



*République Algérienne Démocratique*

*Et Population*

*Ministère de l'enseignement supérieur et*

*De 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*

*Mémoire de fin d'étude*

*Pour l'obtention du diplôme de MASTER*

*Domaine: Sciences de la terre et de l'Univers*

*Filière: Géologie*

*Spécialité: Hydrogéologie*

*Thème Présentée Par:*

***ACHOU AHMED AMINE***

**VARIATION ET MONOTONIE DE LA RESESTIVITE  
ELCTRIQUE DES AQUIFFAIRES de LA REGION DE  
TEBESSA : ETAT PASSIF ET ACTIF**

*Devante le jury :*

*1ère saison : juin 2024*

## *Remerciement*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'études. Le chemin parcouru jusqu'à ce jour n'aurait pas été possible sans le soutien inestimable et les encouragements que j'ai reçus de chacun d'entre vous.*

*Tout d'abord, je souhaite rendre grâce à Allah, dont la guidance et la clémence ont été les fondations de ce parcours académique. Sa lumière m'a éclairé à chaque étape, me permettant de surmonter les obstacles avec foi et détermination.*

*À mon encadreur, Monsieur **Omar Guesfia**, je suis profondément reconnaissant pour sa disponibilité, son expertise et ses conseils avisés. Sa patience et son dévouement ont été des piliers essentiels dans la construction de ce travail de recherche.*

*Un merci tout particulier à mes parents, qui ont été mes premiers mentors et mes plus grands soutiens. Leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur encouragement constant ont été les moteurs de ma réussite. Je leur suis infiniment reconnaissant pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.*

*Un immense merci s'adresse à mes camarades de promotion, en particulier à ceux des spécialités Hydro et GT. Nos échanges fructueux, nos discussions passionnantes et notre esprit d'équipe ont enrichi mon expérience universitaire et ont contribué à la réussite de ce projet.*

*À tous les professeurs qui m'ont transmis leur savoir et leur passion pour les sciences de la terre, je vous adresse mes plus sincères remerciements. Votre expertise, votre patience et votre dévouement ont façonné ma formation académique et ont nourri ma passion pour ce domaine.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A ma chère mère Meriem*

*A mon cher père Mohamed Etahar " Djahid "*

*Ceux qui n'ont jamais arrêté de prier pour moi, de me soutenir et de m'épauler afin que je puisse réaliser mes objectifs.*

*A mes frères Mohamed Djamel Racine*

*Qui m'a toujours inspiré et encouragé.*

*A mes sœurs Amel et Amira*

*Des dédicaces spéciales à mes sœurs pour leur soutien lors de l'élaboration de ma mémoire.*

*A Narjes*

*Pour m'avoir toujours encouragé et aidé dans mon travail*

*A toute la famille Achou*

*A tous les cousins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant*

*A mes collègues*

*Pour tous les souvenirs et moments que j'ai vécu avec vous, je vous remercie et je vous souhaite du succès dans ce qui vous reste*

## Résumé :

Le thème abordé tourne autour de la variation de la résistivité dans différents aquifères à travers la région de Tébessa. Les mesures récentes de résistivité effectuées sur le terrain ont été comparées aux valeurs de résistivité obtenues dans des études géophysiques menées au cours des quatre dernières décennies.

Les résultats obtenus indiquent un changement dans les niveaux de résistivité, passant d'un état passif à un état actif. Cela suggère que les niveaux d'eau souterraine ont été affectés par des périodes de sécheresse et une surexploitation des ressources aquifères.

## ملخص:

الموضوع المطروح يتناول تغير المقاومة في الحقول المائية المختلفة عبر منطقة تبسة. تم مقارنة القياسات الحديثة للمقاومة التي أُجريت في الحقل مع قيم المقاومة التي تم الحصول عليها في الدراسات الجيوفيزيائية التي أُجريت خلال الأربعة عقود الماضية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تغيرًا في مستويات المقاومة من حالة سلبية إلى حالة نشطة. هذا يشير إلى أن مستويات المياه الجوفية تأثرت بفترات الجفاف واستغلال موارد الحقول المائية بشكل مفرط.

## Abstract:

The theme discussed revolves around the variation in resistivity in different aquifers across the region of Tébessa. Recent resistivity measurements conducted in the field were compared with resistivity values obtained in geophysical studies conducted over the past four decades.

The results obtained indicate a change in resistivity levels from passive to active state. This suggests that groundwater levels have been affected by periods of drought and overexploitation of aquifer resources.

## *Sommaire*

Titre	Page
Remerciement	-
Dédicas	-
Introduction générale	<b>01</b>
<b>Chapitre 1 : Étude géologique et géographique</b>	
I- Région de Tébessa.....	04
1. Situation géographique .....	04
1.1 Introduction : .....	05
1. GEOMORPHOLOGIE .....	05
1.1. Les montagnes du nord .....	06
1.2. Les montagnes du sud .....	06
1.3. STRATIGRAPHIE ET DESCRIPTION DES FACIES .....	06
1.3.1. Le Trias.....	06
1.3.2. Le Jurassique .....	07
1.3.3. Le Barrémien .....	07
1.3.4. L'Aptien .....	07
1.3.5. L'Aptien Marneux .....	07
1.3.6. Le Clansayésien .....	07
1.3.7. L'Albien .....	07
1.3.8. Le Vraconien .....	08
1.3.9. Le Cénomaniens .....	08
1.3.10. Le Turonien .....	08
1.3.11. Le Maestrichtien .....	08
1.3.12. Le Paléocène .....	09
1.3.13. L'Eocène .....	09
1.3.14. Le Miocène .....	11
1.3.15. Le Quaternaire .....	11
1.4. Formations actuelles et récentes .....	11
1.5. Formations anciennes .....	11
1.6. TECTONIQUE RÉGIONALE .....	13
1.7. Conclusion .....	14
II- Région de Cheria .....	15
1. Introduction : .....	16
2. L'aspect stratigraphique .....	16
3. Le Secondaire .....	17
4. Le Tertiaire .....	18
5. L'aspect tectonique .....	19
6. L'aspects paléontologiques .....	19
7. Intérêt hydrogéologique du système multicouche de Chéria ....	20
conclusion .....	20
III- la région d' El-Ma-Labioud .....	21
1. introduction : .....	22
2. Le Miocène .....	23
2.1. Le Miocène inférieur et moyen (Vindobonien et Burdigalien)	23
3. Le Quaternaire .....	25
3.1. Les Conglomérats .....	25
3.2. La croûte calcaire .....	25
3.3. Les dépôts de sources .....	25
3.4. La nappe des cailloux .....	26
3.5. Les dépôts actuels .....	26

4. Tectonique de la région .....	26
4.1. Style tectonique .....	26
4.2. Phases tectoniques .....	26
4.3. Les mouvements récents .....	26
Conclusion .....	27
<b>IV- RÉGION DE BIR-EL ATER:</b> .....	28
1. INTRODUCTION .....	28
2. GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE BIR-EL ATER: .....	28
3. NUMMULITIQUE: .....	29
3.1. PALÉOCÈNE: .....	29
3.2. ÉOCÈNE. a- yprésien: .....	29
4. NÉOGÈNE .....	31
5. APERÇUT STRUCTURAL .....	31
5.1. PHASE TECTONIQUES .....	31
<b>V- Région d'AinZerga</b> .....	33
1. Situation topographique .....	33

## Chapitre 02: Étude hydrogéologiques des régions étudiées

<b>I- REGION DE TEBESSA :</b> .....	36
1. Introduction : .....	36
2. Description générale : .....	36
3. Conditions aux limites : .....	36
4. Détermination de la structure hydrogéologique : .....	40
5. Conclusion : .....	41
<b>II- LA REGION DE EL MA -LABIOD :</b> .....	42
1. Système Hydrogéologique du la cuvette d'El Malabiod : .....	42
2. Cadre géologique : .....	42
<b>III- la région de Bir El Ater :</b> .....	42
1. ÉLÉMENTS HDROGEOLOGIQUES : .....	42
2. LE MAETRICHIEU : .....	42
3. ÉOCÈNE : .....	43
4. LE MIO-PONTIEN : .....	43
5. LE QUATERNAIRE : .....	43

## Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

<b>I- Région de Tébessa :</b> .....	47
1. Introduction : .....	47
A) Géométrie des aquifères : .....	48
B) Plaine de Tébessa : .....	48
C) Ain Chabro : .....	48
D) Tébessa : .....	49
E) Bekkaria : .....	49
Conclusion : .....	52
<b>II- Région de Alma Labiod :</b> .....	53
1. Intoduction : .....	53
2. L'étalonnage : .....	53
3. Les profils geoelectriques : .....	54
3.1. Coupe transversale : profil N°1 (Nord- Sud) .....	54
3.2. Coupe transversal 2 ( Nord – Sud ) .....	55
3.3. Coupe transversal 3 ( Nord-Sud ) .....	56
4. Structure géologique à partir de la géophysique : .....	72
Conclusion : .....	73
<b>III- La géophysique de Bir Al Ater :</b> .....	74
1. INTRODUCTION : .....	74

2. INTERPRETATION DES RESULTATS GEOELECTRIQUES :...	74
3. SONDAGES DE RECONNAISSANCES ET CONTRÔLE DES RESULTATS GEOELECTRIQUES : .....	76
4. PROPOSITION DE FOUAGE DE RECONNAISSANCES : .....	78
CONCLUSION .....	84
IV- Géophysique d'Ain Zerga .....	85
1. TRAVAUX EFFECTUES .....	85
2. APERÇU DES STRUCTURES FAVORABLES .....	86
3. Structures du MAESTRICHTIEN inférieur .....	86
4. Structures du LIGERIEN .....	87
5. Structures favorables des autres formations géologiques .....	87
6. Le SUBSTRATUM résistant correspondant à L'APTO- VRACONIEN.....	87
<b>Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives</b>	
1. Introduction .....	89
2. SONDAGE ELECTRIQUE VERTICAL(SEV) : .....	89
3. Interprétation des mesures de SEV : .....	90
4. Méthodologie de traitement des données .....	90
Conclusion générale .....	109
BIBLIOGRAPHIE .....	112

## LISTE DES FIGURS

TITRE	PAGE
<b>Fig. N° 01: La localisation géographique de la région d'étude.</b>	<b>04</b>
<b>Fig. N° 02: Croquis géomorphologique de la région de Tébessa, In Djabri 87.</b>	<b>05</b>
<b>Fig. N° 03: . Esquisse Géologique de la région de Tébessa (Durozoy 1956. DHW Tébessa.</b>	<b>10</b>
<b>Fig. N° 04: Coupe géologique schématique de la plaine de la Merdja en aval de Tébessa.</b>	<b>12</b>
<b>Fig. N° 05: Esquisse tectonique de la région de Tébessa W.M. KOWALKI et al. (1997).</b>	<b>13</b>
<b>Fig. N° 06: Localisation géographique de la zone d'étude.</b>	<b>15</b>
<b>Fig. N° 07: La géologie de la région de Chéria à partir de la Carte Géologique du Nord Est de l'Algérie au 1/500.000è.</b>	<b>17</b>
<b>Fig. N° 08: Coupe géologique le long du plateau de Chéria.</b>	<b>19</b>
<b>Fig. N° 09: Localisation géographique de la région d'étude.</b>	<b>21</b>
<b>Fig. N° 10: Esquisse géologique de la région d'El Malabiod d'après G. DUROZOY. 1948.</b>	<b>23</b>
<b>Fig. 11: Coupe géologique hypothétique NW-SE de la région d'El-Malabiod D'après G.Dyrozoy 1948.</b>	<b>24</b>
<b>Fig. N° 12: Coupes géologiques à travers le bassin d'El Malabiod.</b>	<b>24</b>
<b>Fig N° 13 : Equissegeologique de la zone d'etude</b>	<b>30</b>
<b>Fig N° 14 : Caractère du contact : miocene-paleogene (montien)</b>	<b>32</b>
<b>Fig n°15 Esquisse d'Oriantation</b>	<b>33</b>
<b>Figure 16 :Coupe hydrogéologique à travers la plaine de la Merdja.</b>	<b>36</b>
<b>Figure 17:Carte des conditions aux limites de la zone d'étude</b>	<b>37</b>
<b>Figure 18:la carte d'inventaire des puits sur la plaine (Tebessa-Morsot)</b>	<b>38</b>
<b>Figure 19:carte piézométrique la zone étudié</b>	<b>38</b>
<b>Figure 20:la courbe d'évolution à l'échelle piézométrique spatiale et temporelle.</b>	<b>39</b>
<b>Figure 21:Détermination des réserves en nappe libre sur l'année hydrologique. Dh, amplitude de la fluctuation de la surface piézométrique au cours de l'année hydrologique.</b>	<b>40</b>
<b>Fig N° 22 : coupe hydrogeologique du complexe moi-potien</b>	<b>43</b>
<b>Fig. N° 23: Position des profils électriques dans la plaine de Tébessa.</b>	<b>47</b>
<b>Fig. N° 24: Coupes géo électriques à travers la plaine de Tébessa selon les profils (R, S, T et U)</b>	<b>48</b>
<b>Fig. N° 25: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (J, K, O et P).</b>	<b>49</b>
<b>Fig. N° 26: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (Q, R).</b>	<b>51</b>
<b>Fig. N° 27: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (V, W, X et Y-Z).</b>	<b>51</b>
<b>Fig. N° 28: Plan de position des sondages électriques ( d'aprèsGuefaifia O ;1996).</b>	<b>52</b>
<b>Fig. N° 29: Coupe 1 Nord- Sud(d'après Guefaifia.O ;1996).</b>	<b>54</b>
<b>Fig. N° 30: Coupe 2 Nord -Sud(d'après Guefaifia.O ;1996)</b>	<b>55</b>
<b>Fig. N° 31: coupe 3 Nord Sud(d'après Guefaifia.O ;1996).</b>	<b>56</b>
<b>Fig. N° 32: : Profil géo électrique transversal comportant le forage M1.</b>	<b>58</b>
<b>Fig. N° 33: B log de forage M1 Echelle :1/50.000 ,Carte :235.</b>	<b>59</b>
<b>Fig. N° 34: A profil géo électrique transversale traverse le forage M2 et M7.</b>	<b>60</b>
<b>Fig. N° 37: B et 41C -corrélations entre le F2et F7 avec la coupe :24.</b>	<b>63</b>
<b>Fig. N° 38: A et 42-B Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124.</b>	<b>66</b>
<b>Fig. N° 39: A et 43-B Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 21 SE 123.</b>	<b>68</b>
<b>Fig. N° 40: Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121.</b>	<b>70</b>
<b>Fig. N° 43: : Structure géologique des aquifères.</b>	<b>72</b>
<b>Fig. N° 47: différentes nappes de la région d'El Ma-Labiod.</b>	<b>72</b>
<b>Fig. N° 48: zones des failles.</b>	<b>73</b>
<b>Fig. N°49: SEV réalisé sur la région de Zeguieg 01.</b>	<b>92</b>
<b>Fig. N°50: SEV réalisé sur la région de Zeguieg 02.</b>	<b>93</b>



<b>Fig. N°51: SEV réalisé sur la région de Chéria (Route Redema).</b>	<b>95</b>
<b>Fig. N°52: SEV réalisé sur la région de Chéria (GaretMouchouer).</b>	<b>97</b>
<b>Fig. N°53: SEV réalisé sur la région d'Ain Zerga.</b>	<b>99</b>
<b>Fig. N°54: SEV réalisé sur la région de Bir El Ater( Nebka 01).</b>	<b>101</b>
<b>Fig. N° 55: SEV réalisé sur la région de Bir El Ater( Nebka 02).</b>	<b>102</b>
<b>Fig. N°56 : SEV réalisé sur la région de Gasses.</b>	<b>104</b>
<b>Fig. N°57 : SEV réalisé sur la région de Mezeraa.</b>	<b>106</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>TITRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>Tableau 01: Potentiel hydrique des formations géologiques.</b>	<b>20</b>
<b>Tableau02: corrélation entre: Forage :M1 et Profils.</b>	<b>57</b>
<b>Tableau03: corrélation entre les Forages :M2,M7 et Profile 24 SE 119 et 24 (SE 122).</b>	<b>61</b>
<b>Tableau04: Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124.</b>	<b>65</b>
<b>Tableau05: Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 10 SE 124.</b>	<b>67</b>
<b>Tableau06: A et 44-B Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121.</b>	<b>70</b>
<b>TABLEAU N°07 : COMPARAISON ENTRE RÉSULTATS DES FORAGES MÉCANIQUES ET SONDAGES ÉLECTRIQUES (RÉGION DE OGLAT-AHMED).</b>	<b>78</b>
<b>Tableau 08: La comparaison de la resistivité (Passif et actf) de la region de Zeguieg 01.</b>	<b>91</b>
<b>Tableau09 : La comparaison de la resistivité (Passif et actf) de la région de Zeguieg 02.</b>	<b>92</b>
<b>Tableau10: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Chéria (Route Redema).</b>	<b>94</b>
<b>Tableau 11: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Chéria (GaretMechouer).</b>	<b>96</b>
<b>Tableau 12: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région d'Ain Zerga.</b>	<b>98</b>
<b>Tableau 13: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Bir El Ater (Nebka 01).</b>	<b>100</b>
<b>Tableau 14: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Bir El Ater (Nebka 02).</b>	<b>102</b>
<b>Tableau 15: La comparaison de la resistivité (Passif et actf) de la region de Gasses.</b>	<b>103</b>
<b>Tableau16 : La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Mezeraa.</b>	<b>105</b>



***Introduction générale***

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Les ressources en eaux souterraines constituent l'une des principales sources d'eau douce dans les régions arides et semi-arides comme la région de Tébessa. Elles jouent un rôle crucial dans la satisfaction des besoins agricoles, industriels et domestiques des populations. Le développement durable dans ces régions repose sur une gestion efficace de ces ressources, nécessitant une compréhension précise de la distribution et des caractéristiques des aquifères. Parmi les méthodes efficaces pour étudier et évaluer ces ressources, l'étude de la résistivité électrique se distingue comme un outil géophysique important. Dans ce contexte, ce mémoire vise à mettre en lumière la variation et la monotonie de la résistivité électrique des aquifères dans la région de Tébessa, en se concentrant sur les états passif et actif.

La wilaya de Tébessa comprend une variété de reliefs et de formations géologiques qui influencent directement la présence et la distribution des eaux souterraines. Pour cette raison, cinq zones principales ont été sélectionnées pour cette étude : Chéria, El Ma Labiod, Bir El Ater, AïnZerga et Gases. Ces zones présentent des caractéristiques géologiques et hydrologiques variées, offrant ainsi une compréhension globale des variations de la résistivité électrique et de leur relation avec les conditions géologiques et hydrologiques.

Ce mémoire vise à atteindre plusieurs objectifs principaux en étant divisé en quatre chapitres intégrés :

### **Chapitre 1 : Étude géologique et géographique des zones étudiées**

Dans ce chapitre, une description détaillée de la structure géologique et topographique de chaque zone sera présentée. Nous aborderons la composition des roches, les structures géologiques telles que les plis et les failles, ainsi que le relief de la région. Cette analyse aidera à comprendre les facteurs influençant la distribution des eaux souterraines dans ces zones

### **Chapitre 2 : Étude hydrologique des zones étudiées**

Ce chapitre se concentrera sur l'analyse du système hydrologique de chaque zone. Nous étudierons les sources d'eau souterraine, leur qualité et leurs différents niveaux. L'impact des facteurs climatiques sur ces ressources, les variations saisonnières ainsi que les défis liés à la gestion de ces ressources seront également discutés.

### **Chapitre 3 : Étude géophysique**

Dans ce chapitre, les techniques géophysiques seront appliquées pour étudier la résistivité électrique des aquifères. Les outils et méthodes utilisés pour collecter et analyser les données seront expliqués. Les résultats seront présentés sous forme de cartes et de données illustratives pour chaque zone, avec une analyse des variations de résistivité électrique et leur relation avec les caractéristiques géologiques et hydrologiques.

# Introduction générale

---

## Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

Dans ce chapitre, des détails concernant les mesures réalisées en définissant les résultats obtenus des chapitres précédents seront appliqués pour analyser et interpréter les caractéristiques des aquifères dans la région de Tébessa. Des recommandations pratiques seront formulées pour améliorer la gestion et l'exploitation des ressources en eaux souterraines, en mettant l'accent sur l'optimisation de l'utilisation de l'eau et le soutien au développement durable dans la région.

Ce mémoire vise à fournir une compréhension complète et précise de la distribution et des caractéristiques des aquifères de la région de Tébessa à travers l'étude de la résistivité électrique. Nous espérons que les résultats de cette étude offriront des informations précieuses aux chercheurs et aux décideurs dans le domaine de la gestion des ressources en eau, aidant ainsi à relever les défis liés à la rareté de l'eau et à améliorer les stratégies d'utilisation de l'eau de manière durable. Cette compréhension approfondie peut soutenir le développement économique et social de la région de Tébessa et contribuer à la préservation de cette ressource vitale pour les générations futures.

*Chapitre 1 :*

*Étude géologique et géographique*

## I- Région de Tébessa

### 1. Situation géographique

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 km<sup>2</sup>, 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° 01: La localisation géographique de la région d'étude.**

## 1.1. Introduction :

La région de Tébessa appartient à la structure autochtone Nord-Aurésienne, une composante de l'Atlas saharien comme décrit par Durozoy (1956), Villa (1974), et Kowalski et al. (1995, 1996, 1997). Ses caractéristiques géologiques comprennent :

- Des diapirs triasiques qui perturbent les formations supérieures au niveau du Djebel Djebissa.
- Des strates carbonatées comprenant d'importantes couches de calcaire-marnes et de marnes datant du Crétacé au Tertiaire, visibles principalement aux abords de la plaine de Tébessa.
- Un dépôt alluvial majeur du Miocène au Quaternaire, reposant en discordance sur les formations précédentes et comblant la dépression, formant ainsi la plaine actuelle (le fossé d'effondrement de la plaine de Tébessa). Cette formation est particulièrement visible au pied 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. 01)

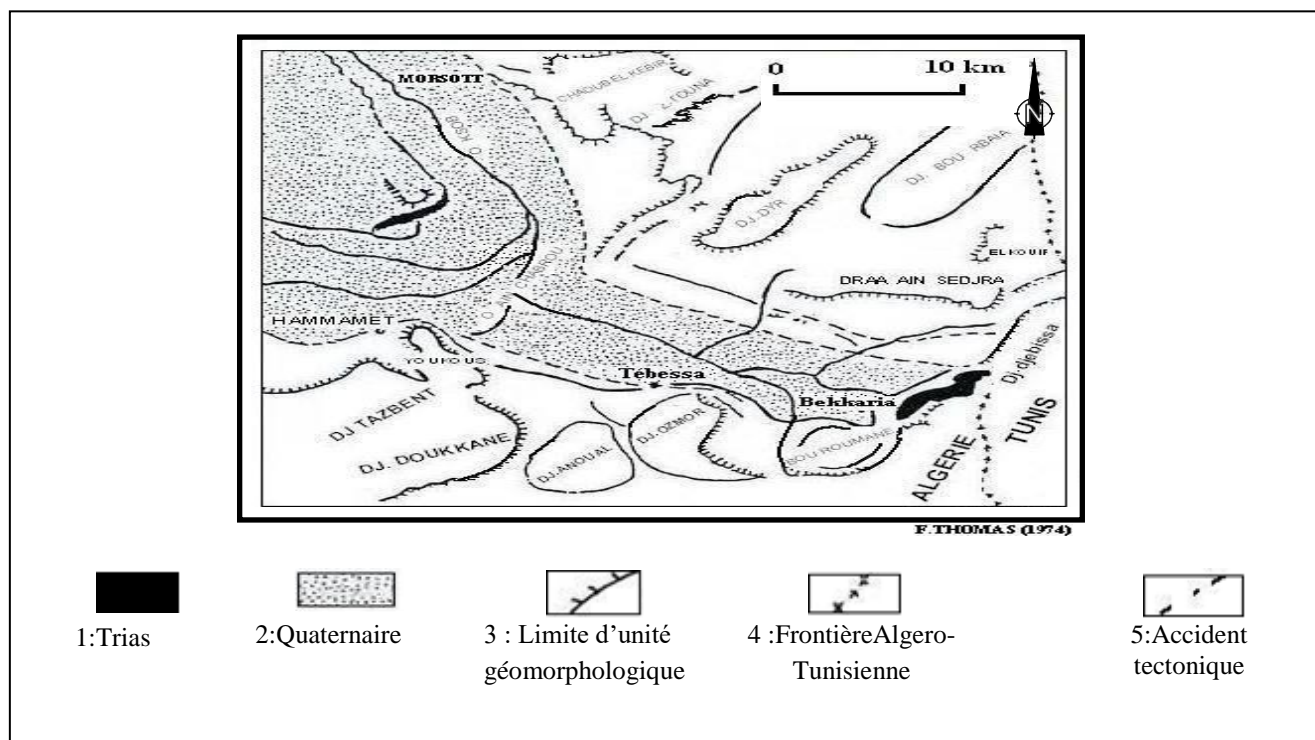


Fig. N° 02: Croquis géomorphologique de la région de Tébessa, In Djabri 87.



## 2.1. Les montagnes du nord

La transition des vastes plaines de Mellègue aux montagnes de Tébessa se caractérise par le resserrement des plaines et par l'accentuation des caractéristiques géomorphologiques telles que les vallées perchées de Dyr et de Bou Rbaia. La plupart des plis dans cette bordure septentrionale sont coupés par des failles transversales orientées NW-SE.

## 2.2. Les montagnes du sud

Au sud, le rift d'Ain Chabro découpe les montagnes de Nememcha, perturbant la symétrie antérieure du relief. Celui-ci devient de plus en plus complexe à l'est du Djebel Doukkane, où la barrière orientée est-ouest se courbe vers le nord-est pour fermer la plaine de Tébessa. Cette barrière se présente sous forme de petits massifs tels que le Djebel Anoual, le Djebel Azmour et le Djebel Bouroumane.

## 2.3. STRATIGRAPHIE ET DESCRIPTION DES FACIES

"Salmi-Laouar (2004) a fourni une analyse exhaustive des travaux lithostratigraphiques dans la région de Tébessa. Dans la présente étude, je résume les points essentiels de cette analyse, en suivant une approche allant du bas vers le haut, et en incluant la présentation d'un log lithologique synthétique

### 2.3.1. Le Trias

Les formations les plus anciennes identifiées dans "la zone de diapirs" de la région de Tébessa remontent au Trias, datées par analogie à Dj. Chettaba (Bertrand, 1896a). Les dépôts triasiques qui se manifestent dans cette zone ont toujours suscité un vif intérêt, étant donné leur pertinence pour l'exploration minière et pétrolière. Dans la région nord-orientale de l'Algérie et en Tunisie, de nombreux diapirs se situent dans le Trias évaporitique, bien que la présence de sel soit souvent confirmée en profondeur (Bouzenoune, 1993 ; Perthusiot, 1994).

Bien que la séquence lithologique complète du Trias dans "la zone de diapirs" ne soit pas précisément établie, sa composition lithologique reste assez cohérente, du moins dans l'ensemble de la région de Tébessa. Son épaisseur demeure indéterminée mais est estimée à plus de 1000 mètres (Rouvier et al., 1985 ; Pohl et al., 1986). Au cours de la période triasique, une série de dépôts évaporitiques et argilo-gypsifères s'est accumulée dans des bassins lagunaires et lacustres (Chevenine et al., 1989). Ces dépôts comprennent des marnes bariolées avec du gypse, des dolomies, des calcaires dolomitiques et des grès.

Dans la région de Tébessa, les formations géologiques du Trias se manifestent principalement par des émergences rocheuses, occupant généralement les noyaux des structures anticlinales. Des récifs se forment à son sommet pendant l'Aptien et l'Albien, comme observé par Masse et Chkhi-Aouimeur en 1982. Ces formations triasiques se présentent sous différentes dimensions, souvent elliptiques et étirées, réparties sur une bande orientée NE-SW s'étendant sur environ 80 km. Les principaux sites d'exposition comprennent Djebissa, Ouenza, Boukhadra, Mesloul, Boujaber, Hameimat Nord, Hameimat Sud, et d'autres massifs significatifs.

L'apparition des phénomènes halocinétiques est associée à la distension, caractérisée par des blocs basculés, qui a affecté l'Atlas saharien oriental pendant le Crétacé, consécutivement à la fracturation du terrain.

### **2.3.2. Le Jurassique**

Bien que les dépôts jurassiques ne soient pas présents dans la région, des preuves de leur existence ont été découvertes grâce à des sondages pétroliers en dehors des zones diapiriques.

### **2.3.3. Le Barrémien**

Les formations Barrémiennes se composent principalement de marnes grises ou jaunes, relativement argileuses, contenant des ammonites pyriteuses. Vers le sommet, ces marnes sont intercalées par de minces couches de calcaires nodulaires gris clair à patine ocre. Elles ne dépassent généralement pas les 250 mètres d'épaisseur et se sont déposées sur des hauts-fonds relativement proches de la surface, témoignant des conditions de sédimentation en mer peu profonde. Ces conditions ont persisté jusqu'au début de l'Aptien.

### **2.3.4. L'Aptien**

L'Aptien revêt une grande importance dans "la zone des diapirs" de la région de Tébessa, avec des dépôts substantiels atteignant entre 300 et 600 mètres d'épaisseur. Ces dépôts se composent de roches carbonatées néritiques qui se sont formées dans des eaux chaudes peu profondes, favorisant ainsi les processus organogènes de sédimentation et la formation de diverses structures, notamment des récifs sur des rides allongées. Au cours de l'Aptien supérieur, de nombreuses plates-formes isolées se sont développées dans la région, leur architecture étant influencée par les remontées diapiriques. Ce complexe fait partie du domaine des hauts-fonds qui sépare les faciès aptiens, annonçant une régression à la fin de l'Aptien.

### **2.3.5. L'Aptien Marneux**

Cette phase est caractérisée par d'importants bancs massifs de calcaires béchiques à ciment dolomitique, ainsi que de calcaires graveleux et bioclastiques à orbitolines et mollusques. Des intercalations occasionnelles de marnes feuilletées de couleur rouge violacée ou verte sont également observées, avec des fossiles tels que des Lamellibranches et des moules internes de gastéropodes présents au niveau de Djebel Bouroumane. L'épaisseur de cette formation peut atteindre jusqu'à 450 mètres.

### **2.3.6. Le Clansayésien**

Le Clansayésien affleure dans divers anticlinaux de la région étudiée, se composant de marnes grises et jaunes contenant des ammonites, ainsi que de calcaires gréseux.

### **2.3.7. L'Albien**

La formation albienne débute généralement par un faciès carbonaté qualifié de "récifal" dans sa partie inférieure, devenant marneux et marno-calcaire dans sa partie moyenne à supérieure. Dans la région de Tébessa, cette formation est marquée par une faune benthique dans des zones peu profondes. Au niveau de l'Albien supérieur, la couverture albo-aptienne est

perturbée par le Trias, entraînant le redressement des couches et la complexité des structures généralement scellées par le Vraconien. Une série monotone de marnes à argiles d'un gris foncé avec des passages de calcaires à marnes noires est typique de cette formation, avec une épaisseur variant de 20 à 150 mètres.

### **2.3.8. Le Vraconien**

Cette formation est principalement composée de marnes avec des intercalations de calcaires argileux et d'argilites, atteignant une épaisseur de 500 à 600 mètres. Elle peut parfois être transgressive sur le Trias et l'Aptien, formant un écran immédiat et un contrôle principal à la minéralisation polymétallique.

Les sections suivantes du texte ont une densité d'informations similaire. Si vous souhaitez continuer à reformuler, je suis prêt à vous aider davantage.

### **2.3.9. Le Cénomaniens**

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

### **2.3.10. 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.

### **2.3.11. 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 600 mètres.

## **2.3.12. Le Maestrichtien**

Il est marqué par des calcaires blancs bien lités, 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).

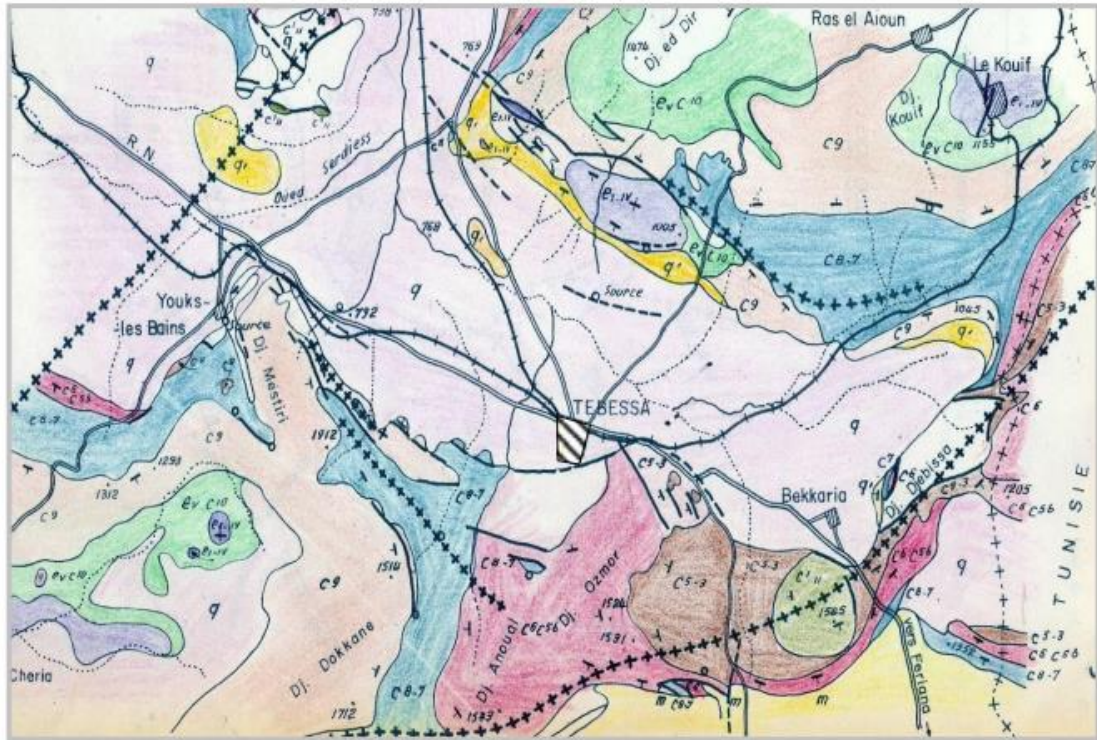
Le régime sédimentaire au Campanien supérieur et au Mæstrichtien, indique toujours la continuité des mêmes conditions de dépôts dans un milieu peu profond et de mer chaude (Chevenine et al, 1989) avec une prédominance de calcaires crayeux rarement récifaux.

## **2.3.13. Le Paléocène**

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

## **2.3.14. 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 :

	: Quaternaire récent (q)
	: Quaternaire ancien (et pliocène récent ?) : conglomérats, argiles rouges, lits de galets (q')
	: Miocène (Burdigalien et Vindobonien) : grès et marnes rouges (m)
	: Lutétien – Yprésien – Thanétien : calcaires et mamocalcaires phosphatés (e <sub>1</sub> .iv)
	: Dano-mantien : marnes (e, C <sup>10</sup> )
	: Campanien sup. – Maestrichtien : calcaires blancs à Inocérames (C <sup>9</sup> )
	: Emschérien – Campanien inférieur : marnes et mamocalcaires blancs (C <sup>8-7</sup> )
	: Turonien – Cénomaniens sup. : calcaire, dolomies, calcaire marneux (C <sup>5</sup> C <sup>5b</sup> )
	: Cénomaniens – Vraconien : limachelles et marnes (C <sup>5-3</sup> )
	: Albo – aptien : calcaire et dolomies (C <sup>1.ii</sup> )
	: Trias : argiles à gypses, calcaires et cargneules (t)
	: Contacts anormaux, failles et leurs prolongements
	: Accidents probables
	: Axes anticlinaux
	: Pendage des couches

Fig. N° 03: . Esquisse Géologique de la région de Tébessa (Durozoy 1956. DHW Tébessa.

## 2.3.15. 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 grès dont l'épaisseur peut atteindre dans le bassin de OuladSoukiés (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'ageYéprisien 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).

## 2.3.16. 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

## 2.4. Formations actuelles et récentes

Les éboulis actuels sont présents à la base de tous les grands reliefs calcaires, mais ils se confondent souvent avec les éboulis anciens. Les travertins se forment grâce aux sources de Tébessa et de Tenoukla. Les alluvions actuelles sont rares, car généralement les oueds traversent les formations sur lesquelles ils s'écoulent. En périphérie de la plaine, elles prennent l'aspect de dépôts torrentiels. Les limons récents se trouvent principalement dans la grande vallée de l'oued Kébir. Dans la Merdja de Tébessa, les dépôts de gypse alluvial sont exploités localement. Les croûtes calcaires sont des dépôts superficiels résultant de l'évaporation d'eau chargée de calcaire, principalement développées sur les anciens alluvions caillouteux.

## 2.5. Formations anciennes

1.Anciennes alluvions: Elles forment les basses terrasses des oueds et se connectent généralement à des formations anciennes qui occupent des surfaces plus étendues latéralement, ainsi qu'à des niveaux localement discernables (comme dans le cours amont de l'oud Ogl el Rbaib).

2.Anciennes alluvions de piémont: Elles se présentent sous forme de formations en bordure de la plaine de Tébessa, composées d'argile ou de cailloux. Dans le premier cas, elles sont issues des marnes sénoniennes à l'ouest et des formations danomontiennes au nord-ouest, céno-maniennes au sud-est ; dans le second cas, elles proviennent des calcaires maestrichtiens du Dj. Djebissa. Elles sont généralement des cônes de déjection.

3. Matériel d'épandage ancien en terrasse: Il est constitué de cailloutis et d'argiles, généralement peu épais (sauf dans la région de Chabet et Hallouf à l'ouest de Tébessa), reposant sur les marnes crétacées.

4. Matériel d'épandage ancien: Éboulis et cônes de déjection.

a. Éboulis et cônes de déjection anciens, érodés par les oueds actuels.

b. Grands éboulis, amoncellements de blocs, souvent de taille considérable, de calcaires maestrichtiens, apparemment soliflués, désagrégés et en cours de dégradation par l'érosion.

c. Localement, anciens cônes de déjection rougeâtres, composés de fragments de calcaire solidement cimentés, exclusivement issus des reliefs maestrichtiens au pied desquels ils se trouvent (Dj. Mistiri, Chabet el Hamara, Ksar Tebnet). Parfois, une inclinaison vers l'amont est observable. Il pourrait s'agir soit de récentes déformations des accidents de la bordure du fossé d'effondrement, soit de mouvements de solifluxion sur les marnes. Leur formation semble avoir été favorisée par une période très humide.

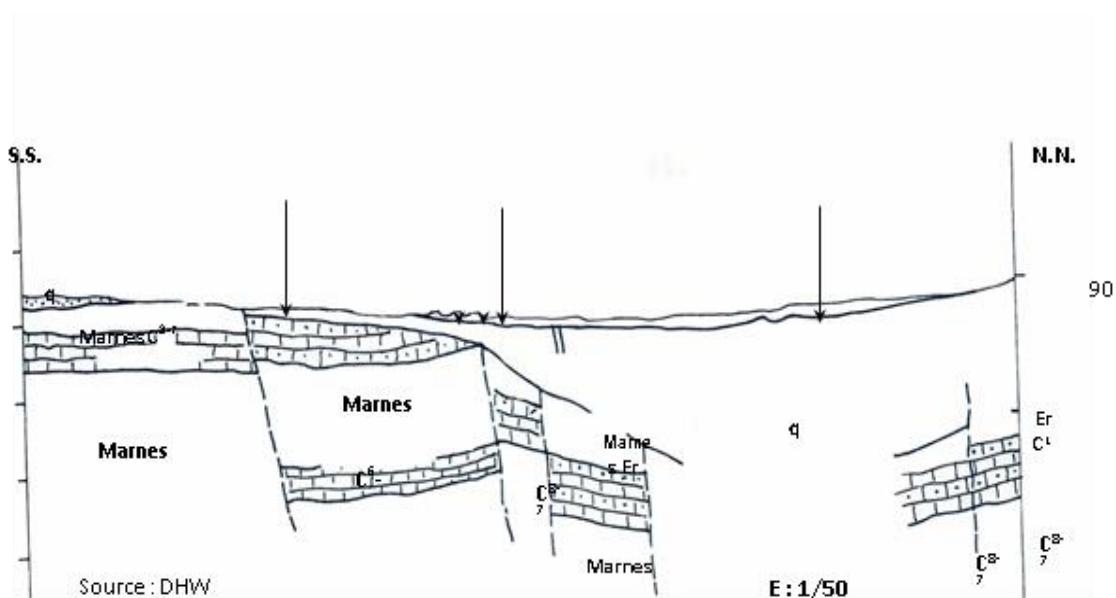


Fig. N° 04: Coupe géologique schématique de la plaine de la Merdja en aval de Tébessa.

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-quaternaire(Villafranchien) Il est composé de :

- a** - Argile rouge (O. OglatRbaib ; 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.

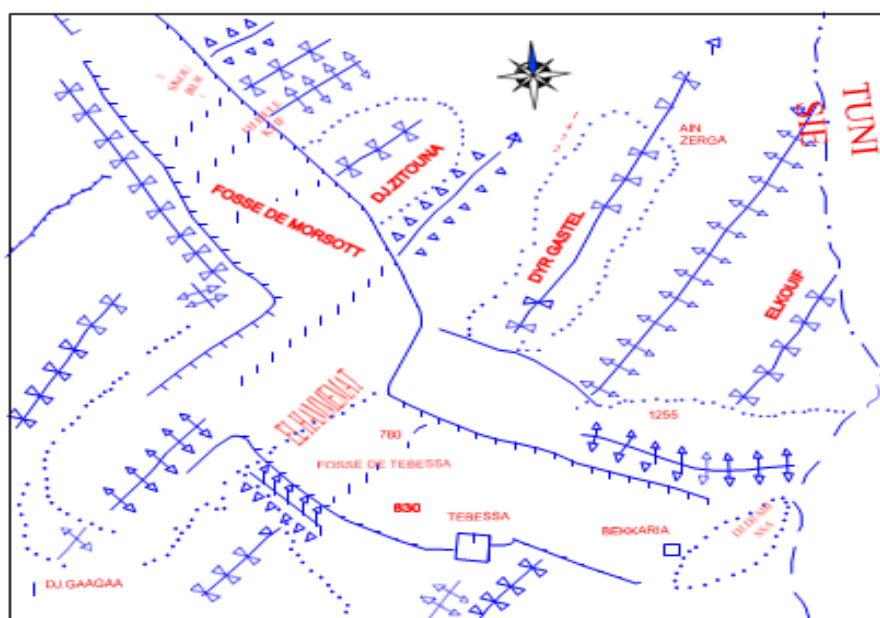
Quelquefois horizontaux, ces sédiments présentent, la plupart du temps, un pendage qui, s'il tient parfois à leur origine (dépôts de pente anciens à l'E du Dj. Djebissa), peut être aussi d'origine tectonique (O.Naguess, près de Tébessa).

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.

## 2.6. TECTONIQUE RÉGIONALE

La tectonique de la région de Tébessa est connue par :

- La phase de compression fini-lutétienne
- Phase de l'extension au miocène inférieur
- Phase de compression au miocène supérieur
- Phase de compression au pliocène inférieur
- Phase de compression au pliocène supérieur
- Phase ayant permis la formation du fosse d'effondrement de Tébessa.






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

Fig. N° 05: Esquisse tectonique de la région de Tébessa W.M. KOWALKI et al. (1997).



### 3. Conclusion

D'après cette synthèse géologique, il est évident que les calcaires du Maestrichtien, du Turonien et de l'Éocène présentent des niveaux de perméabilité considérables. Les failles présentes dans ces formations leur confèrent la capacité de servir de réservoirs importants pour les eaux souterraines. En effet, ces fractures peuvent constituer des réseaux au sein de ces couches capables de stocker ou de faire circuler des quantités d'eau significatives. Ces formations bordent la plaine de la Merdja aussi bien au nord qu'au sud.

À l'intérieur de la plaine, les formations alluvionnaires ont une perméabilité beaucoup plus faible, constituées de sédiments de la série plio-quadernaire. Ces formations présentent une granulométrie variant de la bordure vers l'axe de la plaine. En périphérie, on trouve de gros cailloux voire des galets calcaires, tandis qu'au centre, des limons récents peu perméables sont présents.

## II- Région de Cheria

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 Km<sup>2</sup> 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–FedjTafouna, Dj. Arouar, RouibetEssid, Dj. Krima, FedjKrima, DjRadama, 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, BirBouraouana, 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. Larrou, Dj. Gaaga, Dj. Bouroug, Dj. Bouziane, KoudiateNazia.



**Fig. N° 06: Localisation géographique de la zone d'étude.**

## **1. Introduction :**

La région de Chéria, située dans la wilaya de Tébessa, est un élément essentiel des réseaux hydriques souterrains. Niché au cœur des hautes plaines, son plateau s'élève jusqu'à 1100 mètres d'altitude.

Les études géologiques menées dans cette région, notamment par des chercheurs comme L. Durozoy (1947) et Ricard (1979), ont jeté une lumière précieuse sur son aspect géologique. Dans le cadre de notre analyse hydrogéologique, il est crucial de mettre en avant les caractéristiques géomorphologiques qui la définissent.

Le bassin versant de Chéria présente une forme générale triangulaire, avec son exutoire principal pointant vers le sud. En périphérie de ce bassin, une chaîne de montagnes borde ses contours, atteignant son apogée avec le sommet du Doukkane, culminant à 1685 mètres. Les pentes de ces montagnes varient en inclinaison, contribuant à la topographie dynamique de la région. La pente générale du bassin s'incline du nord vers le sud, créant une expansion plus prononcée dans sa partie septentrionale, alors que les chaînes de montagnes convergent vers l'exutoire dans sa portion méridionale.

## **2. L'aspect stratigraphique**

"En se référant aux recherches et aux études géologiques précédentes, l'aspect stratigraphique peut être décrit de manière séquentielle, en commençant par les couches les plus anciennes et en progressant vers les plus récentes, comme illustré dans la Figure 07.

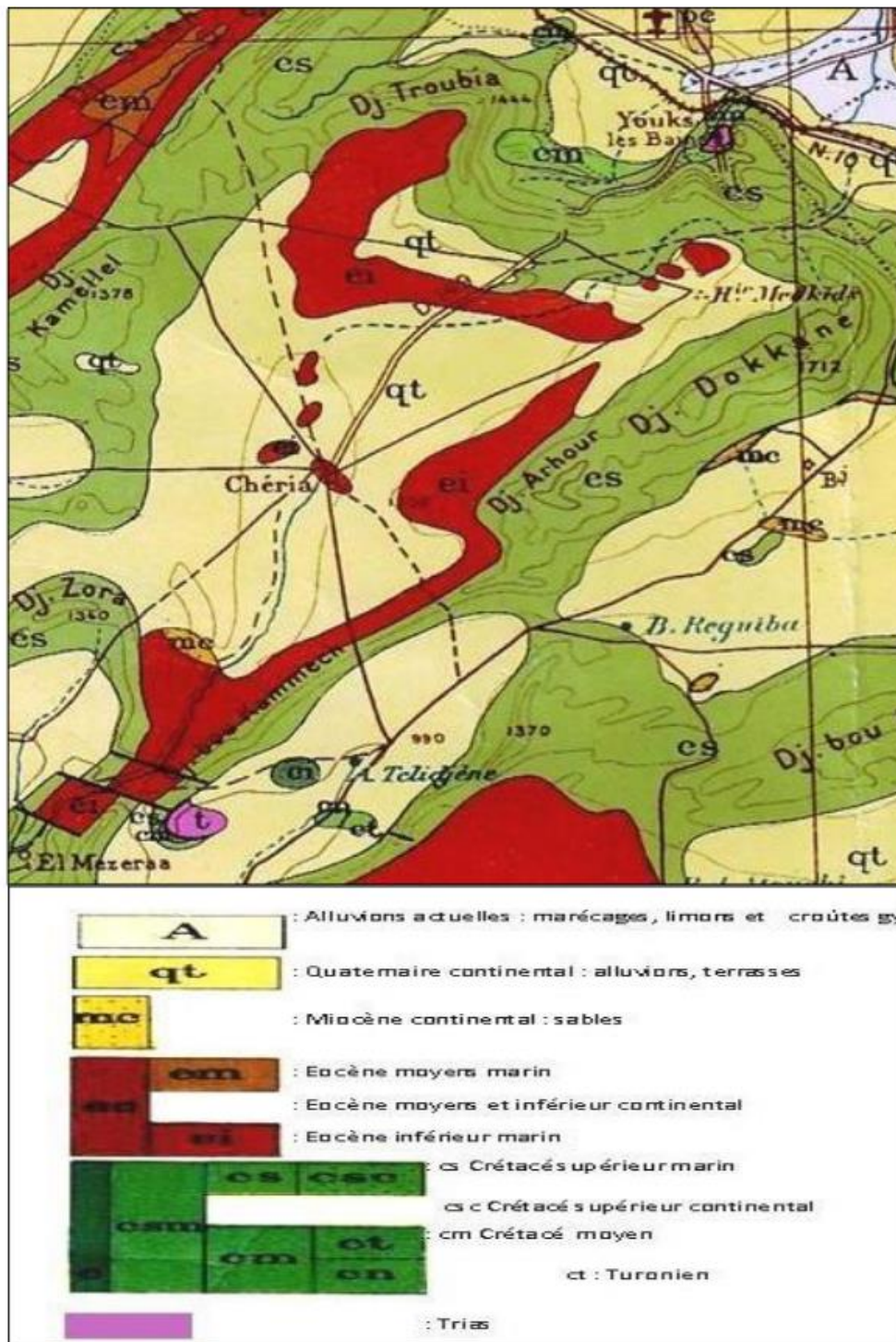


Fig. N° 07: La géologie de la région de Chéria à partir de la Carte Géologique du Nord Est de l'Algérie au 1/500.000è.

### 3. Le Secondaire

#### 3.1. Période du Crétacé supérieur

Dans cette phase géologique, le Turonien et le Sénonien supérieur sont discernables. Le premier se manifeste par des formations calcaires de teintes beige et sombre, tandis que le second est caractérisé par deux strates distinctes : le Campanien et le Maastrichtien.

Le Campanien est principalement constitué de marnes grises, visibles en périphérie du plateau et atteignant une épaisseur notable d'environ 400 mètres. Quant au Maastrichtien, il est dominé par des couches calcaires tendres, s'étalant jusqu'à une épaisseur de 250 mètres.

## **4. Le Tertiaire**

### **a. Eocène moyen inférieur**

Danien et Thanétien succèdent aux formations calcaires Maastrichtiennes, 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.

### **b. Mio-Pliocène**

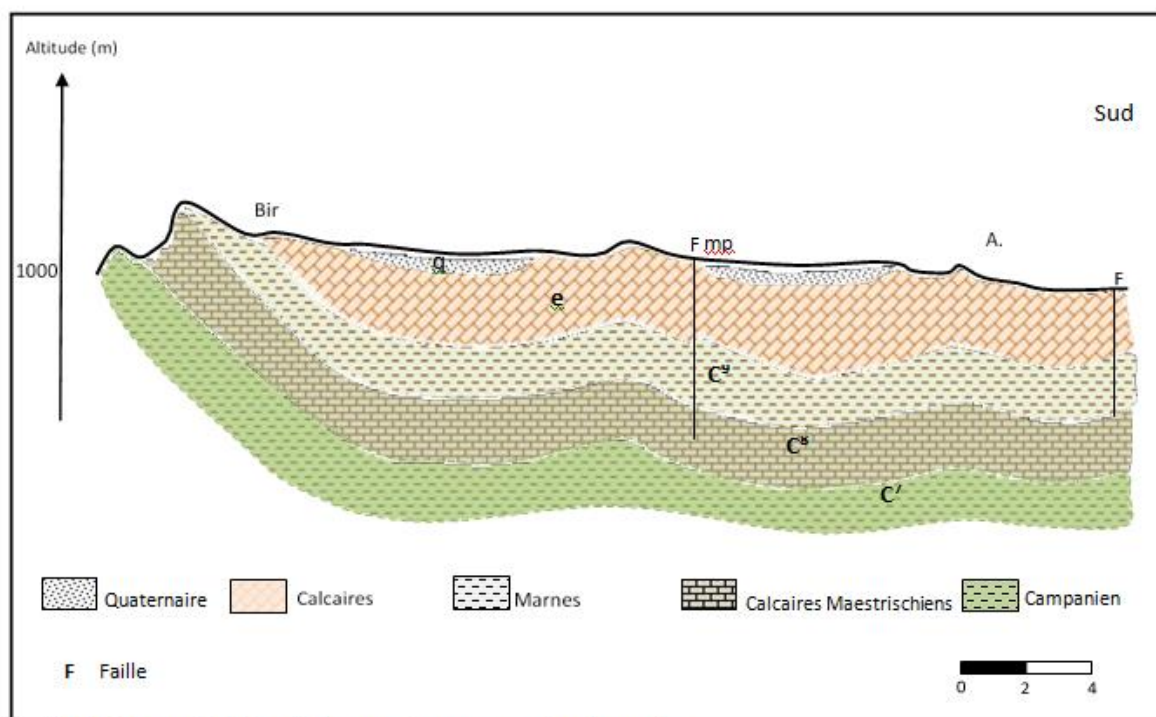
Le Mio-Pliocène, formé de couches d'argiles à gypses qui alternent avec des lentilles de sables jaunes, il s'étale sur les calcaires de l'Eocène moyen en discordance. Son épaisseur dépasse parfois les 60 m.

### **c. 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. Les éluvions, ce sont des esquilles de tailles variables (de quelques centimètres).



Tailles variables (de quelques centimètres).

**Fig. N° 08: Coupe géologique le long du plateau de Chéria.**

La figure 08 présente une coupe géologique orientée du nord au sud qui récapitule la configuration géologique évoquée précédemment. Cette coupe expose la séquence des différentes strates géologiques de la région, s'étalant du plus ancien au plus récent. Ainsi, du Campanien (C7) caractérisé par un faciès marneux, nous passons aux calcaires du Maestrichtien (C8). Au-dessus, on rencontre un autre type de marnes datant du Danien (C9), surmontées par des calcaires éocènes (e). Enfin, cette séquence se termine par des formations plio-quaternaires comprenant des sables, de l'argile et des cailloutis. La coupe met également en évidence une structure en forme de cuvette des différentes formations mentionnées, toutes affectées par deux failles localisées au centre et au sud de la zone.

### 5. 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.


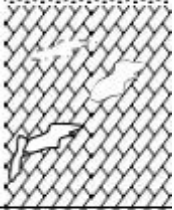
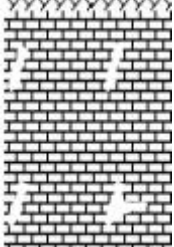
### 6. L'aspects paléontologiques

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.

## 7. 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 01.).

<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 + karst</i>	
	<i>Maestrichtien</i>	<i>250 m</i>	<i>Aquifère en bordures</i>	<i>Calcaires fissurés</i>	

**Tableau 01: Potentiel hydrique des formations géologiques.**

### 3. conclusion

"En conclusion, les recherches menées sur le plateau de Chéria ont permis d'identifier une série stratigraphique s'étendant du Campanien au Plio-quaternaire, suivant une progression chronologique ascendante. Cette série se caractérise par une alternance de couches de calcaires et de marnes, se terminant par des dépôts alluviaux et des sables. De plus, la région a été soumise à des phases tectoniques (02) qui ont conduit à la formation d'un synclinal."

## III- la région d' El-Ma-Labiod

La daïra d'El Malabiod est une circonscription administrative de la wilaya de Tébessa. Elle est distante de 28,7km du chef lieu de la wilaya .

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. Á l'Ouest, GuebelEr'Rouiss et DraâDouamiss. Á l'Est, Djebel El Kechrid et Koudiet sidi Salah qui matérialise les confins du coté du territoire tunisien.



**Fig. N° 09: Localisation géographique de la région d'étude.**



## 1. 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 Maastrichtien).

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.

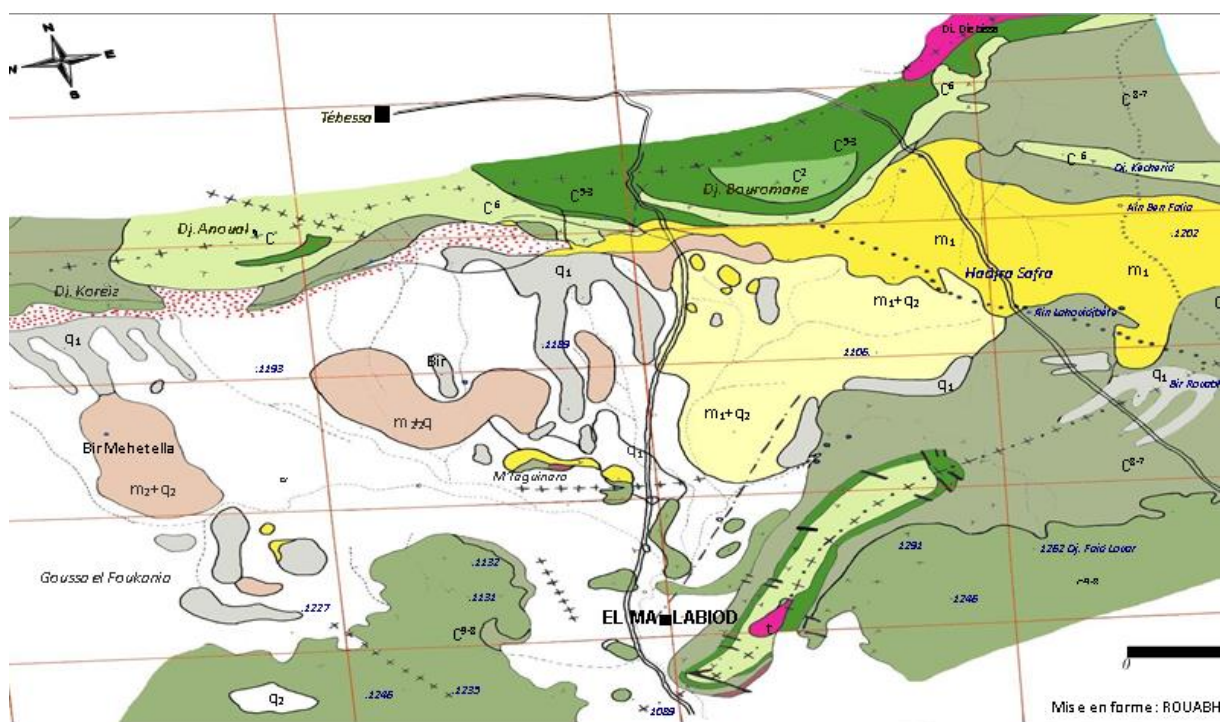
### – Stratigraphie

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 litho stratigraphie et la répartition de la série se décrivent comme suit:

- Trias : connu par des formations plastiques et diapiriques.
- Crétacé et Éocène : connu par des formations calcaireuses et marneuses
- Miocène Littoral, Deltaïque et continental il se présente par un faciès sableux et sablo-argileux et gréseux.
- Plio-Quaternaire Continental : il est caractérisé par des gros galets et graviers avec matrice argilo-detritique .



**Fig. N° 10: Esquisse géologique de la région d'El Malabiod d'après G. DUROZOY, 1948.**

## 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.

### 2.1. Le Miocène inférieur et moyen (Vindobonien et Burdigalien)

En se référant au rapport de J. L. Bles et J. J. Fleury (1970), 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 (1949), 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 (Oglatchaâchaa), 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

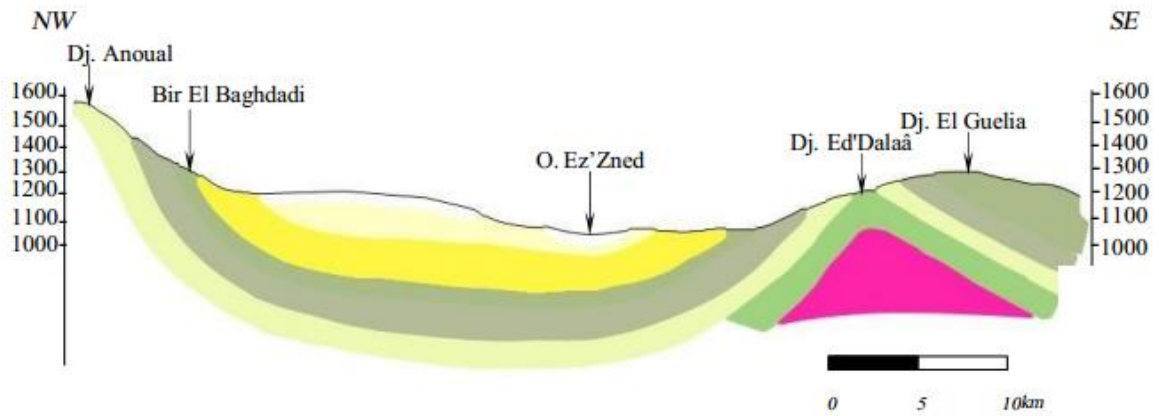
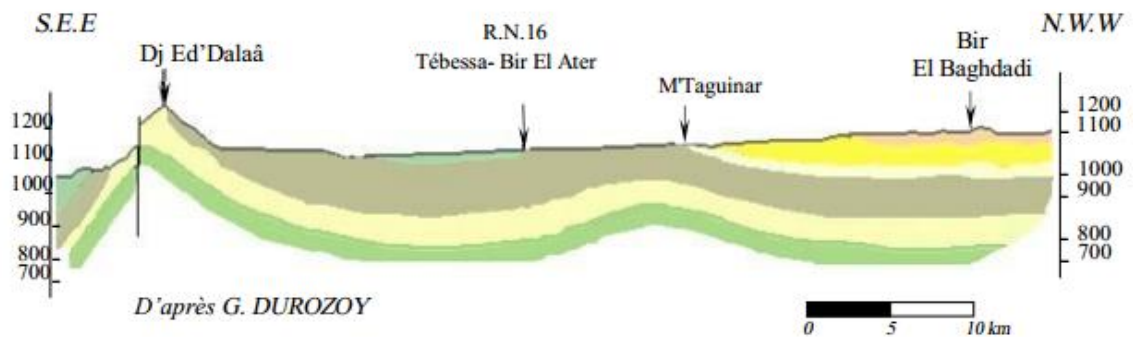


Fig. 11: Coupe géologique hypothétique NW-SE de la région d'El-Malabiod D'après G.Dyrozozy 1948.



- m<sub>2</sub>+q<sub>2</sub>** : VONDOBONIEN (Argiles sous faible couverture alluviale, Argiles rouges, Argiles bariolées)
- m<sub>1</sub>+q<sub>2</sub>**  **m<sub>1</sub>** : BURDIGALIEN (Grès sous faible couverture alluviale, Poudings siliceux, Grès blancs, brun ferrugineux).
- C<sup>9-8</sup>** : MAESTRICHTIEN - CAMPANIEN SUPÉRIEUR. (Calcaires blancs et Marno-calcaires blanc à Inocérames).
- C<sup>8-7</sup>** : CAMPANIEN INFÉRIEUR - EMSCHERIEN (Marnes et intercalation de bancs calcaires à Lumachelles).
- C<sup>6</sup>** : TURONIEN (Calcaires, Marnes et bancs calcaires).
- C<sup>5-3</sup>** : CÉNOMANIEN (Marnes et bancs calcaires à Lumachelles).
- t** : TRIAS (Argiles à Gypse, Calcaires et Cargneules).

Fig. N° 12: Coupes géologiques à travers le bassin d'El Malabiod.

### **3. Le Quaternaire**

La plaine d'El Malabiod est largement constituée de dépôts quaternaires, avec une épaisseur généralement inférieure à 30 mètres. Ces dépôts se divisent en deux principales catégories : le quaternaire ancien, caractérisé par des terrasses alluvionnaires subhorizontales, souvent associées aux éboulis des contreforts calcaires et recouvertes d'une épaisse couche de calcaire, et le quaternaire récent, composé de dépôts superficiels tels que des alluvions, des limons, des galets, des éboulis, des sables et des limons. Ces derniers sont principalement observés dans les vallées des Oueds, près de Henchir El Goussa, ainsi qu'au sud de Bordj El Malabiod.

Il convient de noter que la distinction entre les alluvions récentes et les dépôts plus anciens, tels que les marnes abondantes ou les grès burdigaliens recouverts d'une fine couche alluviale, est parfois difficile à établir, car ces matériaux peuvent être affectés en surface par l'érosion.

La plaine est principalement couverte de formations caillouteuses, principalement composées de matériaux calcaires de dimensions variables. Les sables dominent à l'est tandis que des matériaux marneux prédominent à l'ouest.

#### **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 révélée, 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 OglatChaâchaa, 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 OglatChaâchaa, 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 dû 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.

### 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. 1954, 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- Quaternaire. 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.

## **Conclusion**

Après l'examen des documents disponibles et la réalisation de cette étude géologique, plusieurs observations pertinentes ont pu être identifiées dans ce contexte.

La région a subi des transformations majeures au cours de deux phases orogéniques, entraînant la formation de sa structure actuelle. Elle se situe sur un haut plateau faisant partie de l'Atlas saharien, caractérisé par des plis orientés Nord-Est Sud-Ouest qui délimitent un bassin subsident.

Le bassin étudié se compose de deux principaux ensembles géologiques : les affleurements datant du Crétacé le long des bordures et les formations du Miocène et du Quaternaire qui recouvrent la quasi-totalité de la plaine. Cette dernière présente l'apparence d'une dépression en forme de cuvette, reposant sur un substratum composé de calcaire et de marnes datant du Crétacé, séparé du Miocène par des éboulis hautement perméables.

Les formations calcaires en bordure, d'une épaisseur d'environ 100 mètres, constituent une source importante pour l'alimentation du système aquifère. En revanche, les formations de la plaine, composées principalement de grès avec des couches de sable atteignant de 40 à 250 mètres d'épaisseur, jouent un rôle primordial en tant que réservoir principal, grâce à leurs propriétés hydrodynamiques et leur potentiel hydraulique significatif.

Les dépôts alluviaux superficiels constituent également un aquifère, mais de moindre importance en raison de sa faible épaisseur et de son extension limitée.

## IV- RÉGION DE BIR-EL ATER:

### 1. INTRODUCTION

La cartographie géologique de la zone avait été élaborée par L.VISSE sur la base des données géologiques relativement nombreuses et précises.

Outre la carte d'ensemble au 1/500.000 (feuille Constantine sud) qui permet de définir les structures et les unités techniques ou stratigraphiques des levés particuliers existant en un ou certain nombre de zones (NEGRINE, FERKENE, DJBEL ONK...) ont bien aidé à établir une esquisse géologique du SUD-EST constantinois.

L'esquisse géologique établie est de toute façon suffisante pour nous permettre au stade actuel, de définir les unités lithostratigraphiques susceptibles de servir de réservoir ou de milieu conducteur aux eaux souterraines.

### 2. GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE BIR-EL ATER:

L'atlas saharien de BIR –EL ATER constitue la limite géographique naturelle entre les hauts-plateaux constantinois et le domaine saharien.

La géologie de la région comporte de bas en haut:

#### 1) CRÉTACÉ:

a) **albien supérieur cénomanien inférieur et moyen** : au-dessus des calcaires Aptiens vient la première formation épaisse de marnes schisteuses quelque bancs marron calcaire peuvent-être inter stratifié, mais noyé dans cette marne imperméable.

#### b) **cénomanien supérieur turonien** :

Ils sont constitués par des calcaires plus au moins récifaux quelques fois marneux, localement Mr VISSE signale des formations pseudobréchiques , les roches turoniennes présentent une porosité interstitielle visible.

#### c) **SÉNONIEN INFÉRIEUR**

Le sénonien inférieur est formé par une épaisse série marneuse (150 à 200m environ), imperméable et qui isole, en l'absence de conditions tectoniques particulières, les calcaires turoniens karstifiés au moins localement, des calcaires maestrichiens.

#### d) **MAESTRICHIEN,**

Le maestrichien est une formation presque exclusivement calcaires à inocérâmes ainsi que le signale Mr VISSE. Au sud de Djebel Bottena les calcaires cristallins et calcaires à compacts se superposent; certains horizons calcaires sont extrêmement siliceux.

## 3. NUMMULITIQUE:

### 3.1.PALÉOCÈNE:

#### a- **Danien:**

Il s'agit d'une formation de marnes dont l'épaisseur décroît du Nord vers le Sud: 100m sur le flanc de djebel ONK, 50m dans la chaîne de Negrine.

#### b- **MONTIEN-THANETIEN,**

La composition lithologique du montien-thanézien est assez uniforme et comprend de la base vers le sommet:

\*DES LUMACHELLES.

\*DES CALCAIRES A GRAINS FINS

\*DES MARNES (MARNES DU MUR)

\*UNE SÉRIE PHOSPHATÉE.

### 3.2.ÉOCÈNE. a- yprésien:

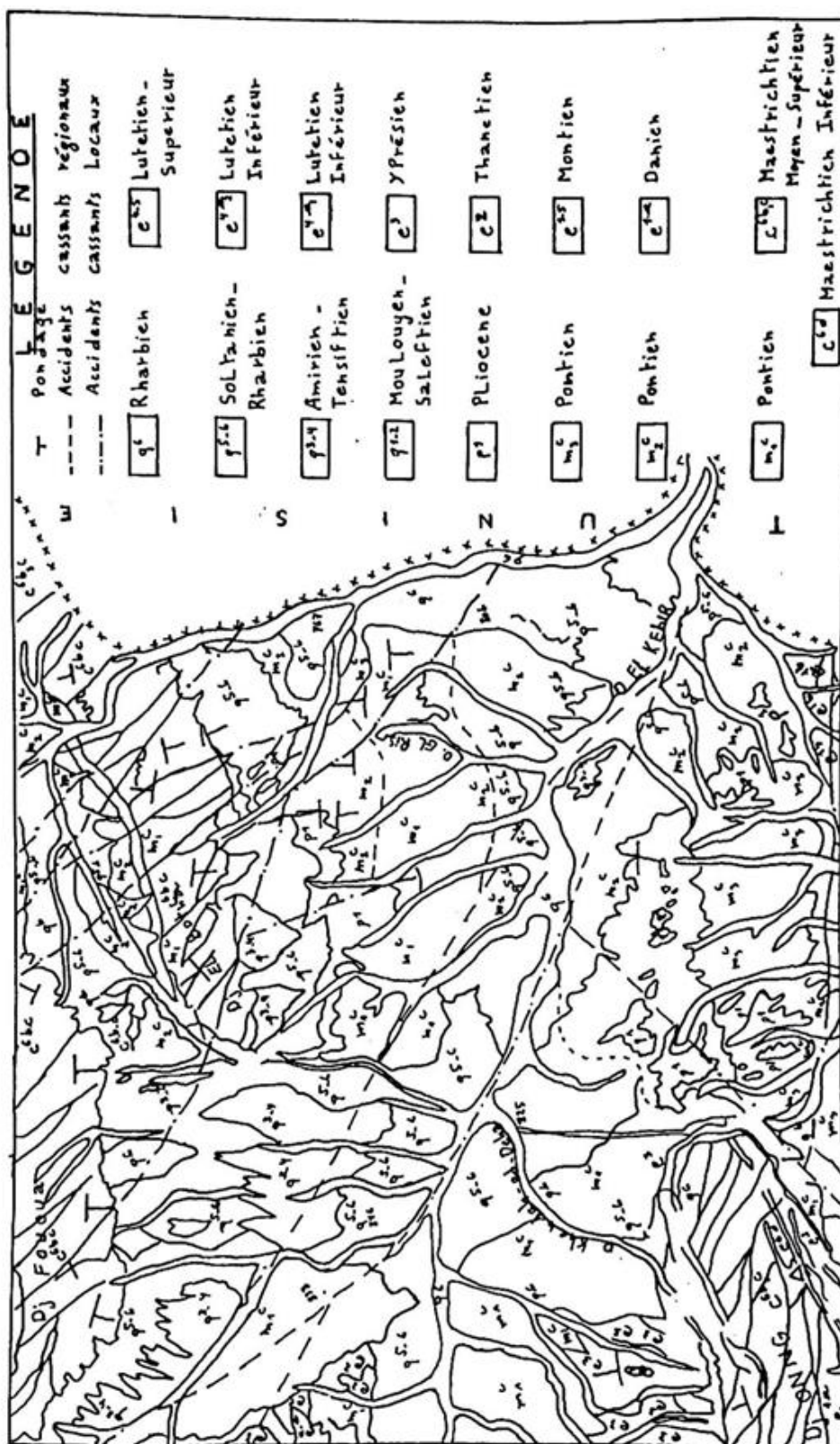
L'yprésien est constitué par:

-des calcaires marneux à tête de silex.

-des calcaires massifs très siliceux.



ESQUISSE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE



CARTE n° 04

ECHELLE : 1/200.000

D'après l'esquisse géologique de BIRELATER

Fig N° 13 : Esquisse géologique de la zone d'étude

Les calcaires massifs sont généralement plus puissants que les calcaires marneux.

## b) LUTÉTIEN INFÉRIEUR:

De bas en haut, la succession lithologique de cet étage est la suivante:

-Marnes et calcaires blancs à silex.

-Calcaires et gypses en bancs alternants.

On groupe d'ailleurs généralement les calcaires de l'yprésien et lutétien inférieurs sous le nom de " calcaires éocènes".

c) Lutétien supérieur est formé par des marnes vertes à intercalation de niveaux gypseux.

## 4. NÉOGÈNE

La série de types néogène (levée par L.VISSE au DjemiDjma)est de bas en haut la suivante:

-Sables blancs avec conglomérats de silex à la base.

-Argiles.

-Argiles vertes.

-Grés sableux (Pontien).

-par-dessus cette série moi-pontienne (l'oligocène n'ayant pas été identifié avec certitude).

-vient un complexe conglomératique que l'on attribue saharienne.

### 4.1.QUATERNAIRE –ALLUVIONS RÉCENTES:

Les alluvions quaternaires ou récentes sont d'à peu près tous les types classiques : conglomérats fluviatiles, sables, limons fluviatiles ou éduens, cailloutis, cône de déjection, croutes calcaires.

## 5. APERÇUT STRUCTURAL

### 5.1.PHASE TECTONIQUES

Il semble que deux phases orogéniques majeures aient en lieu dans la zone de TEBESSA au nord jusqu'à la région de Négrine au sud.

La première peut-être appelée " Antéburdigalienne" bien que ses premières manifestations datent de la fin du crétacé supérieur, mais ces vraisemblablement entre l'Éocène et le miocène que cette place le paroxysme de cette phase orogénique.

D'après L.VISSE l'étude du profil d'érosion burdigalienne laisse d'ailleurs l'existence d'un ennoyage général vers le nord sur les affleurements éocènes moyens et inférieurs, daniens, maestrichiens, sénoniens, turoniens, la seconde phase orogénique se manifeste d'après les dépôts conglomératiques du pliocène.

Les deux phases orogéniques se sont traduites dans le paysage par deux directions de plissements.

À la phase Antéburdigalienne correspond un allongement des plis selon la direction NORD-EST – SUD-OUEST? À la phase postpliocène une direction EST-OUEST. les structures orientées EST-OUEST prédominent dans les régions méridionales (chaîne de negrine, DJ onc.....), ce sont généralement des plis de flexure (les pendages sur le flanc sud dépassent toujours 45°, tandis que ceux de leur flanc nord n'excédant jamais 25°).

\* les fractures sont aussi présentes et peuvent être classées en deux systèmes:

-fractures est-ouest: ce sont les cassures majeures, elles affectent toute la série stratigraphique. Elles SONT SANS DOUTE postpliocènes.

-fractures NORD-OUEST-SUD-EST: ce sont des fractures plus superficielles, elles sont également postpliocènes.

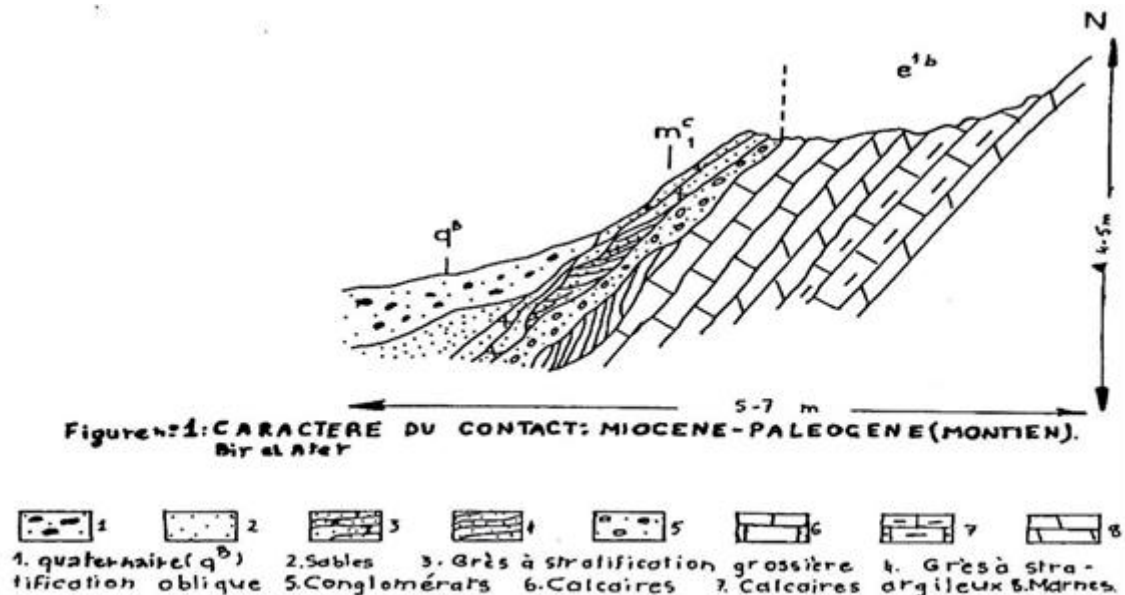


Fig N° 14 : Caractère du contact : miocène-paléogène (montien)

## V- Région d'AinZerga

### 1. Situation topographique

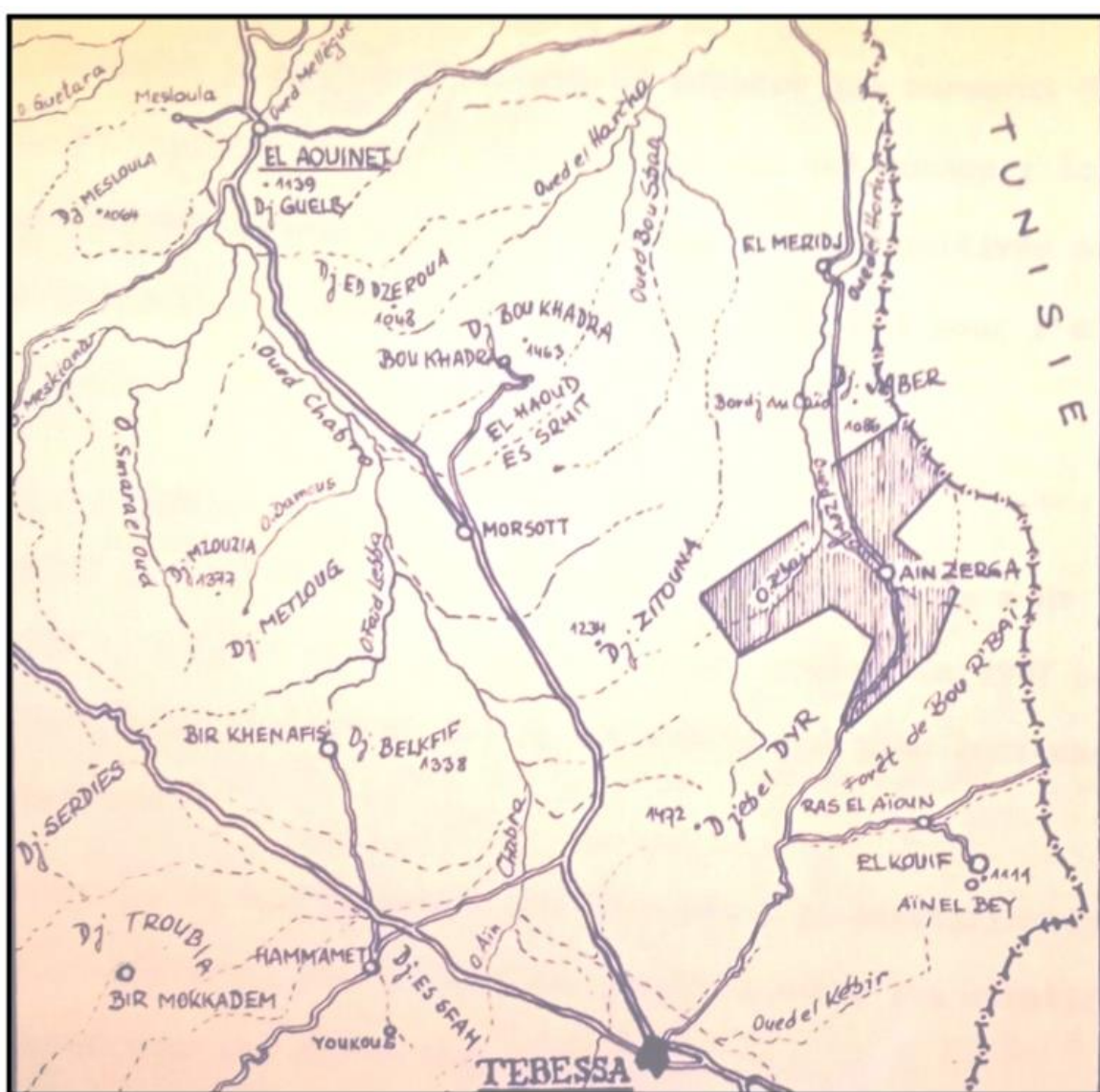
La situation de la zone prospectée à Ain Zerga ainsi que son étendue sont montrées sur la Fig15

La zone étudiée comprend plus que 60km<sup>2</sup>. Elle se trouve sur les feuilles suivantes de la Carte d'Algérie en 1/50000°

N° 151→ Boukhadra.

N° 178→Morsott.

Elle est rattachée à la Commune de Ain Zerga et à la Daira d'El Aouinet. Au Nord-Est, la zone dépasse légèrement sur les limites des communes d'Ouenza et de Morsott.



1: 500 000

 : Zone d'étude

Fig n°15 Esquisse d'Orientation

a) **APTIEN**. Alternance de calcaires massifs à Orbitolines, de dolomies et de grès fins, dépassant l'épaisseur de 100 m. Cette formation affleure qu'en dehors de la zone étudiée, dans l'anticlinal du Djebel Bou Jaber, mais il faut la prendre en considération comme le substratu, résistant éventuel en bordure Nord de la zone.

b) **VRACONIEN**. Alternance peu épaisse ( de 50 m env.) de calcaires argileux en petits bancs et de marnes noires.

c) **ALBIEN**. S'il est développé dans cette région ce n'est que médiocrement et il se confond avec le précédent.

d) **CÉNOMANIEN**. Puissante alternance marneuse (600 m env;) dont la partie supérieure d'une épaisseur de 350 m comprend de nombreuses passées de calcaires lumachéliques.

e) **LIGÉRIEN**( Turonien inférieur ). Alternance de calcaires massifs et de niveaux plus argileux en petits bancs d'épaisseur totale de 300 m. Une falaise importante, vers le milieu de cette formation, la sépare en deux.

f) **TOURONIEN** supérieur. Il s'agit de 300 m des marnes sombres à intercalations, de calcaires lumachéliques dans la moitié supérieure.

g) **EMSCHERIEN** et **CAMPANIEN** inférieur. Presque 600 m de marnes sombres à lumachelles à la base. (Série monotone.)

h) **CAMPANIEN** moyen. Une barre de calcaires clairs, crayeux, en gros bancs, de l'épaisseur moyenne de 75 m. (La barre inférieure de calcaire est à Inocérames.)

I) **CAMPANIEN** supérieur. 170 m environ de marnes gris clair.

j) **MAESTRICHTIEN** inférieur. Barre supérieure de calcaires à Inocérames dont l'épaisseur représente 200 m env.

k) **MAESTRICHTIEN** supérieur. Marnes grises de 150 m d'épaisseur.

L) **DANIEN**. C'est une formation de calcaires argileux à passées de marnes grises.

Son épaisseur totale oscille entre 75 et 100 m. On ne la rencontre qu'au profil N° 4,5, au cœur du Synclinal du Djebel Dyr où elle constitue les affleurements les plus jeunes de la zone.

Les formations du **PALÉOCÈNE** et du **LUTÉTIEN** affleurent au massif du Djebel Dyr, en dehors de la zone étudiée, et elles n'ont pas été touchées par la prospection géoélectrique.

Néanmoins, leurs débris forment les sédiments d'éboulis aux flancs du Djebel à la manière d'un cône de déjection interrompu.

Le remplissage **PLIO-QUATERNAIRE** contient les terrains argilo-limoneux, encroûtement superficiel, brèches et cailloutis d'épandages anciens, éboulis.

## *Chapitre 02:*

### *Étude hydrogéologiques des régions étudiées*

## I- REGION DE TEBESSA :

### 1. Introduction :

L'hydrogéologie représente un outil crucial pour appréhender les éléments nécessaires à la caractérisation d'une nappe aquifère. En combinant les données cartographiques, les coupes géologiques et les informations provenant des forages réalisés à travers la région, comprenant leurs profondeurs, altitudes et niveaux piézométriques, nous avons pu établir des coupes hydrogéologiques et des cartes piézométriques. Ces outils nous permettent de décrypter le mécanisme de circulation des eaux souterraines dans les divers aquifères, déterminant ainsi le sens de l'écoulement et les interrelations entre les différents systèmes. Nous définissons le bassin d'effondrement de Tébéssa - Morsott comme la région s'étendant de Bekkaria au sud-est à Morsott au nord-ouest.

### 2. Description générale :

Le réseau aquifère de la plaine de Tébéssa est principalement constitué d'un dépôt alluvial datant du Quaternaire, composé de galets calcaires dont l'épaisseur varie entre 10 et 400 mètres. En outre, les formations calcaires du Turonien, du Maastrichtien et du Campanien, qui bordent le nord-est et le sud de la plaine, servent également de réservoirs aquifères significatifs.

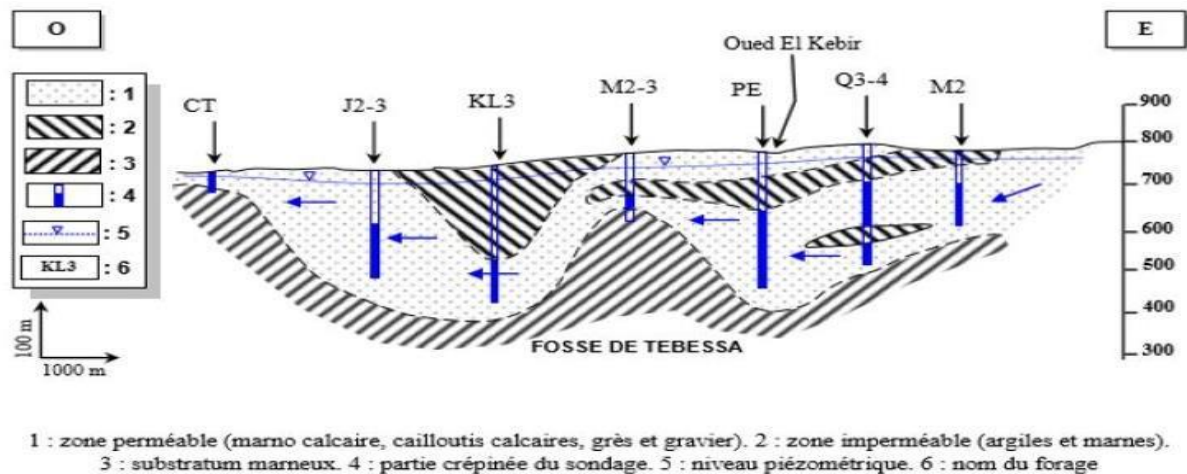
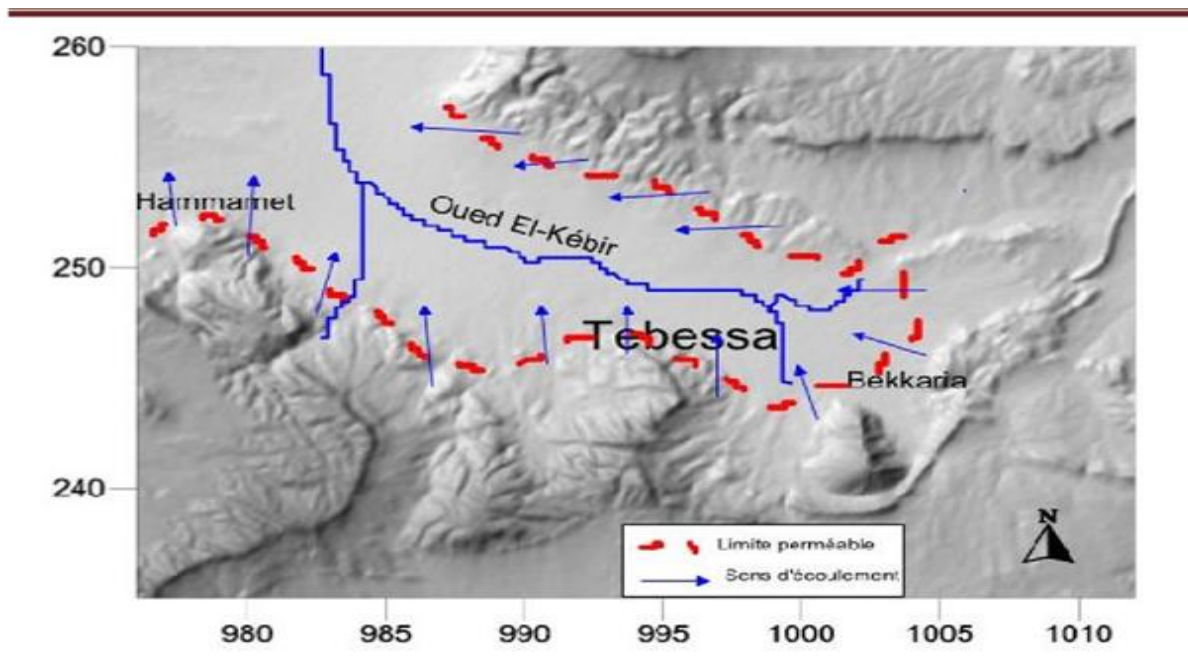


Figure 16 : Coupe hydrogéologique à travers la plaine de la Merdja.

### 3. Conditions aux limites :

La figure 15 offre une synthèse des recherches préalables, décrivant les conditions limites définissant le système aquifère de la région étudiée. L'écoulement de l'eau souterraine suit le tracé d'Oued el-Kébir, agissant comme un axe de drainage de la nappe superficielle selon une orientation Sud-est Nord-Ouest. L'aquifère se caractérise par des limites à flux entrant à l'Est, au Nord et au Sud-est, tandis qu'une limite à flux sortant est observée à l'Ouest. Au Sud, la limite est à flux entrant, jouant un rôle crucial dans la recharge de la nappe, étant donné le contact direct de l'aquifère avec les formations carbonatées, qui représentent un autre système aquifère voisin.



**Figure 17: Carte des conditions aux limites de la zone d'étude**

## **2. La piézométrie :**

La piézométrie se réfère à la détermination de la profondeur de la surface de la nappe phréatique. Cette mesure est généralement réalisée au moyen d'une sonde électrique. Lorsque la sonde atteint le point où l'air rencontre l'eau, deux tiges métalliques établissent un contact électrique, ce qui déclenche un signal sonore et lumineux.

### **a. Inventaire des points d'eau :**

Les données seront extraites des relevés réalisés sur les 36 puits domestiques mentionnés dans la figure 16. Ces mesures ont été prises au cours d'une campagne menée en mars 2020. Les points d'eau sélectionnés pour la création des cartes piézométriques sont distribués de manière similaire à ceux indiqués sur la carte d'inventaire. Ils ont été creusés avec les moyens disponibles et, généralement, ne bénéficient d'aucune protection contre les infiltrations d'eau de surface



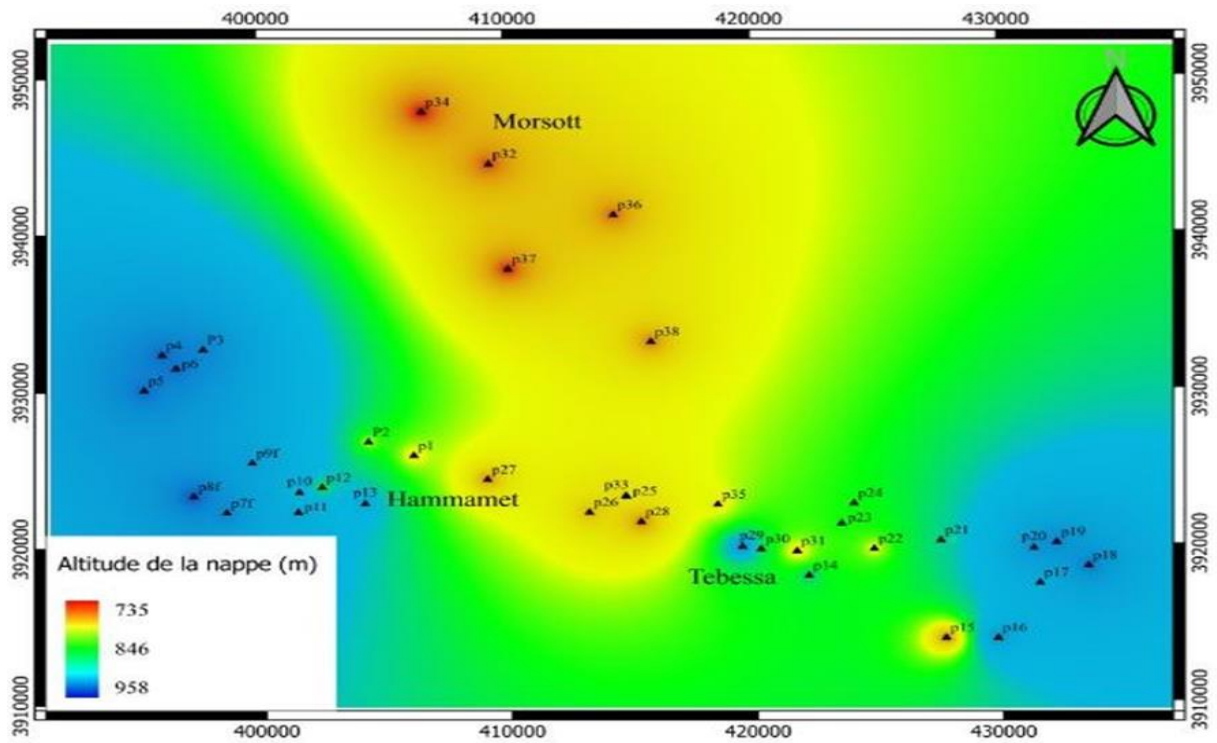


Figure 18: la carte d'inventaire des puits sur la plaine (Tebessa-Morsott)

b. Etablissement d'une carte piézométrique :

La connaissance de l'état piézométrique par l'établissement de la carte piézométrique pour la plaine dans l'espace est d'une grande importance dans le cadre de la présente étude. Pour cette raison nous avons réalisé une campagne piézométrique, en moi de mars 2020.

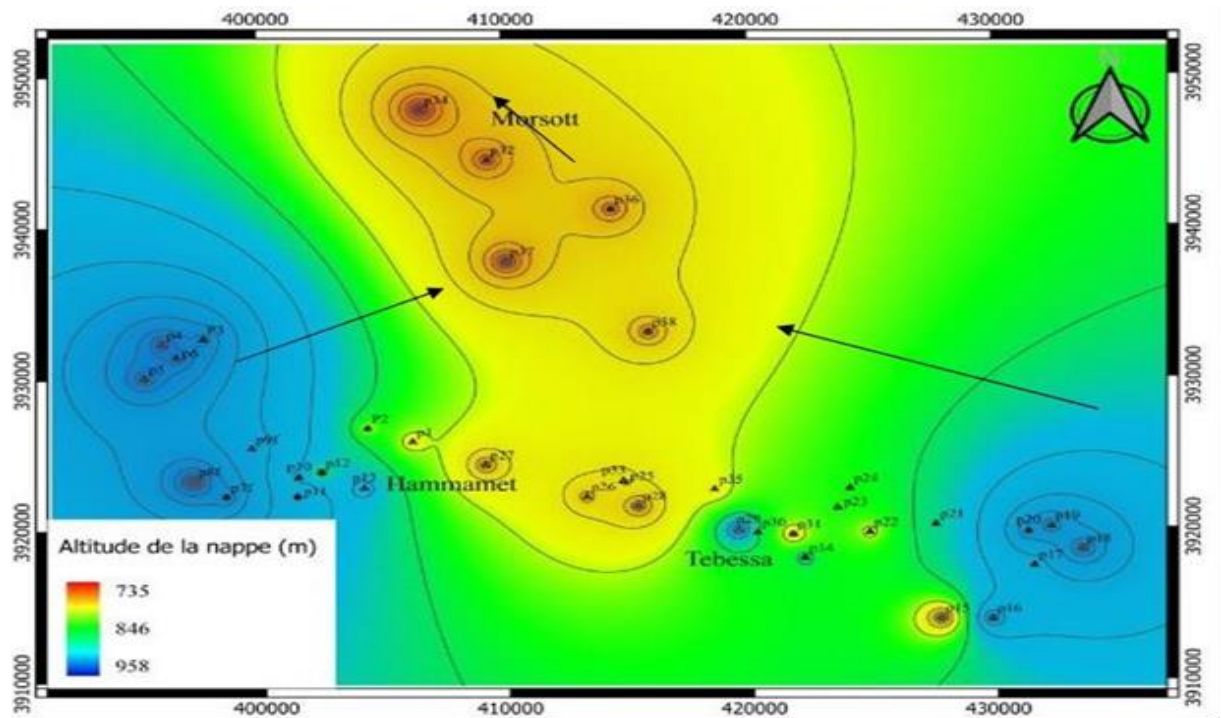


Figure 19: carte piézométrique la zone étudié

## c. Interprétation de la carte piézométrique :

Les niveaux piézométriques de 37 puits dans la plaine de Tébessa ont été mesurés. Ces puits, en grande partie utilisés pour l'irrigation et les besoins domestiques, sont des structures souvent imparfaites, réparties de manière inégale à travers la plaine. La profondeur de l'eau varie de 1,6 à 49,73 mètres.

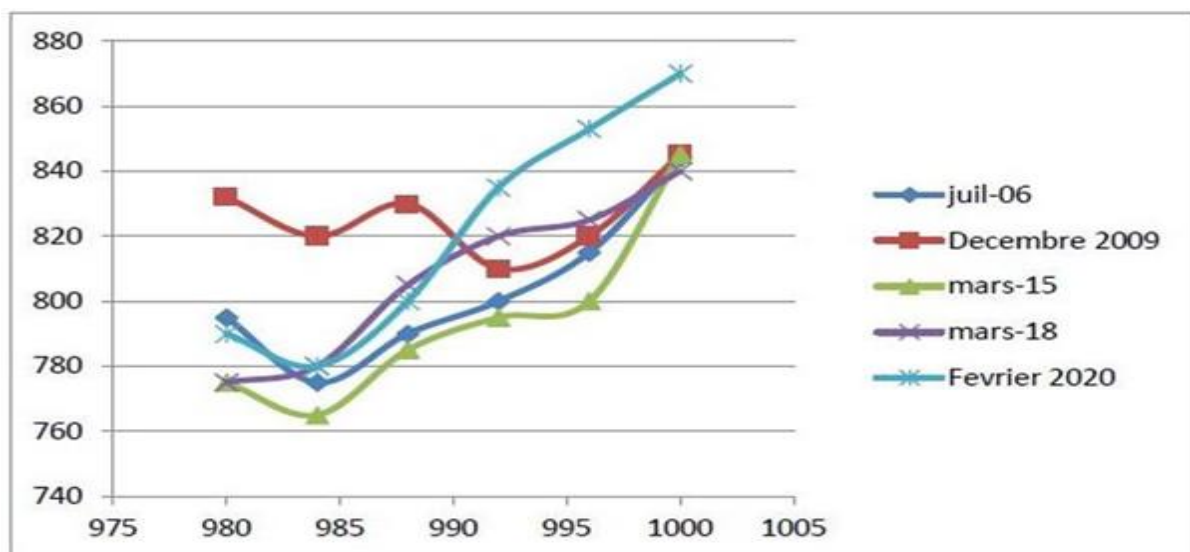
La carte piézométrique (voir figure 38) révèle un schéma d'écoulement général du sud-sud-est vers Ain Chabro, puis vers le nord (Morsott), confirmant ainsi le schéma d'écoulement bien établi dans la région. Une accélération notable de l'écoulement est observée dans la partie sud-sud-est, avec un gradient hydraulique estimé à 0,03, tandis qu'une direction d'écoulement vers le nord est également notée dans la partie sud-est. Cette dernière peut être expliquée par une alimentation latérale provenant des calcaires de Maastrichtien de Hammamet, avec un gradient hydraulique moins prononcé.

E. L'évolution des niveaux piézométriques dans le temps et dans l'espace :

Pour mieux visualiser les variations de niveau des souterraines de la plaine dans l'espace dans le temps on procède à l'établissement de courbe d'évolution partir des différentes

niveaux piézométriques des années (2007 jusqu'à 2020) .

La réalisation de la courbe se fait Selon un repère bien précisé (x-y) des cartes piézométriques, suivant une ligne de profil S-S-Est vers le N-N-Ouest.



**Figure 20: la courbe d'évolution à l'échelle piézométrique spatiale et temporelle.**

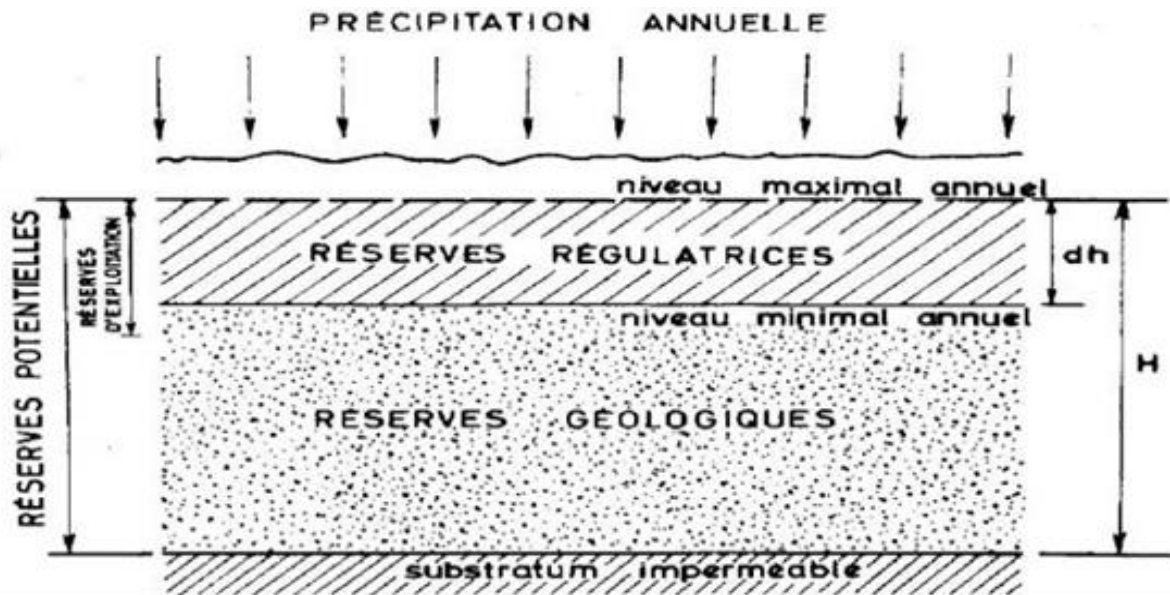
Pendant les périodes de 2006 à 2015 et de 2018 à 2020, le manque de réapprovisionnement a engendré une fluctuation significative de la courbe d'évolution vers le nord-ouest. La nappe phréatique a subi les conséquences les plus sévères jusqu'à son épuisement, attribuable à la surexploitation ainsi qu'à des températures élevées. En 2009, le niveau d'eau a atteint un pic remarquable de 830 mètres, signalant une année excédentaire. Un phénomène notable à ce stade piézométrique est l'apparition d'un dôme près de l'oued El

# Chapitre 02 : étude hydrogéologiques des régions étudiées

Kebir, résultant d'un apport direct et significatif d'eau provenant de l'oued à travers les puits domestiques de cette région.

Sur une direction Sud-est le niveau de la nappe profond n'est pas encore touché 840m durant (2007-2009-2015-2018) due à l'alimentation directe par les bordures.

En Février 2020 l'évolution de l'état piézométrique de la nappe profond est très importante Due à la recharge par la précipitation.



**Figure 21: Détermination des réserves en nappe libre sur l'année hydrologique. Dh, amplitude de la fluctuation de la surface piézométrique au cours de l'année hydrologique.**

### 3. Détermination de la structure hydrogéologique :

Il s'agit de quantifier le volume de l'aquifère situé entre deux niveaux piézométriques, l'un maximal et l'autre minimal. Pour ce faire, les relevés de niveaux effectués dans les puits, les sondages et les piézomètres, dans le cadre de l'inventaire des ressources hydrauliques, sont utilisés pour élaborer des cartes représentant les courbes d'égale altitude pour chaque niveau d'eau libre. Ces cartes permettent non seulement d'établir les contours isopièzes, mais également de créer des cartes isopachtes. La complexité du calcul réside dans le fait que les variations de la surface piézométrique ne sont pas uniformes à tous les endroits, ce qui entraîne des variations de superficie et d'amplitude de la fluctuation Dh.

Dans le cas d'une nappe régulière, par exemple une plaine alluviale, il est possible d'estimer une surface moyenne et un Dh moyen. Cependant, en général, il est nécessaire de calculer la surface piézométrique en effectuant des relevés cartographiques sur les cartes présentant les courbes d'égale altitude, selon des méthodes similaires à celles utilisées pour les études topographiques.

# Chapitre 02 : étude hydrogéologiques des régions étudiées

---

L'amplitude moyenne Dh est également déterminée à partir des cartes présentant les courbes isopièzes et les profils piézométriques.

## **Conclusion :**

L'examen hydrogéologique révèle que les eaux souterraines de la région étudiée circulent principalement du sud-est vers le nord-ouest et le nord. Le réseau hydrographique est principalement drainé par l'oued Elkebir et ses affluents, tandis que les bordures calcaires du sud et du nord de la région contribuent à l'alimentation de cette nappe souterraine. Les valeurs des paramètres hydrodynamiques (transmissivité et perméabilité) sont particulièrement élevées dans la zone de Tébessa et d'Ain Chabro.

## **II- LA REGION DE EL MA -LABIOD :**

### **1. Système Hydrogéologique du la cuvette d'El Malabiod :**

#### **a. 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(Miocène).

-Le troisième niveau constitue le substratum marneux ou calcaireux(Crétacé).

#### **b. 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 transmisivité varie de  $T=6.3.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s à  $7.8.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.Les débits d'exploitation sont au minimum 20 L/s et au maximum 60 L/s.

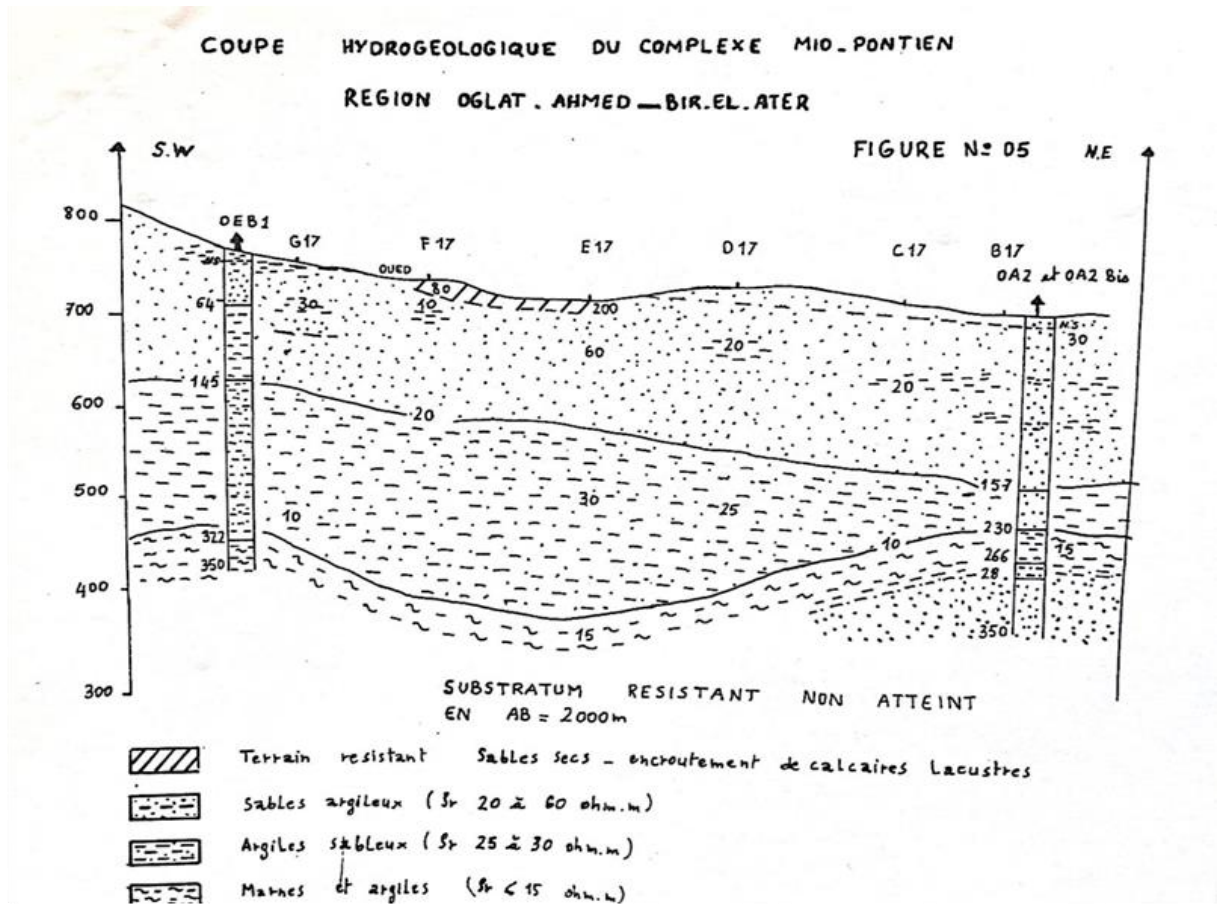
## **III- la région de Bir El Ater :**

### **1. ÉLÉMENTS HDROGEOLOGIQUES :**

L'étude hydrogéologique menée dans l'arrondissement de TEBESSA, en particulier celle abondamment décrite dans le rapport de Le VISSE sur la région de BIR EL ATER, a identifié les formations suivantes comme potentielles aquifères.

#### **2. LE MAETRICHEN :**

Ce calcaire, renommé pour sa compacité et parfois mêlé de silex ou de marne vers sa base, présente quelques rares manifestations aquifères, ce qui suggère des possibilités non négligeables, bien que toujours sujettes à une grande incertitude. Ces manifestations sont étroitement liées aux défis typiques associés au degré de fissuration du réseau. Dans la région étudiée, ces calcaires sont généralement enfouis en profondeur, à l'exception de la zone près de BOTTENA où ils affleurent, probablement au-dessus du niveau hydrostatique. Le forage Bottena BIT1 a récemment traversé ces calcaires sur une profondeur de 219 mètres, révélant une fissuration localisée entre les altitudes de 151 mètres et 219 mètres. Le niveau statique est établi à 149,80 mètres, avec un niveau dynamique mesuré à 150,60 mètres, ce qui correspond à un débit de 2,4 litres par seconde.



**Fig N° 22 : coupe hydrogéologique du complexe moi-pontien**

### 3. ÉOCÈNE :

Les différentes couches de l'éocène, dont nous ne sommes pas totalement certains de la présence, pourraient être enfouies sous les couches plus récentes du néogène, selon certaines indications.

Ces couches calcaires présentent un potentiel intéressant en termes de débit.

L'étude géoélectrique réalisée par ALGEO a récemment identifié une couche résistante en profondeur, située sous les dépôts mio-pontiens, avec une résistivité variant entre 100 et 300 ohms.m.

Le forage OA1, effectué dans la région d'OGLAT AHMED, a traversé cette couche à une profondeur de 270m, probablement composée de calcaire fissuré datant potentiellement de l'éocène.

### 4. LE MIO-PONTIEN :

Les dépôts continentaux du Mio-pontien, datant du Miocène et du Pontien, se composent principalement d'argiles et de sables, avec une prédominance d'argile dans certains secteurs et quelques couches de calcaires lacustres. Leur importance réside dans leurs propriétés aquifères significatives. Malgré cela, l'exploitation de ces ressources reste très limitée à ce jour, avec seulement quelques forages d'exploitation réalisés. Les caractéristiques

# Chapitre 02 : étude hydrogéologiques des régions étudiées

---

hydrogéologiques, hydrodynamiques et techniques de ces dépôts sont présentées dans le document ci-joint.

## **5. LE QUATERNAIRE :**

Les sables très perméables des dépôts des oueds, particulièrement ceux de l'oued RHEZNETTA, sont exploités par la population locale à travers de nombreux puits pour leur capacité d'interception de l'eau.

# Chapitre 02 : étude hydrogéologiques des régions étudiées

TAB n°12: RESSOURCES HYDROGÉOLOGIQUES DU SUD-EST CONSTANTINOIS

ETAGE	COMPOSES - LITHOLOGIQUES	OBSERVATIONS
2Ma Oueds ou alluvions Quaternaire	Sable - Sable argileux cailloutis	InFero - Flux 25 - 30% boulders
Pliocène	argile sableuse conglomérat	
Pontien Supérieur	argile argile - Sableuse	Sur alimentation ascensionnelle
Mio-pontien	Sables Grés Argiles	N: nappes Libres S: n. captives (18 - 25%)
23Ma ABSENCE D'OLIGOCENE		
Lutétien Supérieur	Marnes gypses	niveau à porosité capillaire
Lutétien Inférieur	gypses calcaire	(2 - 3%) (5 - 10%) nappe captive
Lutétien inférieur	calcaire marneux	niveau à porosité capillaire
Yprésien	calcaire à silex	nappe Libre (10 - 15%)
Thanétien Supérieur	Phosphate marne	niveau à porosité capillaire
Montien Thanétien inférieur	Lumachelle calcaire marne	(10 - 15%) nappe captive
Danien	marnes	niveau à porosité capillaire
65Ma Maestrichtien	calcaire	roches compactes (2 à 7%)
Emschérien	marnes	Porosité capillaire
Turonien	calcaire	(10 - 15%)

D'après L. VISSE.



***Chapitre 3 :***  
***Géophysique des régions***  
***étudiée***

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

## I- Région de Tébessa :

### 1. Introduction :

Les méthodes géophysiques complètent efficacement les études hydrogéologiques, géomorphologiques et la photo-interprétation lors de la recherche d'eau et de l'implantation de forages. Elles visent à détecter les anomalies potentielles susceptibles de contenir de l'eau souterraine dans des zones définies par l'hydrogéologue, tout en déterminant les propriétés géoélectriques de ces couches ou anomalies. Parmi ces méthodes, le sondage électrique vertical (SEV) se distingue comme une approche quantitative bien adaptée à l'hydrogéologie, offrant ainsi une identification précise des aquifères. Depuis 1973, dans la région, plusieurs études hydrogéologiques et géophysiques ont été menées afin d'optimiser le succès des projets d'exploitation. Pour ce faire, un intérêt particulier a été porté à la prospection électrique, notamment en utilisant le dispositif de Schlumberger, à travers lequel plus de 4000 SEV ont été réalisés sur une ligne AB de 2000 mètres (profondeur maximale atteinte : 220 mètres).



**Fig. N° 23: Position des profils électriques dans la plaine de Tébessa.**

Pour établir une corrélation entre la géologie et la géophysique, nous avons examiné vingt profils construits à partir des données de prospection électrique. Ces profils révèlent une alternance de couches résistantes et non résistantes. Pour faciliter cette corrélation, nous avons cartographié la répartition spatiale des résistivités sur chaque profil, en les regroupant en trois horizons, nommés P1, P2 et P3. Ces horizons se chevauchent de manière irrégulière et présentent des résistivités et des positions distinctes. En analysant la continuation et la succession de ces horizons, nous avons identifié trois zones principales :

- **Zone de AinChabro**
- **Zone de Tébessa**
- **Zone de Bekkaria**

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

## A) Géométrie des aquifères :

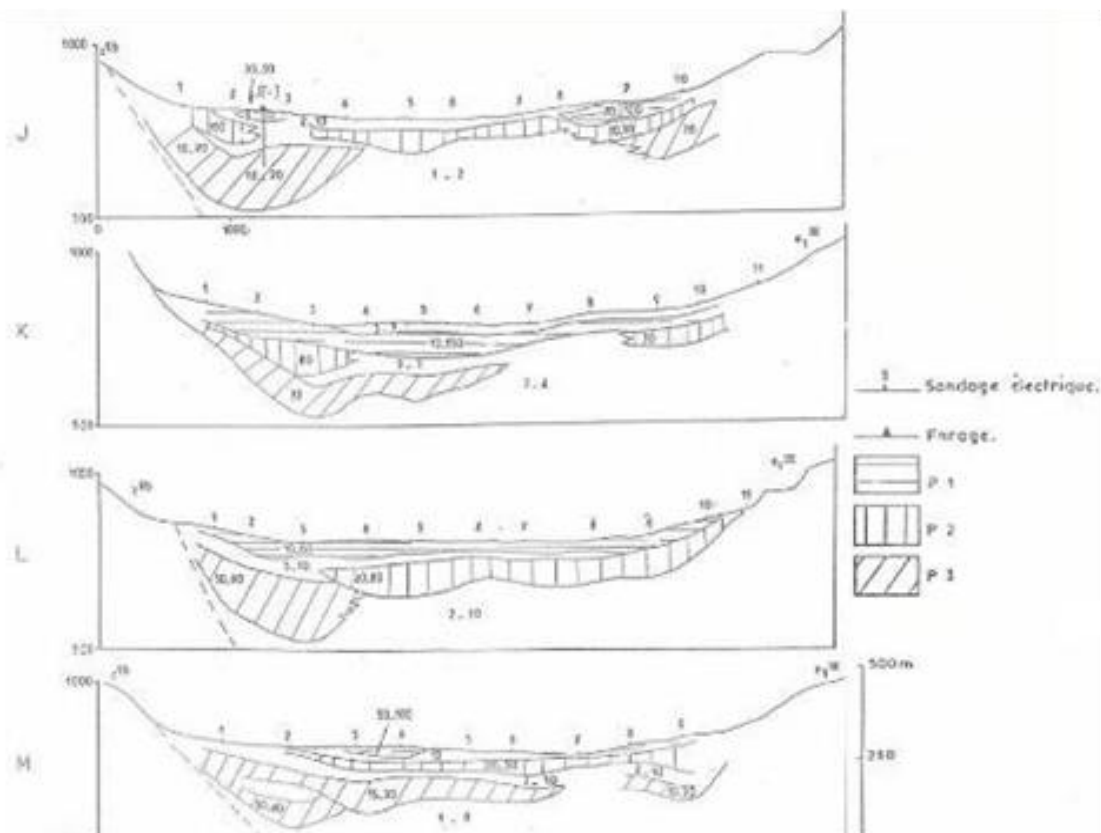
En se fondant sur les résultats des forages effectués dans la région d'étude, accessibles via la Direction de l'Hydraulique de la wilaya de Tébessa, ainsi que les recherches géophysiques et les études antérieures de Djabri L. en 1987 sur la plaine de Tébessa, les données géologiques de terrain ont été collectées. Cette démarche a permis d'établir une caractérisation précise des contours du réservoir aquifère.

## B) Plaine de Tébessa :

Les profils géophysiques provenant de l'étude de CGG en 1971, réinterprétés ultérieurement par GOLE et RICARD en 1975, révèlent une alternance de strates résistantes et non résistantes. Chaque profil dépeint la distribution spatiale des résistivités, regroupées en trois horizons distincts : P1, P2 et P3. Ces horizons se succèdent et se superposent de manière irrégulière, comme décrit par Djabri L. en 1997 (voir figure n°07).

## C) Ain Chabro :

Il est observé que les couches de sol favorables (résistantes, perméables) sont minces au centre (à 125 mètres) et s'épaississent (jusqu'à 275 mètres) aux abords de la plaine. Dans les profils géophysiques, la succession des couches P1, P2 et P3 est rare, mais la couche P3 (à une profondeur de 30 à 70 mètres) est largement présente, probablement constituée de cailloux calcaires ou de galets. L'absence régulière des deux autres couches est probablement due à l'érosion qui a accompagné les phases d'effondrement du bassin.



# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

## D) Tébessa :

Dans cette partie de la plaine, les horizons se succèdent, révélant une géologie caractérisée par des dépôts de calcaire, de graviers et de sable. Au cœur de cette région (dans les profils N et P), des valeurs de résistivité remarquablement basses suggèrent la présence probable d'une couche de roches évaporitiques.

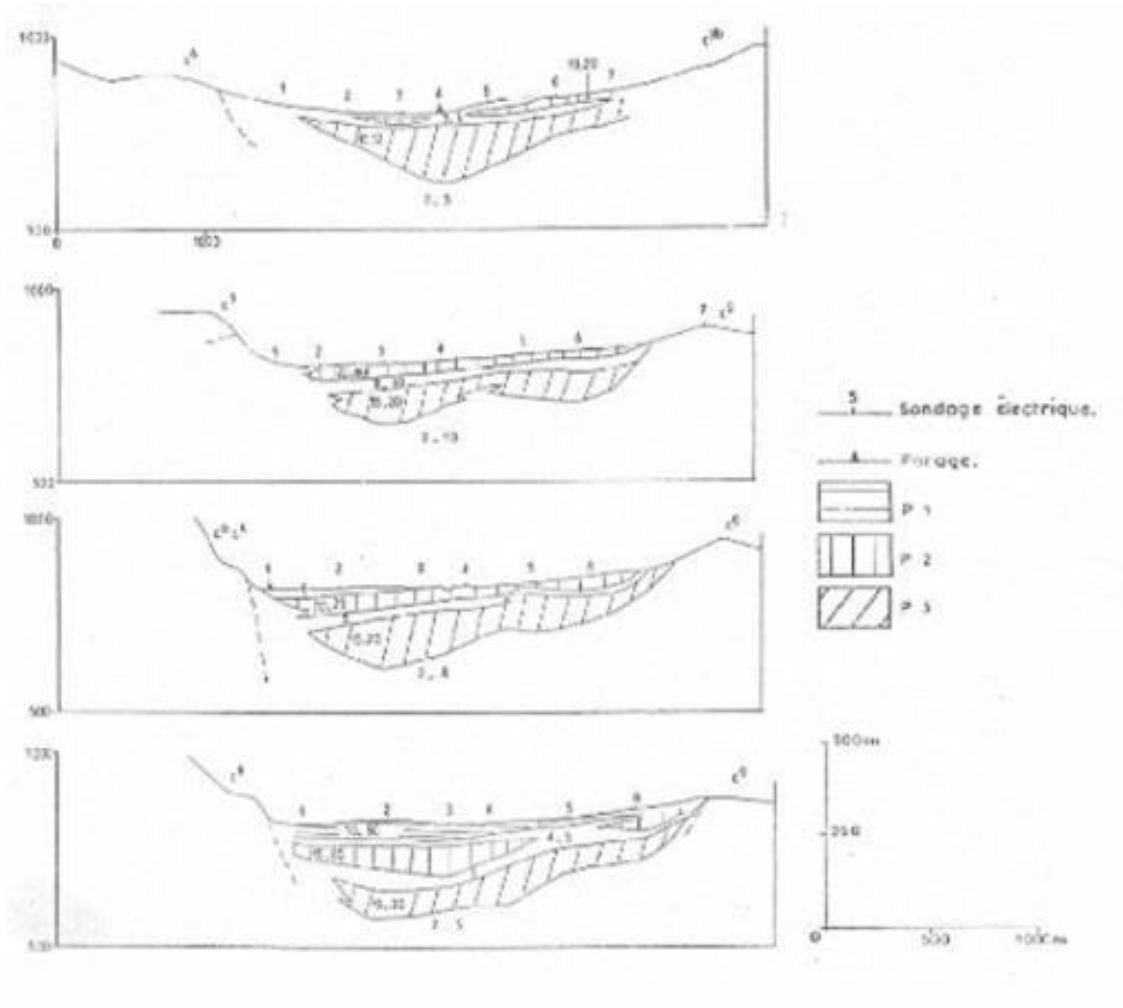
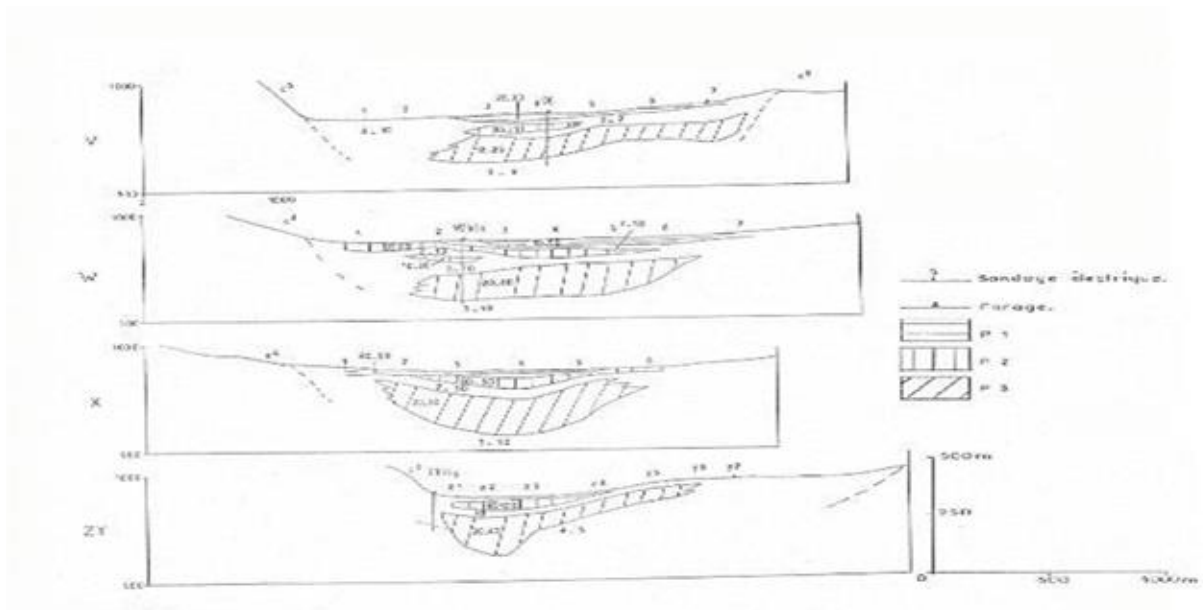


Fig. N° 24: Coupes géo électriques à travers la plaine de Tébessa selon les profils (R, S, T et U)

## E) Bekkaria :

Dans la région antérieure, on remarque une nette succession des horizons P1, P2 et P3, qui se présentent sous forme d'électro-bancs. La géologie est caractérisée par la présence de calcaires, de sables, de graviers et de galets.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée



## b) commentaire des résultats :

Il est intéressant de noter une certaine cohérence entre les données géologiques et géophysiques. Afin d'obtenir une compréhension plus approfondie des nappes aquifères, il est indispensable d'examiner la corrélation entre les résultats de la diagraphie et ceux de la colonne lithologique de certains forages.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

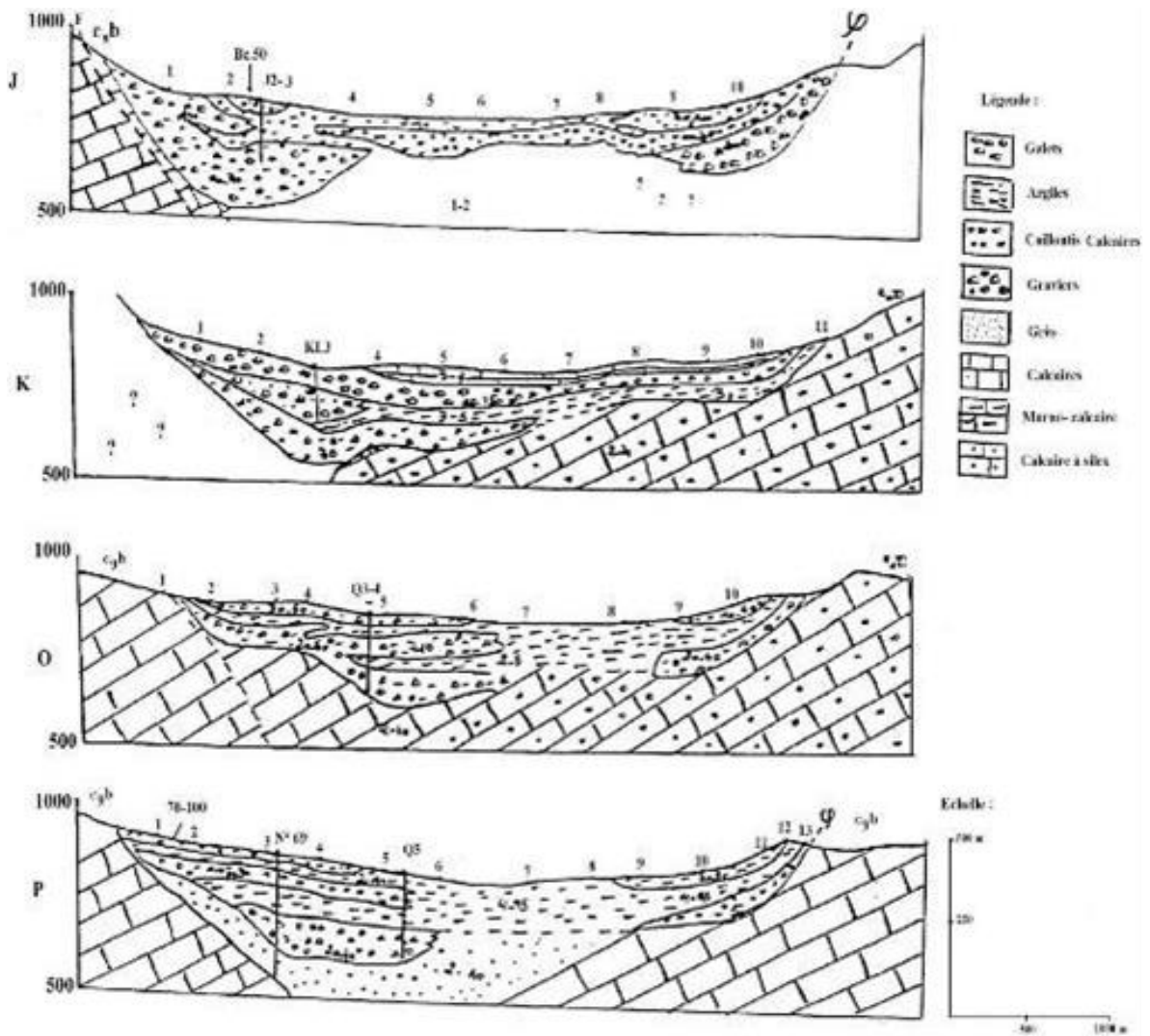


Fig. N° 25: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (J, K, O et P).

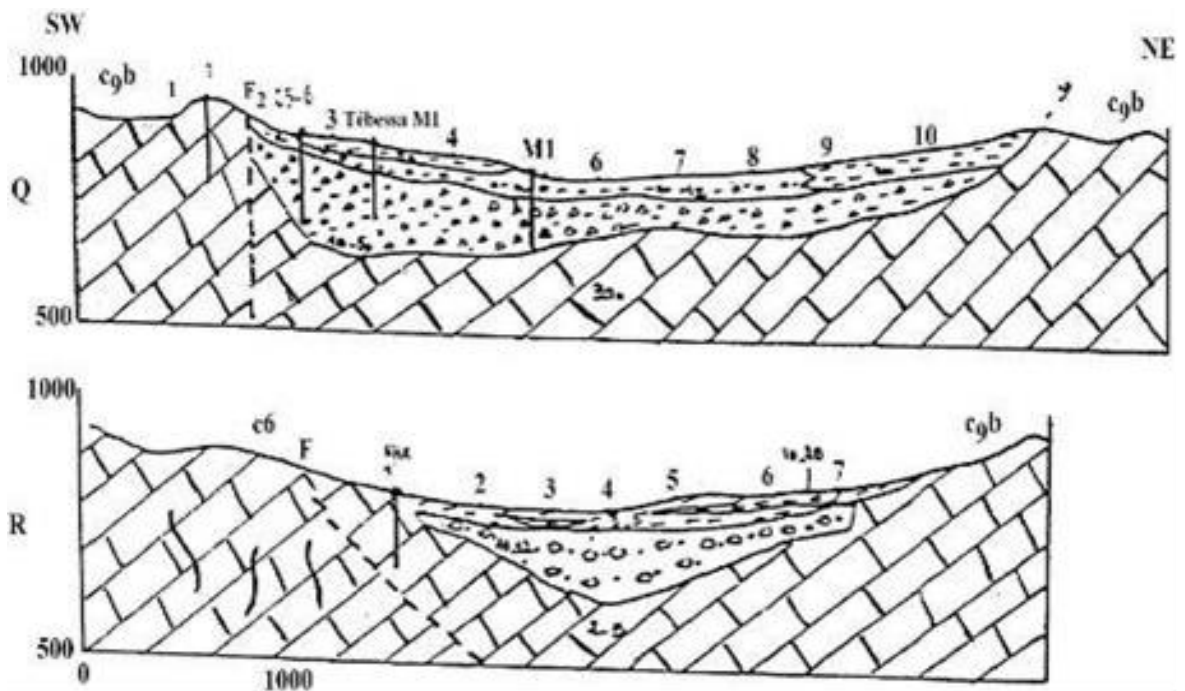


Fig. N° 26: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (Q, R).

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

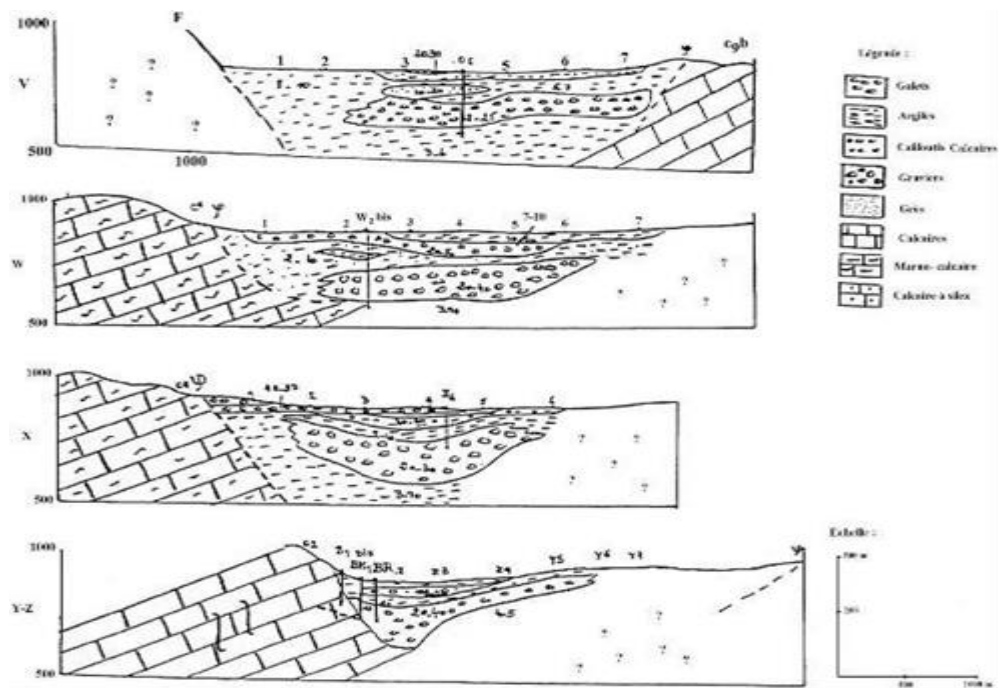


Fig. N° 27: Reconstitution du mode de dépôt Coupes (V, W, X et Y-Z).

## Conclusion :

Les investigations électriques effectuées ainsi que les données des diagraphies réalisées dans les puits révèlent la présence de diverses couches aquifères dans la région. Au cœur de la plaine, on observe l'émergence de formations alluvionnaires, principalement composées de graviers, de galets et de sables d'origine quaternaire, constituant le remplissage du bassin. Ces formations présentent une porosité interstitielle et leur résistivité varie entre 20 et 100 Ohm.m. En périphérie, on trouve des calcaires fissurés datant du Maestrichtien, caractérisés par une résistivité plus élevée, oscillant entre 30 et 100 Ohm.m (pouvant atteindre jusqu'à 300 Ohm.m).

Ces calcaires fissurés possèdent une perméabilité notable et contribuent significativement à la recharge de la nappe alluviale. Notons une diminution de la résistivité depuis les marges vers le centre de la plaine, ce qui indique une corrélation entre la nature du matériau de remplissage et la distribution de la résistivité. Ainsi, la nappe alluviale de Tébessa se caractérise par une hétérogénéité des formations aquifères.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

## II- Région de Alma Labiod :

### 1. Intoduction :

En 1971, l'entreprise de recherche géophysique UGF-BRNO a lancé une vaste campagne de prospection électrique pour le compte de la direction de l'hydraulique, couvrant une étendue de 420 km<sup>2</sup>. Cette campagne a mobilisé 315 systèmes électriques (SE) avec des distances électrodes AB de 120 mètres et 120 SE avec des distances AB de 1100 mètres.

Les objectifs principaux de cette mission étaient doubles : premièrement, déterminer la géométrie de la nappe mio-quaternaire, et deuxièmement, établir des cartes du substratum.

Les objectifs secondaires incluait la détermination de la géométrie et de l'épaisseur du dépôt quaternaire, ainsi que la profondeur, la géométrie de l'épaisseur et les degrés de fracturation des formations calcaires.

L'identification des zones tectonisées et la caractérisation de la structure géologique de l'ensemble du bassin étaient également visées.

### 2. L'étalonnage :

Les données de mesures paramétriques collectées ont été confrontées aux coupes stratigraphiques des forages déjà réalisés dans la zone concernée. Cette comparaison a permis d'établir les observations enregistrées dans le tableau suivant : Tableau N° 26 - Correspondance entre les valeurs de résistivité et les types de roches d'après les journaux de forage (bassin d'El Ma-Labiod).

Caractères	Plages de résistivités ( $\Omega.m$ )		Formations correspond
Elève	600	-3000	Calcaire, grès, 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

Les roches calcaires, les grès et les croûtes présentent des résistivités comparables et sont généralement localisés dans des zones sujettes à la déformation.

Les graviers et les sables affichent des valeurs de résistivité similaires entre eux.

En revanche, les argiles se caractérisent par des résistivités très faibles.



# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

Suite à l'analyse des courbes issues des sondages électriques réalisés sur le terrain, plusieurs coupes géoélectriques ainsi que des cartes d'équipotentialité ont été élaborées pour interpréter les variations de résistivité du sous-sol.

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

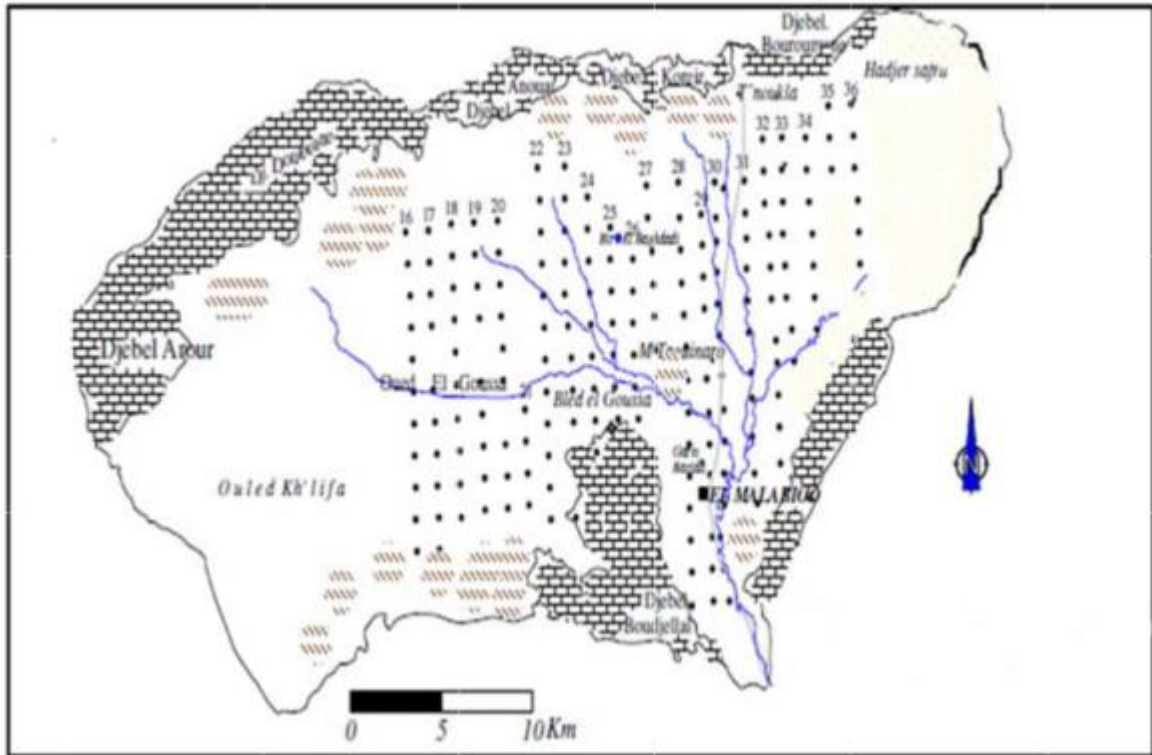


Fig. N° 28: Plan de position des sondages électriques ( d'aprèsGuefaifia O ;1996).

les valeurs de résistivité des formations décrites ne sont pas toujours vrai ,et les formations altérées disposent généralement d' une résistivité égale à celle des sables ou des graviers .Cinq pro fils géo électriques ont été établis :

### 3. Les profils geoelectriques :

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

Cette coupe s'appuie sur les données de logs de forage M7, M5, M4 et M15. Elle illustre quatre strates uniformes avec une résistivité variable, à l'exception de la dernière couche, qui est caractérisée par une résistivité faible (moins de 15  $\Omega$ m). Cette dernière strate forme un substratum conducteur, tandis que les couches supérieures sont résistantes

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

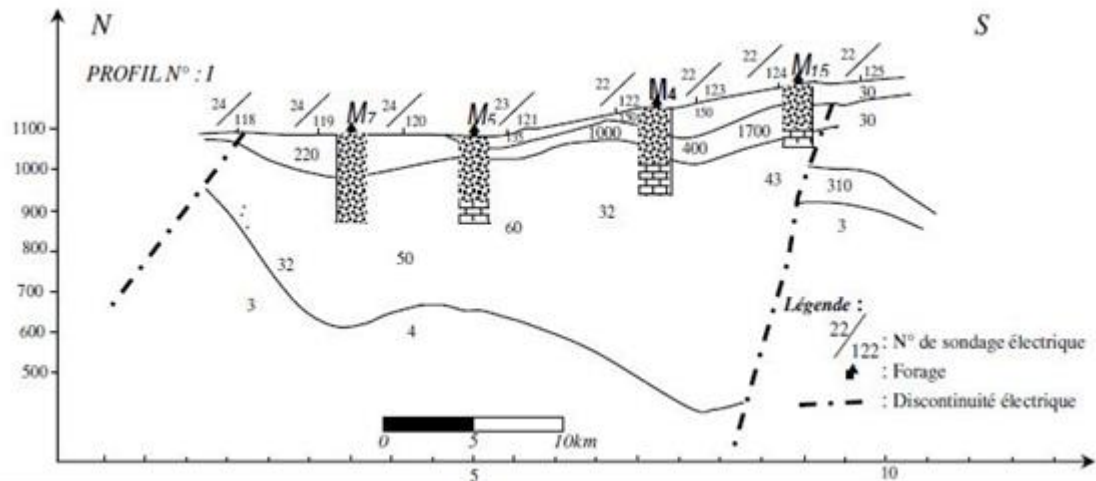


Fig. N° 29: Coupe 1 Nord- Sud(d'après Guefaifia.O ;1996).

Le premier étage présente une épaisseur variant de 40 à 80 mètres, avec une résistivité oscillant entre 100  $\Omega$ m et 150  $\Omega$ m, non uniforme le long du profil en raison de l'hétérogénéité de la formation géologique. Les logs stratigraphiques révèlent une alternance de faciès géologiques comprenant des couches argileuses, des sables grossiers à fins et des graviers. Les fluctuations d'épaisseur de ces couches influent sur la résistivité de l'étage, ce qui explique les résultats de la prospection électrique.

Le deuxième étage, quant à lui, est continu le long du profil, avec des valeurs de résistivité variant de 16  $\Omega$ m (profil 29) à 32  $\Omega$ m (profil 24), atteignant jusqu'à 220  $\Omega$ m (profil 21) sur une plage de 100 m à 320 m. La corrélation entre les logs des forages et les résistivités enregistrées reflète précisément les caractéristiques géologiques observées. Dans ce contexte, la formation géologique est principalement constituée de calcaires fissurés (cas du forage M4) et d'argiles sableuses (cas des forages M7 et M6).

## 3.2.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

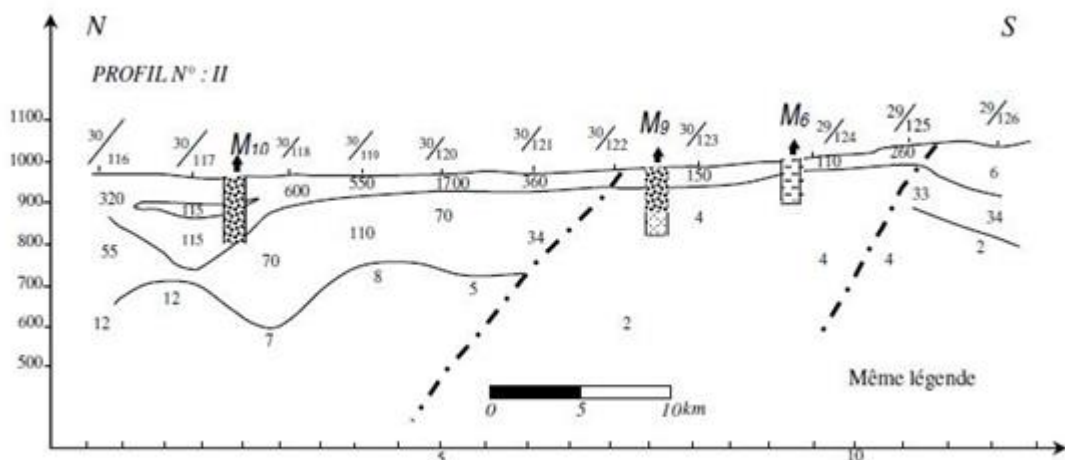


Fig. N° 30: Coupe 2 Nord -Sud(d'après Guefaifia.O ;1996)

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

Le premier étage se compose d'une masse résistante dont la résistivité varie de 200 à 600  $\Omega \cdot m$ , avec une épaisseur pratiquement uniforme sur toute la longueur du profil. À une profondeur de 40 mètres, ce niveau commence à adopter une structure bombée, semblable à une syncline.

Le deuxième étage, moins résistant (résistivité  $\rho = 70 \Omega m$ , profil 30 de M10), présente également des caractéristiques conductrices (profils 30 et 29), avec des résistivités enregistrées de 4 à 16  $\Omega m$  et une épaisseur de 200 mètres.

Le troisième étage, constituant un substratum conducteur pour ces formations géologiques, affiche des résistivités variant de 2 à 16  $\Omega m$ . Deux discontinuités électriques sur ce profil mettent en évidence la présence de deux failles majeures.

## 3.3.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 donne de sondage électrique (géophysique) .

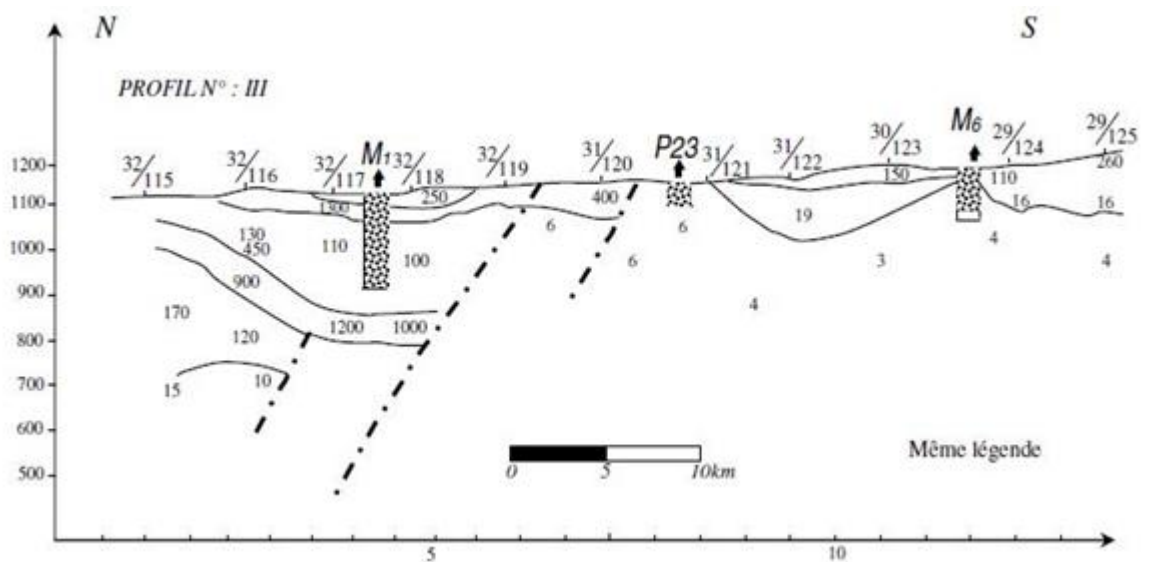


Fig. N° 31: coupe 3 Nord Sud(d'après Guefaifia.O ;1996).

Cette coupe présente deux forages principaux : M1 et M6. Elle se distingue par la présence de quatre couches bien définies, dont trois sont résistantes tandis que la quatrième est conductrice :

Le premier horizon est composé de formations résistantes, avec une résistivité variant de 250 à 750  $\Omega m$  au centre du profil. Son épaisseur est estimée à 63 mètres.

Le deuxième horizon, également résistant, est traversé par un seul forage (M1). Sa résistivité varie de 750 à 1500  $\Omega m$ , témoignant de l'hétérogénéité de sa composition lithologique. Son épaisseur est d'environ 210 mètres.

## Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

Le troisième horizon est caractérisé par des formations encore plus résistantes que le premier, avec une résistivité variant de 900 à 1200  $\Omega\text{m}$  et une épaisseur de 50 mètres.

Enfin, le quatrième horizon constitue le mur. Il se distingue par une couche conductrice présentant des résistivités basses variables, allant de 15  $\Omega\text{m}$  à 10  $\Omega\text{m}$ .

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

Tableau02: corrélation entre: Forage :M1 et Profils.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

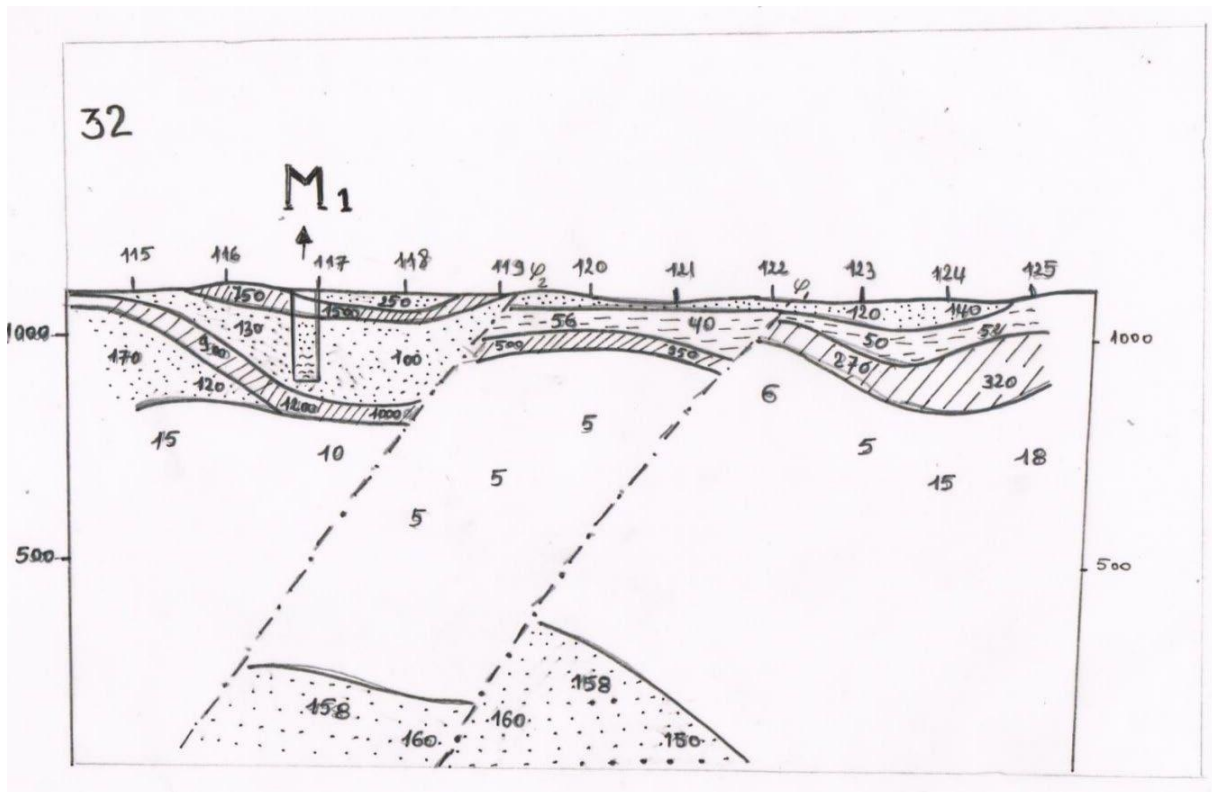


Fig. N° 32: : Profil géo électrique transversal comportant le forage M1.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

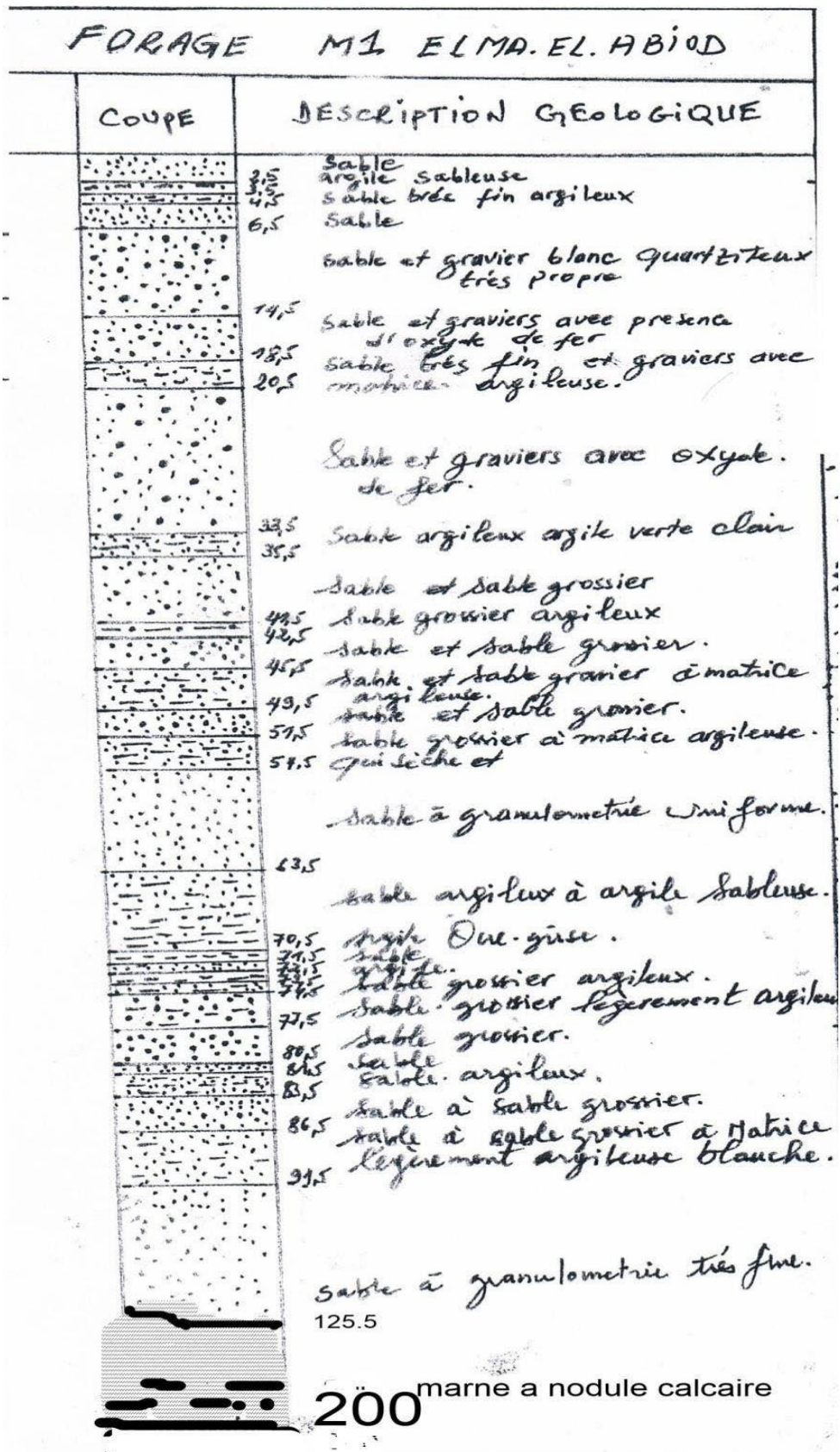
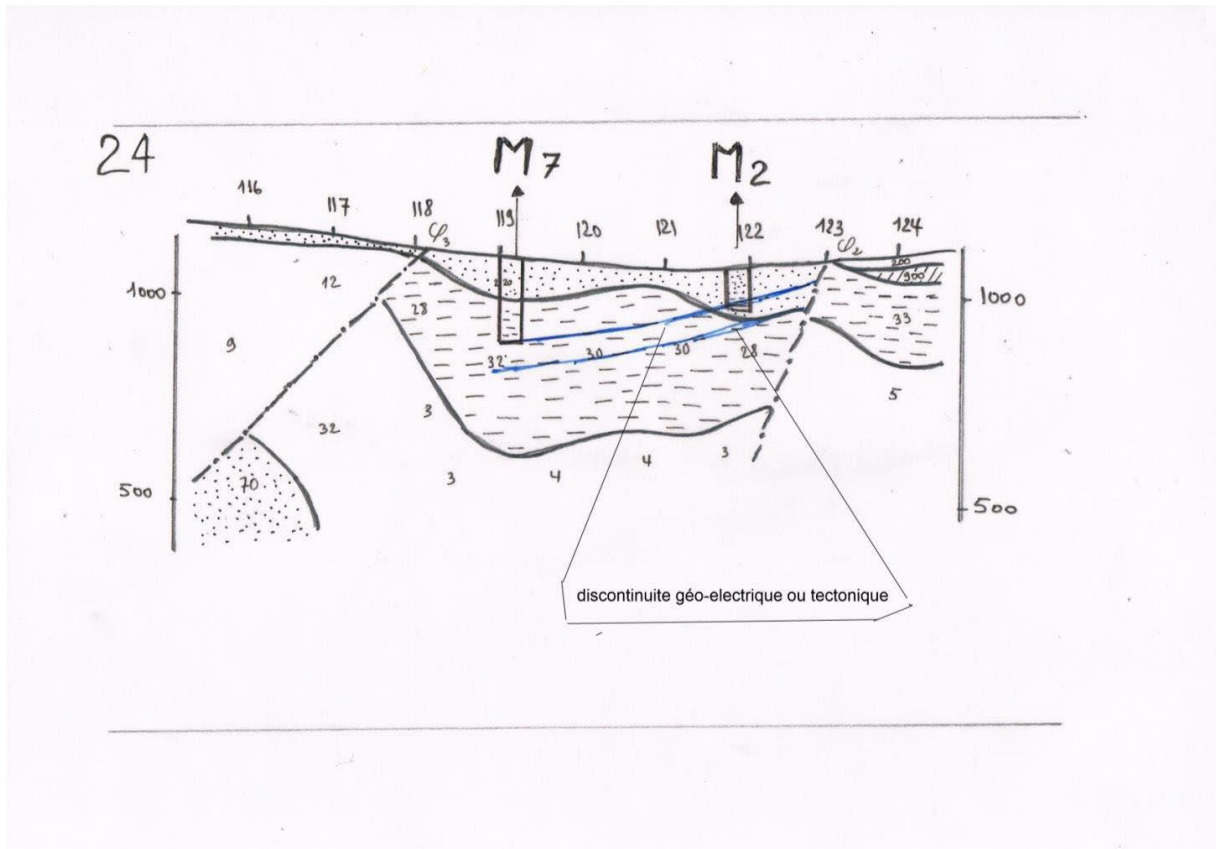


Fig. N° 33: B log de forage M1 Echelle :1/50.000 ,Carte :235.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

## 3.4. Corrélation entre: Forage :M2,M7 et Profile 24 SE 119 et 24 (SE 122)



**Fig. N° 34: A profil géo électrique transversale traverse le forage M2 et M7.**

En ce qui concerne le forage, selon les données géophysiques, la zone de résistivité moyenne de la formation est estimée à environ 120 mètres de profondeur.

Les problèmes rencontrés comprennent l'erreur d'implantation du forage à la profondeur de 124 mètres au lieu de 122 mètres, ainsi que des discontinuités dans les niveaux de résistivité et des anomalies tectoniques.

## Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

Nom de forage	Lithologie en m	Résistivités en $\Omega.m$	Profondeurs de forage	(géophysique)	(géologique)	observations
M0 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		
M0 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	
	passee argileux			résistivité	passee argileux	
	100-			100-212 :zone	100-	
	212 :sable	32		basse de	212 :sable	
Argile				résistivité	Argile	

**Tableau03: corrélation entre les Forages :M2,M7 et Profile 24 SE 119 et 24 (SE 122).**



# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

FORAGE M7 EL MA LABIOD	
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 sableuses
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	
212	Argile et sable fin.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

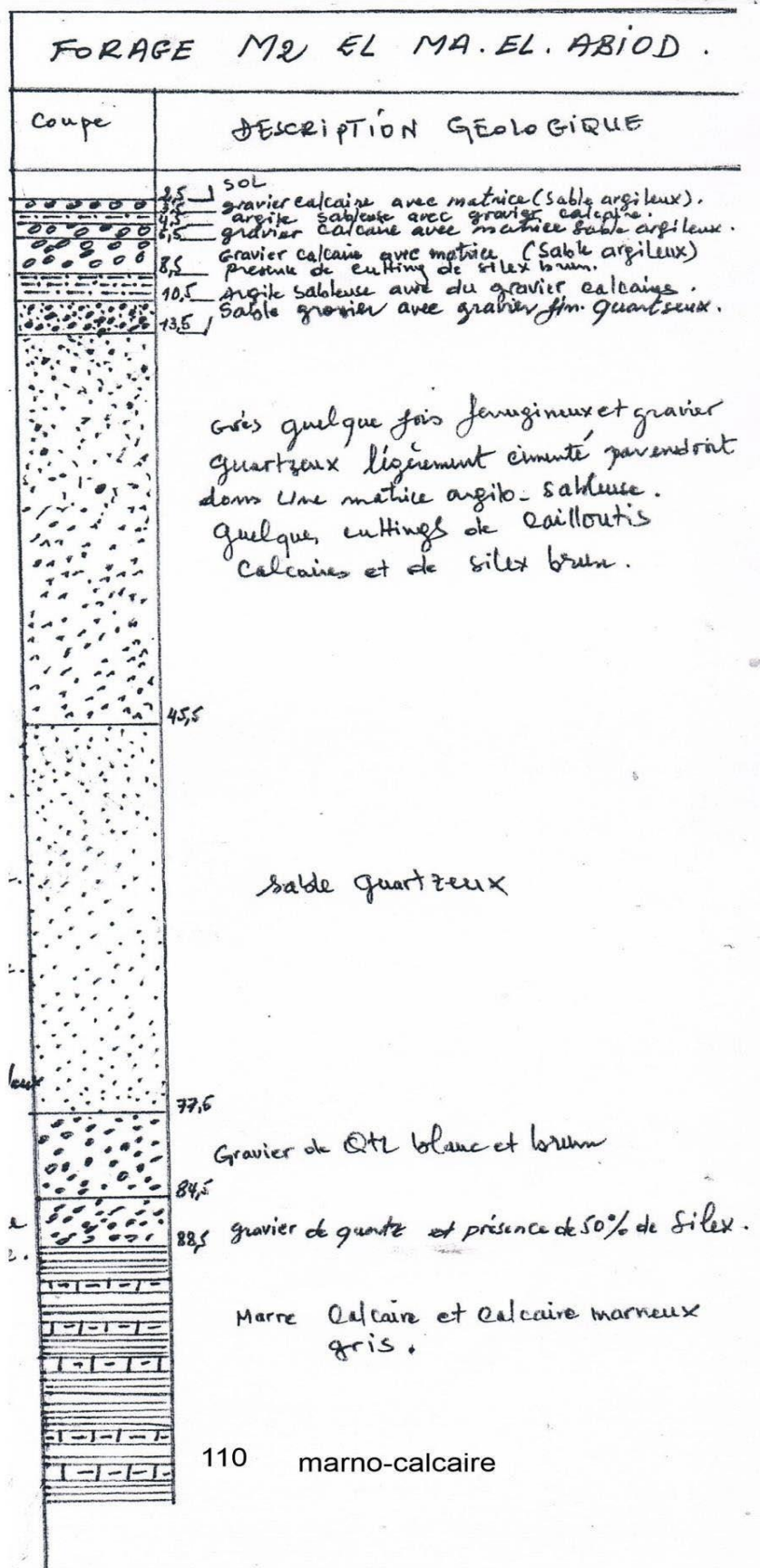
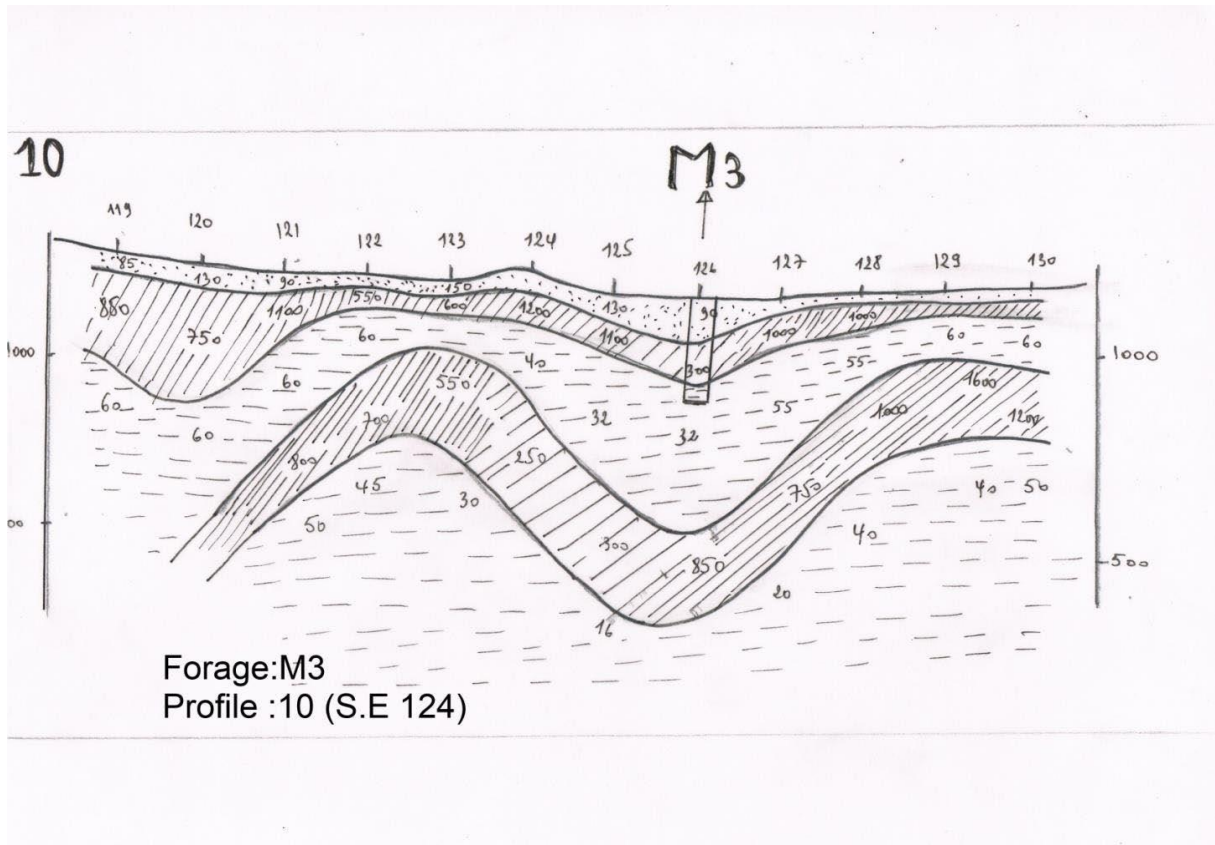


Fig. N° 37: B et 41C -corrélations entre le F2et F7 avec la coupe :24.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

## 3.5.Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124



## Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

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

**Tableau04: Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124.**

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

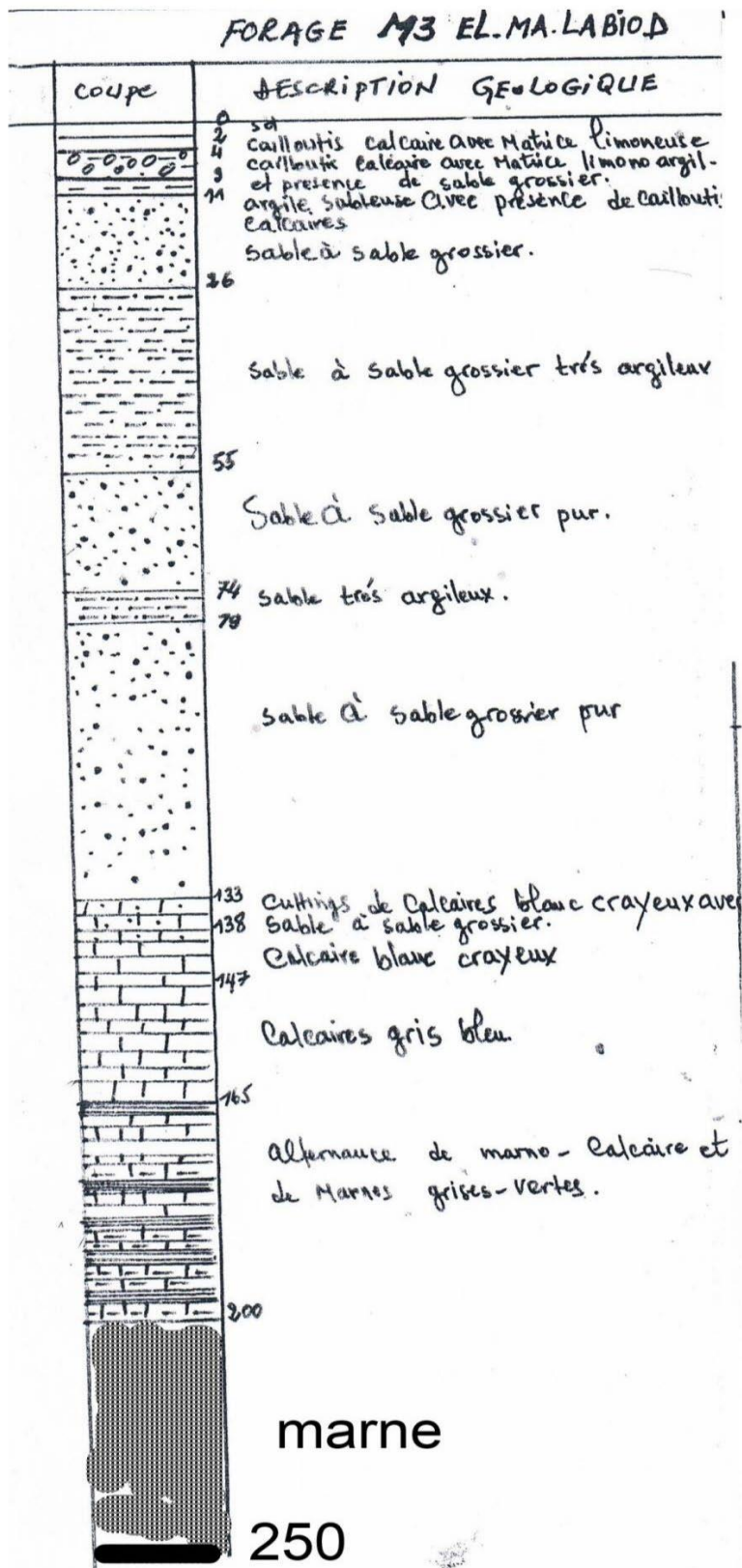


Fig. N° 38: A et 42-B Corrélation entre: Forage :M3 et Profile 10 SE 124.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

## 3.6. Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 21 SE 123

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

Tableau05: Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 10 SE 124.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

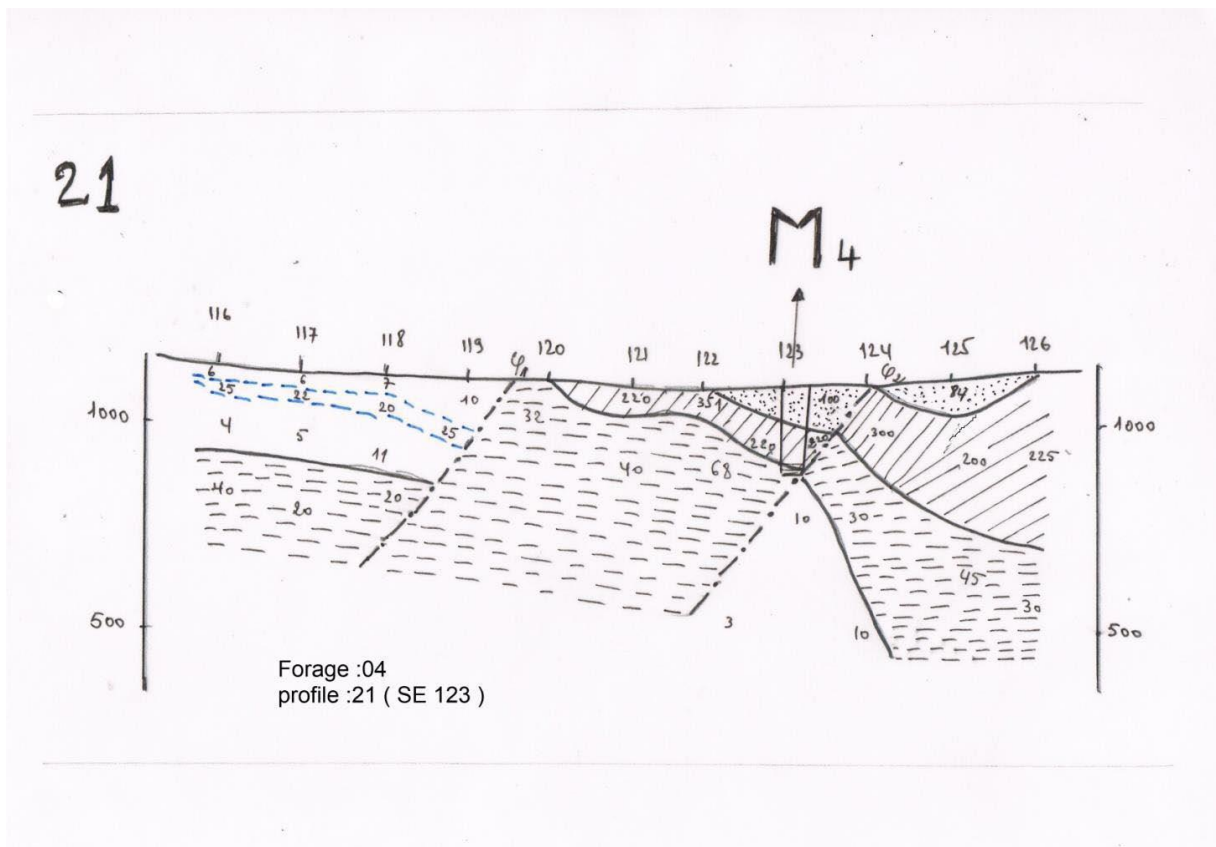
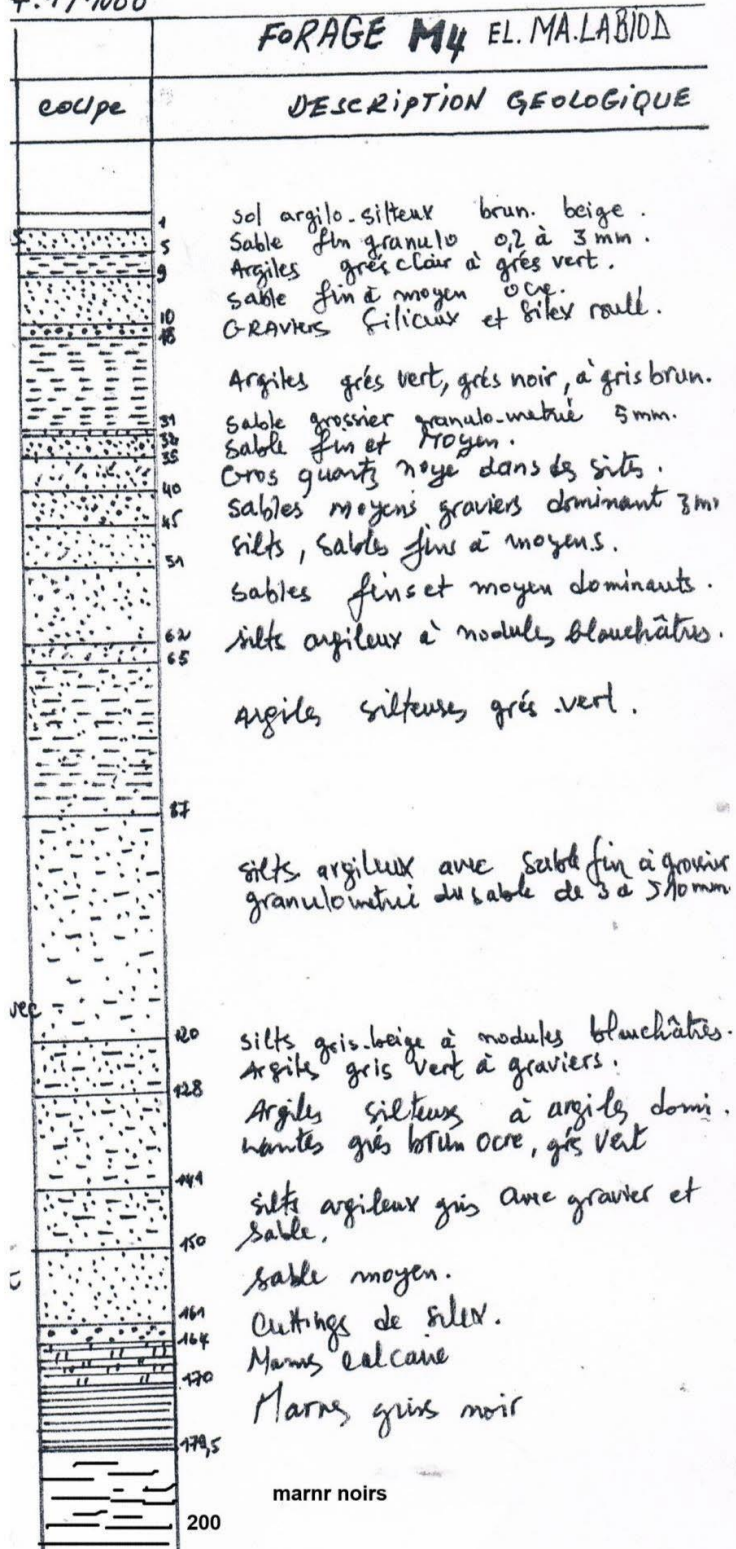


Fig. N° 39: A et 43-B Corrélation entre: Forage :M4 et Profile 21 SE 123.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

+1/1000





# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

## 3.7.Corrélation entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121 ( voir tableau )

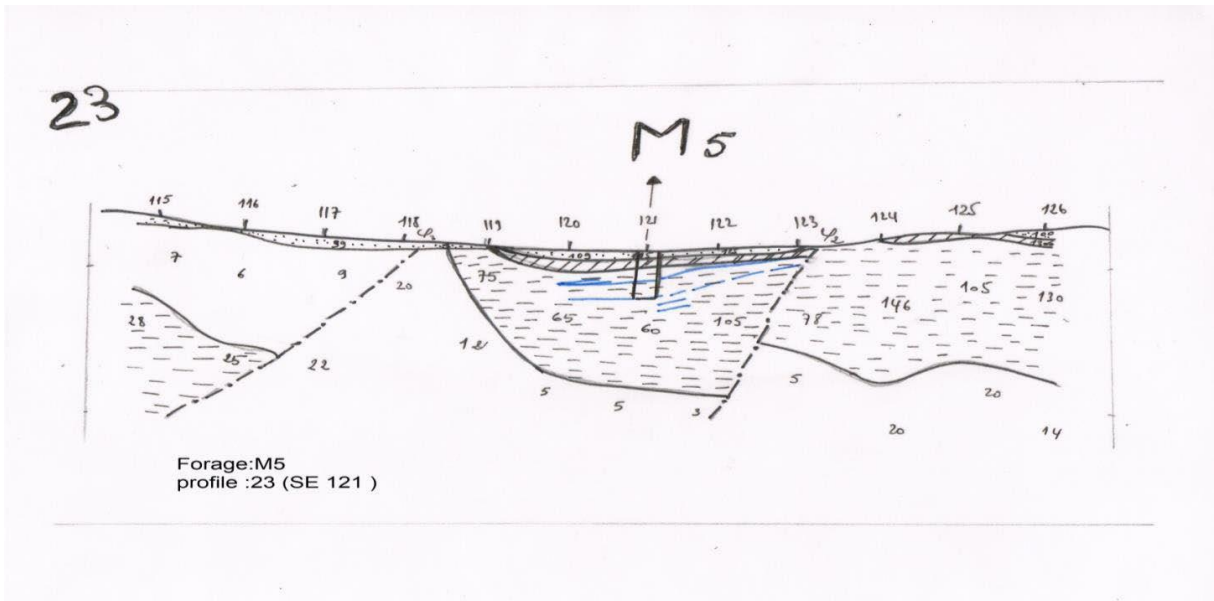
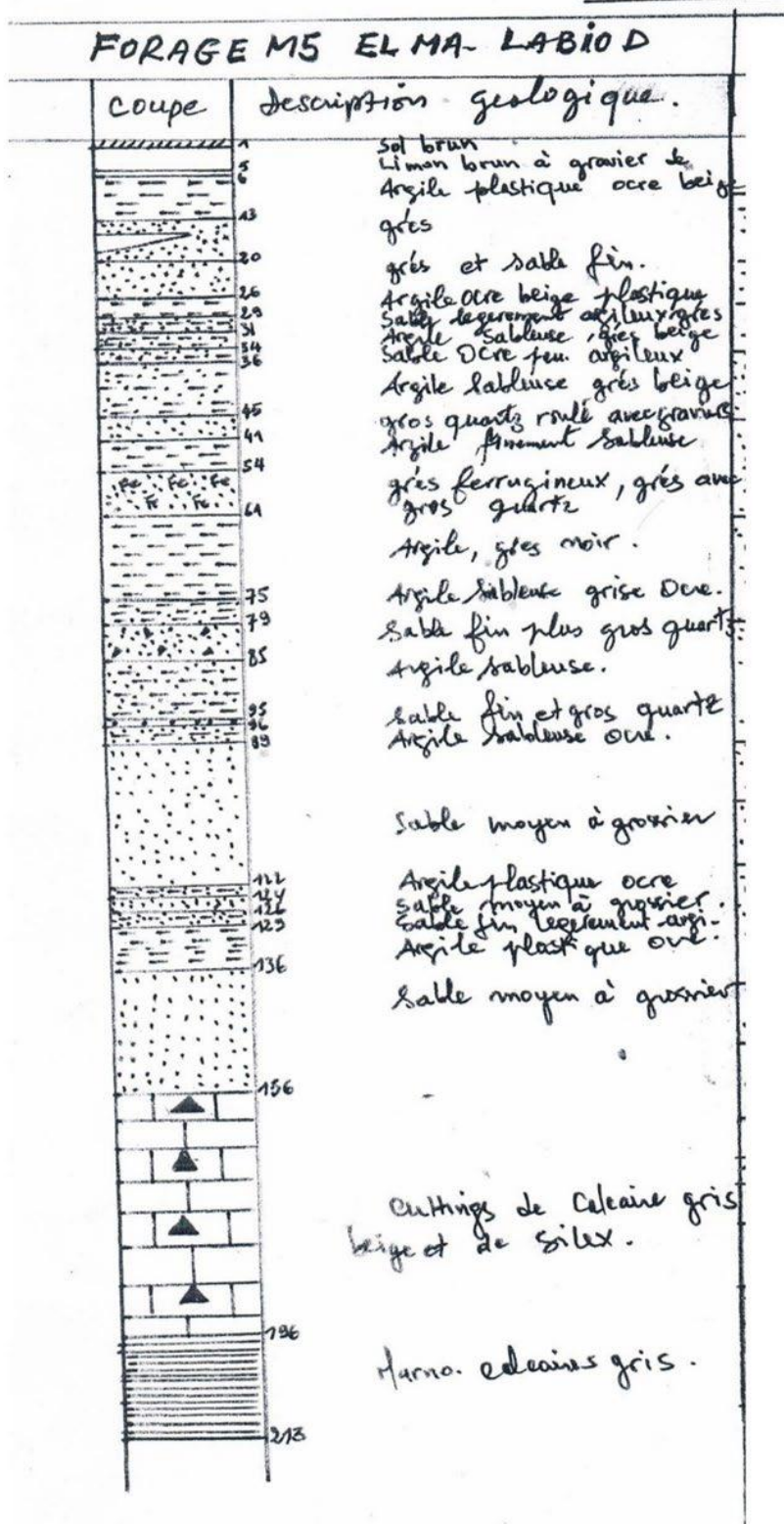


Fig. N° 40: Corrélacion entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121.

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

Tableau06: A et 44-B Corrélacion entre: Forage :M5 et Profile 23 SE 121.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée



# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

## 4. Structure géologique à partir de la géophysique :

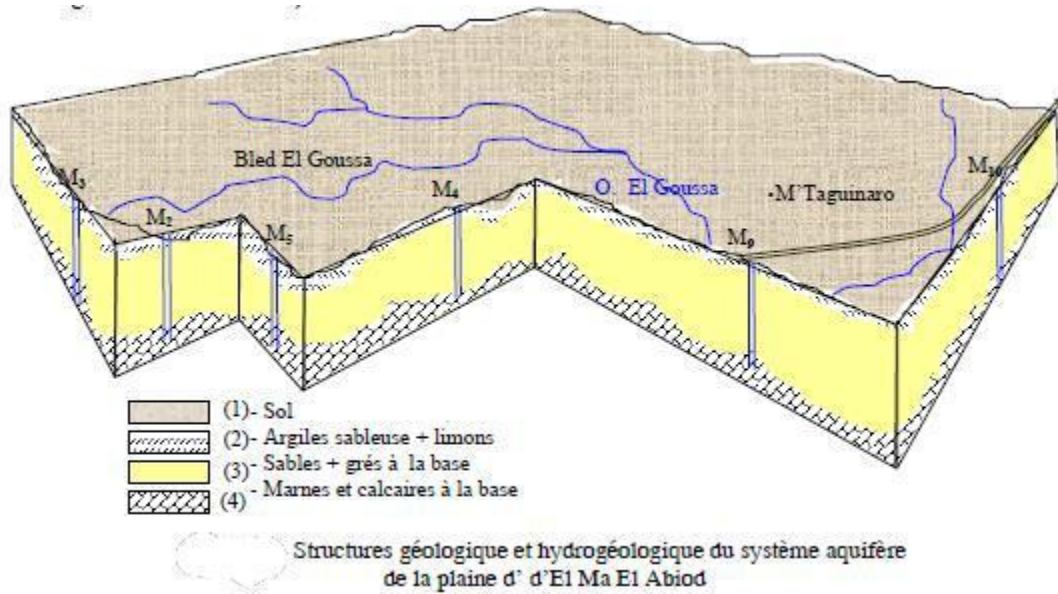


Fig. N° 43: : Structure géologique des aquifères.

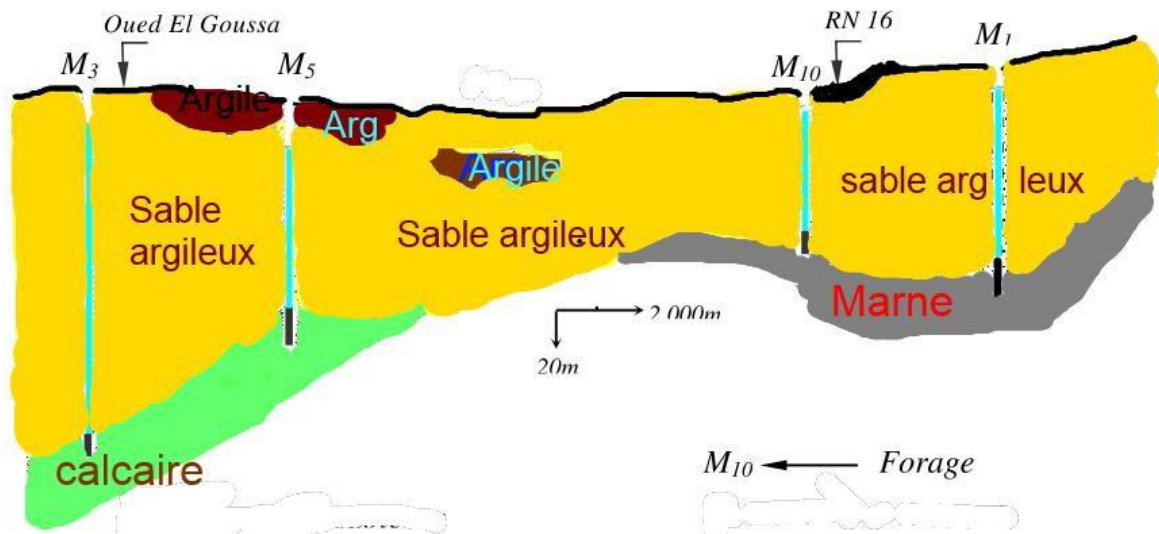


Fig. N° 47: différentes nappes de la région d'El Ma-Labioud.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

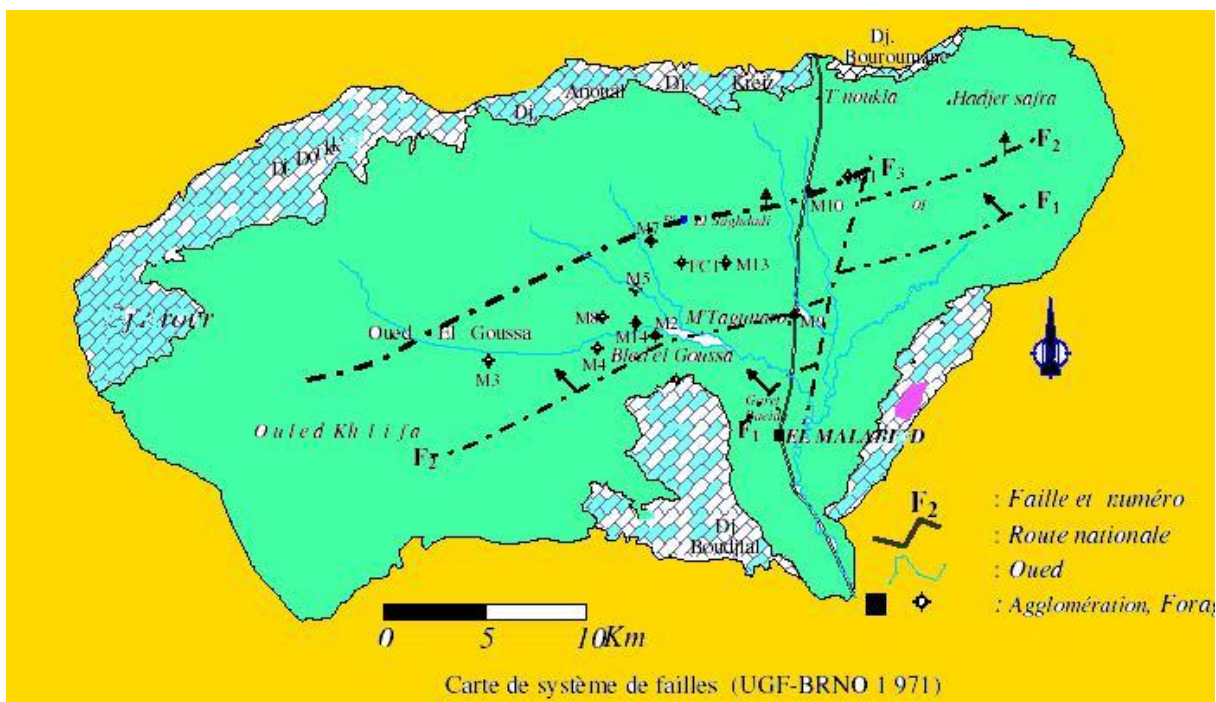


Fig. N° 48: zones des failles.

## 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 coeur 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.

# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

---

## III- La géophysique de Bir Al Ater :

### 1. INTRODUCTION :

- L'objectif de l'étude était d'identifier les régions potentiellement riches en ressources hydrogéologiques significatives. Cette démarche repose principalement sur l'analyse des données recueillies lors de la prospection géoélectrique ainsi que des informations obtenues à partir des forages mécaniques préalablement effectués.

-L'étude géophysique comprend des cartes d'équiesistivités apparentes en AB = 200m, AB = 400m, AB = 1000m, AB = 2000m.

-un jeu de profils géoélectrique de a à N « Résistivités réelles ».

### 2. INTERPRETATION DES RESULTATS GEOELECTRIQUES :

Un coup d'œil sur les cartes d'équiesistivités fait apparaitre un grand axe central très résistant longeant la région de l'extrémité ouest jusqu'aux frontières Algero-Tunisienne du côté est. (Voir Cartes n°5, 6, 7, 8, 9).

L'ordre de grandeur de résistivité de cet axe varie entre :

$80 \leq R. \text{ Apparente} \leq 400 \text{ ohms.m}$

Les profils géoélectrique montrent que les résistivités réelles de ce dernier oscillent entre :

100 et 1000 ohms.m.



# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

---

## 3. SONDAGES DE RECONNAISSANCES ET CONTRÔLE DES RESULTATS GEOELECTRIQUES :

Deux sondages de reconnaissances ont été exécutés par les équipes de service de l'hydraulique, recoupant cet axe résistant dans deux lieux ; les résultats sont les suivants :

- Un premier forage implanté à l'emplacement du sondage électrique S-N9 (Zone Ouest) sur une profondeur de 300m, traversant un complexe Mio-pontien formé par des grés et des sables argileux avec parfois des sables secs très fins. la résistivité réelle du terrain est supérieur à 80 ohms.m
- Un deuxième forage KM1 implanté à l'emplacement du sondage S-B11 (Zone Est) sur une profondeur de 150m, traversant le même complexe Mio-pontien. L'ordre de résistivité réelle est compris entre :

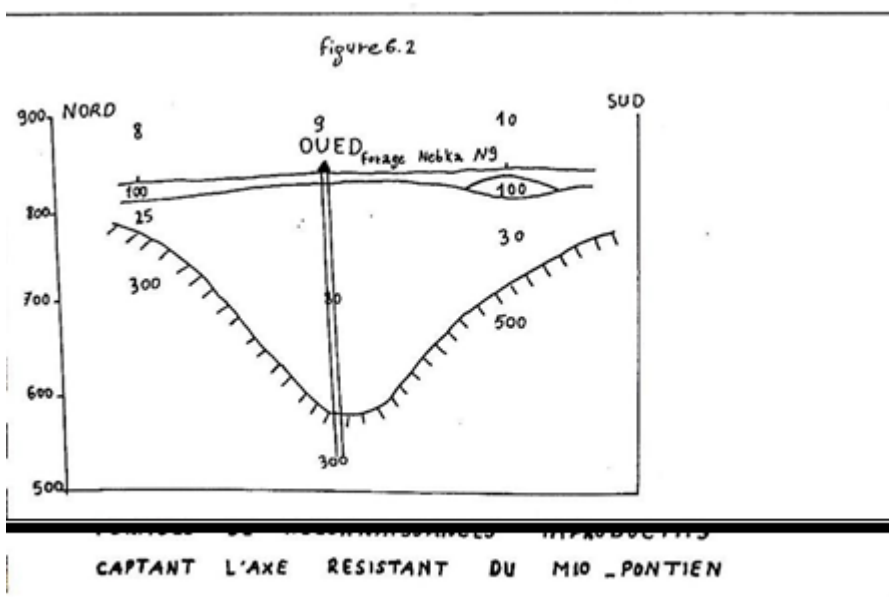
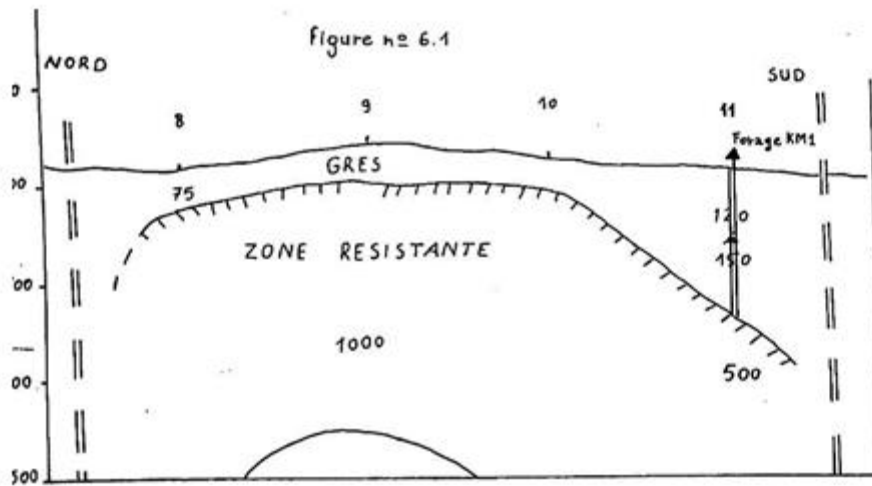
$$700 \text{ ohms.m} \leq RR \leq 1000 \text{ ohms.m.}$$

Les deux impacts étaient improductifs. (Voir profils-Figure n°6.1-6.2). Contrairement à ces derniers de nombreux forages avaient été tentés dans la région sud (région de Oglat-Ahmed) captant le remplissage Mio-pontien dont la résistivité réelle est comprise entre :

$$15 \text{ ohms.m} \leq RR \leq 50 \text{ ohms.m.}$$

Les résultats se sont révélés positifs indiquant des possibilités aquifères très importantes.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée



CAPTANT L'AXE RESISTANT DU MIO-PONTIEN



## Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

NOM DU FORAGE	FORAGE MÉCANIQUE	SONDAGE ÉLECTRIQUE	DEBYE L/s	NIVEAU STATIQUE (m)
HOA1	0-172m sable fin avec intercalation d'argile. 172-300 m argiles sableuses. 0-64m argile sableuse	70 <u>ohms.m</u>  15 à 30 <u>ohms.m</u>  30 à 40 <u>ohms.m</u>	3,5 à l'air lift	97,40
OEB1	64-145m sable fin 145-322m sable argileux	15 à 40 <u>ohms.m</u>  15 <u>ohms.m</u>	11 à l'air lift	32 ,30
E. 16 BIS	0-236m argile sableuse 236-300m Marne	40 <u>ohms.m</u>  15 <u>ohms.m</u>	14 à l'air lift	14,30
OA1	0-45m sable argileux 45-270m sables et argiles	20 <u>ohms.m</u>  15 <u>ohms.m</u>	18,5 à l'air lift	11,20
OA2	0-187m sable 187-284m argiles et quelques graviers au sommet	15 à 30 <u>ohms.m</u>	7,85 à l'air lift	30

**TABLEAU N°07 : COMPARAISON ENTRE RÉSULTATS DES FORAGES MÉCANIQUES ET SONDAGES ÉLECTRIQUES (RÉGION DE OGLAT-AHMED).**

#### V.4. PROPOSITION DE FOUAGE DE RECONNAISSANCES :

Nous contentons ici de relever les différents points susceptibles d'être exploités par forages mécaniques. La géophysique a permis de mettre en évidence les structures suivantes.

(Voir Profils – Figre n°7.1,7.2,7.3,7.4,7.5,7.6) (ou des forages peuvent – être tentés). Les sondages électriques proposés sont :

S-15 Prof C / S-16

Prof D / S-15 Prof

E. S-16 Prof F / S-15 Prof

H / S-20 Prof G

Les formations qui seront recoupées sont en général des argiles sableuses voire de sables argileux, avec intercalation de niveaux argileux de quelques mètres. Un autre forage de

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

reconnaissance est à proposer à côté du forage O.A.1, pour tester les possibilités aquifères des calcaires recoupés par ce dernier à la profondeur de 300m, ces calcaires sont d'âge éocène. Par ailleurs, les calcaires Maestrichtiens ne méritent pas d'être testé de manière intensive, car il est beaucoup plus profonds, sauf au Djebel Bottena et ne présente pas un intérêt pratique dans la mobilisation d'eau pour région de BIR EL ATER.

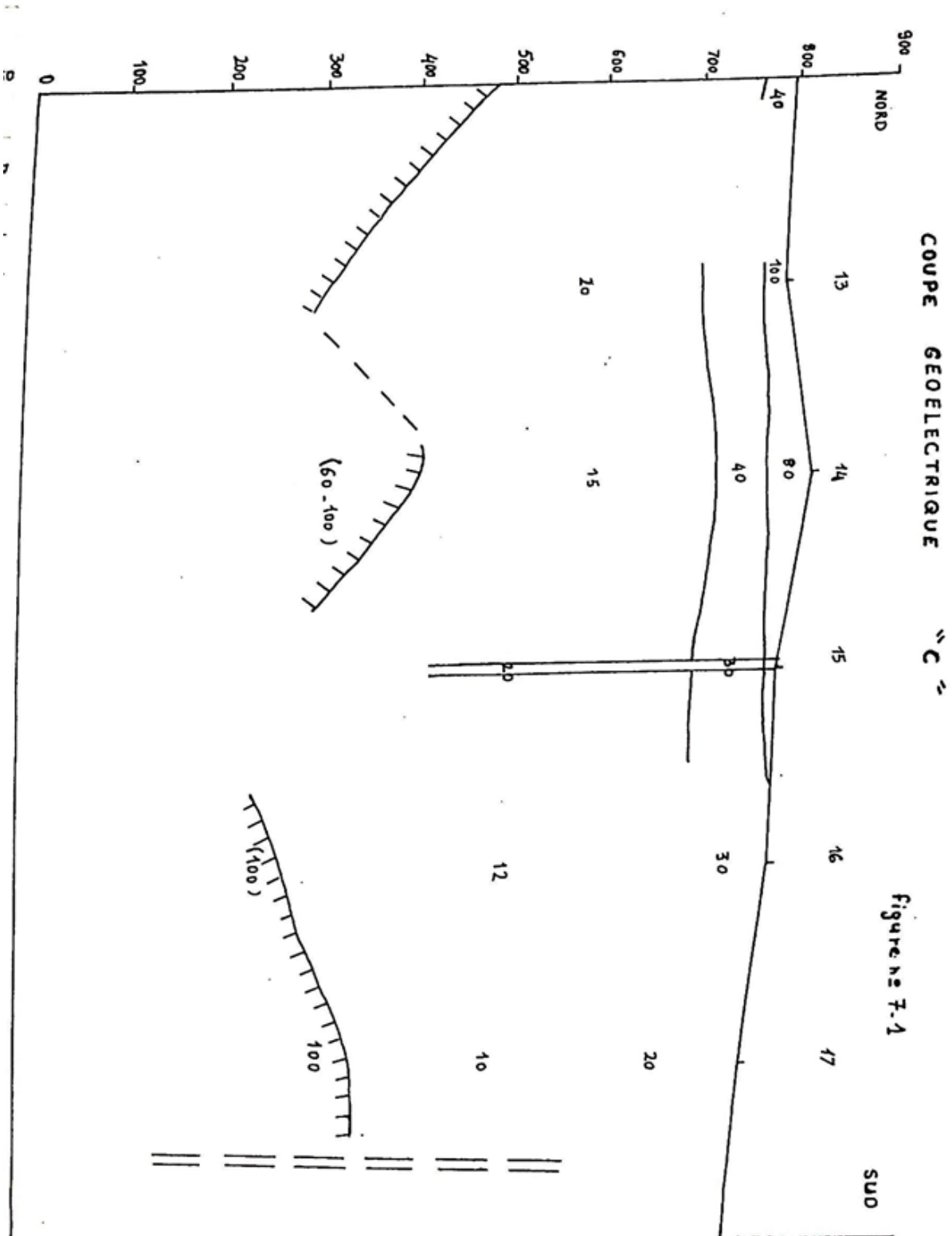
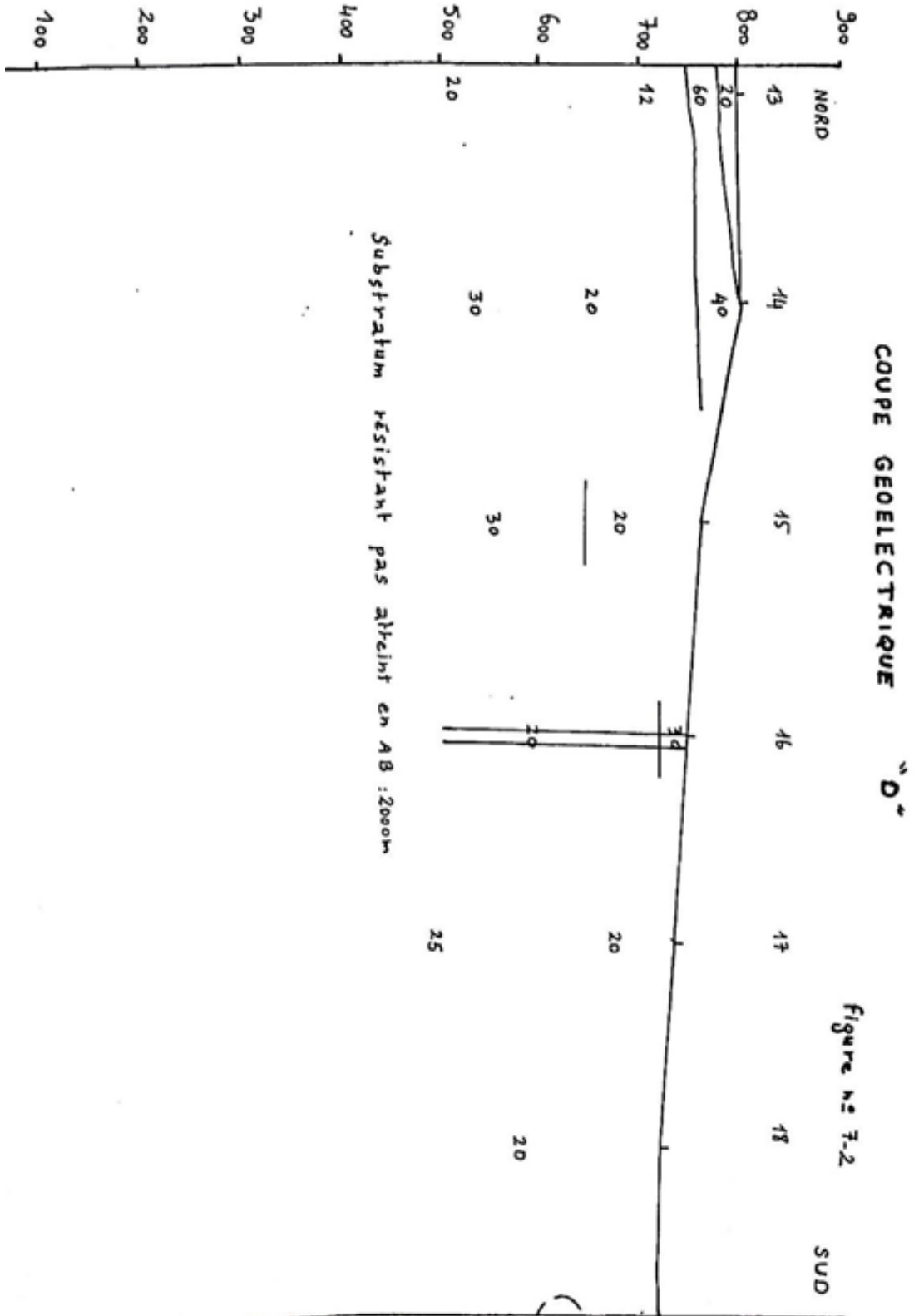
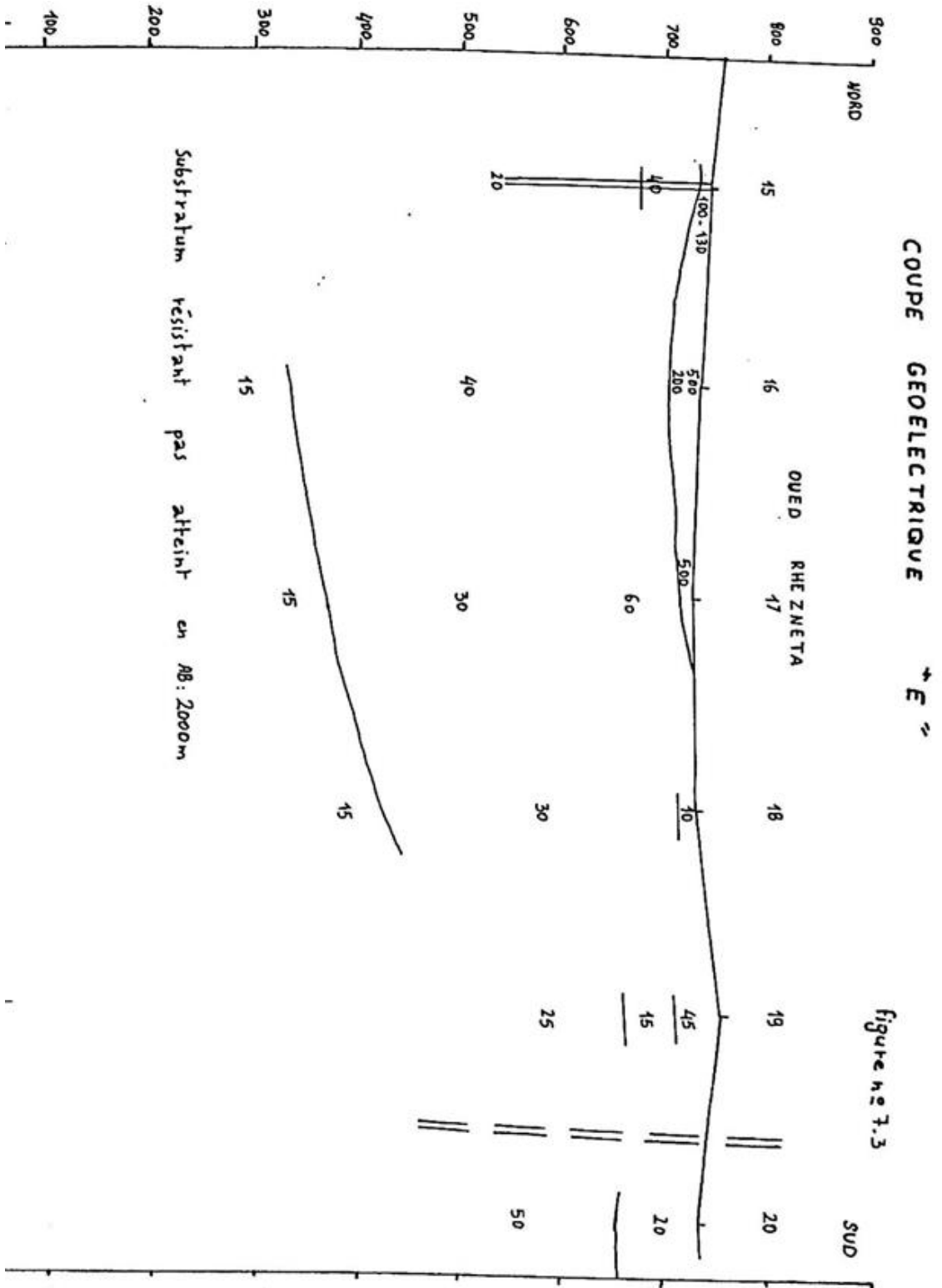


Figure n° 7-1

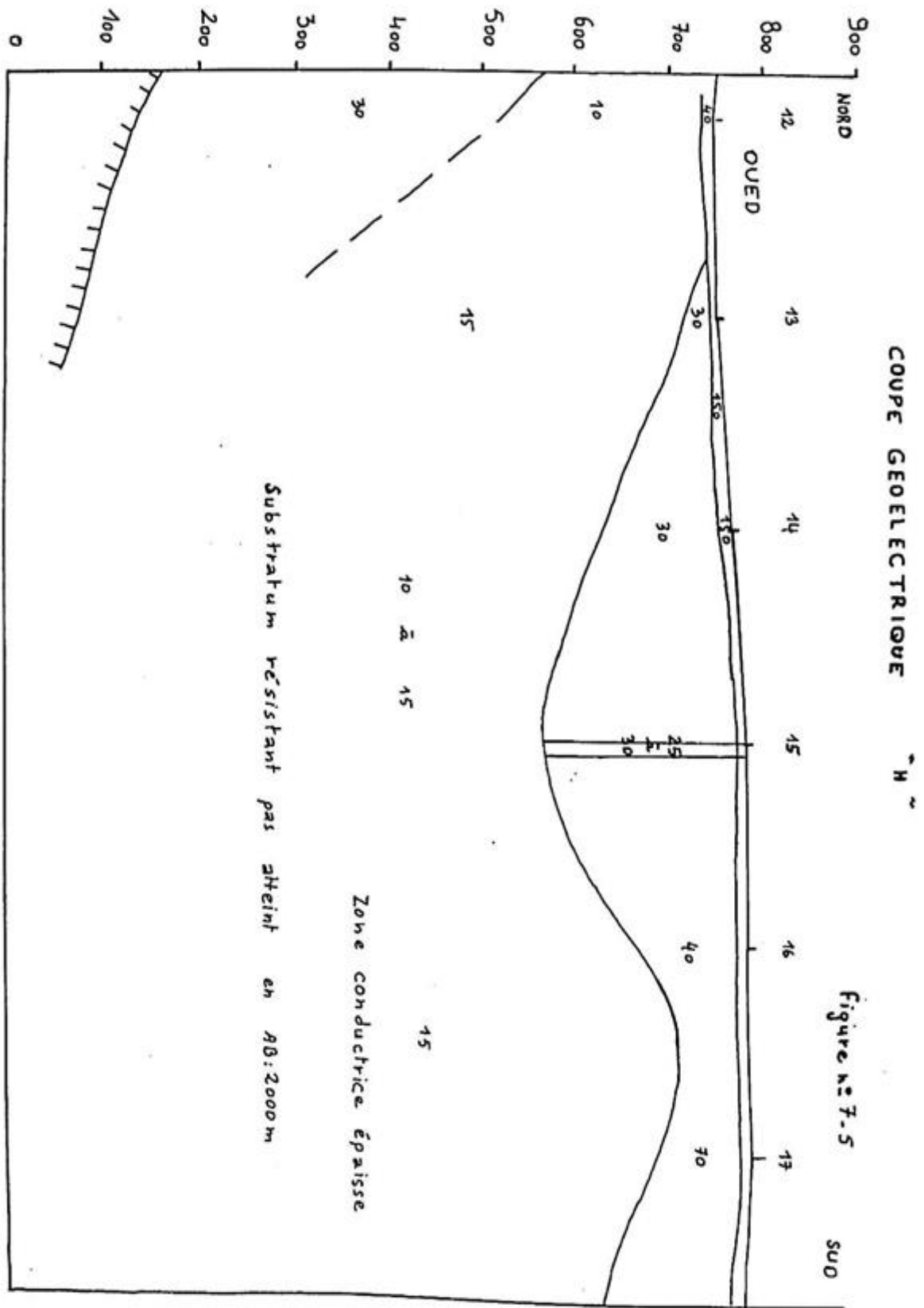
# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée



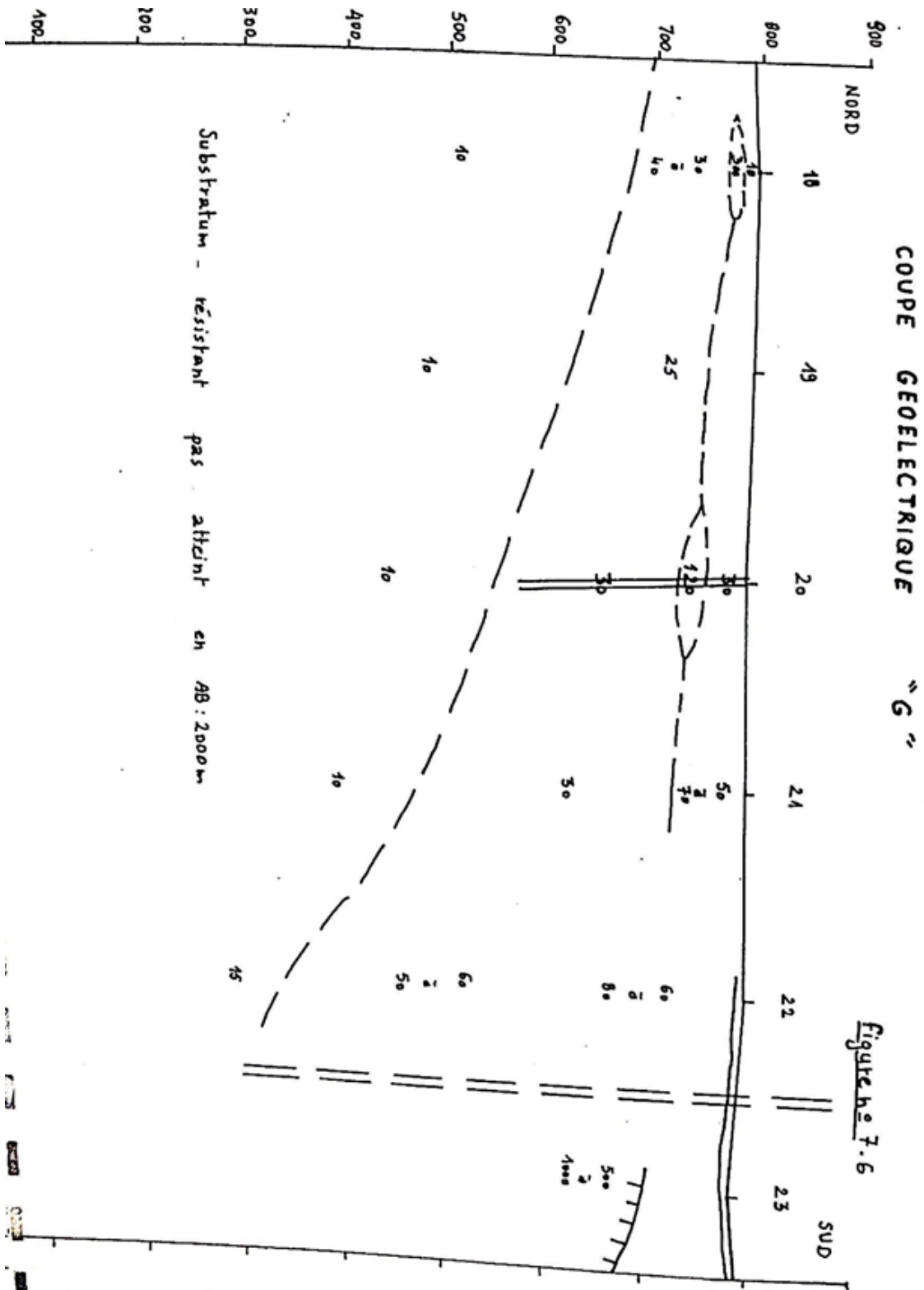
# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée



# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée



# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée



# Chapitre 3 :Géophysique des régions étudiée

---

## CONCLUSION

Cette étude permet de retenir 7 emplacements de sondages, ceci directement avec l'étude géophysique. En nous, permettons de mieux connaître la géologie de la région ainsi que son hydrogéologie, une telle campagne de forage aura l'intérêt de définir de nouvelles ressources dans un périmètre considérablement déficitaires pour l'instant.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

## IV- Géophysique d'Ain Zerga

Parmi les terrains géologiques, ce sont les suivants qui se présentent comme des aquifères (en ordre de l'importance) :

### 1. TRAVAUX EFFECTUES

Comme nous l'avons déjà mentionné, le programme de la prospection a été, au cours des travaux, modifié et élargi. La comparaison suivante établit le rapport entre le projet et la réalité :

S.E. d'après sa longueur (m) (1)	Nombre des S.E. / En projet (2)	En réalité (3)	Déférence entre (2) et (3) (4)
AB 6000	25	—	-25
AB 4000	—	5	+5
AB 2000	50	93	+43
AB 1500	—	47	+47
AB 1000	—	39	+39
AB 300	—	5	+5

Globalement, la différence représente l'équivalent de 63 S.E. de AB=2000m.

L'implantation des S.E. et des profils est présentée sur la Planche N°1.

Les profils sont orientés transversalement par rapport au Synclinal du Djebel Dyr,

c. à d. du Nord-Ouest au Sud-Est. Leur numérotage est en fonction de leur distance : la différence de 1 représente 1 km; la même de 0,5 ; 500 m etc...

La distance entre les profils varie de 250 m à proximité de la source et de la Chebka de BerketFrass jusqu'à 2 km. La plus fréquente est de 500 m à 1 km à cause du pendage variant de 10 à 25 degrés ainsi que du réseau très serré des failles. Il nous a fallu resserrer aussi le réseau des mailles. C'est pourquoi le pas des S.E. sur le profil est presque constant et représente 500 m. Le périmètre correspondant de la fermeture du Synclinal est donc mesuré en quadrillage régulier de 500 x 500 m.

Tous les profils ont été tracés au théodolite. Les mailles ont été marquées sur le terrain par des bornes en pierre, numérotées et blanchies.

On a appliqué le dispositif symétrique de Schlumberger en utilisant l'appareillage GESKA de production tchécoslovaque.



# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

Les courbes mesurées ont été interprétées premièrement sur la base de la comparaison avec les courbes théoriques de Pylaev et de l'Association des Géophysiciens Européens (La Haye, 1972) et, deuxièmement, par la comparaison avec tous les S.E. voisins.

## 2. APERÇU DES STRUCTURES FAVORABLES

Pour le choix des zones favorables du point de vue hydrogéologique nous avons retenu les caractères géologiques suivants :

- a) l'étendue, l'épaisseur et la résistivité de l'aquifère en question;
- b) la résistivité du terrain imperméable du fond, du plafond ou du mur de cet aquifère.
- c) la profondeur de l'aquifère.

En ce qui concerne la résistivité, on considère comme les plus favorables les valeurs de 50 à 250 ohm.m. Par comparaison des coupes avec les gammes de résistivité relatives aux différents aquifères, on peut constater que le Maestrichtien inférieur paraît être favorable presque partout et le Ligérien dans la majorité des cas. C'est pourquoi le caractère déterminant dans le choix des zones recommandables pour la reconnaissance est la morphologie des structures submergées de ces deux aquifères. Dans le cas du Maestrichtien la structure de cuvette est, en général, favorablement disposée par la tectonique ainsi que par la stratification. Au contraire, les terrains du Ligérien disparaissent vite dans la profondeur ne formant que quelques cuvettes locales bien disposées par tectonique.

Les autres terrains aquifères (Substratum vraisemblablement Apto-vraconien, Campanien moyen, Quaternaire) jouent un rôle secondaire.

## 3. Structures du MAESTRICHTIEN inférieur

Nous considérons comme la structure la plus favorable la dépression locale dans les environs de Bir el Rherafria. Elle est limitée par deux

failles longitudinales et par une faille transversale qui représente un segment du décrochement de Ain Zerga. Cette structure est déterminée par les S.E. N° 23 et 24 des profils N° 7,5 à 6,5 et elle est suivie, derrière le décrochement, en descendant, jusqu' au S.E. N° 6/23. Les calcaires y sont marqués par la résistivité de 175 ohm.m au maximum. (La valeur "infinie" au S.E. No 6/23 doit se comprendre comme multipliée 40 fois par rapport au milieu sus-jacent, c'est à dire comme 160 ohm.m.)

Leur épaisseur de 100 à 150 m ainsi que leur étendue permettent une infiltration latérale ininterrompue malgré les failles nombreuses. Les terrains sous-jacents et sous-jacents semblent être les bons imperméables: les valeurs inférieures à 10 ohm.m prédominent.

La profondeur du toit oscille entre 100 et 150 m. Le périmètre défini par les S.E. N° 6,5/23 et 24, 7/24 et 7,5/23 et 24 semble être le meilleur pour en localiser un forage de reconnaissance.

Dans une des autres dépressions locales des qualités analogues sont observées sur la colline en face du HenchirAbbès, sur le S.E. N° 6/27.

# Chapitre 3 : Géophysique des régions étudiée

---

Deux autres structures favorables ressemblantes, disposées par tectonique, sont déterminées par les S.E. N° 5/28 - 5/27 et N° 5,5/25. Leurs bons paramètres sont incontestables, sauf la profondeur du toit qui est plus grande que pour les structures précédentes.

## 4. Structures du LIGERIEN

Tout d'abord, ce sont les environs proches, au Nord de la sebkha et de la source du BerkettFrass.

Un horst local allongé en direction des S.E. No 2/13 à 2,5/13 à 15,5 y forme, à son flanc Nord, une structure de " poche ". Les calcaires y présentent une forte épaisseur et une résistance favorable entre 150 et 230 ohm.m. La profondeur du toit varie entre 100 à 150 m. On suppose un débit optimal le long de la ligne S.E. 2/12, 2,25/12,5 et 2,5/12,5.

La source actuelle du BerketFrass (sur le S.E. N° 2,25/12-13), du débit de 6 à 7 l/ sec, est, sans doute, alimentée par la faille de direction Ouest-Est, qui amène une partie de l'eau provenant de ce réservoir naturel.

On suppose aussi de bonnes qualités hydrogéologiques sur la base de résistivités favorables en bordure de quelques blocs locaux (près de failles), notamment aux S.E. N° 1/13 à 14 et N° 4/12 à 5/12.

L'autre importante structure favorable se trouve à côté du HenchirTebeul, aux lieux des S.E. 8,5/14 et 9/12-13; Il s'agit d'une marche coincée où le pendage est légèrement bouleversé. Le toit du Ligérien y est à une profondeur de 200 à 300 m. La résistivité paraît favorable en variant de 35 à 190 ohm.m.

## 5. Structures favorables des autres formations géologiques

La barre calcaire du CAMPANIEN moyen, n'a pas été prospectée systématiquement, vu sa forte intermittence et la petite étendue des affleurements. Néanmoins, une structure relativement favorable dans le cadre de cette série est suivie le long de la faille traversant le flanc Nord du Koudiat el Ateg entre les S.E. N° 9/18 et 19. Les calcaires sont rencontrés à une profondeur de 200 à 150 m et ils sont caractérisés par une résistivité relativement faible de 24 à 85 ohm.m.

## 6. Le SUBSTRATUM résistant correspondant à L'APTO-VRACONIEN

Le Substratum forme une cuvette rompue à une profondeur de 400 à 500m dans le périmètre des BirsZlass et bouRedouanebouRedouane (S.E. N°11/10 à 12 resp. 13/10 à 11). Cette structure est handicapée d'un côté par sa profondeur considérable mais de l'autre, elle semble être la plus étendue de toutes.

L'épaisseur maximale du remplissage QUATERNAIRE ne dépasse pas 25m. Parfois cette épaisseur correspond à l'abondance des matériaux en gros grain sur de grandes superficies. C'est pourquoi il n'en est pas exclu une nappe locale directement près de la surface. C'est le cas de la partie centrale du détail du BerketFrass et du périmètre du HenchirTebeul (aux S.E. N° 9/12 et 13, en superposition avec la structure favorable du Ligérien, déjà citée).

*Chapitre 4 :*

*Résultat des mesures passives et  
actives*

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

## 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 (  $\Delta V$  ).

On peut démontrer que cette différence de potentiel ( $\Delta V$ ) peut être donnée par la formule suivante :

$$\Delta V = VM - VN = \rho \left( \frac{I}{2\pi} \right) \left[ \left( \frac{1}{AM} \right) - \left( \frac{1}{BM} \right) - \left( \frac{1}{AN} \right) + \left( \frac{1}{BN} \right) \right]$$

Où  $\rho$  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  $\rho$  calculée à partir de I et  $\Delta V$  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 :

$$\rho_a = \rho_1 \int_0^\infty \left[ 1 + r^2 f^2(\lambda) \right] \Pi(\lambda r) \lambda d\lambda$$

Avec :

$\lambda$  : paramètre d'intégration

$J_1(\lambda, r)$  : est la fonction de Bessel d'ordre 1.

$\rho_1$  : résistivité de 1<sup>er</sup> terrain

$\Pi(\lambda)$  : est la fonction de Kerneldépendant 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  $\rho_a$  est calculée pour chaque écartement des électrodes .

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

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  $\rho_a$  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 :

$$(\rho_a = K \Delta V/I) \quad K=\pi AM *AN/MN$$

### 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 :

$$V_M=I\rho_1 / 2\pi \cdot [1/r+2k \int_0^\infty [e^{-2\lambda l}/(1-kI-2\lambda i) x_j(\lambda, r) d\lambda]$$

$$\text{Avec : } kI = \rho_2 - \rho_1 / \rho_2 + \rho_1$$

#### -Terrain tricouche :

$$V_M=I\rho_1 / 2\pi \cdot [1/D + [k_1 e^{-2\lambda h_1} + k_2 e^{-2\lambda h_2}] (\lambda, r) d\lambda]$$

$$\text{Avec : } k_1 = \rho_2 - \rho_1 / \rho_2 + \rho_1$$

$$D=1 - k_1 e^{-2\lambda h_1} - k_2 e^{-2\lambda h_2} - k_1 k_2 e^{-2\lambda(h_2-h_1)}$$

### 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 MaLabioud( Feuille N° 235 – zone de Zeguieg) :On a pris deux SEV.

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

-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 un seule SEV. Le traitement de toutes les données relatives aux bassins cités ci-dessus ont donnés les résultats dressés dans les tableaux suivants :

Carte topographique : El MaLabiod      Feuille N°235 Coordonnées : X= 986,705    Y= 230,700  
Z=1121m

**Region N° 01 (Zeguigie)** : dans la région de zeguige il a été réalisé deux sondage électrique verticaux correspondant aux coordonnées ci- dessous .

Le traitement et l'analyse des coupes geoelectriques qui correspondent a la region etudies ont permis d'obtenir les valeurs des résistivités et des épaisseurs .

Les tableaux suivant récapitulent les données obtenues :

## **POINT N° 01 :**

Carte topographie d'El MaLabiod-Feuille N°235 – Echelle : 1/50000

Coordonnées Lambert :      X= 983,356 Y= 227,558 Z= 1137m

<b>Zone</b>	<b>Etat Passif</b>	<b>Etat actif</b>
<b>Zeguigie01</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 120m <math>\rho = 150 \text{ ohm.m}</math></li> <li>• 2eme niveau : épaisseur 200m <math>\rho = 580 \text{ ohm.m}</math></li> <li>• 3eme niveau : épaisseur 300m <math>\rho = 250 \text{ ohm}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ier niveau : épaisseur 130m <math>\rho = 538 \text{ ohm.m}</math> (sable sec)</li> <li>• 2éme niveau : épaisseur supérieur 250m <math>\rho = 250 \text{ ohm.m}</math> (grés fissurée).</li> </ul>

**Tableau 08: La comparaison de la resistivité (Passif et actf) de la region de Zeguieg 01.**

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

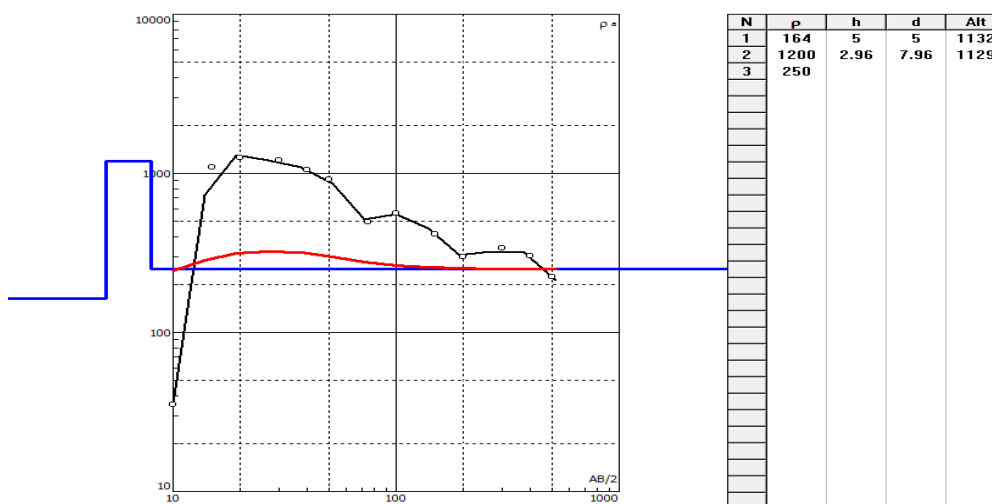


Fig. N°49: SEV réalisé sur la région de Zeguieg 01.

## Commentaire :

les valeurs obtenues par la prospection géophysique sont équivalentes à celles mesurées postérieurement ( SEV ) :

Le premier niveau et le deuxième (état passif) correspond au premier niveau (état actif)

Le troisième niveau (état passif) correspond au deuxième niveau (état actif)

## POINT N° 02 :

Carte topographie d'El MaLabiod- Feuille N°235 – Echelle : 1/50000

Coordonnées Lambert : X= 986,705 Y= 230,700 Z=1121m

Zone	Passif	actif
<b>ZEGUIGE 02</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 20m <math>\rho = 43 \text{ ohm.m}</math></li> <li>2eme niveau : épaisseur 150m <math>\rho = 11 \text{ ohm.m}</math></li> <li>3eme niveau : épaisseur 630m <math>\rho = 27 \text{ ohm.m}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1ier niveau : Epaisseur 34m <math>\rho = 18.9 \text{ ohm.m}</math></li> </ul> <p>(Aquifère sous saturée ; les niveaux d'eau en diminuer)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2éme niveau : épaisseur supérieur à 34m ; <math>\rho = 10 \text{ ohm.m}</math></li> </ul>

Tableau09 : La comparaison de la resistivité (Passif et actif) de la région de Zeguieg 02.

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

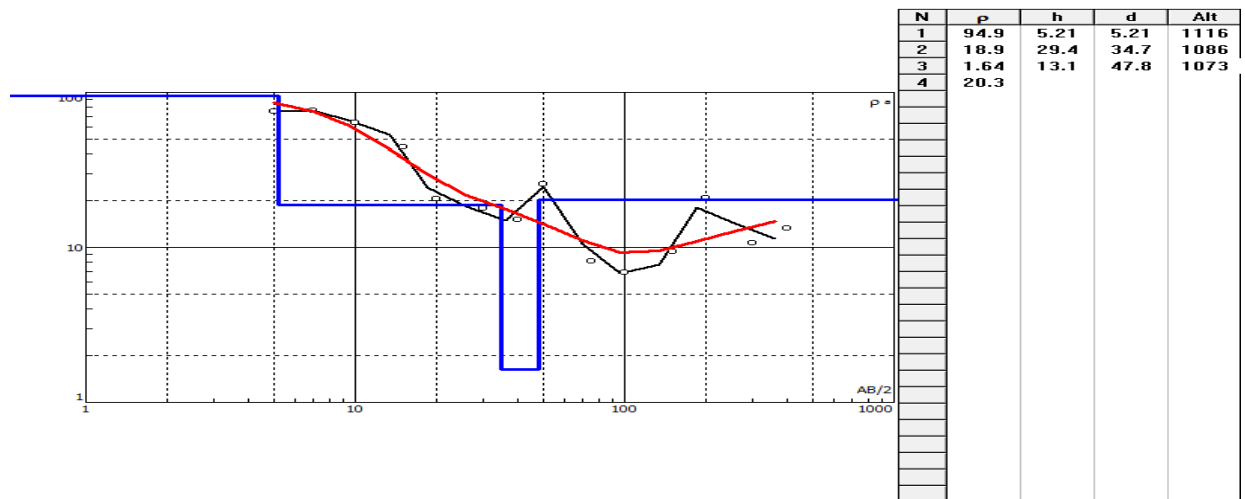


Fig. N°50: SEV réalisé sur la région de Zeguieg 02.

## Commentaire :

les valeurs obtenues par la prospection géophysique sont équivalentes à celles mesurées postérieurement ( SEV ) :

Le premier niveau ( état passif ) correspond au premier niveau ( état actif )

Le deuxième et le troisième niveau ( état passif ) correspond au deuxième niveau ( état actif )



# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

## Region N° 02 (Cheria) :

dans la région de Cheria il a été réalisé deux sondages électriques verticaux correspondant aux coordonnées ci- dessous .

Le traitement et l'analyse des coupes geoelectriques qui correspondent à la région étudié ont permis d'obtenir les valeurs des résistivités et des épaisseurs .

Les tableaux suivant récapitulent les données obtenues : **POINT N° 01 :**

**La carte topographie : Cheria - Feuille N°234**

**Coordonnées Lambert X= 960,085 Y=227,149 Z=1106m**

<b>Zone</b>	<b>Passif</b>	<b>Actif</b>
<b>CHERIA (ROUTE REDEMA)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1er niveau : épaisseur 20m <math>\rho = 40 \text{ ohm}</math></li><li>• 2eme niveau : épaisseur 75m <math>\rho = 70 \text{ m}</math></li><li>• 3eme niveau : épaisseur 155m <math>\rho = 15 \text{ ohm}</math></li><li>• 4eme niveau : épaisseur 405m <math>\rho = 300 \text{ m}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1er niveau : épaisseur 62 m <math>\rho = 73.7</math> (aquifère en croissance)</li><li>• 2ème niveau : épaisseur 51 m <math>\rho = 8.09 \text{ ohm.m}</math> (argiles)</li><li>• 3ème niveau : supérieur à 113 m <math>\rho = 700 \text{ ohm}</math> (calcaire dure)</li></ul>

**Tableau10: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Chéria (Route Redema).**

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

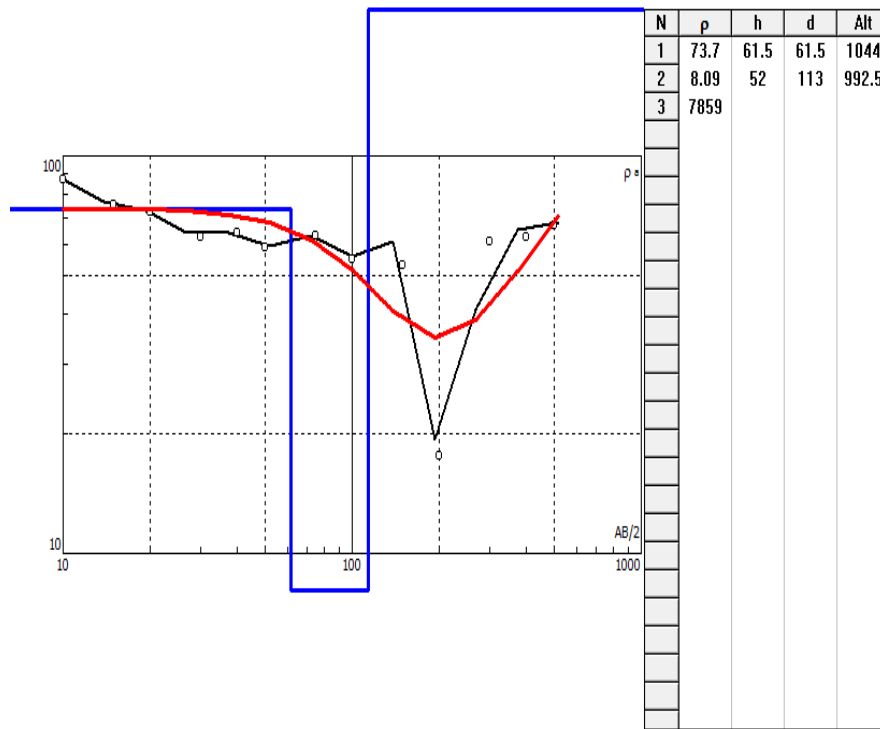


Fig. N°51: SEV réalisé sur la région de Chéria (Route Redema).

## Commentaire :

les valeurs obtenues par la prospection géophysique sont équivalentes à celles mesurées postérieurement ( SEV ) seul le premier niveau et le deuxième (état passif) qui correspond au premier niveau (état actif)

Quant aux autres niveaux on remarque qu'il y a une différence entre les valeurs des résistivités.

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

Point N° 2 : GARET MECHOUER

LA CARTE TOPOGRAPHIE : CHERIA- FEUILL N°234

COORDONNEES Lambert: X= 957,015

Y= 233,912 Z=1092M

Zone	Passif	actif
<b>CHERIA (GARET MECHOUER)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1er niveau : épaisseur 10m P = 25 ohm.m</li> <li>• 2ème niveau : épaisseur 85m P = 55 ohm.m</li> <li>• 3eme niveau : épaisseur 220 m P = 6 ohm.m</li> <li>• 4eme niveau : épaisseur 325 m P = 450 ohm.m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1er niveau : épaisseur 74m <math>\rho = 10.5</math> ohm.m (prédominance des argiles)</li> <li>• 2ème niveau : épaisseur supérieur 74 m <math>\rho = 400</math> ohm.m (calcaire fissuré et dure).</li> </ul>

**Tableau 11: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Chéria (GaretMechouer).**



# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

## Région N° 03 (AIN ZERGA) :

dans la région de Ain Zerga il a été réalisé une sondage électrique verticaux correspondant aux coordonnées ci- dessous .

Le traitement et l'analyse des coupes géoelectriques qui correspondent a la région étudiées ont permis d'obtenir les valeurs des résistivités et des épaisseurs .

Les tableaux suivant récapitulent les données obtenues :

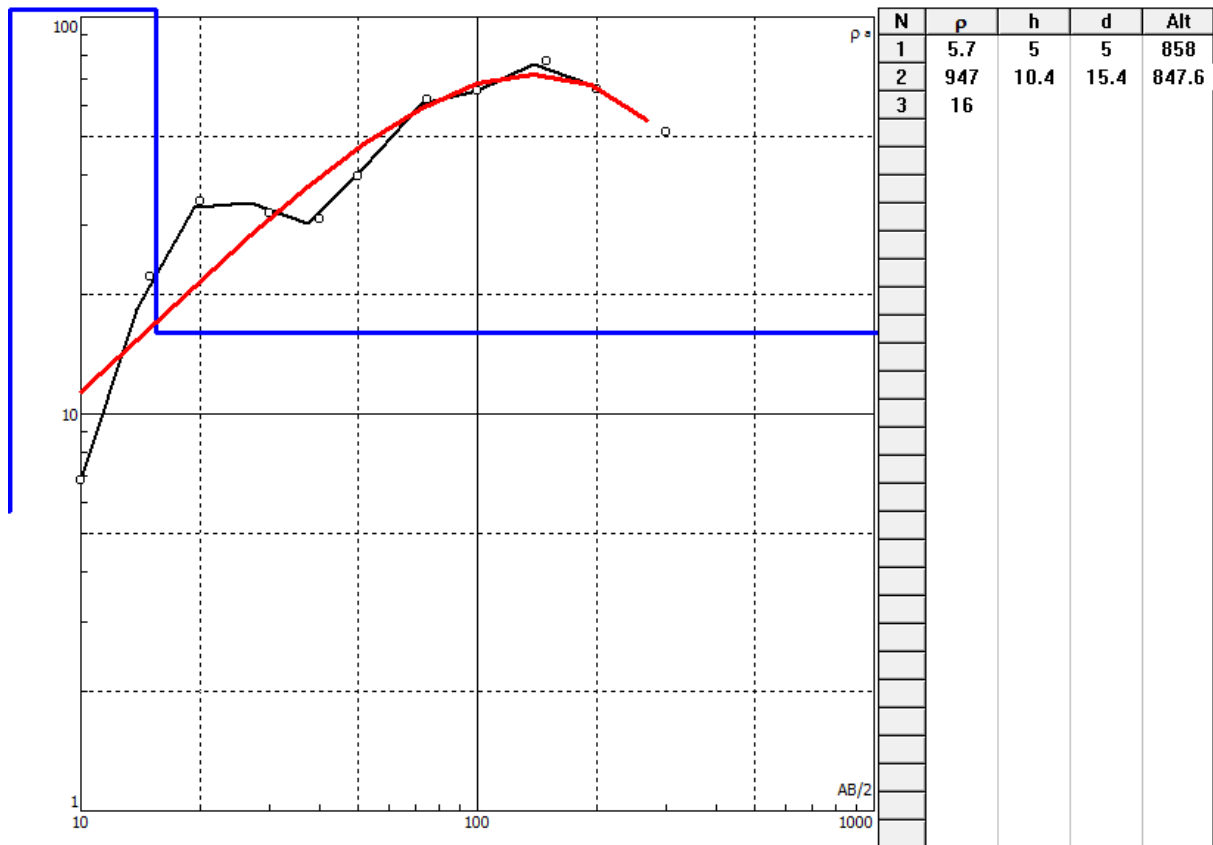
La carte topographie :Morssot - Feuille N°178

Coordonnées Lambert : X= 1004 Y=273,450Z=863m

Zone	Passif	actif
Ain Zerga	<ul style="list-style-type: none"><li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 15 m P = 62 ohm.m</li><li>2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 105 m P = 15 ohm.m</li><li>3<sup>er</sup> niveau : épaisseur 250 m P = 175 ohm.m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 150 m, <math>\rho = 80</math> ohm.m (calcaire fissuré, saturé d'eau)</li><li>2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur supérieur à 150 m <math>\rho = 13</math> ohm.m (Niveau marneux)</li></ul>

Tableau 12: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région d'Ain Zerga.

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives



**Fig. N°53: SEV réalisé sur la région d'Ain Zerga.**

**Commentaire :**

les valeurs obtenues par la prospection géophysique sont équivalentes à celles mesurées postérieurement ( SEV ) :

en remarque qu'il y a une légèredifférence des valeurs entre l'état passif et les valeurs de l'état actif .

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

## Region N° 04 : (Bir El Ater) :

dans la région de Bir El Ater il a été réalisé deux sondages électriques verticaux correspondant aux coordonnées ci-dessous .

Le traitement et l'analyse des coupes géoélectriques qui correspondent à la région étudiée ont permis d'obtenir les valeurs des résistivités et des épaisseurs .

Les tableaux suivants récapitulent les données obtenues :

### **POINT N° 01 : Nebka 01**

La carte topographique : Bir El Ater - Feuille N°327

Coordonnées Lambert : X= 995,690 Y=172,761 Z=826m

<b>Zone</b>	<b>Passif</b>	<b>actif</b>
<b>BIR EL ATER (NEBKA01)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 345m P = 13 ohm</li><li>• 2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 1000 m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1<sup>er</sup> niveau : épaisseur de 195m <math>\rho = 247</math> ohm (sable sec)</li></ul>

**Tableau 13: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Bir El Ater (Nebka 01).**

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

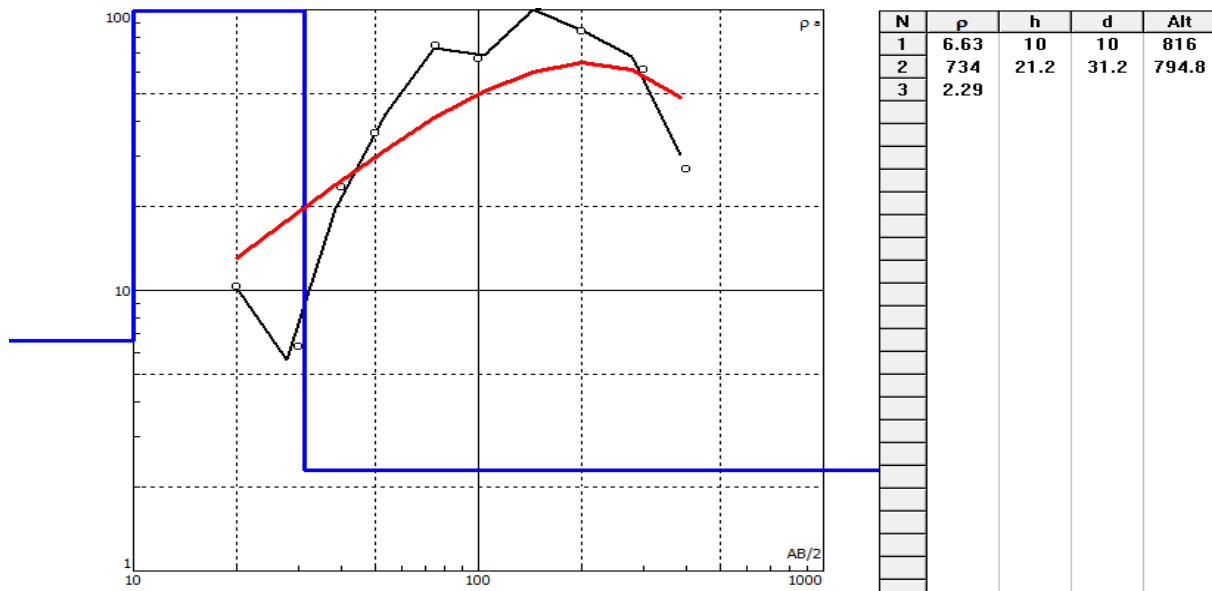


Fig. N°54: SEV réalisé sur la région de Bir El Ater( Nebka 01).

## Commentaire :

les valeurs obtenues par la prospection géophysique ne sont pas équivalentes à celles mesurées postérieurement ( SEV ) :

les valeurs du premier niveau (l'état passif) ne correspondent pas aux valeurs du premier niveau (l'état actif)



# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

Point N° : 02 ( Nebka 02 )

La carte topographie : Bir El Ater - Feuille N°297

Coordonné Lambert : X= 993,098      Y=180,465 Z=802m

Zone	Passif	actif
<b>Bir el Ater (Nebka02)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 15m P = 150 ohm</li> <li>2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 125 m P = 400 ohm</li> <li>3<sup>ér</sup> niveau : épaisseur 380m P = 250 ohm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 17 m <math>\rho = 768</math> ohm( sable sec).</li> <li>2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 91m <math>\rho = 1278</math> ohm (sable sec)</li> </ul>

Tableau 14: La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Bir El Ater (Nebka 02).

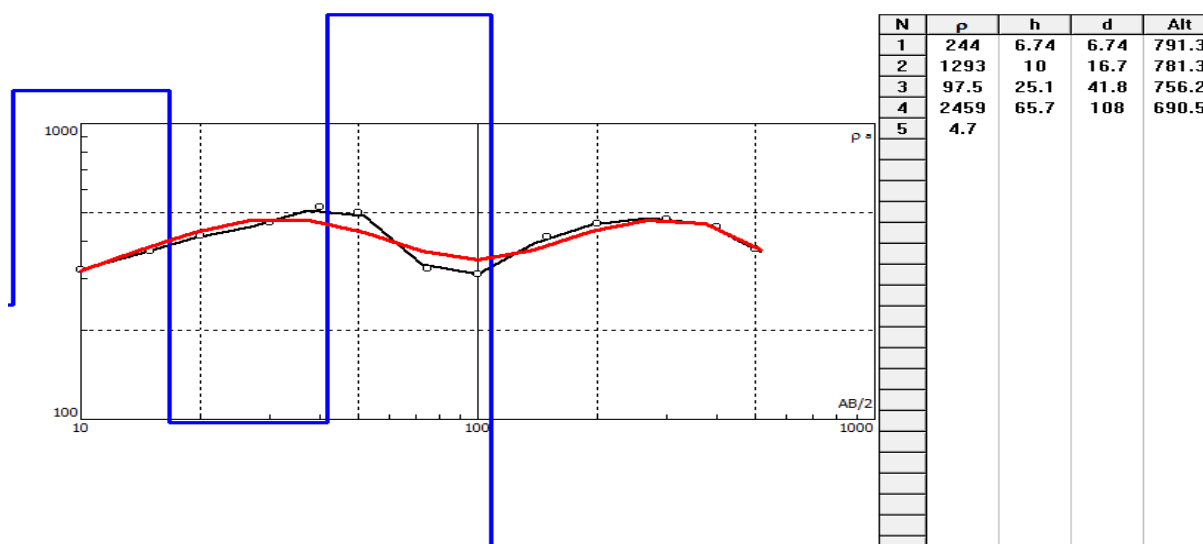


Fig. N° 55: SEV réalisé sur la région de Bir El Ater( Nebka 02).

## Commentaire :

les valeurs obtenues par la prospection géophysique ne sont pas équivalentes dans les niveaux supérieures .

par contre on note un rapprochement entre les valeurs mesurées antérieurement et celles mesurées postérieurement ( SEV )

# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

## Region N° 05 (Gasas ) :

dans la région de Gasses, il a été réalisé un sondage électrique vertical correspondant aux coordonnées ci- dessous .

Le traitement et l'analyse des coupes geoelectriques qui correspondent à la région étudiée ont permis d'obtenir les valeurs des résistivités et des épaisseurs .

Le tableau suivant récapitule les données obtenues :

### **POINT N° 01 : Gasas**

La carte topographie :Gassas - Feuille N°297

Cordonnes Lambert X= 934,937

Y=228,769

Z=863m

<b>Zone</b>	<b>Passif</b>	<b>actif</b>
<b>GASSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 3 m P = 30 ohm</li><li>• 2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 5 m P = 10 ohm</li><li>• 3<sup>ér</sup> niveau : épaisseur 11 m P = 30 ohm</li><li>• 4<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 21 m P = 10 ohm</li><li>• 5<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 38 m P = 50 ohm</li><li>• 6<sup>ér</sup> niveau : épaisseur 100m P = 06 ohm</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1<sup>ér</sup> niveau : épaisseur 40m <math>\rho = 20</math> ohm</li><li>• 2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur 20m <math>\rho = 12</math> ohm ( marnes)</li></ul>

**Tableau 15: La comparaison de la resistivité (Passif et actf) de la region de Gasses.**



# Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives

## Région N° 06 (Mezeraa) :

Dans la région de Mezeraa, il a été réalisé un sondage électrique vertical correspondant aux coordonnées ci-dessous.

Le traitement et l'analyse des coupes géoélectriques qui correspondent à la région étudiée ont permis d'obtenir les valeurs des résistivités et des épaisseurs.

Les tableaux suivants récapitulent les données obtenues :

### POINT N° 01 : Mezeraa

La carte topographique :

Feuille N°297

X= 993,098

Y=180,098

Z=802m

Zone	Passif	actif
<b>Mezeraa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 10 m</li> </ul> $\rho = 80 \text{ ohm.m}$ ; aquifère saturé d'eau ( graviers et argiles) <ul style="list-style-type: none"> <li>2<sup>ème</sup> niveau: épaisseur supérieur à 10 m ,</li> </ul> $P = \text{inférieur à } 10 \text{ ohm.m.}$ (argileux)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> niveau : épaisseur 11.4 m</li> </ul> $\rho = 13.8 \text{ ohm}$ ( aquifère sous saturé ; le niveau d'eau a diminué ) <ul style="list-style-type: none"> <li>2<sup>ème</sup> niveau : épaisseur sup 11.4m</li> </ul> $\rho = 4.06 \text{ ohm}$ ( marnes )

**Tableau16 : La comparaison de la résistivité (Passif et actif) de la région de Mezeraa.**



## **Chapitre 4 : Résultat des mesures passives et actives**

---

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 (renouveau annuelle) et atteinte des réserves permanentes dont le renouvellement est pluriannuelle.



***Conclusion générale***

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

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.

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.

Le bassin d'El Malabiod se caractérise par deux vastes zones distinctes : d'un côté, les formations crétacées affleurent le long des bordures, tandis que de l'autre, les dépôts du Miocène et du Quaternaire s'étendent sur presque toute la plaine.

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.

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.

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.

La géologie de la région de Bir El Ater se distiugne par une dominance des formations d'age mio-pontien. L'étude géophysique réalises comprend des cartes d'équiresistivités apparentes en  $AB = 200m$ ,  $AB = 400m$ ,  $AB = 1000m$ ,  $AB = 2000m$ . L'objectif de l'étude était d'identifier les régions potentiellement riches en ressources hydrogéologiques significatives. Cette démarche repose principalement sur l'analyse des données recueillies lors de la prospection géoélectrique ainsi que des informations obtenues à partir des forages mécaniques préalablement effectués.

La région de Ain Zarga se caractérise par des Structures favorables de quelques formations géologiques .La barre calcaire du campanien moyen, n'a pas été prospectée systématiquement, vu sa forte intermittence et la petite étendue des affleurements.. Les calcaires sont rencontrés à une profondeur de 200 à 150 m et ils sont caractérisés par une résistivité relativement faible de 24 à 85 ohm.m .



# Conclusion générale

---

Les régions de Gasses et Mezera appartiennent à une structure anticlinale érodée composée principalement d'un niveau supérieurement alluvionnaire peu épais qui surmonte un substratum marneux ou bien des marno-calcaires.

Les régions citées tels que El Ma Labiod, Cheria, Ain Zerga, Gasses, Mezera et Bir El Ater ont été couvertes par des études géophysiques durant les années en 1970 jusqu'à l'année en 1978. Il s'agit de coupes géoelectriques et de cartes d'iso-résistivité interprétatives sur lesquelles on s'est basé pour déterminer l'état passif (détermination des résistivités et des épaisseurs).

Dans les régions citées précédemment des mesures par sondage électrique verticaux ont été réalisées et ont permis d'obtenir des valeurs de résistivité et des épaisseurs : Il s'agit de l'état actif.

Les cas étudiés dans les régions citées, ont montré qu'on peut parler de différence entre l'état passif et l'état actif, par niveau et par région. Par contre dans d'autres régions, on note pas une équivalence significative entre l'état passif et l'état actif.

Ceci est marqué par des changements des valeurs des résistivités qui ont affecté les premiers niveaux par contre les niveaux inférieurs sont restés invariables.

On peut conclure que les causes qui sont à l'origine de ces changements et cette variabilité des paramètres de résistivité et d'épaisseurs dans l'espace temps peuvent être marqués par :

- Les changements climatiques (Décroissance des précipitations suite à la succession de périodes de sécheresse).
- La surexploitation des réserves régulatrices (renouvellement annuel) et atteinte des réserves permanentes dont le renouvellement est pluriannuel.



***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 al'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 sédiment logique et paléo environnementale des formations ses 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 inferieur présumable 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 intègre des eaux souterraines du bassin d'El Ma-Labiod Tébessa N-E Algérie

## BIBLIOGRAPHIE

---

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 intègre des eaux souterraines du bassin d'El Ma-Labioud 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 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

## BIBLIOGRAPHIE

---

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-Labiod 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