

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne démocratique populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la Terre et de l'Univers

Filière : Sciences de la Terre

Spécialité/Option : Hydrogéologie

Département : Science de la Nature et de la Vie et Science de la Terre et de l'Univers

Thème :

**Détermination des zones favorables à l'implantation des forages
d'exploitation en eau souterraine dans la plaine de Terraguelt/
Wilaya de Souk-Ahras**

Présenté par :

SALLAH Khedidja

Devant le jury composé de :

Encadreur : Dr BRAHMIA.A

Université de Guelma

Président : Dr Djerrab.M

Université de Guelma

Examineur : Pr NOUAR.T

Université de Guelma

Juin 2018

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, ma profonde gratitude et mon respect le plus sincère en premier lieu à mon encadreur Monsieur BRAHMIA Ali, j'ai été honorée qu'il ait accepté de m'encadrer et de m'avoir proposé ce sujet qui m'a beaucoup intéressé, je le suis reconnaissant de m'aider beaucoup par tous les documents nécessaires, son grand savoir et explications pour réaliser ce travail, la méthodologie de traitement des données à notre disposition et l'interprétation des résultats pour atteindre l'objectif de ce travail et l'orientation par ses précieux conseils qui sont toujours venus à point, je le remercie chaleureusement pour sa confiance, sa patience, l'encouragement, et sa disponibilité.

J'exprime ma gratitude à M^{me} Dr JARREB Muriel pour d'accepter de présider le jury.

Je remercie Monsieur Pr NOUAR Tahar d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Merci à tous.

DEDICACE

A ma lune, mon très chère et unique frère Youcef.

A mes très chers parents qui ont éclairé mon chemin toujours que Dieu les garde et les protège.

A mes sœurs Meriem et Fatma et mon frère Houcine.

A mes deux amis G.Samira et G.Nedjma.

A tous mes amies et collègues sans exception.

A tous qui m'aime et que j'aime.

ملخص:

يقع سهل ترقالت في جنوب غرب ولاية سوق أهراس تحيط به بعض التضاريس ، يمتد على طول 25 كلم و عرض ما يقارب 8 كلم، يبلغ عدد سكانه حوالي 4125 نسمة، تتميز المنطقة بنسب تبخر عالية بسبب نوع المناخ الشبه جاف. كما سمت لنا التحاليل الجيولوجية بتحديد توضع الطبقات المختلفة عبر الإنكسارات التكتونية كتصدعات و الشقوق. نتائج المسح الكهربائي و الدراسات الهيدروجيولوجية تؤكد بوضوح وجود نوعين من طبقات المياه الجوفية، التي قد تحتوي على إمكانيات هامة من المياه، من خلالها سنقوم بتحديد أماكن وجود هذين الخزائين متراكبين أو منفصلين، من أجل إستغلال هذا المصدر الثمين.

يبدأ هذا الموضوع بالوصف العام لسهل ترقالت، بعدها يستعرض الخواص المناخية، الجيولوجية، الجيوفيزيائية و الهيدروجيولوجية، في الأخير جمعنا كل النتائج المتحصل عليها لتحديد المناطق الأكثر ملاءمة لحفر آبار المياه في ترقالت.

Summary:

The plain of Terraguelt is located in the South-West of the wilaya of Souk-Ahrass, surrounded by some reliefs, spreads over a length of about 25 km and width of almost 8 km, the number of population is about 4125 inhabitants.

The geological study allowed us to identify the local stratigraphy from Triassic to Quaternary. The region is characterized by high evapotranspiration due to the type of climate which is semi-arid.

The results of the electrical survey and the hydrogeological studies in the plain confirms the presence of two types of aquifers, which may contain an important potentialities of groundwater, the first one is detrital age Me-plio-Quaternary and the other is karstified limestones of upper Maastrichtian, the goal of this study is to delimit the zones of presence of these two superimposed or separated aquifers for a better exploitation of this precious source. The work begins with the general description of the plain of Terraguelt, passing through the different geological, hydroclimatic, geophysical, Finally, all the results obtained for the determination of the most favorable zones for drilling in the plain of Terraguelt / Souk-Ahrass.

Keywords: Terraguelt, graben, electric survey, detrital aquifer, limestone upper Maestrichien, drilling.

Résumé :

La plaine de Terraguelt se situe au Sud-Ouest de la wilaya de Souk-Ahrass, entouré par quelques reliefs, s'étale sur une longueur d'environ 25 km et largeur presque de 8 km, de avec un nombre de population environ de 4125 habitants.

L'étude géologique nous a permis d'identifier la stratigraphie locale des terrains allant du Trias jusqu'au Quaternaire et la tectonique qui a affecté la zone d'étude et qui est responsable de la structure actuelle.

Il ressort que la tectonique cassante a joué un grand rôle dans la structure du bassin d'effondrement de Terraguelt.

La zone d'étude est une région qui se caractérise par une forte évapotranspiration du au type de climat qui est semi-aride.

Les résultats de la prospection électriques par SEV et les études hydrogéologiques dans la plaine montrent la présence de deux types d'aquifères, l'un détritique d'âge Moi-plio-Quaternaire et l'autre constitué de calcaires karstifiés du Maestrichtien supérieurs ce qui lui donne une importante potentialité hydrogéologique importante.

L'objectif de ce travail est de délimiter les zones de présence de ces deux aquifères, superposés ou séparés pour une meilleure exploitation de cette source précieuse.

Le travail commence par la description générale de la plaine de Terraguelt, en passant par les différentes caractéristiques géologiques, hydro-climatologiques, géophysiques, hydrogéologiques, enfin on a réalisé une synthèse des résultats qui nous a permis de diviser la zone en plusieurs secteurs en fonction de son importance au point de vue hydrogéologique utile pour les décideurs pour choisir les endroits les plus favorables à l'implantation des forages.

Mots-clé: Terraguelt, fossé d'effondrement, prospection électrique, aquifère détritique, calcaire Maestrichtien supérieur, forage.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE.I CADRE GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique et description de la zone d'étude.....	3
--	---

CHAPITRE.II LE CADRE HYDROCLIMATOLOGIQUE

I. Introduction.....	5
II. L'étude des facteurs climatiques.....	5
III. Type du climat.....	8
IV. Calcul du bilan d'eau selon la méthode de Thornthwaite.....	10
V. Interprétation du bilan hydrologique.....	13

Conclusion

CHAPITRE.III LE CADRE GEOLOGIQUE

I. Introduction.....	14
II. Stratigraphie.....	14
III. Tectonique.....	18

Conclusion

CHAPITRE.IV PROSPECTION ELECTRIQUE

I. Introduction.....	21
II. Généralités sur les méthodes électriques en courant continu.	21
III. Echelle des résistivités.....	24
IV. Interprétation des résultats.....	25

Conclusion

CHAPITRE.V CADRE HYDROGEOLOGIQUE.

I. Introduction.....	37
----------------------	----

II. Identification des aquifères.....	39
II.1 L'aquifère détritique.....	39
II.2 la nappe des calcaires maestrichtien supérieur.....	56
Conclusion	

CHAPITRE.VI SYNTHÈSE DES RESULTATS

I. Introduction.	63
II. Zones de première importance.	63
III. Zones de deuxième importance.	63
IV. Zones de troisième importance.	64
V. Zones défavorables.	64

CONCLUSION GENERALE.....	66
---------------------------------	-----------

Références bibliographiques.....	68
---	-----------

LISTE DES FIGURES

Fig.1 Carte de situation géographique de la plaine de Terraguelt (carte Michelin de Souk-Ahras 1/50000).....	4
Fig.2 Variation des températures moyennes mensuelles à la station d'Oum el Bouaghi 1983/2001.....	6
Fig.3 Précipitations moyennes mensuelles en (mm) station de Oum el Bouaghi (Période 1983-2001).....	7
Fig.4 Diagramme pluviométrique de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001). ...	10
Fig.5 Carte géologique simplifiée de la plaine de Terraguelt d'après la carte géologique Berriche Jean Rigal.....	18
Fig.6 Coupe géologique au Sud de la plaine.....	19
Fig.7 SEV dispositif Schlumberger.....	22
Fig.8 Carte de situation des coupes électriques dans la plaine de Terraguelt.....	26
Fig.9 Coupe géo-électrique A.....	27
Fig.10 Coupe géo-électrique E.....	28
Fig.11 Coupe géo-électrique H.....	29
Fig.12 Coupe géo-électrique J.....	30
Fig.13 Coupe géo-électrique N.....	31
Fig.14 Carte d'isorésistivité, espacement des électrodes de courant AB = 80m.....	32
Fig.15 Carte d'isorésistivité, espacement des électrodes de courant AB = 200m.....	34
Fig.16 Carte d'isorésistivité, espacement des électrodes de courant AB = 800m.....	35
Fig.17 Carte d'implantation des forages mécaniques et coupes hydrogéologiques de la plaine de Terraguelt.....	38
Fig.18 Carte de délimitation de la nappe détritique de la plaine de Terraguelt.....	40
Fig.19 Coupe hydrogéologique 1.....	42
Fig.20 Coupe hydrogéologique 2.....	43
Fig.21 Carte de situation de la coupe électrique I.....	44
Fig.22 coupe géo-électrique I alignée à la coupe C2.....	45
Fig.23 Coupe hydrogéologique3.....	46

Fig.24 Coupe hydrogéologique 4.....	47
Fig.25 Coupe lithologique 5.....	48
Fig.26 Carte de profondeur de toit de l'aquifère détritique de la plaine de Terraguelt.....	49
Fig.27 Carte de profondeur de substratum de l'aquifère détritique de la plaine de Terraguelt.....	50
Fig.28 Carte d'affleurement de l'aquifère détritique de la plaine de Terraguelt.....	51
Fig.29 Carte des zones de confinement de l'aquifère captif de la plaine de Terraguelt.....	52
Fig.30 Carte isopache de l'aquifère détritique de la plaine de Terraguelt.....	53
Fig.31 Carte piézométrique de la plaine de Terraguelt période des basses eaux Octobre 2005.....	55
Fig.32 Coupe hydrogéologique 6.....	59
Fig.33 Coupe hydrogéologique 7.....	60
Fig.34 Carte de la profondeur du toit de l'aquifère Maestrichtien de la plaine de Terraguelt..	61
Fig.35 Carte des zones les plus favorables à l'implantation des forages d'eau.....	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001).....	5
Tableau 2 : Précipitation moyenne mensuelle de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001).....	6
Tableau 3 : Précipitations annuelles et coefficient pluviométrique de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001).....	8
Tableau 4 : Résultats de calcul des différents paramètres du bilan d'eau à la station Oum el Bouaghi (1983-2001).....	12
Tableau 5 : Valeurs des résistivités ohm.m.....	24
Tableau 6 : Inventaire des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.....	37
Tableau 7 : Les valeurs de la transmissivité de la plaine de Terraguelt.....	56
Tableau 8 : Inventaire des débits forts des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.....	57
Tableau 9 : Inventaire des débits moyens des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.....	57
Tableau 10: Inventaire des débits faibles des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.....	57
Tableau 11: Inventaire des débits très faibles et Les forages négatifs de la plaine de Terraguelt.....	58

INTRODUCTION GENERALE

Des millions d'habitants dans le monde connaissent des pénuries d'eau potable et luttent quotidiennement pour la trouver pour couvrir leurs besoins de base.

L'eau aussi constitue une source d'énergie majeure et nécessaire pour l'agriculture et de nombreux procédés industriels.

Parfois la ressource existe dans le sous-sol mais elle n'est pas étudiée et reste toujours un potentiel encore largement inexploité.

La disponibilité seule ne suffit pas la recherche des eaux de bonne qualité qui devient la majeure problématique des spécialistes car la plupart des eaux de surface sont plus ou moins directement exposées aux pollutions très variées.

Au cours de la décennie écoulée, des progrès importants ont été réalisés en Algérie pour ce qui est de fournir aux populations une eau souterraine de boisson salubre et des services adéquats d'assainissement.

Pour une meilleure exploitation de cette source précieuse, il est nécessaire de faire une bonne caractérisation pluridisciplinaire, qui englobe la majorité des méthodes géologiques, climatologiques, hydrogéologiques et géophysiques pour la meilleure délimitation des lieux les plus favorables à la réalisation des forages d'exploitation.

C'est dans ce sens que notre étude de la région de Terraguelt à la wilaya de Souk-Ahrass a été menée. Cette région qui contient des paysages diffusent et étendues des karsts et alluvions, qui peuvent constituer des réservoirs naturels très importantes d'eau.

Ce travail consiste à identifier les principaux aquifères de la plaine de Terraguelt, les caractériser au point de vue extension horizontale et verticale pour arriver à délimiter les zones d'intérêt hydrogéologique.

Pour arriver à cet objectif on va présenter cette étude qui est structuré en six chapitres :

- le premier chapitre délimite la zone au point de vue géographique, géomorphologique et orographique.
- le deuxième chapitre traite l'hydro-climatologie, on a étudié les variations mensuelles des facteurs du climat en l'occurrence les températures et précipitations et leur répartition sur les différents éléments du bilan hydrique relatifs à la station d'Oum el Bouaghi sur une période de 18 ans.
- le troisième chapitre consacré à la géologie, nous avons utilisé des cartes géologiques et ses notices explicatives pour vérifier la nature lithologique de la région d'étude et la structure des différents terrains.

- Le quatrième chapitre traite les résultats de la prospection électrique par SEV, cette méthode indirecte peut nous fournir des informations sur la profondeur des calcaires karstifiés constituant les principaux reliefs autour d'une vaste plaine constituée essentiellement d'un dépôt provenant de l'érosion. Cette méthode peut par conséquent nous apporter des informations sur la puissance du remplissage dans différents endroits de la plaine qui par endroit peuvent être d'un intérêt non négligeable.
- le cinquième chapitre traite les données de forages mécanique, géologiques et géophysiques pour l'identification et l'extension des aquifères à travers l'élaboration des cartes et des coupes lithologiques et hydrogéologiques. A partir de la carte piézométrique nous avons pu déterminer les paramètres hydrodynamiques des aquifères.
- le dernier chapitre est une synthèse de tous les résultats obtenus par différentes méthodes d'études.

CHAPITRE I : CADRE GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique et description de la zone d'étude :

La wilaya de Souk-Ahrass est située au Nord-Est de l'Algérie à 90 km environ de la Méditerranée, la zone d'étude se localise dans la plaine de Terraguelt au Sud-Ouest de la Wilaya environ 45 km du chef-lieu entre les latitudes $39^{\text{G}}80'$, $40^{\text{G}}93'$ Est et longitudes $7^{\circ}40'$, $7^{\circ}300'$ Nord, elle touche la partie méridionale de la feuille de Bérrique et le Nord-Est de la commune de Ain Beida.

La région s'étale sur une longueur d'environ 25 km et largeur presque de 8 km, de avec un nombre de population environ de 4125 habitants, limité au Nord par Sedrata de 20 km, au Sud par la commune de Ain Beida, et à l'Ouest par la ville de Oum el Bouaghi, entouré par quelques reliefs qui sont :

-Au Nord par Djebel Tiguilaline (1016 m).

-À l'Est par Djebel Terraguelt (1156 m).

-Au Sud par les monts d'Ain Beida.

-Au Nord-Est par Djebel Bourkez et Djebel Bouremli (999 m).

La région est traversée par un nombre important d'oueds temporaires, l'écoulement se fait vers le Nord-Ouest, les principaux cours d'eau sont :

-Oued Trouch qui est le plus important, car il longe la plaine du Sud vers le Nord.

-Oued Ain Snob qui draine la partie Nord-Est de la plaine.

-Oued Settara qui draine la partie Nord-Ouest.

-Oued Hammimine.

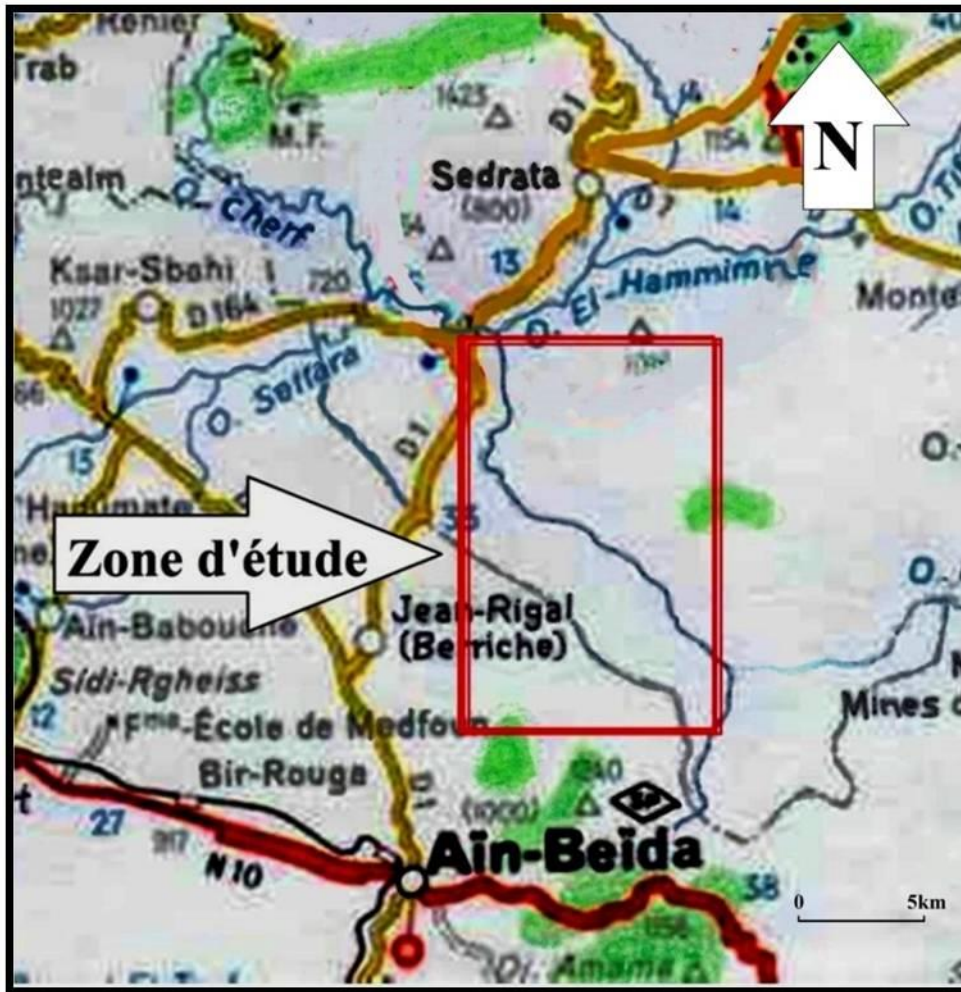


Fig.1 carte de situation géographique de la plaine de Terraguelt (Carte Michelin n°172, Algérie-Tunisie)

CHAPITRE II : HYDROCLIMATOLOGIE

I. Introduction :

L'étude des caractéristiques hydro-climatologiques joue un rôle essentiel dans la connaissance des comportements des cours d'eaux, les variations des réserves, la compréhension des mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux naturelles. Pour cela, l'élaboration du bilan hydrique est indispensable pour mieux comprendre le fonctionnement et les influences d'un système hydraulique de surface.

Les différents facteurs qui le composent notamment, les précipitations et les températures, pour cela nous nous sommes basée sur des observations allant de 1983 à 2001, les données ont été collectées à la station climatique de Oum el Bouaghi, la station est repérée par une longitude de 07°07'E et une latitude 36°57'N, topographiquement, l'altitude de la station est de 88,96 m.

II. L'étude des facteurs climatiques :

II.1 Les températures moyennes mensuelles :

La température est un facteur influant sur la végétation et le bilan du fait qu'il conditionne l'évapotranspiration. Les moyennes mensuelles calculées sur une période de 19 ans (1983-2001) sont résumées dans le tableau :

Tableau 1- Températures moyennes mensuelles de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001)

les mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mais	Juin	Juill	Aout	moy
T en °C	22,00	17,04	11,1	7,42	6,41	7,24	9,61	12,57	17,77	22,61	25,76	25,61	15,42

Pour montrer les variations moyennes mensuelles de la série, nous avons fait une représentation graphique sur un histogramme (figure 2).

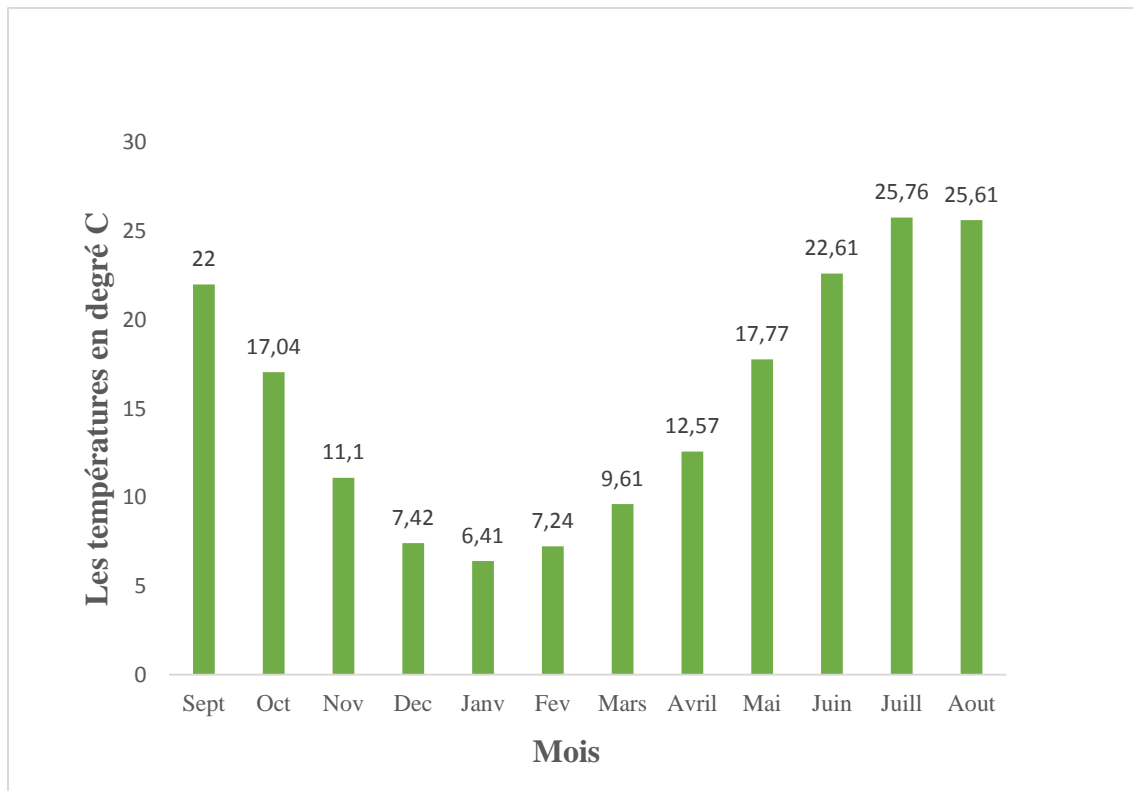


Fig.2 Variation des températures moyennes mensuelles à la station d'Oum el Bouaghi 1983/2001

L'histogramme nous montre que la température est maximale au mois de Juillet 25,76°C, et minimale au mois de Janvier avec 6,41 °C.

II.2 Les précipitations moyennes mensuelles en (mm):

On a traité les précipitations mensuelles sur une période de 19 ans, leurs hauteurs sont regroupées dans le tableau 2. Ce dernier nous montre un régime pluviométrique irrégulier avec un maximum de 39,22 mm enregistrée au mois de mai cela peut être expliquée par l'apport des précipitations dues aux orages, et minimum de 10,37mm de Juillet avec un cumul de précipitations de 322,84 mm.

Tableau 2- précipitation moyenne mensuelle de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
P (mm)	34,21	20,92	26,93	37 ,95	31,03	25,63	29,76	23,38	39,22	21,21	10,37	22,24	322,84

Pour montrer la variation des précipitations moyennes mensuelles, nous avons établi l'histogramme relatif à cette station :

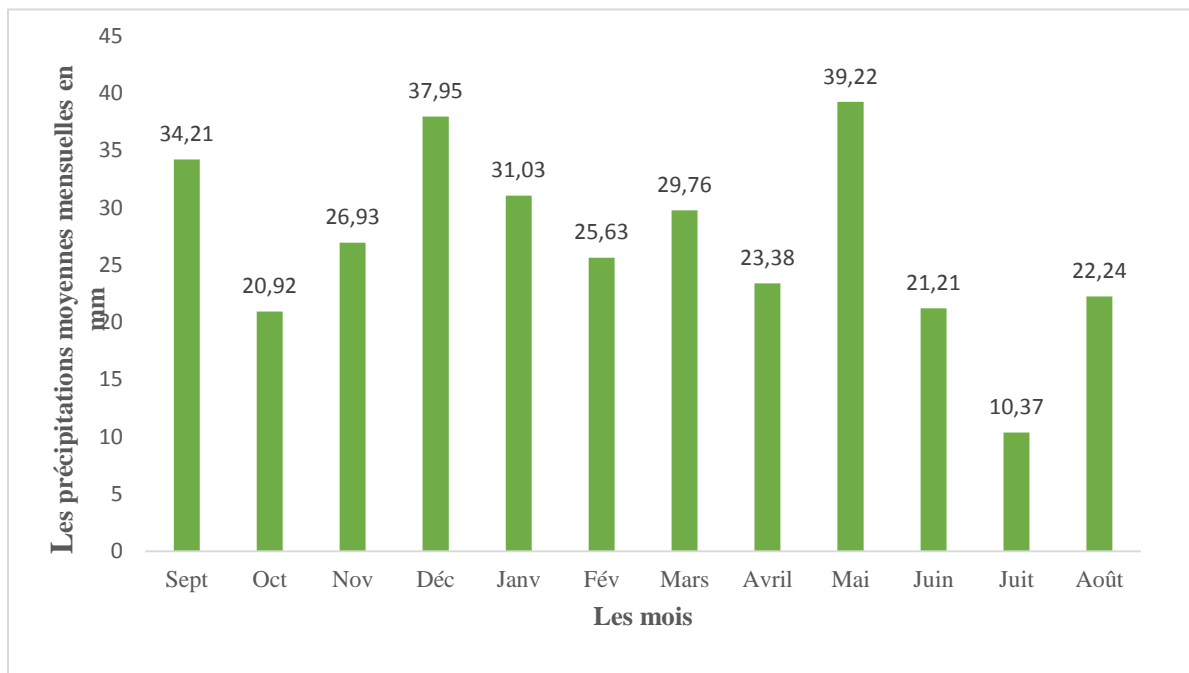


Fig.3 Précipitations moyennes mensuelles en (mm) station de Oum el Bouaghi (Période 1983-2001)

II.3 Le coefficient pluviométrique annuel :

Le coefficient pluviométrique noté C_p permet de déterminer les années excédentaires ($CP > 1$) des années déficitaires ($CP < 1$). Il est donné par la formule suivante :

$$CP = P / P_{\text{moy}}$$

Avec :

P : précipitation de l'année considérée.

P_{moy} : précipitation moyenne pour la période d'observation

Nous avons calculé le C_p pour chaque année de la série, les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 3- Précipitations annuelles et coefficient pluviométrique de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001)

Année	P en mm	CpA	Remarque
1983	155,8 minimums	0,482	D
1984	406,9	1,26	E
1985	273,8	0,848	D
1986	301,9	0,935	Equilibrée
1987	207,3	0,642	D
1988	335,2	1,038	E
1989	292,1	0,905	Equilibrée
1990	396,7	1,229	E
1991	289,4	0,896	D
1992	409	1,267	E
1993	214,2	0,663	D
1994	187,4	0,58	D
1995	368,4	1,141	E
1996	445,4	1,38	E
1997	456,6 maximum	1,414	E
1998	398,5	1,234	E
1999	441,9	1,369	E
2000	250	0,774	D
2001	259,5	0,803	D

E : excédentaire, D : déficitaire

D'après le coefficient pluviométrique on distingue que 42,11% des années hydrologiques sont déficitaires et 47,35% sont excédentaires et presque 10,54% sont des années équilibrées .

- Une saison humide qui dure cinq mois donc du mois de novembre jusqu'au mois d'Avril.

III. Type du climat :

III.1.Indice d'aridité :

On détermine le type du climat par l'utilisation de l'indice d'aridité de Demartone qui donne les caractéristiques du climat régional, où :

$$A = P/(T+10)$$

Avec :

P: précipitation moyenne annuelle en mm, T: température moyenne annuelle en °C et,

A : indice d'aridité de Demartone annuelle.

Selon la valeur que prend ce facteur, on peut caractériser le type de climat de la région d'étude comme suit :

Si $7,5 < A < 10$ _ le climat est de type steppique.

Si $10 < A < 20$ _ le climat est de type semi-aride.

Si $20 < A < 30$ _ le climat est de type tempéré.

La valeur obtenue pour le paramètre A est de 12,70 ce qui nous permet de dire que le climat de la région est semi-aride pour une température moyenne de 15,43 °C et une précipitation de 322,84 mm.

III.2.Diagramme pluviométrique :

La combinaison des deux principaux facteurs (précipitation - température) est intéressante dans la mesure où elle permet de distinguer les périodes humides et sèches de l'année.

Le diagramme pluvio-thémique illustré dans la figure 4 fait ressortir deux saisons :

- Une saison humide qui dure cinq mois donc du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril.

-Une saison sèche qui s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre.

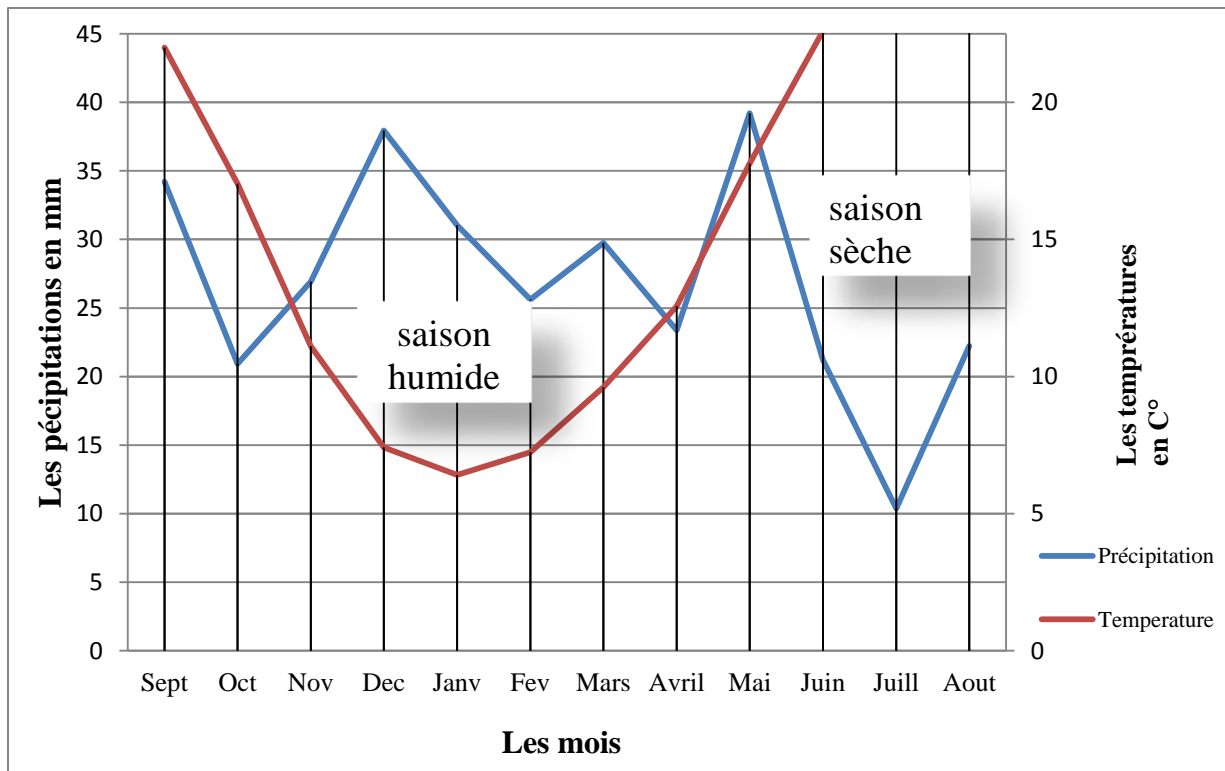


Fig.4 Diagramme pluvio-thérmiqye de la station d'Oum el Bouaghi (Période 1983-2001)

IV. Calcul du bilan d'eau selon la méthode de Thornthwaite :

Le bilan d'eau s'applique principalement pour établir la relation entre les apports et les pertes, il est fonction de plusieurs facteurs de systèmes hydrologiques tels que : les précipitations, ruissellement, infiltration, évaporation et évapotranspiration.

IV.1.L'évapotranspiration réelle et potentielle (ETP et ETR) :

On appelle évapotranspiration réelle notée ETR la quantité d'eau évaporée ou transpirée par le sol, les végétations, et les systèmes libres du bassin versant estimée en (mm). On peut l'évaluer par la **formule de Turc**(1961) :

$$ETR = P / (0,9 + P / L^2)^{1/2}$$

Avec :

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3$$

E et P sont exprimés en mm/an, t étant exprimée en degré C.

Pour l'évapotranspiration potentielle notée ETP, c'est la quantité d'eau qui sera évaporée ou transpirée en partie d'un bassin versant si l'eau disponible pour l'évaporation n'était pas un facteur limitant. Plusieurs formules ont été utilisées pour estimer l'ETP parmi ces formules celle de **C.W Thornthwaite** qui dépend essentiellement du paramètre de la température de l'air :

$$ETP = 16 (10 t / D)^a k$$

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle en mm.

t : température moyenne mensuelle en °C.

$$a = (1.6/100) \cdot I + 0.5.$$

I : indice thermique annuel donné par : I = somme i avec $i = (t / 5)^{1.514}$

K : coefficient d'ajustement mensuel qui dépend de la latitude de la station.

D'après G. Castany (eaux souterraines) la méthode se présente comme suit :

- Si la hauteur de pluie mensuelle supérieure à l'ETP on a $ETP = ETR$
- Si la quantité qui reste est affectée à la réserve facilement utilisable (RFU), elle s'ajoute de mois en mois jusqu'à ce que la RFU atteigne le maximum de rétention, il en résulte donc un excédant (EX).
- Si la hauteur de pluie mensuelle $< ETP - ETR$ dépend de toutes RFU jusqu'à épuisement.

$$DA = ETP - ETR$$

Tableau 4- Résultats de calcul des différents paramètres du bilan d'eau à la station Oum el Bouaghi (1983-2001)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mais	Juin	Juill	Aout	Tot/moy
P (mm)	34,21	20,92	26,93	37,95	31,03	25,63	29,76	23,38	39,22	21,21	10,37	22,24	322,84
T en °C	22	17,04	11,1	7,42	6,41	7,24	9,61	12,57	17,77	22,61	25,76	25,61	15,42
K	1,05	0,91	0,75	0,7	0,73	0,78	1,02	1,15	1,32	1,33	1,33	1,24	
i	6.661	6,4	3,344	1,818	1,456	1,751	2,689	4,037	6,82	9,821	11,966	11,86	
ETP	104.62	58.32	23.07	10.806	8.77	11.54	24.519	43.778	90.9	138.34	172.9	159.65	847.21
ETR	34,21	20,92	23.07	10.806	8.77	11.54	24.519	23,38	39,22	21,21	10,37	22,24	250.25
RFU	0	0	3.89	27.144	50	50	50	29.602	0	0	0	0	
EXC	0	0	0	0	2.474	14.09	5.241	0	0	0	0	0	
DA	70.41	37.4	0	0	0	0	0	20.39	22.078	117.13	162.53	137.41	

Le bilan d'eau et le Déficit d'écoulement est Donné par l'équation suivante :

$$P = R + I + ETR$$

Avec :

P : hauteur pluviométrique moyen (mm).

R : ruissellement annuel (mm).

I : infiltration annuelle (mm).

ETR : évapotranspiration réelle annuelle (mm).

ETR = 250.255 mm/ans.

RFU : réserves facilement utilisables, paramètre lié à la densité apparente du sol, sa capacité de rétention et la profondeur de la terre parcourue par les racines.

Pour notre région caractérisée par un climat semi-aride la réserve facilement utilisable est estimée à 50 mm/ans (Brahmia. A, 2007).

VI.2. Interprétation du bilan hydrologique :

Le bilan hydrique selon Thornthwaite (Tableau 4) indique une évaporation maximale observée au mois de juillet pour une valeur de 172.9 mm, qui produit un déficit agricole étalon de avril jusqu'au octobre nécessitant une irrigation pour les zones de cultures. Pour le reste des mois, l'évapotranspiration est faible et la précipitation plus ou moins élevée produisant aussi une recharge de la nappe.

VI.2.1. Estimation de la lame d'eau écoulée :

Elle correspond à l'infiltration et au ruissellement pour le calcul de la lame d'eau nous avons utilisé la formule du bilan d'eau annuel :

$$P = ETR + R + I = 322,84 \text{ mm}$$

Avec :

R et I respectivement le ruissellement et l'infiltration, les deux paramètres regroupés forment la lame d'eau écoulée,

P étant les précipitations annuelles et ETR l'évapotranspiration réelle.

$$\text{Calcul du ruissellement : } R = P^3 / 3ETP^2 = 15.57 \text{ mm}$$

$$\text{Calcul de l'infiltration : } I = P - ETR - R = 57.01 \text{ mm}$$

Conclusion :

Le calcul du bilan hydrologique montre que la plus grande proportion des précipitations annuelles est consommée par l'évapotranspiration qui est de l'ordre de 77.51%, l'infiltration représente 17.65% et le reste 4.822% des eaux s'écoulent vers les cours d'eau.

CHAPITRE III : LE CADRE GEOLOGIQUE

I. Introduction :

La zone d'étude fait partie de l'ensemble géologique du Tell d'Algérie. Cet ensemble s'étend de la région de Constantine à la frontière Algéro-Tunisienne. Sa structure est très complexe et essentiellement due à des mouvements tectoniques. La plupart des informations proviennent à partir des deux cartes géologiques première édition et la notice explicative de la région (BERRICHE et AIN BEIDA au 1/50 000) les explorations et les tracés géologiques de cette édition ont été réalisés en 1973 pour la SONATRACH, dans le cadre du permis Ain Bida par S. GUELLAL, alors ingénieur-géologue à la SONATRACH, et J.-M. VILA n145, collaborateur du service de la carte géologique de l'Algérie.

Le but d'étude est de connaître les terrains dans leur contexte géologique.

II. Stratigraphie :

II.1. Formations peu ou pas tectonisées :

II.1.1. Quaternaire :

A : alluvions récentes.

Les alluvions récentes sont étendues sur le long des oueds du plain oued Cheref, oued Hamimine et oued Trough qui draine le fossé de Terraguelt, ce sont des limons et des graviers gris.

Q : terres arables, formations de pente, alluvions anciennes et Quaternaire indéterminé.

Les terres arables sont localisées sur des placages limoneux et supportent un sol brun peu ou pas calcaire.

Q^c Villafranchien : croute calcaires.

L'aspect le plus fréquemment réalisé est celui de croutes massives blanches et très faciles à repérer probablement karstifiées elles forment soit de petites masses, soit des surfaces taraudées.

II.1.2 Mio-Pliocène :

^{mp} Moi-Pliocène continental : Argile, conglomérat, grès et calcaires lacustre.

Ces formations sont développées à extrémité septentrionale du fossé plio-quadernaire de Terraguelt. Il s'agit d'argiles jaunes ou ocre, de conglomérats mal cimentés, de grès calcaireux jaunâtres et de calcaires lacustres.

II.2 Ensemble allochtone écaillé à faciès de type Sellaoua

Klippes de l'oued Settara et de Bir Bou Haouche, écailles de l'oued Cheref et du djebel hammimat.

mMiocène marin transgressif.

N'est présent que sur le versant sud de l'écaille du djebel Hamimmat. Ce sont des grès calcaireux à débris et de pecten.

C³⁻⁴ Coniacien et Santonien marneux :

Ils existent dans la klippe de Bir Bou Haouche. Consiste de marnes grises ou gris-bleu indurées et filonnées de calcite qui ont livré

C² Turonien :

marno-calcaires noirs en plaquettes à la base, marnes et biomicrites à *Globotruncana helvetica* au sommet.

Ces formations forment la Klippe de Bir Bou Haouche et l'écaille du djebel hammimat à la base une série de 50 à 60 m de marno-calcaires blancs en plaquettes à cassure noire, au dessus une barre de 25 à 30m de biomicrites claires en petits blancs et de marnes grises.

C¹ Cénomaniens :

Marneux à petites intercalations marno-calcaires à Rotalipores, 150 à 170m de marnes grises.

N¹-C Vraconien et Cénomaniens basal marneux et marno-calcaires à Rotalipores et Hedbergelles.

Ce sont des marnes grises à petites intercalations de calcaires marneux très froissées.

N⁶ Albien argilo-marneux sombre à rares bancs de grès quartzite.

Ce sont des marnes et des argiles grises ou brunes, on note aussi la présence de quelques Ammonites, cette formation est facile à repérer du fait la présence d'intercalations de bancs ou de boules, quartzites à grains fins de teintes vert-sombre ou vert olive.

T Trias :

Il est présent à la base de la klippe de Bir Bou Haouche et en recouvrement anormal sur le maestrichtien de Djebel Tiguilaline. C'est un ensemble broyés d'argiles varicolores et de gypse.

II.3 Formations autochtones nord-Aurésiennes :

m_H Miocène marin transgressif : conglomérat, argiles et grés calcaireux roux à huîtres.

Le miocène marin forme une série d'affleurements discontinus depuis le Bled Ouled Dahmane, sur le bord ouest de la feuille jusqu'au Djebel Bou Rekez dans l'angle Nord Est de celle-ci.

Au dessus de minces niveaux conglomératiques de base, généralement rouges ou rubéfiés se développent des calcaires gréseux roux ou bruns riches en débris d'huîtres, des marnes, des marnes et plus haut des grés en bancs alternant avec des couches argileuses brunes d'âge Burdigalien supérieur comme sur la feuille de Sedrata.

C^{6b} Maestrichtien supérieur : calcaires crayeux à Inocérames.

Les principaux reliefs de la feuille de Berriche sont installés sur des calcaires crayeux beiges à cassures blanchâtres fortement **karstifiées**. Ces terrains formant Djebel Terraguelt et Tiguilaline. La série n'excède pas 95 à 100 m d'épaisseur. **Cette forte karstification nous laisse penser que cette formation géologique peut être un aquifère potentiel important.**

C^{6a} Maestrichtien inférieur à dominante marneuse.

Ces couches tendres mettent en reliefs la corniche précédente. Ce sont des marnes beiges à petits bancs de calcaires, un peu noduleux. La microfaune est la même que celle des faciès analogues de la feuille d'Ain Beida. La base de cette formation montre au Djebel Terraguelt quelques niveaux conglomératiques intraformations.

C⁵ Campanien marneux et marno-calcaires au nord de Bir Bou Haouche, calcaro-gréseux et marneux au Djebel Terraguelt.

Les petits affleurements du nord de la feuille montrent des marnes et des marno-calcaires, au Djebel Terraguelt, le Campanien est légèrement gréseux mais contient toujours des microfaunes pélagiques avec *Globotruncana Stuartiformis*.

C⁴_H Santonien : Marnes grises et petits niveaux de calcaires noduleux.

Autour du djebel Terraguelt, le Sontonien forme les talus marneux sur lesquels sont installés les glacis polygéniques. Il s'agit de 150 à 200 m de marnes grises ou beiges à petites intercalations marno-calcaires à incohérentes.

C³⁻⁴_H Coniacien et Sontonien marneux, gris ou gris bleu à plaquettes de calcite.

Un affleurement au pied du djebel Terraguelt, très riche en plaquettes de calcite et à petites intercalations marno-calcaires contient une microfaune Coniacienne.

C²_H Turonien : calcaires marneux en plaquettes à la base, marnes et micrites à *Globotruncana Helvetica* au sommet.

La partie supérieure au pied du Turonien est formée d'alternances de marnes et de micrites. La base de la série est constituée de calcaires marneux en plaquette à patine blanche et cassure noir. Les empreintes d'ammonites ne sont pas rares.

C^{1c} Cénomaniens supérieur marneux à Rotalipores :

Ce sont des marnes grises à grands Rotalipores, ces affleurements se trouvent en bordure du fossé de Terraguelt.

C^{1b} Vraconien et Cénomaniens :

Cette formation est assez semblable à la base du Sénonien et lardée de filonnets de calcite.

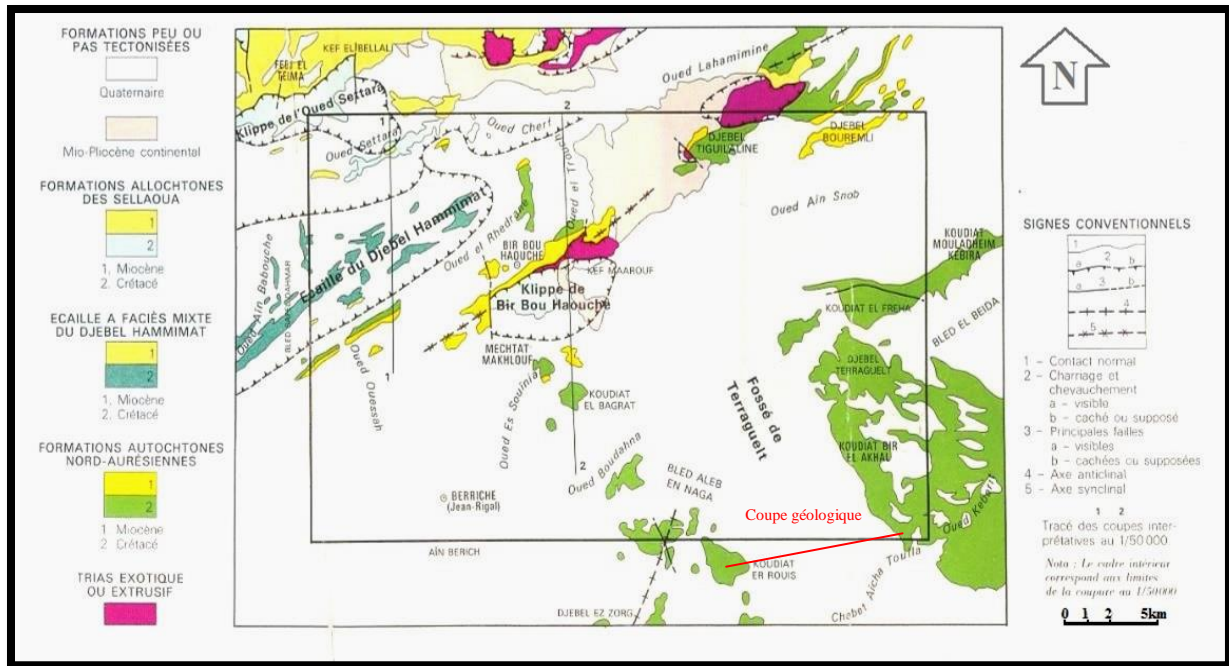


Fig.5 Carte géologique simplifiée de la plaine de Terraguelt d'après la carte géologique Berriche Jean Rigal

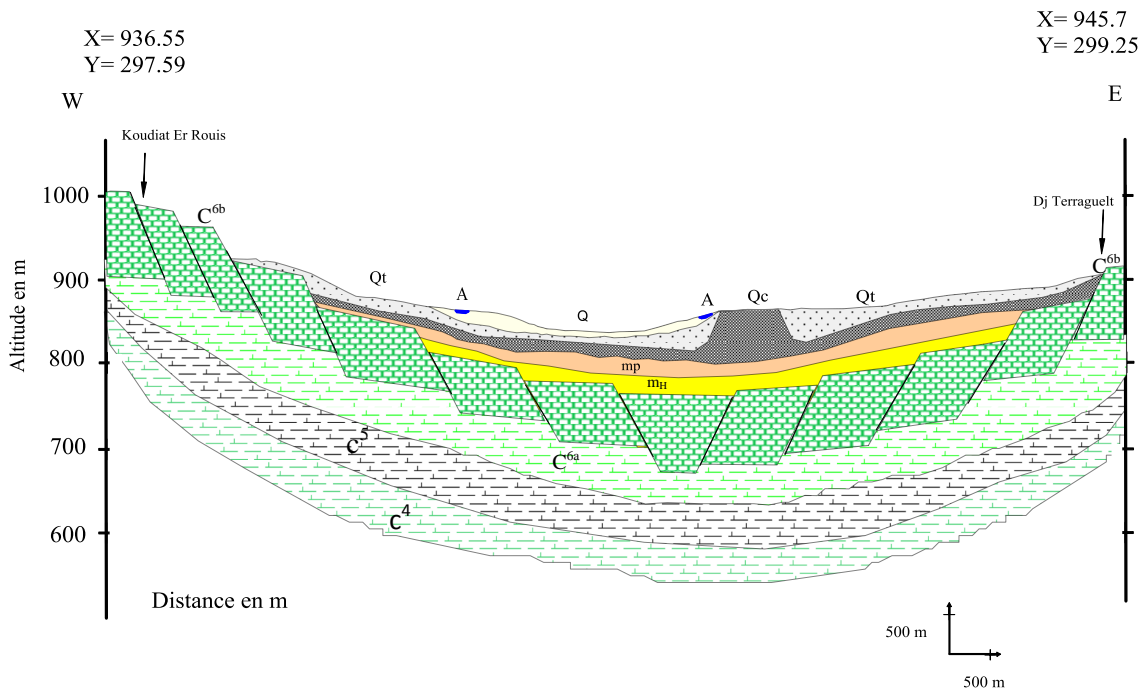
III. Tectonique :

La plaine de Terraguelt fait partie de la chaîne alpine au nord Algérie, la feuille de Berriche possède une bordure septentrionale où s'empilent des unités allochtones de haut en bas et du nord au sud il est possible de distinguer :

- la klippe de l'oued Settara.
- l'écaille de l'oued Cheref et la klippe de Bir Bou Haouche.
- L'écaille du Djebel Hammimat.

Au point de vue tectonique aussi on constate la présence d'un champ de faille normale de part et d'autre de la plaine, d'orientation générale NW-SE suivant la direction générale cela est lié à des mouvements d'extension provoqué une ouverture du fossé puis un effondrement des blocks des calcaires, ces manifestation font apparaitre des réseaux des oueds ensuite un remplissage des dépôts d'éléments détritiques (figure 5et 6).

Le substratum des calcaires Maestrichtien supérieur est formé essentiellement par des marnes



Légende :












-  A : alluvions récentes
-  Q : terres arables, formations de pente, alluvions anciennes et Quaternaire indéterminé
-  Qt: Glacis polygéniques nappant les reliefs
-  Qc: Villafranchien : croute calcaires
-  mp: Moi-Pliocène continental : Argile, conglomérat, grès et calcaires lacustre
-  m_H : Miocène marin transgressif
-  C^{6b} Maestrichtien supérieur : calcaires crayeux à Inocérames
-  C^{6a} Maestrichtien inférieur des marnes
-  C⁵ Campanien marnes et marno calcaire
-  C⁴ Santonien marnes grises
-  Faille

Fig.6 Coupe géologique au Sud de la plaine de Terraguelt

Conclusion :

Le fossé de Terraguelt est drainé par oued Trouch, se caractérise par un ensemble des régions hétérogène. À la bordure NW, on constate l'apparition des formations allochtones du Trias et Turonien au Bir Bou Haouche, constitué par des gypses et marno-calcaires, ce qui peut affecter la qualité des eaux dans cette région.

On constate la présence d'un champ de faille normale de part et d'autre de la plaine, d'orientation générale NW-SE.

Les formations du Mio-plio-Quaternaire couvrent des très larges surfaces de la plaine il s'agit des limons, des graviers et des croutes calcaires par contre, les principaux reliefs du fossé sont installés sur des calcaires de Maestrichtien supérieur fortement karstifiés, peuvent constituer des réservoirs importants détritique et karstique.

Les formations d'âge Maestrichtien inférieur, Sénonien, Turonien et Cénomaniens qui apparentent en quelque part à l'entourage de la région sont rarement exploités, car ils sont constitués essentiellement par des marnes et marno-calcaire.

CHAPITRE IV : PROSPECTION ELECTRIQUE

I. Introduction :

L'étude hydrogéologique requiert non seulement l'utilisation des méthodes classiques (pluviométrie, piézométrique, lithologie, hydrodynamique etc...), mais également des méthodes d'investigation comme la géophysique.

La méthode de prospection géophysique à notre disposition c'est la méthode électrique. Notre objectif n'est pas d'exposer les aspects théoriques et techniques des méthodes utilisées, mais plutôt d'en dégager les applications dans l'étude des aquifères.

En 1979, une prospection géophysique à l'aide des sondages électriques verticaux espacés d'environ 500 m à 700 m, dispositif Schlumberger a été effectuée dans la région de Terraguelt par ALGEO.

Dans notre travail nous essayons de réinterpréter les données de cette étude et réaliser des coupes géo-électriques sur la plaine afin d'avoir une meilleure idée sur la géologie et la structure et la profondeur des calcaires Maestrichtien supérieur recouvert par le remplissage Mio-plio-Quaternaire.

II. Généralités sur les méthodes électriques en courant continu :

II.1.Principe de la méthode des résistivités :

La méthode de prospection électrique est basée sur l'injection de courant artificiel dans le sous-sol. La propriété de conduire le courant électrique est exprimée par la conductivité ou son inverse la **résistivité**.

La résistivité ou conductivité des terrains est dans le cas des formations sédimentaires, essentiellement limitée à une conductivité électrolytique qui est due au déplacement des ions contenus dans l'eau d'imbibition de la formation.

La résistivité des formations saturées est fonction:

- de la porosité totale communicante.
- de la quantité de sels dissous dans l'eau d'imbibition et de leur qualité.

La formule d'**Archie** synthétise ces relations et permet, dans les cas favorables, d'estimer la porosité et le taux de saturation du sous-sol.

$$\rho_r = a \cdot \rho_w \cdot \frac{\phi^n}{S^2}$$

Avec : $f = a/\phi^m = \rho_r \cdot \rho_w$

f = facteur de formation

ρ_w = résistivité de l'eau d'imbibition ohm.m

ρ_r = résistivité de la roche ohm.m

ϕ = porosité en %

a = facteur proche de 1

m = facteur proche de 2

S = saturation en %

Il faut noter qu'une absence complète d'eau entraîne des résistivités infinies, d'autre part l'expérience montre que la présence d'argile fait baisser la résistivité d'une formation et la variation de la résistivité au sein d'une formation saturée dépend aussi de la quantité de sels dissous dans l'eau d'imbibition.

Les mesures de résistivité permettent donc de repérer les formations les plus poreuses, pour que celles-ci constituent des réservoirs utilisables encore faut-il qu'elles présentent une bonne perméabilité

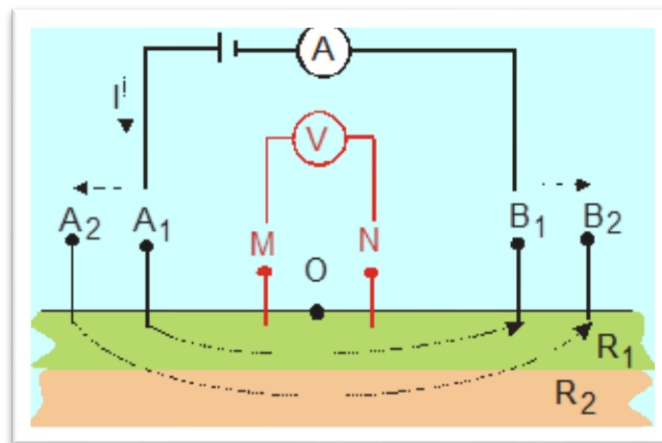


Fig.7 SEV dispositif Schlumberger

II.2.Principe de la méthode :

Pour réaliser un sondage électrique vertical SEV à l'aide d'un dispositif Schlumberger on injecte un courant dans le sol à l'aide de deux électrodes d'injection de courant A^+ et B^- , on obtient la différence de potentiel aux bornes de deux électrodes de mesures M et N. Les quatre

électrodes doivent être alignées, les deux électrodes A et B à l'extérieur et les deux électrodes de mesure de potentiel au milieu, la distance MN doit être petite par rapport à AB, Les quatre électrodes sont symétrique par rapport au point de mesure situé au milieu du dispositif

L'objectif du SEV est de chercher comment varie la résistivité électrique ρ à la verticale en un point donné.

Pour arriver a cet objectif, après avoir choisi le point d'investigation, on place les électrodes avec des distances faibles aux premières mesures, donc l'investigation concerne les couches superficielles du sol, à l'aide d'une source électrique on injecte le courant électrique par l'électrode A, il est récupéré par l'électrode B, le résistivimètre nous donne la différence de potentiel ΔV mesuré entre les électrodes M et N (en mv) et l'intensité I (en mA) du courant électrique envoyé dans le sous-sol, connaissant les distances entre les électrodes on peut calculer la valeur de la résistivité électrique apparente pour chaque mesure à l'aide de la formule suivante :

$$\rho_a = K.(\Delta V / I)$$

Avec :

ρ_a : résistivité apparente en ohms.m

K : coef géométrique du dispositif de mesure (dépend de la position des électrodes pendant chaque mesure, calculé pour chaque mesure) sans unité

$$K=(3.14.AM.AN)/MN$$

ΔV : différences de potentiels entre deux électrodes MN (mv).

I : intensité du courant en (mA).

II.3.Représentation des résultats :

Les résultats de terrain de chaque sondage électrique sont représentés sur un papier bilogarithmique en reportant en abscisses les distances AB/2 pour chaque mesure et en ordonnées les résistivités apparentes correspondantes. A l'aide de ces points nous traçons la courbe du SEV, qui sera ensuite interprétée à l'aide des abaques ou un logiciel pour obtenir le nombre de terrain et les résistivités vraies pour chaque terrain ainsi que les épaisseurs sauf le dernier terrain.

Ces résultats d'interprétation des SEV sont utilisées pour l'élaboration des cartes d'isorésistivités apparentes et les coupes géo-électriques.

III. Echelle des résistivités :

Les cuttings des forages permettent d'établir la succession des couches géologiques traversées par le forage.

Pour une bonne interprétation des résultats de sondage électrique, nous avons réalisé une échelle de résistivité pour la plaine de Terraguelt. Cette échelle est réalisée à l'aide de données d'**interprétation** de quelques SEV établis à proximité de certains forages mécaniques. Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus :

Tableau 5- Valeurs des résistivités ohm.m

Forages	Nature lithologique	La résistivité ohm.m
TR3	Galet de calcaires/ croûtes calcaires	Résistant
	Calcaires blanchâtres	Supérieur à 25
TR1	Argiles avec gravier de calcaire	15
	Argile	2.5
	Argile graveleuse	9
SEO4	Calcaire karstifié	60
TR9	Argile avec morceaux de calcaire crayeux	7
B06	Argile avec Gravier grossier	8-9
TR5	Calcaire karstifié	60

Les calcaires blanchâtres ont une valeur qui est supérieur à 25 ohm.m sa dépend à le degré de karstification et l'altération de la roche

Les résistivités des argiles varie de 2.5 à 15 ohm.m cela dépend du taux de pourcentage de gravier ou sable en présence et la saturation de la roche en eau.

Les résistivités des graviers et sables sont estimés d'environ de 20 à 45 ohm.m, à cause de l'absence des forages mécaniques dans cette région.

Ces valeurs de l'échelle des résistivités ont été utilisé pour l'interprétation des coupes géo-électriques.

IV. Interprétation des résultats :

IV.1. Les coupes géo-électriques :

Les coupes électriques sont effectuées pour déterminer l'extension horizontale et la géométrie des horizons électriques de même valeur de résistivités. Les profils électriques d'orientation E-W ont été effectués avec des sondages électriques d'espacement maximum de AB=800m à AB=1000m et les SEV d'orientation NW-SE avec AB=3000m à AB=5000m afin d'atteindre le substratum du remplissage.

En reportant en ordonnées la topographie de chaque SEV et les valeurs de résistivités vraies correspondante après interprétation. En reportant les distances entre les différents SEV du même profil sur l'axe des abscisses nous avons relié les horizons de même valeur de résistivité le long du même profil, puis nous affectons chaque tranche de valeur à un terrain correspondant selon l'échelle de résistivité indiquée dans le tableau 6.

Nous avons réalisé cinq coupes géo-électriques bien réparties du nord au sud de la zone comme le montre la carte suivante (figure 8).

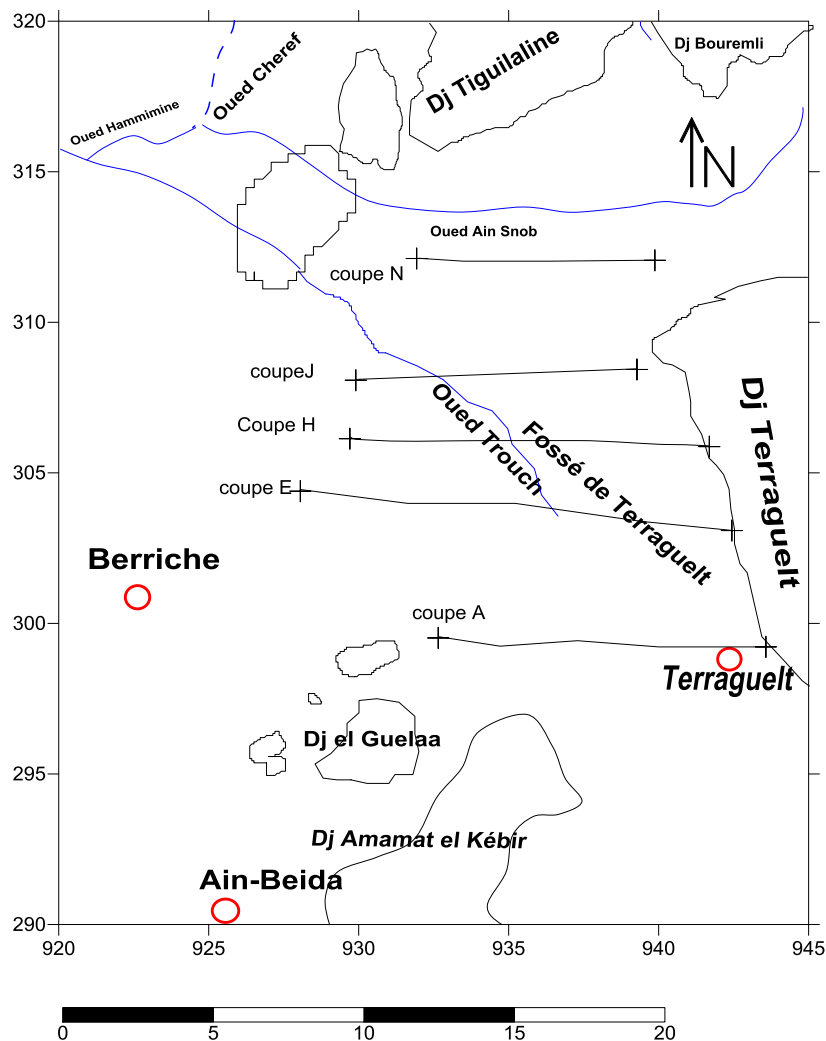




Fig.8 Carte de situation des coupes électriques dans la plaine de Terraguelt

Légende :

-  Cours d'eau
-  Ville

IV.1.1. Coupe géo-électrique A :

La coupe A située au Sud de la plaine d'orientation W-E (figure 9) montre en bordure E de la plaine une couche de résistivité de 40-70 ohms.m, qui peut présenter des calcaires karstifiés, d'une épaisseur de 5m à 55m, qui couvre des formations conductrices qui peuvent être attribuées à des formations argileuses avec certain pourcentage de graviers, ces résistivités de 10 à 20 ohms.m.

A la partie W il y a des formations peu résistantes de 20-30 ohm.m d'une épaisseur importante au bordure de la plaine et diminue allant vers le centre, qu'on peut attribuer probablement à des graviers ou sables avec peu d'argile.

Ce remplissage est limité dans sa partie supérieure par une fine couche argileuse de résistivité de 8 à 14 ohm.m, le substratum est aussi argileux avec des résistivités de 7 à 12 ohm.m.

On remarque aussi la présence des surfaces en croûtes calcaires .

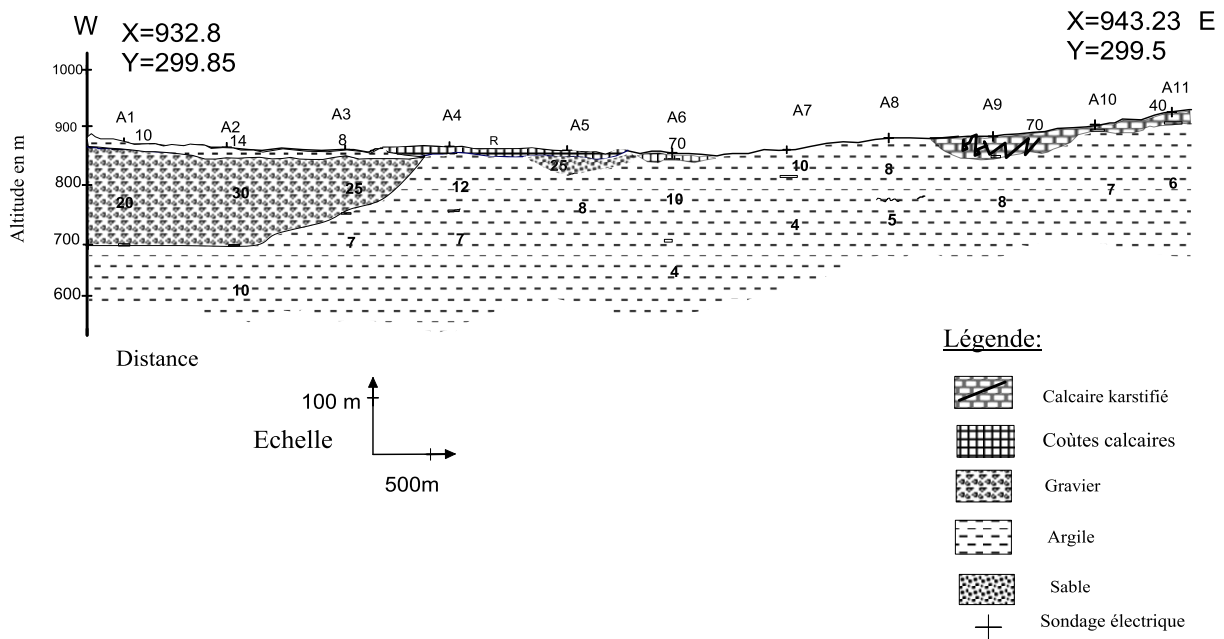


Fig.9 coupe géo-électrique A

IV.1.2. Coupe géo-électrique E :

cette coupe est légèrement plus au nord que la coupe précédente. Elle montre en bordure Est des formations de résistivité de 30-50 ohm.m, vu leur proximité de la bordure de la plaine on peut les attribuer à des graviers ou sables provenant de l'érosion des reliefs avoisinant.

Toutes la partie centrale est occupé par des formations conductrices représentées par des argiles et formations limeneuses de 1 à 12 ohm.m avec une épaisseur très importante qui peut atteindre jusqu'à 500 m, ce qui peut être due à un dépôt d'éléments fins d'oued Trough.

Au centre de la plaine on remarque qu'il y a un bloc de résistivité de 200ohm.m sur une profondeur supérieure à 400m, nous pensons qu'il s'agit de bloc de calcaire compact, ce qui démontre le caractère d'effondrement (figure 10).

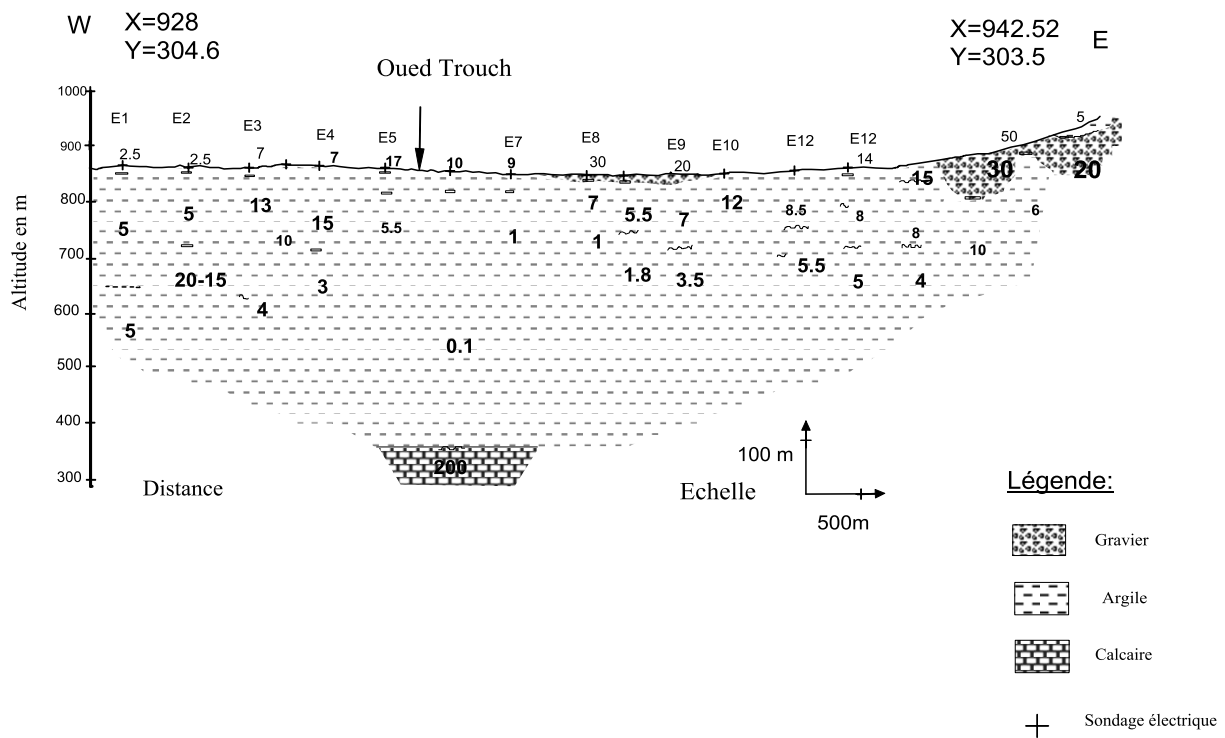


Fig.10 coupe géo-électrique E

IV.1.3.La coupe géo-électrique H :

La coupe est située au centre de la plaine, montre en bordure Ouest des formations de résistivité de 1 à 10 ohm.m, selon l'échelle de résistivité on peut les attribuer à des argiles ou des marnes, leur épaisseur peut atteindre jusqu'à 250 m, ce qui peut être dû à un dépôt d'éléments fins d'oued Trouch.

A la partie E en bordure de Djebel Terraguelt, on constate la présence des formations de résistivité de presque de 80 à 100 ohm.m sur une profondeur d'environ 100m, on pense qu'il s'agit des calcaires karstifiés du maestrichtien supérieur.

Ces calcaires sont surmontés par des formations de résistivités de 20 à 30 ohm.m qu'on peut affecter à des sables et graviers (figure11).

Cette coupe montre bien le caractère d'effondrement des calcaires à cause de la présence d'un réseau des failles normales.

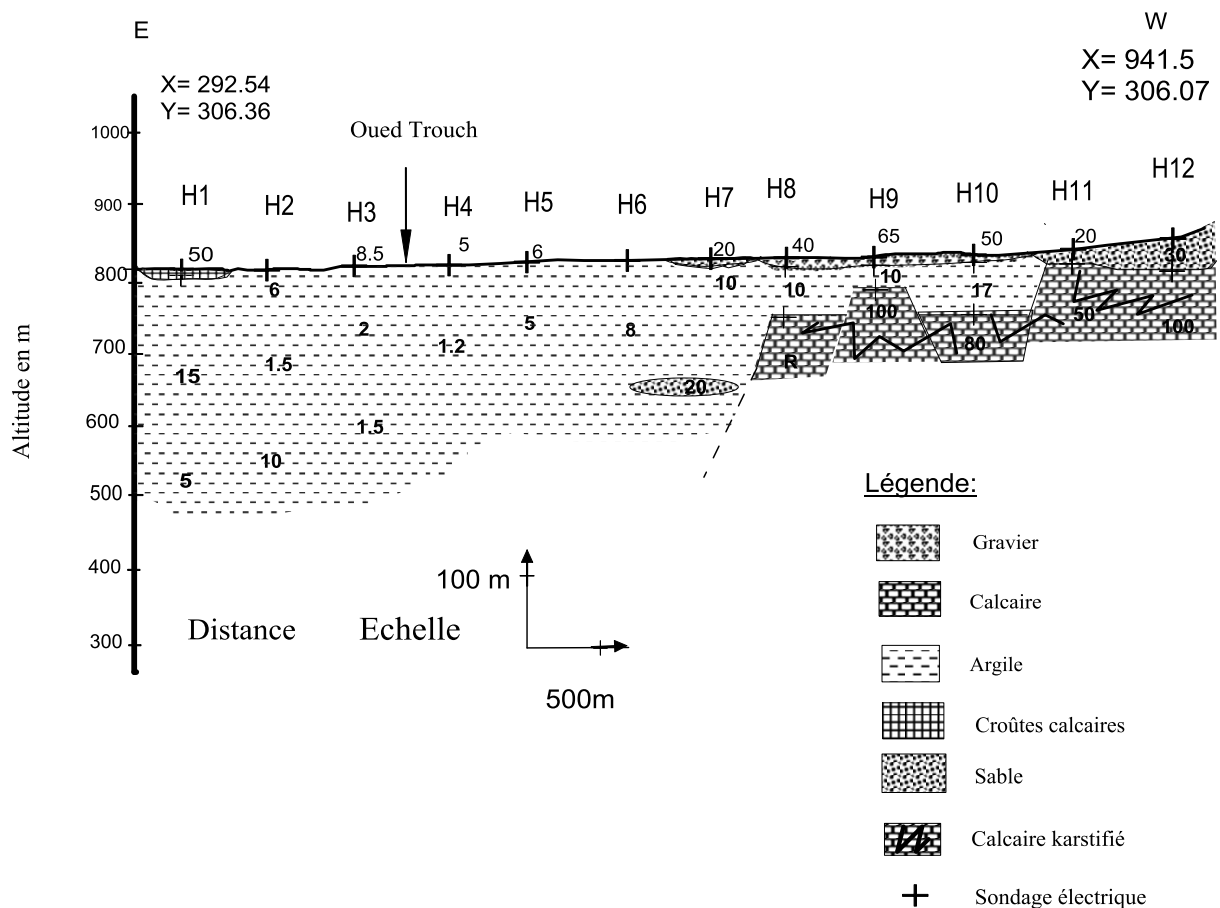


Fig.11 coupe géo-électrique H

IV.1.4.Coupe électrique J :

La coupe est légèrement plus au nord que la coupe H, elle se caractérise en générale par des terrains conducteurs de 2 à 15 ohm.m qui peuvent être attribués aux argiles graveleuses ou des marnes, avec une épaisseur environ de 250m, recouvert dans quelques endroits à E et W par des formations résistantes de 30 à 50ohm.m qui peuvent présenter des galets, et au centre par des formations plus ou moins conductrices de 12 à 24 ohm.m.

A la partie E en bordure de Djebel Terraguelt, on constate la présence des formations de résistivité de presque 35 ohm.m sur une profondeur d'environ 100m, on pense qu'il s'agit des graviers ou des sables ou un mélange.

Au centre de la plaine, une lentille de sable se situe sur presque de 150m de profondeur avec une résistivité de 35 ohm.m peut être attribuée aux sables (figure 12).

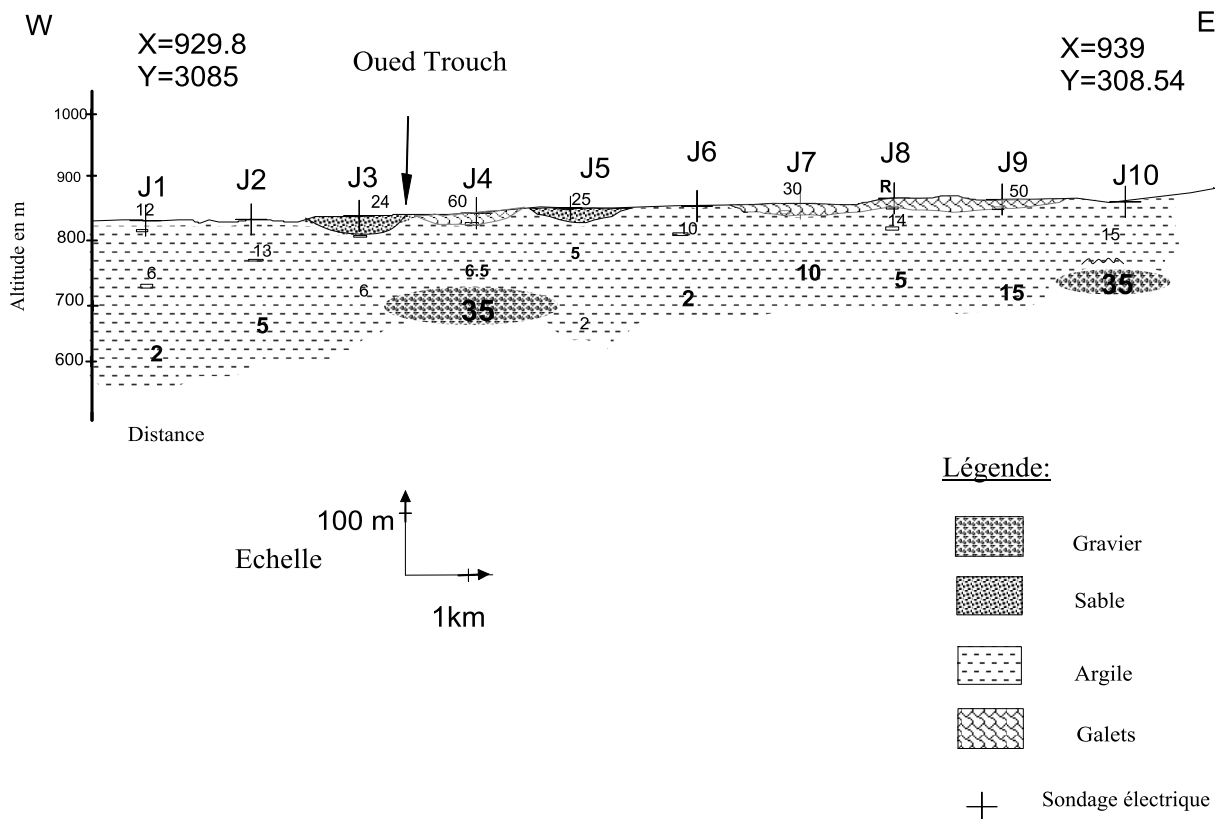


Fig.12 coupe géo-électrique J

IV.1.5. Coupe géo-électrique N :

La coupe se localise au Nord de la plaine, d'orientation W-E (figure 13) montre en bordure E de la plaine des formations de résistivités de 40 ohm.m sur une profondeur de presque 200m qui peut attribue aux graviers ou une lentille de sable.

A l'Ouest on constate une couche de résistivité de 20 à 30 ohms.m, qui peut présenter des sables d'une épaisseur allant de quelques mètres jusqu'à 30 m, le reste de la coupe se caractérise par des formations conductrices de résistivité de 3 à 17 ohm.m qui peut présenter des argiles graveleuses ou des marnes.

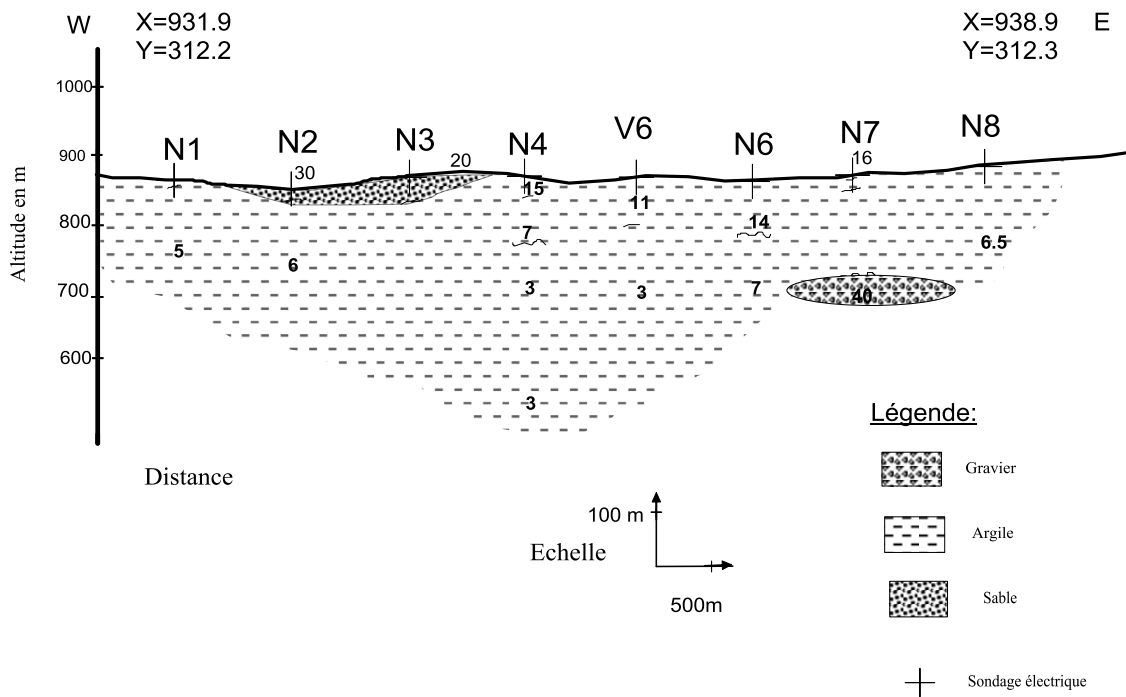


Fig.13 coupe géo-électrique N

IV.2 Les carte d'isorésistivités apparentes :

On a choisi l'analyse de trois cartes d'isorésistivité AB=80m, AB=200m et AB=800m.

IV.2.1 La carte d'isorésistivité AB = 80 m:

La carte d'isorésistivité AB = 80 m (figure14) dont la profondeur d'investigation est entre (AB/10 et AB/4) c'est-à-dire de 8 à 20m, montre la présence de quelques zones d'intérêt hydrogéologique dont la résistivité apparente est comprise entre 25 et 40ohm.m localisés en bordure Est, à proximité de Djebel Terraguel qui peut être attribuée à des formations sableuses ou graveleuses.

Une autre zone d'intérêt est localisé dans la partie sud-ouest de la carte avec une résistivité d'environ 100 ohm.m qui peut être attribuées à des calcaires fissurés et ou karstifiés.

La partie centrale montre sur une grande superficie des formations de faibles résistivités inférieures à 10 ohm.m longeant oued Trouch, nous attribuons ces valeurs à des formations fines argileuses qui peuvent être transportées et déposé sur des distances éloignées.

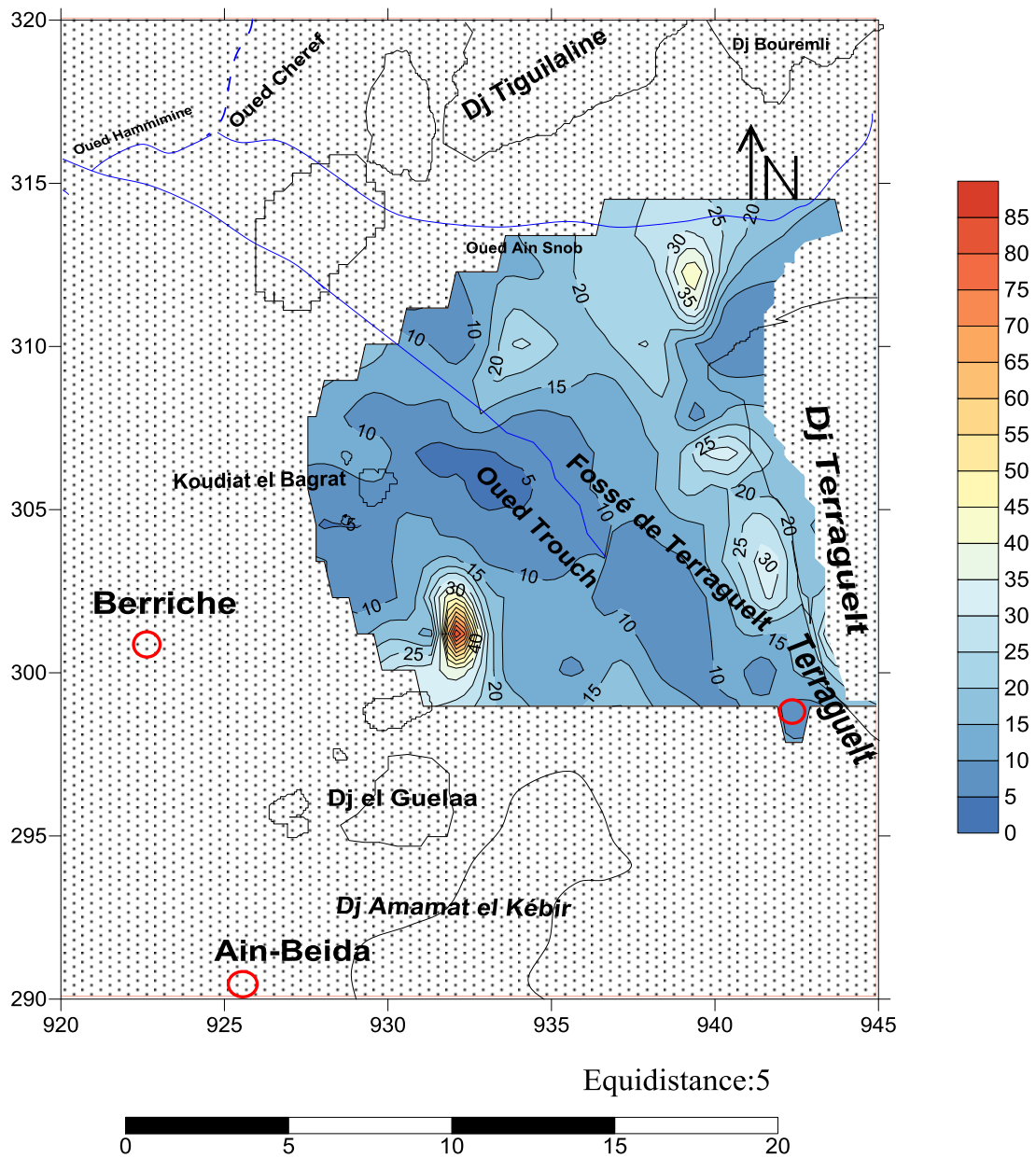





Fig.14 Carte d'isorésistivité espacement des électrodes de courant AB = 80m

Légende :

-  Cours d'eau
-  Ville
-  Courbe d'isorésistivité

IV.2.2 La carte d'isorésistivité AB = 200m :

La carte d'isorésistivité AB = 200 m (figure15) dont la profondeur d'investigation est entre (AB/10 et AB/4) c'est-à-dire de 20 à 50m, montre :

-la présence de plusieurs zones d'intérêt hydrogéologique dont la résistivité apparente est comprise entre 20 et 30 ohm.m localisés en bordure Est, à proximité de Djebel Terraguelt qui peut être attribuées à des formations sableuses ou graveleuses.

Dans la partie centrale à l'oued Trouch, on remarque que les valeurs de résistivités sont inférieures à 12 ohms.m qui peuvent être présentés des formations argileuses.

A la partie gauche de l'oued Trouch les résistivités varient entre 26 et 50ohms.m et peuvent être attribuées à des formations graveleuses.

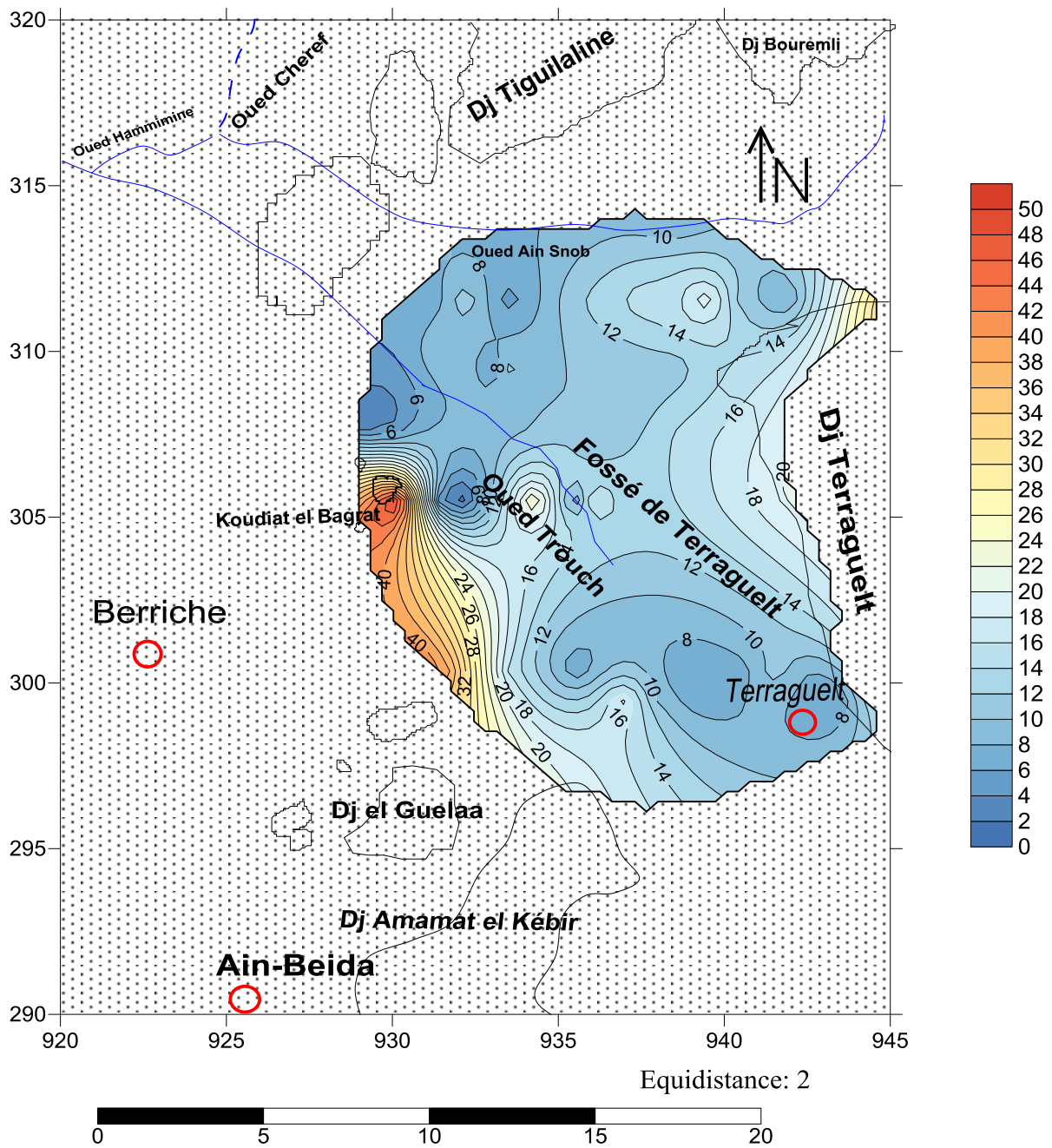





Fig.15 Carte d'isoresistivité espacement des électrodes de courant AB = 200m

- Légende :**
-  Cours d'eau
 -  Ville
 -  Courbe d'isoresistivité

IV.2.3 La carte d'isoresistivité AB = 800m :

La carte d'isoresistivité AB = 800 m (figure16) dont la profondeur d'investigation est entre (AB/10 et AB/4) c'est-à-dire de 80 à 200 m.

- nous pouvons distinguer un nuage de résistivités apparentes importantes au voisinage de djebel Terraguelt de l'ordre de 45 à 90 ohms, qui peut présenter des calcaires karstifiés.
- une autre plage au centre de la plaine et au voisinage d'Oued Trouch de résistivités apparentes inférieures à 10 ohms.m, ces terrains conducteurs liés aux argiles.
- La bordure Ouest de la plaine montre des résistivités de 20 à 60 ohms.m qui peuvent attribuer au gravier ou des sables ou gravier.

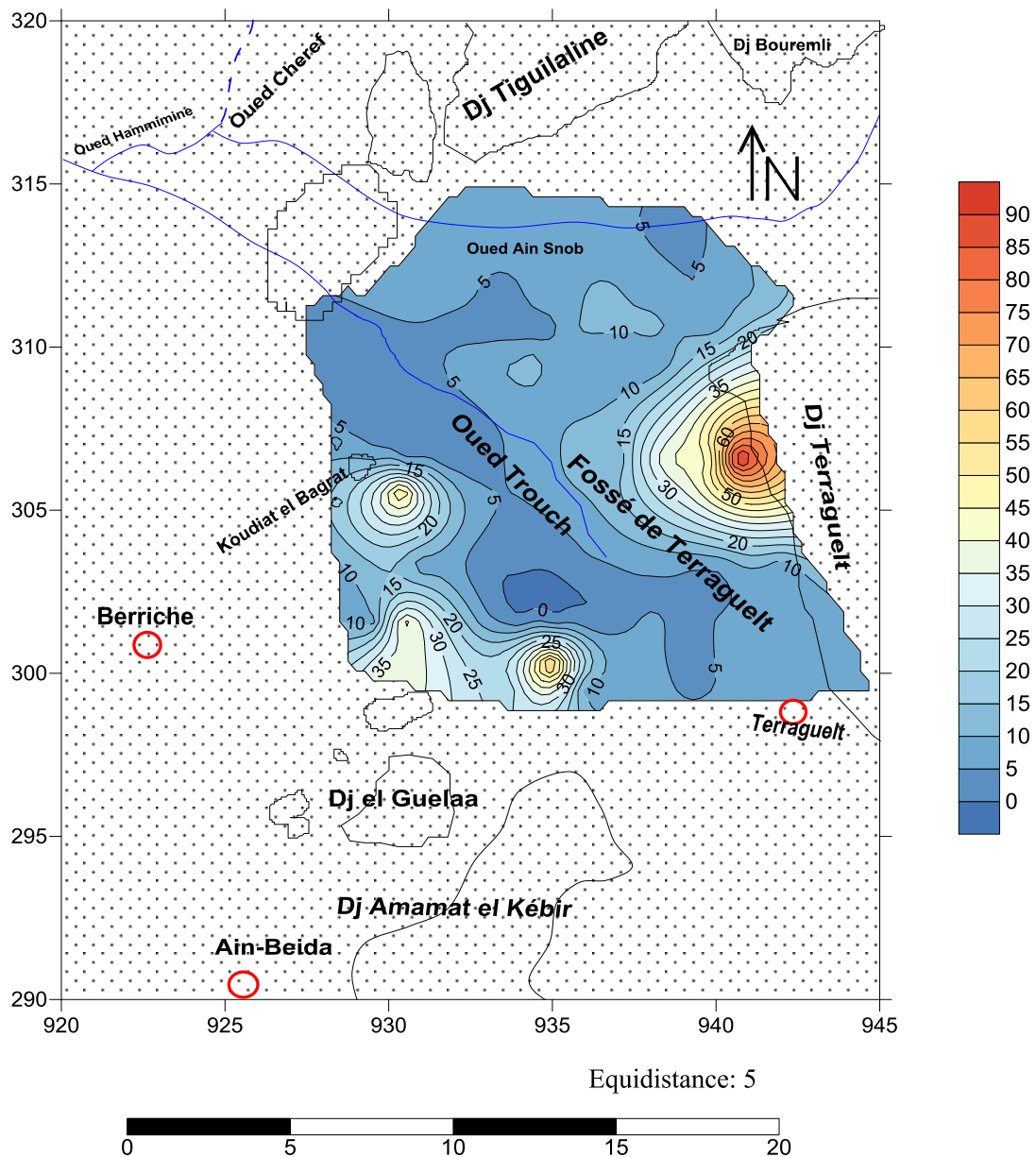





Fig.16 Carte d'isoresistivité espacement des électrodes de courant AB = 800m

- Légende :**
-  Cours d'eau
 -  Ville
 -  Courbe d'isoresistivité

Conclusion :

Les cartes d'isorésistivité apparente AB = 80m, AB = 200m et AB=800m, et les coupes électriques font apparaître généralement les formations argileuses en bordure d'oued Trough.

Au centre de la plaine on trouve la majorité des formations imperméables constituent essentiellement par des argiles ou argiles graveleuses.

Les calcaires karstifiés se trouvent au niveau des monts qui entourent la plaine (Djebel Terraguelt...).

Les coupes électriques montrent bien le caractère d'effondrement des calcaires en forme de graben (failles normales) à les deux rives de la plaine de Terraguelt en dessous les sédiments détritiques d'âge Mio-plio-Quaternaires.

La prospection électrique n'a pas déterminé la profondeur maximale des calcaires sous les sédiments ce qui laisse supposer que l'épaisseur des dépôts détritiques récents est de l'ordre de plusieurs centaines de mètres.

CHAPITRE V: CADRE HYDROGEOLOGIQUE.

I. Introduction :

La reconnaissance hydrogéologique de la région permet de localiser les différents aquifères souterrains et identifier leur géométries et caractéristiques pour définir les zones les plus favorables à l'implantation des forages d'eau.

Pour arriver à cet objectif, nous avons eu recours à la lithologie des terrains à partir de la carte géologique ainsi que les données des forages mécaniques réalisés dans la région et l'élaboration des corrélations lithologiques entre les différents forages.

Les forages de la région sont représentés dans le tableau N :

Tableau 6- inventaire des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt

N du forage	x	y	z
TR8	938,7	294,175	935
TR3	937,1	298,8	883
TR6	941,6	292	952
BB5	927,8	314,25	800
TR5	940,55	307,75	920
TR4	939,76	297,35	891
SE04	929,55	305,75	840
B04	940,1	298,65	860
B06	934,35	307,55	821
SE03	925,75	307,8	820
BB1	925	310,75	850
B05	942,45	297	865
TR9	941,85	299,15	860
BEGAS	928	306,4	790
TR8	938,7	294,175	935
TR12	941,88	296,4	872
TR11	938,95	296,15	880
ML1	941,8	311,8	915
BB1	925	310,75	850
BB2	923	308,35	865
ML5	937	317	930
TR1	939	306,6	835
TROB	939,55	295	885,5
BB4	928,5	309,15	820
TR2bis	936,8	298,625	882
TR7	939,47	296,51	880

Les différents forages de la plaine sont représentés dans la figure17 :

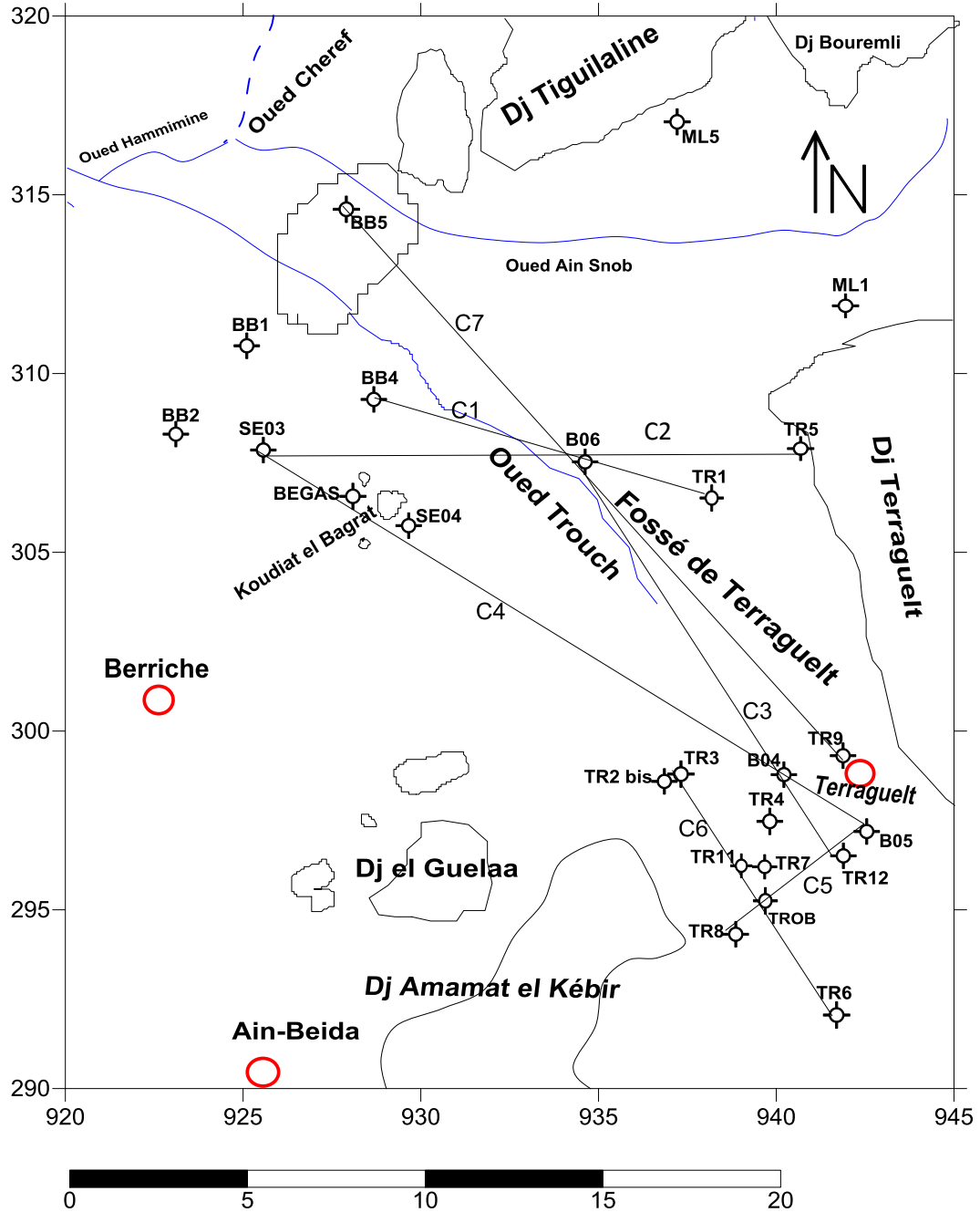






Fig.17 Carte d'implantation des forages mécaniques et coupes hydrogéologiques de la plaine de Terraguelt

Légende :

-  Forage mécaniques.
-  Cours d'eau
-  Ville
-  Coupes hydrogéologiques

II. Identification des aquifères :

Le dépouillement des logs de forages nous a permis de mettre en évidence deux aquifères importants, parfois superposés, l'un constitué de formations détritiques variées galets, gravier, sables ou un mélange parfois avec une alternance avec des argiles. Cet aquifère qui constitue le comblement du fossé d'effondrement est le résultat de l'érosion des reliefs avoisinants, l'autre constitué de calcaire karstifié et fissuré d'âge maestrichtien supérieur provoquant une perte de boue lors de la réalisation de certains forages.

Nous allons traiter chacun des aquifères séparément, puis nous synthétisons les informations à fin de déterminer les zones les plus favorables à l'implantation des forages d'eau dans le future afin de satisfaire les besoins de la population qui ne cesse d'augmenter surtout après les années de sécheresse précédentes où le remplissage d'eau dans les barrages avoisinants a connu une très forte baisse.

II.1 L'aquifère détritique :

L'analyse des données lithologiques des forages mécaniques disponibles nous a permis de localiser trois secteurs où l'aquifère est présent:

-La première zone est située dans le sud de la plaine à l'amont de l'oued Trouch au niveau des forages B04, B05, TR3, TR7, TR8, TROB et TR2bis.

- La deuxième est localisée aux deux rives d'oued Trouch au niveau des forages SE03, SE04 et B06.

- La troisième est au nord de la plaine au niveau de forage BB5, constitué essentiellement par une alternance de gravier argileux et argile graveleuse formant un aquifère libre.

Ces zones sont délimitées sur la carte suivante (figure18).

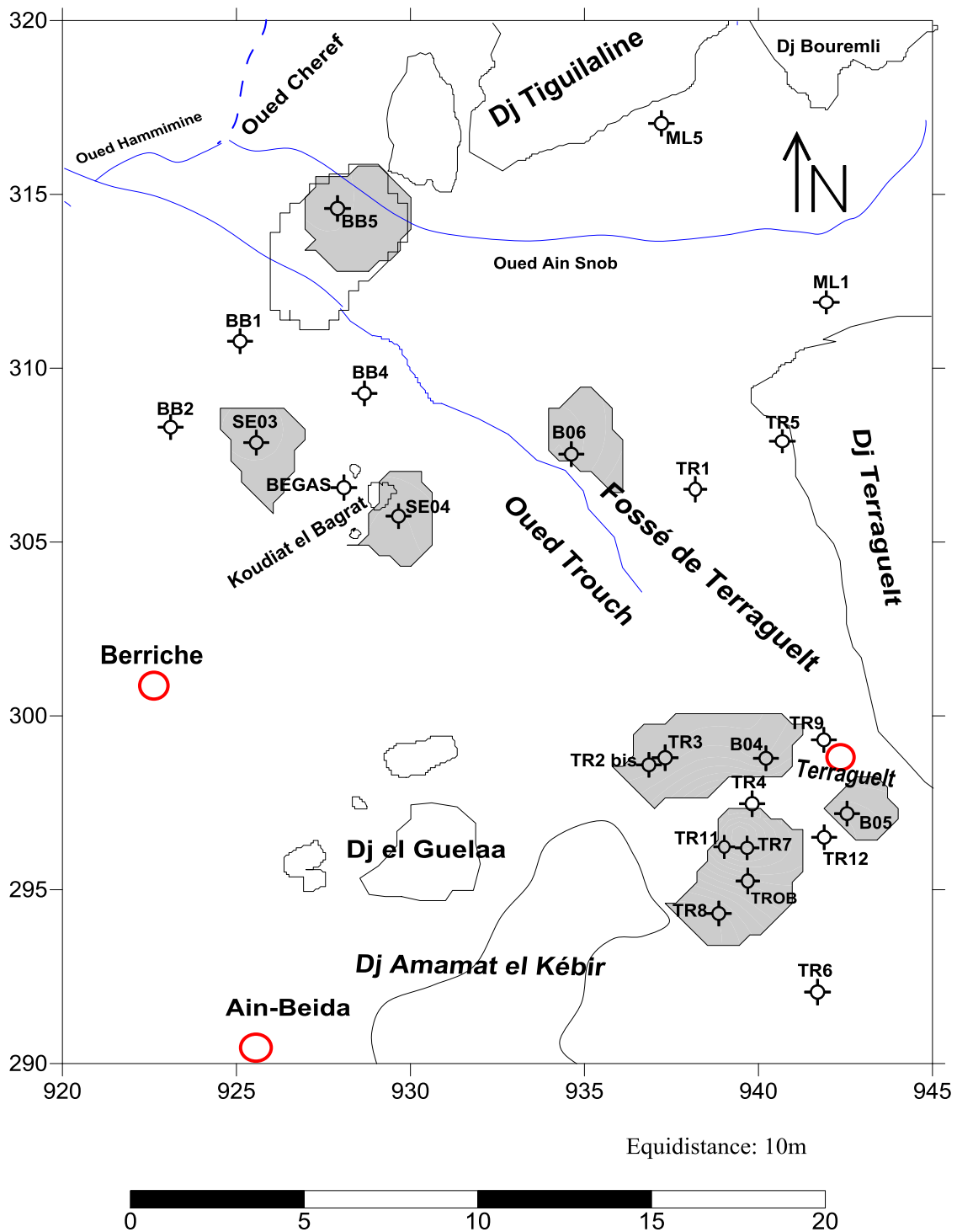





Fig.18 Carte de délimitation de la nappe détritique de la plaine de Terraguelt

Légende :

-  Forage mécanique.
-  Cours d'eau.
-  Ville.

II.1.1.Lithologie :

Cet horizon formé essentiellement par de dépôts alluvionnaires du quaternaire des graviers en bordure de la plaine, sables, de galets parfois mélangé peu d'argile, et constitué d'argiles sableuses, sables, graviers et de galets à structure parfois lenticulaire.

Dans certaines régions cet aquifère devient libre et dans d'autres zones de la plaine il devient captif.

Le substratum est formé dans quelques lieux par les argiles (B04, TR8) et parfois l'aquifère repose directement sur les calcaires karstifiés d'âge Maestrichtien supérieur (TR7, BB5).

En ce qui concerne le forage B06, la charge hydraulique est plus au moins importante 6 l/s dans la région de Terraguelt, pourtant sa colonne stratigraphique montre des débris constitués par des argiles et graviers de même proportion.

À cause de l'effondrement, en allant vers le centre de la plaine on remarque les formations calcaires deviennent de plus en plus profondes et par conséquent l'épaisseur du remplissage devient plus importante.

II.1.2.Géométrie de l'aquifère détritique:

Dans le but de comprendre l'extension verticale et horizontale ainsi localiser les zones de présence de cet aquifère nous avons réalisé cinq coupes hydrogéologiques que nous présentons ci-dessous :

II.1.2.1 Coupe hydrogéologique 1 : BB4-B06-TR1

Cette coupe située dans la partie Nord de la plaine et d'orientation Nord-Ouest Sud-Est c'est-à-dire l'Est de Bir Bou Haouche en allant vers djebel Terraguelt. Cette coupe nous montre une fine couche de gravier au niveau du forage TR1 qui surmonte une immense couche argileuse, on observe que les formations d'argile diminue de forage TR1 en allant vers B06 en temps que les formations aquifères prennent une puissance importante autour dans la zone de ce dernier. Cet aquifère est surmonté par une couche argileuse d'épaisseur de 13 m, on ce qui lui donne un caractère confiné. On constate aussi que le faciès lithologique change en allant vers Bir Bou Haouche. Donc l'aquifère a tendance à diminuer d'épaisseur jusqu'à son extinction entre B06 et BB4 (figure 19).

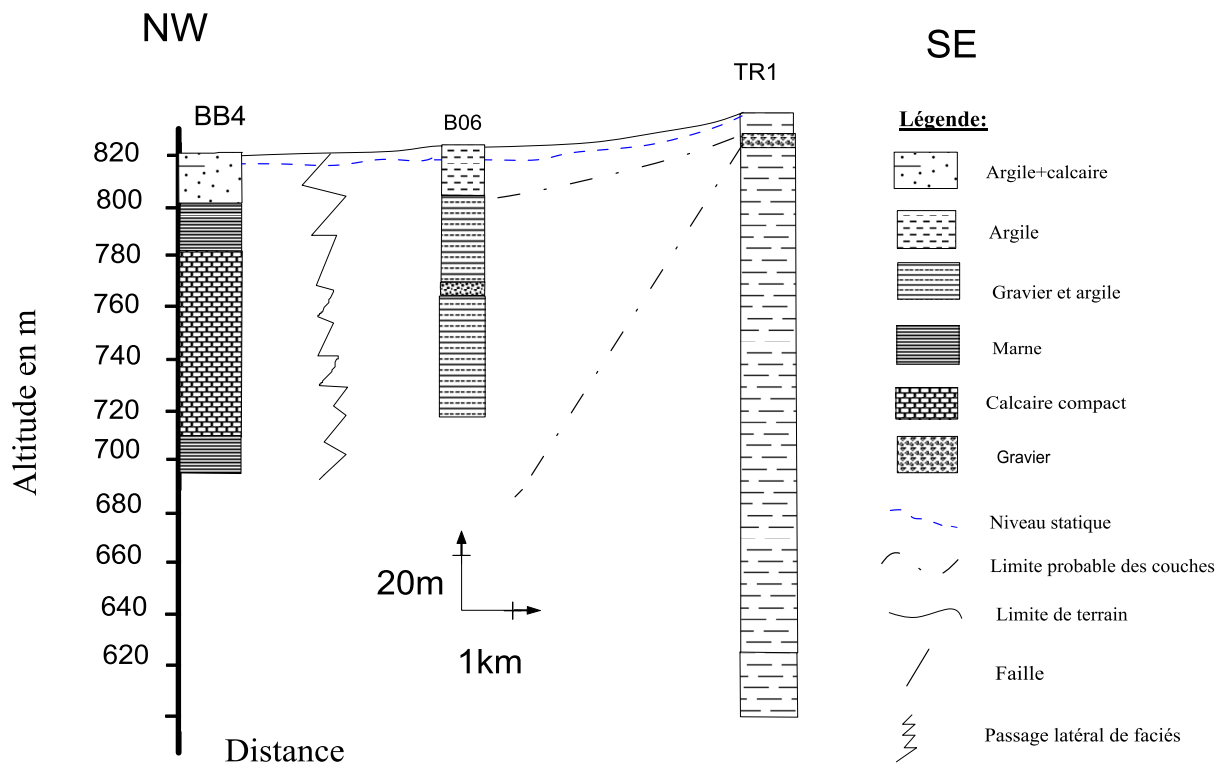


Fig.19 coupe hydrogéologique 1

II.1.2.2 Coupe hydrogéologique 2 :SE03-B06-TR5

Cette coupe située au Nord de la plaine, d'orientation Ouest-Est, c'est-à-dire de l'Est de Bir Bou Haouche vers Djebel Terraguelt. Elle montre que l'aquifère est plus ou moins continue en question dans la zone située entre B06 et Sef el Ouidène 3 à cause de la présence des argiles avec des différents pourcentages sur le long de la coupe. L'épaisseur importante de cet aquifère diminue jusqu'à l'extinction en dirigeant vers le forage TR5.

Au niveau du forage TR5, les calcaires forment l'essentiel de cette zone et plongeant d'une manière abrupte sous le forage B06, cette géométrie peut être expliquée par la présence d'une ou plusieurs failles normales provoquant un effondrement des blocs de calcaires qui par la suite sont recouvert par le matériel détritique résultant de l'érosion du djebel Terraguelt et les reliefs aux alentours (figure 20).

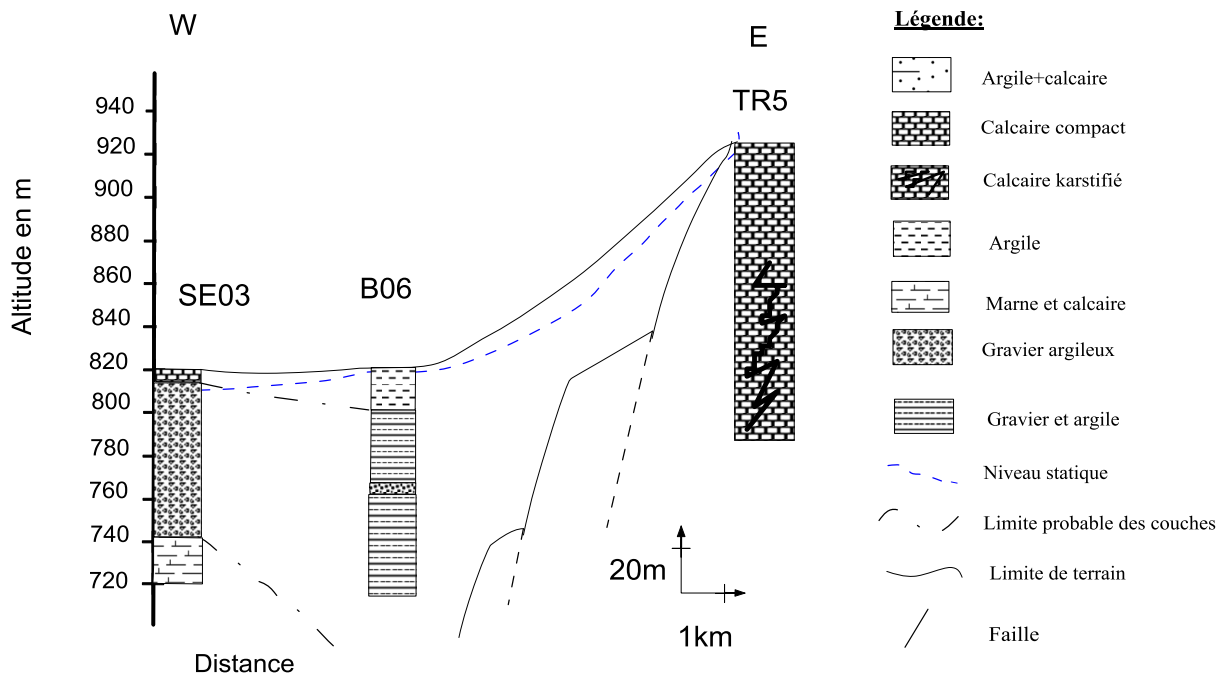


Fig.20 coupe hydrogéologique 2

Pour vérifier cette structure d’effondrement et la présence des failles sous les formations récentes, nous avons élaboré à l’aide des données de sondages électrique extrait de l’étude réalisée par l’ALAGEO sur la plaine de Terraguelt une coupe géo-électrique passant par la ligne de la coupe lithologique C2 (figure 21 et 22).

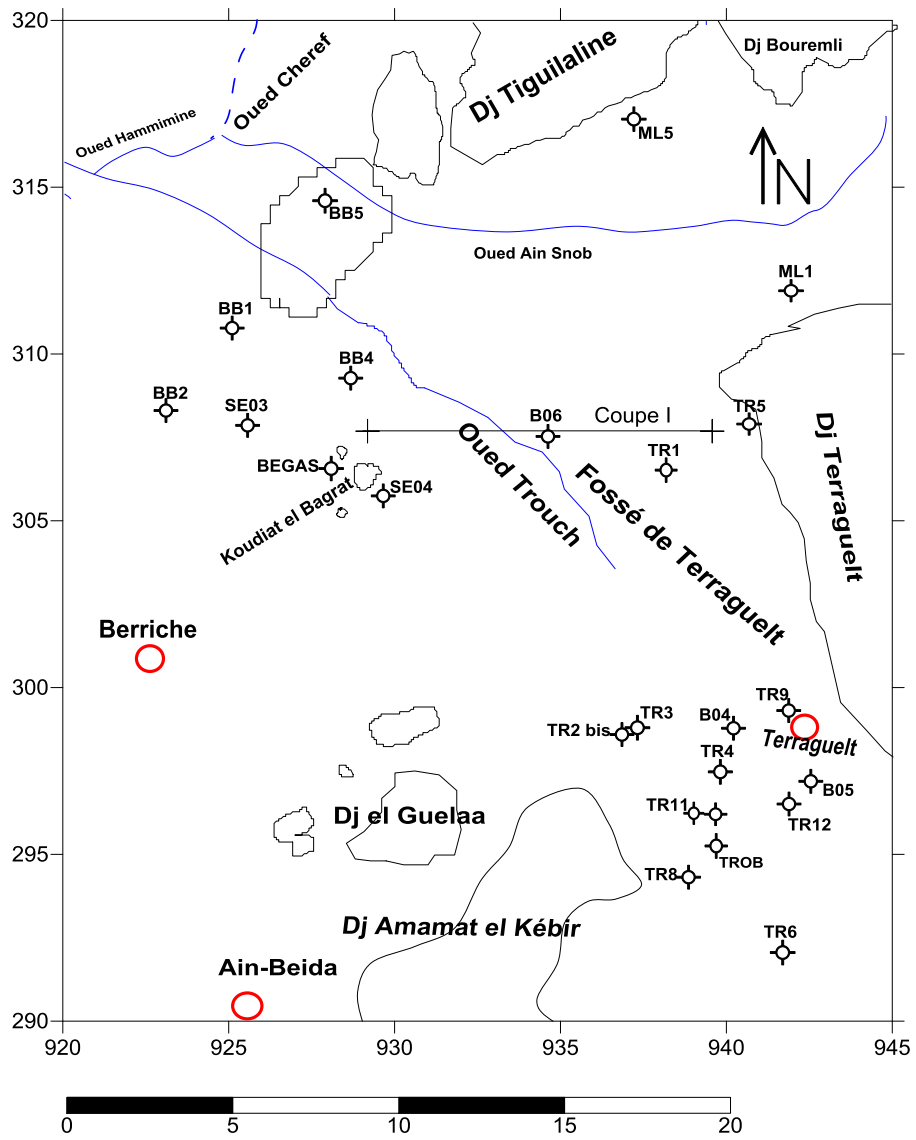





Fig.21 Carte de situation de la coupe électrique I

Légende :

-  Forage mécanique.
-  Cours d'eau.
-  Ville.

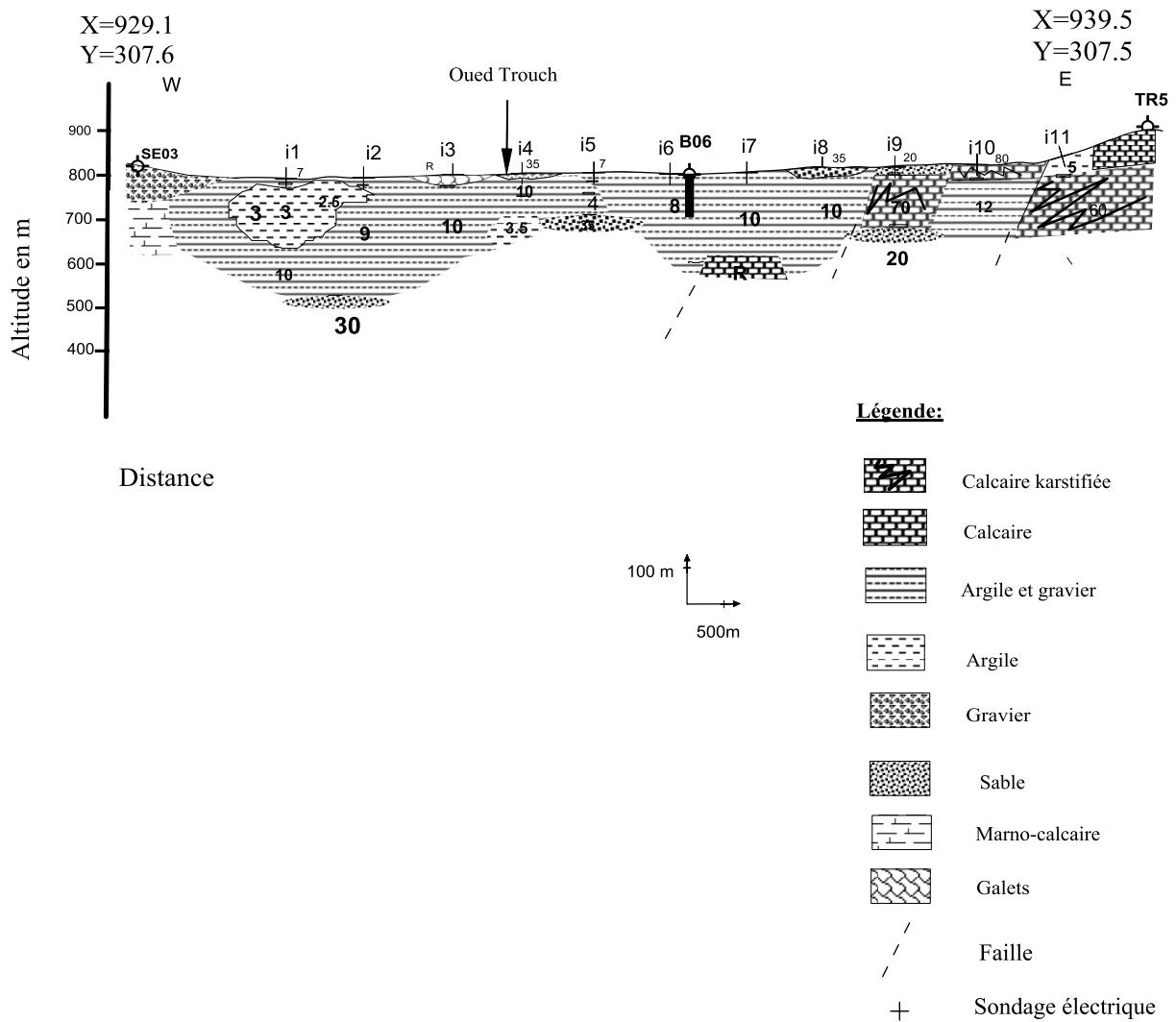


Fig.22 Coupe géo-électrique I alignée à la coupe C2

La coupe géo-électrique montre que les formations détritiques reposent à quelques endroits sur les calcaires karstifiés du maestrichtien supérieur, ces derniers se prolongent d'une manière abrupte sous les formations détritiques, en allant vers le centre, le terrain se caractérise en générale par des faibles résistivités de 2 à 15 ohm.m qui peuvent être attribués aux graviers avec des argiles de même pourcentage. Les formations deux aquifères B06 et SEO3 font le comblement de deux dépressions résultantes du mouvement d'ouverture du bassin d'effondrement de Terraguelt, donc les deux aquifères sont plus au moins continus à cause de la présence des argiles et des marnes entre eux et la différence de débit entre des deux forages. Donc la coupe géo-électrique (figure 22) confirme bien la coupe hydrogéologique (figure 20).

II.1.2.3 Coupe hydrogéologique 3 : B06-B04-TR12

Cette coupe située au centre de la plaine est orientée NW-SE, montre que les formations aquifères prennent une puissance importante autour dans la zone de B06 (102m) couvert par une couche argileuse. On remarque que la formation aquifère diminue progressivement jusqu'à l'extinction dans la zones entre B04 et TR12.

Dans cette direction de la plaine, cet aquifère est captif (figure 23).

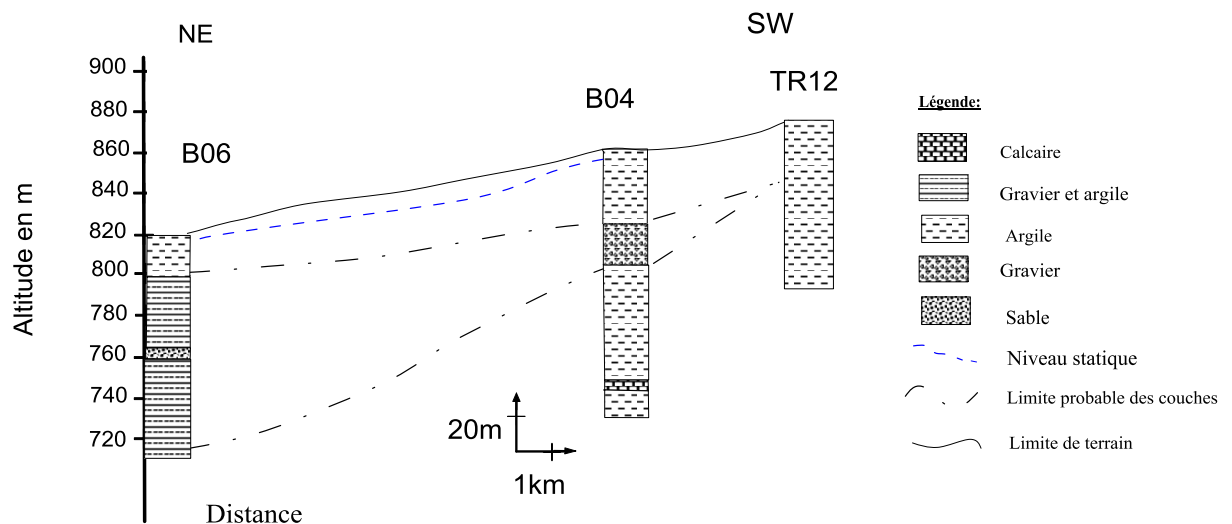


Fig.23 coupe hydrogéologique 3

II.1.2.4 Coupe hydrogéologique 4 :SEO3-BEGAS-SEO4-B04-B05

Cette coupe située dans la partie centrale de la plaine et d'orientation Nord-Ouest au Sud-Est, l'aquifère détritique prêt naissance au bordure de la plaine ou l'épaisseur des formations détritiques sont importantes SEO3, SEO4, B04 et B05. Par contre au voisinage de forage BEGAS on constate que les formations impermeables (marne, argile) séparent la continuité de cet aquifère (figure 24).

La distance entre des deux forages B04 et SEO4 est importante donc on prend par considération que les deux formations d'aquifères sont séparés par les argiles.

On constate au niveau du forage SEO4 la prolongement abrupte des calcaires karstifiés qui forme le subsrtatum.

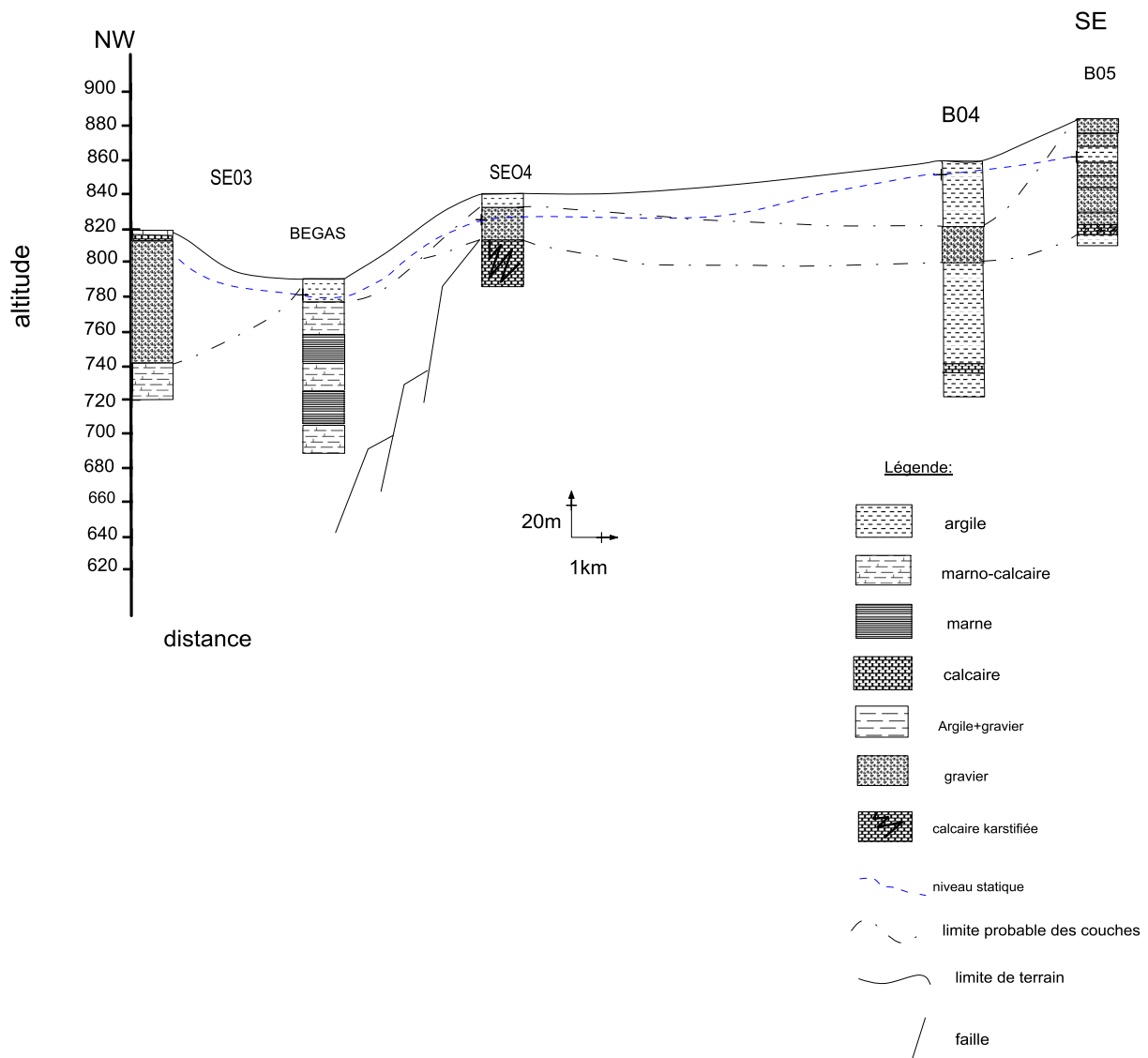


Fig.24 coupe hydrogéologique 4

II.1.2.5 Coupe lithologique 5 : TR8-TROB-TR12-B05

La coupe est située à la méridionale de la plaine de SW-NE, elle montre l'apparition de l'aquifère détritique au niveau des forages TR8, TROB et B05 en bordure de la plaine, où les éléments de taille grossière se déposent, allant vers le centre il est séparé par des formations imperméables essentiellement des argiles, au niveau de forage TR12 (figure25).

Les calcaires qui forment le substratum, se prolongent légèrement au Sud de la plaine.

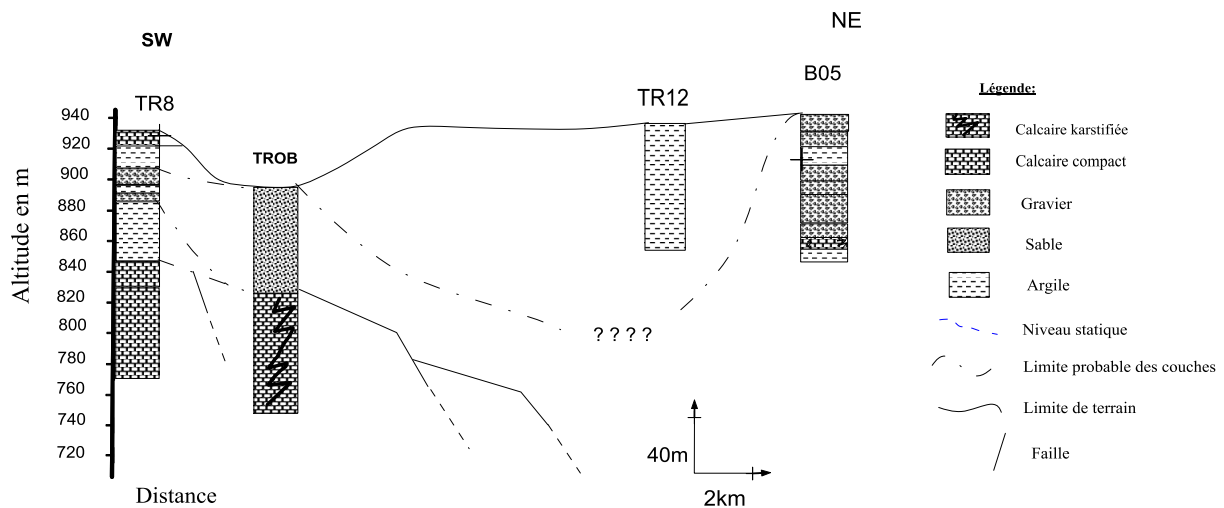


Fig.25- coupe lithologique 5

II.1.3 Examen des cartes :

A l'aide des logs des forages nous avons réalisé plusieurs cartes qui montrent la profondeur du toit, du mur et l'épaisseur de cet aquifère.

II.1.3.1 La profondeur du toit de l'aquifère détritique :

La profondeur du toit de l'aquifère détritique est variable, dans certaines région de la plaine l'aquifère affleure au surface notamment au sud de la plaine au niveau des forages B05, TR3, TR7, TROB, TR2bis et BB5 au nord.

Aux autres régions allant de quelques mètre au niveau des forages SE03, B06 et jusqu'à 30m de mètres au niveau de forage B04 (Figure 26).

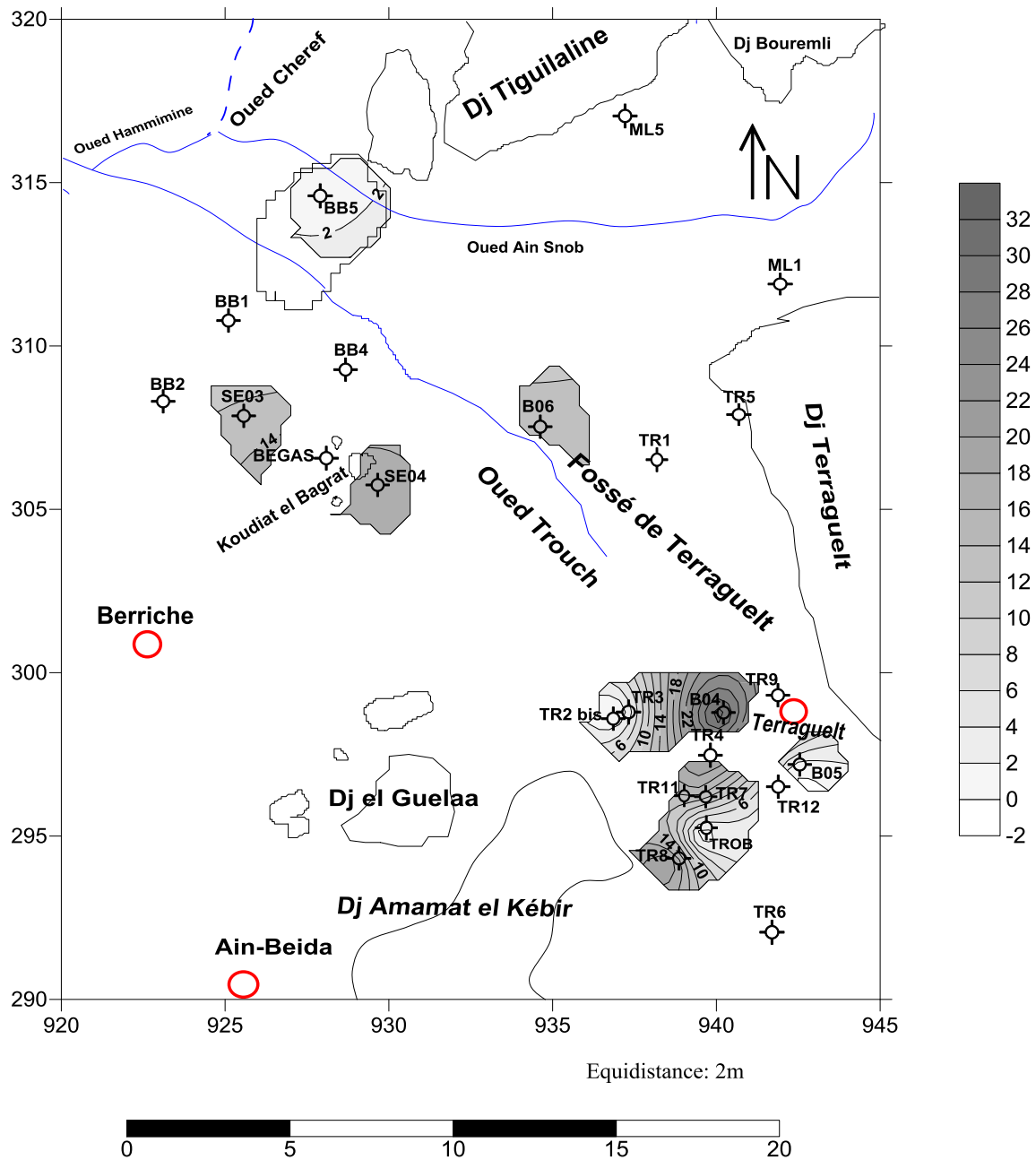






Fig.26 Carte de profondeur de toit de l'aquifère détritico de la plaine de Terraguelt

- Légende :**
-  Forage mécanique.
 -  Cours d'eau.
 -  Ville.
 -  Courbe d'égale profondeur.

II.1.3.2 La profondeur de substratum de l'aquifère détritico :

La profondeur de substratum est variable allant de quelques mètres au niveau des forages TR3, TR2bis et dizaine de mètres aux forages TROB, B04, SE03, TR8, SE04.

Au certains régions il atteint 102, 105m ,200m de profondeur aux forages TR3, TR2bis et TR7 (figure27).

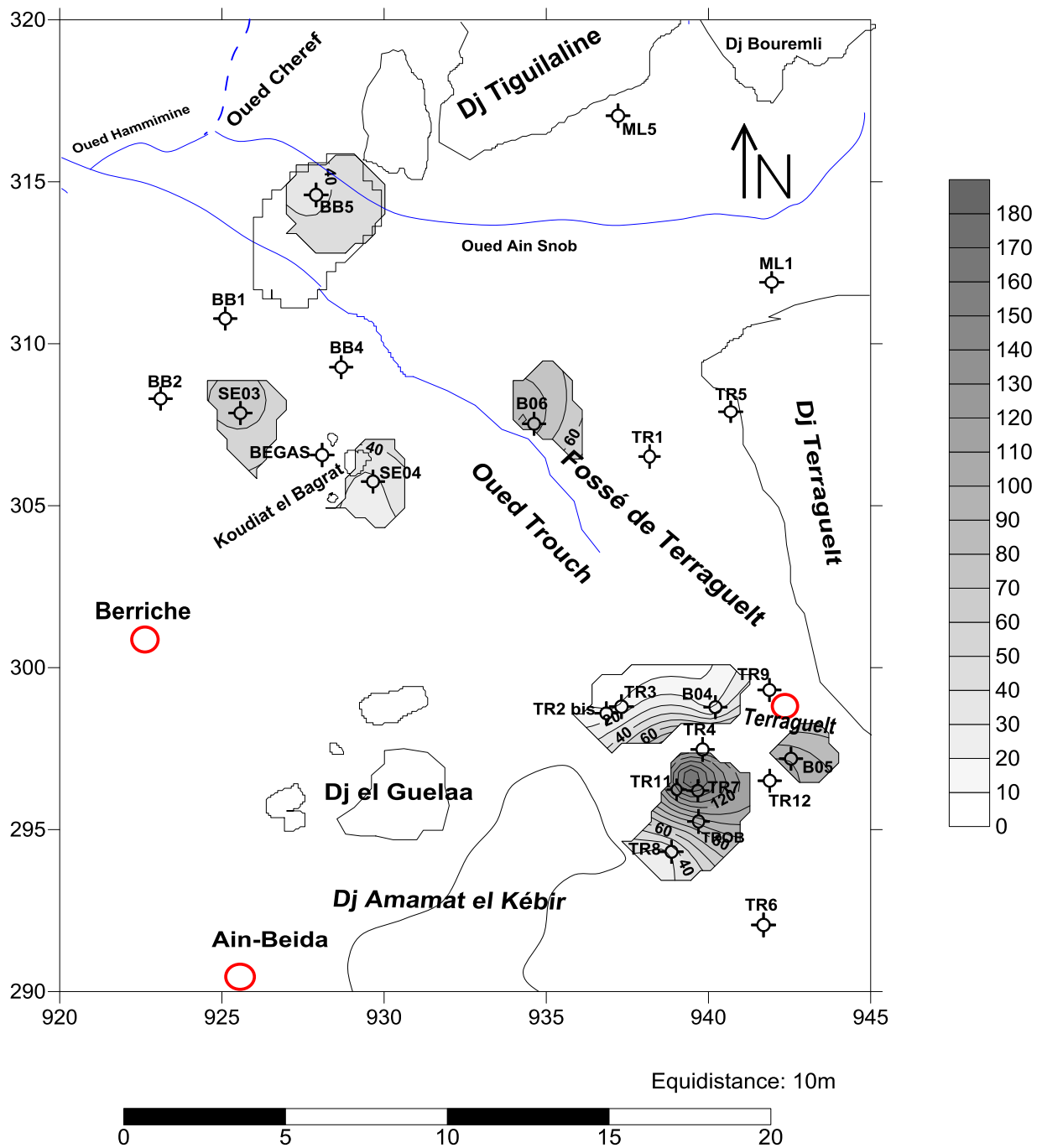






Fig.27 Carte de profondeur de substratum de l'aquifère détritique de la plaine de Terraguelt

- Légende :**
-  Forage mécanique.
 -  Cours d'eau.
 -  Ville.
 -  Courbe d'égal profondeur.

II.1.3.3 Carte d’affleurement de l’aquifère détritique :

Cette carte montre les zones de la plaine de Terraguelt où la nappe détritique affleure en surface et devient libre, on remarque que l’aquifère devient libre essentiellement dans la partie Sud de la plaine au niveau des forages B05, TR3, TROB, TR2bis, c’est à dire dans la partie amont de l’oued Trouch ce qui facilite l’alimentation en eau.

Quant à la partie Nord de la plaine une seule zone est à signaler, il s’agit des environ du forage BB5 (figure 28).

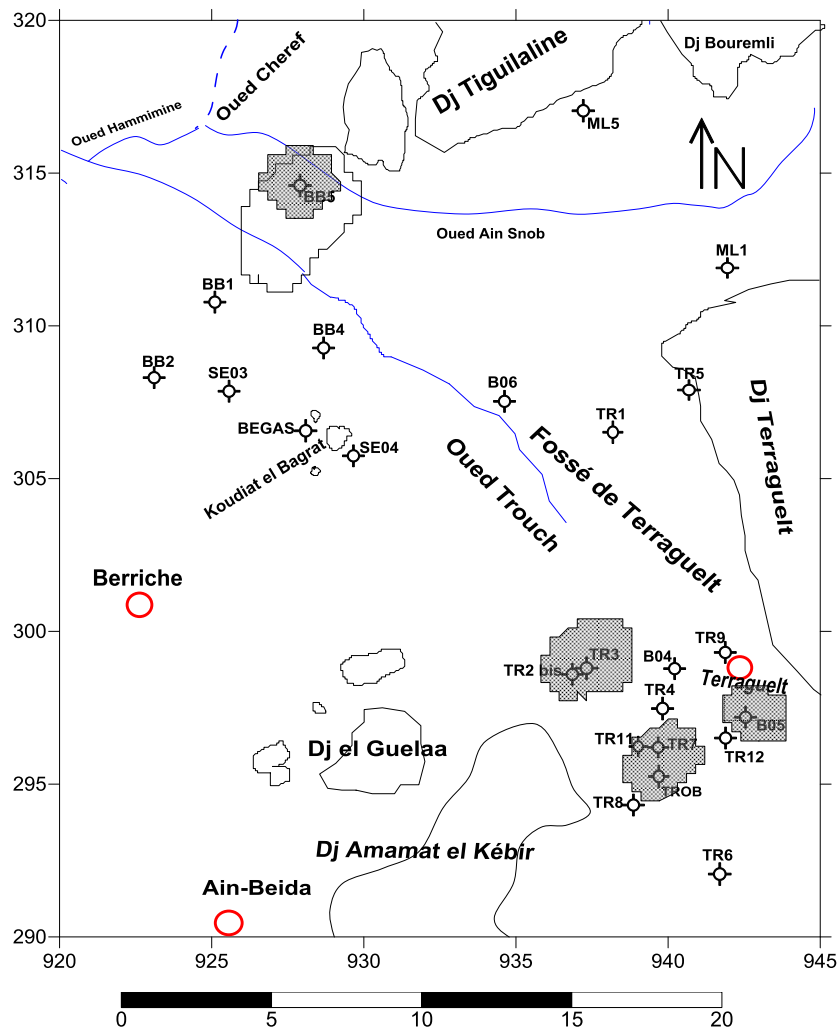





Fig.28 Carte d’affleurement de l’aquifère détritique de la plaine de Terraguelt

Légende :

-  Forage mécanique.
-  Cours d’eau.
-  Ville.

II.1.3.4 Carte des zones de confinement de l'aquifère:

A travers cette carte (figure 29) nous voulons montrer les zones de la plaine où l'aquifère est captif. Il se dégage trois zones bien distinctes:

-la première zone est située à la rive gauche d'oued Trough au niveau des forages SE03 et SE04.

- la deuxième est d'une extension limité au forage B06 à la rive droite d'oued Trough.

-la troisième zone localisé au niveau des forages B04 et TR8 au Sud Ouest de la plaine.

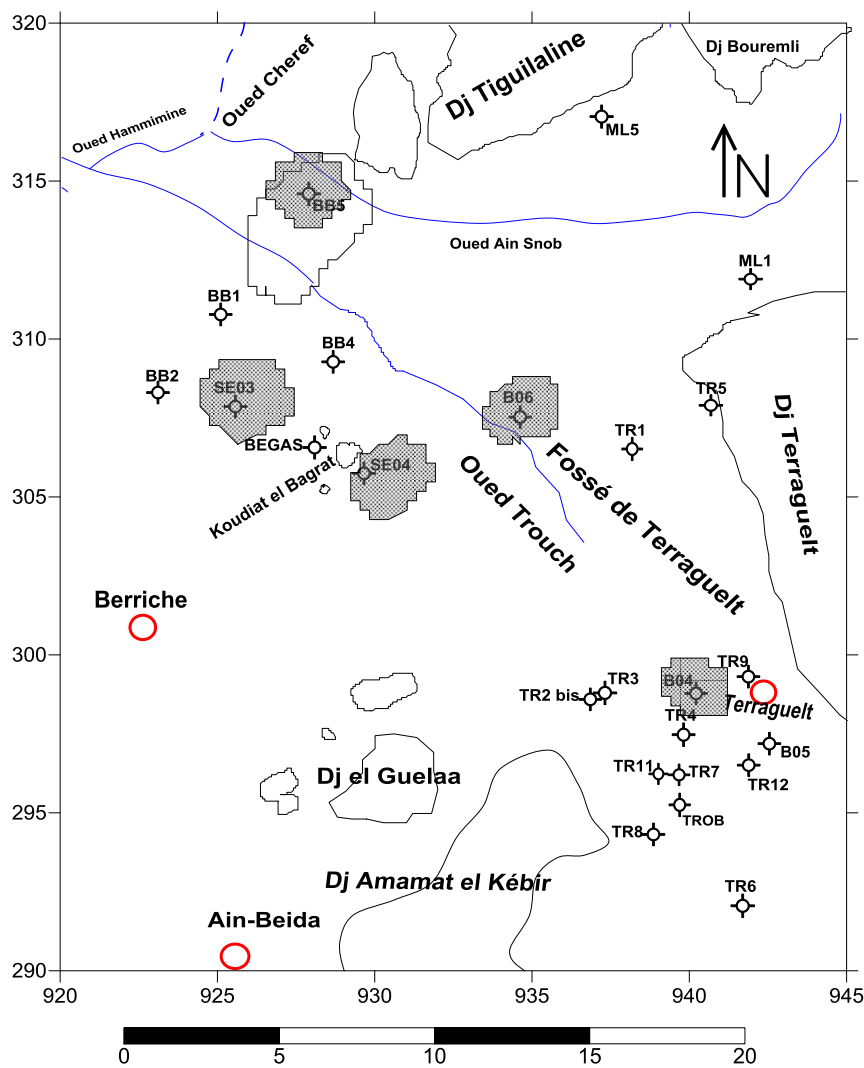





Fig.29 Carte des zones de confinement de l'aquifère captif de la plaine de Terraguelt

Légende :

-  Forage mécanique.
-  Cours d'eau.
-  Ville.

II.1.3.5 Carte d'isopache de la nappe détritique :

A partir des données de forages mécaniques nous avons élaboré une carte d'égale épaisseur de l'aquifère détritique (figure 30).

La carte montre que l'épaisseur de cet aquifère est variable d'une zone à une autre allant de 5m au niveau de TR3 pour atteindre un maximum de 200m au forage TR7.

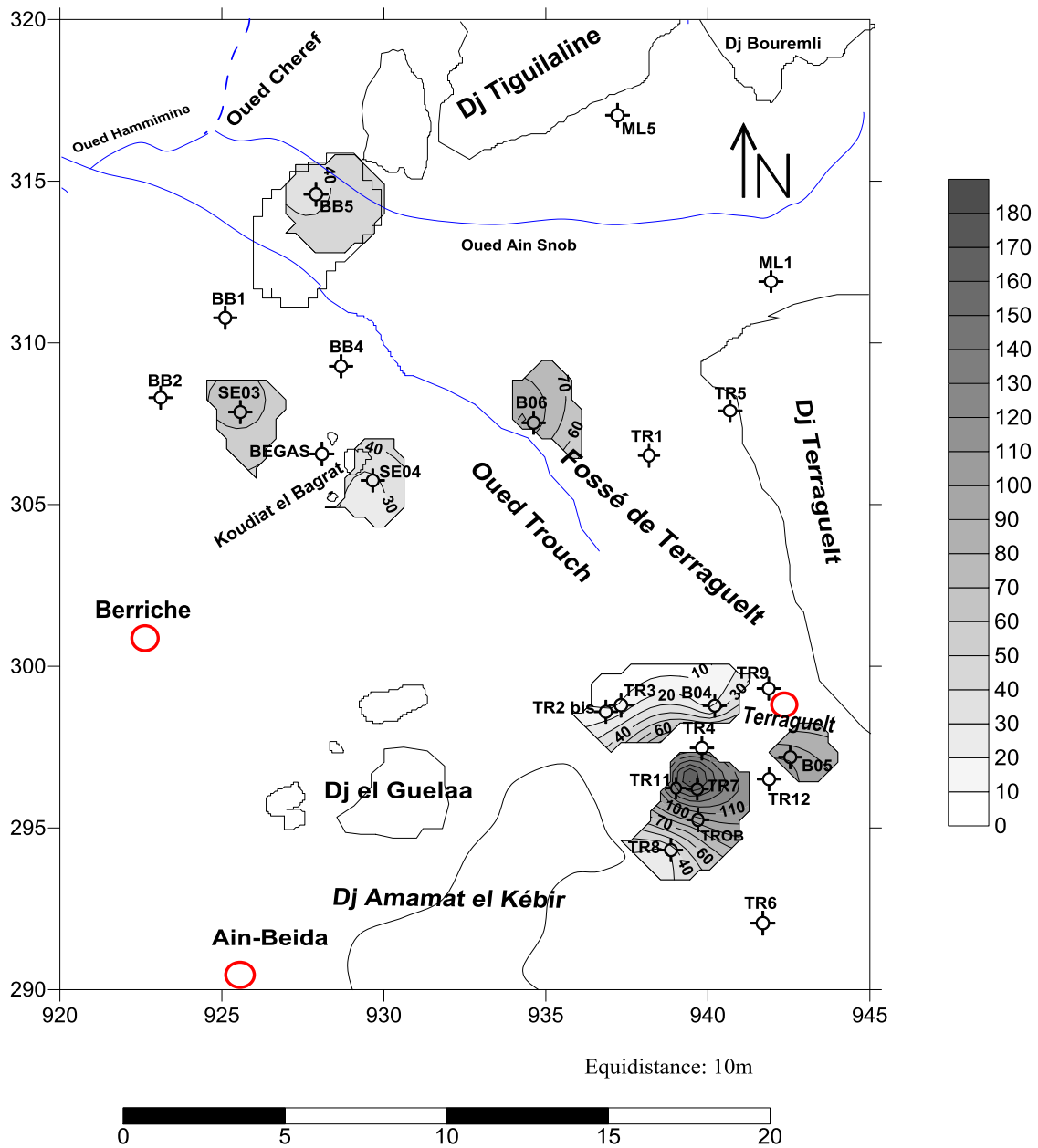






Fig.30 carte isopache de l'aquifère détritique de la plaine de Terraguelt

Légende :

-  Forage mécanique.
-  Cours d'eau.
-  Ville.
-  Courbe d'égale épaisseur.

II.1.4 Hydrodynamique de la nappe détritique :

Par l'hydrodynamique des eaux souterraines dans la plaine, on s'intéresse à leur sens d'écoulement et les conditions aux limites, ces paramètres réunis nous permettent de déterminer les zones d'alimentation essentielle des aquifères.

En surface les reliefs des calcaires notamment djebel Terraguelt on peut constater une karstification développée ce qui facilite la circulation des eaux à travers les fissures et les cavités dont leur existence est déjà confirmée par la perte de boue dans la majorité des forages mécaniques captant les calcaires karstifiés.

Nous allons réinterpréter et présenter les données de campagne piézométrique dans 50 puits (Brahmia.A, 2005) qui attient l'aquifère détritique et couvre la majeure partie de la plaine (figure 31).

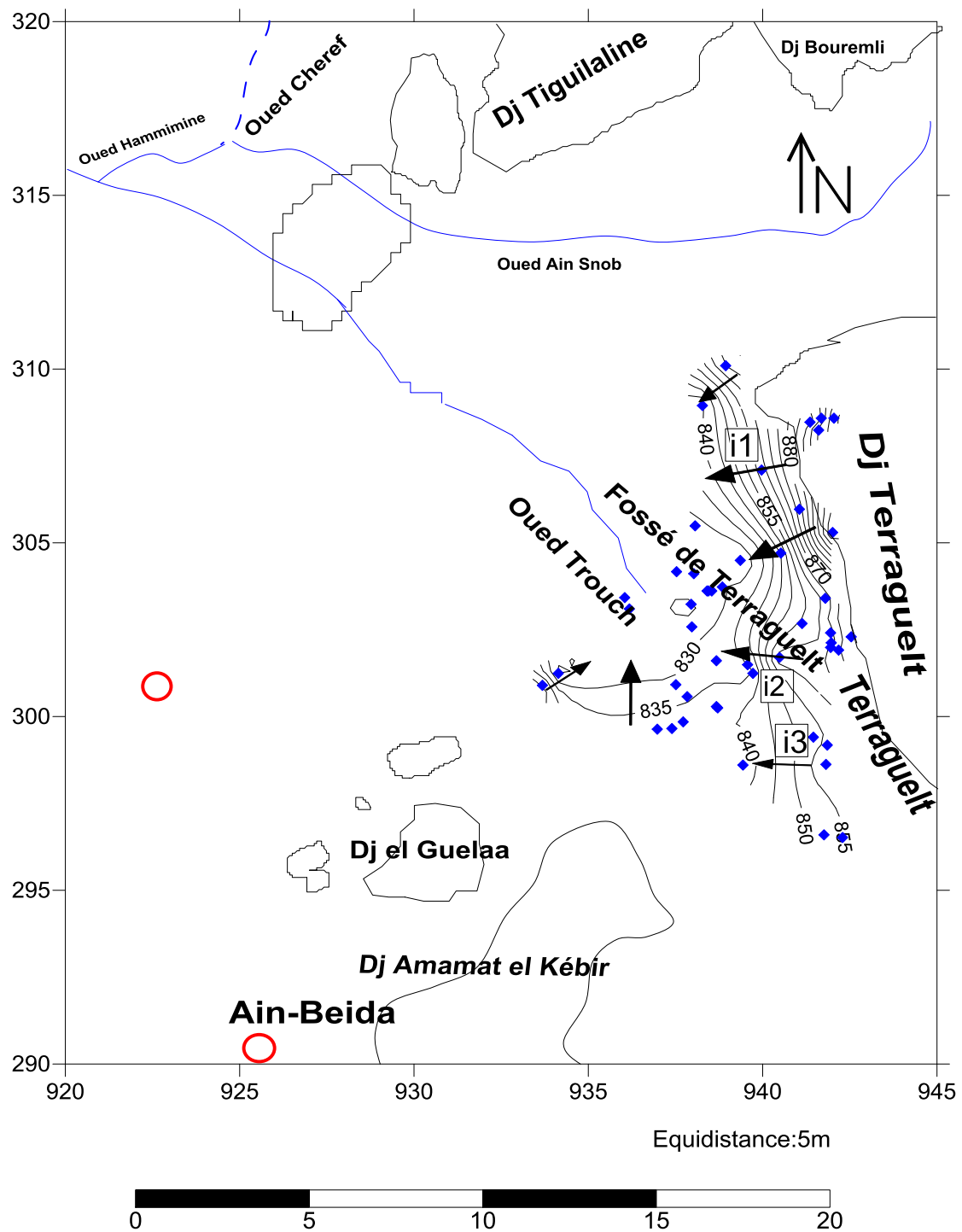


Fig.31 Carte piézométrique de la plaine de Terraguelt période des basses eaux Octobre 2005

Légende :

- ◆ Les puits des prélèvements.
- Cours d'eau.
- Ville.
- ← Sens d'écoulement.
- Courbes isopièzes

II.1.4.1 Interprétation de carte piézométrique :

La carte piézométrique (figure 31) permet de visualiser la morphologie de la surface piézométrique (la forme et l'espacement des courbes isopièzes), définit le sens de l'écoulement et déduit les zones d'alimentation et de drainage des eaux de la nappe souterraine dans la plaine.

D'après cette carte, on remarque que le sens d'écoulement est dirigé vers le nord au sens d'écoulement d'oued Trough.

La carte piézométrique présente à l'Ouest de Djebel Terraguelt, des courbes avec un fort gradient hydraulique $i_1=0.015818$ et $i_2=0.01160$ par contre l'écoulement se fait avec un gradient faible du Sud vers le Nord $i_3 = 0.00552$, l'alimentation de la nappe se fait essentiellement à partir de Djebel Terraguelt à travers les grottes et les failles.

D'autre part, l'aquifère détritiques dans quelques endroits au Sud, où il est libre et en superposition avec l'aquifère des calcaires Maestrichtiens karstique, permet une alimentation plus de la nappe souterraine.

II.1.4.2 la transmissivité :

Nous avons quelques informations sur la transmissivité sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 7- les valeurs de la transmissivité de la plaine de Terraguelt.

forage	X (en m)	Y (en m)	T en $10^{-4}m^2/s$
TR6	941,6	292	1,5
TROB	939,6	295,4	22,2
BB1	925	310,75	0,615

On remarque que la transmissivité est importante, au niveau de forage TROB par rapport aux autres forages, il se trouve en bordure de la plaine dans les formations détritiques libre à perméabilité poreuse et de fissure ce qui facilite l'infiltration d'eau de précipitation.

Les forages TR6 et BB1 ont une faible transmissivité, le premier se trouve à la méridionale de la plaine, cette partie est comblée dans quelques lieux par des formations imperméables comme argiles et des limons, l'autre forage se situe au nord ouest de la plaine où il y a les formations marneuses.

II.1.4.3 Débits de quelques forages de Terraguelt :

Les débits des forages de la plaine de Terraguelt sont très variables, les forages TR4, TR5, TR7, SE03, et TROB présentent des débits très forts par rapport aux autres forages expliquer par ces situation aux pieds des Montagnes qui entoure la plaine où il y a des failles et un remplissage détritique des grains de taille grossières de transmissivité importante, qui reposent sur les calcaires karstiques ce qui facilitent la circulation des eaux souterraines.

Le reste des forages se situent à des zones plus au moins étanches avec la présence de différents pourcentages d'argile.

Tableau 8- inventaire des débits forts des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.

forage	X	Y	Q L/s
TR5	940,55	307,75	30
TR4	939,76	295,35	45
TROB	939,55	295	45
TR11	938,95	296,15	30
TR7	939,47	296,51	30

Tableau 9- inventaire des débits moyens des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.

forage	X	Y	Q L/s
SEO3	925,75	307,8	14

Tableau 10- inventaire des débits faibles des forages mécaniques de la plaine de Terraguelt.

forage	X	Y	Q L/s
BB4	928,5	309,15	6,17
SEO4	929,55	305,75	4
B06	934,35	307,55	4

Tableau 11- Inventaire des débits très faibles et Les forages négatifs de la plaine de Terraguelt.

N du forage	X	Y	Q L/s
TR8	938,7	294,175	0,001
B04	940,1	298,65	3
B05	942,45	297	2
TR9	941,85	299,15	1,5
TR8	938,7	294,175	0,001
TR12	941,88	296,4	0,02
ML1	941,8	311,8	0
ML5	937	317	0,5
TR1	939	306	2,4

II.2 la nappe des calcaires Maestrichtien supérieur:

Les calcaires de djebel Terraguelt (Maestrichtien supérieur) montrent une forte karstification et fissuration qui facilite la circulation des eaux souterraines, les forages réalisés en bordure de la plaine (SEO4, TROB, TR2BIS, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7) se caractérisent tous par une perte totale de boue de forage à des profondeurs différentes ce qui montre la karstification des calcaires observée en surface et continue en profondeur.

La liaison entre les logs des forages et les coupe géo-électriques, montre que les calcaires qui affleurent en bordure de la plaine, continuent sous les autres sédiments détritiques, conséquence de la tectonique cassante responsable de la mise en place de failles normales qui ont formé un fossé d'effondrement.

Au centre de la plaine, la profondeur de l'aquifère n'est pas précise à cause de l'absence des forages mécaniques très profonds traversant tout le remplissage détritique, mais elle est de l'ordre de plusieurs centaines de mètres d'après la coupe géo-électrique I et la carte d'isorésistivité AB=3000m (thèse de magistère Brahmia).

II.2.1 Coupe hydrogéologique 6 : TR3-TROB-TR6

La coupe hydrogéologique localisée au Sud de la plaine, partie amont d'oued Trouch, tous les forages de cette coupe se caractérisent par une perte totale de boue de forage à des différentes profondeurs ce qui confirme la forte karstification, cette propriété lui donne un intérêt

hydrogéologique important, elle montre que l'horizon karstique commence au niveau du forage TR6 jusqu'au forage TR3 formant un graben, à cause des failles normales sous forme d'escalier de part et d'autre de l'axe principale de la plaine (figure 32).

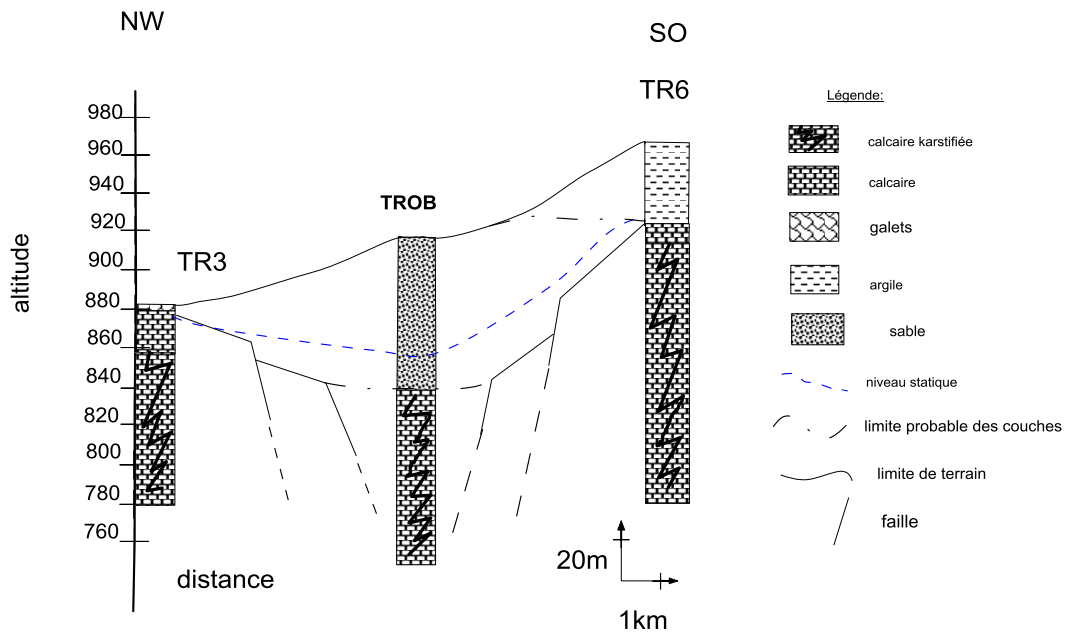


Fig.32 coupe hydrogéologique 6

II.2.2 Coupe hydrogéologique7 : TR9-B06-BB5

Cette coupe est orientée de SE-NW on remarque que les calcaires karstiques sont localisé au niveau de forage BB5- qu'il se trouve à la bordure nord de la plaine- se caractérise par une perte totale de boue de forage, les calcaires karstifiés ne sont pas très profonds, en allant vers le Sud-Est, les calcaires deviennent de plus en plus profonds sous les formations détritiques (figure 33).

On prend en compte la différence de distance entre les forages, nous avons représenté la relation entre les calcaires karstifiés qui se trouvent en bordures et l'effondrement du fossé.

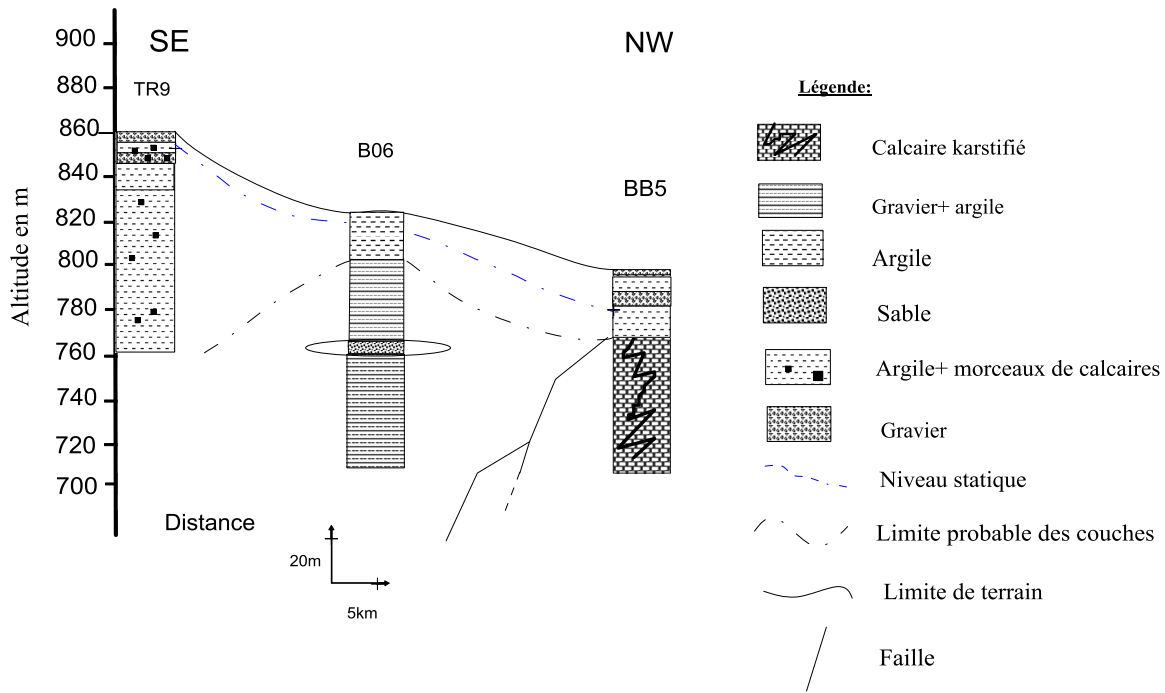


Fig.33 coupe hydrogéologique 7

II.2.3 Profondeur du toit de calcaires karstiques :

A l'aide des données de logs des forages mécaniques, et l'interprétation des coupes géo-électriques dont la profondeur est entre 80 m et 250m et les résultats de la gravimétrie, nous avons réalisé une carte pour estimer la profondeur du toit des calcaires sous le remplissage moi-plio-quartenaire. Nous constatons que les endroits de présence des calcaires maestrichtiens supérieurs à des faibles profondeurs se trouvent essentiellement en bordure de la plaine (Figure 34).

Nous avons pris comme profondeur maximale 1230 m à partir de l'interprétation de l'anomalie gravimétrique résiduelle (Brahmia.A, 2007).

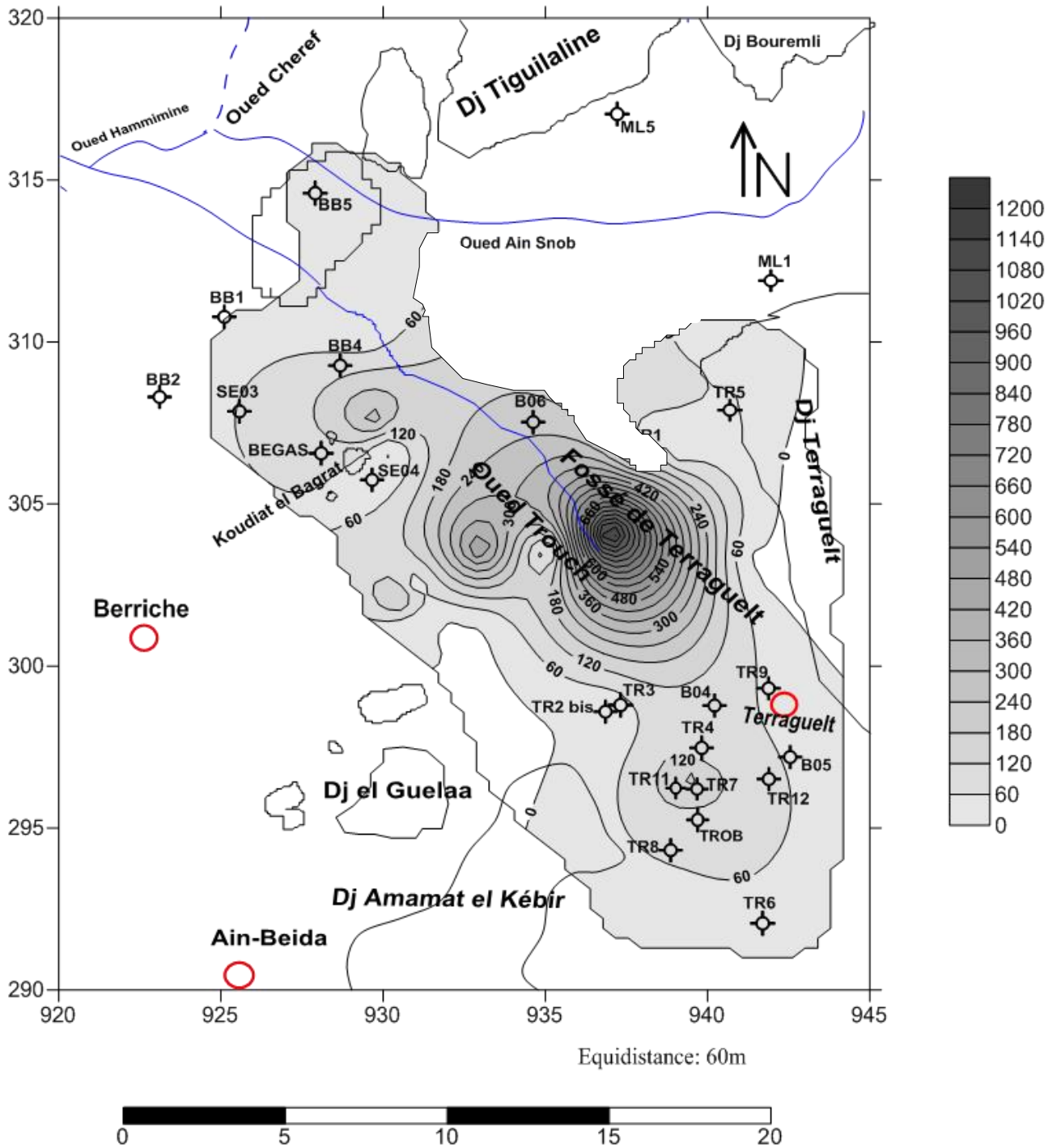


Fig.34 Carte de la profondeur du toit de l'aquifère maestrichtien de la plaine de Terraguelt

- Légende :**
- ⊗ Forage mécanique.
 - Cours d'eau.
 - Ville.
 - Courbe d'égal profondeur.

Conclusion :

Au point de vue hydrogéologique le fossé de Terraguelt contient deux types d'aquifères parfois séparés ou superposés :

-l'aquifère détritique d'une épaisseur variable allant de quelques mètres à 200 mètres constitué par des graviers sables parfois mélangé avec des argiles.

-l'aquifère des calcaires karstifié d'âge Maestrichtien supérieur qui forme les principaux reliefs de la plaine, ces formations prolongent sous le remplissage du fossé d'effondrement.

Les deux aquifères sont alimentées significativement à travers les failles en bordure Est de djebel Terraguelt et par les éléments détritiques au Sud-Est de la plaine en amont d'oued Trouch, cet ensemble de deux types de porosités (karstique et interstice) facilitent la circulation des eaux souterraines.

CHAPITRE : SYNTHÈSE DES RESULTATS

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous essayons de présenter une synthèse des résultats pour une meilleure délimitation des zones les plus favorables à l'implantation des forages dans la plaine de Terraguelt, en combinant les résultats obtenus par les différentes méthodes d'études, géologiques, hydrogéologique et géophysiques.

Nous distinguons quatre secteurs selon leur importance hydrogéologique pour l'exploitation des eaux souterraines :

- zone de première importance.
- zone de deuxième importance.
- zone de troisième importance.
- zone défavorable (imperméable).

II. Zones de première importance :

Nous désignons par première importance les secteurs dont la présence des deux aquifères superposés, les débits importants des forages et la faible profondeur des calcaires karstifiés du Maestrichtien supérieur.

Il s'agit de deux secteurs, le premier est localisé essentiellement au Sud-Est de la plaine de Terraguelt, en amont d'oued Trouch. Les forages TROB, TR2bis, TR4 et TR7 de cette région se caractérisent par une perte totale de la boue de forages, ce qui confirme la présence des calcaires maestrichtien supérieur.

Les forages TR2bis, TROB, et TR7 ont des profondeurs allant de 10.5m à 200m, le remplissage est constitué notamment par des sables, gravier et galets.

Le deuxième est au forage TR5, localisé en bordure de la plaine au pied de djebel Terraguelt, il se caractérise par une perte totale de la boue de forage dans les calcaires karstiques confirmé par sa résistivité qu'elle est supérieure à 60 ohm.m sur une profondeur d'environ 57m. Les potentialités des eaux de cette zone sont importantes, le débit d'exploitation est de 30 à 45 l/s.

III. Zones de deuxième importance :

On définit la zone de deuxième importance les secteurs qui présentent des débits moyens et où les calcaires karstiques sont peu profonds.

Elle concerne les forages TR6 et SEO3 qui présentent des débits moyens de 14 l/s et un dépôt alluvionnaires qui repose sur les calcaires Maestrichtien supérieur, sur une profondeur d'environ 50m.

IV. Zones de troisième importance :

Elle concerne les parties où l'aquifère détritique a un débit extrait faible et les calcaires karstiques sont profonds.

Il s'agit des zones situées aux deux rives d'oued Trouch, elles se caractérisent par des éléments détritiques de tailles moyennes, constituées notamment par une alternance des graviers argileux et argiles graveleuses au forage SEO4 et des graviers avec des argiles de même proportion au forage B06 allant vers le forage BB4 on constate qu'il y a un passage latéral formé essentiellement par des marno-calcaires d'âge Turonien, ces forages ont des faibles débits extraits allant de 4 à 6.17 l/s.

V. Zones défavorables :

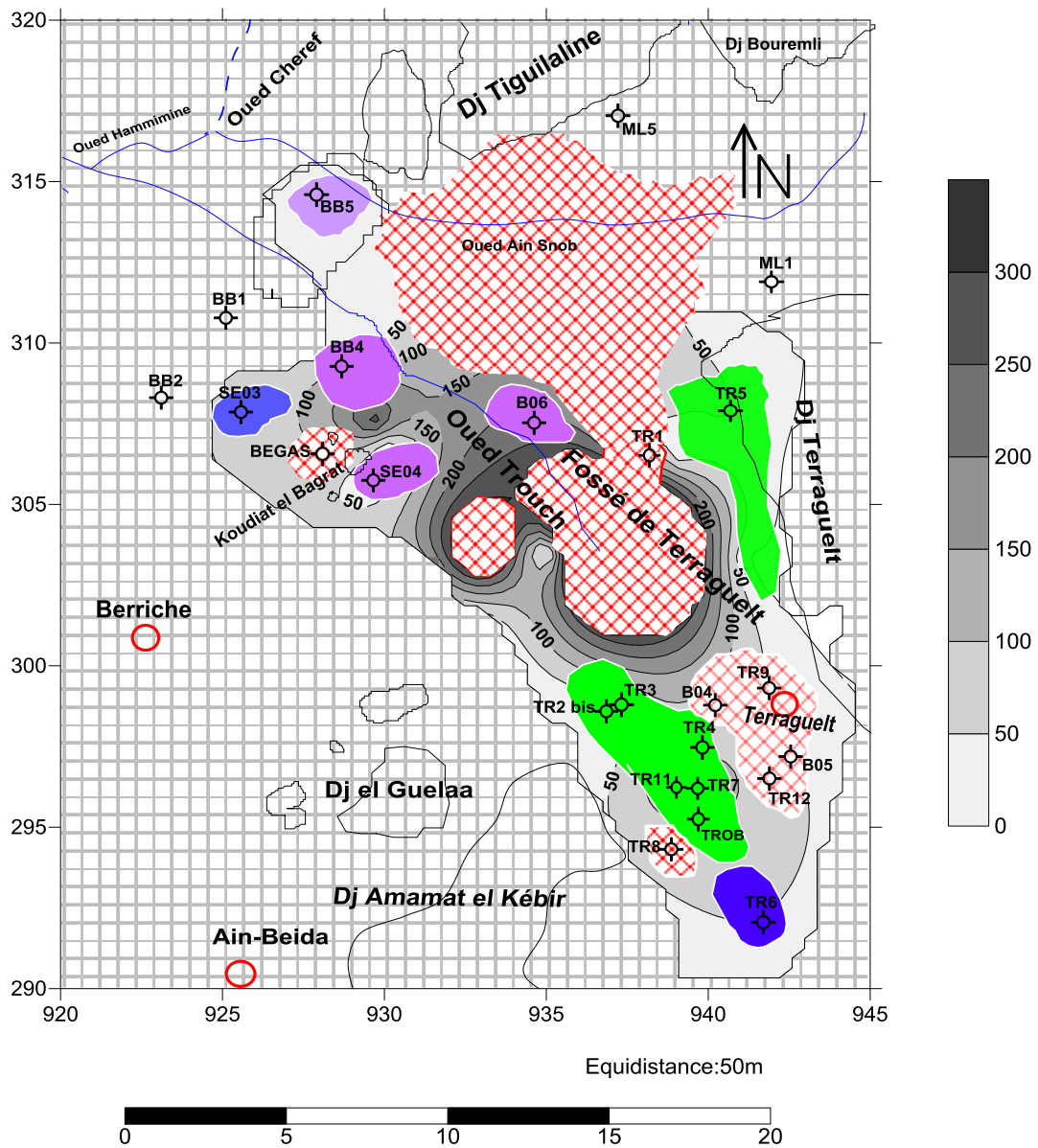
Elle concerne les zones de présence des forages négatifs ou le débit est inférieur à 3 l/s et où les calcaires karstiques sont très profonds, elle touche toute la partie Nord-Est et la partie centrale le long d'oued Trouch, qui a des faibles résistivités inférieures à 10 ohm.m, formés essentiellement par des éléments fins imperméables des argiles graveleuses, marnes argileuses, sur une profondeur qui dépasse 300m.

Le forage TR1 formé par des argiles, confirmé par la prospection électrique avec des résistivités d'environ 2.5 ohm.m, ce remplissage a une grande épaisseur qui atteint 1230m (gravimétrie).

Les forages B04, B05, TR9 et TR12 constitue tous essentiellement par des limons argileux, parfois mélangés par des graviers ou des cailloutis de calcaires.

Le reste de ces secteurs il y a une absence de forages qui peuvent nous renseigner sur la succession lithologique.

La zone du forage TR8 présente un remplissage d'argiles qui repose directement des sur calcaires compactes à la profondeur de 85m.



Légende :

- Zone de première importance
- Zone de deuxième importance
- Zone de troisième importance
- Zone défavorable
- Zone mal connue
- Forage mécanique
- Ville
- Cours d'eau
- Courbe d'égalé profondeur.

Fig.35 carte de délimitation des zones les plus favorables à l'implantation des forages d'eau

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

La zone d'étude se localise dans la plaine de Terraguelt à la wilaya de Souk Ahrass au Nord d'Algérie entouré par quelques reliefs et traversé par Oued Trough qui est très important, car il longe la plaine du Sud vers le Nord.

Cette région est caractérisée par un climat semi aride avec un totale de précipitation mensuelle de 322,84 mm et une température moyenne de 15,42°C.

Au point de vue géologique, la zone a subis des mouvements d'extension provoqué une ouverture du fossé puis un effondrement des blocks des calcaires, ensuite un remplissage des dépôts d'éléments détritiques.

La plaine est constitué par deux types des formations, l'un est détritiques récentes qui s'étend sur une importantes superficie et l'autre des calcaires karstifiés du Maëstrichtien supérieur qui forment les reliefs en bordure et prolongent sous les alluvions.

La prospection électrique montre des faibles résistivités au centre de la plaine d'une épaisseur qui dépasse les centaines de mètres ces formations sont liés aux argiles mélangés par des graviers et sables. En bordure de la plaine, nous avons remarqué qu'il y a des formations résistantes lié à des calcaires karstifiés du maestrichtien supérieur, dans ce secteur on trouve parfois des formations de résistivité moyennes peuvent attribuer à des graviers, des sables parfois des galets.

L'analyse des fiches stratigraphiques des forages du fossé montre la présence de deux types d'aquifère parfois superposés :

-l'aquifère détritique qui se forme essentiellement par des graviers, galets, sables parfois avec un pourcentage des argiles d'une épaisseur varie de quelque mètres au niveau des forages TR3, TR2bis à dizaine de mètres au forage TROB et il atteint presque 200m au forage TR7, l'alimentation de cet aquifère provient essentiellement à travers les failles de djebel Terraguelt.

-l'aquifère des calcaires du maestrichtien supérieur qui atteint des faibles profondeurs aux forages TR3, TR2bis et dizaine de mètres aux forages TR6, TR5.

Les zones les plus favorables à l'implantation des forages se concentrent dont la présence des deux aquifères superposés, les débits importants des forages et la faible profondeur des calcaires karstifiés du Maestrichtien supérieur.

Il est recommandé de réaliser des campagnes de prospection géophysique par la sismique d'orientation Est West avec une bonne couverture sur toute la plaine, cela permettra une

bonne compréhension du système aquifère de la plaine de Terraguelt qui représente un cas spécial dont le réseau de faille, élément essentiel pour la formation d'un fossé d'effondrement joue un rôle important dans la circulation des eaux souterraines.

Références bibliographiques

- ALGEO, (1979) - Prospection géophysique dans la zone de Terraguelt prospection électrique, rapport interne D.H.W.
- Brahmia.A, (2007) - Les potentialités en eaux souterraines de la plaine de Terraguelt – Wilaya de Souk-Ahras, (caractérisation et évaluation), Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar, p 44
- Brahmia.A, (2009) - Etude de la structure profonde du système aquifère du fossé d’effondrement de Terraguelt, haute Seybouse, Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, p 65.
- Castany .G, (1982) - Principes et méthodes de l’hydrogéologie. Ed. Dunod, Paris, France.
- S.Guellal, (1973) - Carte géologique de Berriche (Jean Rigal).1^{ière} édition, échelle : 1/50 000.
- S.Guellal et Vila.J.M, (1973) - Carte géologique de Ain Beida.1^{ière} édition, échelle : 1/50 000.
- S.Guellal et Vila.J.M, (1977)- Notice explicative de la carte géologique, Ain Beida, n°123, première édition, 1 /50.000.
- S.Guellal et Vila.J.M, (1977),- Notice explicative de la carte géologique, Berriche (Ex—Jean Rigal), n°149, première édition, 1 /50.000.

Web sites:

<http://alger-roi.fr/Alger/sedrata/sedrata.htm>.

<http://fr.db-city.com/-Terraguelt>