REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPUTAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE CHAHID CHEIKH LARBI TEBESSI - TEBESSA
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire de fin d'étude
Pour l'obtention du diplôme Master

Option : Hydrogéologie

Thème

IDENTIFICATION DE LA GEOMETRIE DE L'AQUIFERE DU REMPLISSAGE ALLUVIONNAIRE DANS LA ZONE DE BEKKARIA – TEBESSA (ALGERIE)

Présenté par :
GHAZALI Aya

Dirigé par :
Pr HEMILA Mohammed Laid

Devant le jury composé de :

- **Président :** Pr BOUBAYA Djamel,
- **Examinateur :** Dr GUEFFAIFIA Omar,
- **Encadreur :** Pr HEMILA Mohammed Laid.

Promotion : JUIN 2025

DEDICACES:

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous qui me sont chers :

À mes chers parents : Papa **AISSA** **et** Mama **HEDDA**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous aves consenti pour mon bien être.

Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innommables sacrifices. Puisse dieu, le très haut, vous accorde la santé, le bonheur et la longue vie.

À ma chère sœur **Ismahane**

Tu es le pilier qui ne cesse de me soutenir, tu as été et continues d'être la force qui m'élève dans les moments les plus difficiles, ce succès est le fruit de ton amour, de ton encouragement et de ta foi en moi.

Je t'offre toute ma gratitude et mon amour À merveilleux frères **: RHIDA et FOUAD**

À mes sœurs : **Imen et Afef)**

À mes petits anges

Ciline, Sidra, Abdelkader, Iline, Sirine, Bourhane et la petite princesse Intisar

À mes chers amis : **Manar, Dounia, Nihad, Takwa et Safa)**

Tu étais pour nous un frère avant d'être le mari de ma sœur et tu resteras à jamais dans nos cœurs que dieu te fasse miséricorde et t'accorde un place au paradis: **Frère HAMZA.**

GHAZALI AYA

REMERCIEMENTS

À l'achèvement de la préparation de mon mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en hydrogéologie, il m'est agréable de remercier tous ceux qui m'ont aidé à le réaliser.

Ma grande gratitude s'adresse à Mr. **Le Professeur Mohammed Laid HEMILA** pour son encadrement, son aide et ses conseils et sa disponibilité. Il m'a consacré une part importante de son temps pour mener à bien mon modeste travail qu'il a suivi avec détermination de bout en bout.

Mes très vifs remerciements s'adressent à l'ensemble des enseignants du département des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'Université de CHAHID CHEIKH LAARBI TEBESSI - Tébessa.

En particulier mes remerciements s'adressent à mes enseignants formateurs en hydrogéologie : **Mr Dr GUEFAIFIA Omar, Pr GOUAIDIA Layachi, Pr BAALI Fathi, Mr Pr BOUBAYA Djamel, Mr Dr BENHAMADI Houcine, Mme Dr SGHIR Karima, RAHAL Omar.**

Je tiens à remercier également tous les membres du comité de jury d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Il m'est également très agréable de remercier mes amis collègues.

TABLE DE MATIERES

Page

INTRODUCTION GENERALE

I. Buts et méthodologie d'étude :…….. 02

II. Situation géographique de la région d'étude: ……..…….. 03

CHAPITRE I :
APERCUS GENERAUX SUR LA REGION D'ETUDE

I. Aperçu géomorphologique : ……..……...07
II. Aperçu hydro-climatologique :.…..……..…....08
a) Régime pluviométrique : ……11
b) La variation thermique: …….. …11
c) Etablissement et interprétation du bilan hydrique par la méthode de Thorntwaite :...13
III. Aperçu hydrogéologique : ……14
V. Conclusion : ……16

CHAPITRE II :
PRESENTATION GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ETUDE

I. Description stratigraphique : ……...18
I.1 Alluvions actuelles (a^2) : ……..…18
I.2 Limons récents (q^2):……....18
I.3 Alluvions anciennes (a^1) : ……...….18
I.4 Croutes calcaires (q^c):……..18
I.5 Alluvions anciennes de piedmont (q_I): …….. ……19
I.6 Matériel d'épandage ancien en terrasse (q_{II}) : ……19
I.7 Matériel d'épandage ancien (q_{II}) : ……..19
I.8 Cailloutis anciens du Djebel Djebissa ($^{qc}{}_{II}$) : ……19
I.9 Plio-Quaternaire (Villafranchien) (q_{III}) : ……19
I.10 Pliocène (P): ……....20
I.11 Paléogène: ……20
I.11.1 : Eocène moyen et inferieur (Lutétien inferieur et Yprésien) ($e_{III,I}$) : …….....20
I.11.2 : Eocène inférieur (Thanétien) (e_{IV}) : ……20
I.11.3 : Eocène inferieur (Dano-Montien) et Maestrichtien supérieur (ec) : ….……20
I.12 Crétacé supérieur : ……20
I.12.1 Le Maestrichtien Moyen (C^{9b}): ……20
I.12.2 : Maestrichtien Inférieure (C^{9a}): …… ……..20

I.12.3 Campanien (C^8): …….. 20
I.12.4 Emschérien (Santonien - Coniacien) (C^7) : …….....21
I.12.5 Turonien supérieur (C^{6c}) : ……21
I.12.6 Turonien moyen (C^{6b}) : ……21
I.12.7 Turonien inférieur (C^{6a}) : ……21
I.12.8 Cénomanien supérieur (C^{5b}) : …….....21
I.12.9 Cénomanien moyen (C^{5a}) : …….....21
I.12.10 Cénomanien inférieur (C^4) : ……..21
I.13 Crétacé inférieur : ……22
I.13.1 Vraconien - Albien supérieur (C3) : ……22
I.13.2 Albien inférieur (C2) : …….....22
I.13.3 Zone de Clansayes (C1) : ……22
I.13.4 Aptien supérieur (C,) : ……22
I.13.5 Aptien moyen et inférieur (C,,) : …….....22
I.14 Trias : ……..23
II. Tectonique : …….....23
III. Conclusion : …….. ……..24

CHAPITRE III :
STRUCTURE ET GEOMETRIE DES AQUIFERES DU REMPLISSAGE ALLUVIONNAIRE

I. Introduction : …….....28
II. Réinterprétation des profils géoélectriques : ……...28
II .1 Le profil géoélectrique Q ……..30
II .2 Le profil géoélectrique R……...32
II.3 Le profil géoélectrique S……32
II. 4 Le profil géoélectrique T…….....35
II.5 Le profil géoélectrique U…….....35
II.6 Les profils géoélectriques V, W, X et YZ……...……..38
III. Géométrie des horizons aquifères du remplissage alluvionnaire : ……43
III.1 Géométrie du premier horizon aquifère du remplissage alluvionnaire : ……..44
a) Etablissement et interprétation de la carte des isopaques: ……44
b) Etablissement et interprétation de la carte des isobathes : ……46
III.2 Géométrie du deuxième horizon aquifère du remplissage alluvionnaire : ...……46
a) Etablissement et interprétation de la carte des isopaques : ……46
b) Etablissement et interprétation de la carte des isobathes : ……49
IV. Identification de la potentialité aquifère dans le remplissage alluvionnaire : ……49
a) Interprétation de la carte des iso valeurs de la résistance transversale du premier horizon aquifère :……...……51
b) Interprétation de la carte des iso valeurs de la résistance transversale du deuxième horizon aquifère : ……...…51
V- Conclusion : ……...54
CONCLUSION GENERALE……62
BIBLIOGRAPHIE……..66

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1 Situation géographique de la plaine Bekkaria-Tébessa par rapport au territoire Algérien**.**

Figure n° 2 Situation géographique de la plaine Bekkaria-Tébessa par rapport au grand bassin versant de Medjerda et du sous bassin de Mellègue (Carte établie par l'agence nationale des ressources hydriques (A.N.R.H.).

Figure n°3 Carte géomorphologique de la plaine Bekkaria-Tébessa dans le cadre du Bassin versant de Tébessa-Morsott.

Figure n° 4 Courbe de variabilité interannuelle des précipitations annuelles (1984/1985 - 2009/2010) - In DJELAB Mokdad.

Figure n°5 Distribution interannuelle des précipitations mensuelles de la station de Tébessa (1984/1985 - 2009/2010). - In DJELAB Mokdad.

Figure n°6 Courbe de distribution interannuelle des températures moyennes mensuelles (1984/1985 - 2009/2010). - In DJELAB Mokdad.

Figure n°7 Carte géologique de Tébessa (Feuille 206)

Figure n° 8 Log lithostratigraphique synthétique de la géologie de la plaine Bekkaria-Tébessa.

Figure n° 10 Carte de position des sondages électriques verticaux et des forages dans la plaine Bekkaria - Tébessa.

Figure n° 11 Profil géoélectrique Q

Figure n° 12 Profil géoélectrique R

Figure n° 13 Profil géoélectrique S

Figure n° 14 Profil géoélectrique T

Figure n° 15 Profil géoélectrique U

Figure n° 16 Profil géoélectrique V

Figure n° 17 Profil géoélectrique W

Figure n°18 Profil géoélectrique X

Figure n° 19 Profil géoélectriqueYZ

Figure n° 20 Carte des isopaques du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

Figure n° 21 Carte des isobathes du substratum du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria –Tébessa.

Figure n° 22 Carte des isopaques du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie)

Figure n° 23 Carte des isobathes du substratum du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria-Tébessa (Algérie).

Figure n° 24 Carte d'iso-résistance transversale, en 10^2 Ω m^2, du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria –Tébessa (Algérie).

Figure n° 25 Carte d'Iso-résistance transversale, en 10^2 Ω m^2, du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria-Tébessa (Algérie).

Figure n° 26 Carte d'iso-profondeur du toit du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

Figure n° 27 Carte d'iso-profondeur du substratum du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

Figure n° 28 Carte d'iso-profondeur du toit du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

Figure n° 29 Carte d'iso-profondeur du substratum du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 Données pluviométrique en mm enregistrées au niveau de la station météorologique de Tébessa sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 – 2009/2010).

Tableau n°2 Données de température en °C enregistrées au niveau de la station météorologique de Tébessa sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 – 2009/2010).

Tableau n°3 Bilan hydrique du bassin versant de Tébessa selon la méthode de G.W. THORNTWAITE sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 2009/2010).

Tableau n°4 Inventaire des forages implantés dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

RESUME

Le sujet d'étude réalisé est l'identification de la potentialité hydraulique souterraine dans la partie sud-est du bassin versant de Tébessa - Morsott. Notre tache principale est de définir la structure et la géométrie du système aquifère dans la plaine de Bekkaria – Tébessa afin de mieux cerner les meilleurs endroits ayant des potentialités aquifères plus favorables à des nouvelles implantations des points d'eau.

Comme résultats d'application d'une approche d'analyse et de traitement des anciennes données géophysiques, par étalonnage aux cuttings des forages et aux affleurements, le remplissage alluvionnaire se caractérise par la présence de deux horizons aquifères :

- Le premier est superficiel, discontinu et son épaisseur est généralement plus faible aux bordures et légèrement plus importante au centre de la plaine. Quatre endroits de plus hautes valeurs d'épaisseur ont pu être distingués et trois dépressions ont pu être individualisées,
- Le deuxième horizon est continu et plus épais avec la mise en place de trois grandes zones. Le fonçage de son substratum a donné une allure d'une large dépression.

Par analogie de la résistance transversale à la transmissivité et la résistivité électrique spécifique de la couche au coefficient de perméabilité, nous considérons deux endroits susceptibles de présenter des meilleurs potentiels hydrauliques :

- Le premier site se situe au sud-est, dénommé Henchir Ksar oued Djebissa, plus en aval de la ville de Bekkaria ;
- Le deuxième est l'espace ouest limitrophe de la ville de Tébessa.

Toutefois, en cas de l'exploitation seulement du premier horizon aquifère, on suggère d'additionner l'espace sud de Henchir el Kelba.

ملخص

إن موضوع الدراسة التي تم إنجازها هو تحديد الإمكانات المائية الجوفية في الجزء الجنوبي الشرقي من حوض تبسة - مرسط. حيث مهمتنا الرئيسية تتمثل في تحديد هيكل وهندسة المائدة الجوفية في سهل بكارية – تبسة من أجل تحديد أفضل المواقع التي يمكن تقديم قدرات مائية جوفية هامة وأكثر ملائمة لإنجاز مشاريع جديدة لحفر آبار مياه عميقة تسمح تغطية حاجيات سكان المنطقة من مياه صالحة للشرب.

كنتيجة لتطبيق مقاربة تقنية في تحليل ومعالجة البيانات الجيوفيزيائية القديمة، من خلال عملية المقارنة مع عينات التربة التي أخذت على مستوى الآبار ومع نوعية الصخور للطبقات الأرضية الظاهرة على السطح ، فأن الردم الرسوبي يتميز بوجود مائدتين للمياه الجوفية :

- المائدة الجوفية الأولي: فهي سطحية منقطعة وسمكها ضعيفا عند الحواف وأكبر قليلا في وسط السهل. في هذه المائدة تظهر أربعة أماكن مميزين بقيم شبه مرتفعة لسمكها، وفي شكلها الهندسي العام فأن هذه المائدة تمتد على شكل ثلاثة أحواض رئيسية،
- المائدة الجوفية الثانية: فهي أكبر سمكًا ومتواصلة وتتضمن ثلاثة مناطق كبيرة مميزة بارتفاع هام لقيم السمك. حيث بسبب غور الطبقة التحتية لها غير نفوذ ة يجعلها تظهر بمظهر حوض واسع عميق القاع .

وبمبدأ التشابه بين عنصري المقاومة العرضية (Résistance transversale) مع الطاقة المائية (Transmissivité) و المقاومة الكهربائية النوعية (Résistivité spécifique) مع معامل النفوذية (Coefficient de perméabilité)، يمكننا اعتبار مكانين هامين من المحتمل أن يقدما معا أفضل الإمكانات الهيدروليكية الجوفية وهما :

- المكان الأول يقع في الجنوب الشرقي ، ويسمى هنشير قصر وادي جبيسة المحاذي لمدينة بكارية؛
- المكان الثاني يتمثل في المنطقة المحيطة بمدينة تبسة من الجهة الغربية.

وفي حالة استغلال المائدة الجوفية الأولى فقط ، يقترح إضافة الفضاء الجنوبي لهنشير الكلبة.

ABSTRACT

The subject of the study carried out is the identification of underground hydraulic potential in the southeastern part of the Tebessa - Morsott watershed. Our main task is to define the structure and geometry of the aquifer system in the Bekkaria - Tebessa plain in order to clearly identify the best locations with more favorable aquifer potential for new water point installations.

As a result of applying an approach to the analysis and processing of old geophysical data, by calibration to drilling cuttings and outcrops, the alluvial filling is characterized by the presence of two aquifer horizons:

- The first is discontinuous and its thickness is generally less at the edges and greater in the center of the plain. Four locations with higher thickness values could be distinguished and three depressions could be identified.
- The second is thicker, with the formation of three large zones. The sinking of its bedrock gave it the appearance of a large depression.

By analogy of the transverse resistance to transmissivity and the specific electrical resistivity of the layer to the coefficient of permeability, we consider two places likely to present better hydraulic potentials:

- The first site is located to the south-east, called Henchir Ksar oued Djebissa, further downstream from the town of Bekkaria;
- The second is the western area bordering the city of Tebessa.

However, in case of exploitation only of the first aquifer horizon, it is suggested to add the southern area of Henchir el Kelba.

INTRODUCTION GENERALE

II. Buts et méthodologie d'étude :

Dans le cadre de la réalisation de mon mémoire de fin d'étude pour obtenir le diplôme de Master en hydrogéologie, il m'a été confié un sujet d'étude ayant un but principal d'identification de la possibilité aquifère dans le remplissage alluvionnaire dans la zone de Bekkaria – Tébessa. Ma tache principale est de définir la structure et la géométrie du système aquifère afin de bien cerner les meilleurs endroits ayant des potentialités aquifères plus favorables à des nouvelles implantations des points d'eau (Puits et forage).

Par manque des moyens matériels et financiers, nous étions dans l'obligation de choisir une approche d'analyse et de traitement des anciennes données en cherchant selon un raisonnement logique une certaine fiabilité des résultats de calculs.

Comme méthodologie d'étude, nous avons exploité les données d'une campagne de prospection géophysique qui a été réalisée, en 1970 par la compagnie générale de la géophysique (C.G.G), sur l'étendue de la plaine Morsott – Tebessa – Bekkaria. A la limite de la zone d'étude de Bekkaria – Tébessa nous avons utilisé soixante huit (68) sondages électriques verticaux, répartis sur dix (10) profils géoélectriques allant du profil « Q » jusqu'au profil « Z ».

Pour cela et comme procédé, nous avons tenté de réinterpréter ces dix (10) profils géoélectriques par étalonnage des logs géologiques de dix sept (17) forages implantés en cet espace et par la reconnaissance de la nature lithologique des affleurements de bordures et leurs structures.

Le rapport final de cette étude peut être présenté en trois chapitres, à savoir :

- Dans le premier chapitre, nous présentons dans un contexte général la zone d'étude de points de vue géomorphologique, hydro climatologique et hydrogéologique,
- Dans le deuxième chapitre, nous évoquons la géologie de la zone d'étude où nous décrivons la série lithostratigraphique des terrains constituant cette zone et nous présentons le cadre tectonique et structural qu'a connu cette zone frontalière.
- Dans le troisième et dernier chapitre, nous exposerons les résultats de traitement et de réinterprétation des données disponibles afin de dévoiler la géométrie de l'aquifère en question : son extension horizontale et verticale, ainsi que la variabilité spatiale de la nature lithologique de son matériau,

A la fin de cet essai d'étude, nous donnerons dans la conclusion générale les synthèses découvertes et nous suggérons dans le cas d'une éventuelle perspective de recherche et d'étude plus exhaustive, un programme complémentaire d'acquisition des nouvelles données

qui permettra de bien identifier, à la limite de la zone d'étude, le potentiel hydraulique souterrain à travers une situation actuelle d'écoulement et du stock de la nappe.

II. Situation géographique de la région d'étude:

La plaine Bekkaria - Tébessa couvre une superficie qui ne dépasse pas 120 km^2, elle forme la partie sud est du bassin versant de Tébessa- Morsott qui se trouve à l'extrémité nord est du territoire algérien, à quelques kilomètres de la frontière Algéro-Tunisienne. Elle fait partie du sous bassin versant de Méllègue et du grand bassin versant de Medjerda (Figure n° 01 et 2). Selon la carte topographique de Tébessa, feuille 206 à échelle 1/50 000, Cette plaine est délimitée :

- Au nord, par les versants, les crêtes et les collines de Dyr - Gouraye,
- Au sud, par la ligne de reliefs formée par les Djebels Djoua, Ozmor, Bou Roumane ;
- A l'est, par Djebel Djebissa et Djebel Ghrab;
- A l'ouest par le tracé arbitraire qui raccorde Koudiat Soltane (partie sud ouest de la ville de Tébessa) et Hanchir El Kelba, Mzaret Boun Grine.

De point de vue administratif, cette zone d'étude appartient à deux communes : la commune de Bekkaria et la commune de Tébessa.

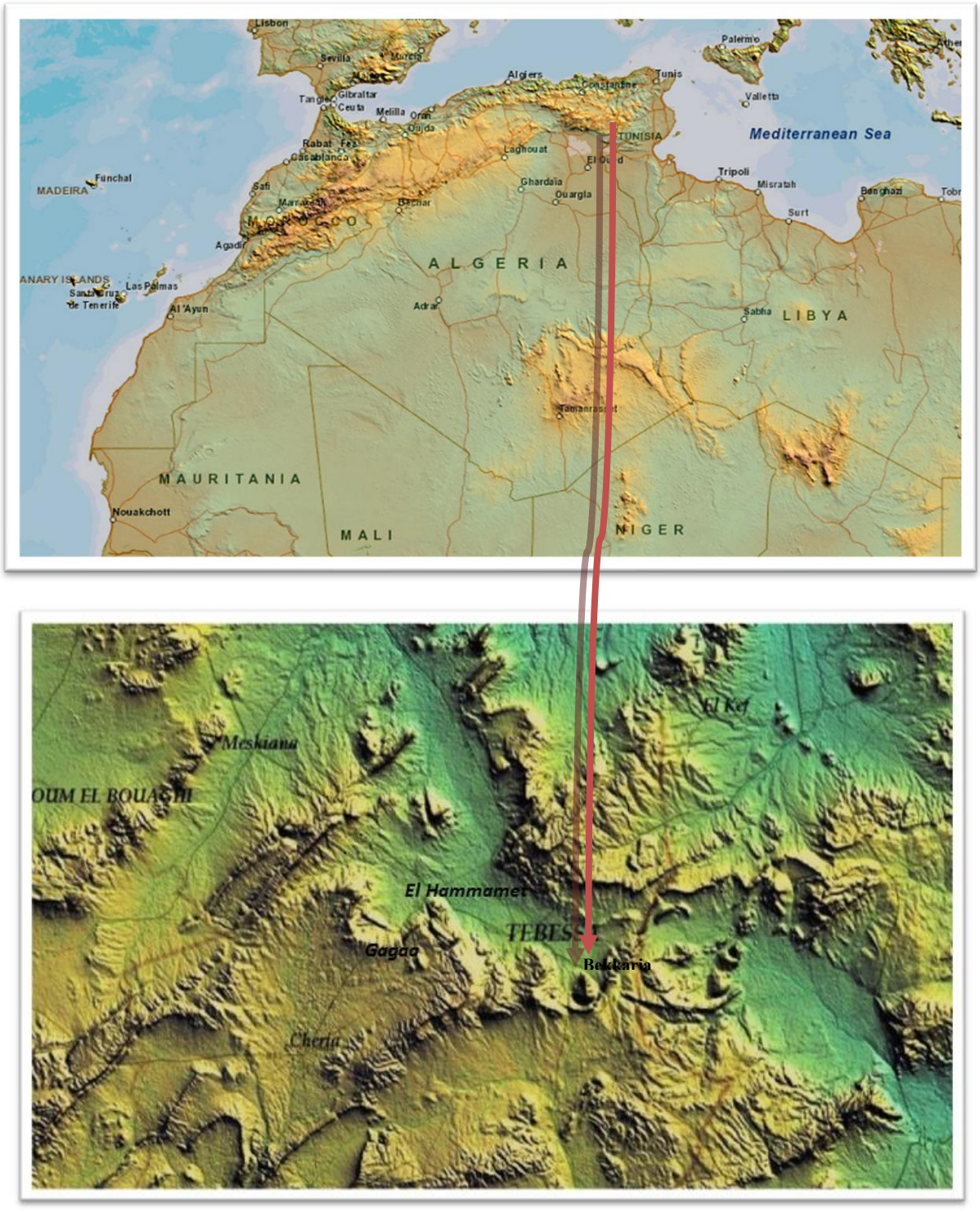


Figure n° **1**: Situation géographique de la plaine Bekkaria -Tébessa par rapport au territoire Algérien**.**

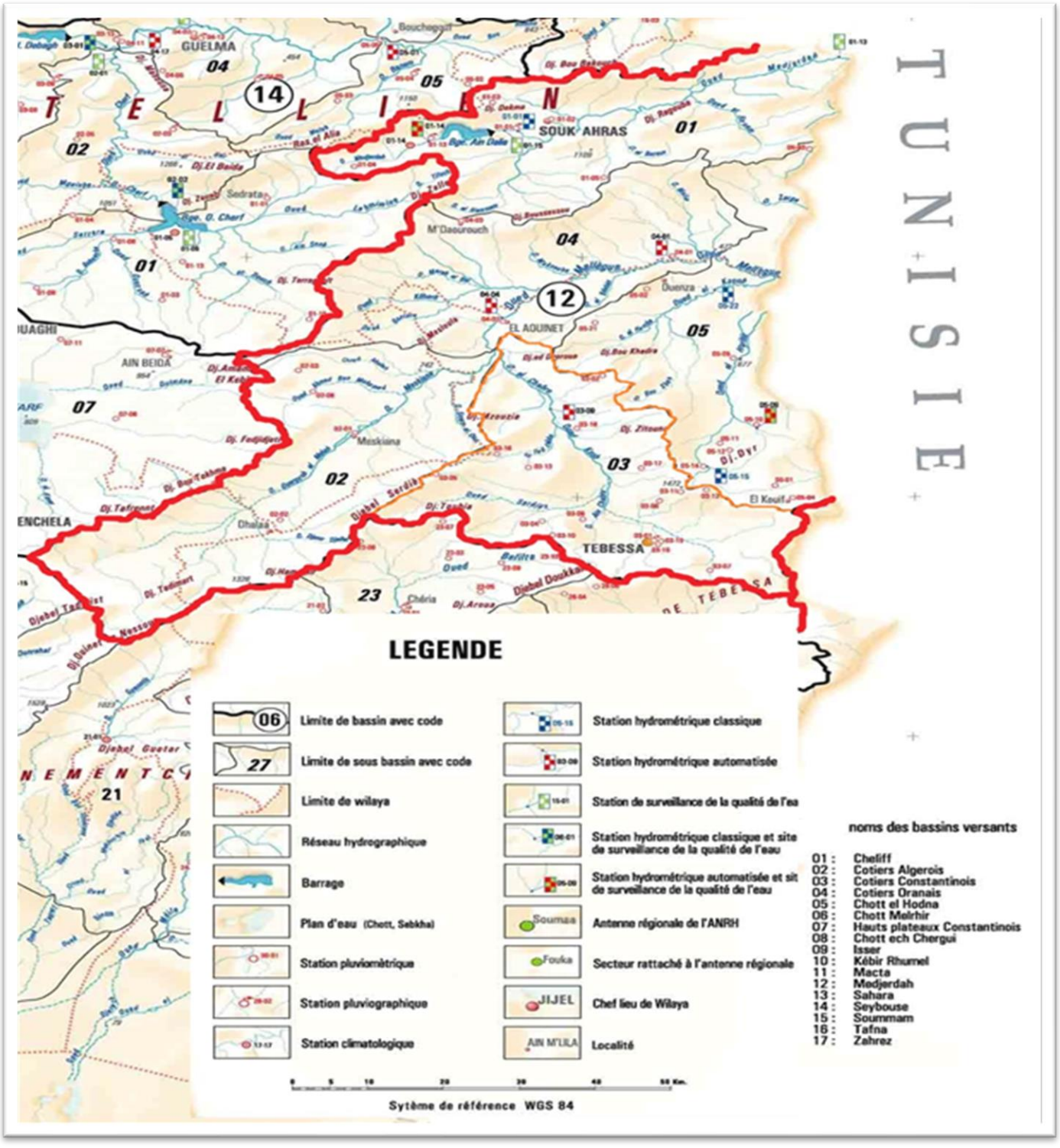


Figure n° 2: Situation géographique de la plaine Bekkaria -Tébessa par rapport au grand bassin versant de Medjerda et du sous bassin de Mellègue (Carte établie par l'agence nationale des ressources hydriques (A.N.R.H.).

CHAPITRE I :
APERÇUS GENERAUX SUR LA ZONE D'ETUDE

- ***Aperçu géomorphologique,***
- ***Aperçu hydroclimatologique,***
- ***Aperçu hydrogéologique.***

I. Aperçu géomorphologique :

La plaine de Tébessa – Bekkaria constitue la partie amont est du bassin versant de Tébessa – Morsott. Ce dernier se présente comme un grand fossé d'effondrement recoupant orthogonalement des plis d'axe sud - ouest nord - est. Des grandes fractures, disloquant ces structures anciennes, ont naturellement accompagné l'enfoncement du grand graben. Cette plaine est entourée de part et d'autre de masses calcaires assez élevées :

- au nord, les versants, les crêtes et les collines de Dyr, allant du Ksar Gouraye, Bj Gouraye, jusqu'à Koudiat el Goussa et Draa Snouber,
- au sud les Djebels Djoua, Ozmor, Bou Roumane,
- A l'est Djebel Djebissa et Djebel Ghrab.

Ces masses calcaires sont séparées par des dépressions creusées dans les marnes de la série crétacée (Figure. n° 3).

La plaine, ayant une dénivelée de 95 m, symbolise donc la culminance de grandes falaises carbonatées des versants. Elle est formée par un remplissage alluvionnaire très épais souvent à sédiments plus grossiers au pieds des versants et plus fins aux centres des dépressions.

La chaîne montagneuse est caractérisée par des hautes altitudes atteignant : 1545 m à Djebel Bou Roumane, 1470 m à Djebel Ozmor, 1150 m à Djebel Djoua, 1139 m à Djebel Djebissa, 1134 m à Djebel Rhrab. Les crêtes et les falaises sont bien dégagées par le phénomène érosif. Les principaux cours d'eau qui draine les eaux de surface sont :

- Le cours d'eaux principal oued El Kebir qui prend naissance de Henchir Babouche – Bj Abd er Rahmane et traverse la plaine de la Merdja pour joindre Oued Chabro - Ksob à Bir Remaidia avec une dénivelée faible de 62 m,
- L'affluent l'oued Hamadja Nassela qui débute de Khanguet el Arar et Koudiat Nassela et se déverse dans l'oued el Kébir avec une dénivelée de 85 m,
- L'affluent l'oued Djerboua qui prend naissance de Draa el Manssef et se déverse dans l'oued Kébir à Bj Abd er Rahmane avec une dénivelée de 80 m,
- L'affluent l'oued Oglet er Rbaib qui prend naissance de Koudiat el Goussa et se déverse dans l'oued Kébir à Henchir Babouche avec une dénivelée de 70 m,
- L'affluent l'oued Djebissa qui débute du pied de Djebel Djebissa (Mine de Plomb) et se déverse dans l'oued Oglet er Rbaib avec une dénivelée forte de 102 m,
- L'affluent l'oued Menncef qui draine les eaux du village de Bekkaria et se déverse dans l'oued El kebir à Hr Babouche avec une dénivelée faible de 56 m.

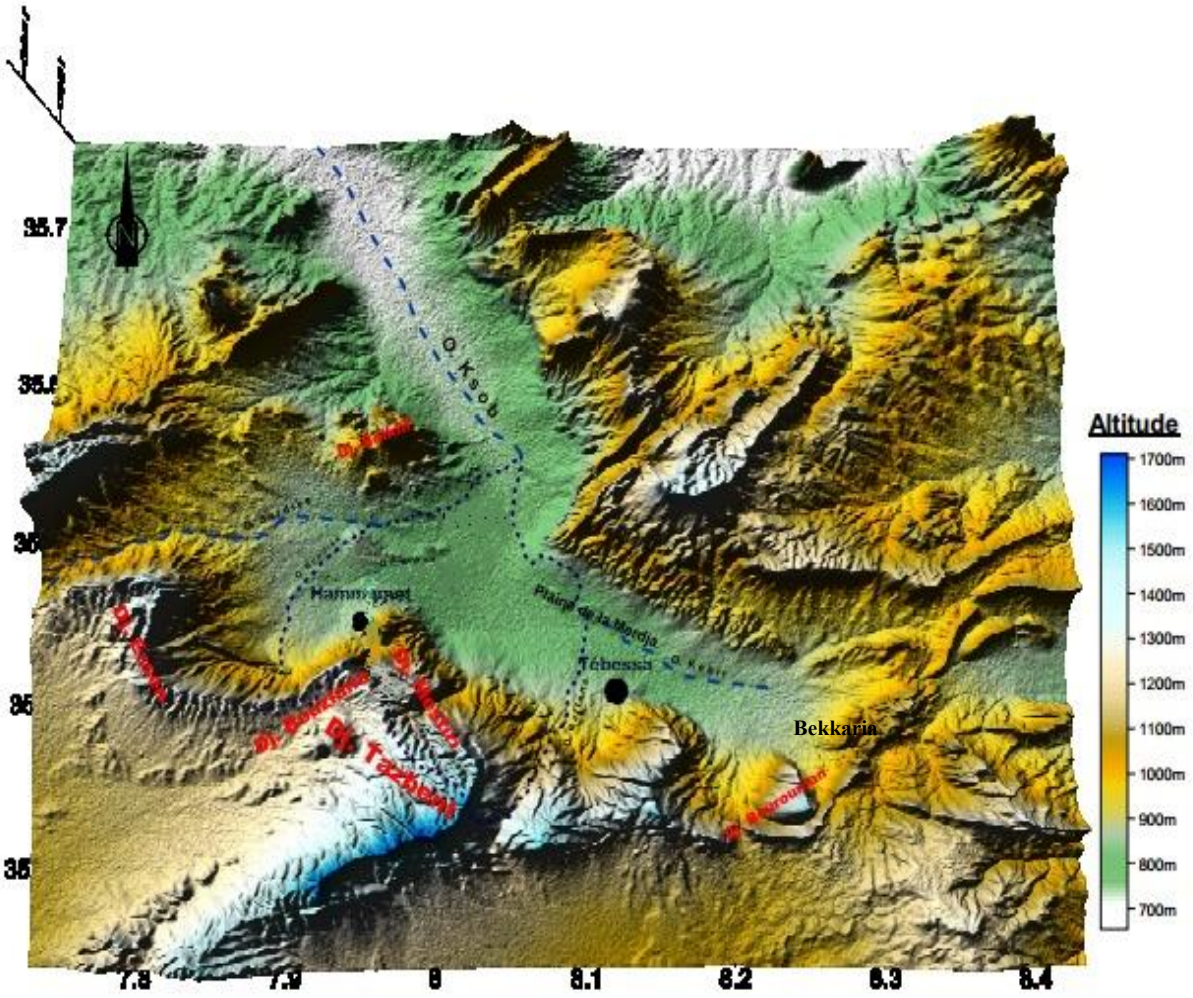


Figure n°3 : Carte géomorphologique de la plaine Bekkaria-Tébessa dans le cadre du Bassin versant de Tébessa-Morsott.

II. Aperçu hydro-climatologique :

Les études hydro-climatologiques réalisées antérieurement par plusieurs auteurs ont confirmé la semi aridité du climat dans la région de Tébessa dont leurs paramètres hydrologiques varient considérablement d'une façon très irrégulière dans le temps et dans l'espace.

Un essai de traitement et d'analyse hydro climatologique, a été réalisé en 2011 par le défunt DJELAB Mokdad sur la base des données de la station météorologique de Tébessa implantée selon les coordonnées Lambert X=991.9, Y=247.2 et Z = 890 m.

Les données de mesures pluviométriques et thermiques sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (de 1984/1985 à 2009/2010 - Tableau n°1 et 2), récoltées de l'agence

Années/Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
1984-1985	9,9	23,6	15,3	47,3	22,9	92,4	46,6	17,6	57,9	24,9	0	5,6	364
1985-1986	67,1	15,1	3,1	4,4	26	11,3	58,1	2,6	18,7	10,1	63	3,1	282,6
1986-1987	25,8	42,9	36,6	19,7	8	27,6	52,4	12,1	23,1	1	30,5	2,2	281,9
1987-1988	7,7	17,4	29,5	11,8	20,1	27,4	28,9	24,7	49,1	69	1	3,1	289,7
1988-1989	15,6	17,3	28,5	33,3	22	12,2	15,6	16,8	4,1	89	10,7	68,2	333,3
1989-1990	29,1	14,1	15	11,1	117,2	17,4	34,1	52,6	79	11,1	24,7	78,8	484,2
1990-1991	23,3	13,9	81,4	65,6	24	5,4	73,9	32,5	74,7	16,6	2,4	65,6	479,3
1991-1992	79	22,8	30,1	20,8	30,7	29,3	26,1	19,6	69,1	24,4	7,5	2,8	362,2
1992-1993	32,2	29,3	45,9	30,2	2,5	29,9	3,1	4,3	18,6	17,4	10,9	7	231,3
1993-1994	22,7	4,2	16,8	28,7	31	23,9	20,1	23,3	41	4	6,9	11	233,6
1994-1995	7,2	94,6	1,1	6,8	26,2	3	37,8	22,1	27	39,6	1,7	44,1	311,2
1995-1996	171,8	39,7	34,3	22,7	30,8	88	67,4	62,9	30,2	41,7	19,6	30	639,1
1996-1997	13,1	7,2	6,9	15	30,1	9,3	20,9	51,3	25,4	26,6	27,5	25,2	258,5
1997-1998	51,3	62,7	39,3	23,5	22,3	102	34	29,2	16,7	38,1	0	15,6	434,7
1998-1999	78,6	36,2	55,1	15,4	71,8	11,7	48,7	15,4	30,9	16,9	18,9	33,7	433,3
1999-2000	22,1	81,5	73,7	34,54	6,6	4,1	10	14,7	86,5	78,1	21,6	18,8	452,24
2000-2001	51,8	18,3	17	13,7	27,1	15,8	15,1	2,7	49,3	2,4	7,6	10	230,8
2001-2002	56,6	17,5	23,3	7,8	17	11,8	9,7	29	42,8	23,9	60,5	93	392,9
2002-2003	36,5	40,5	76,4	30,3	127	38,9	18	97,8	29,2	9,5	2,8	23,1	530
2003-2004	70,2	45,5	17,5	168	20,6	3,2	91,2	24,9	49,7	91,6	16,4	44	642,8
2004-2005	23,3	25,5	117	59,9	29,2	33,9	30,9	22,5	2,1	40,8	1,4	46,6	433,1
2005-2006	39	118,3	31,6	77,3	39	14,4	5,5	49,3	40,5	26,9	8,4	39,7	489,9
2006-2007	19	15,5	4	63,2	5,5	11	61	82	48,5	46,5	30,2	54,4	440,8
2007-2008	57	15,4	9,3	32	8,5	14	46,5	28	67,4	12,9	5,5	18,7	315,2
2008-2009	104	52	15	53,7	99,5	11,8	33,7	144,1	72,7	0	23	12,7	622,2
2009-2010	113,8	3,1	2	7,4	38,7	3,3	21,5	80,1	35	25,9	20,2	2,4	353,4
Moy. Mensuel	47,22	33,6	31,76	34,77	34,78	25,11	35,03	37	41,89	30,34	16,26	29,21	396,97

Tableau n°1 : Données pluviométrique en mm enregistrées au niveau de la station météorologique de Tébessa sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 – 2009/2010).

Mois/ Années	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy. Annuel
1984-1985	20,6	14,5	12	6,4	5,4	10,4	8,3	14,2	16,9	25,1	27,7	25,6	15,59
1985-1986	20,4	15,7	13	8	6,3	8,1	9,4	13,7	19,9	22	25	26,8	15,69
1986-1987	21	16,6	10,2	6,4	6,3	7,7	8,8	14,3	16,7	24,3	26,7	27,9	15,57
1987-1988	23,6	19,3	10,7	10,5	8,2	7,4	9,9	14,8	21	22,5	28	26,7	16,88
1988-1989	20,6	18,2	11,6	5,8	5,4	7,2	11,5	13,7	18,2	20,9	25,6	26,1	15,4
1989-1990	22,2	15,5	13,4	10,7	6,7	10,4	10,4	12,7	17,2	25,4	24,9	22,5	16
1990-1991	24,1	20	11,5	5,5	5,5	6,8	11,6	10,4	14,2	21,9	26,3	25,6	15,28
1991-1992	21,8	16,7	10,6	5,5	4,7	6,7	9,4	11,8	16,3	20,9	23,9	25,7	14,5
1992-1993	21,9	18	21,1	7,8	5,2	5,6	8,7	13,9	18,2	24,8	26,8	27	16,58
1993-1994	22,3	19,1	11,1	7,7	7,5	8,9	11,9	11,85	21,9	24,2	27	28,6	16,84
1994-1995	23,6	16,7	13,2	8,1	5,7	10,3	9,2	12,7	20,1	22,9	27,1	24,6	16,18
1995-1996	21,1	16,3	11,3	9,8	9	6,3	10,1	12,4	18,2	20,8	25,9	26,6	15,65
1996-1997	20,3	15	12,4	10,2	8,7	6,3	9,3	1,2	20,4	26,6	27,5	25,2	15,26
1997-1998	20,5	17	11,5	8,5	7,2	9,3	9,8	15,1	17,7	24,6	27,8	25,7	16,23
1998-1999	23,2	15	10,2	6,3	7,1	8,2	10,2	14,9	28,1	25,8	26,2	28,9	17,01
1999-2000	23,6	19,2	11,1	7,1	4,1	7,8	11,7	16,1	21	22,4	27,5	26,8	16,53
2000-2001	22,1	15,9	12,8	9,4	8	7,5	15,6	14	19,6	25	28,4	27,1	17,12
2001-2002	22,3	21,1	11,8	6,8	6,3	9	12,5	15	19,4	25,1	26,6	24,9	16,73
2002-2003	21,2	17,8	12,2	8,8	6,9	6,1	10	14,1	18,9	25,2	29,2	27,4	16,48
2003-2004	21,5	19,6	12,3	7	6,9	9,6	11,2	12,8	15,9	22,4	26,2	27	16,03
2004-2005	20,8	20,5	10,2	8,1	4,5	4,9	11,2	14,2	21,1	23,7	28,5	25,9	16,13
2005-2006	21,6	17,8	12,1	6,5	9,4	7,2	11,8	16,6	21,3	24,8	26,5	25,9	16,79
2006-2007	21,4	19	12,1	7,9	8,8	9,2	9,7	13,5	18,5	25,3	26,5	26,7	16,55
2007-2008	22	17,6	10,5	6,9	7	8,3	10,9	15,5	19,3	23,4	28,7	27,2	16,44
2008-2009	22,2	16,9	10,01	0,3	7,1	6,4	9,7	11,5	10,3	24,2	28,7	26,8	14,51
2009-2010	21	16,7	12,4	10,7	8,3	10,1	13,1	15,9	17,4	24	27,2	18,6	16,28
Moy. Mensuel.	21,8	17,53	11,97	7,56	6,78	7,91	10,61	13,34	18,76	23,78	26,94	26,07	16,09

Tableau n°2 : Données de température en °C enregistrées au niveau de la station météorologique de Tébessa sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 – 2009/2010).

nationale des ressources hydriques (A.N.R.H.), et leurs traitement et analyse ont permis d'identifier la situation hydroclimatique de la région d'étude que nous la présentons comme suit :

a) Régime pluviométrique :

Le traitement des données pluviométriques, enregistrées au niveau de la station pluviométrique de Tébessa sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 – 2009/2010), a révélé un régime pluviométrique très irrégulier d'un cycle hydrologique à l'autre avec des écarts à la normale très considérables (Figure n° 4). La moyenne interannuelle des précipitations est de 396.97 mm. Les deux cycles hydrologiques 2003/2004 et 1995/1996 sont les plus arrosés avec des précipitations atteignant respectivement les 642.8 mm et 639.1 mm. Cependant la pluviosité la plus basse a été observée durant le cycle hydrologique 2000/2001 où le total annuel des précipitations n'a pas dépassé les 230.8 mm. Durant cette période d'observation, douze cycles ont connu une pluviométrie supérieure à la moyenne interannuelle.

Selon le pas de temps mensuel, les pluies orageuses d'automne ont été visualisées au mois de septembre par le pic pluviométrique le plus élevé atteignant une valeur moyenne interannuelle de 47.22 mm. Le mois le plus sec est le mois de juillet où la pluviosité n'a pas dépassé la valeur 16,26 mm. La saison printanière (Mars, Avril et Mai) est généralement caractérisée par une certaine élévation de la pluviosité (Figure n°5). Le régime pluviométrique irrégulier est aussi bien constaté au pas de temps mensuel de distribution. La figure n°5 montre l'importance des écarts mensuels de la pluie entre le cycle hydrologique le plus arrosé (2003/2004) et celui le plus sec (2000/2001). Le pic de plus forte précipitation du cycle le plus arrosé a été marqué au mois de décembre avec une valeur de 160 mm. Cependant durant le deuxième cycle le plus arrosé 1995/1996, la pluie torrentielle automnale a été très violente en marquant au mois de septembre le plus grand pic mensuel de précipitation, avec une valeur dépassant 171 mm. Les précipitations de la période des hautes eaux, qui s'étale du mois de février au mois de mai, représentent durant cette année 40% du total pluviométrique. Durant le cycle hydrologique de la plus faible pluviosité (2000/2001), la moyenne mensuelle de la lame d'eau précipitée n'a pas dépassé les 20 mm, elle est quasi-équivalente à la pluviosité du mois le plus sec de l'année moyenne de précipitations. Ceci explique bien l'effet de la sécheresse sur le régime pluviométrique et sa variabilité temporelle.

b) La variation thermique:

Le traitement et l'analyse des données de température (Figure n°6) montrent que les hivers de la région sont très froids et les étés sont très chauds et sec avec des valeurs extrêmes de

températures moyennes mensuelles respectives 6.78°C valeur enregistrée au mois de janvier et 26.94°C valeur enregistrée au mois de juillet. La température moyenne interannuelle est de l'ordre de 16.09 °C.

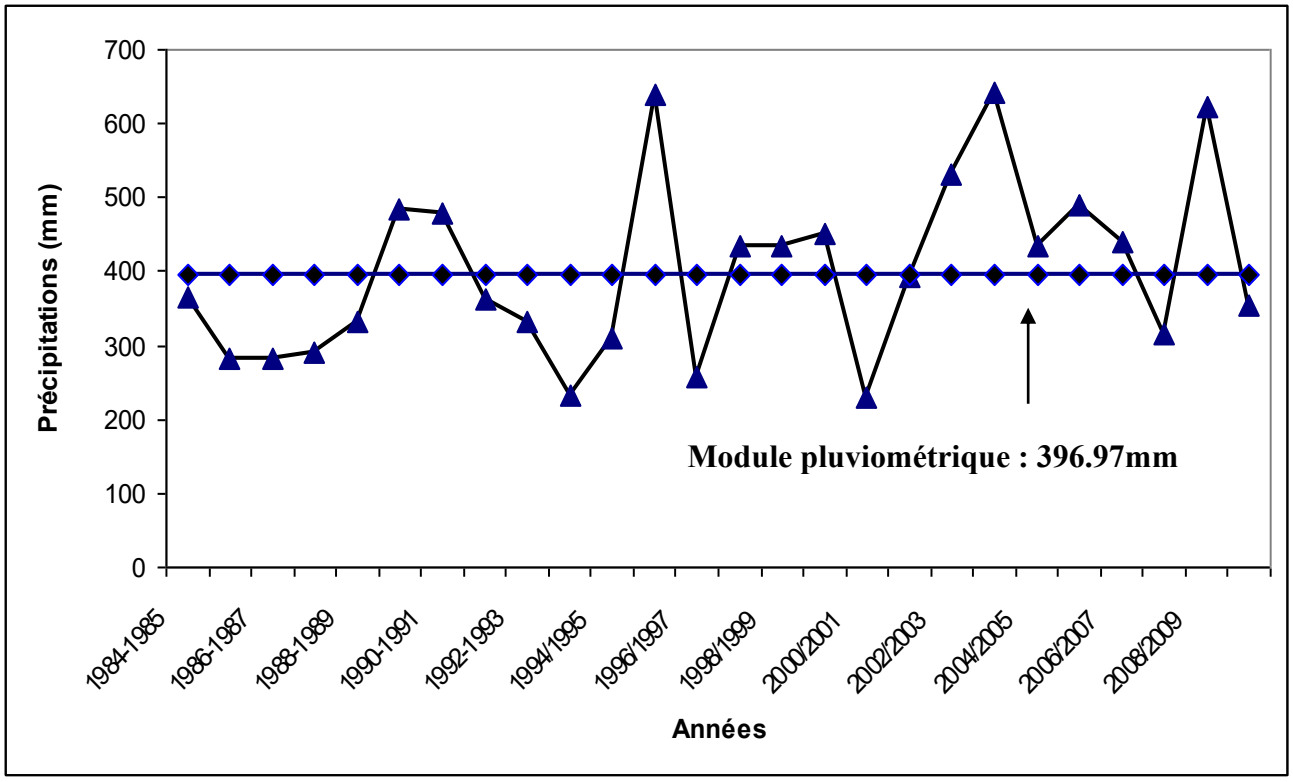


Figure n° 4 Courbe de variabilité interannuelle des précipitations annuelles (1984/1985 - 2009/2010) - In DJELAB Mokdad.

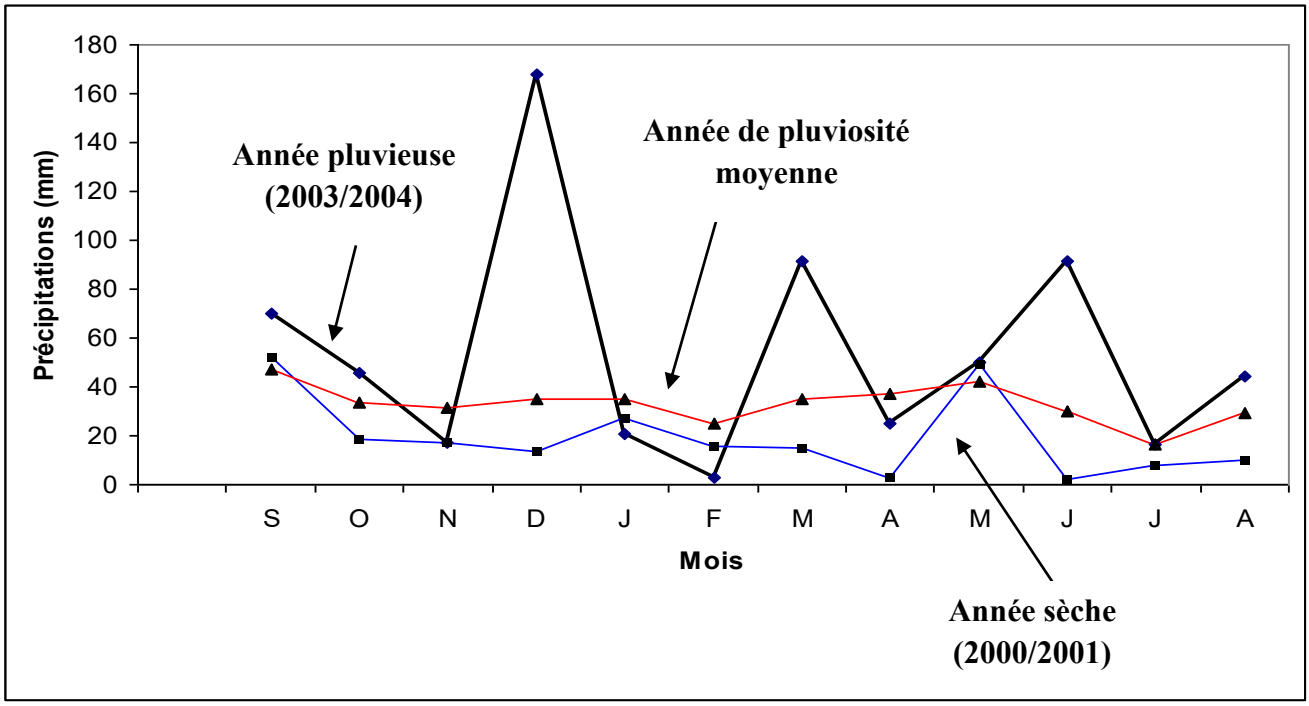


Figure n°5 Distribution interannuelle des précipitations mensuelles de la station de Tébessa (1984/1985 - 2009/2010). - In DJELAB Mokdad.

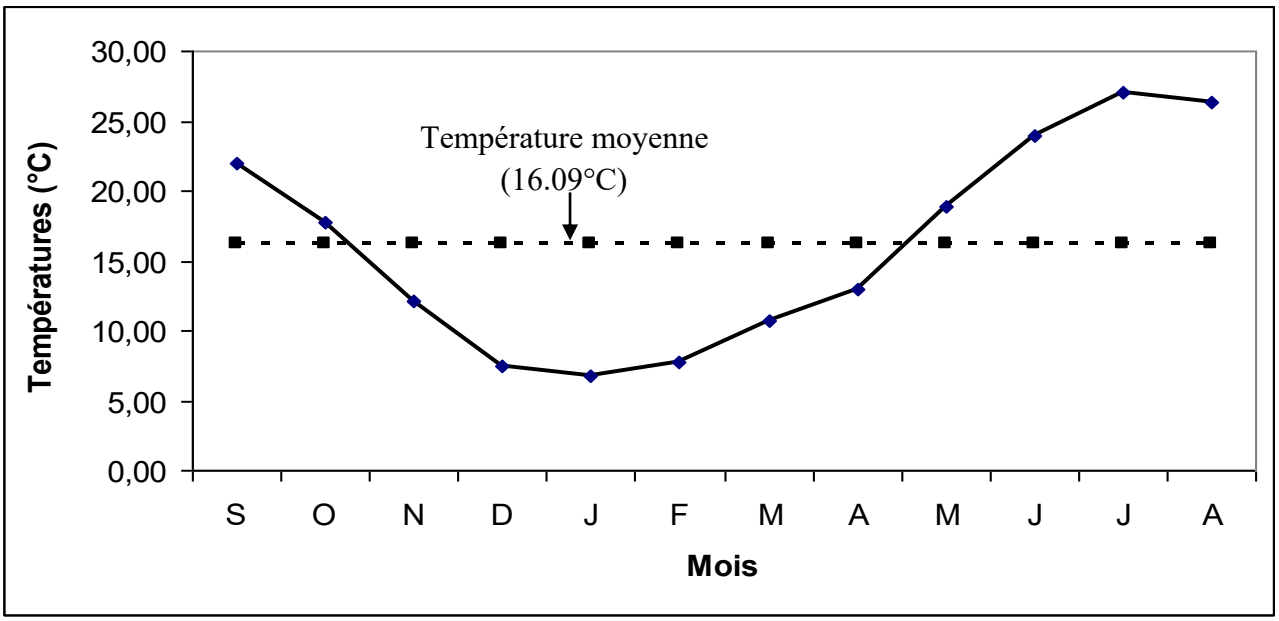


Figure n°6 : Courbe de distribution interannuelle des températures moyennes mensuelles (1984/1985 - 2009/2010). - In DJELAB Mokdad.

Durant une période de six mois, allant du mois de novembre au mois d'avril, la température de l'air est restée en dessous de la température moyenne annuelle (16.09 °C).

c) Etablissement et interprétation du bilan hydrique par la méthode de Thorntwaite :

La confrontation de toutes les données hydro climatiques et l'établissement du bilan hydrique par la méthode de Thorntwaite, représenté sur le tableau ci-dessous n°3, ont révélé sur cette période d'observation une forte évapotranspiration réelle et un faible excédent qui représentent respectivement 91.47 % et 8.53 % du total des précipitations. Le déficit agricole annuelle est de l'ordre 504.99 mm distribuée sur six mois, allant du mois de mai jusqu'au mois d'octobre. La période excédentaire est de trois mois (janvier, février et mars) en donnant un excédent moyen annuel de 33.85 mm pour être disponible à la réalimentation des écoulements de surface et des nappes souterraines. Les réserves facilement utilisables commencent à se constituer au mois de novembre pour atteindre le point de saturation 29 mm au mois de janvier. Au troisième mois du printemps, l'augmentation de la température remet ces réserves à l'état d'abattement qui va persister sur une période de six mois correspondante à la saison estivale et la saison automnale. L'application de la formule M. J. Tixeront et E. Berkaloff a donné pour le cycle moyen de la même période d'observation un ruissellement de 27.67 mm et une lame d'eau infiltrée de 6.18 mm. Ce qui représentent alors respectivement 6.97 % et 1.56 % par rapport au total des précipitations.

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Total
T (°C)	21,8	17,53	11,97	7,56	6,78	7,91	10,61	13,34	18,76	23,78	26,94	26,07	16,09
I	9,29	6,68	3,75	1,87	1,59	2	3,12	4,42	7,4	10,6	12,8	12,18	75,7
P (mm)	47,22	33,6	31,76	34,77	34,78	25,11	35,03	37	41,89	30,34	16,26	29,21	396,97
ETP n . c. (mm)	97,64	67,26	35,03	15,96	13,25	17,25	28,5	42,16	75,53	113,3	140,23	132,58	
K	1,03	0,97	0,86	0,81	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	
E.T.P. c. (mm)	100,57	65,24	30,13	12,93	11,53	14,66	29,35	46,38	91,39	138,25	173,89	153,79	868,11
D.P. (mm)	-53,35	-31,64	1,63	21,84	23,25	10,45	5,68	-9,38	-49,5	-107,91	-157,63	-124,58	
R.F.U.(mm)	0	0	1,63	23,47	29	29	29	19,62	0	0	0	0	
E.T.R. (mm)	47,22	33,6	30,13	12,93	11,53	14,66	29,35	46,38	61,51	30,34	16,26	29,21	363,12
E.X. (mm)	0	0	0	0	17,72	10,45	5,68	0	0	0	0	0	33,85
D.a. (mm)	53,35	31,64	0	0	0	0	0	0	29,88	107,91	157,63	124,58	504,99

Tableau n°3 : Bilan hydrique du bassin versant de Tébessa selon la méthode de G.W. THORNTWAITE sur une période de vingt-six (26) cycles hydrologiques (1984/1985 2009/2010).

III. Aperçu hydrogéologique :

Les travaux d'exploration et de prospection pour la recherche et la mobilisation des eaux souterraines afin de répondre aux besoins en eau réalisés auparavant sur tous le fossé d'effondrement de Tébessa ont dévoilé dans la plaine de Tébessa - Bekkaria la présence d'une potentialité aquifère hydraulique importante dans le remplissage alluvionnaire du Plio-Quaternaire en raison de la nature lithologique, la puissance et les bons paramètres hydrodynamiques des matériaux du système aquifère.

Ce système aquifère est formé par des horizons lenticulaires à faciès très hétérogènes composés essentiellement par des alluvions à éléments grossiers à fins : des cailloutis de calcaires blancs, des galets de calcaires, de graviers mélangés de sables et sables argileux. Son plan d'eau est généralement sous pression, marquant un type de nappe captive surtout à la zone centrale de la plaine. Il est actuellement en exploitation intense par une batterie de forages implantés dans cette zone (Figure n° 7).

Les anciennes cartes piézométriques établies précédemment ont montré que cette nappe se réalimente souterrainement par les affleurements carbonatés de bordure constituant des nappes de calcaires fissurées et karstiques.

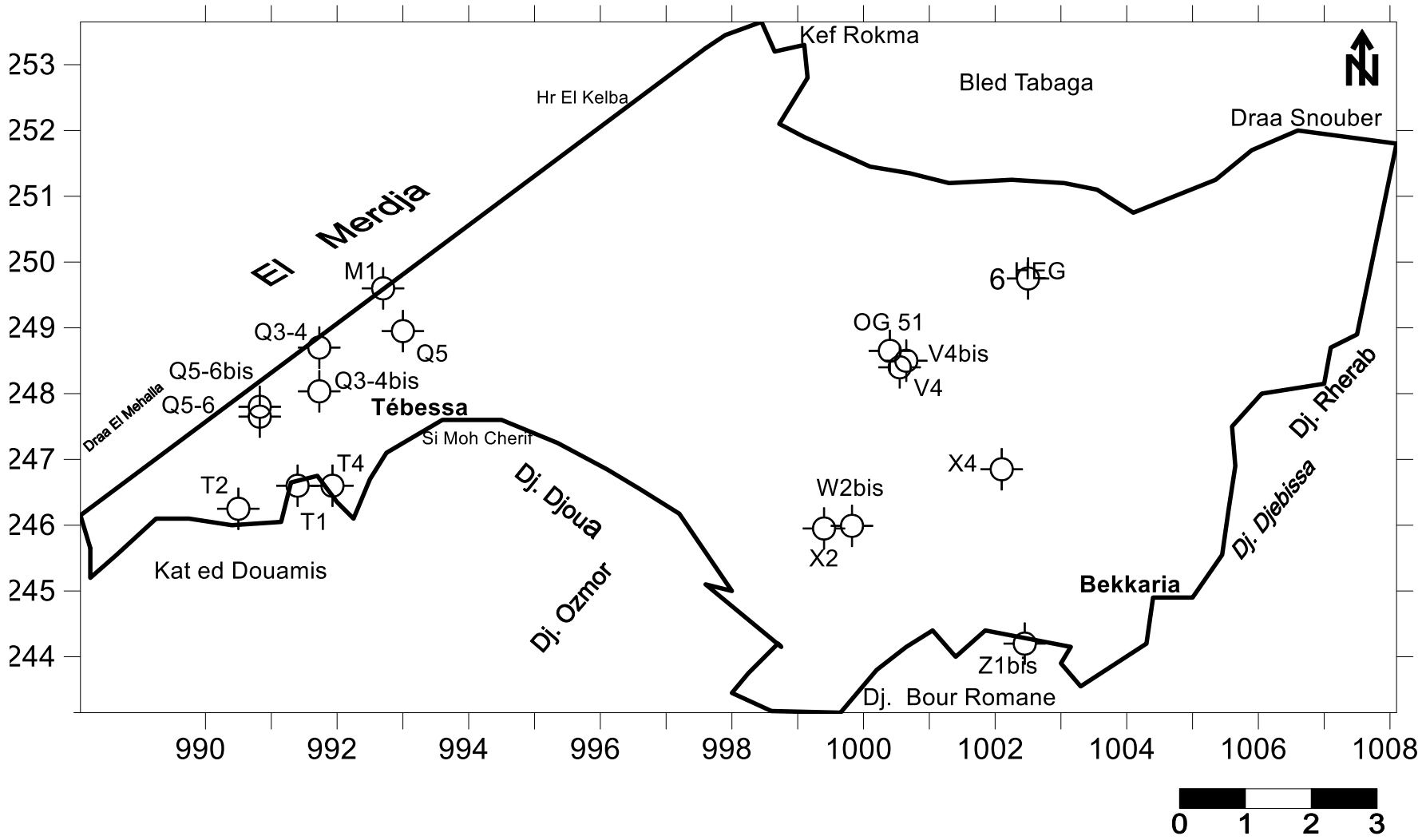


Figure n° 7 : Carte de position des forages implantés dans la plaine Tébessa-Bekkaria

V. Conclusion :

A partir de ces informations exposées, nous pouvons retenir que cette zone d'étude est constituée par deux grands ensembles :

- Le premier ensemble constitue la plaine à sédiments de remplissage alluvionnaire Plio-Quaternaire,
- Le deuxième ensemble représente les anciens affleurements de bordures qui sont à faciès carbonatés d'âge crétacé.

Les crêtes et les falaises sont bien dégagées par le phénomène érosif.

Cette région se caractérise par un climat semi aride, se traduisant par une irrégularité mensuelle et annuelle du régime pluviométrique. Les pluies automnales sont les plus élevées cependant la saison estivale est toujours la plus sèche. Les précipitations tombées durant la période des hautes eaux représentent généralement 40% à 50 % de la pluviométrie annuelle. Le froid est très rigoureux en saison hivernale.

Cette zone se caractérise par une forte évapotranspiration réelle et un faible excédent qui représente respectivement 91% et 9 %. Le déficit agricole annuelle est de six mois, allant du mois de mai jusqu'au mois d'octobre. Cependant la période excédentaire n'est que trois mois durant l'année ; janvier, février et mars. Le ruissellement et l'infiltration sont respectivement de 7 % et 2 %.

Dans cette localité, le remplissage alluvionnaire du Quaternaire constitue un système aquifère de grande potentialité hydraulique en raison de sa lithologie, sa grande puissance et ses bonnes paramètres hydrodynamiques. Cet aquifère est en exploitation par une batterie de dix sept forages pour l'alimentation en eau potable de la population de la région.

CHAPITRE II : PRESENTATION GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

En se référant à la carte géologique de Tébessa (feuille n° 206) et sa notice explicative établie par DUROZOY G. en 1949, la plaine d'étude de Bekkaria - Tébessa ressemble à un fossé d'effondrement qui recoupe orthogonalement des plis d'axe sud ouest – nord est.

De grandes fractures, disloquant ces structures anciennes, ont accompagné l'enfoncement du graben. Cette plaine est entourée par des masses calcaires assez élevées (Djebel Bou Roumane 1545 m, Djebel Ozmor 1470 m), séparées par des dépressions creusées dans les marnes de la série crétacée. Au point de rencontre du principal axe de plissement et du fossé d'effondrement, point faible à l'intersection des lignes de rupture de la couverture sédimentaire, le Trias affleure largement.

La région d'étude est donc constituée par des formations sédimentaires autochtones réparties en deux grands ensembles:

- Ensemble de formations anciennes carbonatés à facies calcareux et marneux, qui affleurent aux bordures et constituent les Djebels et les pieds des versants ;
- Ensemble de sédiments détritiques de remplissage alluvionnaire qui occupe tous l'espace de la plaine.

Le trias affleure largement en un grand diapir selon un point de rencontre du principal axe de plissement et du fossé d'effondrement.

I. Description stratigraphique :

Comme le montre la carte géologique de Tébessa **(**Figure n° 8**)** et le log litho stratigraphique (Figures n° 9), la description stratigraphique simplifiée des formations peut se présenter de plus récent au plus ancien comme suit :

I.1 Alluvions actuelles (a^2) : Ces alluvions ne se présentent que rarement car les oueds recoupent les formations sur lesquelles ils coulent. Sur les bordures de la plaine, comme au niveau de l'oued el Kebir et l'oued Oglat el Rbaib, ces alluvions affectent l'allure de dépôts torrentiels.

I.2 Limons récents (q^2)***:*** Ces alluvions limoneuses occupent la grande partie centrale de la plaine. Dans le Merdja de Tébessa et la vallée de l'oued Kebir, l'oued Oglet el Rbeib et Oued Djebissa, des dépôts de gypse alluvionnaire font l'objet d'exploitations locales.

I.3 Alluvions anciennes (a^1) : Ces alluvions constituent les basses terrasses des oueds, elles se raccordent généralement à des formations anciennes occupant latéralement de plus grandes surfaces. Deux niveaux sont localement discernables, à l'amont de l'oued Oglet el Rbaib, et qui n'ont pas été distingués.

I.4 Croutes calcaires (q^c)***:*** Ce sont des dépôts superficiels dû à l'évaporation d'eau chargée de calcaires, elles sont développées surtout sur les alluvions caillouteuses anciennes. Elles se

trouvent très localement en surface dans l'espace plaine délimité entre Draa Snouber et Djebel Rherab.

I.5 Alluvions anciennes de piedmont (q_I)***:*** Ce sont des formations de bordures de la plaine, argileuse ou caillouteuses.

Les argiles sont constituées à partir :

- des marnes sénoniennes à l'ouest et au nord - est de Tébessa,
- des marnes de Dano-Montiennes au nord - ouest,
- des marnes cénomaniennes au sud - est.

Les cailloutis sont constituées à partir :

- Des calcaires maestrichtiens à l'ouest et au nord - est de Tébessa,
- Des calcaires éocènes au nord,
- Des calcaires turoniens à l'est,

Des éléments très divers aux flancs du Djebel Djebissa. Ce sont la plupart du temps des cônes de déjection.

I.6 Matériel d'épandage ancien en terrasse (q_{II}) : Ce sont des cailloutis et argiles peu épais qui en générale se déposent sur les marnes crétacées. Ils occupent surtout les pieds des versants de Gouraye et le sud de la ville de Tébessa (Tébessa el Khalia) sous forme des petites plages très retreintes.

I.7 Matériel d'épandage ancien (q_{II}) : Ce sont des éboulis et des cônes de déjection.

- Eboulis et cône de déjection anciens, creusés par les oueds actuels ;
- Gros éboulis, amas de blocs, souvent énormes, de calcaires maestrichtiens paraissant soliflués, disloqués et en cours de destruction par l'érosion ;
- Anciens cônes de déjection rougeâtres, formées d'esquilles calcaires bien cimentées, empruntées exclusivement aux reliefs maestrichtiens. Ils se présentent très localement (le col de Bekkaria, Pieds de versants de Djebel Djebissa, Djebel Bou Roumane et Djebel Ozmor).

I.8 Cailloutis anciens du Djebel Djebissa ($^{qc}{}_{II}$) : Ces Cailloutis anciens sont perchés sur les argiles à gypse du Trias ou sur les marnes cénomaniennes dans la région de Djebel Djebissa.

I.9 Plio - Quaternaire (Villafranchien) (q_{III}) ***:*** Il s'agit :

- des argiles rouges de l'Oued Oglat Rbaib, Oued el Kébir,
- des conglomérats au niveau du Djebel Djebissa.

Ces sédiments présentent la plupart du temps un pendage d'origine tectonique. A cette série se rapporte la plus grande partie de terrains de comblement du fossé d'effondrement.

I.10 Pliocène (P): Il est constitué par des argiles rouges, conglomérats et sables quartzeux, termes les plus anciens d'une série compréhensive Plio-Quaternaire. Les argiles rouges sont compactes, les conglomérats sont souvent bien cimentés. La formation du Pliocène recouvre largement les calcaires éocènes et maestrichtiens de la bordure nord - est de la plaine. Les sables n'existent que dans la partie limitrophe du village de Bekkaria.

I.11 Paléogène:

I.11.1 : Eocène moyen et inferieur **(Lutétien inferieur et Yprésien)** ($e_{III,I}$) **:** Il s'agit des calcaires massifs à silex en bancs épais, de 50 à 60 m de puissance, renfermant Thersitea ponderosa, Nummulites atacicus et Nummulites Irregularis varrollandi, Nummulites pomeli. A la base, on trouve 5 m de calcaires marneux blancs à silex. Il affleure à la bordure nord - ouest au niveau de l'espace de Ain Diba – Sidi ben Aieche.

I.11.2 : Eocène inférieur **(Thanétien)** (e_{IV}) **:** Cet étage d'épaisseur 10 à15 m est constituée par des marnes et des calcaires marneux à silex renferment plusieurs couches phosphatées. Il affleure au nord sous forme d'une petite tache aux environs d'Ain Dibba, Kef Rokma et Bj Gouraye.

I.11.3 : Eocène inferieur **(Dano-Montien)** **et** ***Maestrichtien supérieur*** (ec) **:** Il s'agit d'une couche constituée par une puissante série de 300 m de marnes noires ou jaunâtres, quelquefois gypseuses ou pyriteuses, à rares petits bancs marno-calcaires. Il affleure ainsi au nord dans la localité de Ain Dibaa , Kef Rokma, Bordj Gouraye et Djebej el Faia.

I.12 Crétacé supérieur :

I.12.1 Le Maestrichtien Moyen (C^{9b}): C'est une assise très constante et très homogène dans toute la région, il s'agit de 80 m environ de calcaires blancs massifs, bien lités, renfermant parfois de nombreuses empreintes d'Inocérames typiques. Il constitue au nord la ligne des crêtes de Ksar Gouraye, de Koudiat Nassela et de Draa es Snouber et il affleure au sud de la ville de Tébessa précisément à Koudiat Soltane et Djebel Doukane.

I.12.2 : Maestrichtien Inférieure (C^{9a}): Il s'agit des marnes grises qui sont souvent masquées par les éboulis aux pieds de reliefs de Gouraye. L'épaisseur est d'une trentaine de mètres (30 m). Quelquefois deux gros bancs de calcaire ocre très dur existent à la base des marnes.

I.12.3 Campanien (C^{8}): Cet étage est constitué par une assise de 60 m de calcaires marneux en blancs et crayeux. Il forme, quand il n'est pas masqué par les éboulis, une seconde falaise au-dessous des reliefs maestrichtiens. Il est bien visualisé à Draa es Snouber et Gouraye.

I.12.4 Emschérien (Santonien - Coniacien) ***(***C^7***)*** : C'est une série épaisse de 250 m et monotone de marnes noires ou vertes (jaunes en altération) à rares passés de calcaire à la base avec à sa partie supérieure des niveaux plus calcaires et dans les 2/3 inférieures des assises de lumachelles ocres très bien marquées (Coniacien). Il apparu à Gouraye et aux reliefs sud de la ville de Tébessa.

I.12.5 Turonien supérieur (C^{6c}***) :*** Au dessous du dernier banc de lumachelles du Coniacien, le Turonien supérieur, épais de 150 m, comprend de haut en bas : des marnes noires gypsifères, des marno-calcaires gris en plaquettes à altération blanchâtres et de nouveau des marnes noires souvent lumachéliques et rognoneuses. Vers la base, un banc de calcaire à lumachelle fossilifère augmente d'épaisseur et prend un facies récifal au dessus des sources de Tébessa. La base de l'étage est très fossilifère.

I.12.6 Turonien moyen (C^{6b}***) :*** C'est une assise massive de 80 à 100 m de calcaires beiges ou rosés et de dolomies ou de calcaires dolomitiques. Les bancs sont épais, sauf dans la partie inférieure qui comprend uniquement des calcaires marneux aux environs immédiats de Tébessa. L'ensemble est presque entièrement dolomitique. A Bekkaria et Tenoukla des rognons de silex apparaissent à la partie supérieure. Ces massifs calcaires ont un caractère récifal.

I.12.7 Turonien inférieur (C^{6a}***) :*** C'est une assise très constante de marno – calcaires gris en petits bancs, de marnes très calcaires fissiles, de marno calcaires en plaquettes. L'épaisseur est de 60 à 70 m. On rencontre fréquemment à la base de petits Inocérames allongés à test noirs. Il constitue les terrains de Sidi Med Cherif, Djebel Djoua et Djebel Ozmor.

I.12.8 Cénomanien supérieur (C^{5b}***) :*** Il s'agit des marnes jaunes avec quatre ou cinq bancs de calcaires ocres, épais, durs intercalés, et de Lumachelles. L'épaisseur est de 200 m. La faune et la microfaune sont très abondantes. Il affleure à l'est de Djebel Ozmor.

I.12.9 Cénomanien moyen (C^{5a}***) :*** C'est une série très espèce de marnes grises sans fossiles avec quelques bancs de lumachelles à la base. L'épaisseur est de 200 m.

I.12.10 Cénomanien inférieur (C^4***) :*** Il affleure au col de Tenoukla, précisément le long de l'espace ouest de la route. Deux niveaux sont bien distingués :

- Au sommet (C^{4b}), on a de haut en bas des lumachelles grises en dalles minces alternant avec des marnes, puis deux bancs de calcaires gris compacts cristallins massifs intercalés dans des marnes. L'épaisseur est de 80 m. La faune est abondante et comprend surtout des Lamellibranches avec en particulier Ostrea syphax.

- A la base (C^{4a}), sous l'assise précédente, on a de haut en bas : des marnes jaunes à gypse avec quelques bancs de lumachelles ocre ou jaunes, minces et quelques bancs, puis des marnes noires épaisses. L'épaisseur est de 60 - 80 m.

I.13 Crétacé inférieur :

I.13.1 Vraconien - Albien supérieur (C3) : Il s'agit d'un ensemble de calcaires et marno-calcaires gris en plaquettes et en petits banes dont de rares couches de marnes brunes viennent interrompre l'homogénéité. Il se caractérise par des nombreuses empreintes d'ammonites. Ces assises forment le bas des pentes du Bou Roumane et sont recoupées par l'oued du même nom. L'épaisseur est de 150 m.

I.13.2 Albien inférieur (C2) : Il s'agit d'une alternance de bancs calcaires bruns, épais, très durs à Ostrea avec un banc de calcaires à rudistes indéterminés. L'épaisseur est de 60 m. Au sommet, il existe 10 m de marnes jaunes, à Ammonites pyriteuses.

I.13.3 Zone de Clansayes (C1) : C'est une série de bancs de calcaires massifs, gris à débris d'Huitres ou oolithiques avec des zones rognoneuses plus tendres, renfermant une faune nombreuse, il existe des Rudistes dans les assises calcaires. Les bancs deviennent lumachelliques au sommet avec des intercalations gréseuses. L'épaisseur est de 90 m. Ces assises forment une grande partie des pentes moyennes du versant Ouest de Bou Roumane. Dans la région très tectonisée de Khanguet el Mouhad, localisée au nord est de Djebel Djebissa et Djebel el Rherab, des bancs calcaires et marno-calcaires, situés sous des marnes cénomaniennes, ont été groupés sous l'indice C^{1-3}.

I.13.4 Aptien supérieur (C,) : Il s'agit des calcaires massifs, gris ou roux avec trois intercalations de quelques mètres de marnes et de marno-calcaires sous éboulis. Les Orbitolines sont nombreuses. Cet ensemble forme la partie nord de la crête du Djebel Bou Roumane. L'épaisseur est de 70 m.

I.13.5 Aptien moyen et inférieur (C,,) : Cet étage représenté par les grands escarpements du flanc est du Djebel Bou Roumane est un ensemble de calcaires massifs et de dolomies . Sa moitié inférieure est à peu près entièrement dolomitique. Les Calcaires sont souvent formés d'oolithes ferrugineux. Les Orbitolines sont très abondantes ; quelques Rudistes dans des intercalations de calcaires rongoneux. Au sommet, dans des calcaires en petits bancs massifs se trouvent des échinides, quelques lamellibranches et des moules internes de Gastropodes indéterminables. L'épaisseur est de 400 m.

Dans la région de Khanguet el Mouhad (au contact du Trias) des lames calcaires minéralisées représentent l'Aptien sans que les deux assises puissent être distinguées.

I.14 Trias :

Le Trias n'apparaît qu'en diapir au Djebel Djebissa. Il s'agit des argiles rouges à gypse, avec lentilles de gypse. Ces argiles sont entaillées par les oueds sur des épaisseurs considérables dans le Djebel Djebissa. Comme roches, on distingue deux types de Trias:

- Le Trias de type t^1 ce sont des bancs de calcaires roux dolomitiques en gros bancs et de dolomies rousses ;
- Le Trias de type t^2 ce sont des calcaires et calcaires dolomitiques noirs en plaquettes.

II. Tectonique :

La totalité du bassin versant est affectée par une tectonique cassante bien développée faisant partie de la structure globale de la région de Tébessa. Le fossé d'effondrement est la conséquence de mouvements récents du socle, prolongeant celui de Kasserine à l'est, en Tunisie, se poursuivant au nord-ouest par celui de Morsott (plis de couverture). Ce graben recoupe d'anciennes structures, orientées selon une direction sud - ouest nord - est, qui sont considérées comme plis de couverture. Ces structures sont anté - Miocènes et les mouvements ont commencé au Campanien pour atteindre le point le plus aigu au Lutétien supérieur.

Les principaux traits structuraux de l'atlas saharien résultent de mouvements tectoniques déterminant l'évolution paléogéographique et structurale de la région. On distingue :

- Le plissement des séries sédimentaires ; qui se présente comme ensemble de plis à grand rayon de courbure et dont l'ossature est assurée par les niveaux calcaires crétacés. Les anticlinaux sont relayés par de grandes structures synclinales dont le cœur est constitué par des calcaires éocènes. Les principaux éléments structuraux sont caractérisés par l'homogénéité du plissement de direction nord – est sud - ouest, suite à la phase tectonique atlasique fini-éocène.
- La genèse des fossés d'effondrement ; Ces fossés d'effondrements sont post Mio-pliocènes, ils sont allongés nord - ouest sud - est accompagnés de grandes cassures de même direction qui constituent la structure générale de la région. Ils font partie du paysage des confins Algéro-Tunisien et s'étendent sur plusieurs kilomètres (fossés de Morsott - Tébessa). Ces fossés sont limités par des accidents majeurs en failles normales résultants généralement ; soit d'une phase distensive, soit induits par la translation des blocs nord- est sud-ouest selon une rotation dextre (J.P.Richart 1969),
- Le horst de Djebel Bou Roumane, dont la surrection avait probablement commencé lors des premiers plissements, a rejoué tardivement puisque les grandes failles est ouest qui le disloquent recoupent les accidents de bordures du fossé d'effondrement,

- L'ascension par diapirisme des argiles à gypse du Trias a dû commencer des premiers mouvements pour se poursuivre ensuite jusqu'au Villafranchien. Le mouvement de subsidence du fossé d'effondrement de Tébessa – Morsott s'est poursuivi très tardivement puisque les dépôts Villafranchiens sont plissés sur bord,

III. Conclusion :

A la fin de cette présentation géologique sommaire, nous pouvons retenir que la région de Tébessa – Bekkaria correspond à un grand fossé d'effondrement qui recoupe orthogonalement des plis d'axe sud – ouest nord - est.

De grandes fractures, disloquant ces structures anciennes, ont accompagné l'enfoncement du graben. La plaine est entourée par des masses calcaires assez élevées (Djebel Bouroumane 1545 m), séparée par des dépressions creusées dans les marnes de la série crétacée.

Au point de rencontre du principal axe de plissement et du fossé d'effondrement, point faible à l'intersection des lignes de rupture de la couverture sédimentaire, le Trias affleure largement.

La région est donc constituée par des formations sédimentaires autochtones réparties en deux grands ensembles:

- Ensemble de formations anciennes carbonatés à facies calcareux et marneux, qui affleurent aux bordures et constituent les Djebels et les pieds des versants ;
- Ensemble de sédiments détritiques de remplissage alluvionnaire qui occupe tous l'espace de la plaine.

Le trias affleure largement en un grand diapir selon un point de rencontre du principal axe de plissement et du fossé d'effondrement.

Les crêtes et les falaises sont bien dégagées par le phénomène érosif.

La nature pétrographique et lithologique des affleurements et la structure tectonique globale qu'a affectée la zone d'étude, ont certainement favorisé la constitution des aquifères. Les formations susceptibles d'être aquifères sont les suivantes :

- Le remplissage alluvionnaire à faciès caillouteux, graveleux et argileux,
- Les calcaires fissurés d'âges Lutétien-Yprésien, Maestrichtien moyens, Turonien moyen, Albien et Aptien.

Les dix sept forages implantés confirment bien la contenance de deux horizons aquifères dans ce remplissage alluvionnaire du Pio-Quaternaire.

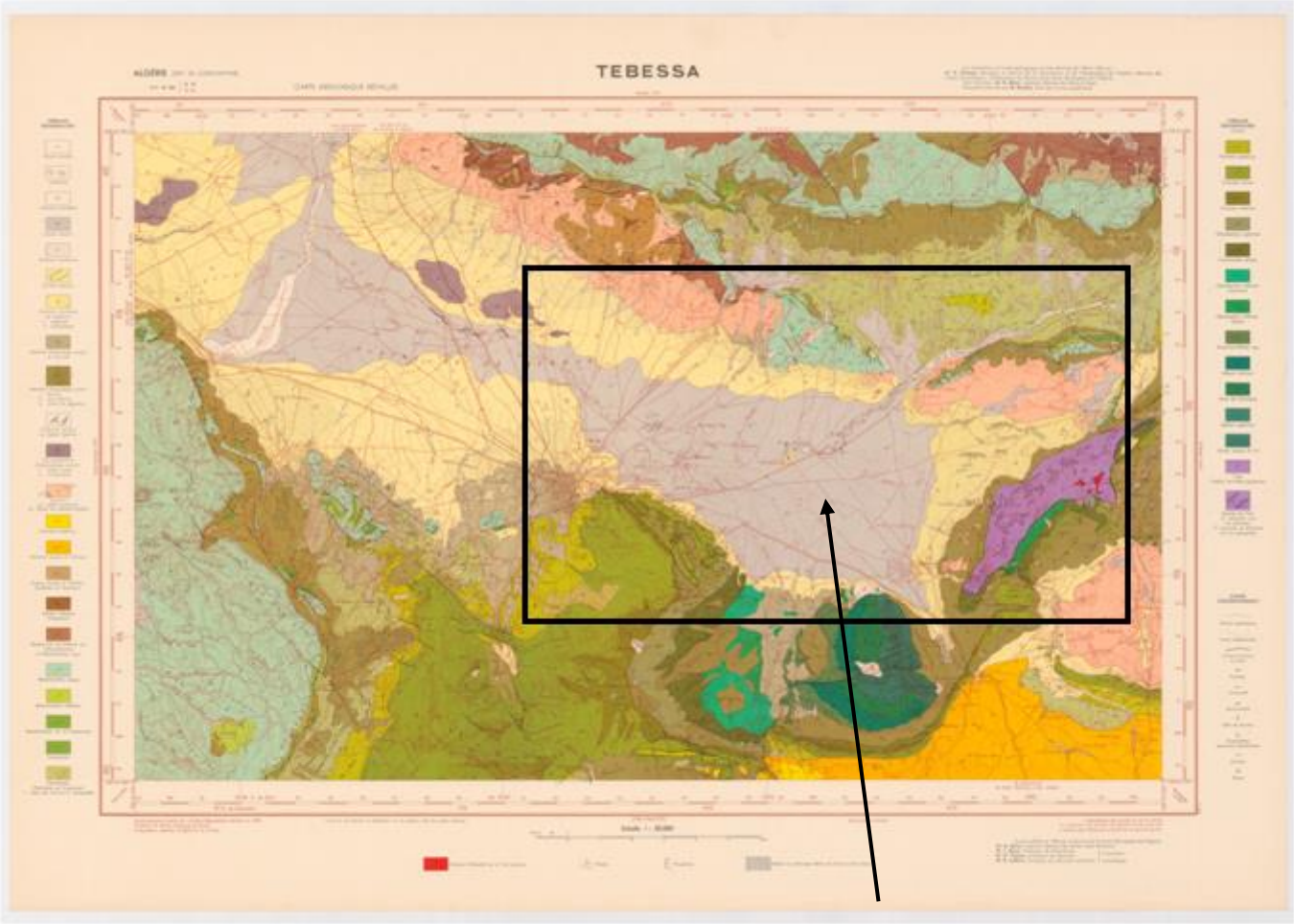


Figure n°8 : Carte géologique de Tébessa (Feuille 206)

N.B. : Pour la légende, voir figure 9

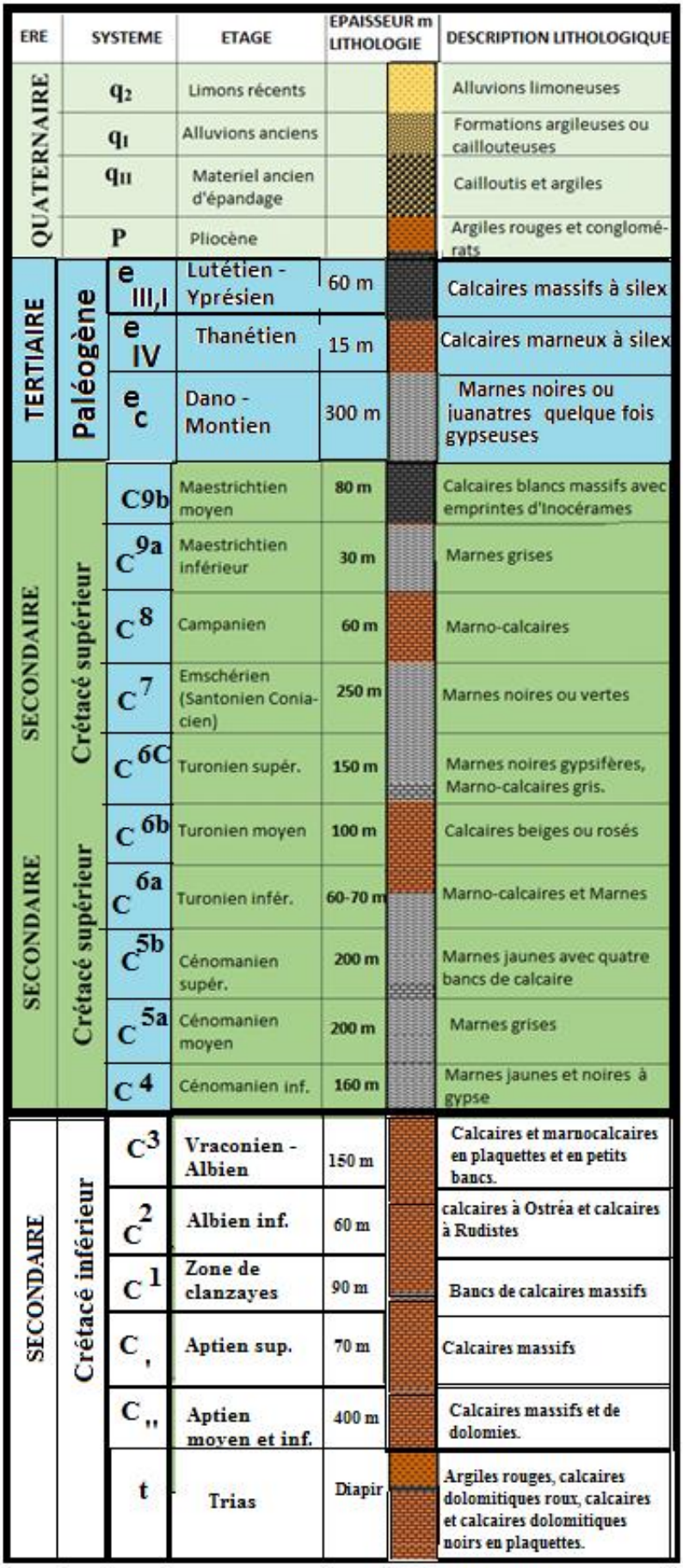


Figure n° 9 : Log lithostratigraphique synthétique de la géologie de la plaine de Bekkaria -Tébessa

CHAPITRE III :
STRUCTURE ET GEOMETRIE DES AQUIFERES DU REMPLISSAGE ALLUVIONNAIRE

I. Introduction :

La détermination de la possibilité aquifère au niveau d'une région se base sur la reconnaissance et l'exploration plus exhaustive de la géologie du terrain. La nature lithologique et la présentation structurale et tectonique des couches sont les deux principaux facteurs de l'éventualité présence d'une nappe aquifère. L'importance ou non du potentiel hydraulique souterrain dépond essentiellement de la variabilité spatiale de deux paramètres :

- L'épaisseur de la couche aquifère qui peut être déterminée par des travaux d'investigation et de reconnaissance géologique, géophysique et hydrogéologique,
- Le coefficient de perméabilité qui peut être mesuré en laboratoire par perméamètre sur des échantillons prélevés du matériau aquifère ou calculé par la réalisation des essais In-situ de débits, par pompage sur des puits ou forages.

Dans ce chapitre, qui constitue ma partie spéciale d'étude, nous essayons d'identifier la possibilité aquifère dans la plaine de Bekkaria – Tébessa et de définir la structure et la géométrie des aquifères qui peuvent exister dans le remplissage alluvionnaire du Plio-Quaternaire.

Pour cela, Parmi les travaux de prospection géophysique réalisés sur le bassin d'effondrement de Tébessa – Morsott, nous avons utilisé une partie des données de la première campagne géophysique qui a été réalisée, en 1970 par la compagnie générale de la géophysique (C.G.G). Nous avons exploité les données de soixante huit (68) sondages électriques verticaux, répartis sur dix (10) profils géo électriques allant du profil « Q » jusqu'au profil « Z», couvrant l'espace d'étude Bekkaria – Tébessa (Figure n° 10).

Comme procédé, nous avons tenté de réinterpréter ces dix (10) profils géoélectriques par étalonnage des logs géologiques de dix sept (17) forages implantés en cet espace et par la reconnaissance de la nature lithologique des affleurements de bordures (Tableau n°4).

Il est à signaler qu'au niveau des endroits de contact anormal du remplissage alluvionnaire avec les affleurements des couches plus anciennes, nous avons considéré des points limites où l'épaisseur de l'aquifère est fixée nulle.

II. Réinterprétation des profils géoélectriques :

L'acquisition des données géo électriques de base relatives aux soixante huit (68) sondages électriques verticaux, des descriptions lithologiques des logs de dix sept (17) forages et de la carte géologique de Tébessa et sa notice explicative, nous a incité de refaire un travail de comparaison et de corrélation entre les diverses données en cherchant un certain calage entre les valeurs de résistivités spécifiques des couches et les natures lithologiques des terrains traversés par les forages ou en affleurement.

Comme résultats de traitement et de réinterprétation, nous pouvons indiquer ce qui suit:

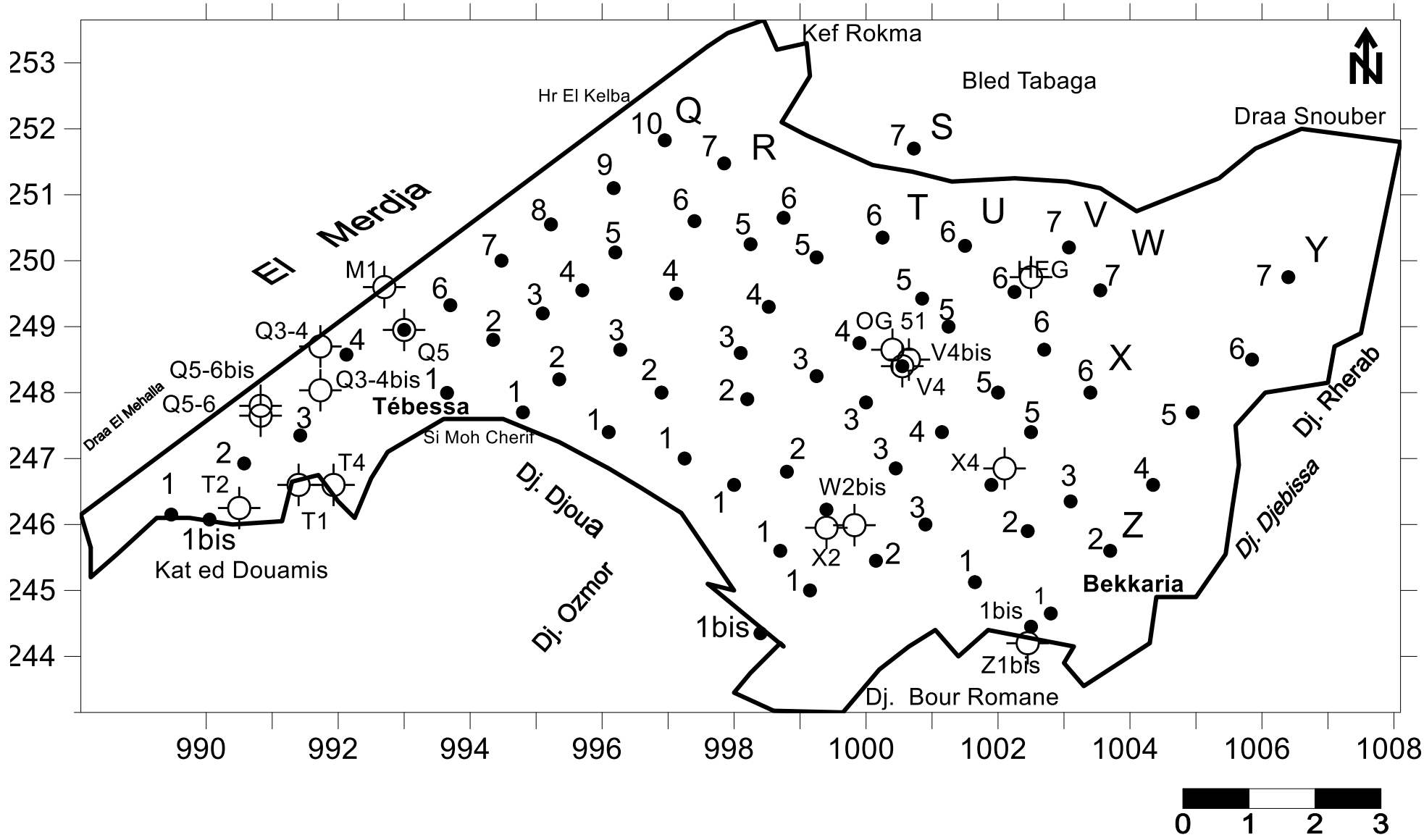


Figure n° 10 Carte de position des sondages électriques verticaux et des forages dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

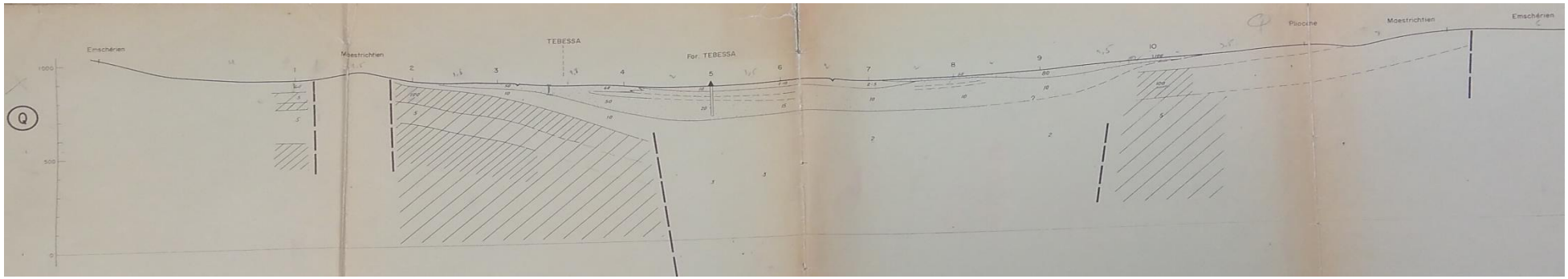
N°	Sigle du forage	Coordonnées Lambert			Profondeur du forage (m)
		X (m)	Y (m)	Z (m)	
1	Q 5-6	990,825	247,65	830	210
2	M1	992,7	249,6	815	150
3	0 G 51	1000,4	248,65	850	250
4	W2 bis	999,825	245,99	867	303
5	Z1 bis	1002,45	244,2	915	175
6	X4	1002,1	246,85	871,6	250
7	T2	990,5	246,25	902	260
8	Q3-4	991,73	248,7	839	250
9	Q5	993	248,95	818	150
10	X2	999,4	245,95	865	100
11	V4	1000,55	248,4	853	90
12	V4bis	1000,65	248,5	852	90
13	Q5-6 bis	990,825	247,8	870	210
14	Q3-4 bis	991,73	248,035	855	250
15	T1	991,4	246,6	892	200
16	T4	991,93	246,6	900	200
17	F HEG	1002,5	249,75	882	145

Tableau N° 4 Inventaire des forages implantés dans la plaine Bekkaria –Tébessa

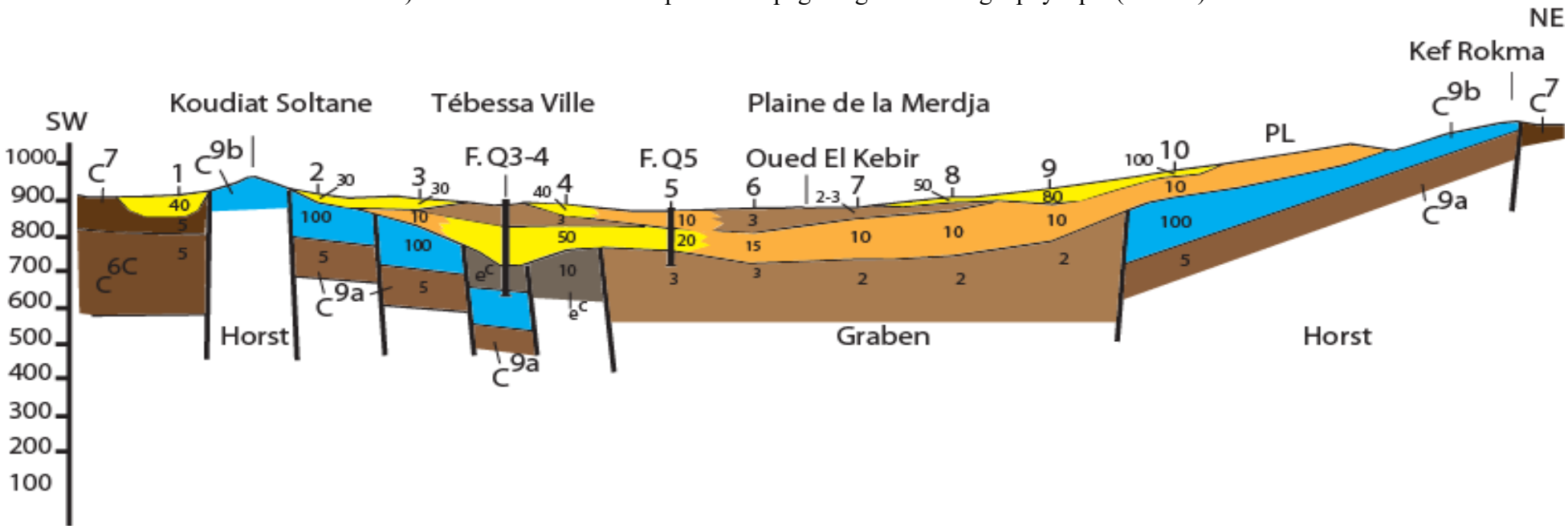
II .1 Le profil géoélectrique Q (Figure n° 11) : qui traverse, selon le tracé sud - ouest nord - est, Koudiat Soltane - la ville de Tébessa – la plaine d'El Merdja - Aéroport – pied de versant de Gouraye, a mis en évidence un remplissage alluvionnaire très puissant plutôt très conducteur de résistivité inférieur à 3 Ωm dans son ensemble au niveau de la plaine, il se trouve aux bordures en contact anormal avec les calcaires d'âge Maestrichtien moyen (C^{9b}) très résistants de résistivité 100 Ω m, qui affleurent à Koudiat Soltane. Ce contact anormal est bien argumenté par la présence des grandes failles à grands rejets marquant un effondrement dépassant les 600 m au centre de la plaine. Le forage Q3-4 de profondeur 250 m, implanté entre les sondages électriques verticaux 3 et 4, confirme bien cette forte subsidence où les marnes dano-montiennes n'ont été détectées qu'à partir de 182 m.

Au sein de ce remplissage alluvionnaire, nous constatons la présence de deux horizons hétérogènes résistants :

- Le premier horizon résistant est discontinu et se présente en subsurface sous forme des lentilles d'épaisseurs et de résistivités respectivement :
  - 60 m et 40 Ω m au niveau du premier sondage électrique vertical, la lentille est visible de forme petite poche qui couvre les calcaires et les marnes d'âges respectivement Maestrichtien et Emschérien ;



a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)



b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° *11 Profil géoélectrique Q*

- de 15 à 25 m et 30 Ω m au niveau du deuxième et troisième sondage électrique vertical ;
- de 25 à 50 m et 10 à 40 Ω m au niveau du quatrième et cinquième sondage électrique vertical ;
- de 15 à 40 m et 50 à 100 Ω m au niveau des trois derniers sondages électriques verticaux (8, 9 et 10).

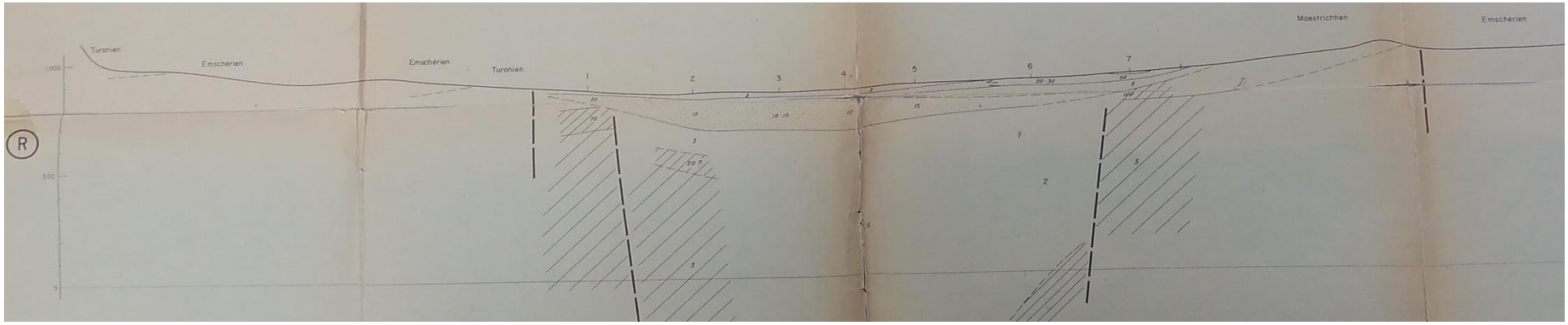
- Le deuxième horizon résistant de 10 à 50 Ω m s'allonge sur la totalité du profil à partir du troisième sondage électrique vertical, il est plus au moins épais par rapport au premier horizon. Son épaisseur varie de 45 m à 130 m, valeurs enregistrées respectivement aux sondages électriques verticaux n° 3 et 8. Cet horizon résistant repose au centre directement sur une couche très épaisse et très conductrice de résistivité inférieure à 3 Ω m. Cependant aux sondages électriques verticaux n° 2, 3 et 10, il repose sur une couche très résistante de résistivité 100 Ω m attribuée aux calcaires fissurés du Maestrichtien moyen (C^{9b}).

II .2 Le profil géoélectrique « R» (Figure n° 12) : qui traverse ainsi la ville de Tébessa - El Merdja – Oued el Madjene, a donné les mêmes constats du profil géoélectrique « Q» mais on mentionne :

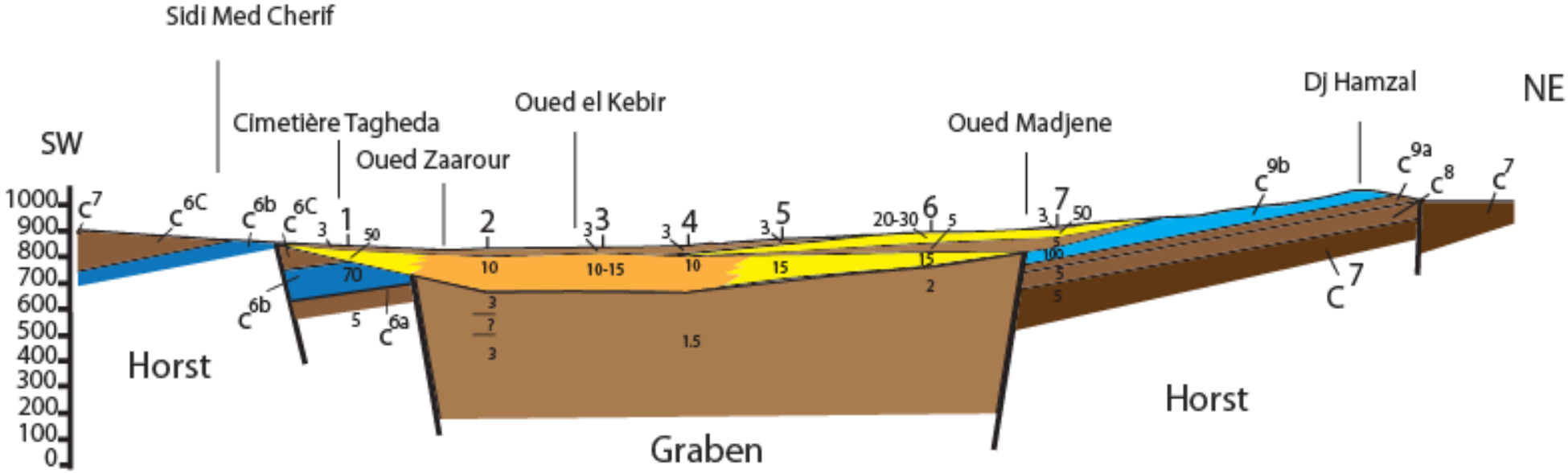
- La visibilité du premier horizon résistant qu'à partir du quatrième sondage électrique vertical (S.E.V. n°4). Sa résistivité varie de 20 à 50 Ω m et son épaisseur varie entre 15 m et 35 m ;
- L'extension du deuxième horizon sur la totalité du profil géo électrique excepté le S.E.V. n° 7. Sa résistivité varie de 10 à 50 Ω m et son épaisseur varie entre 50 m et 140 m,
- A la limite sud – ouest, le facies de contact anormal avec le remplissage alluvionnaire devient de nature calcaires fissurés d'âge Turonien moyen.

II.3 Le profil géoélectrique « S» (Figure n° 13) : qui commence de Bj. Chettouch et passe par Bj Abderahmane, Oued El Kebir, Oued Hamadja et se termine en aval du Koudiat Nassela, a réitéré la même structure déduite précédemment mais nous signalons :

- A la bordure sud - ouest, un changement de facies du contact anormal du remplissage alluvionnaire. Ce contact anormal est de formation calcaire d'âge Turonien moyen qui affleure en amont du Bj Chettouch ;

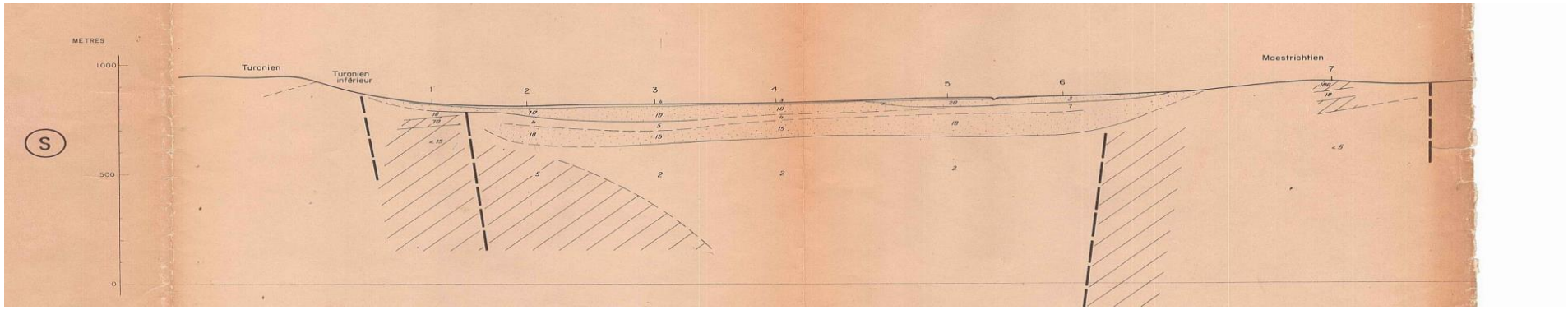


a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)

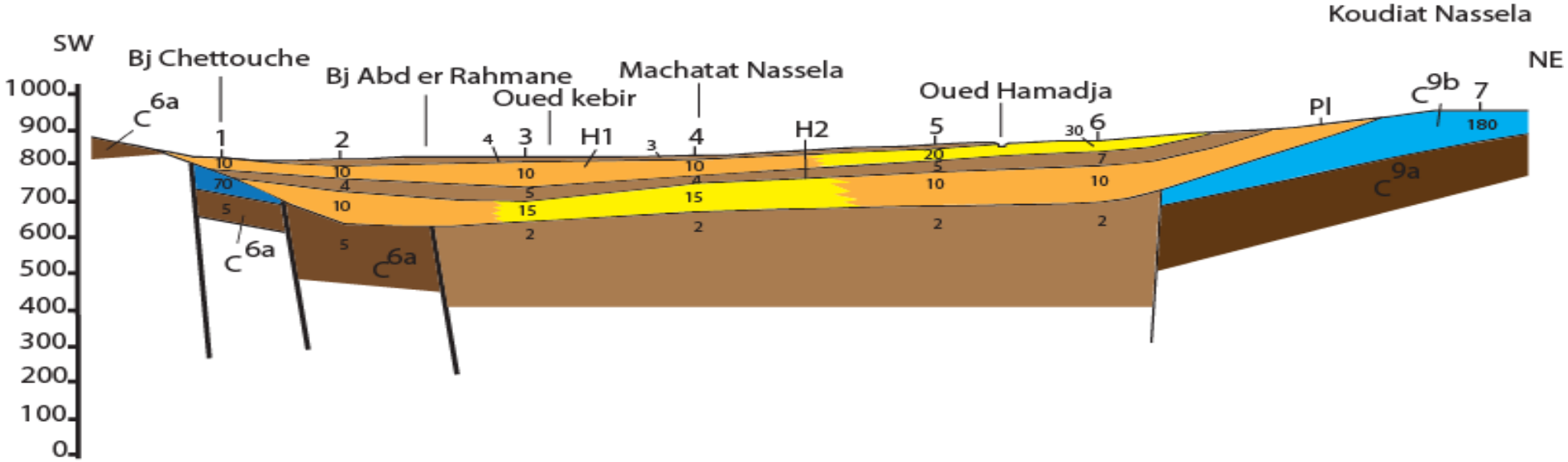


a) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° *12 Profil géoélectrique R*



b) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)



b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° 13 Profil géo électrique S

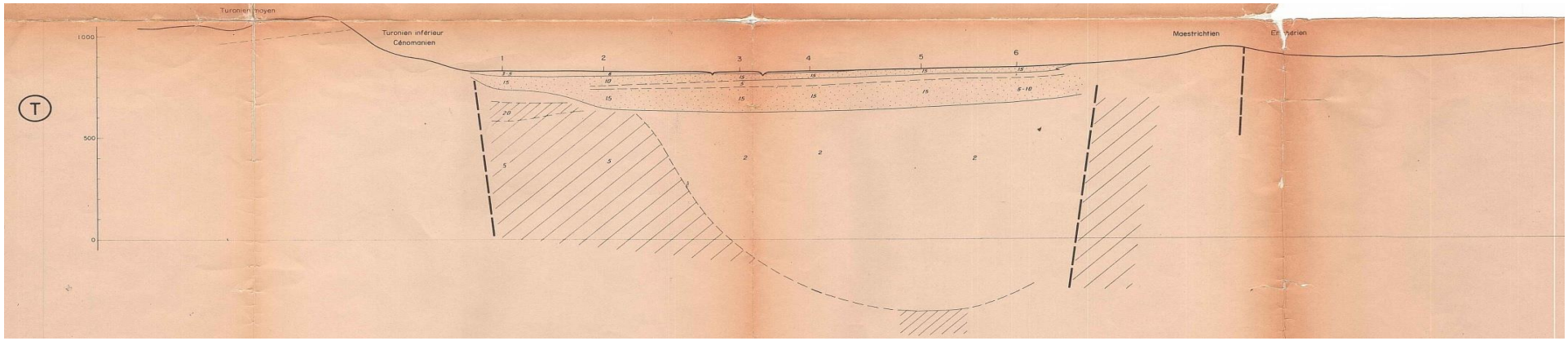
- Le premier horizon résistant est en dessous d'une mince couche très conductrice de résistivité 3 et 4 Ω m, constaté le long du profil, excepté localement au sondage électrique vertical n°6 où le toit de cet horizon est à la surface du sol. Il se caractérise par une résistivité de 10 à 30 Ω m et devient plus épais, son épaisseur oscille entre 30 et 40 m ;
- Le deuxième horizon devient moins résistant et s'étale sur le long du profil. Il repose directement, à partir du sondage électrique vertical n°2, sur des couches très conductrices de résistivité inférieure à 5 Ω m ;
- Le substratum du remplissage alluvionnaire Plio-Quaternaire n'a pas été détecté au centre de la plaine à une profondeur d'investigation dépassant 1000 m, il reste encore inconnu.

II. 4 Le profil géoélectrique « T» (Figure n° 14) : débute de la localité dénommée Mechetat Oeud Djerboua par le premier sondage électrique vertical (S.E.V. n°1), puis il traverse Henchir Babouche et se termine au pied de Koudiat Nassela. Ce profil a donné lui aussi la même composition géo électrique, structurale et géométrique que celle rencontrée au niveau du profil géo électrique précédent. Mais nous pouvons ainsi déclarer que :

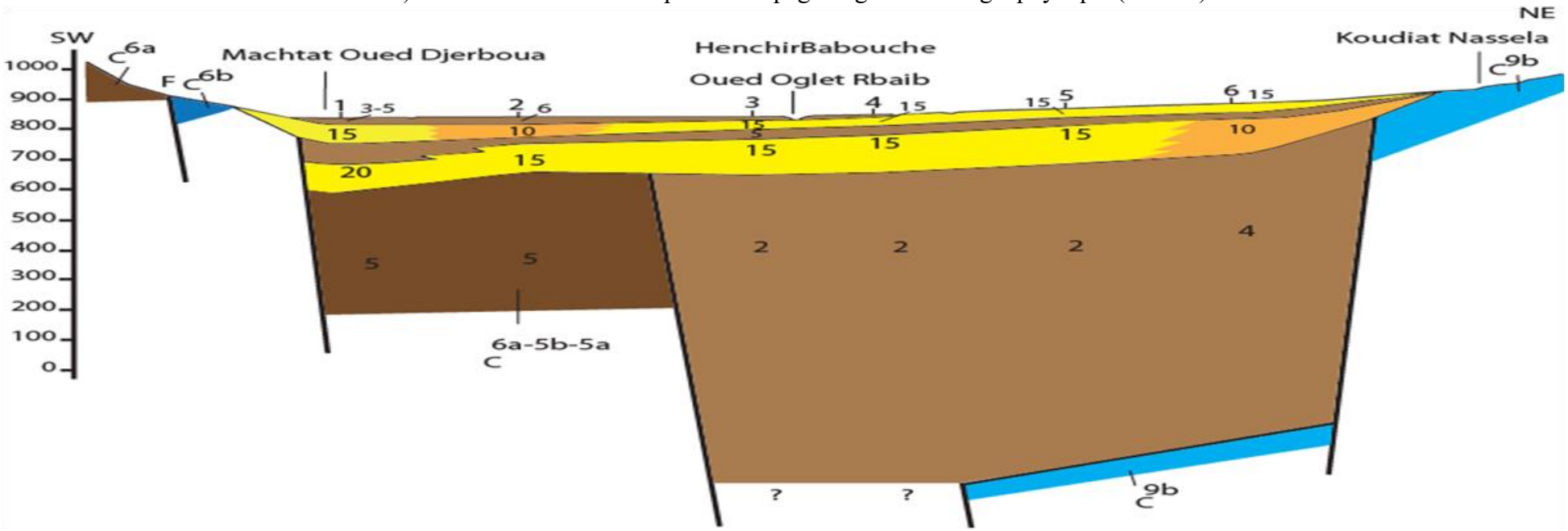
- Le premier horizon résistant devient moins épais et son toit est apparu en surface du sol à partir du sondage électrique vertical n°4, néanmoins aux trois premiers sondages électriques verticaux, cet horizon se trouve en dessous d'une lentille très conductrice de résistivité spécifique inférieure à 6 Ω m ;
- Le deuxième horizon résistant devient plus épais et avec une résistivité spécifique variant de 15 à 20 Ω m ;
- Au niveau des deux derniers sondages électriques verticaux (S.E.V. n° 5 et 6), une couche électrique très résistante a été détectée à une profondeur d'investigation plus que 1100 m correspondant à une côte d'altitude moins de 260 m du niveau de la mer. Cette couche constitue certainement le substratum du remplissage alluvionnaire et témoigne la forte subsidence en particulier au niveau de cette zone.

II.5 Le profil géoélectrique « U» (Figure n° 15) : qui commence du pied de versant Douamis et traverse Henchir et Oued Oglet Rbaib, a dévoilé lui aussi la même structure géo électrique où :

- Le premier horizon résistant devient un peu plus épais et plus résistant traduit par une légère augmentation de sa résistivité spécifique qui balance entre 20 et 30 Ω m et commençant du sondage électrique n°2 ;
- Le deuxième horizon résistant a connu ainsi une certaine augmentation de sa résistivité spécifique qu'a pu atteindre : 30 Ω m au niveau des deux premiers sondages, 20 Ω m au

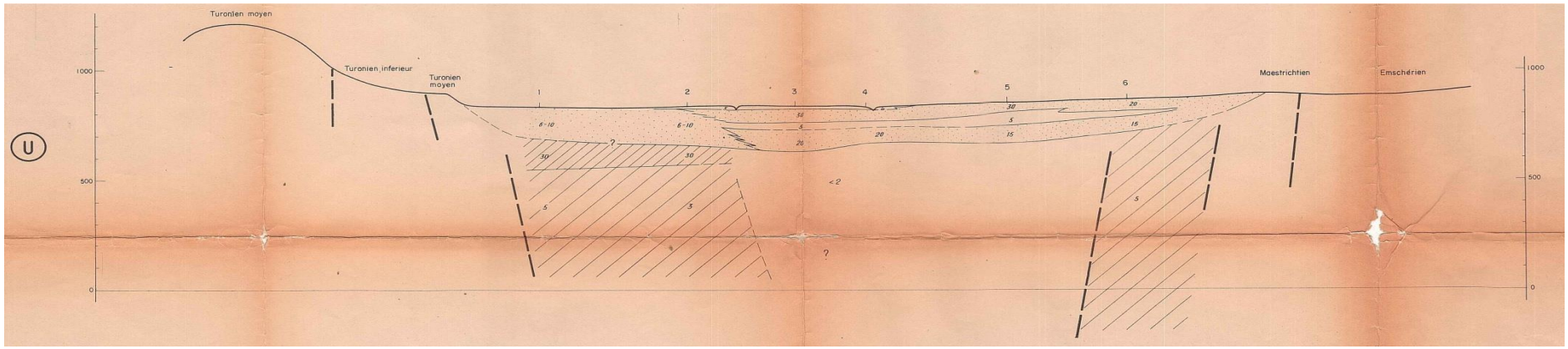


a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)

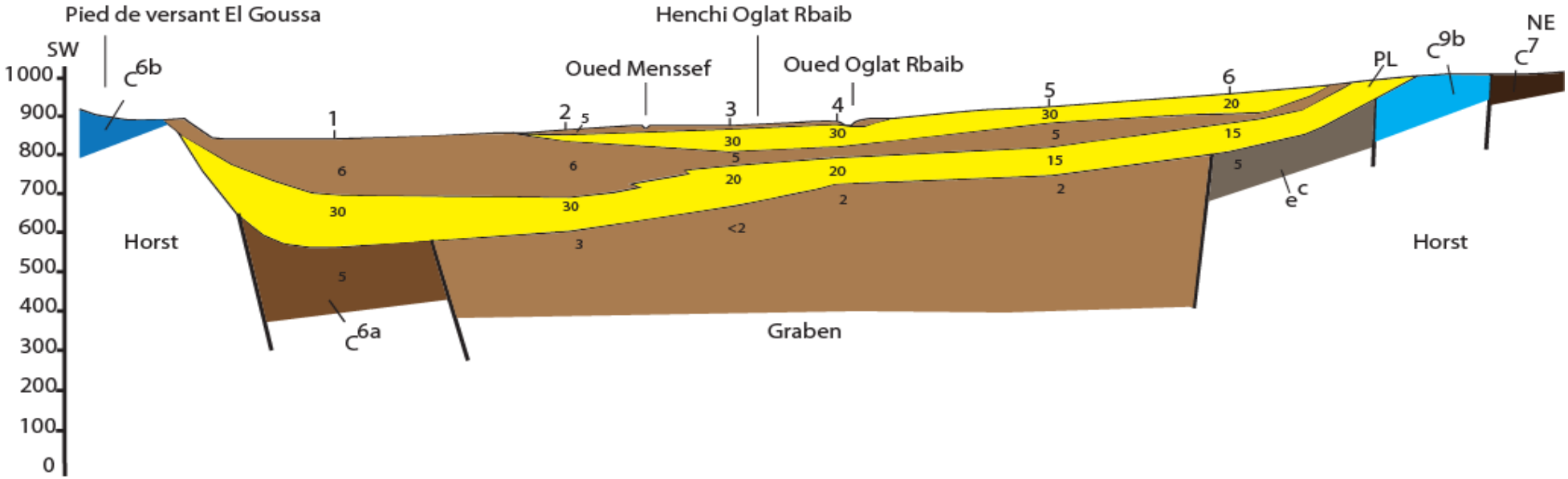


b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n°14 ***Profil géoélectrique T***



a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)



b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° 15 Profil géoélectrique U

niveau du troisième et quatrième sondage et 15 Ω m au niveau des deux derniers sondages ;

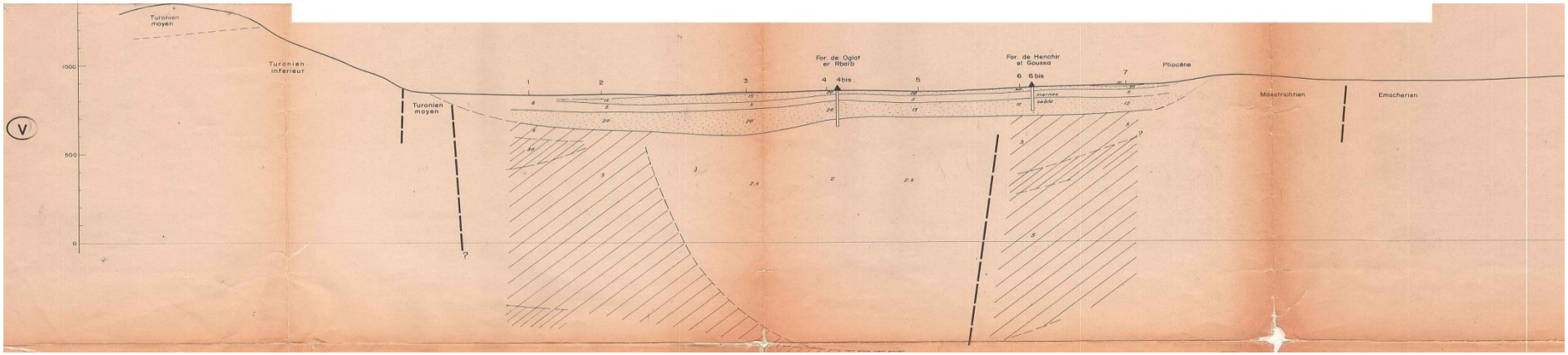
- Le substratum du remplissage alluvionnaire n'a pas été détecté en ce profil géo électrique.

II.6 Les quatre profils géoélectriques « V, W, X et YZ » (Figure n° 16 à 19) : qui couvrent l'espace de la plaine de Bekkaria, limitée au nord - ouest par Henchir et Oued Oglat Rbaib, au sud - est par le village de Bekkaria et par les pieds de versant Djebel Djebissa et Djebel Rherab, au sud - ouest par les pieds de versants de Djebel Ozmor et Djebel Bou Roumane et au nord – est par Draa Snouber, ont révélé un remplissage alluvionnaire du Plio-Quaternaire très puissant en contact anormal avec les formations carbonatées (calcaires fissurés, marnes et marno-calcaires). A la bordure sud – ouest, ces dernières appartiennent au Crétacé allant du Turonien supérieur (C^{6c}) jusqu'à l'Aptien moyen et inférieur (C_{II}). Cependant à la limite nord - est, elles sont du Maestrichtien moyen (C^{9b}) à l'Emschérien (C^{7}). Ce grand décalage d'âge de ces assises carbonatées, entre les deux limites explique bien que la région a supporté une tectonique très cassante caractérisée par la mise en place des failles normales de grands rejets dépassant 1100 m en engendrant un effondrement de grand ampleur et très spectaculaire. La subsidence est vraiment très forte à un degré où le substratum de la couverture du remplissage alluvionnaire reste indéterminé et inconnu au cœur de la plaine.

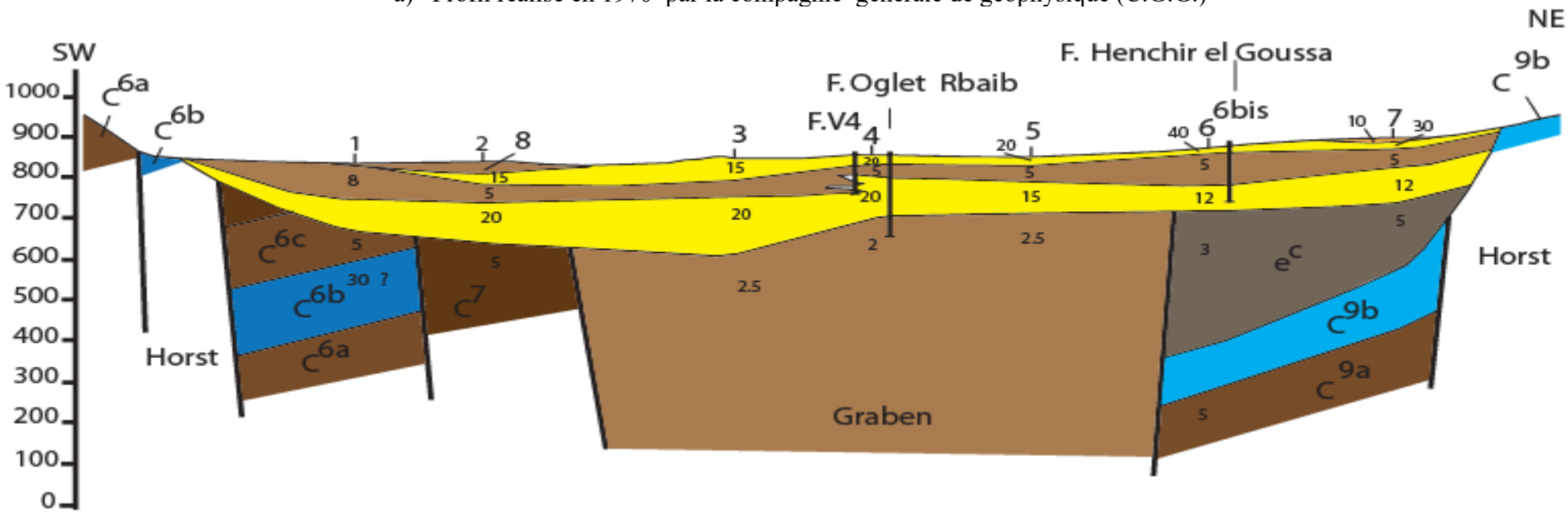
Les deux horizons résistants qui s'intercalent au sien du remplissage alluvionnaire, ont les mêmes aspects mais ils se caractérisent par des légers changements latéraux des résistivités spécifiques et d'épaisseur. Les descriptions des cuttings des forages implantés en cette localité confirment bien l'hétérogénéité du matériau du remplissage surtout au niveau des deux forages V4bis et W2bis qui atteignent chacun 300 m de profondeur.

La corrélation des natures lithologiques des cuttings des forages implantés et des affleurements de bordure avec les données de résistivités spécifiques des sondages électriques verticaux, nous a permis d'admettre une échelle de six (6) classes de valeurs de résistivité qui sont les suivantes:

- La fourchette de résistivité de 2 à 3 Ω m correspond aux argiles plastiques du remplissage alluvionnaire détectées en profondeur au centre de la plaine,
- La fourchette de résistivité comprise entre 4 à 9 Ω m caractérise les marnes noires et grises des formations anciennes de différents âges du Crétacé,

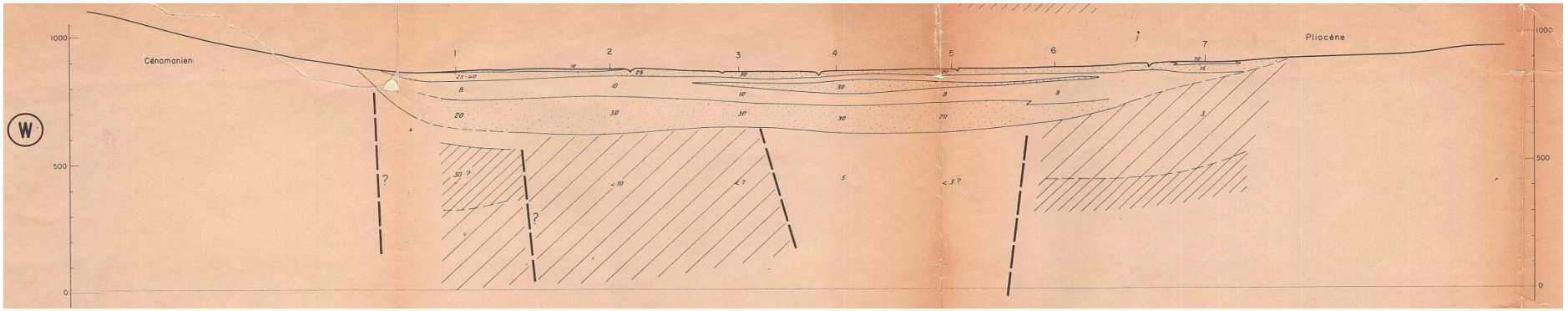


a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)

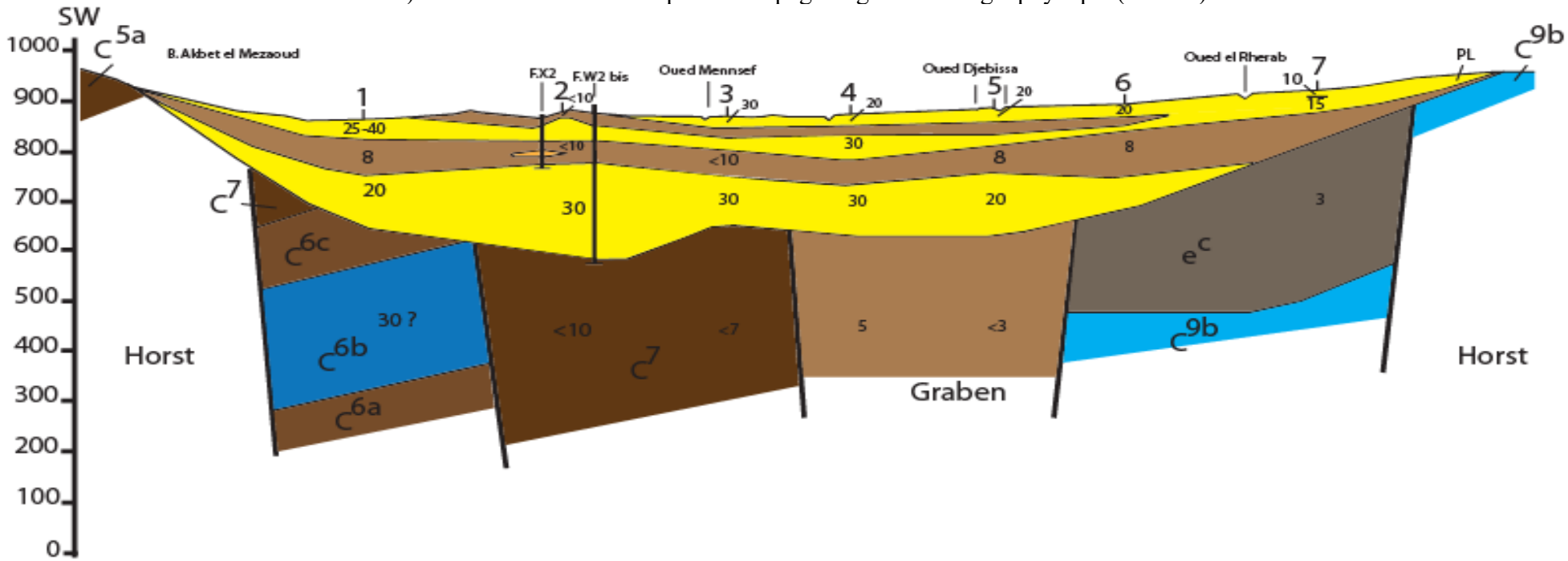


b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° 16 ***Profil géo électrique V***

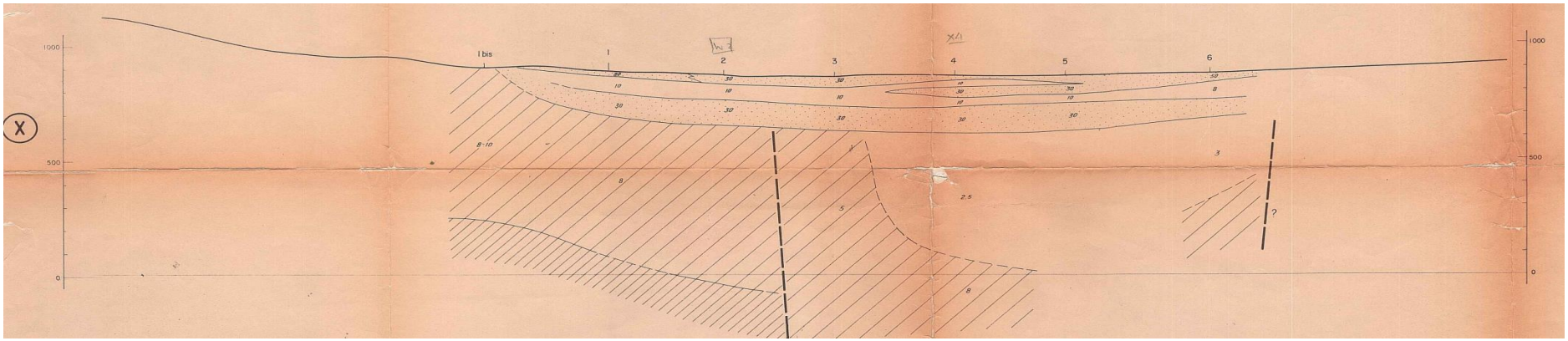


a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)

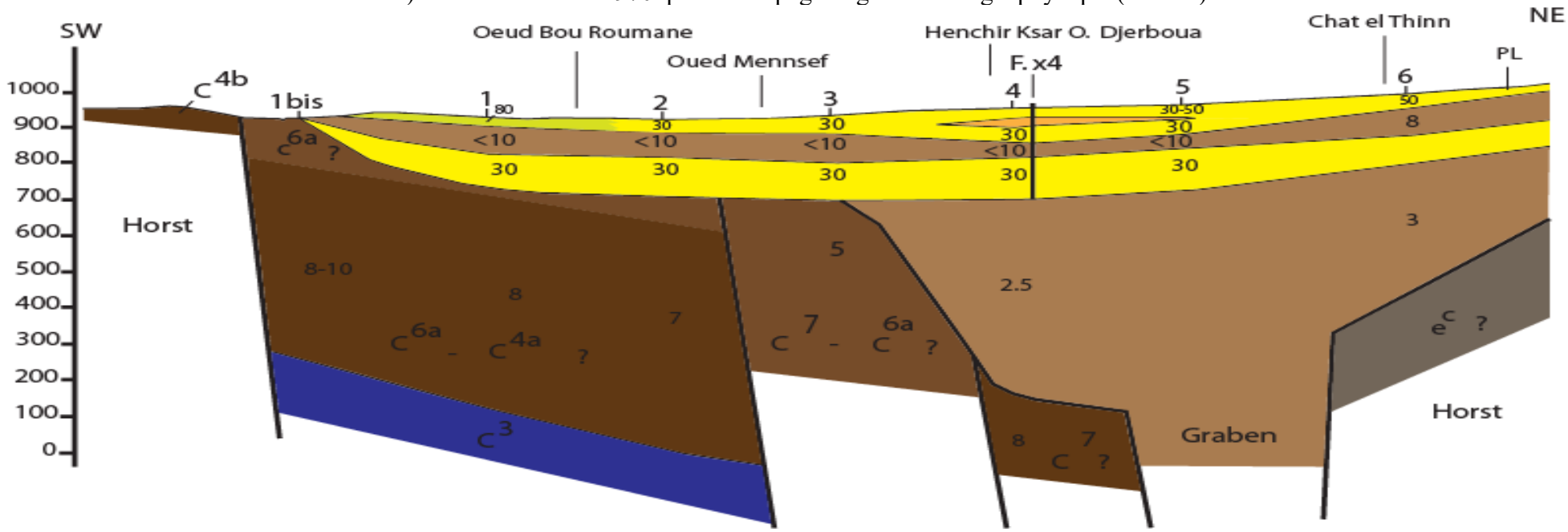


b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI A.)

Figure n° 17 ***Profil géoélectrique W***

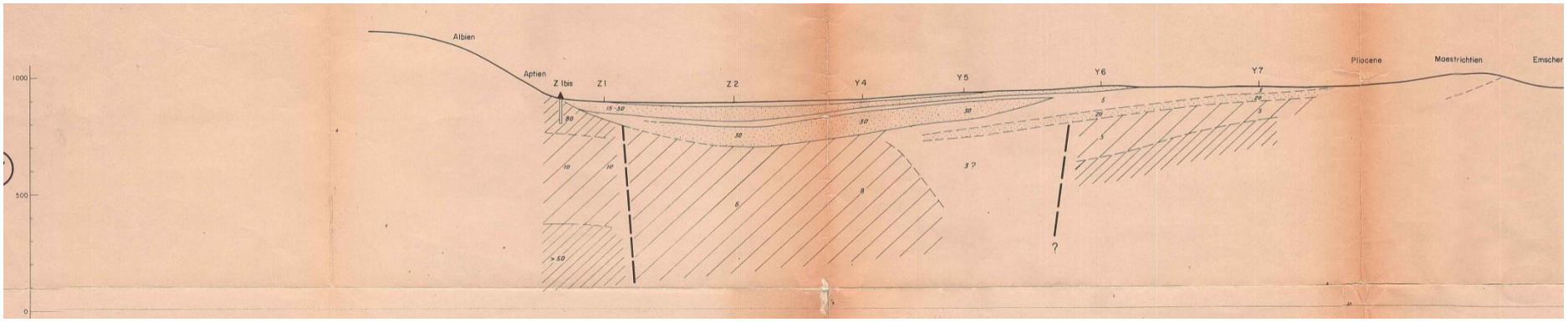


a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)

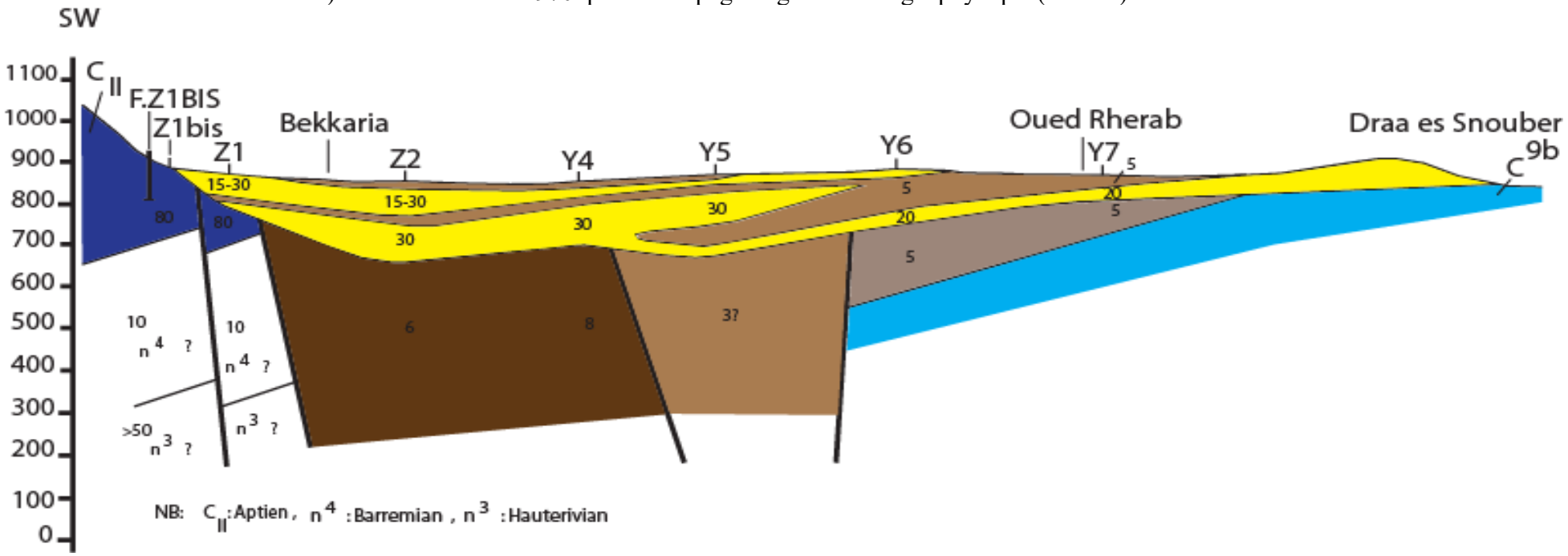


b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° *18 Profil géoélectrique X*



a) Profil réalisé en 1970 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.)



b) Profil réinterprété en Mai 2025 par nous même (Pr HEMILA M.L. et GHAZALI AYA)

Figure n° *19 Profil géoélectrique YZ*

- La fourchette de résistivité de 2 à 9 Ω m, détectée au sein du remplissage sous forme des lentilles très conductrices et moins épaisses, indique un faciès de nature argileuse : argiles et argiles sableuses ;
- La fourchette de résistivité de 10 à 40 Ω m, caractérise un mélange des sables argileux, des sables et des graviers qui constituent la nature lithologique des deux horizons résistants du remplissage alluvionnaire,
- La fourchette de résistivité de 40 à 100 Ω m, aperçue aux pieds des versants, caractérise bien le dépôt de Pliocène à éléments grossiers: des sables, des gros graviers, de cailloutis de calcaires, des gros galets avec très peu de sables argileux et argiles.
- La fourchette de résistivité de 70 à 100 Ω m, rencontrée aux endroits limites en dessous du remplissage alluvionnaire constituant les couches très résistantes, correspond aux calcaires fissurés des différentes couches du Crétacé ; calcaires fissurés du Maestrichtien, calcaires fissurés du Turonien et calcaires fissurés du Vraconnien, Albien et Aptien.

Comme synthèse hydrogéologique, les forages implantés dans la zone d'étude ont tous argumenté la présence d'une possibilité aquifère au niveau :

- Du remplissage alluvionnaire par ses des deux horizons résistants hétérogènes détectés :
  - ✓ Le premier horizon qui se trouve dans des endroits restreints comme nappe libre où son toit est à la surface du sol, par contre dans la grande partie de la plaine, il se présente comme nappe captive sous pression d'une couche lenticulaire mince et argileuse.
  - ✓ Le deuxième horizon se présente totalement comme nappe captive, excepté dans des endroits des limites où le contact entre les deux horizons est direct sans une couche argileuse qui les sépare, la nappe est évidement de type libre. Les couches argileuses de dessus et de dessous constituent respectivement le toit et le substratum de cet horizon aquifère.
- Des calcaires fissurés du Maestrichtien qui affleurent à Koudiat Soltane traversée par le profil Q entre les S.E.V n° 1 et 2 et le long de la bordure nord - est. Ils sont ainsi traversés par les trois forages T1, T2 et T4,
- Des calcaires fissurés du Turonien moyen qui affleurent aux Djebels Djoua et Ozmor ;
- Des calcaires fissurés du Vraconien Albien qui affleurent à la partie nord est du Djebel Bou Roumane et qui sont traversés par les deux forages Z1 et Z1bis.

III. Géométrie des horizons aquifères du remplissage alluvionnaire :

La réinterprétation des neuf (09) profils géo électriques (du profil Q au profil YZ) par étalonnage aux données des logs géologiques des puits et à la présentation géologique et

tectonique de cette région, nous a permis au niveau des soixante huit (68) sondages électriques verticaux de déterminer, pour les deux horizons résistants du remplissage alluvionnaire qui forment les principaux aquifères de la plaine d'étude, les épaisseurs et les profondeurs des toits et des substratums. Sur la base de différentes valeurs trouvées, nous avons dressé pour chaque horizon aquifère six cartes avec lesquelles nous donnerons une image sur sa géométrie et nous cernons les endroits les plus favorables à présenter des potentialités aquifères plus importantes et intéressantes aux perspectives futures d'implantation des puits et forages.

III.1 Géométrie du premier horizon aquifère du remplissage alluvionnaire :

a) Etablissement et interprétation de la carte des isopaques:

Sur la base des valeurs des épaisseurs déterminées de la tentative de réinterprétation et de correction de ces neufs (09) profils géo électriques, nous avons établi la carte des isopaques de ce premier horizon aquifère en utilisant le logiciel Surfer 13 et en appliquant la méthode d'interpolation kriging (Figure n° 20). Cette illustration graphique, nous a montré que le premier horizon aquifère du remplissage se caractérise par une variation spatiale de son épaisseur. Cette dernière devient généralement plus faible aux bordures et plus importante au centre de la plaine. Quatre importants endroits peuvent être distingués :

- le centre de la plaine du village de Bekkaria, précisément au niveau de la localité appelée Henchir Ksar oued Djebissa, où l'épaisseur de cet horizon a pu atteindre la valeur 100 m enregistrée au niveau du S.E.V n°4 du profil géo électrique X et au niveau du forage X4,
- la zone de Henchir et oued Oglet Rbaib où la plus grande valeur d'épaisseur de 60 m à été enregistrée au niveau du S.E.V. n°3 du profil géo électrique U et au niveau du forage de reconnaissance OG 51,
- la bande du pied de versant de Djebel Djoua, dénommée Bled el Ateuf, Mechtat Oued Djerboua où l'épaisseur de ce premier horizon a pu arriver à 60 m (S.E.V. n°1 Profil T) ;
- la partie nord ouest de la ville de Tébessa, connue sous le nom « le cimetière de Sidi Kraif – Bordj Merdja – fours à briques » où l'épaisseur a enregistré 50 m au niveau du S.E.V. n°5 du profil géo électrique Q et au niveau du forage Q5.
- Une petite poche isolée de 60 m d'épaisseur, limitée au nord par l'affleurement des calcaires Maestrichtiens de Koudiat Soltane et au sud par le pied de Koudiat Ed Douamis, a été constatée au niveau du premier sondage du profil géo électrique Q.

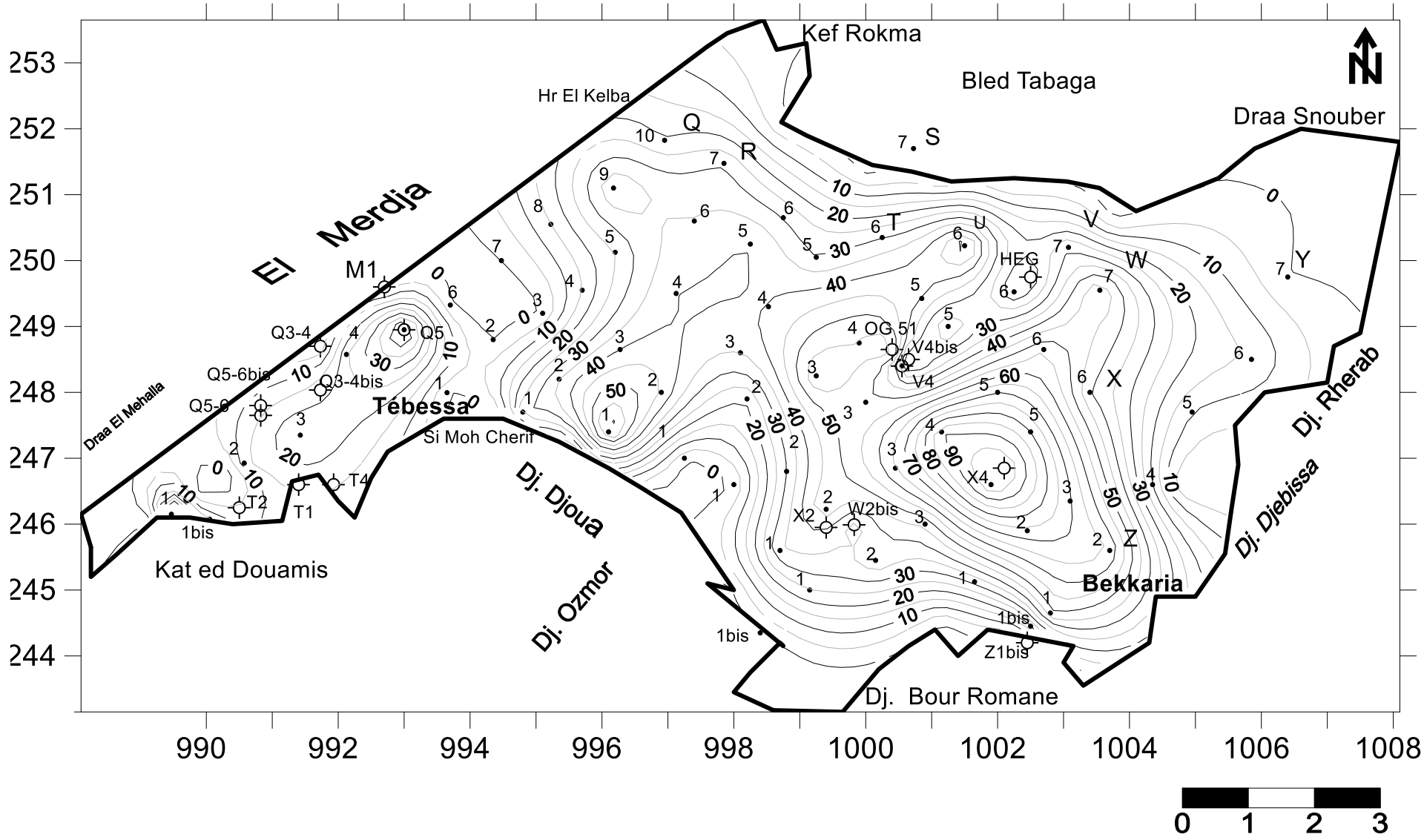


Figure n° 20 Carte des isopaques du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie)

b) Etablissement et interprétation de la carte des isobathes :

Par définition, les isobathes du substratum sont des valeurs d'égales altitudes de la profondeur du substratum, c'est-à-dire profondeur exprimée en côte d'altitude. Cette dernière sera calculée par une simple opération de déduction de la profondeur du substratum de la côte du sol. (Côte du substratum = Côte du sol – Profondeur du substratum).

Les calculs des côtes du substratum du premier horizon aquifère du remplissage alluvionnaire au niveau des soixante huit (68) sondages électriques verticaux, nous ont permis ainsi d'établir la carte des isobathes en utilisant le même logiciel et la même méthode d'interpolation (Figure n° 21).

Comme le montre cette figure, la carte des isobathes du substratum de ce premier horizon a présenté une image globale de répartition des iso-valeurs similaire à celle de la carte des isopaques. En cette carte, trois dépressions ont pu être individualisées :

- La dépression de la plaine de Bekkaria, observée entre Henchir Ksar oued Djebissa et l'oued de Djebissa, elle se caractérise par le fonçage du substratum jusqu'à les côtes d'altitude 771,4 m et 773,5 m, enregistrées au niveau des deux sondages W4 et X4 ;
- La dépression de Bled Ateuf - Mechtat Oued Djerboua, où le substratum a été détecté à la côte 743 m ;
- La dépression de la partie nord - ouest de la ville de Tébessa, qui se caractérise par le fonçage modéré du substratum imperméable. Ce dernier atteint la côte 769 m.

III.2 Géométrie du deuxième horizon aquifère du remplissage alluvionnaire :

a) Etablissement et interprétation de la carte des isopaques :

En se basant sur les valeurs des épaisseurs déterminées sur l'ensemble du deuxième horizon aquifère et sur les forages disponibles, nous avons établi la carte des isopaques de ce deuxième horizon aquifère en utilisant le même logiciel Surfer 13 et en appliquant la même méthode d'interpolation kriging (Figure n° 22). Cette illustration graphique, nous a montré que l'épaisseur de cet horizon aquifère du remplissage varie en générale entre 15 m et 205 m. La distribution spatiale des isopaques a révélé la mise en place de trois grandes zones où l'horizon aquifère est plus épais, à savoir :

- La zone centrale de la plaine de Bekkaria, espace délimité par oued Bou Roumane, oued Mennsef, Henchir Ksar et oued Djebissa de superficie d'environ dix kilomètres carrées (10 km^2), où l'épaisseur de l'aquifère est à une fourchette entre 100 et 200 m, elle a pu atteindre même la valeur 205 m au niveau du forage W2BIS ;

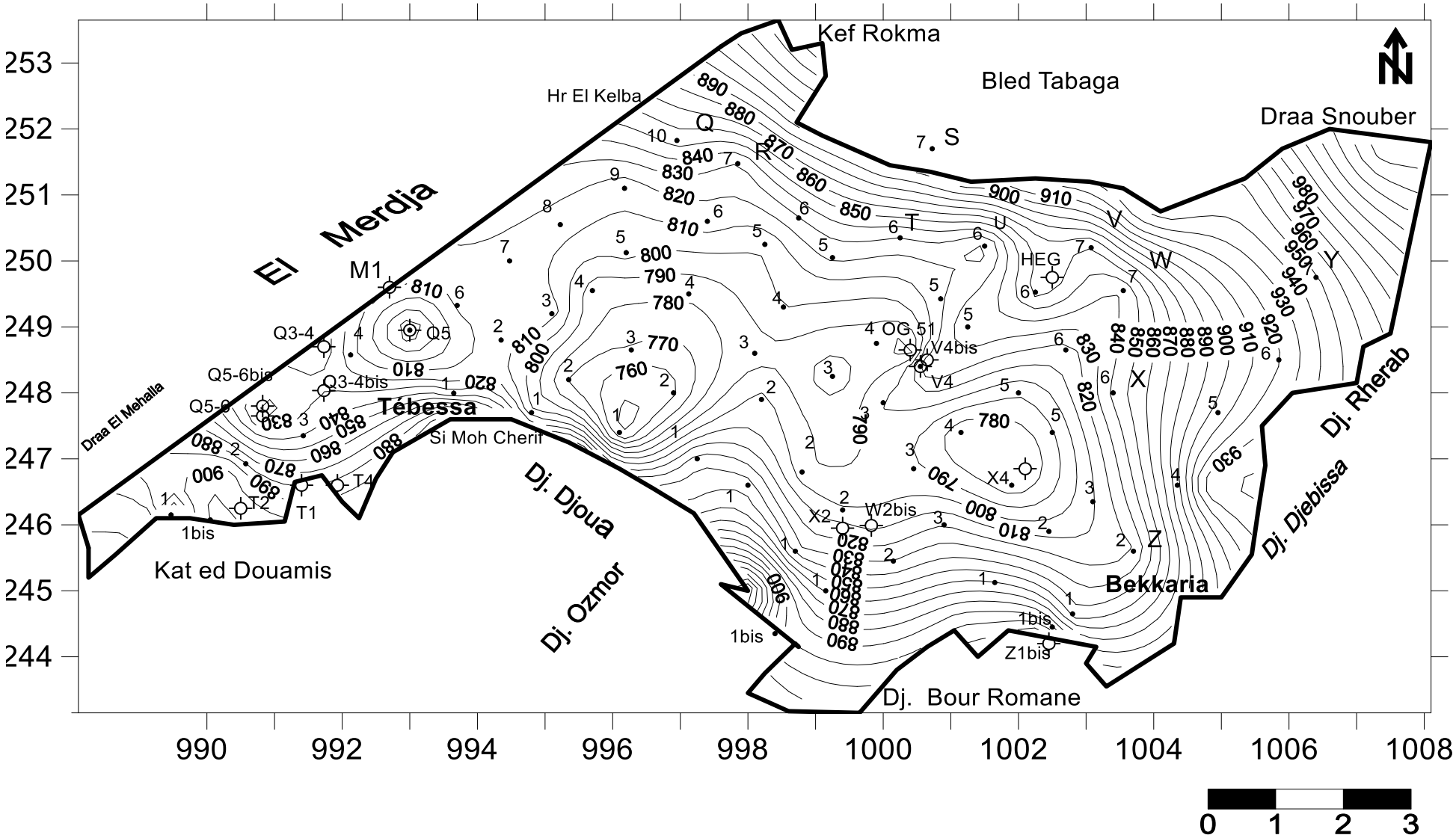


Figure n° 21 Carte des isobathes du substratum du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria –Tébessa.

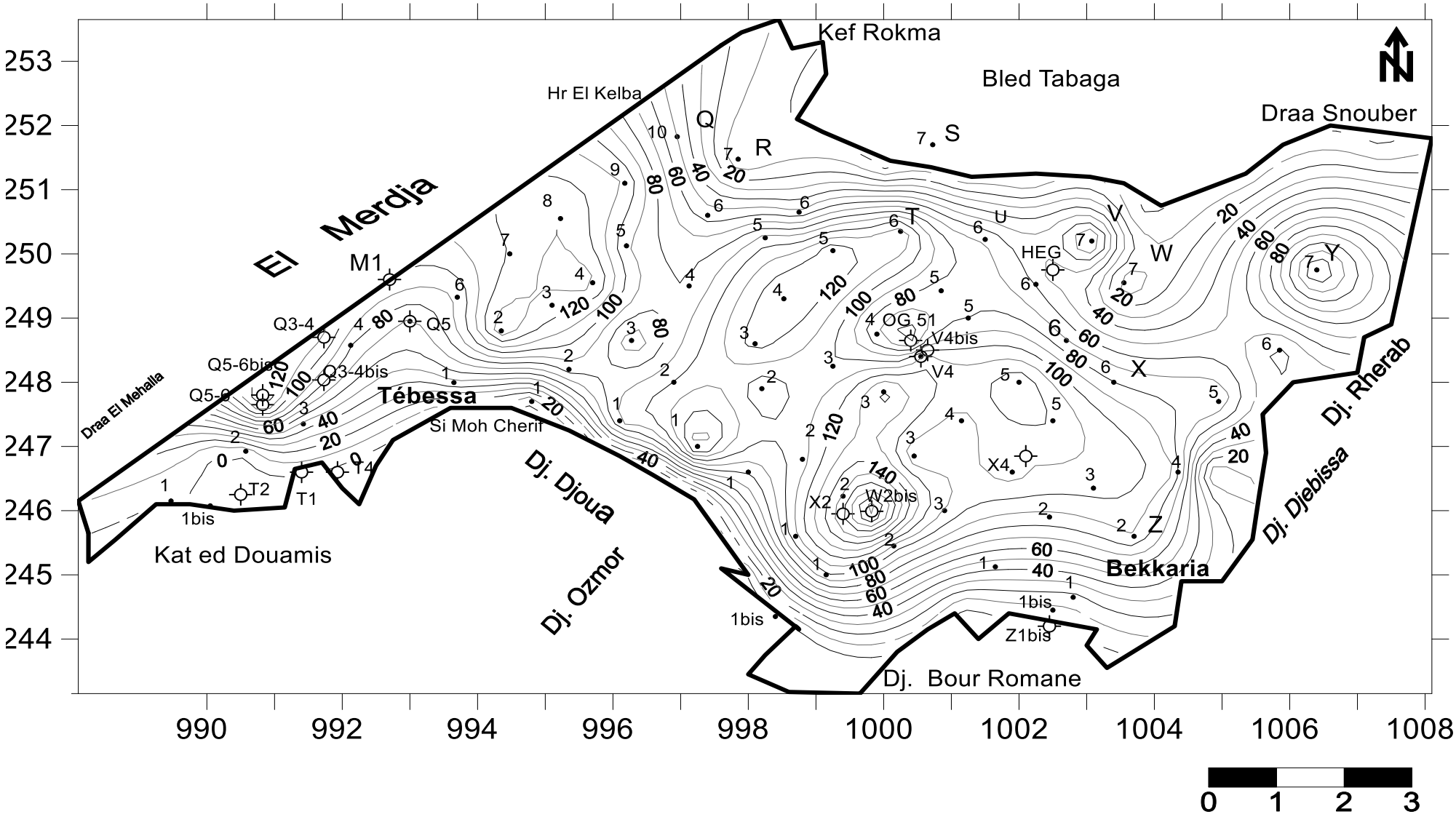


Figure n° 22 Carte des isopaques du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie)

- La zone limitée par Henchir Babouche, Henchir Oglet el Rebaib et oued Hamadja, l'épaisseur de l'horizon a pu arriver à 130 m, valeur enregistrée au niveau des S.EV. n° 4 et 5 du profil géo électrique « T » ;
- La zone plaine limitrophe de la ville de Tébessa du sud-ouest et du nord-est, où l'épaisseur de l'horizon aquifère s'élève :
  - jusqu'à une valeur de 130 m aux environs de oued Nagues – champ de course, enregistrée au niveau du forage Q5-6 ;
  - jusqu'à une valeur limitée entre 90 et 140 m à l'espace exploré par les sondages électriques verticaux n° 6 à 9 du profil Q et n° 2 à 5 du profil R.

b) Etablissement et interprétation de la carte des isobathes :

Avec le même principe et le même procédé, les calculs des côtes d'altitudes du substratum de deuxième horizon aquifère du remplissage alluvionnaire au niveau de tous les sondages électriques verticaux et les forages, nous ont permis ainsi de dresser la carte des isobathes (Figure n° 23). Cette carte montre bien le fonçage du substratum de ce deuxième horizon aquifère au centre de la plaine en donnant une allure d'une grande dépression qui s'étend selon une longueur et une largeur d'environ respectivement onze (11) et cinq (5) kilomètres. La plus basse altitude du substratum, d'une valeur 556.8 m, a été détectée au niveau du premier sondage électrique vertical du profil géo électrique U. Vers les bordures on enregistre évidement l'élévation de ce substratum imperméable traduite par un rétrécissement des isobathes marquant des pentes très rudes surtout le long de la bordure sud.

IV. Identification de la potentialité aquifère dans le remplissage alluvionnaire :

L'un des paramètres hydrodynamiques essentiels à la détermination de la potentialité aquifère d'une nappe est la transmissivité. Comme définition, la transmissivité est un paramètre régissant le débit d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu et par unité de gradient hydraulique. La productivité d'un captage dans un aquifère est fonction de son coefficient de perméabilité (K en m/s) et de son épaisseur mouillée, exprimée en m et ayant le symbole « H » pour nappe libre et « e » pour nappe captive. Cette transmissivité exprimée en m^2/s représente donc la capacité d'un aquifère à mobiliser l'eau qu'il contient. Elle ne peut être calculé que par le dépouillement des résultats de la réalisation d'un essai de débits à débit constant par pompage (Essai définitif) dans un puits ou forage et par application l'une des méthodes de résolution graphique de l'équation hydrodynamique d'écoulement souterrain d'eau en régime de non équilibre (non permanant) vers un ouvrage de captage (puits ou forage).

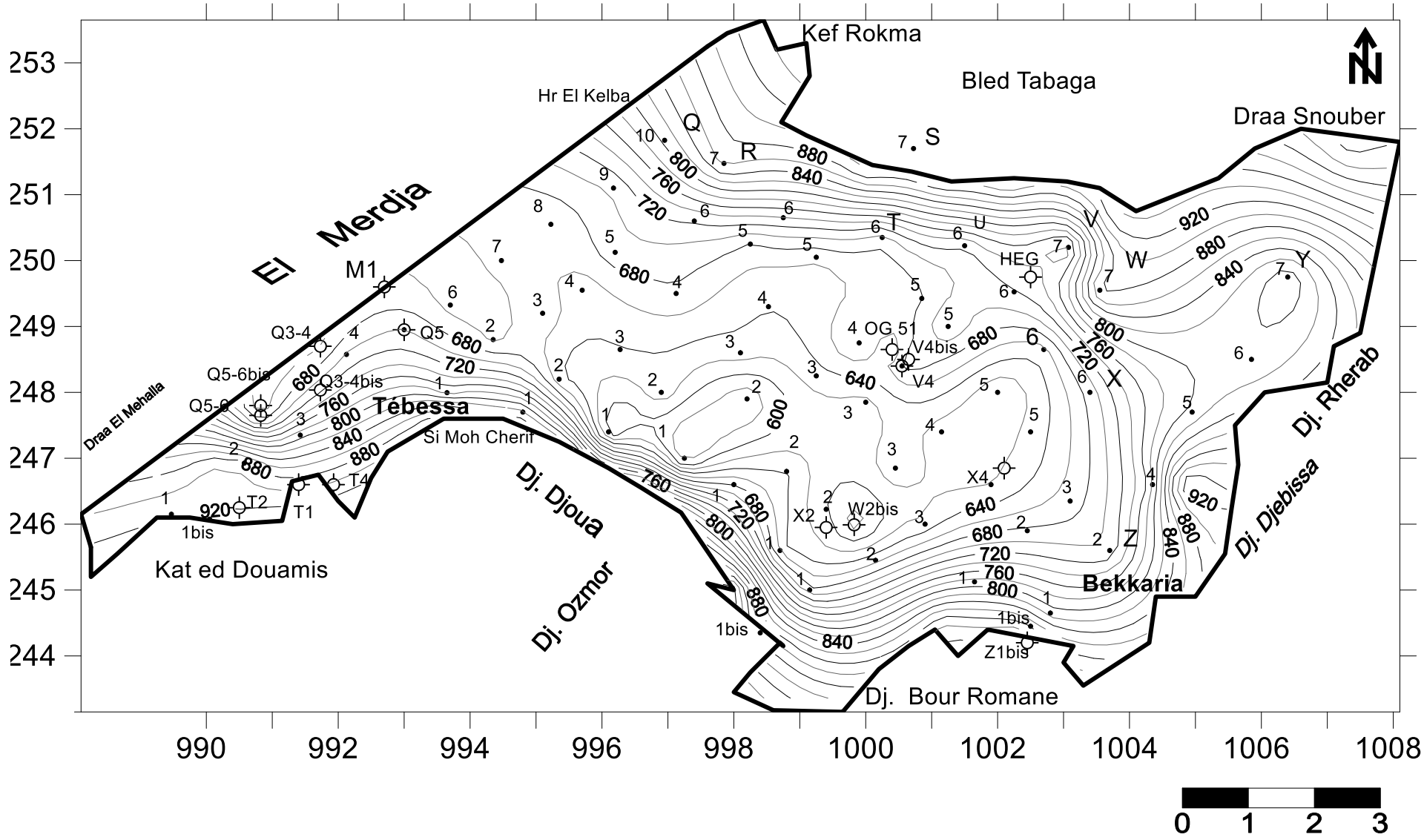


Figure n° 23 Carte des isobathes du substratum du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria-Tébessa (Algérie).

Par analogie à la méthode géophysique de prospection électrique, la résistance transversale, définie comme le produit de la résistivité électrique spécifique de la couche et son épaisseur, est considérée comme pseudo transmissivité et la résistivité électrique spécifique de la couche est analogue au coefficient de perméabilité.

En raison de l'indisponibilité des données de transmissivité issues de la réalisation des essais de pompage et afin de donner une image plus au moins représentative de la potentialité aquifère, nous avons calculé la résistance transversale au niveau de tous les sondages électriques verticaux et avec lesquelles nous avons établi, pour chaque horizon aquifère du remplissage alluvionnaire, la carte de résistance transversale prise comme une carte pseudo transmissivité.

a) Interprétation de la carte des iso valeurs de la résistance transversale du premier horizon aquifère :

Comme l'indique la figure n° 24, la carte des iso valeurs de la résistance transversale du premier horizon aquifère a permis de mettre en évidence quatre importantes zones de résistance transversale qui pourraient refléter des meilleures potentialités aquifère de ce premier horizon du remplissage alluvionnaire de la plaine de Bekkaria - Tébessa. Ces zones sont les suivantes :

- Les deux zones ayant une résistance transversale atteignant aux cœurs une valeur 3200 Ω m^2 ; elles sont représentées par :
    - Le premier espace cerné par l'oued Mennsef, Henchir Ksar et l'oued Djebissa ;
    - Le deuxième espace délimité par l'aval sud de Henchir El Kelba ;
- La zone de Henchir Oglet Rbaib – Oued Oglet Rbaib qui devient en deuxième position où la résistance transversale a marqué une valeur de 1800 Ω m^2 au niveau du S.E.V. n°3 du profil géo électrique U,
- La zone limitrophe de la ville de Tébessa qui devient en troisième position en potentiel hydraulique où la résistance transversale n'a pas dépassé la valeur 1000 Ω m^2.

b) Interprétation de la carte des iso valeurs de la résistance transversale du deuxième horizon aquifère :

La carte d'iso valeurs de la résistance transversale relative au deuxième horizon aquifère du remplissage alluvionnaire Plio-Quaternaire (Figure n° 25) révèle dans son ensemble une répartition spatiale des iso valeurs de la résistance transversale quasi semblable que celle donnée par la carte du premier horizon. Nous constatons l'élargissement de la zone centrale de la plaine avec une élévation notable de la résistance transversale qui est liée certainement à

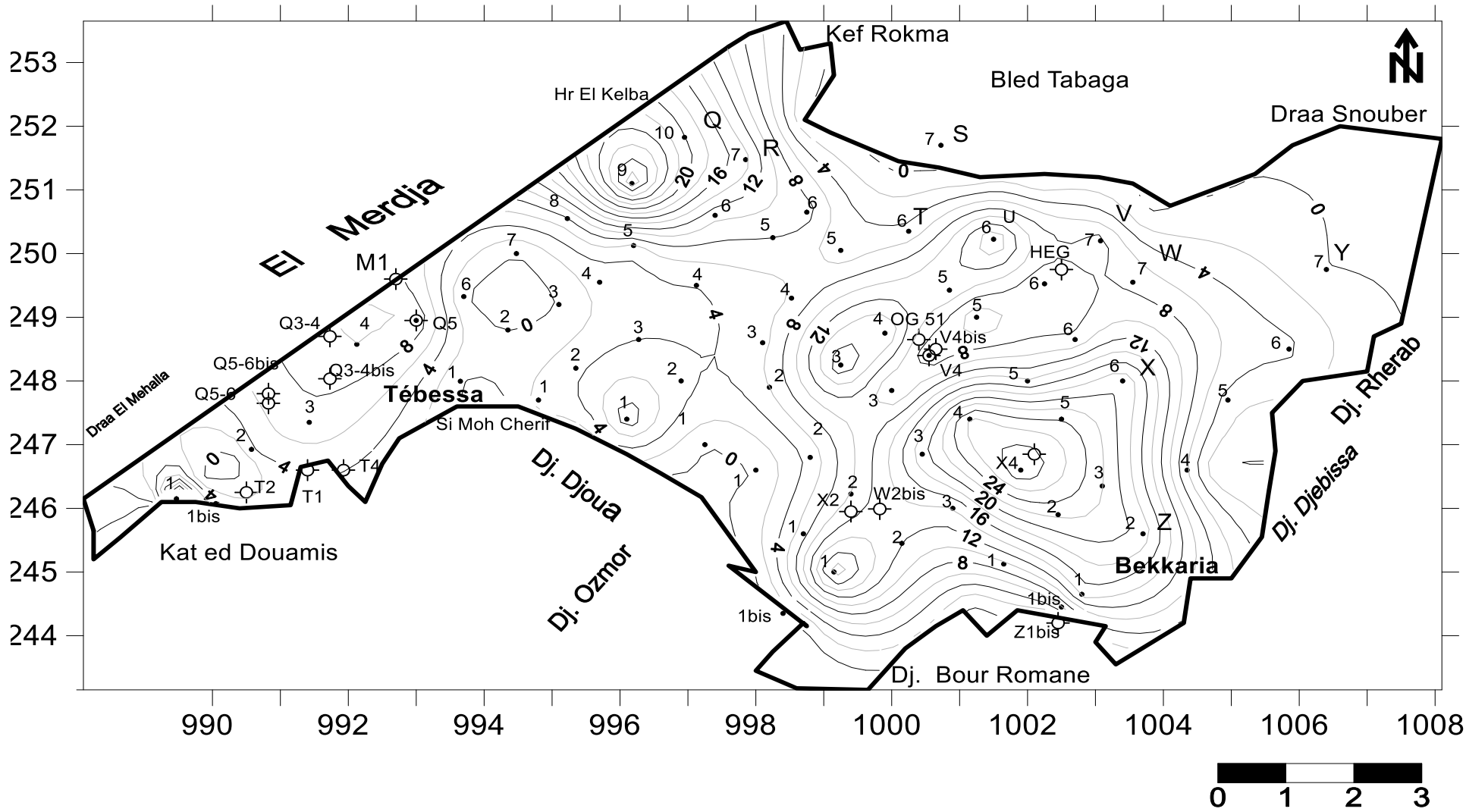


Figure n° 24 Carte d'iso-résistance transversale, **en 10^2 Ω m^2**, du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria –Tébessa (Algérie).

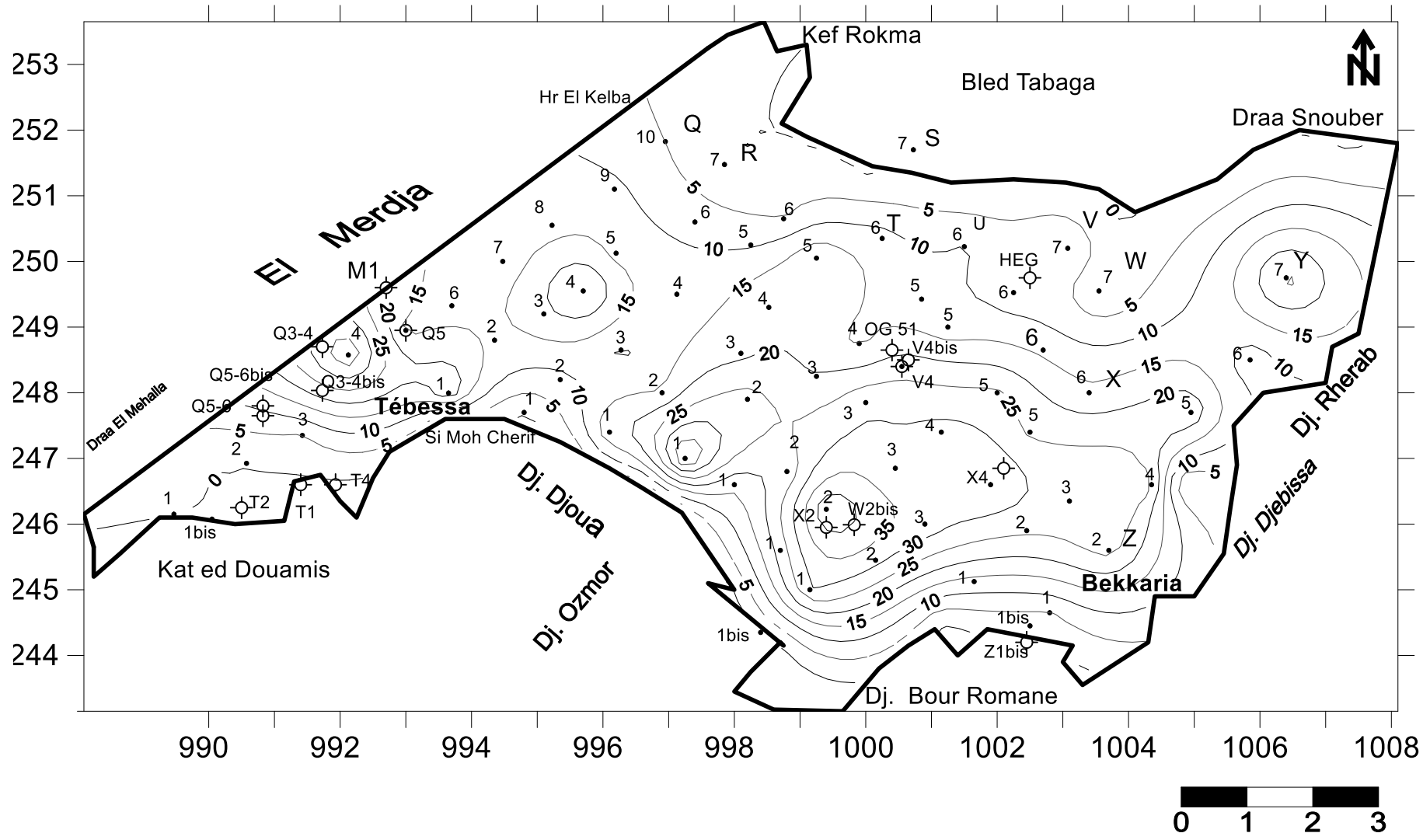


Figure n° 25 Carte d'Iso-résistance transversale, **en 10^2 Ω m^2**, du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria-Tébessa (Algérie).

sa puissance et la nature lithologique de son matériau. Le dépôt est évidement composé de sédiments à éléments plus grossiers et plus résistants.

En cette illustration cartographique, deux importantes zones sont bien distinguées et qui pourraient présenter des potentiels hydrauliques plus remarquables. Ces deux zones sont les suivantes :

- La première importante zone s'étend sur la totalité du centre de la plaine de Tébessa à Bekkaria, précisément de Mechtat Nassela Bordj Abd er Rahmane au nord-ouest à Henchir Ksar oued Djebissa au sud-est, où la résistance transversale est de 2000 à 4500 Ω m^2 ;
- La deuxième importante zone est celle du limitrophe de la ville de Tébessa, elle se caractérise à sa partie nord - ouest par l'élévation de la résistance transversale pour atteindre une valeur de 4000 Ω m^2 au niveau du quatrième sondage du profil Q.

Pour une perspective d'implantation des nouveaux points d'eau (Puits et Forages) dans la plaine de Tébessa-Bekkaria, nous mettons à la disposition de la collectivité locale et des services compétentes des cartes d'iso profondeurs des toits et des substratums de ces deux horizons aquifères du remplissage alluvionnaire Plio-Quaternaire (Figure de n° 26 à 29).

Afin de capter à la fois les deux horizons aquifères du remplissage, nous recommandons deux endroits susceptibles de présenter des meilleurs potentiels hydrauliques : Le premier endroit est au sud-est, dénommé Henchir Ksar - oued Djebissa ; Le deuxième est l'espace limitrophe de la ville de Tébessa. Cependant en cas de l'exploitation seulement du premier horizon aquifère, on suggère d'additionner l'espace sud de Henchir el Kelba.

V- Conclusion :

L'essai de réinterprétation et de traitement des données de soixante huit (68) sondages électriques verticaux, répartis sur dix (10) profils géo électriques réalisés en 1971 par la compagnie générale de géophysique (C.G.G.) dans la région d'étude, par une approche d'étalonnage et de corrélation par rapport à la description des cuttings de dix sept (17) forages implantés et des natures lithologiques des affleurements, nous permet de conclure ce qui suit :

La plaine Tébessa- Bekkaria, se caractérise par un remplissage alluvionnaire très puissant plutôt très conducteur de résistivité inférieur à 3 Ωm, ce remplissage se trouve aux bordures en contact anormal avec les formations les formations anciennes de Crétacé et du Dano-montien. Le long de la bordure sud, ce contact anormal devient de nature:

- ❖ Calcaires fissurés d'âge Maestrichtien à limite sud du profil géoélectrique Q ;

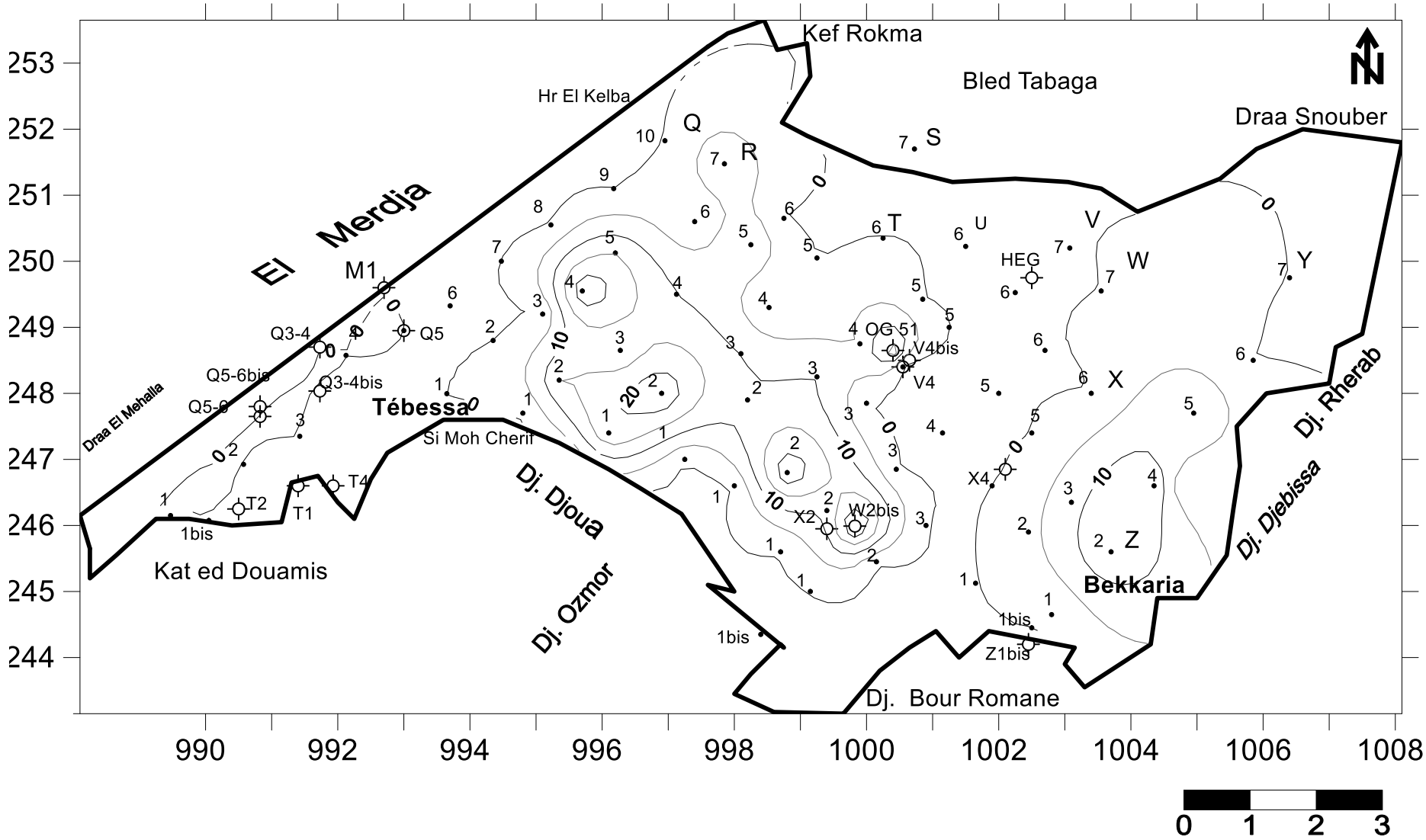


Figure n° 26 Carte d'iso-profondeur du toit du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

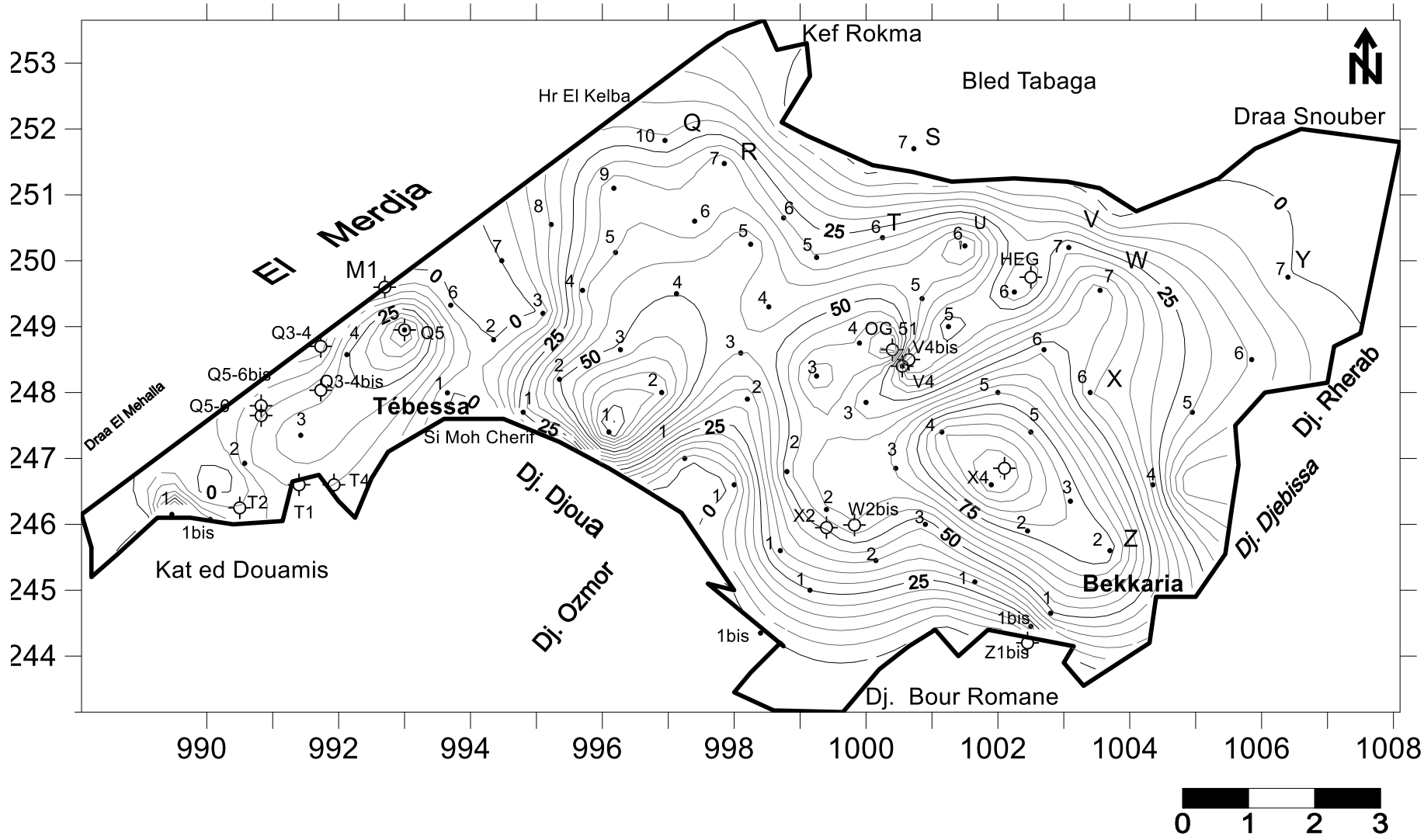


Figure n° 27 Carte d'iso-profondeur du substratum du premier horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

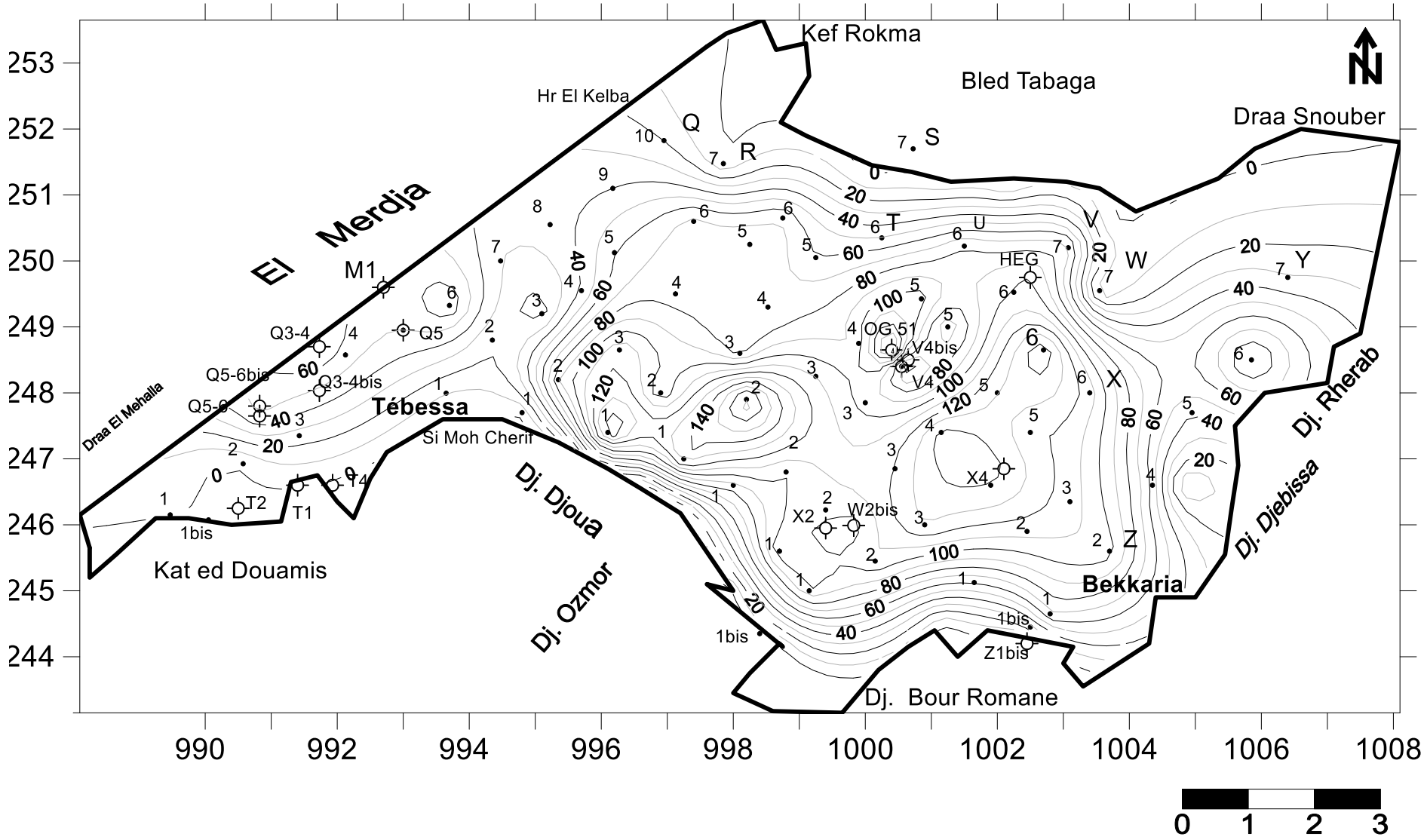


Figure n° 28 Carte d'iso-profondeur du toit du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

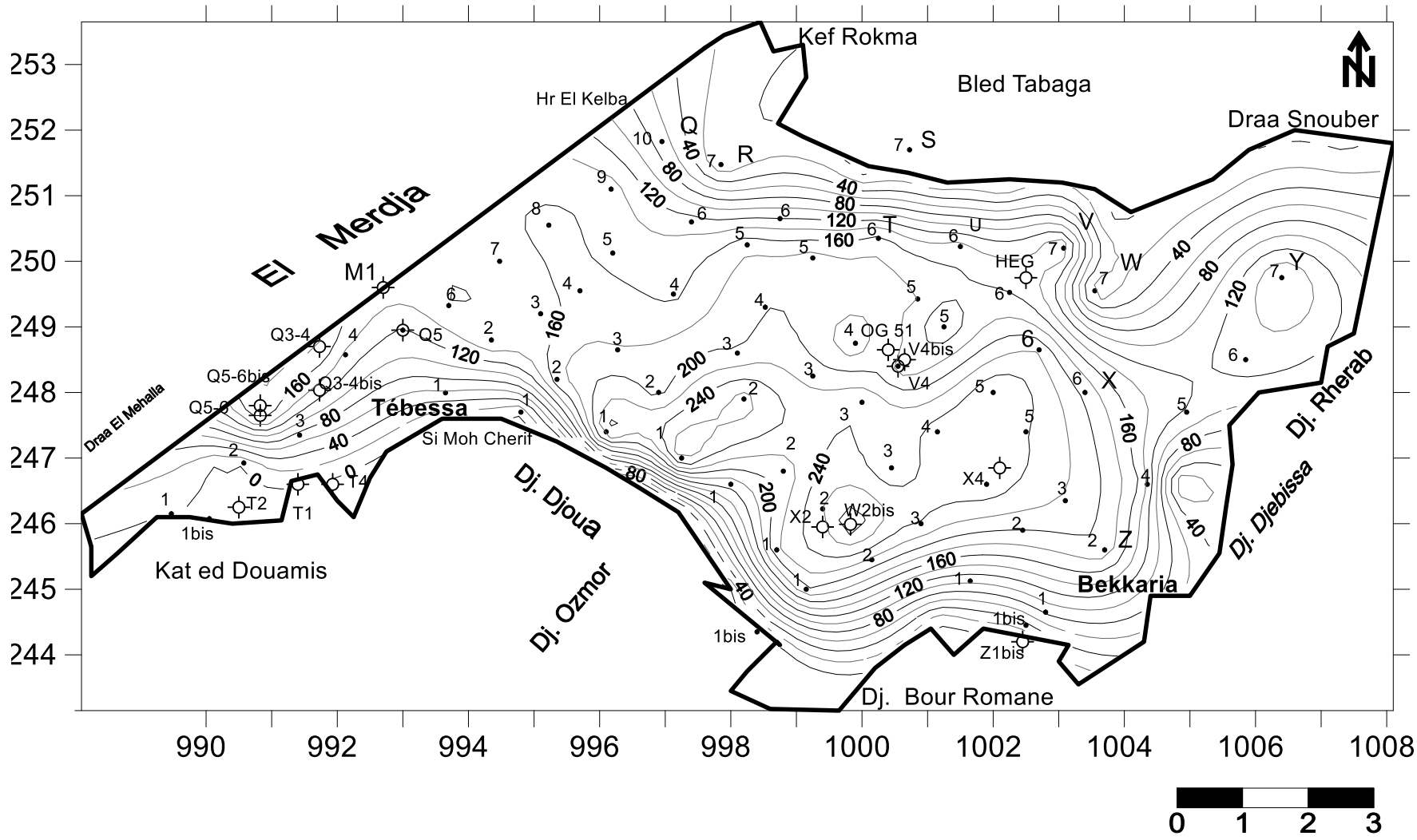


Figure n° 29 Carte d'iso-profondeur du substratum du deuxième horizon résistant du remplissage alluvionnaire dans la plaine de Bekkaria -Tébessa (Algérie).

- ❖ Calcaires fissurés et marnes d'âges allant du Turonien moyen à l'Aptien inférieur affleurant à Djebel Djoua, Djebel Ozmor et Djebel Bou Roumane,

Le long de la bordure sud constituée par Djebel Djoua, Djebel Ozmor et Djebel Bou Roumane, ce contact anormal devient de nature calcaires fissurés et marnes d'âges allant du Turonien moyen à l'Aptien inférieur. Cependant le long de la bordure nord, il reste de type calcaire fissuré d'âge Maestrichtien moyen et de type marne d'âge Dano - Montien et Emschérien. Le grand décalage d'âge de ces assises carbonatées, entre les deux limites explique bien que la région a supporté une tectonique très cassante caractérisée par la mise en place des failles normales de grands rejets dépassant 1100 m en engendrant un effondrement de grand ampleur et très spectaculaire. La subsidence est vraiment très forte à un degré où le substratum de la couverture du remplissage alluvionnaire reste indéterminé et inconnu au cœur de la plaine.

Au sein de ce remplissage alluvionnaire s'intercalent deux horizons résistants qui se caractérisent par des légers changements latéraux des résistivités spécifiques et d'épaisseur. Les descriptions des cuttings des forages implantés en cette localité confirment bien l'hétérogénéité du matériau du remplissage.

La corrélation des natures lithologiques des cuttings des forages implantés et des affleurements de bordure avec les données de résistivités spécifiques des sondages électriques verticaux, nous a permis d'admettre une échelle de six (6) classes de valeurs de résistivité :

- La fourchette de résistivité de 2 à 3 Ω m correspond aux argiles plastiques du remplissage alluvionnaire détectées en profondeur au centre de la plaine,
- La fourchette de résistivité comprise entre 4 à 9 Ω m caractérise les marnes noires et grises des formations anciennes de différents âges du Crétacé,
- La fourchette de résistivité de 2 à 9 Ω m, détectée au sein du remplissage sous forme des lentilles très conductrices et moins épaisses, indique un faciès de nature argileuse : argiles et argiles sableuses ;
- La fourchette de résistivité de 10 à 40 Ω m, caractérise un mélange des sables argileux, des sables et des graviers qui constituent la nature lithologique des deux horizons résistants du remplissage alluvionnaire,
- La fourchette de résistivité de 40 à 100 Ω m, aperçue aux pieds des versants, caractérise bien le dépôt de Pliocène à éléments grossiers: des sables, des gros graviers, de cailloutis de calcaires, des gros galets avec très peu de sables argileux et argiles.

- La fourchette de résistivité de 70 à 100 Ω m, rencontrée aux endroits limites en dessous du remplissage alluvionnaire constituant les couches très résistantes, correspond aux calcaires fissurés des différentes couches du Crétacé ; calcaires fissurés du Maestrichtien, calcaires fissurés du Turonien, calcaires fissurés du Vraconnien et Albien et calcaires fissurés de l'Aptien.

Les forages implantés dans la zone d'étude ont tous argumenté la présence d'une possibilité aquifère au niveau :

1. Du remplissage alluvionnaire par ses deux horizons résistants hétérogènes discernés :
   - Le premier horizon qui se trouve dans des endroits restreints comme nappe libre, par contre dans la grande partie de la plaine, il se présente comme nappe captive sous pression d'une couche lenticulaire mince et argileuse ;
   - Le deuxième horizon se présente comme nappe captive, excepté dans des endroits de limites où le contact entre les deux horizons est direct sans une couche argileuse qui les sépare, la nappe est évidement de type libre.
2. Des calcaires fissurés du Maestrichtien ;
3. Des calcaires fissurés du Turonien moyen ;
4. Des calcaires fissurés du Vraconien-Albien ;
5. Des calcaires fissurés de l'Aptien moyen et inférieur.

Les illustrations cartographiques ont montré que :

- Le premier horizon aquifère du remplissage est discontinu et se caractérise par une variation spatiale de son épaisseur. Cette dernière devient généralement plus faible aux bordures et plus importante au centre de la plaine. Quatre endroits de plus hautes valeurs d'épaisseur ont pu être distingués. La carte des isobathes du substratum de ce premier horizon a présenté une image globale de répartition des iso-valeurs similaire à celle de la carte des isopaques. Trois dépressions ont pu être individualisées.
- Le deuxième horizon aquifère du remplissage est plus épais avec la mise en place de trois grandes zones. La carte des isobathes montre bien le fonçage de son substratum au centre de la plaine en donnant une allure d'une grande dépression. Vers les bordures on enregistre évidement l'élévation de ce substratum imperméable traduite par un rétrécissement des isobathes marquant des pentes très rudes surtout le long de la bordure sud.

Par analogie de la résistance transversale à la transmissivité et la résistivité électrique spécifique de la couche au coefficient de perméabilité, l'établissement des deux cartes de résistance transversale, prises comme des cartes pseudo transmissivité, a permis :

- Au niveau du premier horizon aquifère, de mettre en évidence trois importantes zones de résistance transversale qui pourraient refléter des meilleures potentialités aquifères ;
- Au niveau du deuxième horizon aquifère, de montrer la distinction de deux importantes zones avec une élévation notable de la résistance transversale qui est liée certainement à sa puissance et la nature lithologique de son matériau. Ces deux importantes zones pourraient présenter des potentiels hydrauliques plus remarquables.

Pour une vision d'implantation des nouveaux points d'eau (Puits et Forages) dans la plaine de Tébessa-Bekkaria et afin de capter à la fois les deux horizons aquifères du remplissage, nous recommandons deux endroits susceptibles de présenter des meilleurs potentiels hydrauliques : Le premier endroit est au sud-est, dénommé Henchir Ksar oued Djebissa ; Le deuxième est l'espace limitrophe de la ville de Tébessa. Cependant en cas de l'exploitation seulement du premier horizon aquifère, on suggère d'additionner l'espace sud de Henchir el Kelba.

CONCLUSION GENERALE

En achevant cette tentative d'étude hydrogéologique de la plaine de Bekkaria - Tébessa fondée sur l'analyse et le traitement des données disponibles issues d'une campagne de prospection géophysique par méthode électrique réalisée en 1970 par la compagnie générale de géophysique, nous pouvons conclure ce qui suit :

La plaine de Bekkaria - Tébessa, est constituée par un remplissage alluvionnaire très puissant plutôt très conducteur qui se trouve aux bordures en contact anormal avec les calcaires fissurés d'âge Maestrichtien très résistants de résistivité 100 Ωm. Le long de la bordure sud, ce contact anormal devient de nature calcaires fissurés et marnes d'âges allant du Turonien moyen à l'Aptien inférieur. Cependant le long de la bordure nord, il reste de type calcaire fissuré d'âge Maestrichtien moyen et de type marne d'âge Dano-Montien et Emschérien. Le grand décalage d'âge de ces assises carbonatées, entre les deux bordures explique bien que la région a supporté une tectonique très cassante caractérisée par la mise en place des failles normales de grands rejets dépassant 1100 m en engendrant un effondrement de grand ampleur et très spectaculaire. La subsidence est vraiment très forte à un degré où le substratum de la couverture du remplissage alluvionnaire reste indéterminé et inconnu au cœur de la plaine.

Au sein de ce remplissage alluvionnaire s'intercalent deux horizons résistants qui se caractérisent par des légers changements latéraux des résistivités spécifiques et d'épaisseur. Les descriptions des cuttings des forages implantés en cette localité confirment bien l'hétérogénéité du matériau de remplissage.

Les forages implantés dans la zone d'étude ont argumenté la présence d'une possibilité aquifère au niveau :

1. Du remplissage alluvionnaire par ses deux horizons résistants hétérogènes discernés :
    - Le premier horizon qui se trouve dans des endroits restreints comme nappe libre, par contre dans la grande partie de la plaine, il se présente comme nappe captive sous pression d'une couche lenticulaire mince et argileuse ;
    - Le deuxième horizon se présente comme nappe captive, excepté dans des endroits de limites où le contact entre les deux horizons est direct sans une couche argileuse qui les sépare, la nappe est évidement de type libre.
1. Des calcaires fissurés du Maestrichtien ;
2. Des calcaires fissurés du Turonien moyen ;
3. Des calcaires fissurés du Vraconien-Albien ;
4. Des calcaires fissurés de l'Aptien moyen et inférieur.

Les illustrations cartographiques ont montré que :

- Le premier horizon aquifère du remplissage est discontinu et se caractérise par une variation spatiale de son épaisseur. Cette dernière devient généralement plus faible aux bordures et plus importante au centre de la plaine. Trois dépressions ont pu être individualisées ;
- Le deuxième horizon aquifère du remplissage est plus épais avec la mise en place de trois grandes zones. La carte des isobathes montre bien le fonçage de son substratum au centre de la plaine en donnant une allure d'une grande dépression. Vers les bordures on enregistre évidement l'élévation de ce substratum imperméable traduite par un rétrécissement des isobathes marquant des pentes très rudes surtout le long de la bordure sud.

Comme potentialité aquifère, la carte de résistance transversale prise comme carte pseudo transmissivité, a permis :

- Au niveau du premier horizon aquifère, de mettre en évidence trois importantes zones de résistance transversale qui pourraient refléter des meilleures potentialités aquifères ;
- Au niveau du deuxième horizon aquifère, de montrer la distinction de deux importantes zones avec une élévation notable de la résistance transversale qui est liée certainement à sa puissance et la nature lithologique de son matériau. Ces deux importantes zones pourraient présenter des potentiels hydrauliques plus remarquables.

Pour une perspective d'implantation des nouveaux points d'eau (Puits et Forages) dans la plaine de Tébessa-Bekkaria et afin de capter à la fois les deux horizons aquifères du remplissage, nous recommandons deux endroits susceptibles de présenter des meilleurs potentiels hydrauliques : Le premier endroit est au sud - est, dénommé Henchir Ksar oued Djebissa ; Le deuxième est l'espace limitrophe de la ville de Tébessa. Cependant en cas de l'exploitation seulement du premier horizon aquifère, on suggère d'additionner l'espace sud de Henchir el Kelba.

Finalement, il est nécessaire de bien mentionner que cette approche d'étude ne peut être qu'une simple tentative et ses résultats sont hypothétiques et ne représentent pas vraiment la situation actuelle de l'aquifère en question.

Pour une éventuelle perspective d'étude très exhaustive et approfondie dans le but de mieux quantifier le potentiel hydraulique de l'aquifère du remplissage alluvionnaire dans cette région, nous suggérons un programme complémentaire d'acquisition des nouvelles données qui comporte l'exécution des travaux in situ suivants :

1. Réalisation des forages profonds de reconnaissance atteignant le substratum imperméable du remplissage dans les zones marquées par la présence des fortes dépressions ;
2. Installation des piézomètres auprès de tous les forages implantés afin de bien suivre la fluctuation du plan d'eau souterraine et de bien déterminer avec précision le coefficient d'emmagasinement ;
3. Réalisation d'une campagne d'inventaire de tous les points d'eau implantés afin d'établir une nouvelle carte piézométrique qui reflète vraiment la situation actuelle du plan d'eau souterrain ;
4. Réalisation d'une campagne d'essais de débits par pompage au niveau des stations équipées de piézomètres afin de mieux comprendre la variabilité spatio-temporelle des paramètres caractéristiques de la nappe.
5. Réalisation des campagnes de levés piézométriques au pas de temps hautes et basses eaux pour au minimum trois cycles hydrologiques afin de définir la variabilité spatio-temporelle de la charge hydraulique et de la réserve de la nappe en fonction du couple recharge pompage et comprendre le comportement et le fonctionnement hydrodynamique de ce système aquifère.

BIBLIOGRAPHIE

AYACHI S. et LAADJEL A. : Etat de la réserve en eaux souterraines dans la plaine d'El Hammamet **(Tébessa - ALGERIE) -** Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université de Chahid Cheikh Laarbi Tebessi, Tébessa, Algérie (2022).

BENDAKOUM Mehdi : Etat de la réserve en eaux souterraines dans la zone de Tébessa Boulhaf – dyr durant la période des hautes eaux du cycle hydrologique 2016/2017. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université de Chahid Cheikh Laarbi Tebessi - Tébessa, Algérie (Mai 2017).

CHEHILI. D : Impact des eaux usées de la ville de Tébessa sur la nappe du remplissage alluvionnaire par évaluation du DBO_5, DCO et les principaux métaux lourds dans la zone de Boulhaf-Dyr (Tébessa-Algérie). Mémoire de Magistère, Université de Chahid Cheikh Laarbi Tebessi - Tébessa, Algérie (2016).

CARTE TOPOGRAPHIQUE, Feuille N° 206

COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE (C .G .G) ; L'étude par prospection géophysique dans la plaine de Tébessa–Morsott, Ministère de l'hydraulique (Algérie). (1970).

DUROSOY : Carte géologique de TEBESSA N° 206 et notice de la carte. (1956).

DJELLAB M. : Contribution des systèmes aquifères karstiques Maestrichtiens et Eocènes du Dyr à l'alimentation du système aquifère Mio-Plio-Quaternaire de Tébessa dans la zone de Boulhaf-Dyr – Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université de Chahid Cheikh Laarbi Tebessi - Tébessa, Algérie (2011).

HAOUAM S. : Variabilité spatiale du chimisme et de la qualité des eaux souterraines dans la zone de Boulhaf-Dyr (Tébessa), Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université de Chahid Cheikh Laarbi Tebessi - Tébessa, Algérie, Algérie (2013).

HEMILA M. L. : Etude des possibilités aquifères du bassin d'effondrement de Tébessa – Bekkaria. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en hydrogéologie, Université d'Annaba, Algérie (1984),

HEMILA M. L. : Hydrogéologie Modélisation et gestion des ressources en eau de la plaine alluviale du bassin de l'oued de la Meskiana – Haut Mellègue - (Est algérien), Thèse de Doctorat d'université, Université de Franche compté, Besançon, France (1988).

NACER H. : Identification de la réserve en eaux souterraine dans la plaine d'El Hammamet-Boulhaf Dyr (Tébessa - Algérie) - Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université de Chahid Cheikh Laarbi Tebessi - Tébessa, Algérie (2024).

KOWALSKI, W.M., BOUDOUKHA A., HEMILA M.L., PHARISAT A : Les stades d'effondrement du graben de Tébessa (confines Algéro -Tunisiens) et la tectonique plicative Plio-Quaternaire. Pub. Soc. Hist. Nat. Montbéliard (France). (1997).