lutétien – Yprésien – Thanétien : calcaires et marnocalcaires phosphatés (e_{1.IV})
- e_{v.C10} : Dano-mantien : marnes (e_{v.C10})
- C⁹ : Campanien sup. – Maestrichtien : calcaires blancs à Inocérames (C⁹)
- C⁸⁻⁷ : Emschérien – Campanien inférieur : marnes et marnocalcaires blancs (C⁸⁻⁷)
- C⁵ C^{5b} : Turonien – Cénomaniens sup. : calcaire, dolomies, calcaire marneux (C⁵ C^{5b})
- C⁵⁻³ : Cénomaniens – Vraconien : limachelles et marnes (C⁵⁻³)
- C^{1.II} : Albo – aptien : calcaire et dolomies (C^{1.II})
- t : Trias : argiles à gypses, calcaires et cargneules (t)
- — — — — : Contacts anormaux, failles et leurs prolongements
- - - - - : Accidents probables
- +++++++ : Axes anticlinaux
- T : Pendage des couches

Fig. N° 25 : . Esquisse Géologique de la région de Tébessa (Durozoy 1956. DHW Tébessa.

3-15 Le Miocène

Les dépôts du miocène inférieur et moyen reposent transgressivement sur les formations anciennes (Albien -Sénonien et même sur le Trias).il s'agit une puissante accumulation de marnes et de grés dont l'épaisseur peut atteindre dans le bassin de Oulad Soukiés (NW de l'Ouenza) 1000m (Dubourdiou, 1956 ; Kowalski et Hamimed, 2000).

A leur base, les formations miocènes comportent des conglomérats contenant des éléments de calcaires variés, de silex gris, des galets ferrugineux et des éléments empruntés au Trias, témoignant d'une activité diapirique (Bouzenoune, 1993).Le remaniement de silex, réputé d'âge Yéprisien à la base du Miocène témoigne de l'existence d'une mer Eocène ou' se dépose une sédimentation marine durant l'Eocène et le Miocène inférieur à moyen. La sédimentation à la fin du Miocène indique le début d'une phase de régression.

La puissance moyenne du Miocène dans la région d'étude est de 150m (Dubourdiou, 1956).

3-16 Le Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont d'origine continentale et sont distribués dans les parties basses des reliefs et couvrent des surfaces importantes (plaines et vallées actuelles). Ils sont formés de croûtes calcaires, limons éboulis, cailloutis et poudingues. La puissance du quaternaire varie entre 10 et 30m (Dubourdiou, 1956). Les formations lithologiques qui peuvent être distinguées sont les formations actuelles, les formations anciennes et le plio- quaternaire (fig. 7) :

4- Formations actuelles et récentes

Eboulis actuels. Ils existent au pied de tous les grands reliefs calcaires, mais il se confondent, la plupart du temps, avec les éboulis anciens.

Travertins : Ils se déposent par les sources de Tébessa et de Tenoukla.

Alluvions actuelles : elles n'existent que rarement car, en règle très générale, les oueds recoupent les formations sur lesquelles ils coulent. Sur les bordures de la plaine, elles affectent l'allure de dépôts torrentiels.

Limons récents : ils sont développés surtout dans la grande vallée de l'oud Kébir. Dans la Merdja de Tébessa, des dépôts de gypse alluvionnaire font l'objet d'exploitations locales.

Croûtes calcaires : Ce sont des dépôts superficiels dus à l'évaporation d'eau chargée de calcaire développé surtout sur les alluvions caillouteuses anciennes.

5- Formations anciennes

Alluvions anciennes : Elles constituent les basses terrasses des oueds et se raccordent généralement à des formations anciennes occupant latéralement de plus grandes surfaces ainsi que de niveaux localement discernables (cours amont de l'oud Oglal el Rbaib).

Alluvions anciennes de piedmont : se sont des formations de bordures de la plaine de Tébessa, argileuses ou caillouteuses. Dans le premier cas, elles sont constituées à partir des marnes sénoniennes à l'W et de Tébessa, Danomontiennes au NW, Cénomaniennes au SE et dans le second cas, à partir des calcaires Maestrichtiens à du Dj. Djebissa. Ce sont, la plupart du temps, des cônes de déjection.

Matériel d'épandage ancien en terrasse : Il est composé de cailloutis et d'argiles, peu épais en générale (sauf à l'Ouest de Tébessa dans la région du Chabet et Hallouf), sur les marnes Crétacées.

Matériel d'épandage ancien : éboulis et cônes de déjection.

a - éboulis et cônes de déjection anciens, ravinés par les oueds actuels ;

b - grand éboulis, amas de blocs, souvent énormes, de calcaires Maestrichtiens paraissant soliflués, disloqués et encours de destruction par l'érosion ;

c - localement : anciens cônes de déjection rougeâtres, d'esquilles calcaires bien cimentées, empruntées exclusivement aux reliefs Maestrichtiens au pied desquels ils se trouvent (Dj.Mistiri, Chabet el Hamara, Ksar Tebnet). Un pendage vers l'amont est parfois visible. Il peut s'agir, soit du rejeu récent d'accidents de la bordure du fossé d'effondrement, soit de mouvements de solifluxion sur les marnes. Une période très humide a dû présider à leur formation.

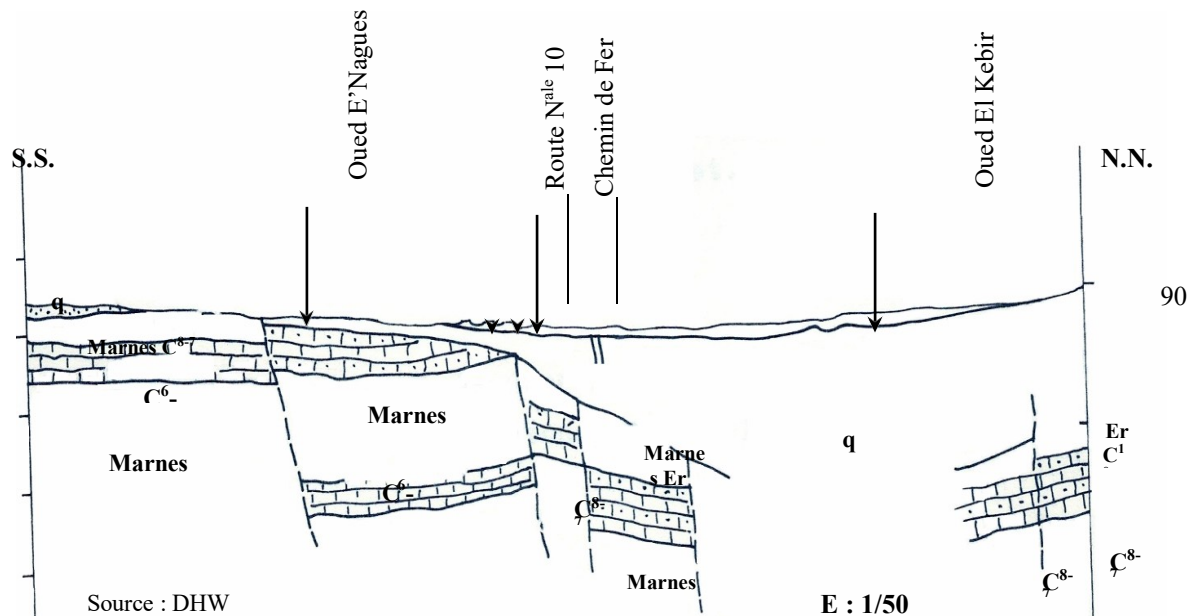


Fig. N° 26: Coupe géologique schématique de la plaine de la Merdja en aval de Tébessa.

Cailloutis ancien du Dj. Djebissa Ils sont souvent perchés sur les argiles à gypse du Trias ou sur les marnes Cénomaniennes dans la région du Dj .Djebissa.

Plio-quadernaire(Villafranchien)

Il est composé de :

a - Argile rouge (O. Oglat Rbaib ; O. kébir ; kodiet el Kramassa ; O. Serdiess) ;

b - Conglomérat (contreforts E du Dj. Djebissa). Au kodiet et dans l'O. Naguess, près de Tébessa), l'argile et les conglomérats, alternant, n'ont pas été distingués. Quelquefois horizontaux, ces sédiments présentent, la plupart du temps, un pendage qui, s'il tient parfois à leur origine (dépôts de pente anciens à l'E du Dj. Djebissa), peut être aussi d'origine tectonique (O.Naguess, près de Tébessa).

A cette série se rapporte la plus grande partie des terrains de comblement du fossé d'effondrement. Un sondage exécuté pour la recherche d'eau dans la basse plaine de Tébessa les a traversés sur 171m. Ils renferment, en général, une faune D'Hélicidés. L'origine des sédiments détritiques est toujours immédiatement proche.

6- TECTONIQUE DE LA REGION

6-1- Les phases de l'orogénèse

Les différentes études sur la tectonique de la région ont permis de mettre en évidence la chronologie de la sédimentation, du plissement, du diapirisme et de la fracturation ainsi que, localement, les stades successifs d'effondrement du fossé de Morsott-Tébessa (fig). Cette région a subi les cinq phases et l'orogénèse alpine (Kowalski et al. ,2002) ;

6-2- La phase compressive fini -Lutétiennne

Elle est caractérisée par une contrainte maximale d'orientation N 320-330E. Elle se manifeste par des plis d'orientation atlasique N 50° -60° E bien visibles sur les cartes géologiques d'El – Aouinet (Dozet et al. 1985) et de Morsott (Blés, Fleury., 1970), mais moins nette sur la carte géologique de Tébéssa (Durozoy, 1956) à cause de la superposition des phases ultérieurs. Elle se manifeste clairement au SW de Tébéssa (Carte géologique d'Ain Télijdjéne, Villa., 1995).

6-3- La phase distensive du Miocène Inférieur

Elle est responsable de la formation et développement du bassin d'El Ma Labiod au cours du langhien-Serravallien et Tortonien, ainsi que celui des Oulad Skoukies et du graben de Foussana et Kasserine en Tunisie. La distension miocène a facilité la diapirisme dans le fossé de Oulad Soukies, à Djebel Ouenza, à Djebel Boukhadra et dans la zone entre Djebel Belkif et Hamiemat.

6-4- La phase compressive du Miocène supérieur

Elle ne se manifeste que dans la zone de Sebkhia Selloua et plus au Nord. Dans la zone d'étude, ces manifestations sont amorties, en accord avec (Villa., 1980). Les dernières manifestations de la compression miocène vers le sud, ont été observées dans les monts de Haute Merdja.

6-5- La phase compressive du Pliocène Inférieur

Elle a une contrainte maximale N0°- 20° E responsable de la formation des pis orientés N90°-110°S (l'anticlinal de Bled Tabaga, le synclinal de Draa Es Snouber, L'anticlinal de Bir Salem et le remplissements de l'anticlinal Fini-Lutien de Bouroumane. Avec la formation de l'anticlinal de Bouramane- Tella-Djebel Anoual) sur la carte de Tébéssa. On observe aussi la formation de synclinal de Draa Snouber sur la carte de Meskiana. L'effondrement du fossé de Morsott provoqué par la composante senestre de la contrainte N0°-20°E au cours de stade distensif, était accompagné par le percement du diapir de Belkif- Hamiema (diapirisme moi-pliocène), qui s'effondrait partiellement dans le fossé. La composante dextre facilitait la réactivation du diapirisme du Djebel Djebissa, qui

se manifestait comme un diapirisme sous-marin à l'Aptien -Albien, provoquant la réduction drastique du profil Aptien-albien de ce Djebel (Villa, 1994).

6-6- La phase compressive du pliocène Supérieur

Elle est responsable de la formation des structures plissées plus jeunes que le fossé de Morsott qui lui sont parallèles. A cette phase appartient l'anticlinal de Djebel Belkif, le synclinal Faïd AL Obbiz (Morel 1957) et l'anticlinal d'Oued Annaba- Djebel-Stah. Ces plis, orientés N160-170E sont formés par la contrainte maximale N80°E et détectés par Blés (1969) à El Kouif. La composante dextre de cette contrainte est responsable de l'effondrement du fossé de Tébessa lié avec l'effondrement et basculement d'une partie des structures plicatives du Pliocène inférieur (comme une partie de l'anticlinal du Bled Tebaga, et du synclinal Draa Snouber). La composante senestre de cette contrainte a réactivé la montée du diapir de Djebel Belkif avec sa couverture turonienne et de la zone de Sidi Bouhalala. Ce soulèvement diapirique a déformé le fossé du Morsott et parallèlement se produisait la réactivation du diapir du Djebel Djebissa. Qui monte jusqu'à maintenant. La zone de jonction des fossés de Morsott (orienté NNW-SSE) et de Tébessa (orienté WNW-ESE) constitue une sorte de décrochement. La prolongation septentrionale du fossé de Tébessa déborde cette zone de jonction en modifiant partiellement le synclinal de Draa Snouber (Pliocène inférieur) à l'Ouest du Djebel Belkif. Par contre les plis de Villafranchien inférieur, parallèles au fossé du Morsott sont conservés. La composante senestre de la contrainte maximale du Plio-Villafranchien est responsable de la formation du fossé de Hammamet (Fig. 09). Le substratum de ce fossé basculé, est constitué d'un système de horsts et grabens orientés SW-NE.

6-7- La formation du fossé d'effondrement de Tébessa

L'effondrement dans la région étudiée n'est observable qu'après la phase atlasique finie -lutétienne qui se manifeste dans l'Atlas Saharien par des plis dirigés SW-NW.

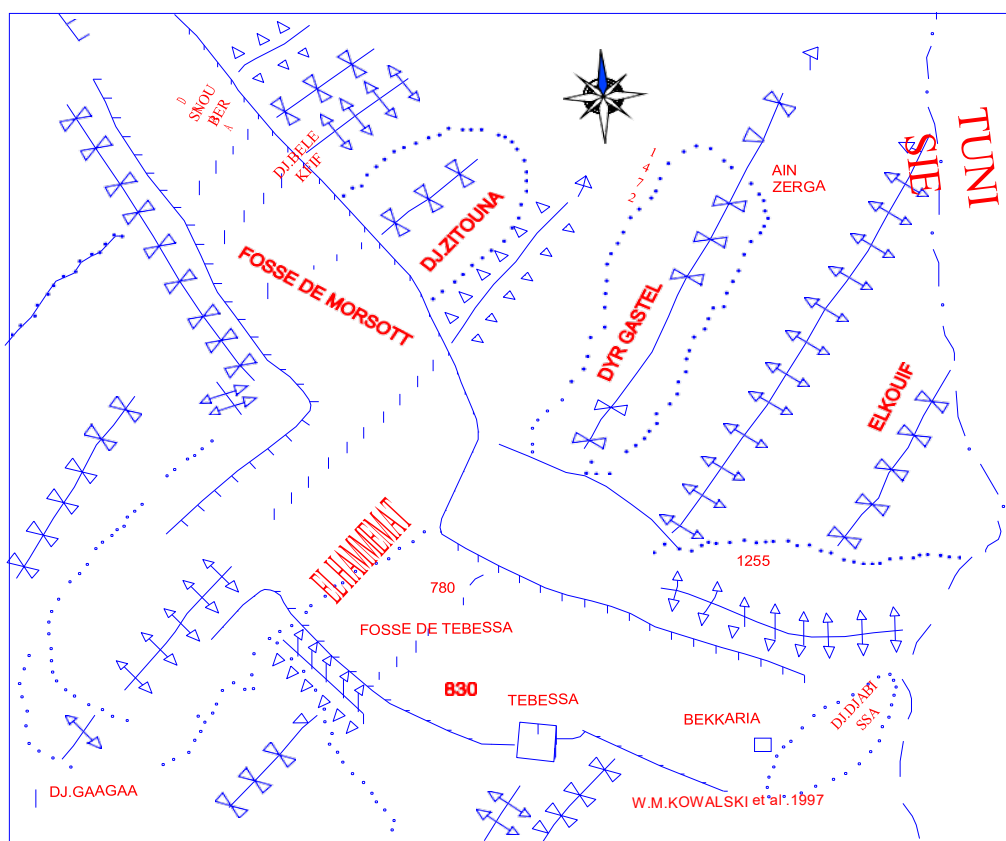
Le fossé de Morsott dirigé NNW-SSE s'est formé après le stade compressif de la phase pliocène inférieur. La jonction entre le fossé de Morsott et le fossé de Foussana a été établie au cours du Villafranchien inférieur par la formation du fossé de Tébessa.

Les sédiments du Pliocène supérieur (Villafranchien inférieur) appartenant au premier stade d'effondrement du fossé de Tébessa ont été en grande partie érodés en liaison avec le deuxième stade d'effondrement affectant presque toute la surface du fossé au villafranchien supérieur (Pléistocène inférieur). Dans le fossé de Foussana les sédiments du Miocène sont couverts par la formation de

Segui (Villafranchien inférieur) qui est contemporaine des sédiments du premier stade d’effondrement du fossé de Tébessa.

Les puissantes séries de cailloutis témoignent dans le fossé de Tébessa de l’importance de deuxième stade d’effondrement du Pléistocène inférieur.

Une subsidence beaucoup plus modérée après le deuxième stade d’effondrement a favorisé, au Pléistocène moyen, la sédimentation d’argiles au cours du troisième stade d’effondrement.






-  Faille de bordure Anticlinal Synclinal Liaison probable
-  Limite d’unité géomorphologique
-  Point coté

Fig. N° 27: Esquisse tectonique de la région de Tébessa W.M. KOWALSKI et al. (1997).

Au Pléistocène supérieur a eu lieu un quatrième stade d’effondrement très important dans la zone axiale du fossé de tébessa. Selon A.Zerdazi (1990), cet effondrement a provoqué la formation d’un graben d’une largeur d’environ 2km. L’ampleur de l’effondrement a provoqué l’érosion partielle des sédiments de Q2 et le dépôt des galets de la série Q3 dans les zones érodées.

La subsidence était ralentie rapidement au cours de l'Holocène, mais elle se poursuit encore actuellement. Trois séismes d'intensité 4-5 sur l'échelle de Richter ont eu lieu au cours de l'année 1995, semblant bien être en relation avec le stade de distension de la phase plio-quaternaire. La zone axiale du graben de Tébessa, qui est actuellement le siège des dépôts alluvionnaires, poursuit son affaissement parallèlement aux soulèvements des marges du fossé lui-même. Ce mouvement tectonique a provoqué l'érosion partielle des sédiments du Pliéocène moyen et le dépôt, dans des zones érodées, des galets du Pliéocène supérieur. La subsidence s'est ralentie rapidement au cours du Quatrième stade, mais elle se poursuit jusqu'à nos jours car trois séismes ont eu lieu lors de l'année 1995 ; ce qui semble être en relation avec la phase responsable de la mise en place du fossé.

Le centre de la fossé constitue, actuellement, le siège de dépôts alluvionnaires sur les sédiments du quatrième stade.

Lithostratigraphie, tectonique et conséquences hydrogéologiques

La complexité tectonique de la zone étudiée nous a poussé à dégager les différentes structures résultantes de ces mouvements car ces structures peuvent constituer éventuellement les conditions aux limites des aquifères.

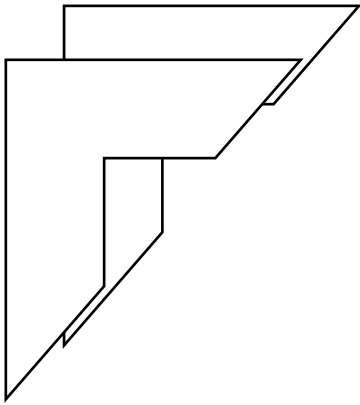
En faisant le point sur toutes les formations géologiques, nous pouvons retenir quelques niveaux qui sont d'une perméabilité en grand, ce sont les calcaires du Maestrichtien, du Turonien, et de l'Eocène. La présence de failles au niveau de ces formations leur confère l'aptitude de jouer le rôle d'important magasin d'eau. En effet ces fractures peuvent constituer au sein de ces assises des réseaux prêts à emmagasiner ou faire circuler d'importantes quantités d'eau. Nous rappelons que ces formations bordent la plaine de Tébessa aussi bien au Nord qu'au sud.

A l'intérieur de la plaine, les formations alluvionnaires, constituées à partir des sédiments de la série plio-Quaternaire, sont d'une perméabilité en petit. Ces formations bénéficient d'un granoclassement de la bordure vers l'axe de la plaine (en bordure se sont des gros cailloutis, voire des galets calcaires et au centre des limons récents à faible perméabilité).

7- Conclusion

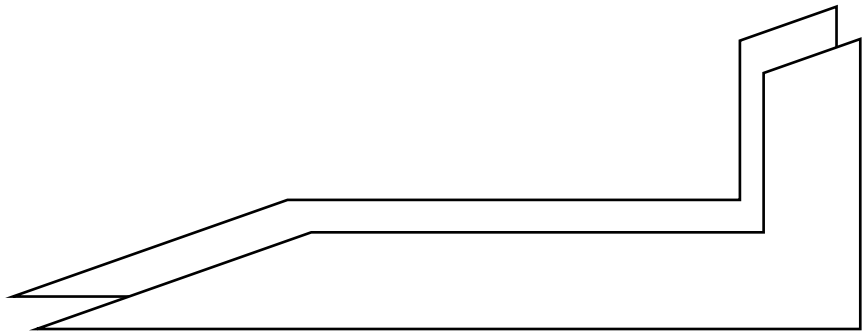
A partir de cette synthèse géologique, il est clair que les calcaires du Maestrichtien, Turonien et de l'Eocène constituent des niveaux d'une perméabilité en grand. La présence de failles au niveau de ces formations leur confère l'aptitude de jouer le rôle d'important magasin d'eaux souterraines. En effet ces fractures peuvent constituer au sein de ces assises des réseaux prêts à emmagasiner ou faire circuler d'importantes quantités d'eau. Ces formations bordant la plaine de la Merdja aussi bien au Nord qu'au sud.

A l'intérieure de la plaine les formations alluvionnaires sont d'une perméabilité en petit qui se constituent à partir des sédiments de la série plio-quadernaire, ces formations bénéficient d'un granoclassement de la bordure vers l'axe de la plaine. En bordure on rencontre des gros cailloutis, voire des galets calcaires et au centre des limons récents qui sont peu perméables.



Chapitre IV

La géophysique des régions
d'étude.



La géophysique d'El MaLabiod :

1- Introduction :

En 1971 la société de recherche (UGF -BRNO) entrepris une campagne géophysique par prospection électrique , pour le compte de la direction de l'hydraulique couvrant une superficie de 420 km² , représentée par : 315 systèmes électriques (SE) en AB =120 m et 120 SE en AB =1100m .

- ✓ Les objectifs principaux de cette mission sont :
- ✓ La détermination de la géométrie de la nappe mio-quaternaire d'une part, et l'établissement des cartes de substratum d'autre part.
- ✓ Les objectifs secondaires étaient :
- ✓ La détermination de la géométrie et l'épaisseur du dépôt quaternaire.
- ✓ La détermination de la profondeur, la géométrie de l'épaisseur et les degrés de fracturation des formations de calcaire.
- ✓ La mise en évidence des zones tectonisées.
- ✓ Donner une idée sur la structure géologique de tout le bassin.

2- Commentaire des cartes en equi-résistivité

2.1-Carte de résistivité apparente AB = 120 m (Fig N°1)

Cette carte est établie pour une profondeur d'investigation allant de 15à 30m mais présente de grande variation de résistivités de part et d'autre de l'axe de discontinuité électrique.

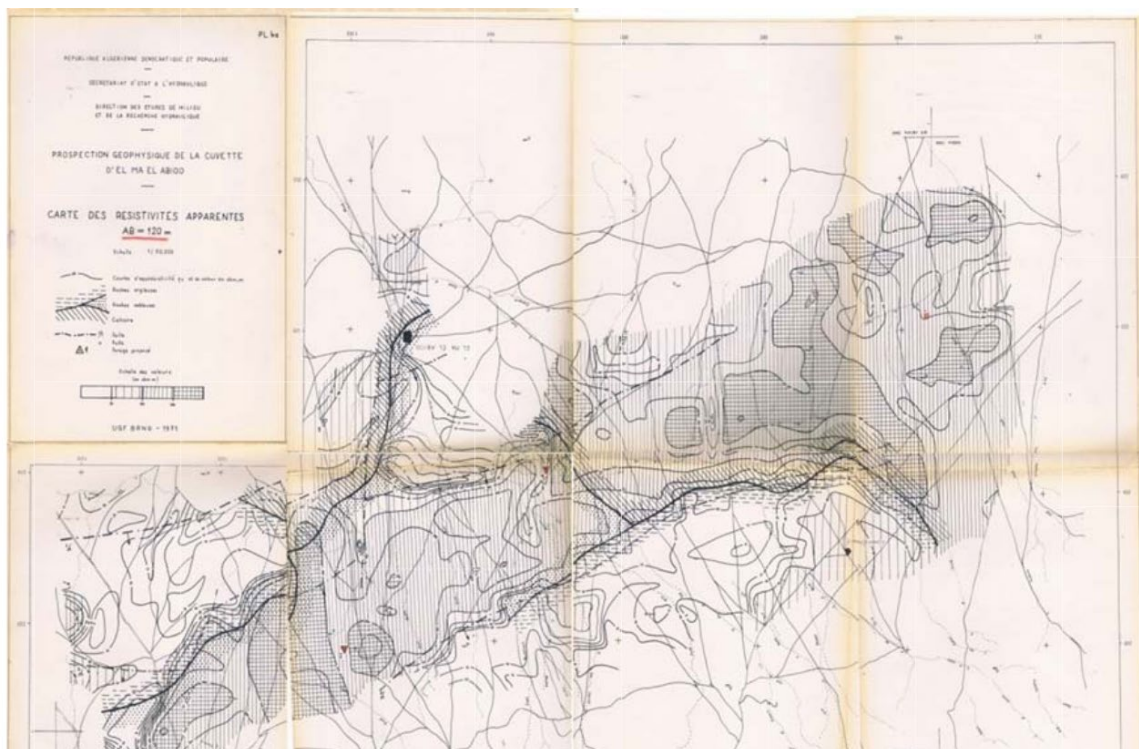


Fig. N° 28: Carte de résistivité apparente AB=120m(d'après UGF –BRNO).

2.2 -Carte de résistivité apparente AB = 1100 m (Fig 28)

C'est le document expérimental dressé avant toute interprétation quantitative, et qui consiste à relever pour chaque point.

La résistivité apparente pour une longueur de ligne AB égale à 1100 m. Elle donne une image qualitative de la situation géologique entre 150 et 320m de profondeur .

Selon la carte en AB = 1100 m ,les résistivités caractérisant le bassin sont très variées ; la partie Est et Sud-Est porte des valeurs de résistivités plus faibles. (inférieures à 30 Ω m), par contre à l'Ouest et Sud-Ouest du bassin les valeurs de résistivités varient entre 100 et 400 Ω m).

La valeurs maximums de résistivité sont enregistrées au Sud-Ouest et au Nord-Est , en revanche les valeurs minimums sont indiquées dans la partie centrale du bassin .

La transition entre les zones résistantes et conductrices traduit des valeurs moyennes de résistivité ($30 \leq \rho \leq 100 \Omega$ m).

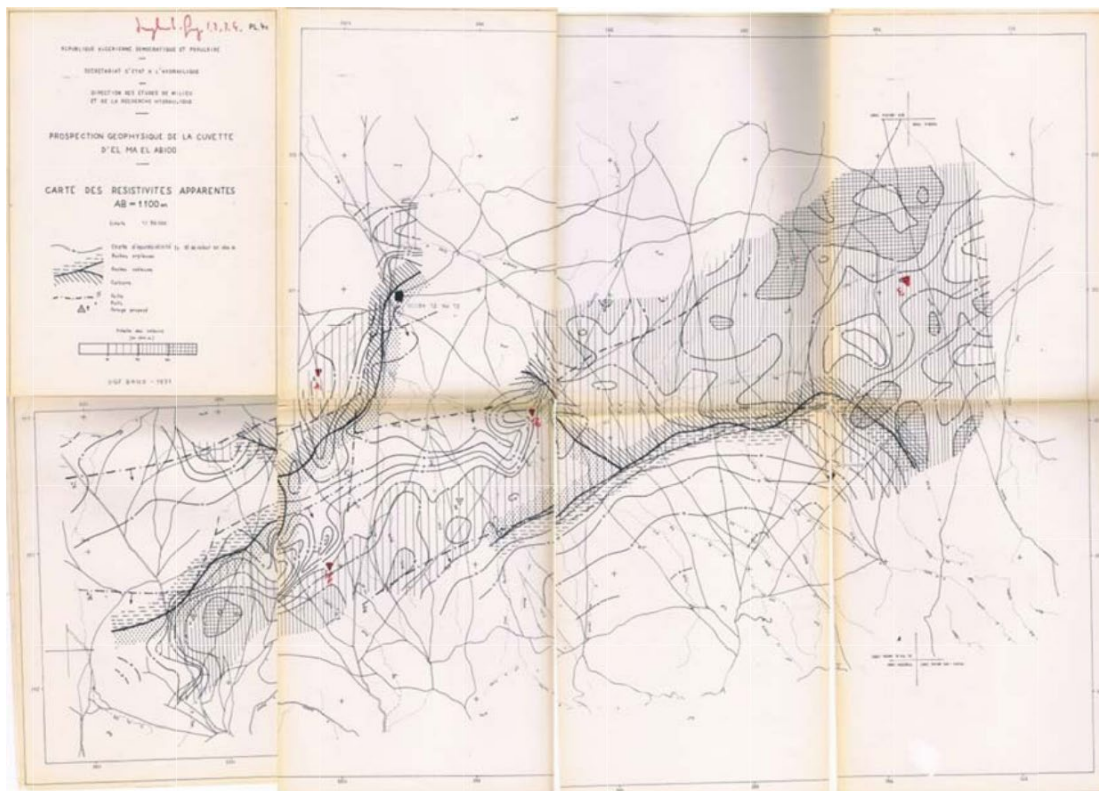


Fig. N° 29: Carte de résistivité app arente AB=1100m.

3. L'étalonnage :

Les données de mesures paramétrique ainsi recueillie ont été comparées avec les coupes stratigraphique des forages déjà implantés et réalisées dans le périmètre en question, ce qui a permis les constatations registrées dans le tableau suivant :

Tableau : N° 26 Correspondances des valeurs de résistivités aux roches d'après les logs des forages (bassin d'El Ma-Labiod)

Caractères	Plages de résistivités ($\Omega.m$)	Formations correspond
Elève	600 -3000	Calcaire , grés, croute
Diminuée	200 -500	Endroit fissurés
Moyenne	50 -250	Sables, graviers
Basse	20 -150	Formation de quaternaire
	20 – 60	Argiles sableuses
Très basse	02 -15	Argiles ou marnes

Tableau 26: Correspondances des valeurs de résistivités aux roches d'après les logs des forages (bassin d'El Ma-Labiod).

- Les calcaires, les grés et croute reflètent des valeurs de résistivités semblables et se situent dans les endroits déformés.
- Le gravier et le sable ont des valeurs de résistivités similaires.
- Les argiles prennent des valeurs de résistivités très basse.

L'interprétation des courbes de sondage électrique (travaux de terrains) ont abouti à l'établissement des différentes coupes géo électrique et différentes cartes en équi-résistivités .

42 profils de différentes orientations réalisés dans le cadre de l'étude.

L'ensemble des profils établis dans la région étudiée , donnent une situation très claire sur la corrélation entre la géophysique et la géologie.

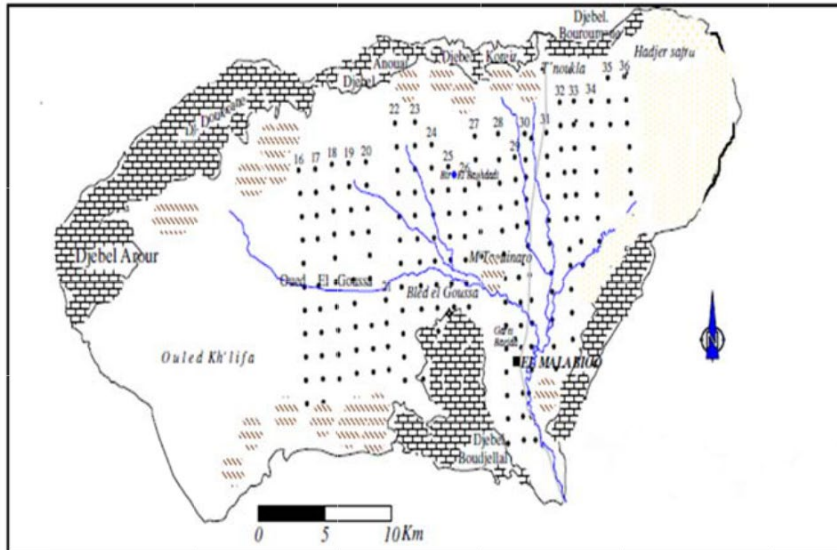


Fig. N° 30: Plan de position des sondages électriques (d'après Guefaïfia O ;1996).

les valeurs de résistivité des formations décrites ne sont pas toujours vraie, et les formations altérées disposent généralement d'une résistivité égale à celle des sables ou des graviers. Cinq profils géoélectriques ont été établis :

4-1- Les profils géoélectriques :

1 - Coupe transversale : profil N°1 (Nord- Sud)

Ce coupe prend en considération les logs forages M7, M5, M4 et M15. La figure est représentée par quatre étages homogènes, de résistivité variable sauf le dernier horizon, de part sa faible résistivité (moins de 15 Ω.m.), constitue un substratum conducteur par contre les étages supérieurs sont résistants.

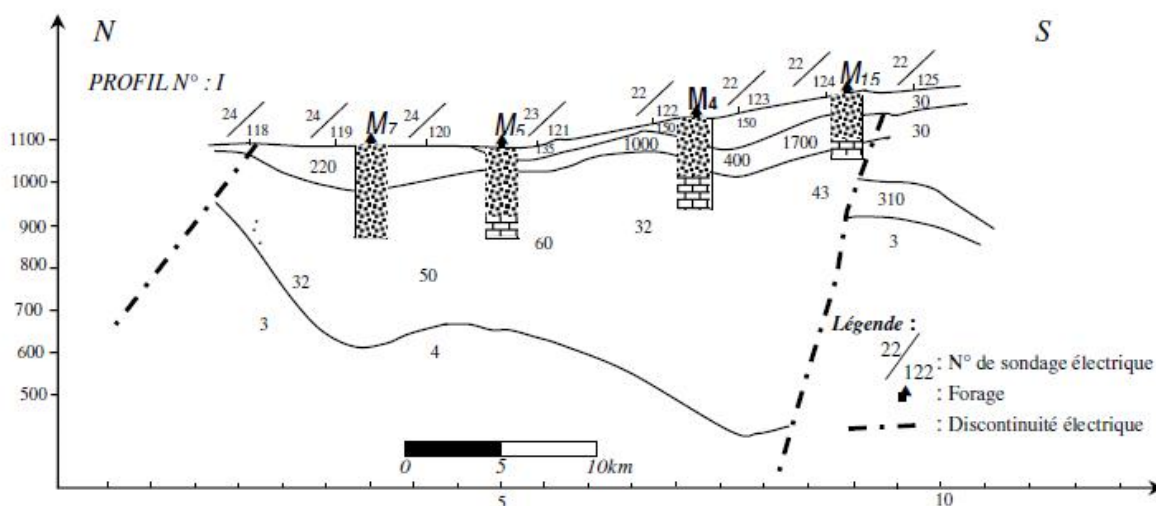


Fig. N° 31: Coupe 1 Nord- Sud(d'après Guefaïfia.O ;1996).

Le premier étage montre une épaisseur max de 40 a 80 m qui n'est pas continue au long du profil.Elle varie de 100 Ω m. a 150 Ω m. . Cette variation s'explique par l'hétérogénéité dans la formation de la couche géologique.

La lecture des logs stratigraphiques fait ressortir la variation de ces différents faciès géologiques , ou on a une alternance des couches argileuses , de sables gros a fin avec graviers

La variation des épaisseurs de ces couches fait augmenter ou diminuer la résistivité de cet étage, ce qui explique les résultats enregistrés par la prospection électrique.

Le deuxième étage, continu le long du profil, il est représenté par des résistivités varie de 16 Ω m(profile 29) a 32 Ω m (profile 24) . pour atteindre 220 Ω m.(profile 21) , ce niveau varie de 100 m à 320 m .

La corrélation du logs des forages avec les résistivités obtenues exprime bien les résultats enregistrées .La formation géologique rencontrée dans ce cas précis est représentées par des calcaires fissuré(cas de forage M4) et des argiles sableuses (cas de forage M7 et M6).

2 - Coupe transversal 2 (Nord – Sud)

La coupe est traversée par trois forages M 10 , M 9 , M6. elle est caractérisée par trois étages discontinue hétérogènes.

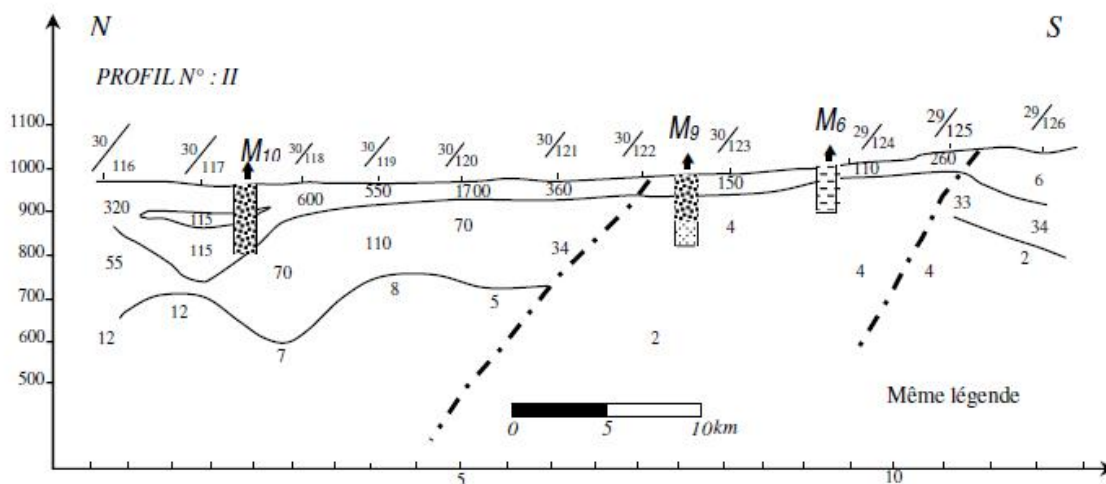


Fig. N° 32: Coupe 2 Nord -Sud(d'après Guefaifia.O ;1996) .

Le premier étage est formé par une massif résistante dont la résistivité varie de 200 a 600 Ω .m avec une épaisseur pratiquement régulière sur tous le long du profil ,ce niveau atteindre 40 m de profondeur , le profil a tendance a ce transformer en une structure bombée (allure synclinale) .

Le second étage ,moins résistant ($\rho = 70 \Omega$ m profile 30 cas de M10) , et d'autre coté conducteur (profiles 30 et 29, ce niveau a des résistivités enregistrés de 4 à 16 Ω m et une épaisseur de 200 m.

Le troisième étage , conducteur constitue le substratum de ces formations géologiques. il est représenté par des résistivités qui varient de 2 à 16 Ω m . Ce profil est également marqué par deux discontinuités électriques mettant en relief la présence de deux failles majeures.

3- Coupe transversal 3 (Nord-Sud)

Ce profil présente les même visage que la coupe précédent, elle est traversée par les forages ; M1, et M6 , la corrélation entre les formations du log géologique et les donnees de sondage électrique (géophysique) .voir figure :38

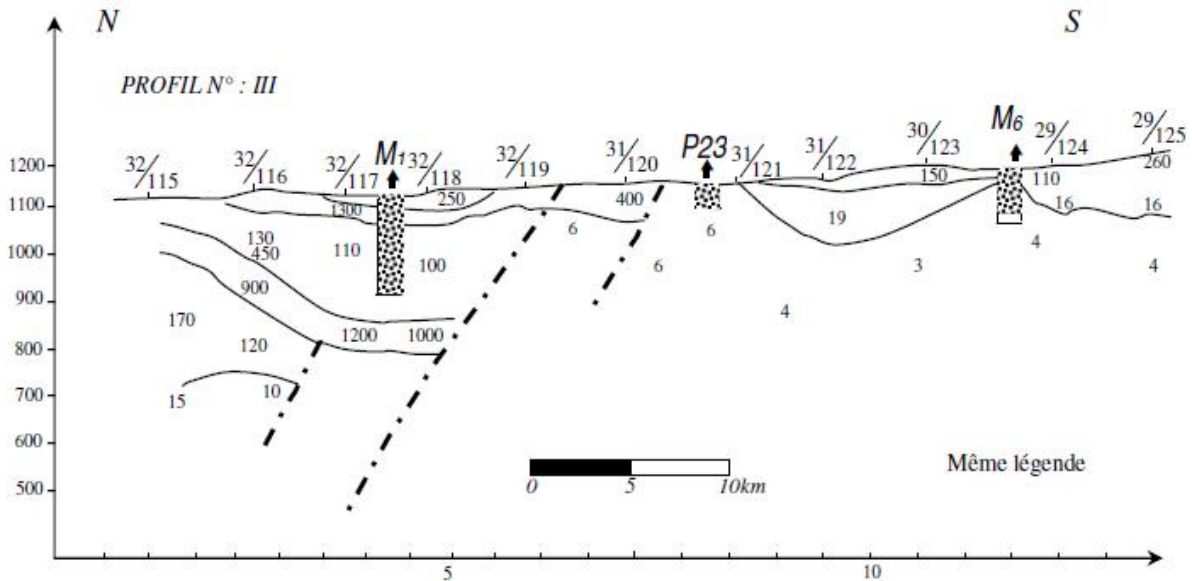


Fig. N° 33: coupe 3 Nord Sud(d'après Guefaifia.O ;1996).

4 - Coupe transversal 4 .(Sud-Ouest Nord-Est)

Cette coupe comporte les forages : M1 et M6 , elle est caractérisée par quatre horizons bien déterminés, dont trois résistants par contre le quatrième est conducteur :

Le premier niveau est représenté par des formations résistantes dont la résistivité varie de 250 à 750 Ωm au centre de profil, l'épaisseur de cet étage est estimée à 63m.

Le deuxième niveau , également résistant, un seul forage qui le traverse (M 1) sa résistivité vraie de 750 Ωm à 1500 Ωm , l'importance de cette variation s'explique par hétérogénéité dans la composition lithologique de cet étage .son épaisseur est mesuré de l'ordre de 210m .

Le troisième étage est représenté par des formation plus résistante par rapport au 1^{er} étage , la résistivité de ce niveaux varie de 900à1200 Ωm avec une épaisseur de 50m.

Le quatrième étage constitue le mur . Il est caractérisé par une couche conductrice des résistivités basse variables de 15 Ωm à 10 Ωm .

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeur de forage	(géophysique)	(géologique)	OBS
M 01 X=1000.52 5 Y= 235.000 Z= 1090 m	0-125 :sable argileuse et Sable gravier argileuse 125-200 : marnes noires	0- 1500 150-1200	200 m	De :0 au200 Sable gravier Plus de 230m = marne	De :0-125 Sable gravier argile 125- 200 Marne	Non conforme

Tableau 27: corrélation entre: Forage :M1 et Profils.

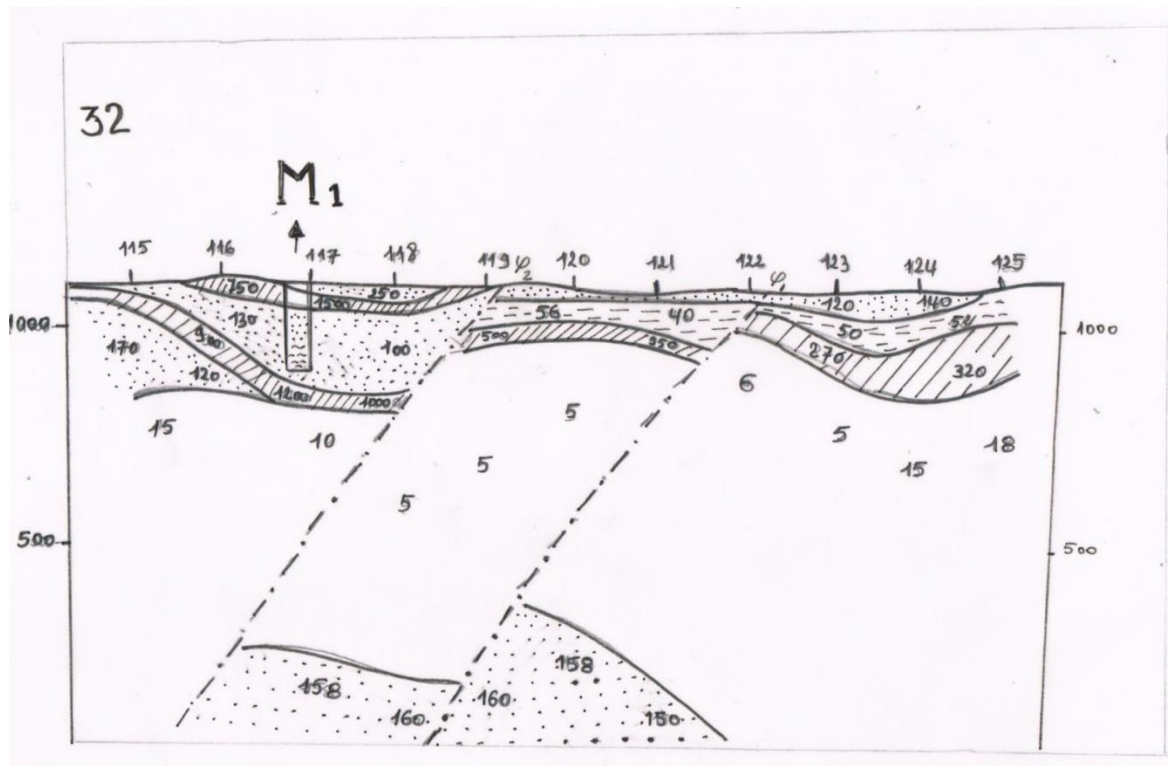


Fig. N° 34: : Profil géo électrique transversal comportant le forage M1.

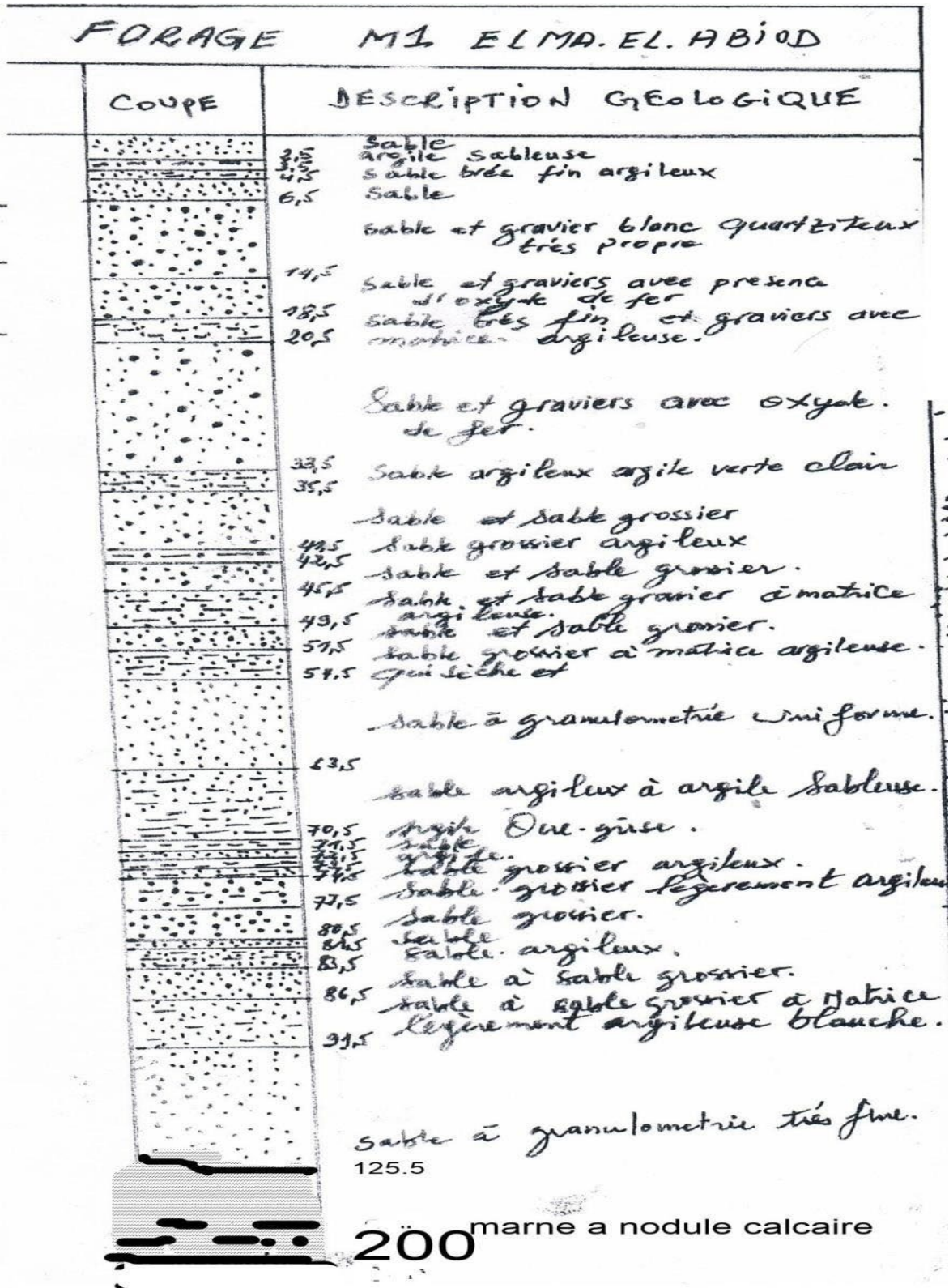


Fig. N° 35: B log de forage M1 Echelle :1/50.000 ,Carte :235.

5- Corrélation entre: Forage :M2,M7 et Profile 24 SE 119 et 24 (SE 122)
 (voir tableau :28)

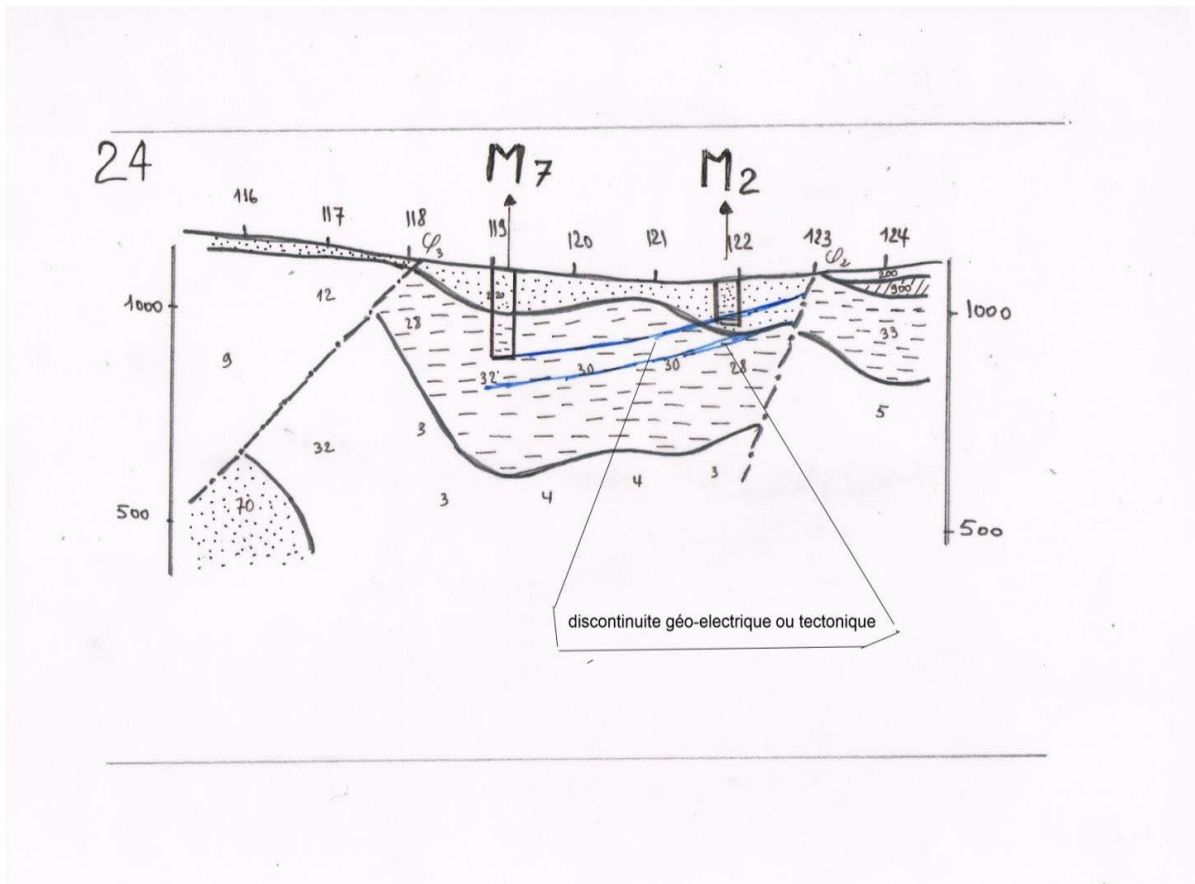


Fig. N° 36: A profil géo électrique transversale traverse le forage M2 et M7.

En ce qui concerne le forage :M2 la géophysique indique qui la zone de formation moyenne de résistivité de l'ordre 120m de profondeur .

Les problèmes existent dans cette cas c'est l'implantation de forage du coupe 124 au lieu de 122 et les discontinuités de résistivités et tectoniques.

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeurs de forage	(géophysique)	(géologique)	observations
M 0 2	0-77.5 :sable	120	110 m	0-	0-77.5 :sable	Non Conforme
X= 992.975 Y= 229.100 Z= 1075 m	quartzeux			120 :Formation	quartzeux	
	Des couche			moyenne de	Des couche	
	argile, gravier,			résistivité:Sable	argile,gravier,	
	calcaire			qrtz,Gravier	calcaire	
	77.5-110:			,sable argileux	77.5-110 :	
gravier et	120			gravier et		
marne,calcaire				marne,calcaire		
M 0 7	0-100 : sable	200	212	0-100 : zone	0-100 : sable	Conforme
X= 992.800 Y= 232.600 Z= 1080 m	gravier ,des			moyenne de	gravier ,des	
	passe argileux			résistivité	passe argileux	
	100-			100-212 :zone	100-	
	212 :sable	32		basse de	212 :sable	
Argile				résistivité	Argile	

Tableau 28: corrélation entre les Forages :M2,M7 et Profile 24 SE 119 et 24 (SE 122).

FORAGE M7 EL MA LA BIOD	
Coupe	DESCRIPTION GEOLOGIQUE.
0m	Argile et sable fin
26	Sables moyen et grossier.
36	Argile argileux
52	Sable moyen et gravillons
70	Argile jaune. sableuse.
90	Sable moyen.
100	Argiles siliceuses
110	Sable à sable grossier.
130	Sable très fin et argileux.
140	Sable grossier.
152	Argile - jaune.
158	Sable moyen.
162	Argile sableuse.
170	Sable moyen et fin
180	Argile jaune.
185	Sable grossier.
200	Argile et sable fin.
212	

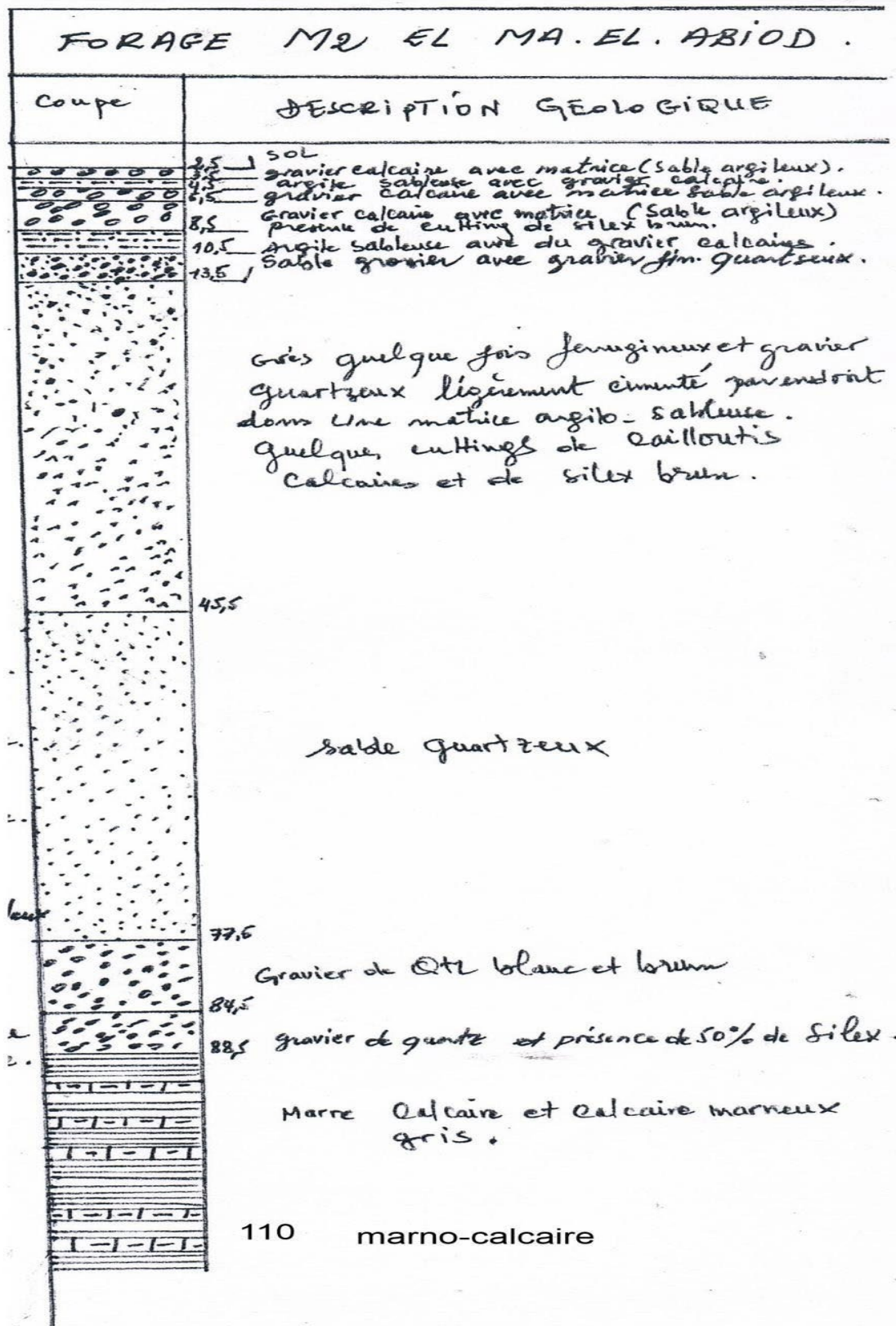
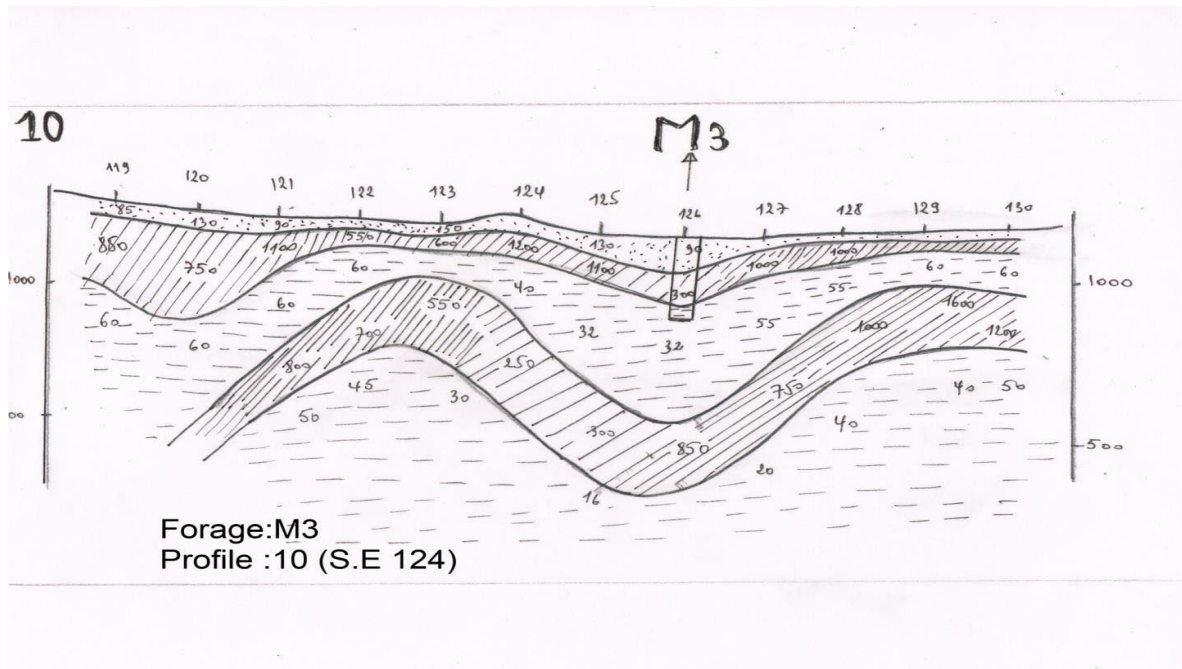


Fig. N° 37: B et 41C -corrélations entre le F2et F7 avec la coupe :24.

5.1- Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124 (voir tableau 29)



Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeur de forage	(géophysique)	(géologique)	OBS
M03 X=986.425 Y= 228.475 Z= 1100 m	0-133 :sable, sable très argileuse , Sable grossier 133-165 : calcaire grise 165-250 : Alternance de marno-calcaire et marne grise	90-130 300-1000 32-55	250 m	De :0 -100 Formation en moyenne résistivité Du 100- 200 Des endroit fissurée Plus de : 200 Formation de basse résistivité	0-133 : sable, sable très argileuse , Sable grossier 133-165 : calcaire grise 165-250 : Alternance de marno-calcaire et marne grise	conforme

Tableau 29: Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124.

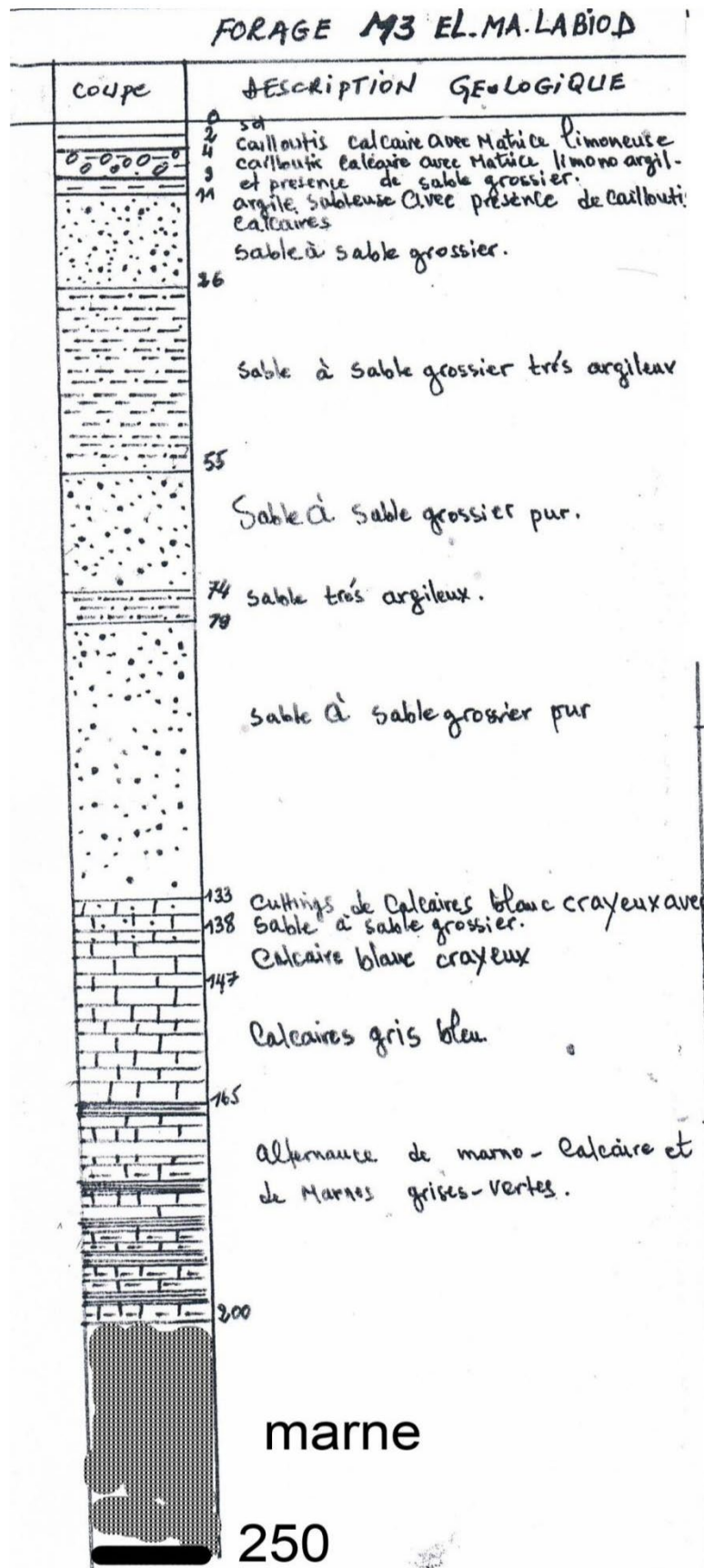


Fig. N° 38: A et 42-B Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124.

5.2- Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 21 SE 123 (voir tableau 30)

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeur de forage	(géophysique)	(géologique)	OBS
M 4 X=990.700 Y= 228.625 Z= 1080 m	0-100 :sable argilo-silteux , grés 100-180 : marno-calcaire à silex 180-200 : marne grise	100 220 30	200 m	De :0 -100 Formation en moyenne résistivité Du 100- 180 Des endroit fissurée Du 180- 200 Marne	0-100 :sable argilo-silteux , grés 100-180 : marno-calcaire 180-200 : marne grise	conforme

Tableau 30

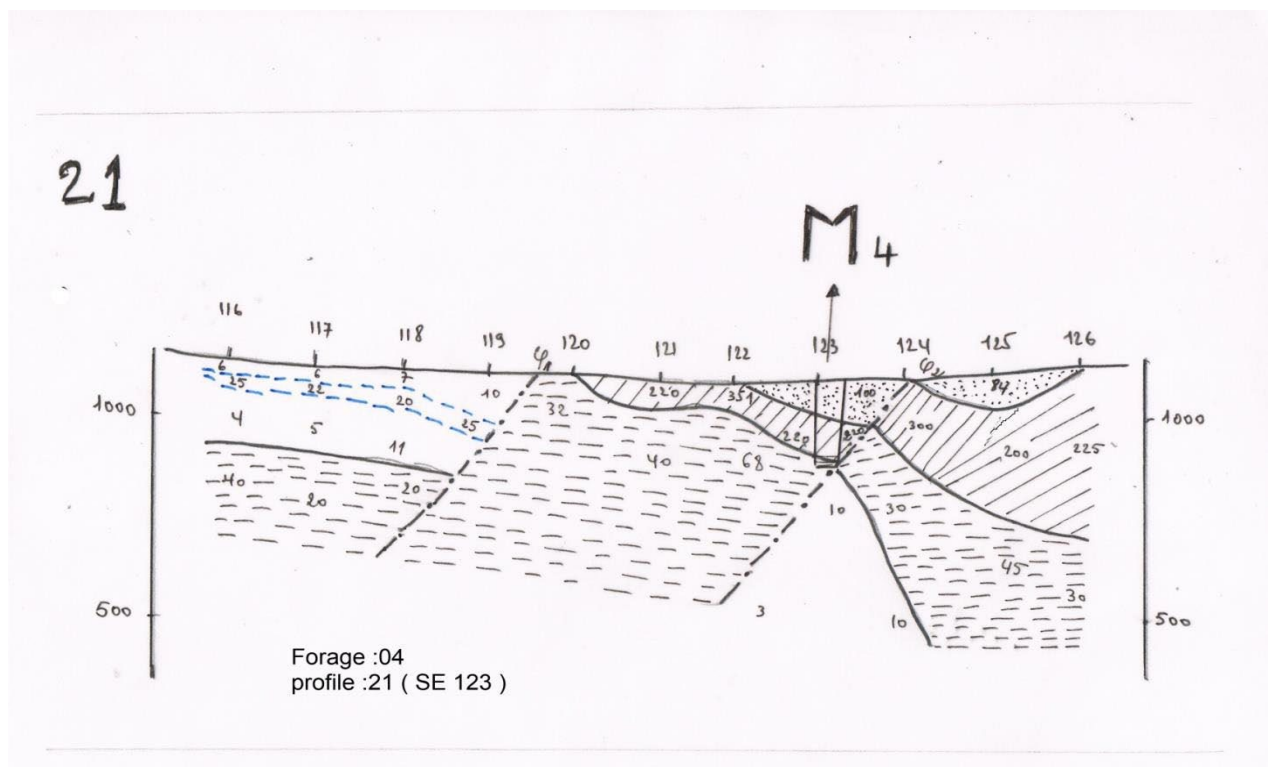
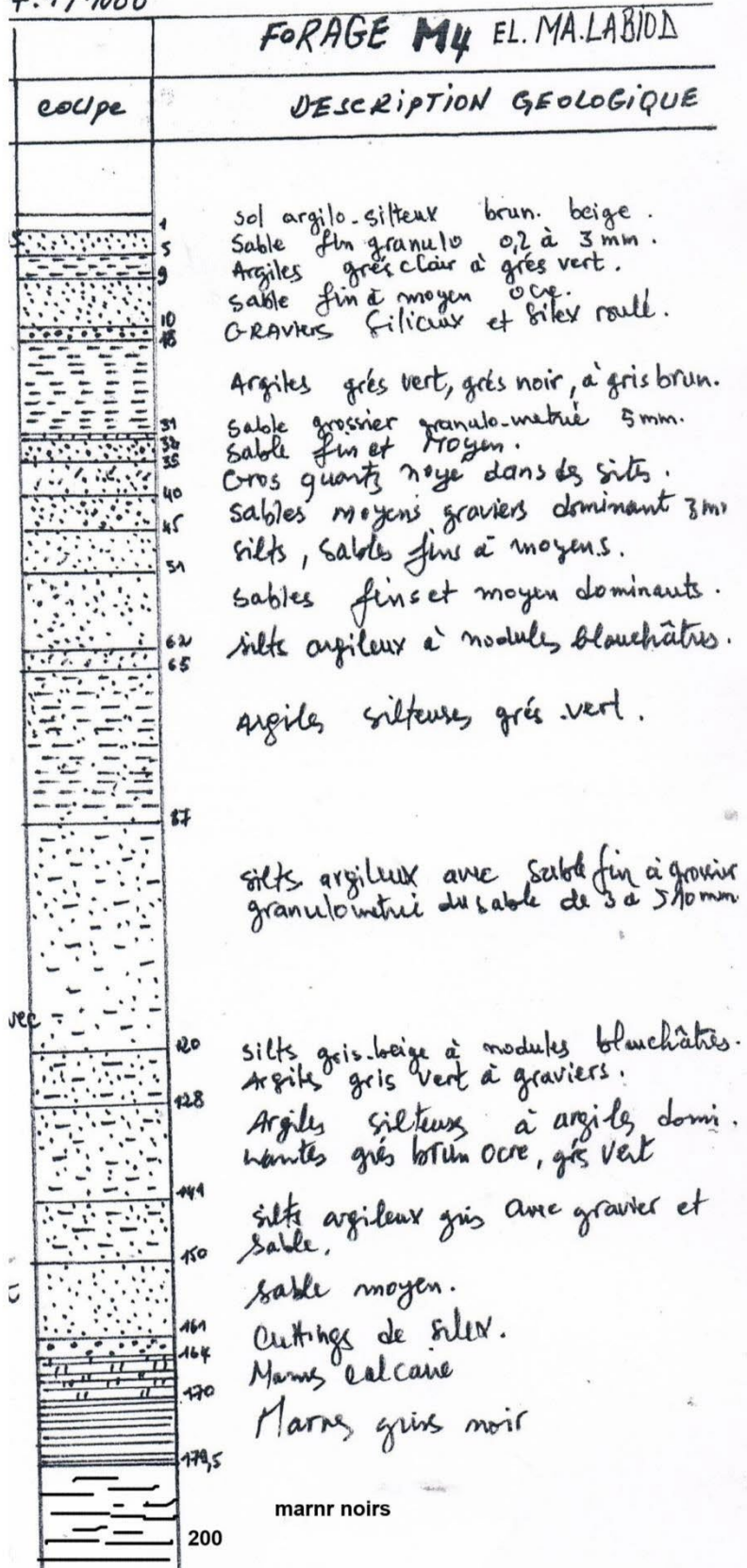


Fig. N° 39: A et 43-B Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 21 SE 123.

+ 1/1000



5.3- Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121 (voir tableau)

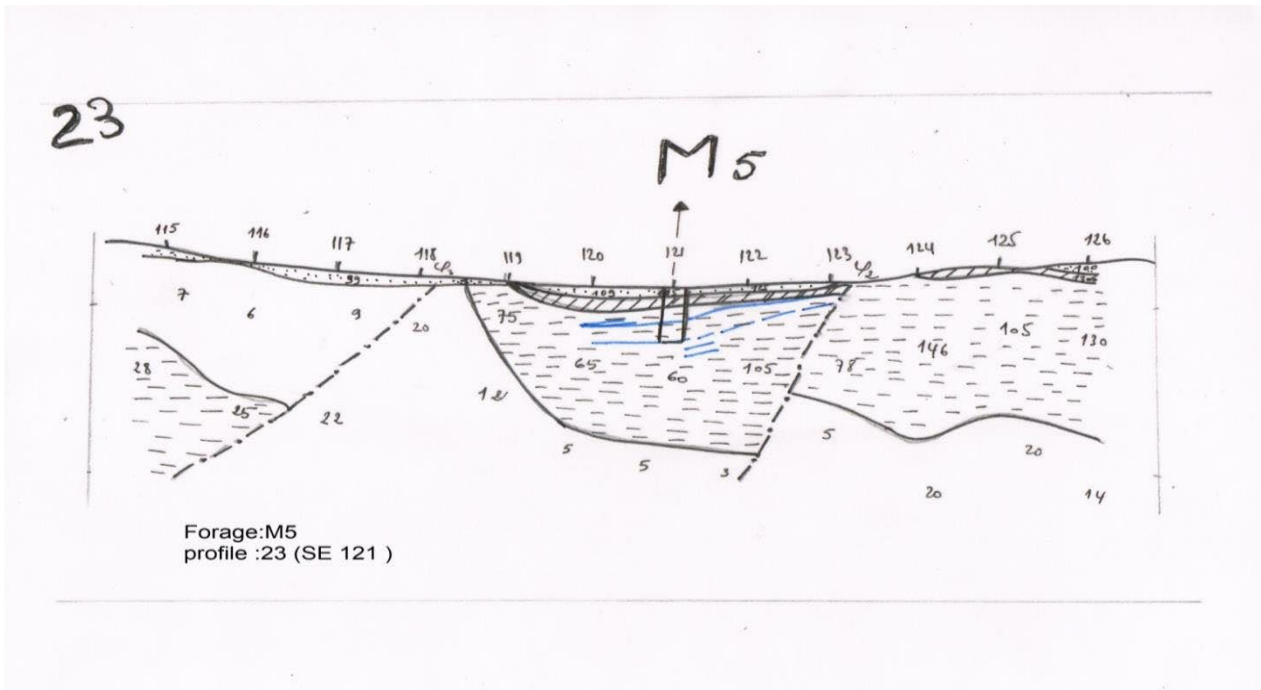
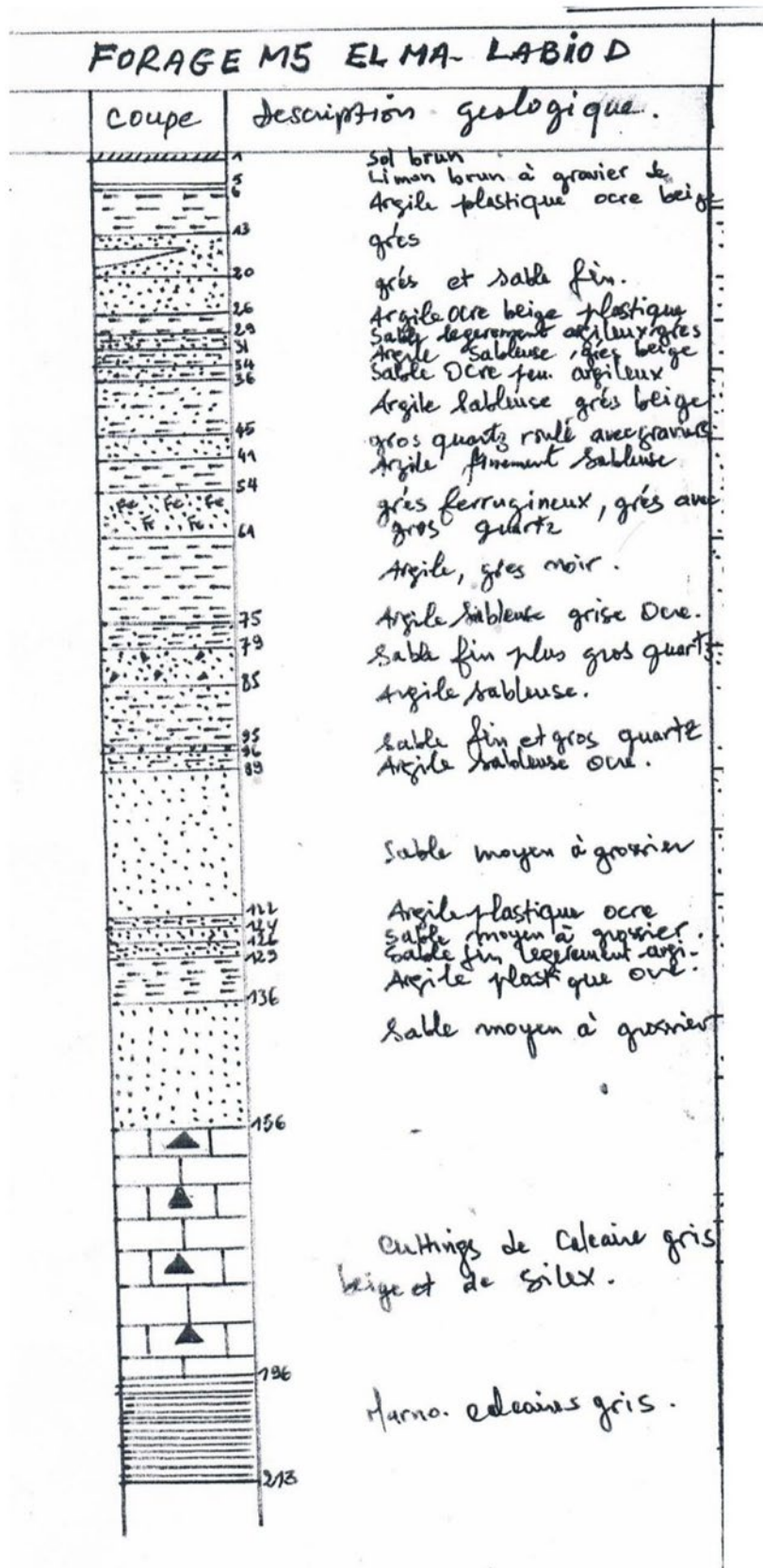


Fig. N° 40: Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121.

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeur de forage	(géophysique)	(géologique)	OBS
M 05 X=992.200 Y= 230.800 Z= 1075 m	0-156: Alternance des sable argileuse, argile plastique, grés 156-196 : calcaire gris et beige à silex 196-213 : Marno-calcaire grise	135 530-750 75-105	213 m	De :0 -40 Formation en moyenne résistivité Du 40- 70 Des endroit fissurée Plus de :70 formation basse résistivité	0-156: Alternance des sable argileuse, Argile plastique, grés 156-196 : calcaire gris et beige 196-213 : Marno-calcaire grise	conforme

Tableau 31: A et 44-B Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121.



5.4- Corrélation entre: Forage :M6 et Profile 29 SE 124 (voir tableau 32)

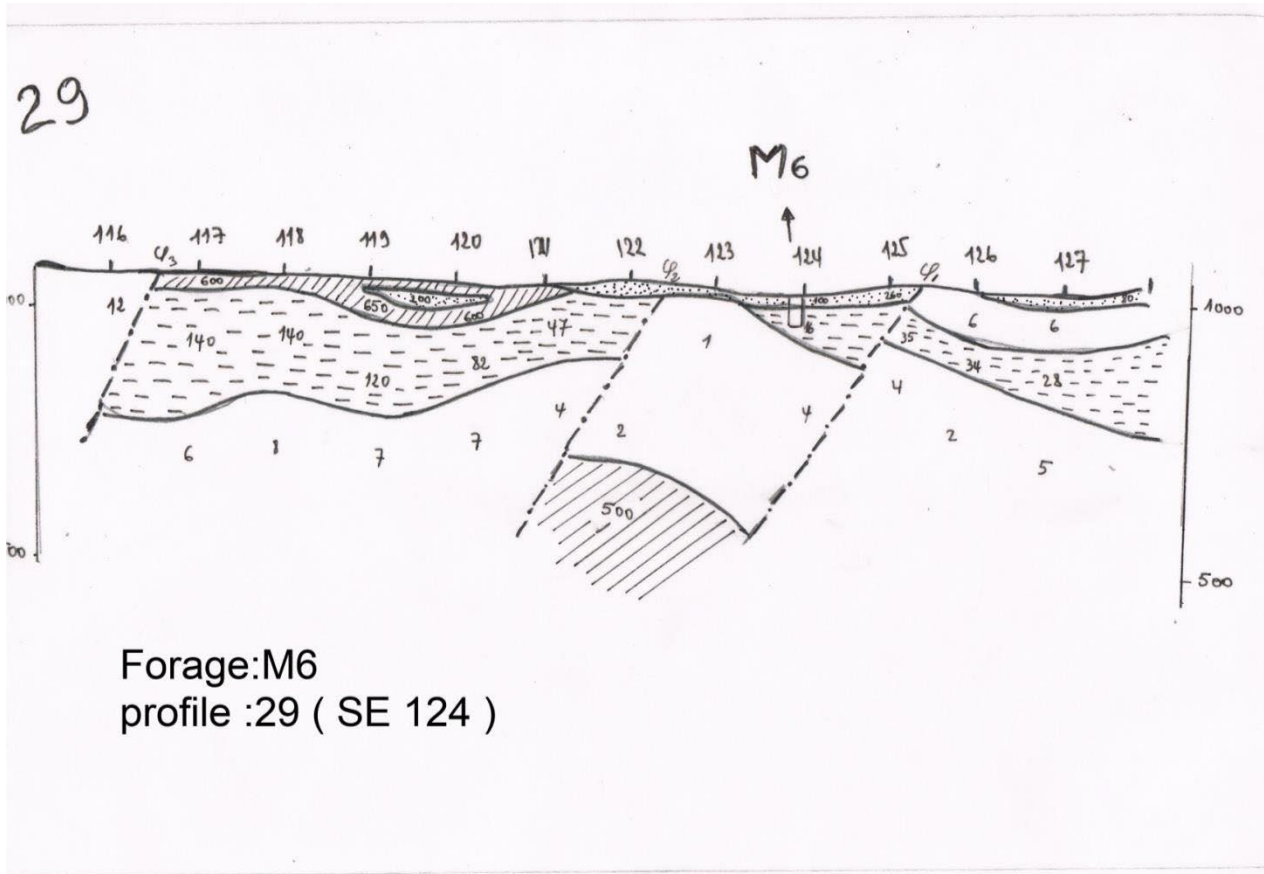


Fig. N° 41: A et 45-B Corrélation entre: Forage :M6 et Profile 29 SE 124.

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeur de forage	(géophysique)	(géologique)	OBS
0 M6 X=995.700 Y= 235.200 Z= 1110 m	0-48: Gravillons calcaire siliceux sable beige 48-63 : sable plus fin beige siliceux	260-400 36-47	63 m	De :0 -35 Formation en moyenne résistivité Du 35- 36 Des endroit fissurée	0-48: Gravillons calcaire siliceux sable beige 48-63 : sable plus fin beige siliceux	nom conforme

Tableau 32: Corrélation entre: Forage :M6 et Profile 29 SE 124.

L'apparition des argiles a partir de 100m de profondeur d'après la géophysique.

(Substratum argileuse)



5.5-Corrélation entre: Forage :M8 et Profile 22 SE 121 (voir tableau)

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeur de forage	(géophysique)	(géologique)	OBS
M08 X=990.890 Y= 229.850 Z= 1072 m	0-65: : sable plus fin beige,grés avec un peu d'argile 65-194 :grés sans argile	260-400 36-47	194 m	De :0 -35 Formation en moyenne résistivité Du 35- 65 Des endroit fissurée Plus de 65 Des formation basse de résistivité	0-65: : sable plus fin beige,grés avec un peu d'argile 65-194 :grés sans argile	nom conforme

Tableau 33: Corrélacion entre: FORAGE :M8 et Profile 22 SE 121.

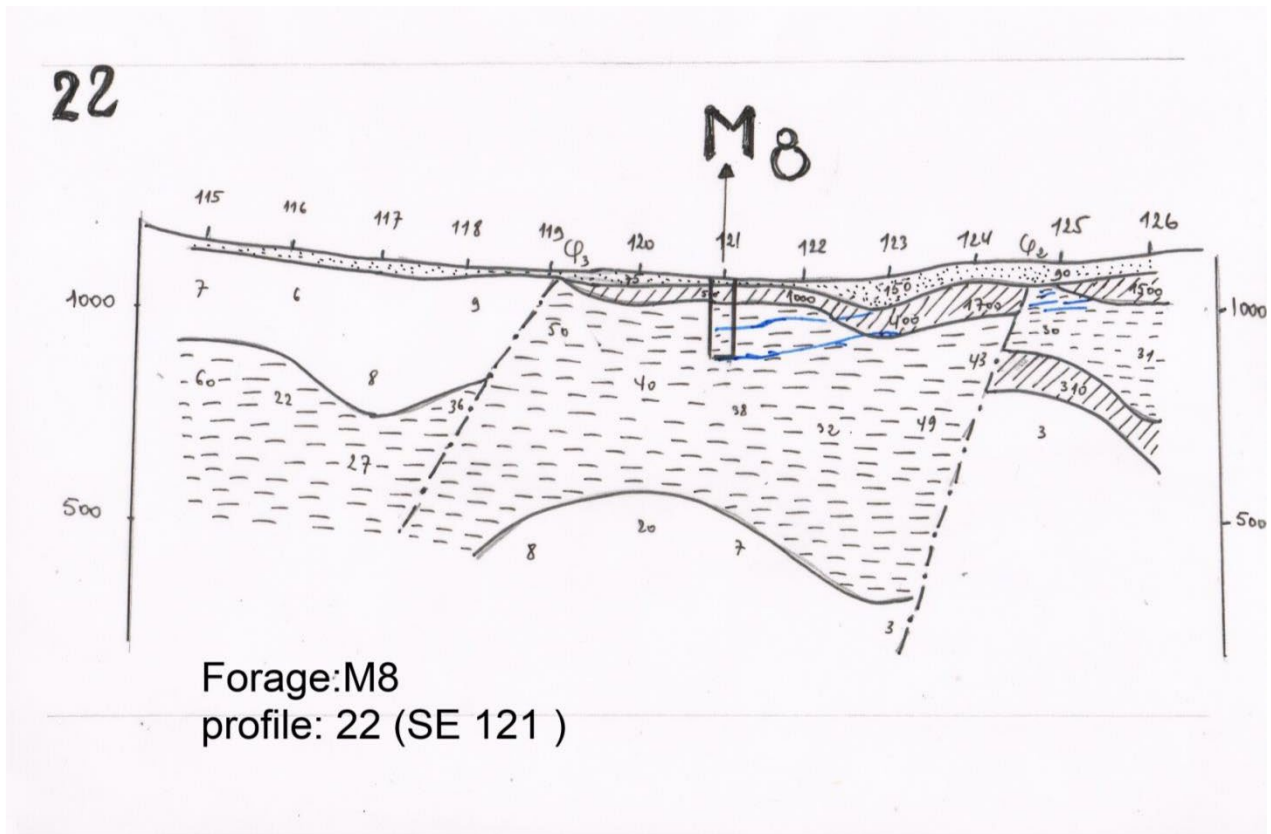


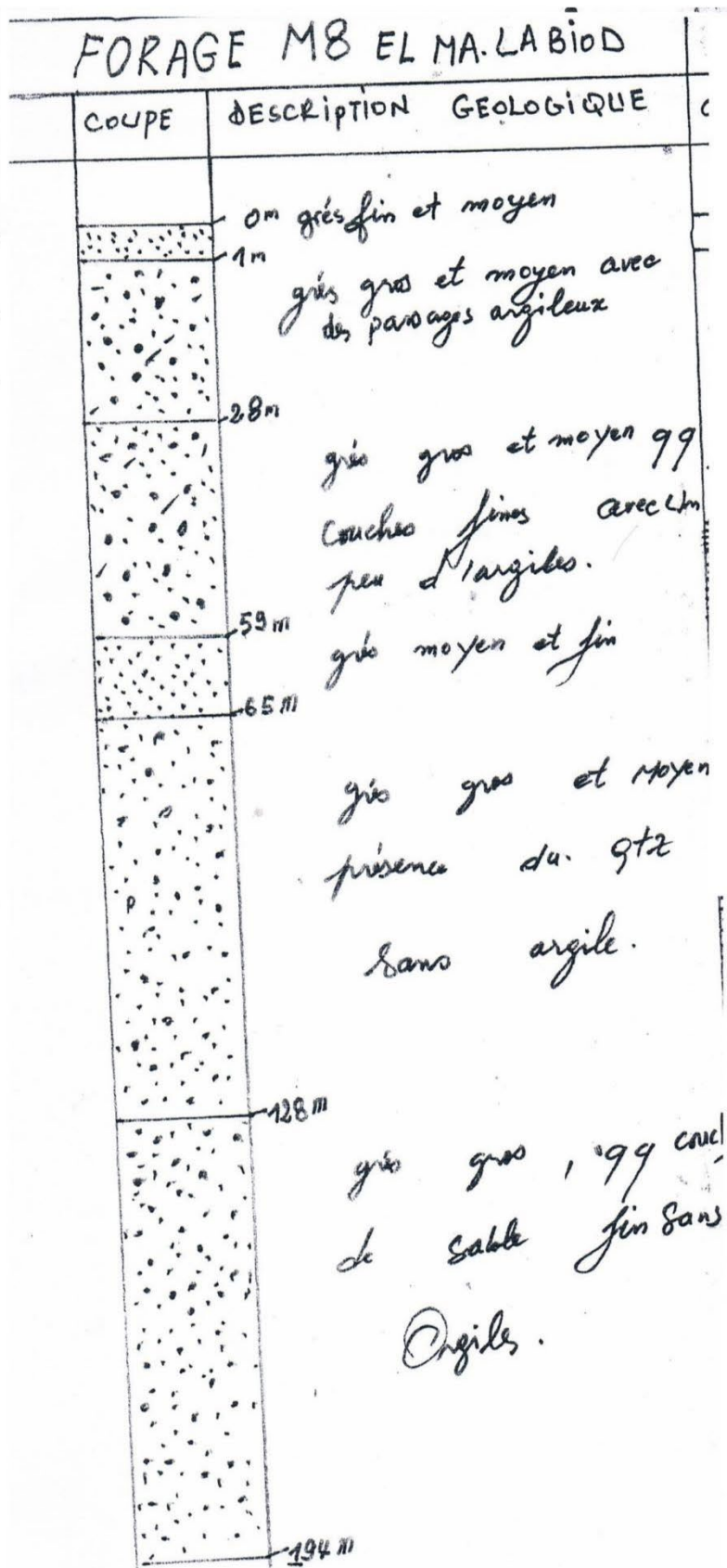
Fig. N° 42: A et 46-B Corrélation entre: Forage :M8 et Profile 22 SE 121

Manque d'analogie entre les résultats obtenues entre la coupe géophysique (22) et le log stratigraphie de forage (M8) surtout au profondeur plus de 65m.

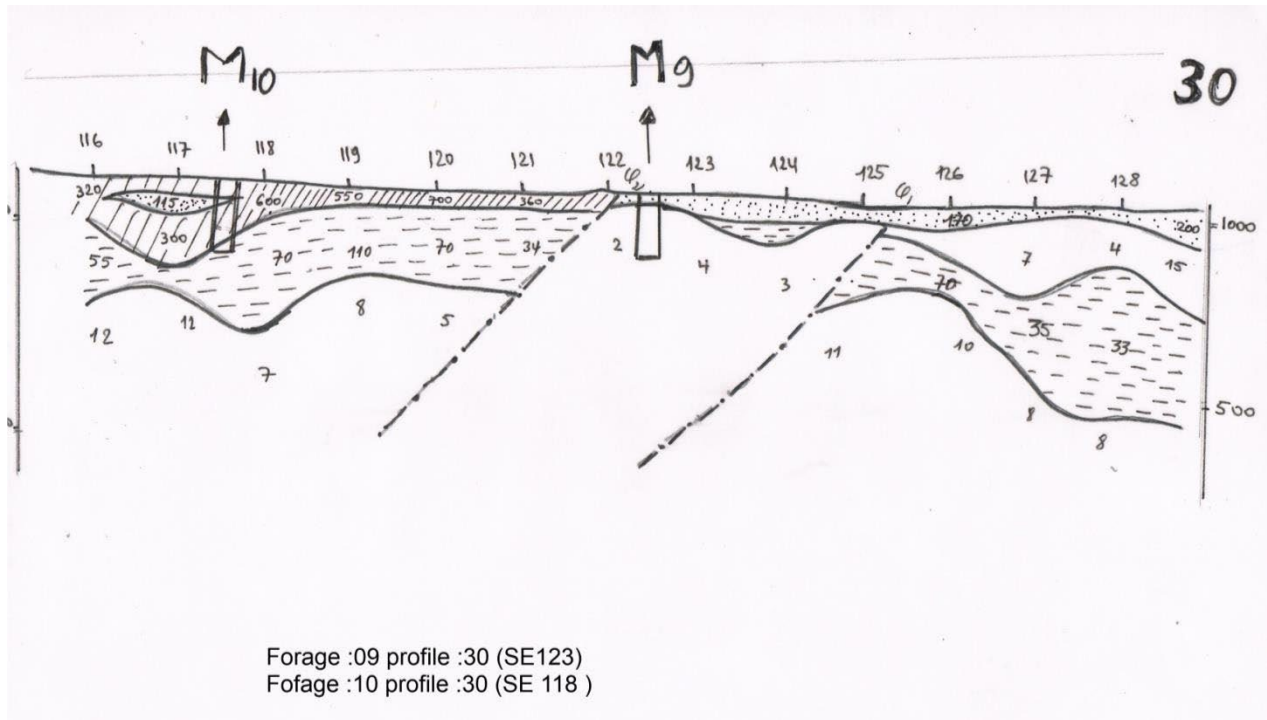
La Géophysique donne des résultats pour un étage conducteur, mais la réalité Selon la Géologie est différente : étage résistant.

Ce forage subit de discontinuités des résistivités et tectoniques.

Le manque d'analogie peut être du à une faute d'implantation sur la coupe n° 22.



5.6- Corrélation entre: Forage :M9 ,M10 et Profile 30 (SE 123),30(SE118)
(voir tableau 34)



Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeurs de forage	(géophysique)	(géologique)	observations
M 09 X= 998.400 Y= 229.850 Z= 1048 m	0-45 :argile jaune, Argile sableuse 45-150: Marne grise	70-170 4	150 m	0-60 :Formation moyenne de résistivité: 60-150 Formation très basse de résistivité	0-45 :argile jaune, Argile sableuse 45-150: Marne grise	Non Conforme
M 10 X= 998.975 Y= 234.450 Z= 1085 m	0-73: grés 73-123 :grée et marne Argile 123-152 : grée et marne	600 115 300 70	152	0-40 : zone élevée de résistivité 40-60 :zone moyenne de résistivité 60-150 :zone élevée de résistivité 150-152 :zone moyenne de résistivité	0-73: grés 73-123 :grée et marne Argile 123-153 : grée et marne	Conforme

Tableau 34: Corrélation entre: Forage :M8 et Profile 22 SE 121.

Le problème dans le cas de forage M9 c'est l'implantation de cet ouvrage à SE 124 ou lieu de SE 123.

La diminution brusque de la résistivité sous l'action de la discontinuité tectonique entre deux failles majeures.

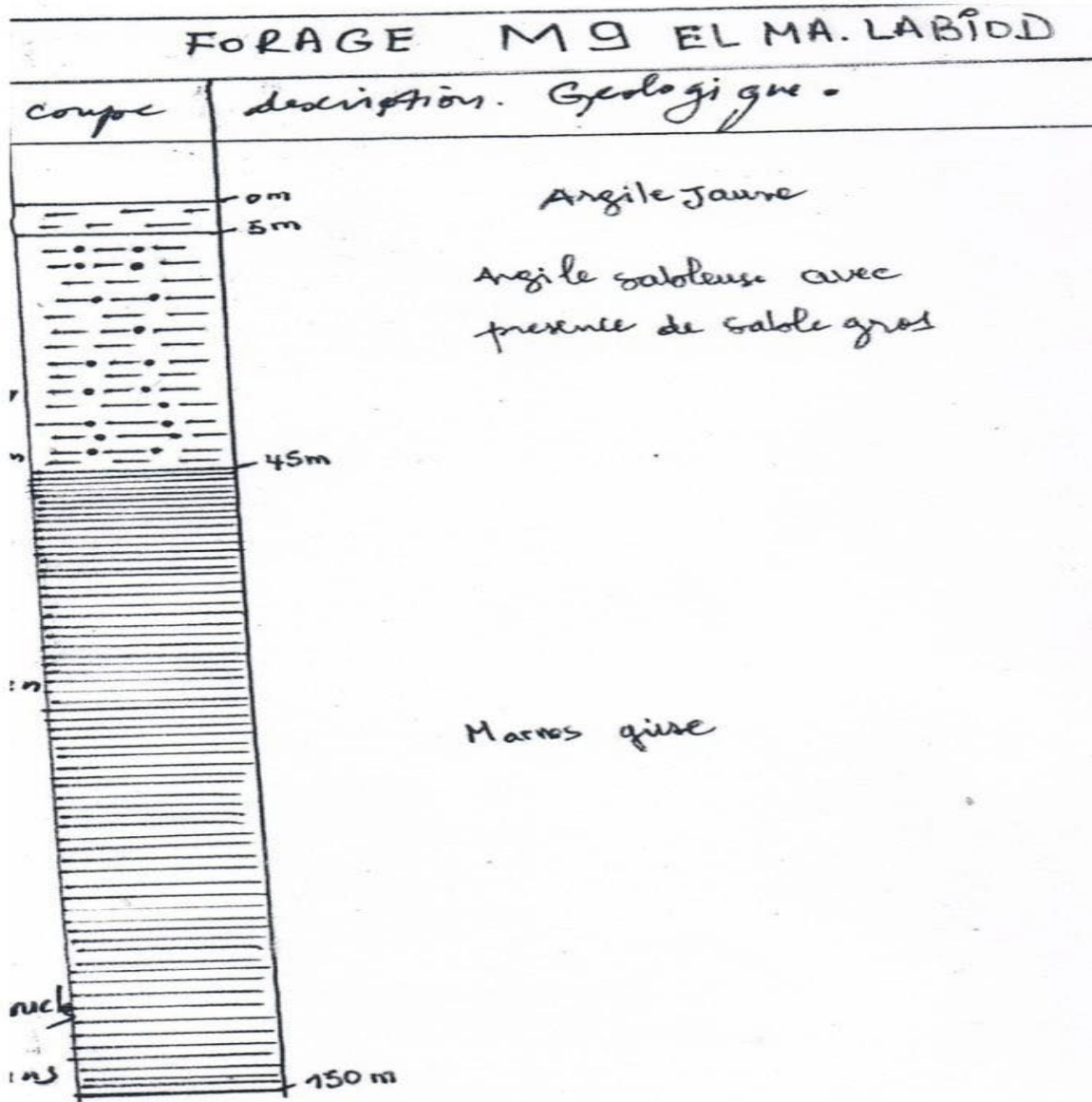


Fig. N° 43: Figure : N°48 Corrélation entre: Forage :M9 ,M10 et Profile 30

Echelle verticale. 1/1000

FORAGE M10 - EL MA. LABIODS	
COUPE	DESCRIPTION Géologique
6	- Gres à grain (Grossier, Moy-Fin)
	- Gres à grain Fin et moyenne
73	- Gres à grain fin et Intercalati
85	- grès et Marne
	- grès à grain Moyenn et Fin
104	- Gres à grain moyen et grès
103	- Gres à grain moyenne.
113	- Argile
	- Gres à grain moyenne
152	- Gres à grain Fine et Marne

on remarque les résistivités longitudinales des couches en premier et deuxième stade, ne sont pas épaisses est nousregistrons de hautes valeurs de résistivité qui peuvent correspondre a des formations résistantes et très résistantes au niveau de toit (argile sableuses)

par contre le troisième stade vu en diminution de résistivité est causée par la présence des marno- calcaire au niveau de son mur.

- Les opérations ainsi combinée reflètent bien les résultats obtenus .

- Au niveau de la coupe géo-électrique , nous constatons sur ces deux extrêmes, la présence de deux discontinuités électriques (deux failles) de point de vue structurale , le centre du profil suit une forme synclinale propice a l'accumulation des eaux il constitue un bon aquifère.

6- Structure géologique a partir de la géophysique :

D'après la figure suivante on peut distinguer trois type des nappes comme ce suit :

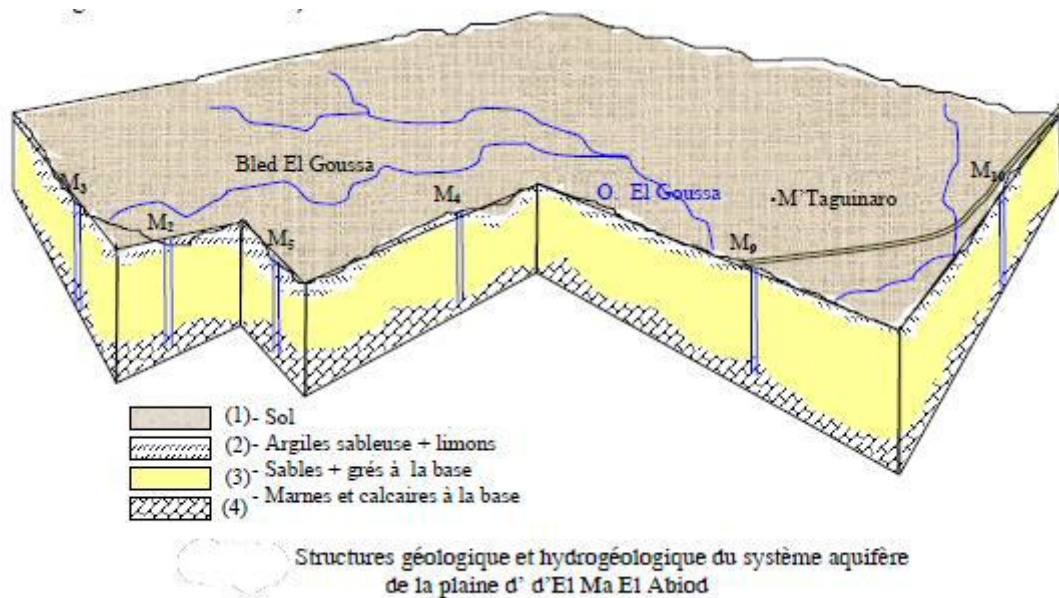


Fig. N° 44: : Structure géologique des aquifères.

6.1- Géométrie des nappes Mio-Quaternaire

La prospection géophysique devait permettre de tracer une carte du mur du réservoir de la nappe Mio-quaternaire d'El Ma-Labioid.

En particulier de préciser les accidents tectonique (flexures ou failles) qui affectent cette formation et leur responsabilité à la diminution de résistivité des formations géologique.

D'après les résultats obtenu a partir des coupes géophysique et les logs des forages traversent ces coupe nous pouvons mesure les profondeurs de chaque nappe (voir le tableau 35).

Ouvrage / Formation	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈	M ₉	M ₁₀
Épaisseur des formations quaternaires (m)	/	2,5	11	09	13	30	/	12	05	/
Épaisseur des formations miocènes (m)	125	86	122	155	143	/	212	203	40	152
Épaisseur des formations calcaires (m)	/	21	67	06	40	06	/	3	/	/

Tableau 35: Epaisseurs des trois aquifères de la région d'El Ma-Labioid.

6.1- Carte d'égal épaisseur des sables :

(voir la carte de nappe de sable)

Se lon l'étude de localisation de carte d'égal d'épaisseurs de sable en peut distinguer deux (02) zone différentes points de vue extensions .La première est de faible extension localise a l'Ouest de bassin (Bir El Goussa et Douar Chéachàa) son épaisseur de 65m .La deuxième est reste importants, elle couvre la partie est situé a l' Est et au centre de bassin en question(El Hadjra Safra et El Ma- Lassoued) avec une épaisseur pouvant atteindre 100 au même 140m.

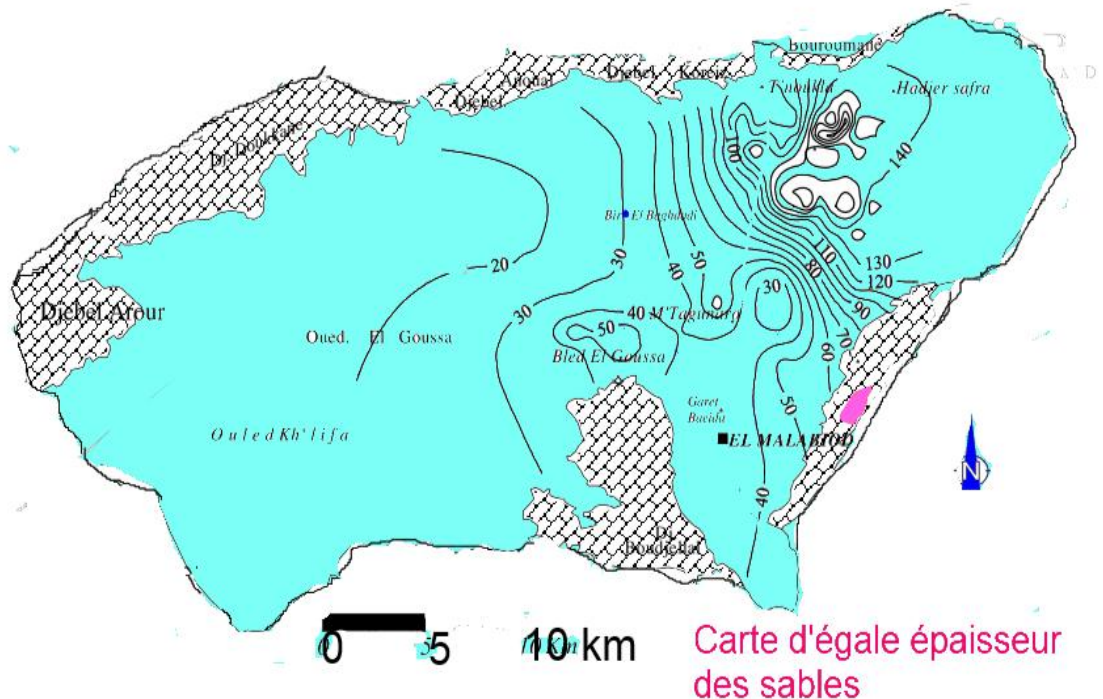


Fig. N° 45: Carte d'égal épaisseur des sables.

6.2 - Carte d'égal épaisseur des grés :(voir la carte de nappe de grés)

L'extension des grés est limite entre des zones favorables l'une a l'Est de bassin, leur épaisseur d'environ de 90m,et l'autre situé a l'Ouest ,sont épaisseur de l'ordre de 75 m (sud de Tnoukla).

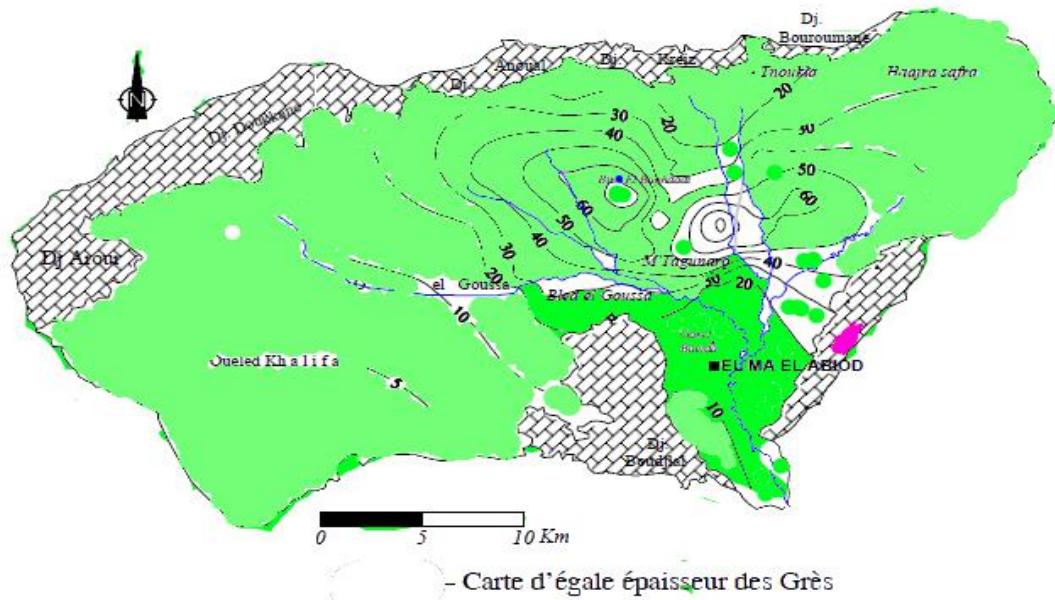


Fig. N° 46: la carte de nappe de grés.

6.3 - Carte d'égale épaisseur des argiles sableuses :

Deux zones d'extension importante, la première située à l'Ouest (El Goussa et Draa El Maaiz) ; l'argile sableuse a une épaisseur de 290m .

La deuxième zone est à l'Est de bassin (Draa El Harkel) avec une épaisseur de 270m.

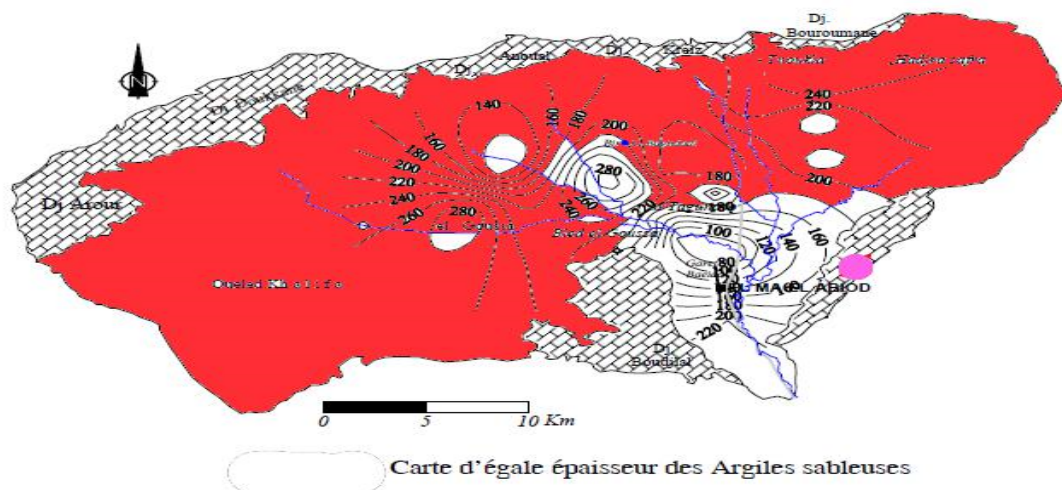


Fig. N° 47: cartes d'égales épaisseurs (sable, grés ,argile sableuse).

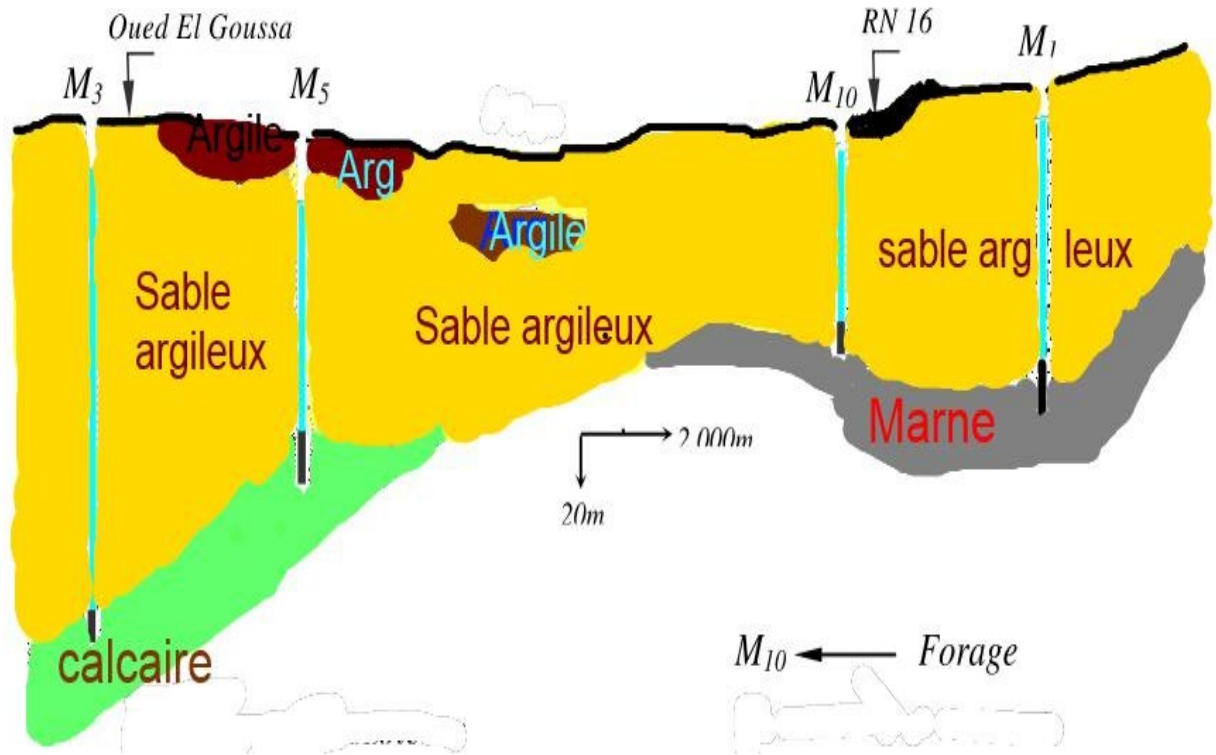


Fig. N° 48: différentes nappes de la région d'El Ma-Labioud.

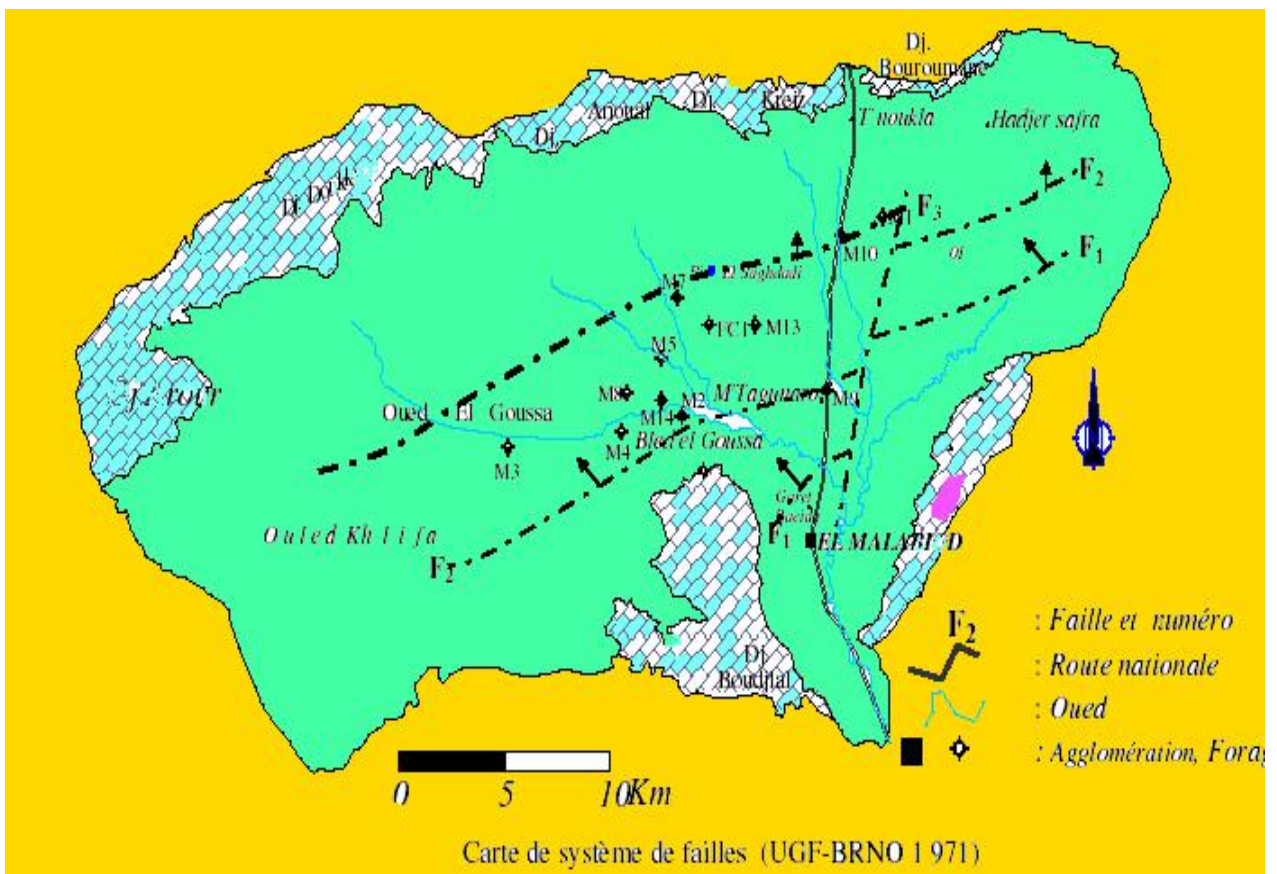


Fig. N° 49: zones des failles.

7 Conclusion :

selon l'étude géophysique faite par la : (UGF-BRUNO)

Afin de permettre la localisation des étages résistants et conducteurs, mais sans oublier la tectonique affectée sur notre bassin(failles longitudinales au cœur de synclinale) et leur influence concernant l'étanchéité des murs des différentes nappes.

Les différentes nappes de notre bassin étudié sont :

- La nappe alluvionnaire sableuse âge quaternaire
- La nappe des grés de miocène
- La nappe d'argile sableuse (toit de marne & calcaire) .

Je signale une anomalie remarquée au niveau du forage M6, d'après Mr Gaud la profondeur est de l'ordre de 63 m, mais selon la thèse de doctorat (Mr ROUABHIA.2006) , nous trouvons cette profondeur est de l'ordre de 100 m.

La géophysique de Chéria:

Les deux principales investigations géophysiques menées sur cette région ont été exécutées par deux sociétés, à savoir la compagnie Transacta-Geometal en 1971 et la compagnie CGG en 1970, l'étude la plus récente est celle de Zerdazi, A. (1990) dans le domaine de la gravimétrie.

1. L'investigation géoélectrique

Un dispositif de 291 sondage électrique disposés sur des profils Nord-ouest Sud-est sur un maillage de 1 km sur 1 km et couvrant une superficie de 790 km² ont marqué la compagnie électrique. Ces profils sont d'orientation Nord-ouest Sud-est.

Pour donner une idée générale sur l'étude géophysique par la méthode électrique dans la région de Chéria, il a été choisi la représentation de trois profils dans trois secteurs différents, à savoir le nord, le centre et le sud du plateau, selon les profils C, J et P. Ces différents profils sont représentés sur la figure.

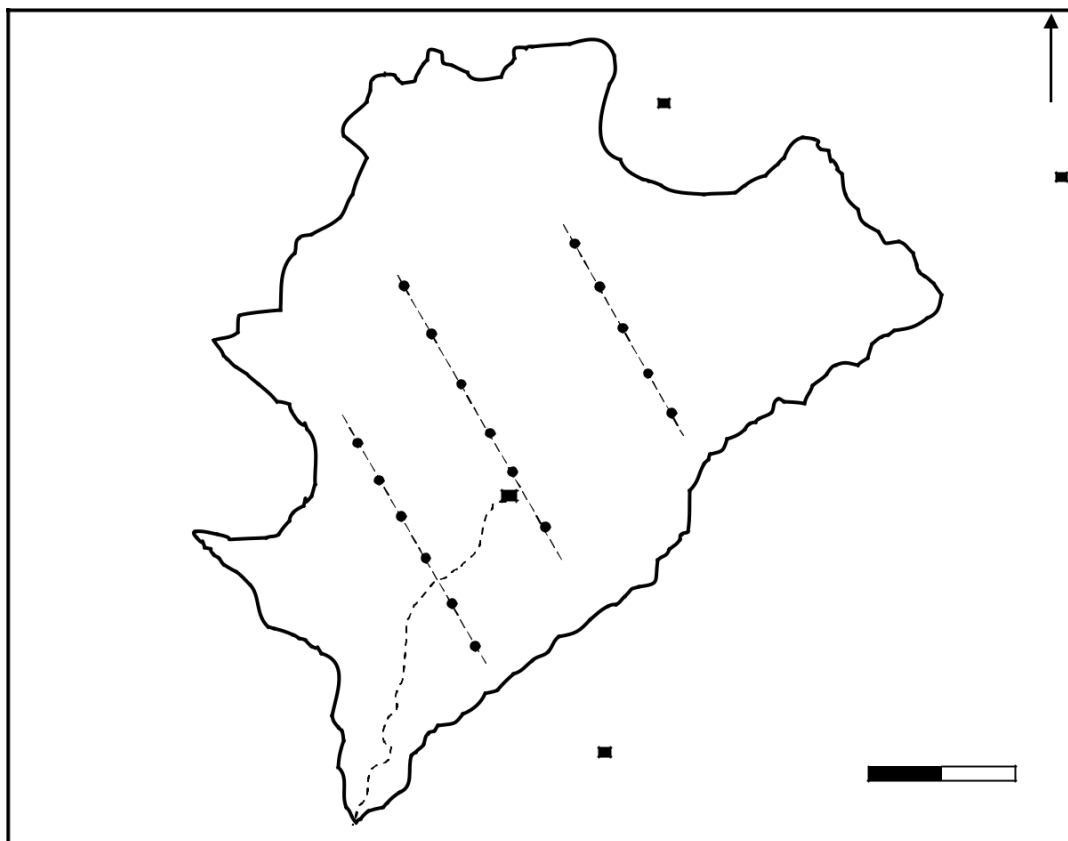


Fig. N° 50: Disposition des profils géophysiques.

Interprétation : Bien que la géophysique ne soit pas le but de notre étude, nous essayerons sur la base des résultats par les anciennes compagnes de mettre en relief ce qui a été obtenu.

La carte (iso-résistivité) en ligne AB=1000m, avec une profondeur d'investigation de 200 m, a laissé apparaître une plage conductrice avec des résistivités ne dépassant pas 50 ohm-m, correspondant aux marnes Daniennes, intercalées entre les calcaires de l'éocène et les calcaires du maestrichtien.

Une deuxième carte résultant de cette campagne, est celle du toit du substratum résistant (200 à 300 ohm), correspondant aux calcaires d'une part d'âge éocène dans la partie Est et d'âge maestrichtien du côté Ouest. Cette structure d'alternance de niveau résistant et niveau conducteur est mise en évidence par les SEV en forme de cloche, caractéristique d'un recouvrement résistant sur un niveau conducteur (Fig. 49).

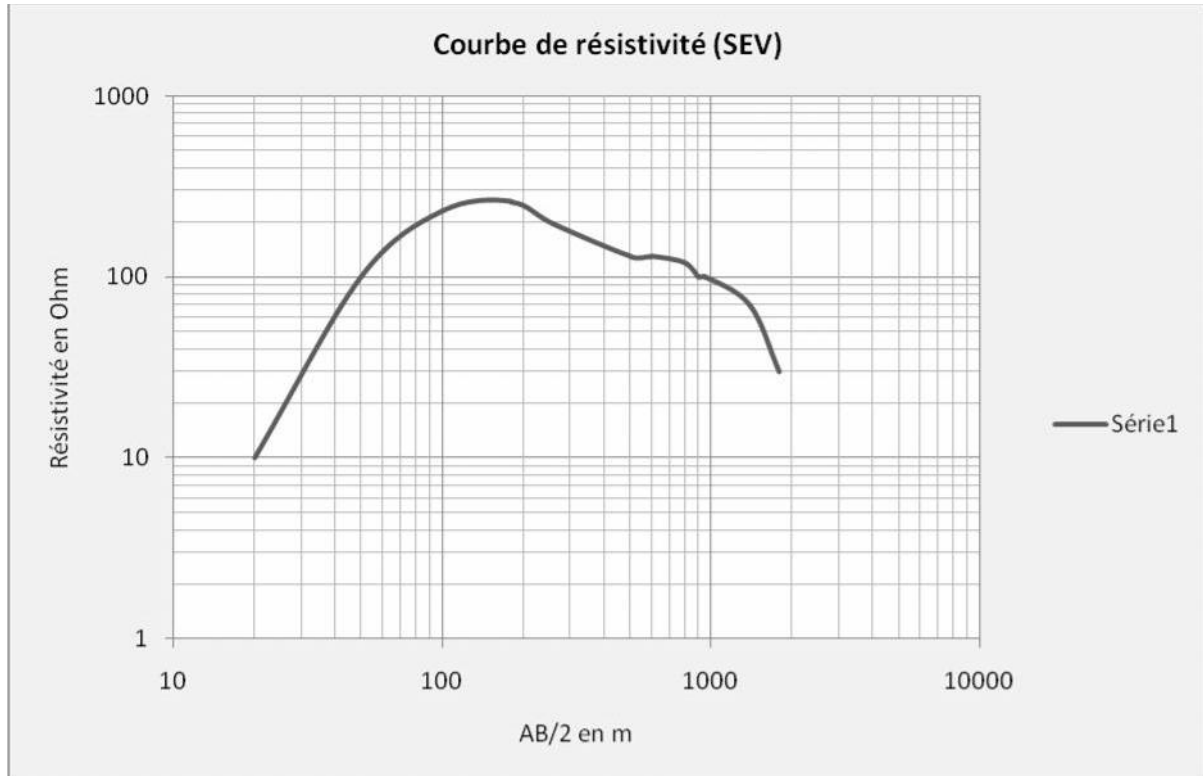


Fig. N° 51: Courbe de résistivité en cloche.

Pour ce qui est des coupes, l'observation de celles représentées sur les profils mentionnés ci-dessus, permet d'avancer ce qui suit :

Le secteur Nord, la coupe profil C montre une structure en forme de synclinal. Les résistivités rencontrées dans ces secteurs varient de 15 à 250

ohm-m. la coupe représentée sur la figure 50, montre l'évolution de cette structure en forme de synclinal, constitué d'un recouvrement peu résistant entre 15 et 60 ohm, correspondant aux formations plio-quadernaires (limons argileux et graveleux).

La deuxième formation sou jacente mise en évidence, correspond au niveau résistant (200 à 300 ohm). Ce niveau correspond aux calcaires éocènes fissurés affleurant aux deux extrémités de la coupe. Les valeurs du côté nord-ouest ont donné des résistivités atteignant les 500 ohm, correspondant à des calcaires compacts. Un dernier niveau, conducteur (50 ohm-m), sous-jacent a aux calcaires éocènes, correspondant aux marnes daniennes.

Dans la partie Sud, les formations argileuses du Mio-Pliocène sont plus épaisses.

Le secteur centre représenté par la coupe du profil J (Fig. 50), laisse apparaitre les mêmes horizons que la première coupe, avec des niveaux résistants (200 à 300 ohm), et des niveaux conducteurs (5 à 20 ohm), ces deux niveaux ont été identifiés comme les calcaires de l'Eocène et les marnes Daniennes, cela confirmé par leur affleurements.

La coupe du profil P (Fig. 51), concerne le secteur Sud du plateau, on retrouve la même configuration géologique, montrant une certaine continuité avec les précédentes. La même plage des valeurs de résistivité au niveau de ce profil, témoignent de la même lithologie que pour les secteurs précédents.

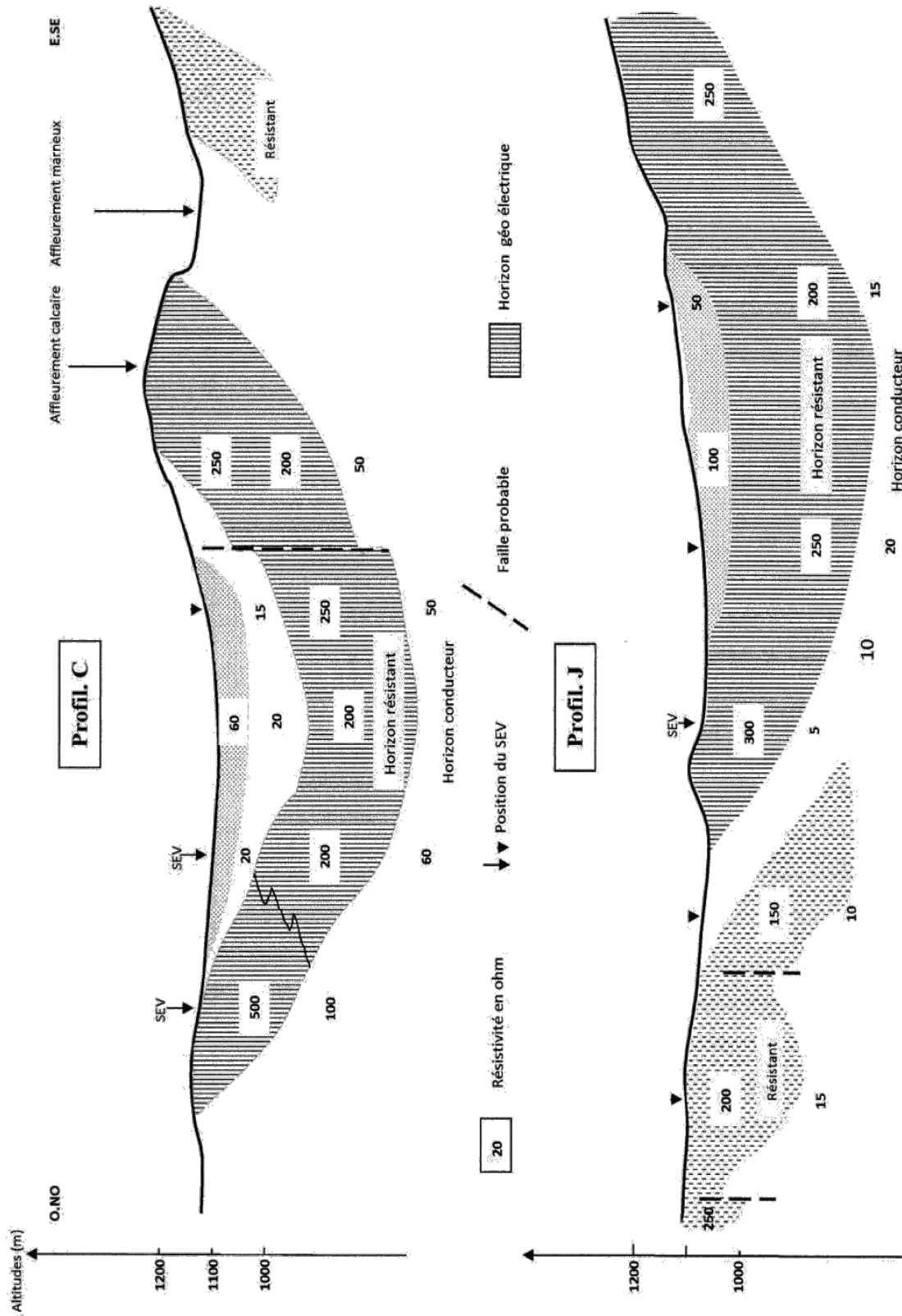


Fig. N° 52: Coupes géoélectriques des profils C et J.

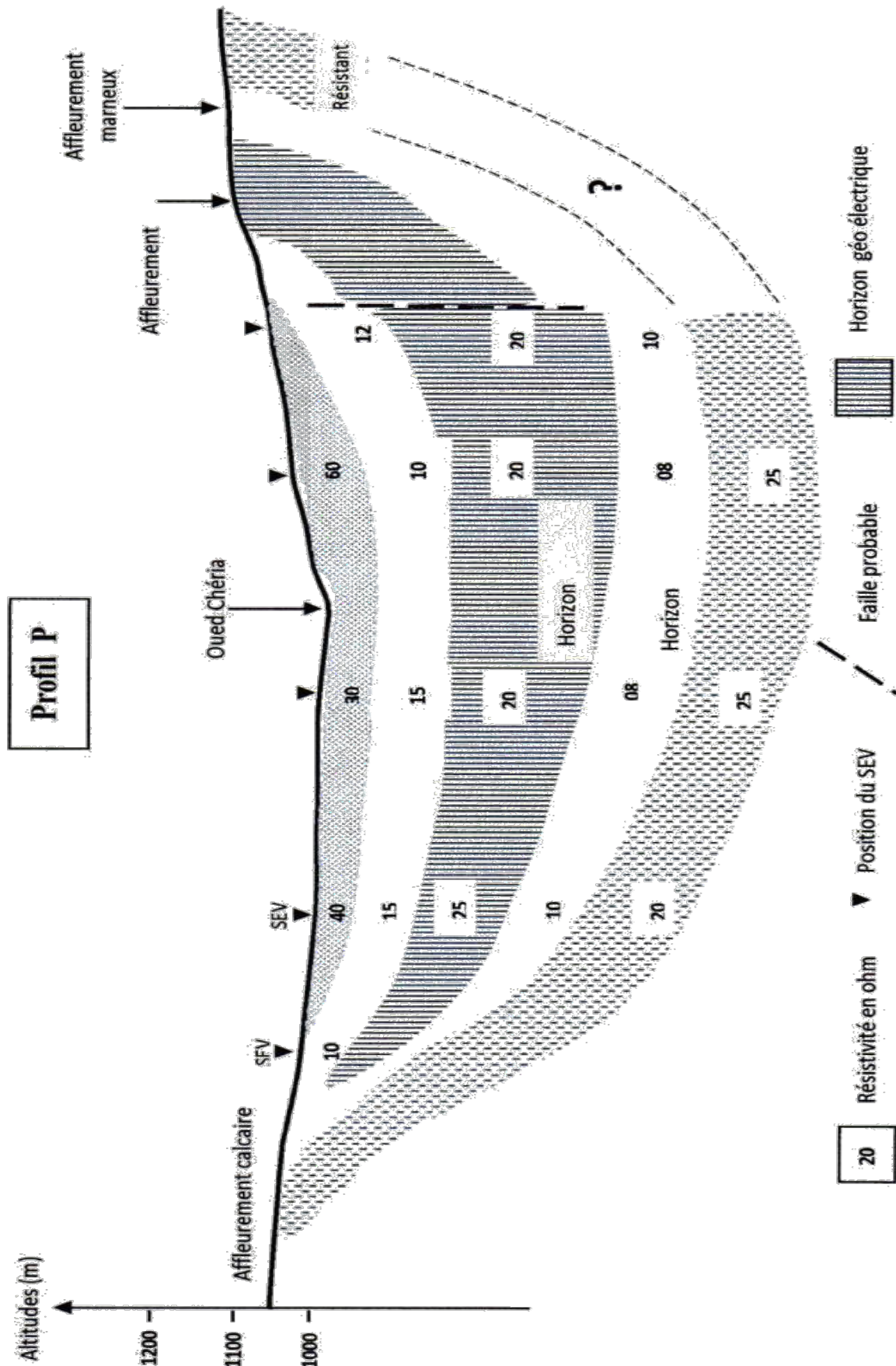


Fig. N° 53: Coupe géoélectrique du profil P.

2. L'investigation gravimétrique

Comme les méthodes géoelectriques, la gravimétrie peut être d'un grand apport dans l'identification des structures et des formations en profondeur.

Les travaux de Zerdazi Abdelhamid (1990) ont abouti à la réalisation d'une carte d'anomalie de Bouguer, à l'échelle de 1/50000, dont l'analyse a permis de dégager les points suivants :

Une anomalie négative dans le secteur Nord correspondant au fossé de Tébessa. Plus au sud, des anomalies positives pouvant correspondre à des formations denses et compactes (Dj. Gaagaa). Enfin une anomalie négative avec un axe Est-Ouest, cela correspond à des sédiments de comblement de faible densité (Quaternaire).

3. Conclusion

L'étude géophysique de la région de Chéria et dont nous avons présenté un aperçu ci-dessus, a permis d'identifier le système aquifère de cette région.

Le contraste des valeurs des résistivités obtenues a mis en évidence l'alternance des niveaux conducteurs et des niveaux résistants, corrélés avec les formations calcaires et marneuses qui composent le système aquifère en question. Cette étude a également identifié la structure en cuvette (synclinal) des formations.

La géophysique de Tebessa:

1-Introduction :

Les méthodes géophysiques pour la recherche de l'eau et l'implantation de forages, sont efficaces si elles viennent en complément des études hydrogéologique, géomorphologique et la photo interprétation.

L'objectif de la géophysique est de détecter sur un site délimité par l'hydrogéologue, une ou plusieurs anomalies pouvant emmagasiner l'eau souterraine. Le second but est de déterminer les caractéristiques géo électriques de ces couches ou de ces anomalies. Le sondage électrique vertical (SEV), est une méthode de prospection géophysique bien adaptée à l'hydrogéologie et qui se veut quantitative pour l'identification des aquifères. Depuis 1973, plusieurs études hydrogéologiques et géophysiques ont été effectuées dans la région et afin d'augmenter le taux de réussite des ouvrages d'exploitation, nous nous sommes intéressés à la prospection électrique selon le dispositif de Schlumberger avec lequel il a été effectué plus de 4000 SEV en ligne AB = 2 000 m (MN max.=220m).



Fig. N° 54: Position des profils électriques dans la plaine de Tebessa.

a) Corrélation entre la géologie et la géophysique :

Dans l'objectif de créer une corrélation entre la géologie et la géophysique, on dispose de vingt

(20) profils, établis en se basant sur les résultats de la prospection électrique.

Une alternance de couches résistantes avec d'autres non résistantes est remarquée sur les profils précédents. Afin de mieux procéder à la corrélation entre la géologie et la géophysique, on donne, sur chacun de ces profils, la répartition spatiale des résistivités, regroupées en, trois horizons P1, P2, et P3 qui se suivent et se superposent d'une manière irrégulière. Chacun de ces horizons est caractérisé par ses résistivités et sa position. En se basant sur le prolongement de ces horizons et leur resuccession, trois (03) zones ont été dégagées :

- Zone de Ain Chabro
- Zone de Tébessa
- Zone de Bekkaria

A) Géométrie des aquifères :

Sur la base des données de forages réalisés dans la zone d'étude ; qui sont disponibles au niveau de la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tébessa, conjointement aux études géophysiques et différents travaux menés par Djabri L. 1987 sur la plaine de Tébessa, on a récupéré les informations géologiques de terrain, afin de dresser une caractérisation bien déterminée, des limites du réservoir aquifère.

B) Plaine de Tébessa :

Au vu des profils géophysiques issue de l'étude de CGG 1971 réinterprétés par GOLE et RICARD en 1975, on constate une alternance des couches résistantes avec des couches non résistantes. Sur chacun des profils on donne la répartition spatiale des résistivités regroupées en trois horizons P1, P2 et P3 qui se suivent et se superposent d'une manière irrégulière (Djabri L., 1997) : (figure n°07)

C) Ain Chabro :

On constate que les horizons favorables (résistants, perméables) sont minces au centre (125m) et deviennent épais (275m) sur les bordures de la plaine. Sur les profils géophysiques, la succession des horizons P1, P2, et P3 est rare, mais P3 (P3 30 à 70 a.m) est très répandu, on peut qu'il s'agit, probablement, de cailloutis de calcaires ou de galets. L'inexistence des deux (02) autres horizons, d'une manière régulière, et probablement due à l'érosion qui a accompagné les phases d'effondrement du bassin.

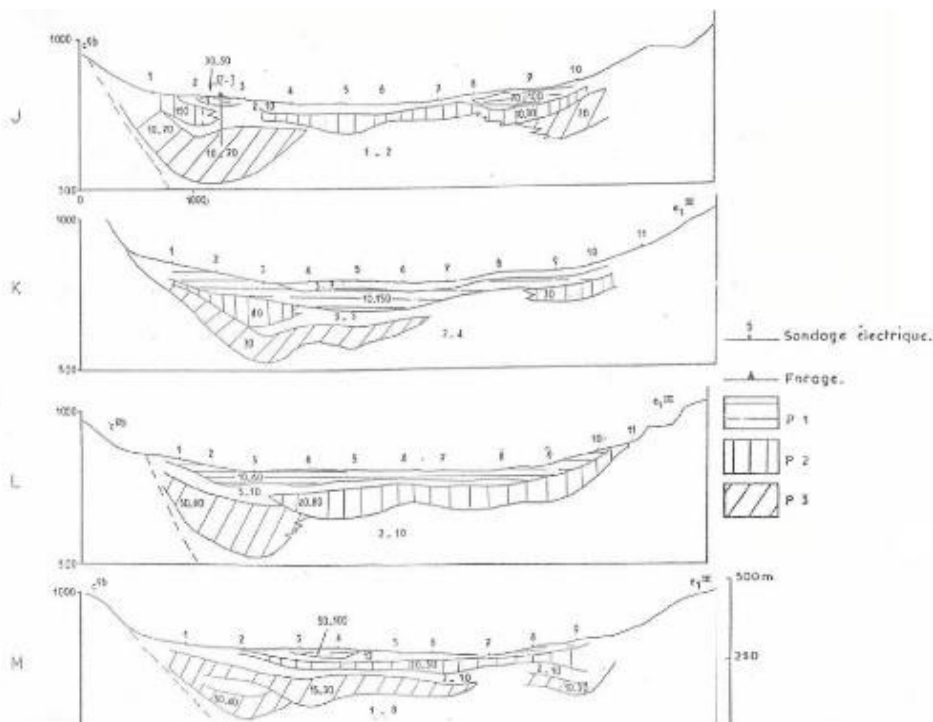


Fig. N° 55: Coupes géo électriques à travers la plaine de Tébessa selon les profils (J, K, L et M) (Djabri L. 1987).

D) Tébessa :

Dans cette zone de la plaine, la succession des horizons se retrouve. La géologie est marquée par des cailloutis de calcaires, de graviers et de sables. Dans la partie centrale (profils N et P), on trouve des résistivités très basses pouvant s'expliquer par la présence d'un niveau évaporitique.

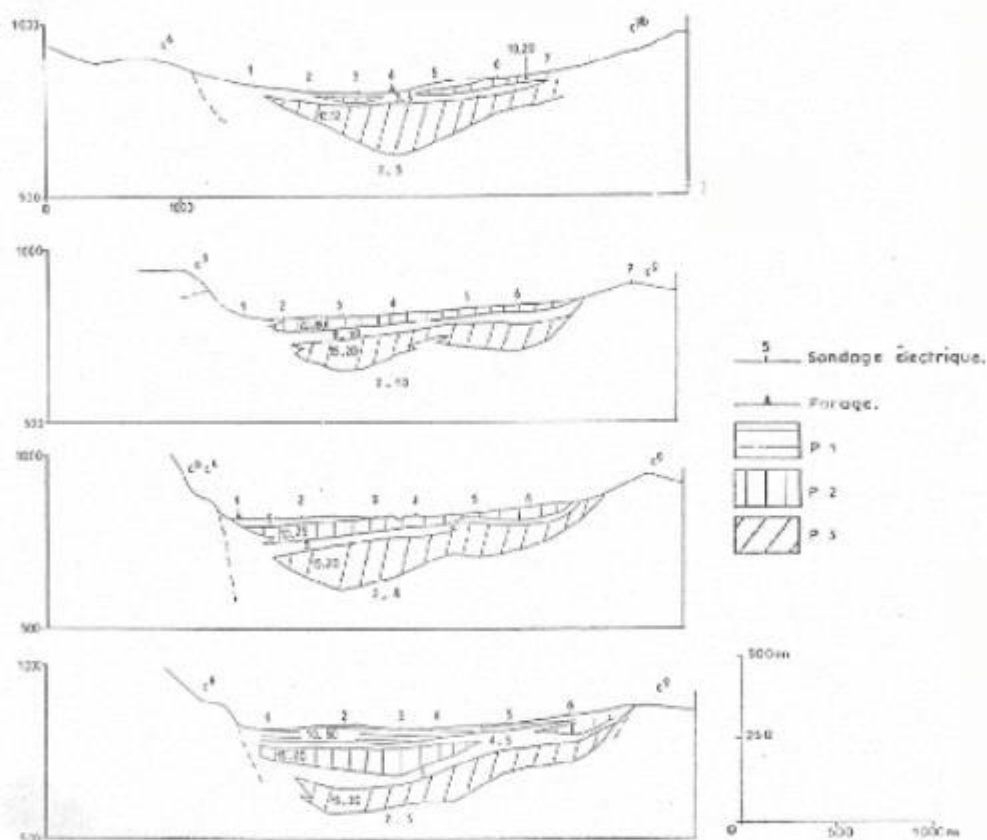


Fig. N° 56: Coupes géo électriques à travers la plaine de Tébessa selon les profils (R, S, T et U) (in Djabri L. 1987).

E) Bekkaria :

Comme dans la zone précédente, la succession des horizons P1, P2, et P3 est bien marquée ; ces derniers se trouvent sous forme d'électro-bancs. La géologie est représentée par des calcaires, des sables, des graviers et des galets.

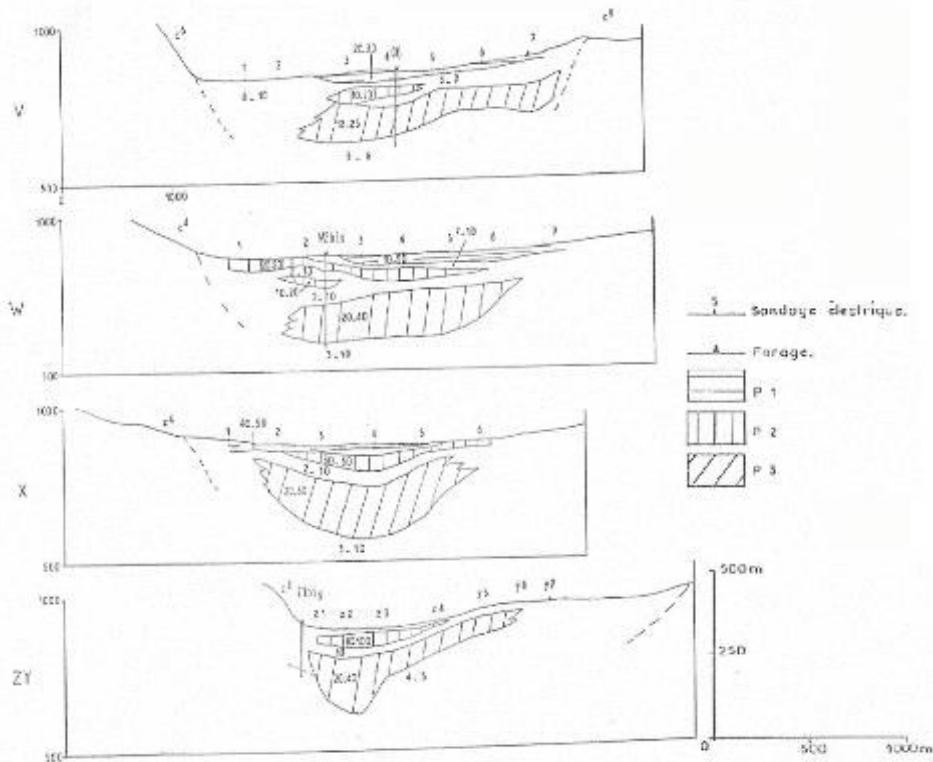


Fig. N° 57: Coupes géo électriques à travers la plaine de Tébessa selon les profils (V, W et X) (in Djabri L. 1987).

b) Commentaire des résultats :

Une relative harmonisation, est à signaler, entre les résultats de la géologie et de la géophysique. Pour avoir des connaissances complémentaires sur les couches aquifères, l'examen de la corrélation des résultats de la diagraphie et ceux de la colonne lithologique de certains forages, s'avère nécessaire.

c) Mise en parallèle des profils géophysiques et des coupes lithologiques :

Avant de procéder à la mise en parallèle des profils géophysiques et des coupes lithologiques, il nous a paru utile de donner quelques indications concernant les relations entre les couches géologiques et les résistivités électriques pour notre plaine.

De 01 à 05 m : formation très conductrice : argiles ou marnes ou présence d'eau minéralisée.

De 05 à 10 m : argiles ou marnes non salées conductrices

De 10 à 20 m : argiles avec cailloutis

De 20 m et plus : Formations relativement résistantes.

La mise en parallèle a été faite en essayant de corréler entre les profils géophysiques, reconstitués d'après la prospection électrique et de la diagraphie d'une part et la succession lithologique résultante des couches traversées par les forages d'autre part. Et ce en attribuant des valeurs de la résistivité aces couches (voir figures. 53, 54 et 55).

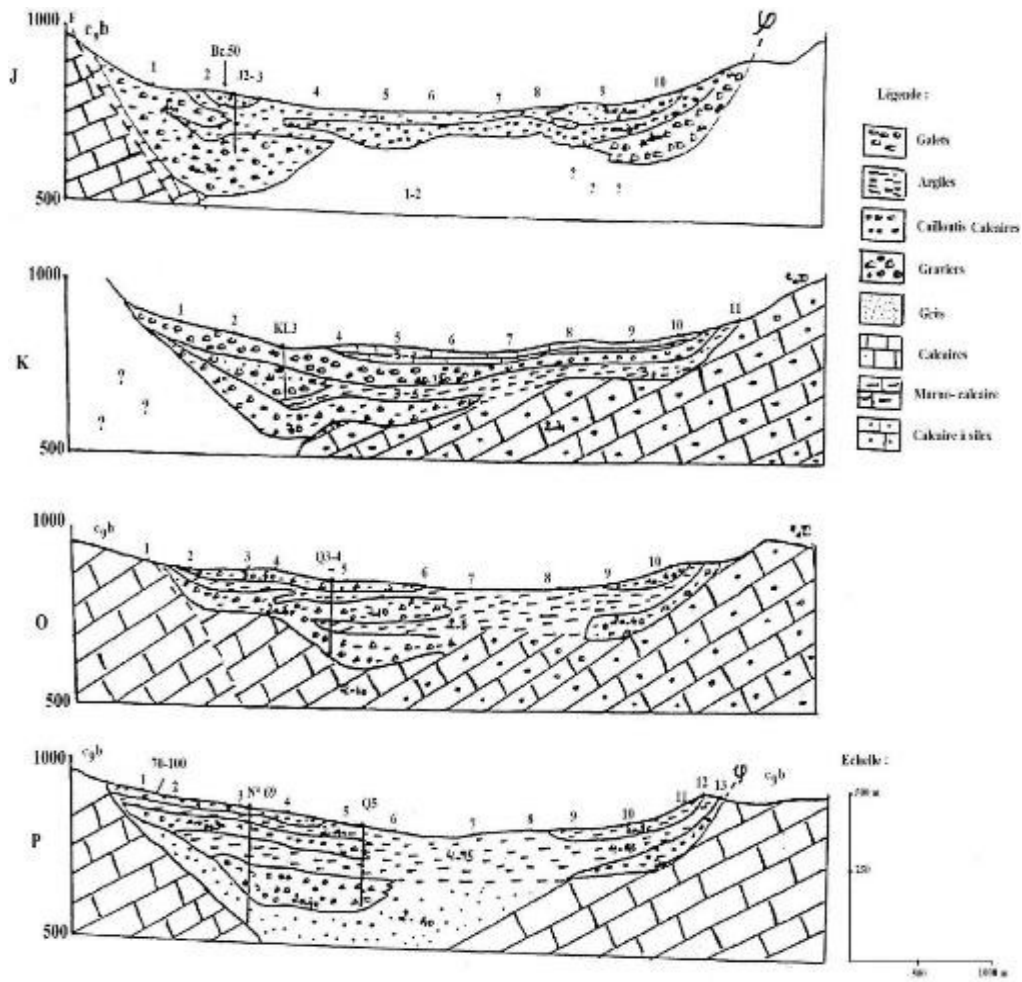


Fig. N° 59: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (J, K, O et P).

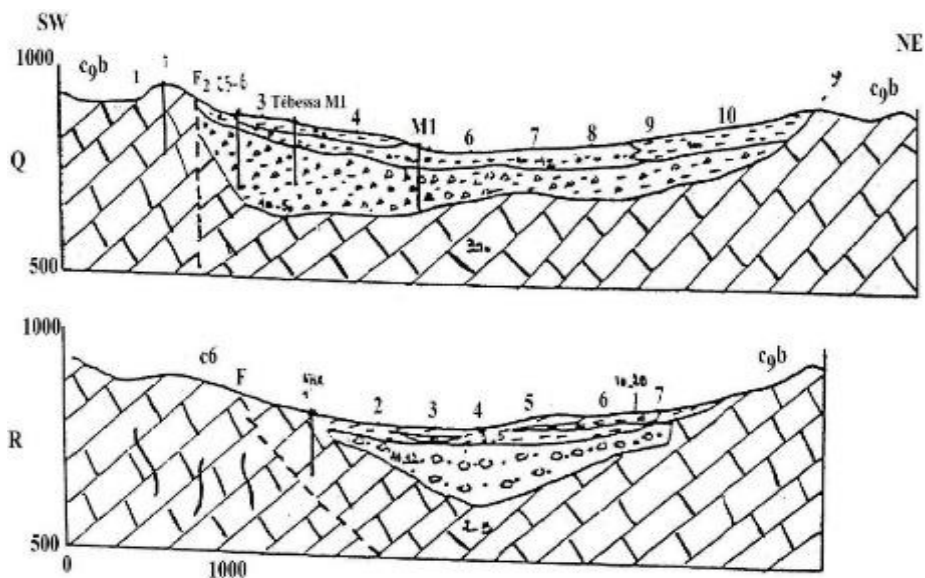


Fig. N° 58: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (Q, R).

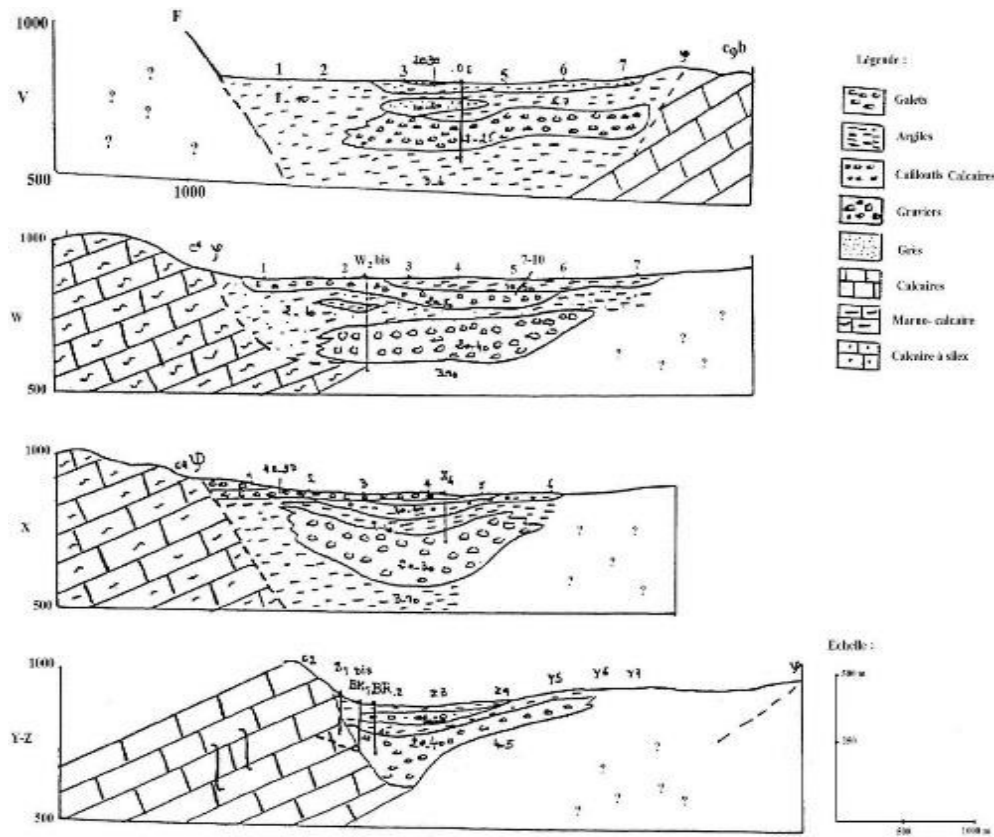


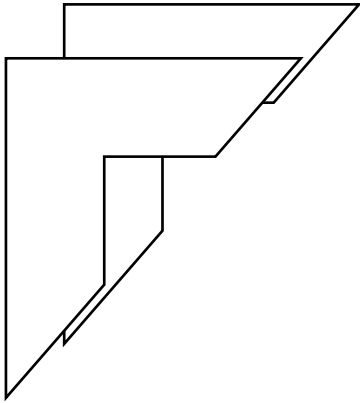
Fig. N° 60: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (V, W, X et Y-Z).

2- Conclusion :

D'après le développement des résultats de la prospection électrique et la diagraphie, au niveau des forages, on constate l'existence de différentes formations aquifères : au centre de la plaine, affleurent les formations alluvionnaires (graviers, galets, sables ...) d'âge quaternaire qui constituent le matériel du remplissage du bassin. Ces formations sont d'une porosité d'interstice, leur résistivité varie de 20 à 100 Ohm.m. sur les bordures appariassent des calcaires fissurés d'âge maestrichtien, qui sont d'une résistivité importante variant de 30 à 100 Ohm.m (elle peut atteindre 300 Ohm.m).

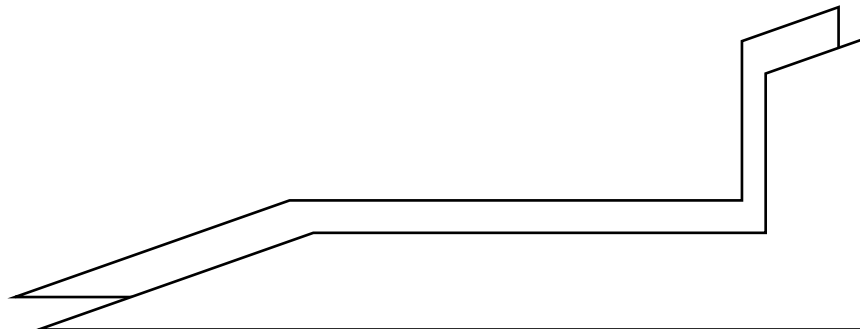
Ces calcaires fissurés sont d'une bonne perméabilité, ils jouent un rôle important dans la recharge de la nappe alluviale.

On remarque que la résistivité diminue des bordures vers le centre de la plaine. En tenant compte de la nature du matériel de remplissage et sa relation avec la répartition de la résistivité. On peut juger que la nappe alluviale de Tébessa est caractérisée par une hétérogénéité du matériel aquifère.



Chapitre V

L'Hydrogeologie des regions d'étude.



1-Système Hydrogéologique du plateau de Chéria :

1-1-Cadre géologique :

Le plateau de Chéria est un vaste synclinal constitué par les terrains de Maestrichien au quaternaire .

Quatre formations sont aquifères :

- Les calcaires Maestrichiens.
- Les calcaires Eocènes.
- Les sables Miocènes.
- Les cailloutis quaternaires.

1-2-Cadre hydrogéologique :

L'exutoire de toutes ces nappes c'est la zone de (Ain Babouche) .

Toutes ces nappes sont en relation les unes avec les autres par l'intermédiaire des cailloutis qui les recouvrent indistinctement en discordance.

Les forages réalisés à Chéria avaient trois buts :

- Etudier la fissuration et la perméabilité des calcaires Maestrichiens au cœur du synclinal sous le recouvrement Dano Montien et Eocène.
- Etudier la fissuration et la perméabilité des calcaires Eocène dans la partie Nord Synclinal.
- Etude stratigraphique de la série.

2-Système Hydrogéologique du la cuvette d'El Malabiod :

2-1-Cadre géologique :

La cuvette d'El Malabiod est dominé par la superposition de trois niveaux :

- Le premier niveau est alluvionnaire.
- Le deuxième niveau composé de sable et grés(Méocene).
- Le troisième niveau constitue le substratum marneux ou calcaireux(Crétacé).

2-2-Cadre hydrogéologique :

L' horizon aquifère le plus connu se compose de sable fin et les grés.Son épaisseur peut atteindre 200 m.

Les écoulements souterraines ont des directions qui convergent vers la partie sud exutoire de la nappe.

Cette nappe aquifère est exploité par des centaines de forages.

Les paramètres hydrodynamique telle que la transmissivité varie de $T=6.3.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ à $7.8.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.Les débits d'exploitation sont au minimum 20 L/s et au maximum 60 L/s.

3-Système Hydrogéologique du la région de Gasses :

3-1-Cadre géologique :

La région de Gasses a partaient a la région des Domes constitué de formation d'âge Crétacé dont le cœur est marqué par des terrains du Crétacé inférieur et des pointements de Trias .

3-2-Cadre hydrogéologique :

La région de Gasses constitue un système aquifère composé de remplissage quaternaire peut épais 25 m constitué de gravier très aquifère.

Les forages réalisés dans cette zone ont :

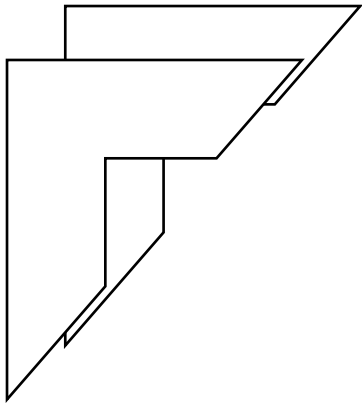
-Reconnu des cailloutis quaternaires .

-Ils ont touchés des calcaires crétacé fissuré .

Les écoulements souterrain convergent vers la direction Sud (Ville d'El Oglá).

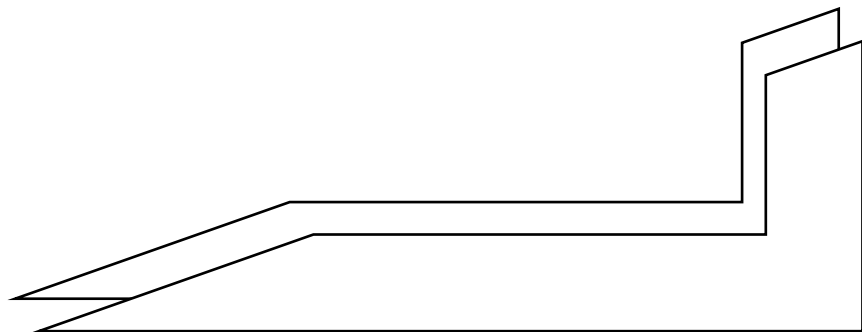
Le paramètre de la transmisivité « T » varie entre $T=8.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et $T=1.8.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le débit d'exploitation varie entre 10 et 20 L/s.



Chapitre VI

Analyses et commentaires des
résultats actifs et passifs de la
résistivité.



1- Introduction :

les méthodes de prospection géophysique dites électrique sont fondées sur l'étude de la distribution du potentiel électrique dans le sol .

le principe de la prospection électrique consiste à injecter à l'aide d'électrodes (A et B)

un courant (I) dans le sol et à mesurer entre deux autres électrodes (M et N) la différence de potentiel (ΔV).

On peut démontrer que cette différence de potentiel (ΔV) peut être donnée par la formule suivante :

$$\Delta V + V_M - V_N = \rho \left(\frac{I}{2\pi} \right) \left[\left(\frac{1}{AM} \right) - \left(\frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} \right) + \left(\frac{1}{BN} \right) \right]$$

Où ρ est la résistivité du sol en place

Résistivité d'un sol :

Par « sol » nous entendons tout horizon distinct qu'il soit meuble ou cohérent .

La résistivité d'un sol est fonction de sa teneur en eau et de la minéralisation de cette eau .

Pour les sols argileux au sens granulométrique du terme ($< 2 \mu$) la nature de la matrice solide entre en compte .

a) _ Terrain homogène

La résistivité ρ calculée à partir de I et ΔV sera celle du terrain .

b) _ Terrain hétérogène

La valeur de résistivité calculée ne sera plus de terrain mais une résistivité apparente .

La résistivité apparente d'un terrain hétérogène est fonction de la résistivité et de la géométrie des éléments constitutifs (des diverses couches) et de la disposition des électrodes

Dans le cas d'un sol stratifié horizontalement la résistivité apparente est donnée par :

$$\rho_a = \rho \int_0^\infty \left\{ 1 + r^2 f^0 \left(\frac{\lambda}{r} \right) \right\} \Pi(\lambda r) \lambda d\lambda$$

Avec :

λ : paramètre d'intégration

$J_1(\lambda, r)$: est la fonction de berrel d'ordre 1.

ρ_1 : résistivité de 1^{er} terrain

$\Pi(\lambda)$: est la fonction de Kernel dépendant des résistivités et des profondeurs des différentes couches

2- SONDAGE ELECTRIQUE VERTICAL(SEV) :

Un sondage électrique est une exploration verticale du sol au droit du point de mesure, le centre du dispositif.

Dans un sondage électrique, le centre du dispositif reste fixe tandis que l'écartement des électrodes croît progressivement. La résistivité apparente ρ_a est calculée pour chaque écartement des électrodes.

On conçoit que plus AB augmente, plus la profondeur des terrains testés augmente.

Théoriquement la profondeur d'investigation (H) est de l'ordre de :

$$H=AB/4$$

Ainsi si on porte un diagramme AB/2 en abscisses et en ordonnées ρ_a on obtient une courbe de sondage électrique dont l'aspect est fonction des diverses couches de terrain.

On démontre que pour ce dispositif la résistivité apparente du sol est donnée par la formule suivante :

$$(\rho_a = K \Delta V/I)$$

$$K=\pi AM *AN/MN$$

3- Interprétation des mesures de SEV :

Le traitement est réalisé à l'aide de logiciel (RES1D et Ip i2win)

Le calcul des abaques a été effectué conformément à la théorie de StafanESCO.

D'après cette théorie, on peut démontrer que le potentiel en un point M de la surface du sol s'écrit :

-Terrain bicouche :

$$V_M=I\rho_1/2\pi-[1/r+2k \int_0^{\infty} \frac{e^{-2\lambda l}}{1-kI^{-2\lambda i}} x_j(\lambda, r) d\lambda]$$

$$\text{Avec : } KI=\rho_2-\rho_1/\rho_2+\rho_1$$

-Terrain tricouche :

$$V_M=I\rho_1/2\pi-2\int_0^{\infty} \frac{1}{D} + [k_1 e^{-2\lambda h_1} + k_2 e^{-2\lambda h_2}] (\lambda, r) d\lambda]$$

$$\text{Avec : } k_l = \rho_2 - \rho_1 / \rho_2 + \rho_1$$

$$D=1 - k_1 e^{-2\lambda h_1} - k_2 e^{-2\lambda h_2} - k_1 k_2 e^{-2\lambda(h_2-h_1)}$$

4/Méthodologie de traitement des données

Les études géophysiques réalisées dans les années 1970 ont été analysées toutes en détectant la position géographique du point de mesure géophysique réalisé récemment (2016 à 2020).

La superposition des deux points a permis de faire une comparaison entre l'état passif et l'état actif.

Cette comparaison tient compte de l'épaisseur des couches superposées et leur résistivités.

Plusieurs tableaux ont permis de visualiser l'état passif et l'état actif des régions là où les études de prospection géophysique ont été réalisées précédemment (1970 à 1976) et récemment. A chaque tableau on décrit la différence des valeurs enregistrées.

Parmi les régions étudiées, on cite les régions de :

-Bassin d'El MaLabiod (Feuille N° 235 – zone de Zeguieg) : On a pris deux SEV.

-Bassin de Chéria (Feuille N° 234 – zone amont de Redama et Garet Mechouer) : On a pris deux SEV.

-Bassin de Bir El Ater (Feuille N° 297 et N° 327 – zone Khobna et zone de Nebka) : On a pris deux SEV.

-Bassin de Gasses (Feuille N° 233 – zone de Mezeraa et zone de Gasses) : On a pris deux SEV.

-Bassin de Ain Zerga (Feuille N° 178 – zone de Ain Zerga) : On a pris une seule SEV.

Le traitement de toutes les données relatives aux bassins cités ci-dessus ont donné les résultats dressés dans les tableaux suivants :

Carte topographique : El MaLabiod

Feuille N°235

Coordonnées :

X= 986,705

Y= 230,700

Z=1121m

zone	Passif	Actif
Zeguieg 02	-1ier niveau : Epaisseur 30m $\rho = 34 \text{ ohm.m}$ Aquifère saturée d'eau (gravier/argiles) -2ème niveau : épaisseur supérieure à 30 m ; $\rho = 08 \text{ ohm.m}$	-1ier niveau : Epaisseur 34m $\rho = 18.9 \text{ ohm.m}$ Aquifère sous saturée ; les niveaux d'eau en diminuer -2ème niveau : épaisseur supérieure à 34m ; $\rho = 10 \text{ ohm.m}$

Tableau 36: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Zeguieg 02.

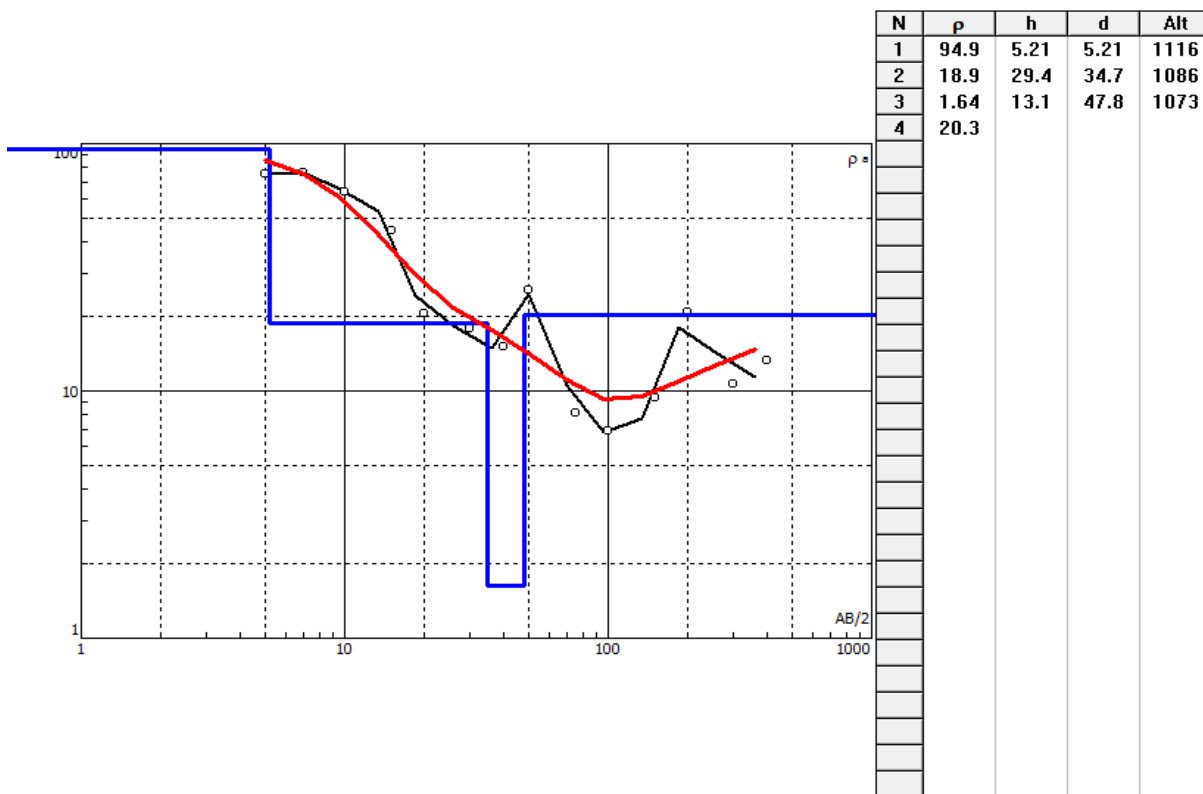


Fig. N° 61: SEV réalisé sur la région de Zeguieg 02.

Conclusion : On note une différence des valeurs de ρ entre l'état passif et l'état actif.

La carte topographie : Cheria

Feuille N°234

X= 960,085

Y=227,149

Z=1106m

Zone	Actif	Passif
Chéria (route Redema)	-1ier niveau : épaisseur 70 m $\rho = 55 \text{ ohm.m}$ aquifère saturée d'eau (graviers et argiles) -2ème niveau : épaisseur 80 m $\rho = 15 \text{ ohm.m}$ (marnes). -3ème niveau : supérieur à 150m, $\rho = 300 \text{ ohm.m}$, (calcaire dure et fissurée)	-1ier niveau : épaisseur 62 m $\rho = 73.7$, aquifère en croissance -2ème niveau : épaisseur 51 m $\rho = 8.09 \text{ ohm.m}$ (argiles) -3ème niveau : supérieur à 113 m $\rho = 700 \text{ ohm.m}$, (calcaire dure)

Tableau 38: La comparaison de la resistivité (Passif et actif) de la region de Chéria (Route Redema)..

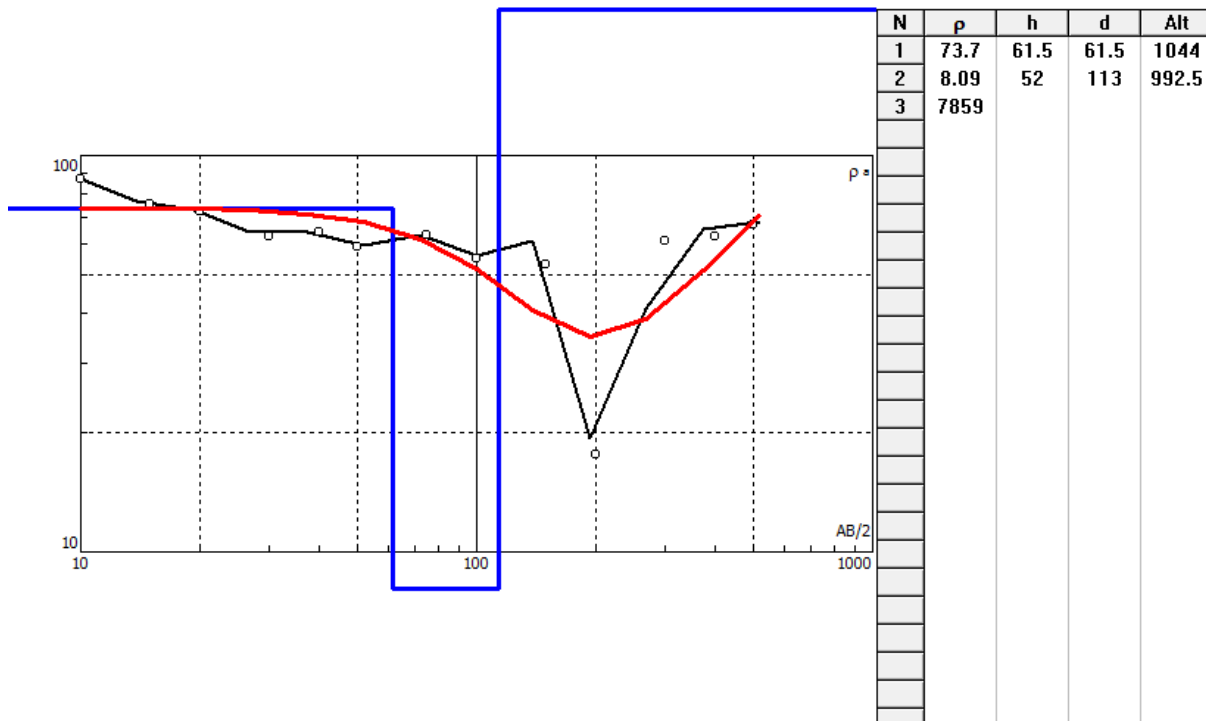


Fig. N° 63: SEV réalisé sur la région de Chéria (Route Redema).

Conclusion : Dans l'état passif la résistivité était bonne et dans l'état actif elle dépasse légèrement celle enregistrée dans l'état passif. On note pas de différence des valeurs des résistivités entre l'état passif et l'état actif.

La carte topographie :Morssot

Feuille N°178

X= 1025,604

Y=276,186

Z=863m

La Zone	Actif	Passif
Ain Zerga	-1 ^{er} niveau : épaisseur 150 m , $\rho = 80$ ohm.m (calcaire fissuré, saturé d'eau) -2 ^{ème} niveau : épaisseur supérieur à 150 m , $\rho=13$; Niveau marneux	-1 ^{er} niveau : épaisseur 150 m , $\rho=947$ ohm.m (calcaire compacté) -2 ^{ème} niveau : épaisseur supérieur à 150 m , $\rho= 16$ ohm.m (marnes)

Tableau 40: La comparaison de la resistivité (Passif et actif) de la region d'Ain Zerga.

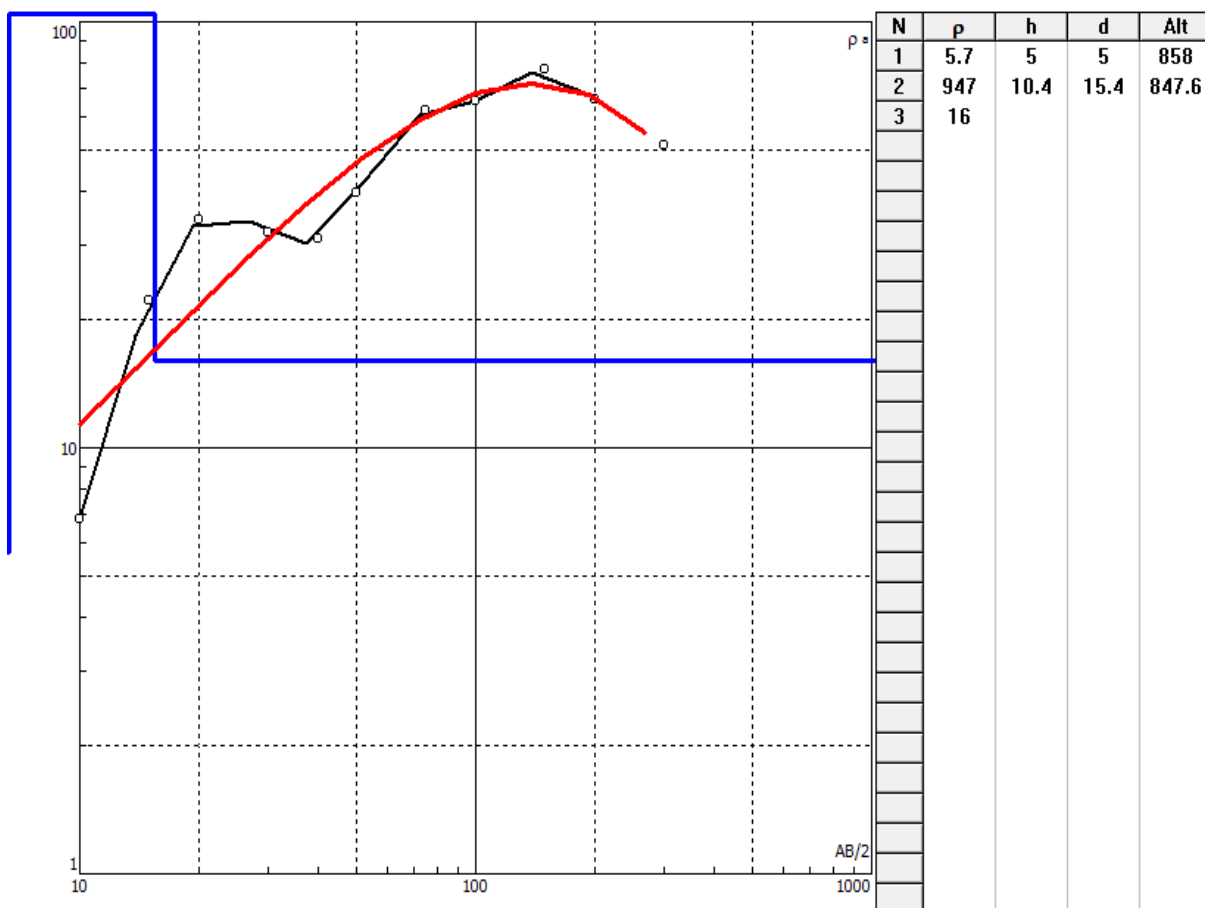


Fig. N° 65: SEV réalisé sur la région d'Ain Zerga.

Conclusion : Présence d'eau, différence de résistivité , on passe d'un niveau saturé d'eau dans l'état passif a un niveau compacté dans l'état actif.

La carte topographique : Bir El Ater

Feuille N°327

X= 995,690

Y= 172,761

Z=826m

Zone	Passif	Actif
Bir El Ater (Nebka 01)	-1 ^{er} niveau : épaisseur de 100 m $\rho = 20 \text{ ohm.m}$ (aquifère saturée sableux) -2 ^{ème} niveau : épaisseur de 95 m $\rho = 30 \text{ ohm.m}$ (aquifère saturée sableux)	-1 ^{er} niveau : épaisseur de 195m $\rho = 247 \text{ ohm.m}$ (sable sec)

Tableau 42: La comparaison de la resistivité (Passif et actif) de la region de Bir El Ater (Nebka 01).

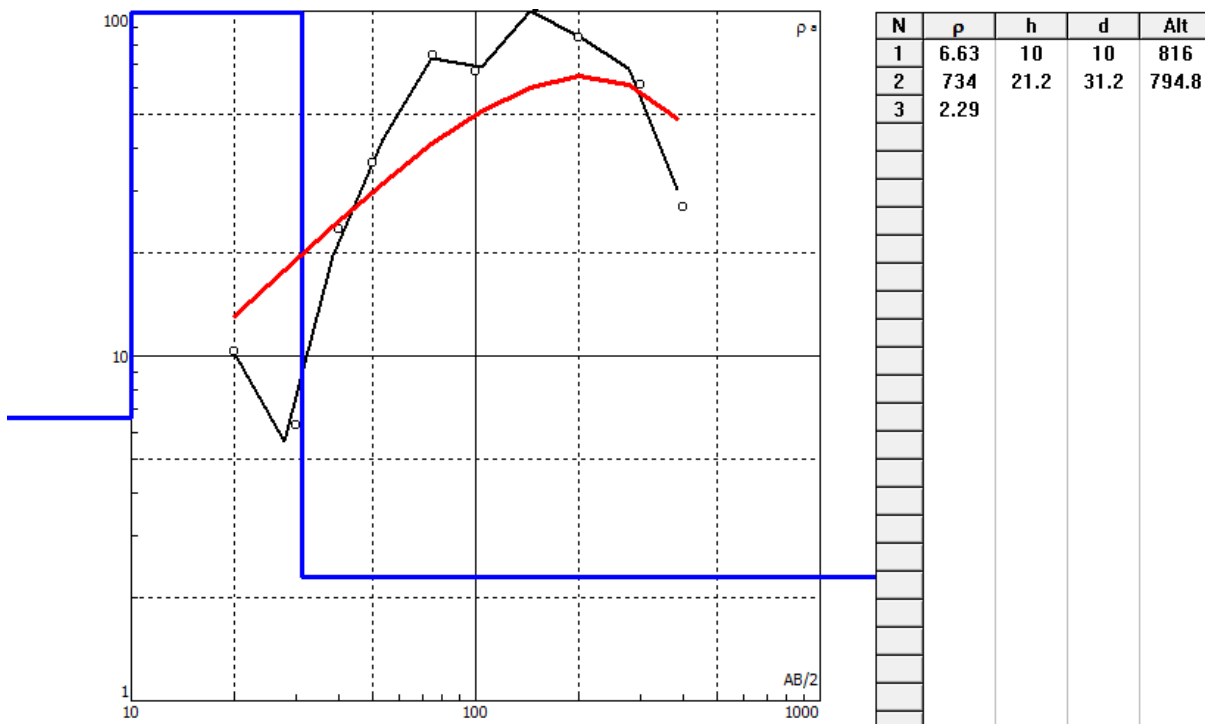


Fig. N° 67: SEV réalisé sur la région de Bir El Ater (Nebka 01).

Conclusion : Présence d'eau, différence de résistivité , on passe d'un niveau sableux saturée d'eau dans l'état passif a un niveau sableux (sec) dans l'état actif.

La carte topographie : Djebel Foua

Feuille N°297

Coordonnés :

X= 993,098

Y=180,465

Z=802m

Zone	Passif	Actif
Bir El Ater Nebka	-1ier niveau : épaisseur 15 m $\rho = 80 \text{ ohm.m}$,(Aquifere sableux saturée.) 2éme niveau : épaisseur 105 m $\rho = 200 \text{ ohm.m}$, aquifère sableux peu saturé) .	-1ier niveau : épaisseur 17 m $\rho = 768 \text{ ohm.m}$ (sable sec). -2éme niveau : épaisseur 91m $\rho = 1278 \text{ ohm.m}$ (sable sec)

Tableau 43: La comparaison de la resistivité (Passif et actif) de la region de Bir El Ater (Nebka 02).

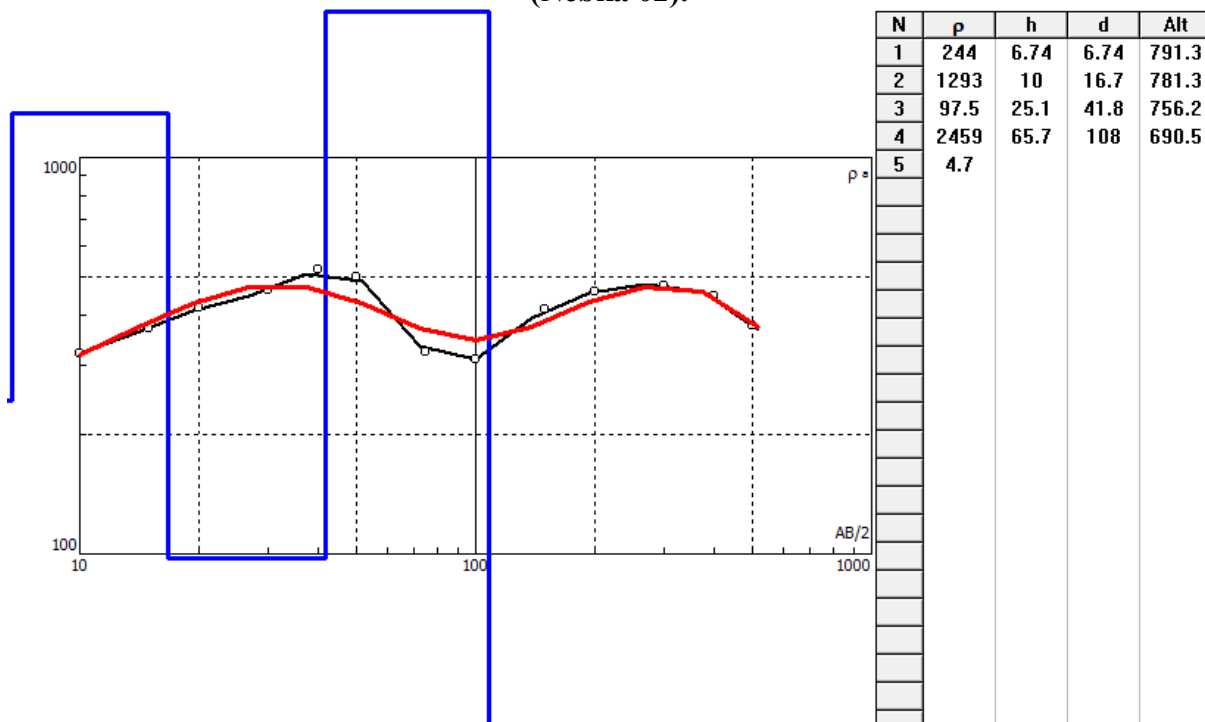


Fig. N° 68: SEV réalisé sur la région de Bir El Ater (Nebka 02).

Conclusion :_Le premier niveaux montre une différence entre les valeurs passifs et actifs ; on passe d'un niveau aquifère sableux ($\rho=80 \text{ ohm.m}$) à un niveau à sable sec ($\rho=768 \text{ ohm.m}$).

La carte topographie : Chéria

Feuille N°234

Coordonnées :

X= 957,015

Y= 233,912

Z=1092m

Zone	Passif	Actif
Chéria (Garet Mechouer)	-1ier niveau : épaisseur 70m $\rho = 55 \text{ ohm.m}$, aquifère saturée d'eau (graviers, argiles) -2ème niveau : épaisseur supérieur à 70m $\rho = 400 \text{ ohm.m}$ (calcaire)	-1ier niveau : épaisseur 74m $\rho = 10.5 \text{ ohm.m}$ (prédominance des argiles) -2ème niveau : épaisseur supérieur à 74 m, $\rho = 400 \text{ ohm.m}$ (calcaire fissuré et dure).

Tableau 44: La comparaison de la resistivité (Passif et actif) de la region de Chéria (Garet Mechouer).

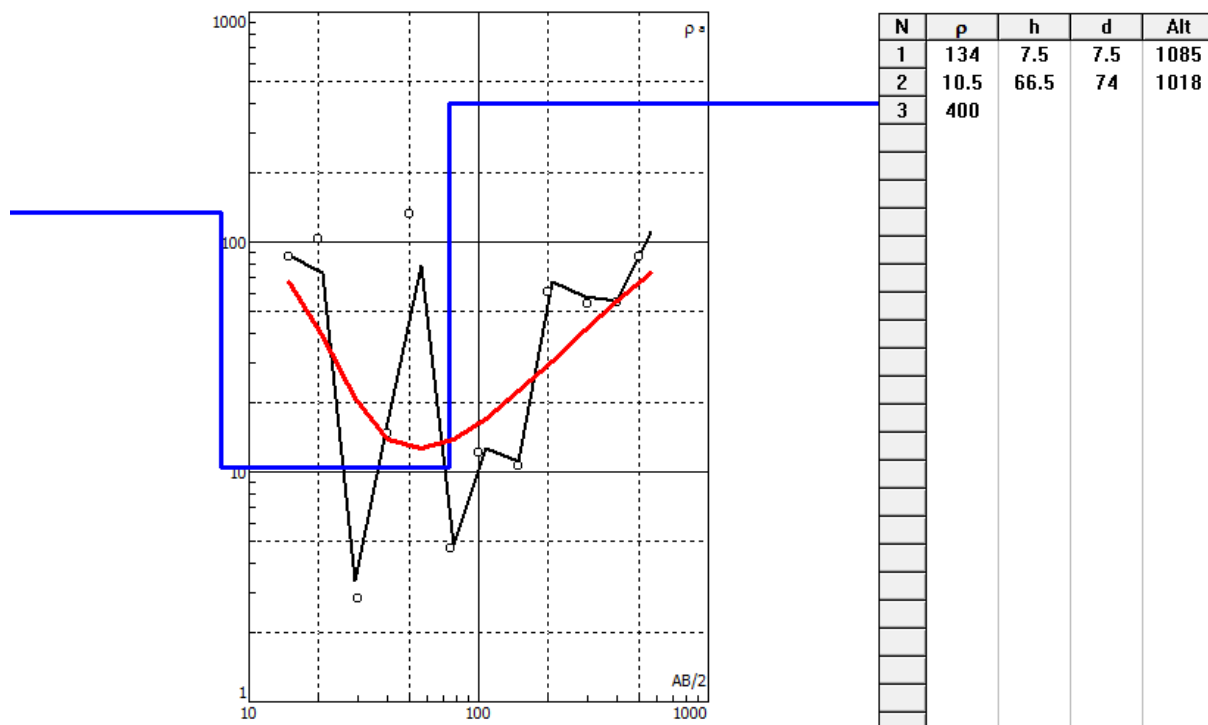


Fig. N° 69: SEV réalisé sur la région de Chéria (Garet Mouchouer).

Conclusion : Dans le passif on a des bonnes résistivités et dans l'actif on a des mauvaises résistivités.

5- Commentaires des résultats obtenus des tableaux :

Dans les neuf cas étudiés à travers les bassins de : El Malabiod, Chéria, Gasses, Ain Zerga, Bir El Ater on a pu noter les remarques suivantes :

- Les valeurs de la résistivité différent de l'état passif à l'état actif.
- Les valeurs enregistré dans l'état passif sont supérieur à celles de l'état actif (huit cas sur neuf,8/9).
- Les changements des valeurs des résistivités ont affecté les premiers niveaux par contre les deuxièmes niveaux sont restés sans changement.
- Les épaisseurs des premiers niveaux ont été affecté faiblement entre l'état passif et l'état actif.

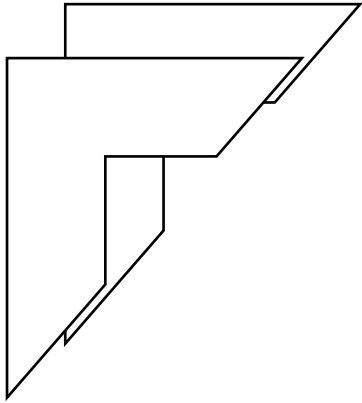
Parmi les causes qui sont à l'origine de ces changements on peut citer :

-Les changements climatiques (Décroissance des précipitations suite à la succession de périodes de

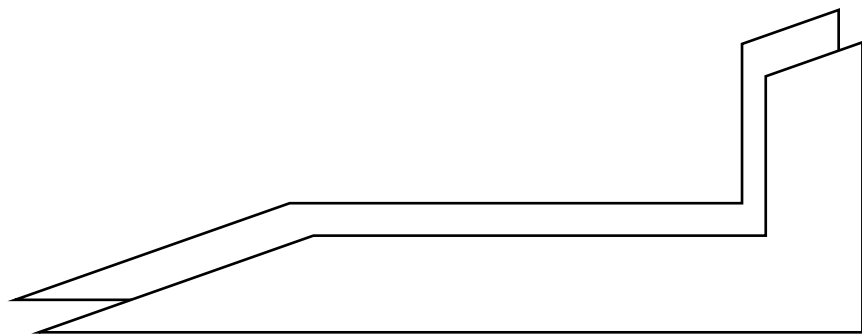
Sécheresse.

-La surexploitation des réserves régulatrice (renouvellement annuelle) et atteinte des réserves permanentes

Dont le renouvellement est pluriannuelle



Conclusion Générale



Conclusion générale

Conclusion générale :

Le bassin d'El Malabiod présente deux grands ensembles ; les affleurements d'âge crétacé sur les bordures, les formations du Miocène et du Quaternaire disséminent la quasi-totalité de la plaine.

La série stratigraphique identifiée par les investigations sur le plateau de Chéria, se présente dans une chronologie croissante, du Campanien jusqu'au Plio-quaternaire, elle est représentée par une alternance de calcaires et de marnes et se termine par des alluvions et des sables.

A l'intérieure de la plaine de Tébessa, les formations alluvionnaires sont d'une perméabilité en petit qui se constituent à partir des sédiments de la série plio-quaternaire, ces formations bénéficient d'un granoclassement de la bordure vers l'axe de la plaine. En bordure on rencontre des gros cailloutis, voire des galets calcaires et au centre des limons récents qui sont peu perméables.

A Tébessa, la moyenne des précipitations annuelles sur une période de 17ans est de 377.29mm

L'année la plus humide correspond à l'année (2002/2003) avec une hauteur annuelle de 632,5mm et une année plus sèche (2001/2002) avec une hauteur annuelle de 219.8mm.

A Chéria, la moyenne des précipitations annuelles sur une période de 5ans est de 317.38mm

La moyenne des précipitations annuelles enregistrées à la station d'Elma-Labiod sur une période de 5ans est de 241.20mm

La variation des moyennes des précipitations mensuelles sur une période de 17ans montre que le mois le plus pluvieux est le mois de septembre avec une valeur de 42,50mm, et le mois le moins pluvieux est le mois de juillet avec une valeur de 18.83mm.

Pour les températures la courbe des moyennes mensuelles sur une période de 17 ans montre que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température de 8.58 c° et le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une valeur de 29.32 c°.

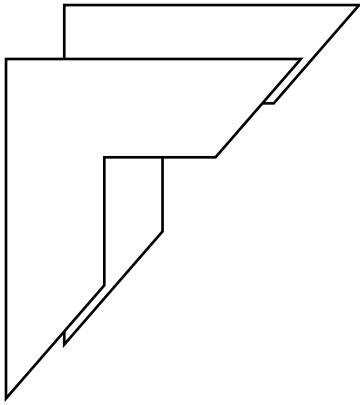
Dans la partie géophysique relative a la région de Cheria ,le contraste des valeurs des résistivités obtenues a mis en évidence l'alternance des niveaux conducteurs et des niveaux résistants, corrélés avec les formations calcaires et marneuses qui composent le système aquifère en question.

L'étude géophysique de la région d'El-Malabiod a permis la localisation des étages résistants et conducteurs, leur influence concernant l'imperméabilité des murs des différentes nappes.

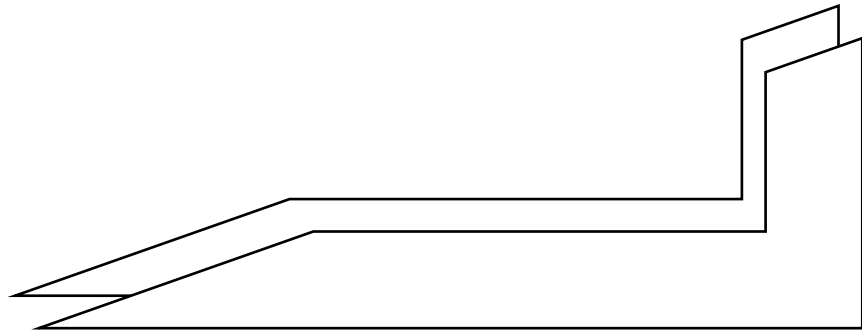
- ❖ Les niveaux aquifères mis en évidence sont :
- ❖ La nappe alluvionnaire sableuse d' âge quaternaire
- ❖ La nappe des grés du miocène
- ❖ La nappe d'argile sableuse.

Conclusion générale

Dans la région de Tébessa, l'étude géophysique montre que la résistivité diminue des bordures vers le centre de la plaine. En tenant compte de la nature du matériel de remplissage et sa relation avec la répartition de la résistivité. On peut juger que la nappe alluviale de Tébessa est caractérisée par une hétérogénéité du matériel aquifère.



Bibliographie



Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE :

- 1-Prospection géophysique de la cuvette d'El Malabiod , UGF-BRNO-1971.
 - 2- Prospection géophysique sur le plateau de Chéria, CGG-1970.
 - 3--Prospection géophysique de la région Bir El Ater (Bassins versants des Oueds Safsaf et Rhezneta).ALGEO-1977.
 - 4- Prospection géophysique dans la région des « Domes »(Bassin de l'Outa-Guert-Outa Gasses,Bassin Outa Zora et bassin de Telidjen),CGG-1976.
 - 5-Prospection géophysique par la méthode électrique dans la région de Ain Zerga.STROJEXPORT-PRAGUE-1977.
-
2. **ABDESSAMAD MOUHAMED LAMINE** : La contribution de la géophysique appliquée à l'étude de la vulnérabilité sismique dans le némamcha (fossé de Tébessa)-université Lhadj Lakhdar Batna (Thèse de magistère en aménagement des milieux physique **2012**)
 6. **BEN DJABALLA.Z** : Interprétation et traitement Hydrogéologie de la Wilaya de Tébessa. Mémoire d'ingénieur (Université de CONSTANTINE)
 9. **CHACHA AZIZA** : géodynamique des bassins triasiques de l'atlas saharien oriental et implication pétrolière (Thèse en magistère – université de M'hamed Bougara Boumerdes (en **2012**)
 10. **DEFAFLIA NABIL** : étude sédimentologique et paléo environnementale des formations quaternaires, alluvionnaires de l'oued de berzguel El Ma-Labiod (w) de Tébessa .Algérie (**2013**)
 11. **DEFAFLIA NABIL ET DEGAICHIA AMOR** : étude sédimentologique et pétrographique du tortonien inférieur présumé de hadjer sefra région d'el ma-labiod Mémoire d'ingénieur d'état (centre universitaire Chikh Larbi Tébessi en **1998**)
 12. **DJEBARI HACENE** : Ressources et essais de la gestion intégrée des eaux souterraines du bassin d'El Ma-Labiod Tébessa N-E Algérie
 7. **BENMAHMOUD-KHATTABI AMINA** : Espace sub aride 40ans de gestion Traditionnelle et projets de développement (Analyse de 1971à2010) cas De la Wilaya de Tébessa. Magister. (U. Constantine) 2012.
 8. **C.E.T.I.M** : centre d'études et services technologiques de l'industrie des matériaux de construction (rapport **2014**)
 12. **DJEBARI HACENE** : Ressources et essais de la gestion intégrée des eaux souterraines du bassin d'El Ma-Labiod Tébessa N-E Algérien Thèse de magistère en **2011**.(université de badji moukhtar Annaba)
 13. **DJEBARI MOUHAMED CHAFIK** : étude géologique du diapir de djebissa (synthèse des données morpho-structural),Mémoire d'ingénieur d'état en **1998**
 14. **KHALDI.Z et KALKOUL.M** :Etude géologique et géotechnique du barrage En BCR Saf Saf Wilaya de Tébessa. (U .Tébessa).
 15. **RAYHANA .A** : Sédimentologie du Néogène de Bir Sbeikia(Tébessa ,NE

Bibliographie

De L'Algérie) (U. Tébessa).

16. **F. BOULVAIN (2010)**: cours en ligne – université de Liège

17. **[GUEFAIFIA.O (1996)]** : Contribution à l'étude hydrogéologique de la nappe
.Aquifère d'EL

Ma EL Abiod . Thèse de Magistère Univ. ANNABA

18. **INTERNET**: - w.w.w .forgotten books .org / apps .

- www.brgm.fr

- www.agora21.org

19. **JEAN. Mari. Villa**: la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins

Algéro–Tunisiens. Thèse de doctorat. Est-Sc.Nat. Paris VI.

20. **JEAN LOUIS ASTIER**: Géophysique appliquée à l'hydrogéologie.

21. **KHOUDHAIR CHAABANE** :le cénomanien- turonien d'essouabaa :
sédimentologie et bio

stratigraphique (Tébessa N-E algérien)

Thèse de magistère – université chikh larbi tébessi Tébessa en **2008**.

22. **PHILIPPE THOMAS** : description géologique de la Tunisie (aperçu sur la
géographie

physique)

23. **PIERRE GASTEL** : en **1902** le cercle de Tébessa-I-

24. **ROUABHI ABDEKADER** : Vulnérabilité et risque de pollution des eaux
souterraines de la

nappe de sable de la plaine d'El Ma-Labioud N-E Algérien

Thèse de doctorat en **2006**.(université de badji moukhtar annaba)

25. **SAOUDI NOUR-EDDINE** :pliocène et pléistocène inférieure et moyen du sahel
occidental

d'Alger

26. **S.CAILLERE ET S.HENIN** : Minéralogie des argiles : 2ème édition