

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES  
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.**



## **Mémoire**

De fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme de

**INGENIEUR D'ETAT**

**Spécialité : Géologie**

**Option : Géologie de l'ingénieur**

## **THEME**

**CARTOGRAPHIE DES STRUCTURES GEOLOGIQUE  
DE LA REGION DE GUERRARA (GHARDAÏA) PAR  
LA METHODES GEOPHYSIQUE  
(DAYAT BEN FELLAH)**

**Présenté par :**

✚ GHEDAIRI Abdelmoutalib  
✚ TALHA Badis

Soutenu le : 12/06/2014

**Devant le Jury :**

M <sup>me</sup> . Sahri Leila	Président	MAA	UKM Ouargla
M. Bleksir Mohamed Saleh	Examineur	MAA	UKM Ouargla
M. Melouah Oualid	Encadreur	MAB	UKM Ouargla

**Année universitaire : 2013 /2014**

# **DEDICACE**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents que dieu les garde.*

*A mes chers frères et sœurs. (Salah, Ibrahim, Youssef, Boubaker, Abderazak, Dirar, Hadjer, Zohra, Maryam, Khaola et Khansa ).*

*A toute mes amis. Ali, Salah, Taher, Zakaria, Haithem, Idris, Salim, Mammarr, Mohamed Naadja, Fouad Tlili, Monim, Salma, Ikram, Maha, N.DJahida, CH.kaouther, N.Hafssa, Nadjah, khanssa, Narjes, Khaola, Iman, Khadija, Halima, Sanaa, Houda.....etc*

*A tous ceux qui sèment le bonheur sur mon chemin.*

*A toutes les enseignantes et tous les enseignants des géologies.*

*A tous les habitants de Touggourt.*

*A tous ceux que j'aime*

*GHEDAIRI Abdelmoutalib*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon père A ma Mère*

*A mes chers frères et sœurs. (Hanane, Anouar, Djamila, Abd el Rahim, et Douaa (saboha)).*

*A toute mes amis. Zakaria ,hakim, Yacine ,houssine ,Anouar ,chouiab, Taher ,Ali ,Hicham ,Haithem ,Idris ,et Amina, Rabab , Hanna, Zineb Arfa et Nacre, Rokaya, Souhilla, Salma, Ikram, Maha, Jihad, kaoter, Najah, khanssa, Narjes, khaola, Iman, Khadija, Halima,.....etc*

*A tous ceux qui sèment le bonheur sur mon chemin.*

*A toutes les enseignantes et tous les enseignants des géologies.*

*A tous les habitants de elmeghaier exactement chato rouge.*

*A tous ceux que j'aime*

*Je dédie ce travail*

*Badis TALHA*

# **REMERCIEMENT**

## *Remerciement*

*Voici venu le temps de mettre un point final à ce manuscrit et à ces années de travaux de recherche effectués au sein de l'université Kasdi Merbah, sous la direction de*

*Mr. Oualid Melouah, pour la confiance dont il a toujours fait preuve à mon égard et pour ses perpétuels encouragements.*

*Je tiens à remercier Mme. SAHRI Leila, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.*

*Je présente également ma profonde reconnaissance à Mr. Bleksir Mohamed Sadek qui ont accepté d'examiner mon travail.*

*Mes remerciements vont également à tous le personnel de l'unité d'ANRH et LTPS.*

*Mes sincère gratitude va aussi à Ms. BEGUIRET Lilia, Ms. HAMMAD Nabila et Mr. LAOUINI Hamez*

*Enfin, dans ces dernières lignes je tiens à remercier mes parents, mes sœurs et mes frères, les conseils et les encouragements qu'ils m'ont toujours prodigués ainsi que pour leur soutien tant moral que financier. Sans eux, je ne serais pas où j'en suis et ce que je suis.*

*Merci encore à tous...*

*Badis & Abdelmoutalib*

# **LISTE DES FIGURES**

## List Des Figures

<b>Figure N°1:</b> localisation de la région d'étude	<b>3</b>
<b>Figure N°2:</b> Carte géologique de la région de Guerrara	<b>5</b>
<b>Figure N°3:</b> Colon stratigraphique Dayat Ben fellah Document d'archive ANRH Ouargla-2001	<b>7</b>
<b>Figure N°4:</b> schéma montrant quelques unités géomorphologiques dans la région de Guerrara	<b>9</b>
<b>Figure N°5:</b> Disposition des nappes souterraines au Sahara algérien (ANRH Ouargla 2003)	<b>12</b>
<b>Figure N°6:</b> Réseau hydrographique de l'Oued Zegrir	<b>14</b>
<b>Figure N°7 :</b> Diagramme définie la Variation de Température	<b>17</b>
<b>Figure N°8:</b> Diagramme ombrothermique de la région de Ghardaïa	<b>18</b>
<b>Figure N°9:</b> climat d'Emberger pure la région de Ghardaïa	<b>19</b>
<b>Figure N°10:</b> Présentation schématique d'un système Géoradar	<b>21</b>
<b>Figure N°11 :</b> Appareil Géoradar (GPR 250 mhz)	<b>22</b>
<b>Figure N°12 :</b> présentation de l'équipement utilise	<b>22</b>
<b>Figure N°13:</b> Image Géoradar réalisée sur la faille de Wellington (Nouvelle Zélande) au niveau d'un escarpement	<b>23</b>
<b>Figure N° 14:</b> Un câble noir qui relie une électrode à une prise	<b>25</b>
<b>Figure N°15:</b> La résistivimètre ABEM, La central d'acquisition et la batterie	<b>25</b>
<b>Figure N°16 :</b> L'équipement électrique de formation image de résistivité utilisé dans cette étude	<b>26</b>
<b>Figure N°17:</b> schéma de la profondeur d'investigation par sondage électrique en en fonction de géométrie du dispositif	<b>27</b>
<b>Figure N°18 :</b> Configuration Schlumberger	<b>28</b>
<b>Figure N°19:</b> configuration Wenner	<b>28</b>
<b>Figure N°20 :</b> carte de pseudo-section	<b>29</b>
<b>Figure N°21 :</b> schématisation de la procédure d'acquisition des données en tomographie 2D (Marescot, 2008)	<b>30</b>



<b>Figure N°22 :</b> Affleurements de la carrière abandonnée de gravier près des banlieues de Los (l'emplacement C) ont été employés des techniques géophysiques pour calibrer d'ERI.	<b>30</b>
<b>Figure N°23 :</b> Localisation de l'effondrement et Implantation des profils électrique et Géoradar...28	<b>30</b>
<b>Figure N°24 :</b> Profil Géoradar N°1 Antenne de fréquence 200Mhz	<b>34</b>
<b>Figure N°25 :</b> Profil Géoradar N°2 Antenne 200 MHZ	<b>35</b>
<b>Figure N°26:</b> Pseudo section n°1 réalisée à Dayat Ben Fellah	<b>39</b>
<b>Figure N°27:</b> Pseudo section n°2 réalisée à Dayat Ben Fellah	<b>39</b>
<b>Figure N°28:</b> Pseudo section n°3 réalisée à Dayat Ben Fellah	<b>40</b>
<b>Figure N°29:</b> Pseudo section n°4 réalisée à Dayat Ben Fellah	<b>40</b>
<b>Figure N°30:</b> Pseudo section n°5 réalisée à Dayat Ben Fellah	<b>41</b>
<b>Figure N°31:</b> Carte isobathe représente le toit d'alluvion	<b>42</b>
<b>Figure N°32:</b> Carte isobathe représente le toit des grés	<b>43</b>
<b>Figure N°33 :</b> Carte iso pâque de la couche d'alluvions	<b>44</b>

# **LISTE DES TABLEAUX**

## List De Tableaux

**Tableau 01:** Données climatiques de Ghardaïa entre 1995 et 2006(O.N.M. 2007) station Ghardaïa.

**17**

# **LISTE DES NOTIFICATIONS**

## LISTE DES NOTIFICATIONS

### CHAPITRE I

- **ANRH** : Agence National de Ressource Hydraulique

### CHAPITRE II:

- **GPR** : Radar de pénétration géologique (Grounds penetating Radar)
- **EM** : Onde électromagnétiques
- **NS** : Nanosecondes
- **Cm** : Centimètres
- **Cr** : Conductivité électrique
- **(~)** : permittivité diélectrique
- **(II)** : Perméabilité magnétique
- **(u)** : Véllocité
- **MHz** : Unité de la fréquence du signal émise
- **$\rho$** : Résistivité électrique
- **FI, Gm et Gp** : C'est sont les différentes litho-faciès observés aux affleurements.

### CHAPITRE III:

- **NS** : Nanosecondes
- **T** : INSTANT
- **Ohm** : Unité de la résistivité électrique
- **GSSI** : Geophysical survey system Ins

# **SOMMAIRE**

# Sommaire

<b>DEDICACE</b>	
<b>REMERCIEMENTS</b>	
<b>RESUME</b>	
<b>LISTE DES FIGURES</b>	
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	
<b>LISTE DES NOTIFICATIONS</b>	
<b>SOMMAIRE</b>	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I</b>	
<b><u>Présentation de la région d'étude</u></b>	
<b>-Introduction</b>	
<b>1. Localisation géographique</b>	<b>2</b>
<b>2. La Lithologie</b>	<b>4</b>
<b>2.1 - Le Crétacé supérieur</b>	<b>4</b>
<b>2.3 - Le Néogène</b>	<b>4</b>
<b>2.4 - Le Pliocène Continentale</b>	<b>4</b>
<b>2.5 - Quaternaire Continentale</b>	<b>4</b>
<b>3. Stratigraphie</b>	<b>6</b>
<b>3.1-Miopliocène</b>	<b>6</b>
<b>3.2- Sénonien</b>	<b>6</b>
<b>3.3- Turonien</b>	<b>6</b>
<b>3.4-Cénomanién</b>	<b>6</b>
<b>3.5- Vraconien</b>	<b>6</b>
<b>3.6- Albien</b>	<b>6</b>
<b>4. La géomorphologie</b>	<b>8</b>
<b>4.1-Le plateau</b>	<b>8</b>
<b>4.2- Les Glacis</b>	<b>8</b>
<b>4.3- Le réseau hydrographique</b>	<b>8</b>
<b>4.4- Les Dayas</b>	<b>8</b>
<b>4.5- Les Garas</b>	<b>9</b>
<b>4.6-Les formations dunaires</b>	<b>9</b>
<b>5. Hydrogéologie et Hydrologie</b>	<b>10</b>
<b>5.1- L'hydrogéologie</b>	<b>10</b>
<b>5.1.1 – Nappe du Mio-Pliocène et Eocène</b>	<b>10</b>
<b>5.1.2 – Nappe du Sénonien carbonaté</b>	<b>10</b>
<b>5.1.3 – Nappe du Turonien carbonaté</b>	<b>10</b>
<b>5.1.4– Nappe de Continental intercalaire</b>	<b>11</b>
<b>5.1.5 – Nappe phréatique</b>	<b>11</b>
<b>5.2. L'Hydrologie</b>	<b>13</b>
<b>5.2.1- Considération générale</b>	<b>13</b>
<b>5.2.2- Etat de ruissellement</b>	<b>14</b>
<b>5.2.3- Les effets de l'oued</b>	<b>14</b>
<b>6- Le climat</b>	<b>16</b>
<b>6.1-Les températures</b>	<b>17</b>

<b>6.2-Précipitations</b>	<b>17</b>
<b>6.3- Vents</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITER II</b>	
<b><u>Méthodes Et Matérielle Utilisé</u></b>	
<b>1. RECONAESSANCE GEOPHYSIQUE PAR GEORADAR</b>	<b>20</b>
<b>1.1-Définition du Géoradar</b>	<b>20</b>
<b>1.2-présentation</b>	<b>21</b>
<b>1.2.1- L'appareillage</b>	<b>21</b>
<b>1.3-Les Applications du Géoradar</b>	<b>21</b>
<b>2. RECONNAISSANCE Géophysique Par Tomographie de la résistivité électrique(ERT)</b>	<b>24</b>
<b>2.1-Principe de la mesure</b>	<b>24</b>
<b>2.2-Procédure</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1-Instrument de mesure</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2-Protocole de mesure</b>	<b>26</b>
<b>2.3- Les différentes configurations</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1 La configuration Schlumberger</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 La configuration Wenner</b>	<b>28</b>
<b>2.4- Interprétation des pseudo-sections et modèles de résistivité</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1- Définition d'une pseudo-section</b>	<b>29</b>
<b>CHAPITRE III</b>	
<b><u>Application Géophysique</u></b>	
<b>1. SITE D'ETUDE : BEN FELLAH</b>	<b>31</b>
<b>1.1- LOCALISATION</b>	<b>31</b>
<b>1.2- DESCRIPTION ET HISTORIQUE DE LA ZONE D'ETUDE</b>	<b>31</b>
<b>1.3-RECONAISSANCE GEOPHYSIQUE PAR RADAR GEOLOGIQUE (GPR)</b>	<b>32</b>
<b>1.3.1-Critère technique du Matériel employé</b>	<b>32</b>
<b>1.3.2-IMPLANTATION DES PROFILS ET PROFONDEUR D'INVESTIGATIONS</b>	<b>32</b>
<b>1.3.3-traitement des données</b>	<b>32</b>
<b>1.3.4-INTERPRETATION DES RADARGRAMMES</b>	<b>32</b>
<b>1.4- RECONAISSANCE GEOPHYSIQUE PAR TOMOGRAPHIE ELECTRIQUE</b>	<b>36</b>
<b>1.4.1- DESCRIPTION DU DISPOSITIF D'ACQUISITION</b>	<b>36</b>
<b>1.4.2- IMPLANTATION DES MESURES</b>	<b>36</b>
<b>1.4.3- PRESENTATION DES RESULTATS</b>	<b>36</b>
<b>1.4.4. INTERPRETATION DES RESULTATS</b>	<b>37</b>
<b>1.5-.INTERPRITAION LES CARTES ISOPATHE ET LES CARTES ISO PAQUE</b>	<b>42</b>
<b>-CONCLUSION</b>	<b>45</b>



# RESUME

Résumé

## Résume

L'étude des phénomènes géologiques dans le monde a connu une évolution importante aux thermes des méthodes utilisé, géré essentiellement par l'intensité des phénomènes hydrologiques et la vulnérabilité des terrains géologiques à l'érosion (Fleury et al ;2007), la région de Guerrara situé dans le Sud Algérien possède un potentiel de karstification important vue la nature lithologique des terrain, les investigations mené par l'utilisation des techniques de tomographie électrique (Ezersky ;2008); et électromagnétique par Géoradar (El-quady et al ; 2005, Forte et al ;2008-2012) ont permis de détecté un nombre important des formations géologique pour cette région c'est dernier sont affecte par des cavité de dissolution a dimension variable situé généralement dans les facies gréseux alluvionnaires dans les sites Ben Fellah.

Les techniques utilises ne permet pas de déterminer la cause exacte de l'apparition de Dayat ben falleh.

---

### خلاصة :

إن دراسة الظواهر الجيولوجية في العالم عرفت تطور مهم فيما يخص طرق الدراسة المستعملة ذات الصلة بالظواهر الهيدرولوجية و قابلية الأرضية للتآكل, وكذا التصدعات الناتجة عن تحرك الطبقات. فمنطقة القرارة الواقعة في الجنوب الجزائري لها قابلية كبيرة للتآكل نظرا لطبيعة تربة السطح. حيث وبفضل الدراسات الجيوفيزيائية باستخدام طريقة التصوير الشعاعي الطبقي و الرادار الجيولوجي تمكنا من معرفة مكونات الطبقات الجيولوجية لهذه المنطقة حيث وجدنها تتضمن عدد مهم من التجويفات الأرضية بأحجام مختلفة و المتمركزة في سحنة الحجر الرملي وكذا احتمال وجود تصدعات وتآكلات و اختلاف في سمك هذه الطبقات ببني فلاح الناتجة عن التيارات المائية . ان التقنيات المستخدمة لا تسمح بتحديد سبب ظهور او نشأت ضاية بن فيلح ولذلك يستحسن استخدام تقنيات اكثر فاعلية مثل المغناطيسية و طرق حساب الجاذبية .

# **INTRODUCTION**

INTRODUCTION

## **INTRODUCTION**

Le phénomène clef de la karstification est la dissolution de la roche par le CO<sub>2</sub> dissous ayant plusieurs origines dans les eaux karstiques. Il provient principalement de la respiration racinaire et de la dégradation de la matière organique du sol par l'activité biologique et bactériologique, D'autres facteurs interviennent dans la dissolution des roches carbonatées comme la lithologie, la texture du sol et la fracturation.

Plusieurs travaux dans le monde en mis en évidence la présence des phénomènes karstiques dans les zones arides et semi arides et l'apparition de géomorphologie spécifiques tel que les Dayas, ces formations ont comme origine la dissolution des sels et des carbonates (**Salomon ,1997 . Conrad 1969**) par les eaux chargé en Acide Carbonique.

Dans le Nord du Sahara algérien le phénomène a été décrit par le Colonel Flatters durant ces missions de reconnaissance au sud algérien, plusieurs dépressions sont visible a partir des photos aériennes et satellitaires traduisant un phénomène a ampleur régionale, Les sites choisis pour l'étude sont situés aux alentours de la région de Guerrara à quelques Km au Sud-Est de la ville

L'objectif visé à travers cette étude et la caractérisation géophysique des structures géologiques responsable de l'apparition des Effondrements liée à la karstification et l'identification précoce du phénomène de part et d'autre de la ville de Guerrara afin de minimiser les risques sur les infrastructures et les vies humaines.

Le document s'organise de la manière suivante

**CHAPITRE 1:** L'objet de ce chapitre est la présentation du contexte global de la région étudié.

**CHAPITRE II:** L'objet de ce chapitre est la présentation les méthodes et la matérielles utilises.

- Reconnaissance géophysique par Géoradar
- Reconnaissance géophysique par tomographie électrique

**CHAPITRE III :** l'objet de ce chapitre et détermine les couse d'effondrement Dayat Ben Fellah.

# CHAPITER I

## PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

**Chapitre I: Présentation de la région d'étude****Introduction:**

L'objet de ce chapitre est la présentation du contexte global de la région étudiée tout en prenant en compte les données géographiques, géologiques, hydrogéologiques et climatiques. Le résultat de cette synthèse bibliographique est présenté dans ce qui suit.

**1- Localisation géographique**

La zone d'étude est localisée dans la région de Guerrara située environ 120 km au Nord-Est de Ghardaïa chef lieu de wilaya.

La commune de Guerrara couvre une superficie totale de 2600 km<sup>2</sup> (C.D.R.S, 1999) elle est limitée

- Au nord : par la wilaya de Djelfa et Laghouat.
- A l'est : par la wilaya de Ouargla.
- A l'ouest : par les daïras de Berriane et Boumoula.
- Au sud : par les daïras de Zelfana et al Atteuf.

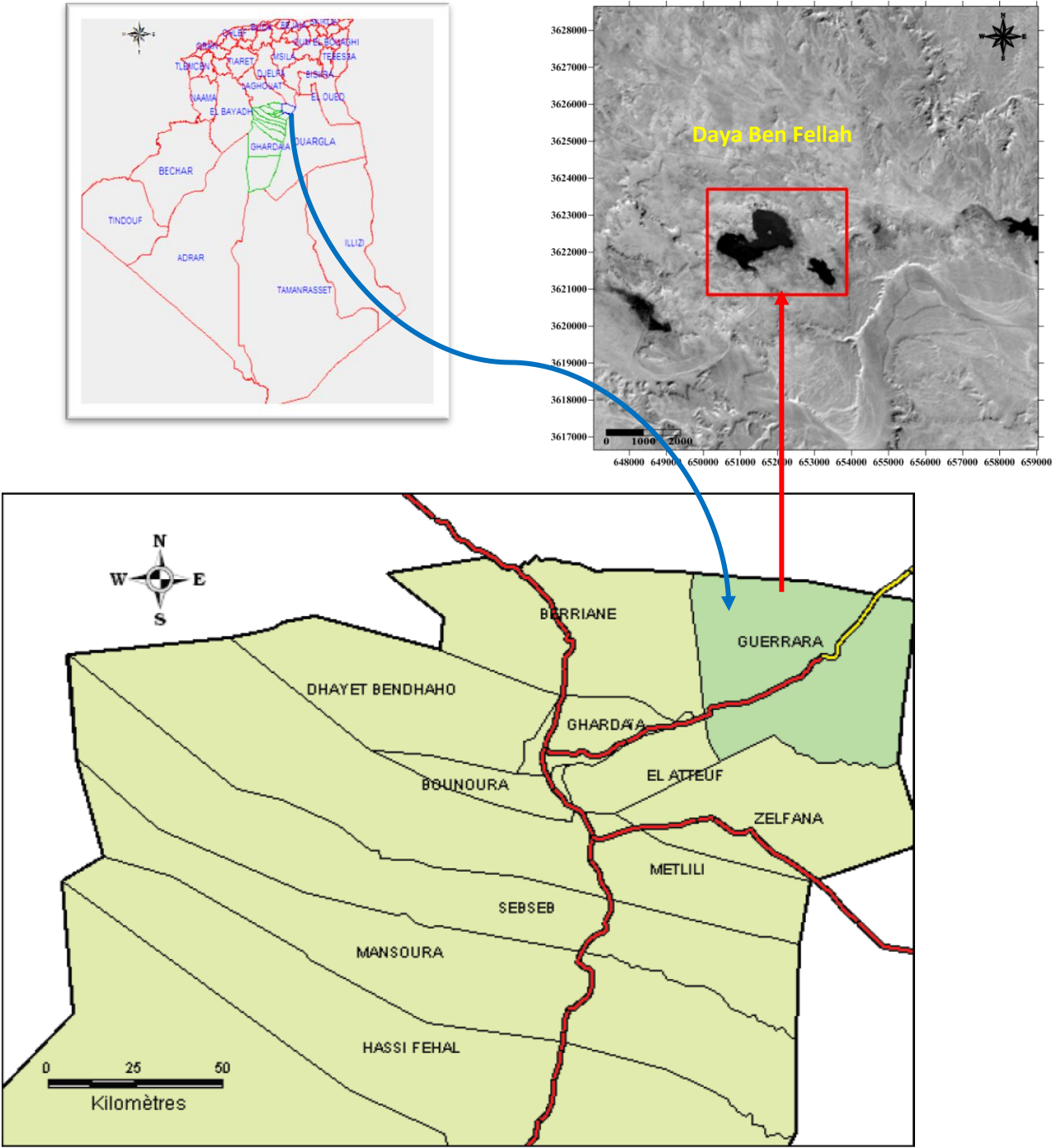


Figure N° 1 : localisation de la région d'étude (Melouah-O 2012)

## **2 – La Lithologie :**

Selon la carte géologique d'Algérie au 1/500 000 (SCG, 1952), nous pouvons trouver les formations géologiques suivantes :

### **2.1 – Le Crétacé supérieur :**

La lecture de la carte géologique d'Alger sud (figure 2) et la coupe géologique Ouest-est, Permettent de constaté l'existence d'affleurement secondaire représenté par le crétacé Supérieur et occupe la zone de Bled Bouaicha au Nord-Ouest de Guerrara.

Cette formation, qui caractérise une grande partie de la région de la Chebka de Mzab, est constituée d'une double dalle claire, dure, de calcaires plus ou moins dolomitiques parfois pétries de coquilles marines (FABRE, 1976).

### **2.3 - Le Néogène :**

Suite à l'intensité des agents érosifs la dépression de Guerrara c'est formé dans un dépôt de Continentale Terminale daté du Pontien la formation est connue sous le nom du Miopliocene. Ce sont des formations détritiques ressenties qui occupe les dépressions de l'atlas saharien et qui s'étend largement au sud sont rattaché au Miocène supérieur et au Pliocène sont que l'on puisse établir une discrimination exacte. Ce sont en majeure partie des produits d'altération superficielle, rubéfié (argile et terre argilo sableuse plus au moins mêlée de fragment anguleux) que l'on sortait assimilée a des galles fluviales.

### **2.4 - Le Pliocène Continentale**

Constitue tout le reste du terrain Tertiaire ce sont des dépôts lacustres a forts étendue, formée de calcaire blanchâtre qui correspond a une carapace hamadienne plus moins continue et épaisse.

### **2.5 - Quaternaire Continentale**

Ces formations sédimentaires spécifiquement saharienne sont des alluvions quaternaire fluviale qui ce ne trouve pas exclusivement dans les vallées de ruissellement mais elles remplissent aussi de grandes aires déprimées dans les chaînes plissées de l'atlas saharien (S.C.G1930).



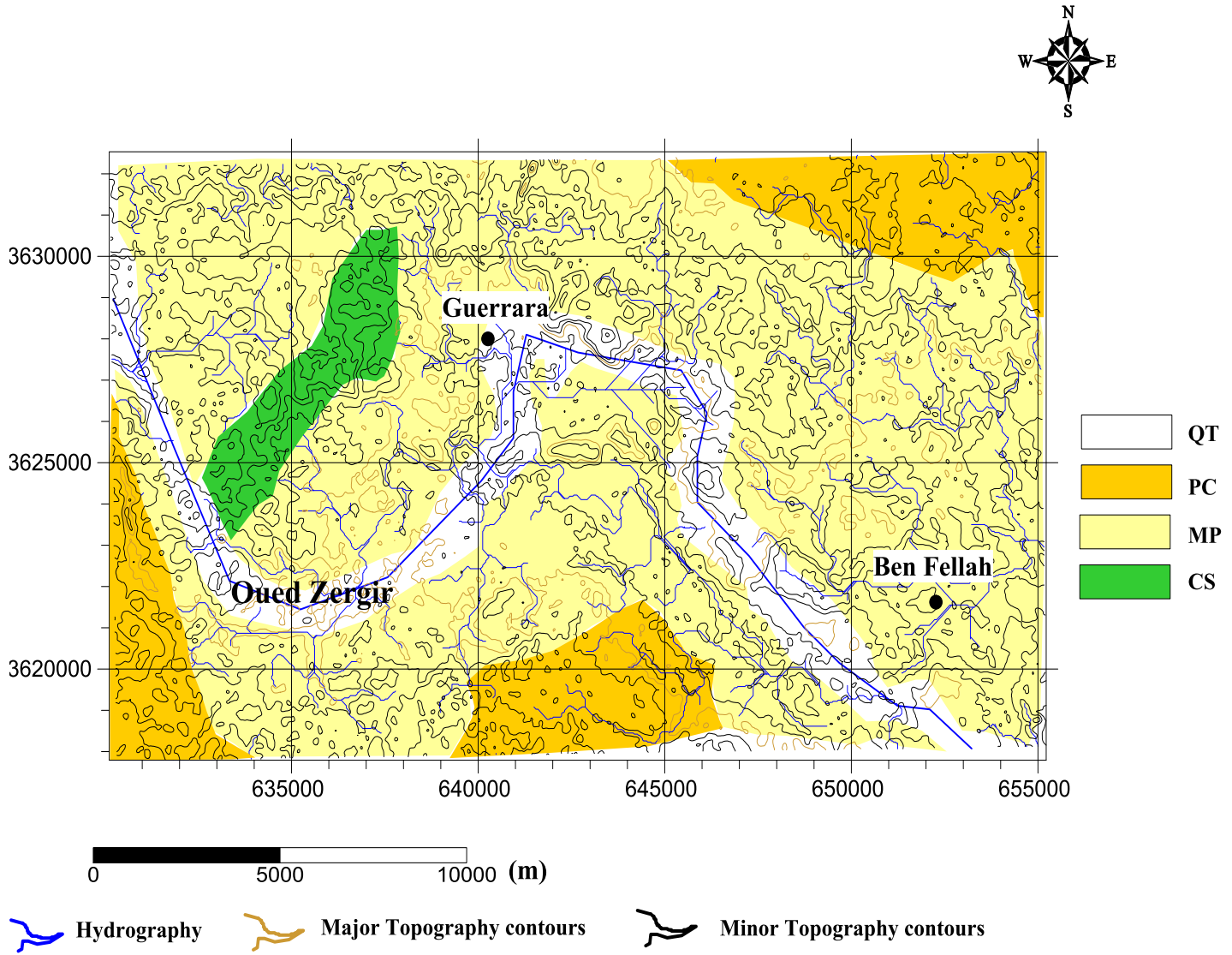


Figure N° 2: Carte géologique de la région de Guerrara (1/500 000)  
(Melouah-O 2012).

### **3- Stratigraphie**

La stratigraphie des terrains recouvrant l'albien est assez simple le log stratigraphique illustrée dans la figure 3 se base essentiellement sur les critères lithologique des formations rencontrées en distingue de haut en bas :

#### **3.1-Miopliocène :**

L'épaisseur de cette dépote et 140m constitue essentiellement d'alternance de formations Géologiques début par 10m primer coche constitue Grés assez dur on suit 123m sable argileux jaunâtre après 3m argile sableuse rougeâtre et à la fin 4m calcaire marneux a gypse.

#### **3.2- Sénonien :**

L'épaisseur de cette dépote 178 m constitue essentiellement d'alternance de marne et calcaire

#### **3.3- Turonien :**

Dépôt composé essentiellement de calcaire tendre à anhydrite, l'épaisseur totale des dépôts et d'environ 15 m.

#### **3.4-Cénomaniien :**

Dépôt de 363 m d'épaisseur totale la majorité de épaisseur est une formation constitue de calcaire dur gypseux a anhydrite de plus en plus marneux vers la base sur l'épaisseur 237m, et d'épaisseur 120m constitue d'alternance des formations défèrent.

#### **3.5 - Vraconien :**

Dépôt de 66 mètres d'épaisseur, formé essentiellement stratification de marne et calcaire blanc dur.

#### **3.6 Albien :**

Dépôt continental l'épaisseur égale à 279m, compose de sable et grés avec des passages d'argile compacte entre 931 et 933.

Nom du sondage : Dayat Ben Fellah Date de l'exécution : 23/10/2000

Entreprise exécutante : Hydraulique Afrique

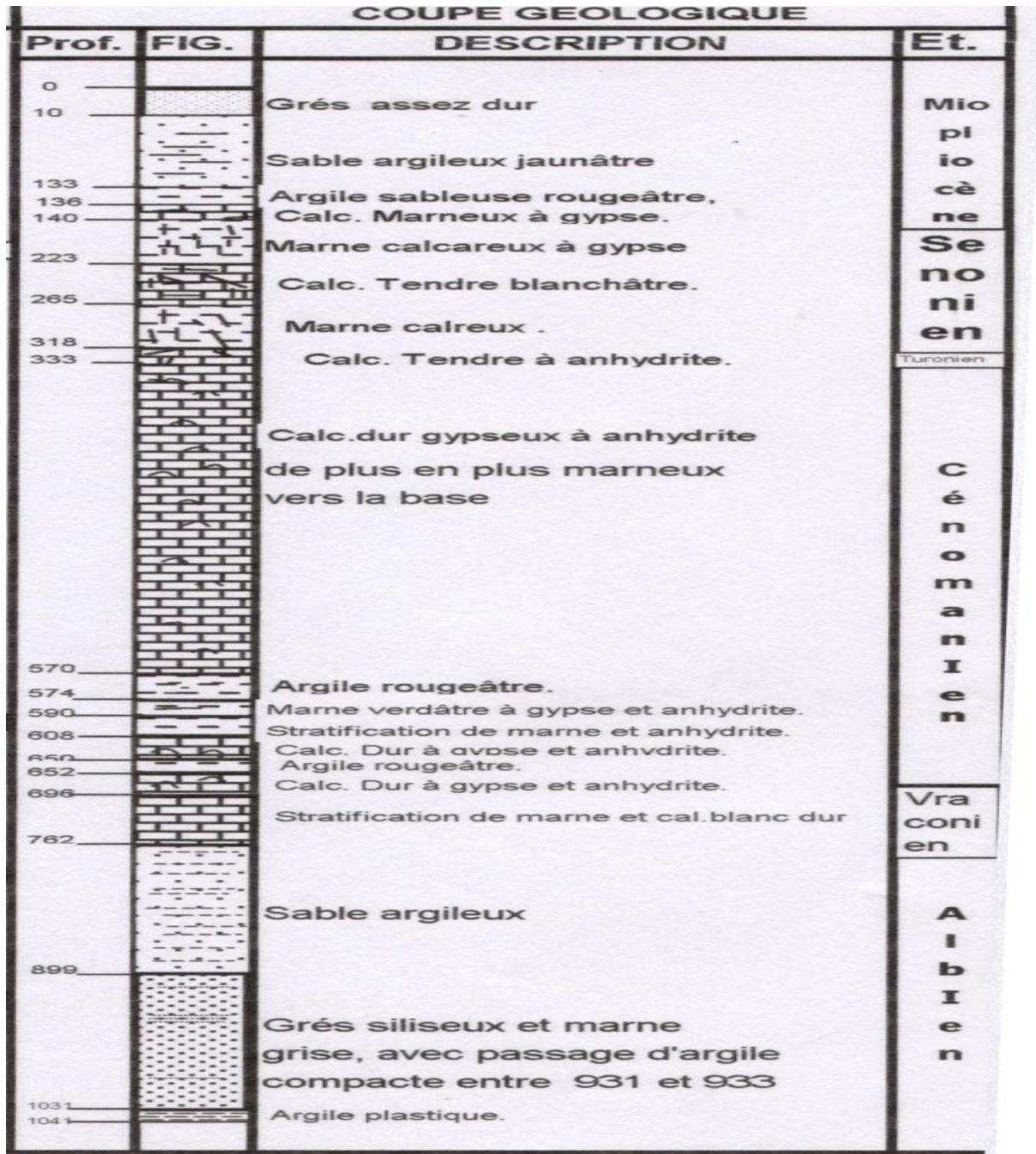


Figure N° 3 : Colon stratigraphique Dayat Ben fellah  
Document d'archive ANRH Ouargla-2001

#### 4 . La géomorphologie

Les terrains autour de la région de Guerrara sont fortement dénudés (VILLE, 1872). Il résulte d'une forte érosion fluviale qui a entaillé les plateaux de Pliocène Continental et remodelé

par la suite, par l'érosion éolienne. De ce fait nous trouvons plusieurs ensembles paysagés (figure 4) à savoir :

##### 4.1-Le plateau

C'est le plateau du Pliocène, de 380 à 450 m d'altitude. Il occupe quelques parties au nord et au sud de la région de Guerrara. Il s'abaisse légèrement d'ouest en est. Dans la partie nord les terrains s'étendent sur une région appelée communément « plateau des dayas ». Alors que, dans le sud le plateau est appelé localement « plateau des Gantras ».

##### 4.2- Les Glacis

Le versant Nord de la grande dépression de Guerrara, présente deux niveaux d'étage de glacis (glacis de terrasse). Il se caractérise par l'affleurement du substrat gréseux de Mio-Pliocène. Ce dernier est souvent de sable et de gravier gréseux.

##### 4.3- Le réseau hydrographique

Représenté principalement par Oued Zegrir et son prolongement Oued Zgag. L'écoulement des eaux de la crue dans le lit d'oued dépose des matériaux différents de point de vue texture et épaisseur.

La surface du sol peut être unie pour une grande partie du lit d'oued ou alternativement d'un côté à l'autre du lit en fonction des méandres (terrasse de méandre), ou bien, entaillée par de petites incisions linéaires lorsque le ruissellement se concentre avec une pente plus forte et des débits plus importants (POUGET, 1980).

##### 4.4- Les Dayas

Les dayas sont des dépressions semi-circulaires de petite taille colonisées par une végétation dense. Elle présente une évolution morphologique particulière de petite taille au stade naissant, elles s'accroissent avec le temps, devenant de plus en plus irrégulières et encaissées (TAÏBI et al, 1999). Il y a deux types de Dayas à citer dans la région de Guerrara :

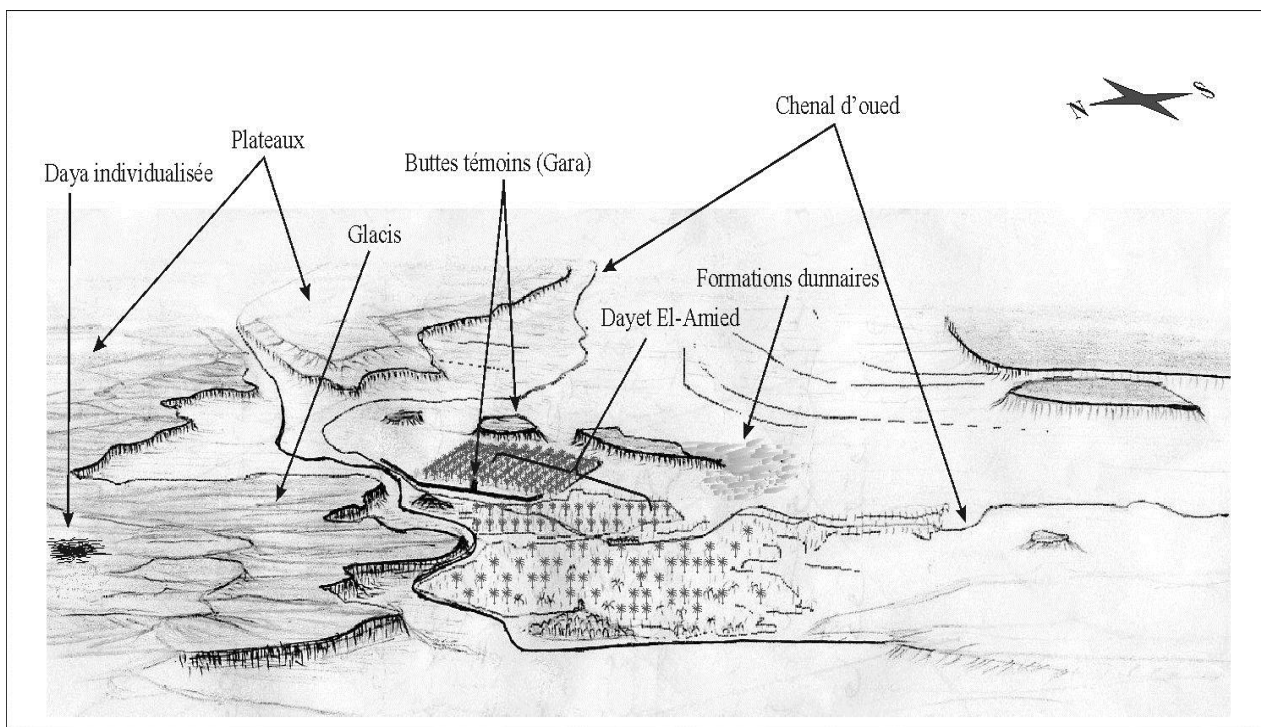
- 1) Dayas isolées sur le plateau et du Glacis (plateaux des dayas).
- 2) Des dayas liées au réseau d'oued Zegrir, comme zones d'épandage fermées (Dayat Ben fellah à l'Est du Guerrara), ou possédant un exutoire prolongeant ainsi le lit d'oued (Dayat El Ameid).

#### 4.5- Les Garas :

Les garas sont des buttes témoins c'est à dire des plateaux tabulaires isolées par l'érosion et corrodées par une table de roche dure (Capot-Rey et al, 1969), la plaine de la Dayas El Amied et limités au Sud et au Sud - Est par une série de Garas qui la sépare de la zone de drain et de la daya de Guartoufa ces Garas sont façonnées par le fonctionnement passé du réseau hydrographique.

#### 4.6- Les formations dunaires

Ces des dunes d'obstacle développées à l'abri d'une butte témoin (Garas) et des buissons de la végétation naturelles dans le lit majeurs de Oued Zegrir au Sud de la région de Guerrara. Les modèles dunaires existant sont : les rides, les voiles sableux, les nebkas et massifs dunaires.



**Figure N°4 :** schéma montrant quelques unités géomorphologiques dans la région de Guerrara

## 5. Hydrogéologie et Hydrologie

### 5.1- L'hydrogéologie

Mis à part la nappe phréatique, une étude réalisée par les services d'hydrologie de SONATRACH (1992), a montré que la région de Guerrara est située dans la province triasique où quatre (04) aquifères peuvent être exploités pour les besoins en eau domestiques et agro-industriels :

#### 5.1.1 – Nappe du Mio-Pliocène et Eocène

Cette aquifère peut être exploitée dans la partie Est de la région de Guerrara, à partir de longitude 4°35' Est. Il est constitué d'une nappe de Mio-Pliocène « sableux d'une épaisseur + moyenne de 125 m et d'une nappe d'Eocène à calcaire blanc fin moyen avec une épaisseur de 100 m.

L'épaisseur totale de l'aquifère est de 225 mètres avec un niveau statique estimé à 123 mètres de sol.

#### 5.1.2 – Nappe du Sénonien carbonaté

Cet aquifère est en continuité hydraulique avec la nappe de Mio-Pliocène. Ainsi l'ensemble des formations aquifères (Mio-Pliocène, Eocène et Sénonien) peut être exploité jusqu'à une profondeur de 430 m environ.

Dans la partie Ouest de la région de Guerrara les dépôts du Mio-Pliocène sont réduits et reposent directement sur le Sénonien carbonaté.

De ce fait seul la nappe formée par les calcaires du sénonien peut être constituée un aquifère exploitable.

Le Sénonien carbonaté est formé de calcaire microcristallin au sommet et de dolomie beige à la base. Son épaisseur moyenne est de 205 m avec un niveau statique estimé à 150 m.

#### 5.1.3 – Nappe du Turonien carbonaté

Avec une épaisseur de 74 m cette nappe peut être captée à une profondeur de 500 m environ dans la partie ouest de la région de Guerrara.

Cette nappe est constituée de dolomie beige cryptocristalline compacte, dure avec intercalation de calcaire tendre.

#### 5.1.4– Nappe de Continental intercalaire

La nappe de Continental intercalaire regroupe les formations de l'Albien jusqu'à la base du Barrémien, dans le bassin triasique. Elle constitue la plus grande réserve d'eau souterraine vue son extension dans le Sahara algérien.

Cette nappe est constituée de formations détritiques (sable, grès, argile) avec un passage dolomitique attribué à l'Aptien. Et l'épaisseur moyenne de la nappe est de l'ordre de 650 m. le toit de la nappe est situé entre 500 et 900 m de profondeur dans le sens Ouest-Est dans la région de Guerrara.

#### 5.1.5 – Nappe phréatique

Il s'agit d'une nappe d'oued, l'alimentation se fait suivant les cycles des crues d'oued Zegrir

Au début, avant 1951 (date de création de premier forage Albien), l'oasis de Guerrara vivait uniquement sur cette nappe, artificiellement gonflée par un petit barrage « garde-crue ».

Dans les années de sécheresse elle pourrait être exploitée sur une période maximale de cinq ans avec un usage uniquement agricole, au delà de cette période les puits, sur une profondeur variant de 15 à 35 m suivant les endroits, seront secs (GAUTIER et GOUSKOV, 1951, BAIT et al, 1977a).

Actuellement, le niveau piézométrique est toujours élevé, car les agriculteurs exploitent peu cette nappe, en revanche, ils utilisent les eaux d'Albien, des fois avec des excès et pertes importantes, ajoutant à ceux-ci les crues d'oued Zegrir, que des fois elles ont un cycle biennal ou annuel.

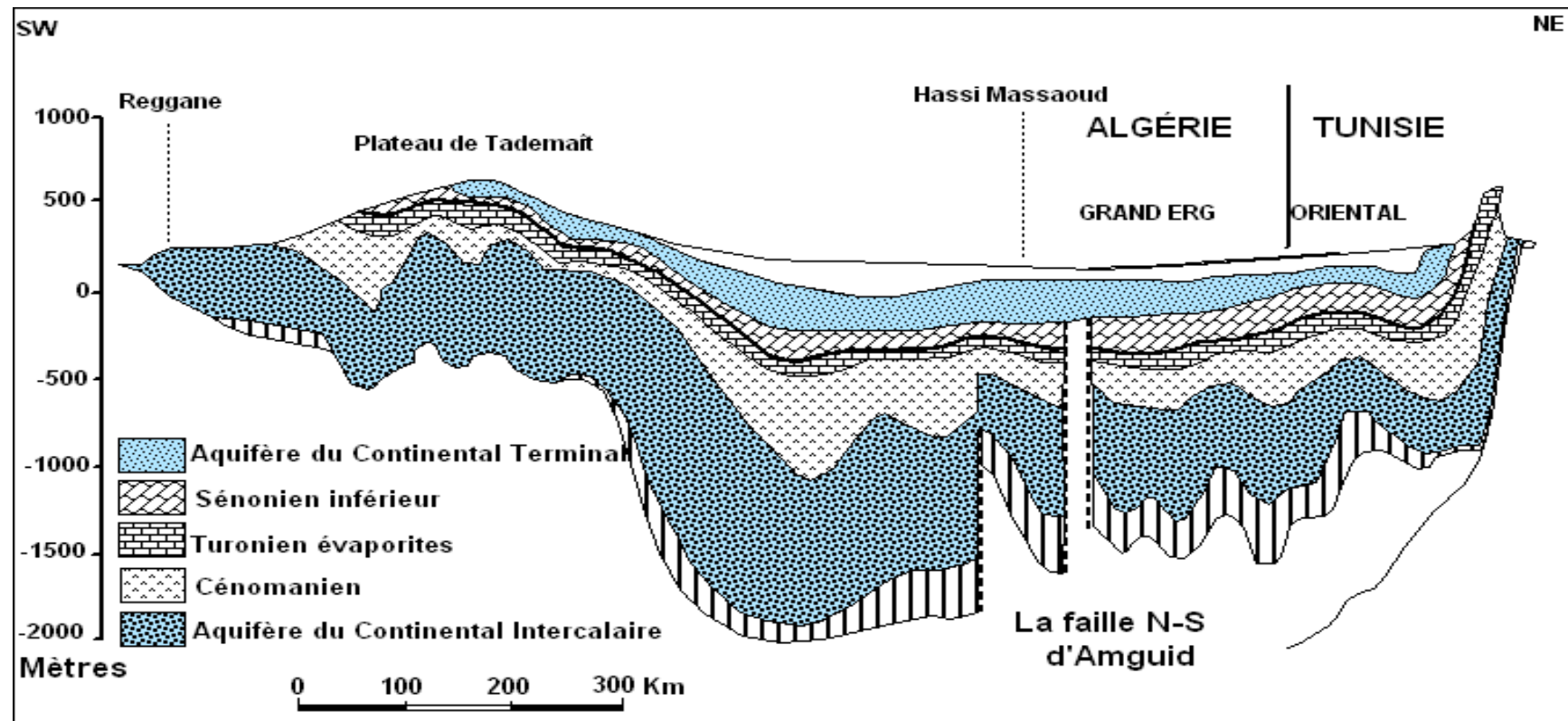


Figure N°5 : Disposition des nappes souterraines au Sahara algérien (ANRH Ouargla 2003)



## 5.2. L'Hydrologie

Les eaux superficielles dans la région de Guerrara sont quasiment insignifiantes, En raison de la faiblesse de la pluviométrie. La région est drainée principalement par L'oued Zegrir, dont l'écoulement se produit surtout en période des orages (B.N.E.D.E.R., 2000).

### 5.2.1- Considération générale

Limité à la hauteur de Guerrara, ce bassin couvre une superficie de 4100 km<sup>2</sup>. Situé en majeure partie sur les affleurements du Miocène et du Pliocène continentaux, il est parsemé de nombreuses Dayas parfois drainées par les oueds (Dubief, 1953).

L'Oued Zegrir prend sa source sur le Ras Chaab, à 152 km Nord-Ouest de Guerrara. Il se dirige d'abord du Nord-Ouest au Sud-Est jusqu'auprès de Guerrara; à 8 km de la ville, il fait un crochet à angle droit vers le Nord-Est, pour se diriger sur l'oasis qui a été planté dans les alluvions de la rivière, puis il se détourne de nouveau au Sud-Est vers El Hadjira. (Ville, 1872).

Selon Dubief La vallée d'Oued Zegrir peut être divisée en trois parties distinctes :

#### La partie supérieure :

De 124Km de long depuis l'origine de l'Ajerma, par 860m d'altitude non loin de bassin de Djedi, jusqu'à la hauteur de Bordj de Talemzen, l'oued aux berges peu marquées serpente à la surface du plateau des Dayas tout en se d'élevant vers l'Est, sa pente est très faible surtout dans les premier 70 Km.

#### La partie centrale :

De 125Km environs, de Talemzane à Guerrara. L'oued prend la direction du SSE, s'encaisse, tandis que sa pente s'accroît atteignant près de 3 mm/m. À noter que le profil de cette section est légèrement concave.

#### Un cours inférieur :

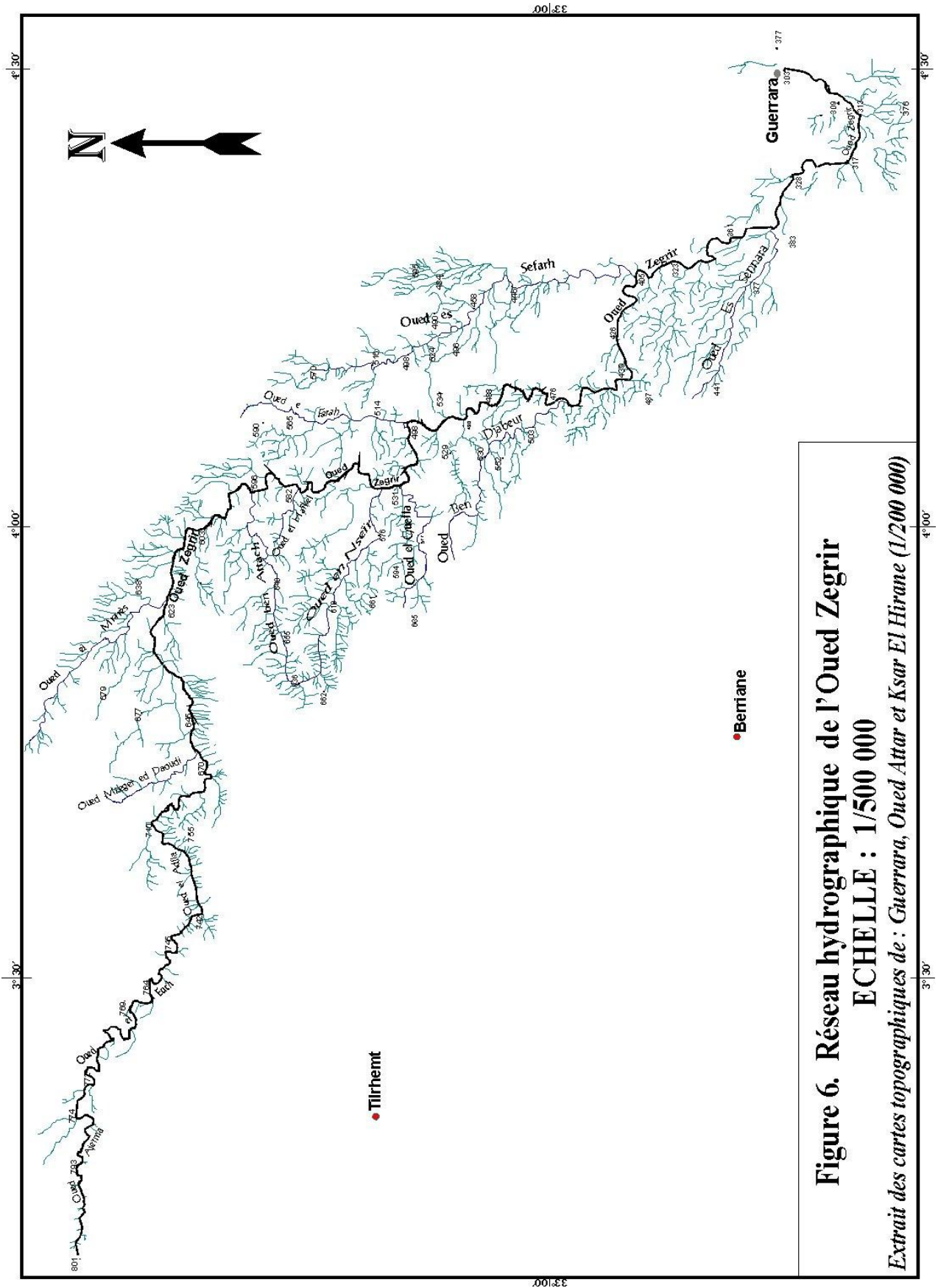
En aval de Guerrara. Sous le nom d'Oued Zegag, l'artère reprend la direction de l'Est, au fond d'une large vallée, à pente très faible, parfois par des replats comme celui de la Dayat Hadjou.

### 5.2.2-Etat de ruissellement

D'après une étude réalisée par Dubief (1953) montre que, durant la période allant d'avril 1938 à mars 1951, il a noté 26 mois de crues, alors que pour la période allant de 1921 à 1950, il a trouvé 33 mois de crues. Il a expliqué ceci de fait que, les mois de crues pouvant se produire à des intervalles très variables, allant de quelques mois (parfois 5 mois de crues en un an) à quelques années (28 mois sans crue entre mai 1946 et août 1948). Les crues donc d'une manière générale sont observées en automne ou au printemps. L'étude de la fréquence mensuelle des crues à la hauteur du Guerrara montre aussi que celles-ci sont, certaines années, très fréquentes en mois d'Avril, Mai, Septembre et Octobre, et en d'autre année sont moins fréquentes. D'où une forte irrégularité inter et intra annuelle.

### 5.2.3-Les effets de l'oued

L'arrivée d'Oued Zegrir au Guerrara permet une irrigation à grande échelle par son évacuation, il permet un lessivage total des sols. L'effet positif le plus important est l'apport des éléments nutritifs aux sols, dépôt d'une couche importante d'environ de 1 cm très riche en matière nutritive. Les eaux de l'oued contribuent aussi à l'alimentation de la nappe phréatique (Bait et al 1977).



**Figure 6. Réseau hydrographique de l'Oued Zegrir**  
**ECHELLE : 1/500 000**  
*Extrait des cartes topographiques de : Guerrara, Oued Attar et Ksar El Hirane (1/200 000)*

## 6- Le climat

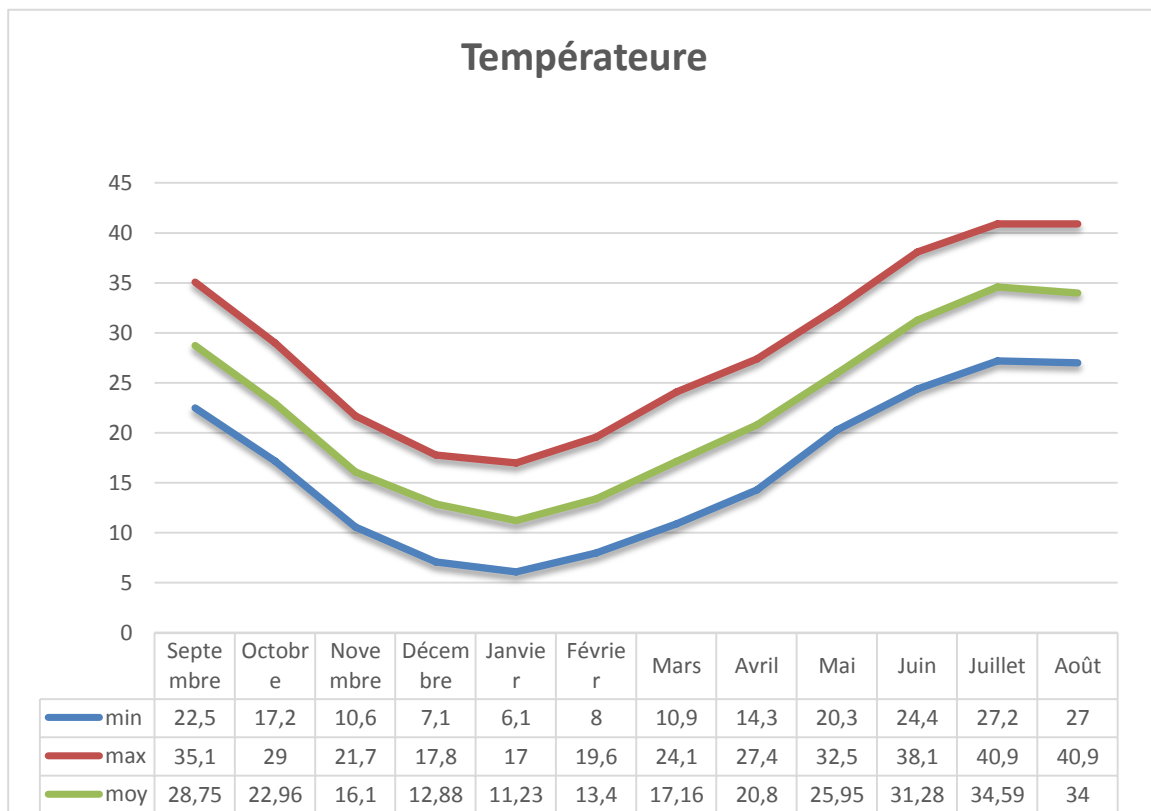
Les données climatiques de la région de Ghardaïa pour la période 1995-2006 sont illustrées par le tableau 01

**Tableau 01:** Données climatiques de Ghardaïa entre 1995 et 2006(O.N.M. 2007) station Ghardaïa.

Paramètres Mois	Température (C°)			Précipitations (mm)	Vents (m/s)	Humidité (%)
	Min	Max	Moy			
<b>Septembre</b>	22.5	35.1	28.75	21.51	3.63	36.84
<b>Octobre</b>	17.2	29	22.96	8.26	3.06	44.76
<b>Novembre</b>	10.6	21.7	16.1	8.23	3.44	50.34
<b>Décembre</b>	7.1	17.8	12.88	7.03	3.49	58.37
<b>Janvier</b>	6.1	17	11.23	10.5	3.73	57.52
<b>Février</b>	8	19.6	13.4	2.71	3.78	47.62
<b>Mars</b>	10.9	24.1	17.16	9.95	3.78	40.63
<b>Avril</b>	14.3	27.4	20.8	11.36	4.44	36.98
<b>Mai</b>	20.3	32.5	25.95	1.27	4.42	30.67
<b>Juin</b>	24.4	38.1	31.28	0.91	3.87	26.86
<b>Juillet</b>	27.2	40.9	34.59	0.98	3.73	23.27
<b>Août</b>	27	40.9	34	6.29	3.65	44.76
<b>Moyennes</b>			27.64	7.41	3.75	41.55
<b>Cumul</b>				89		

**6.1-Les températures :**

Le mois le plus froid est Janvier, avec une température mensuelle moyenne de 11.23C, alors que le mois le plus chaud est Juillet, avec une moyenne mensuelle de 34.59 °C.



**Figure N° 7 :** Diagramme définie la Variation de Température

**6.2-Précipitations**

- Les pluies sont rares et irrégulières d'une année à une autre et en fonction des saisons.
- La moyenne annuelle des précipitations est de 89 mm, La figure 07 représente le diagramme ombrothermique de la région de Guerrara.
- La saison sèche correspond à l'air entre les deux courbes et s'étale sur toute l'année.

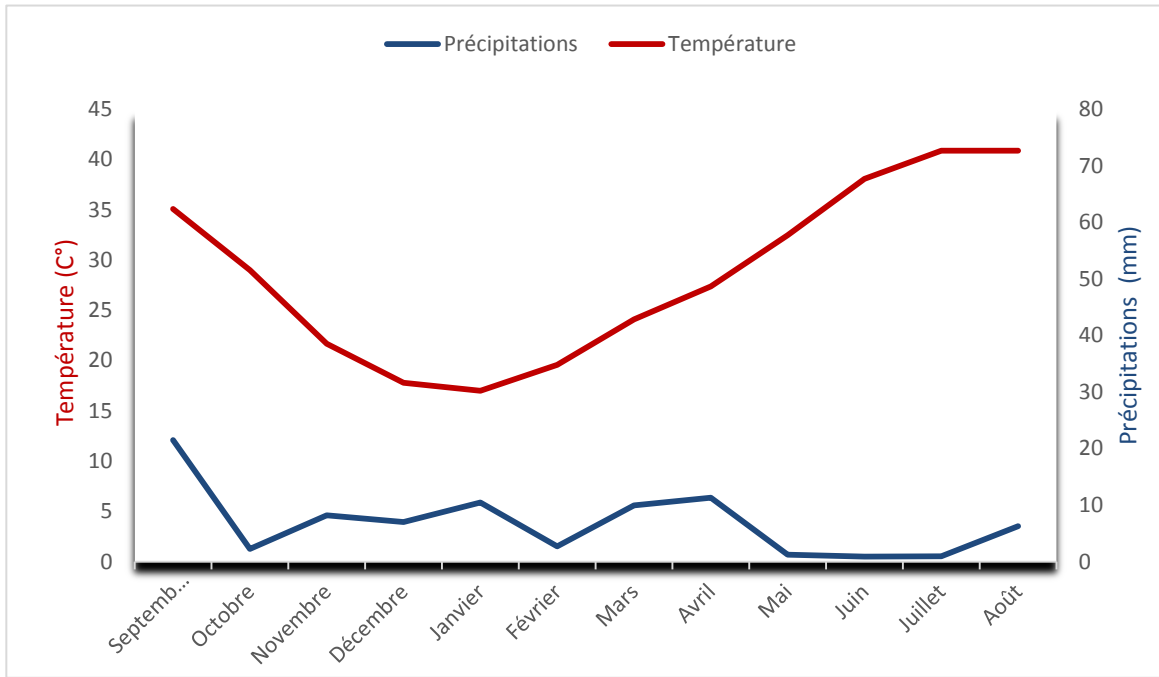


Figure N° 8 : Diagramme ombrothermique de la région de Ghardaïa

### 6.3- Vents

La vitesse des vents varie de 3.06 m/s en Octobre à 4.44 m/s en Avril, avec une moyenne annuelle de 3.44 m/s.

-La direction des vents est Sud-Ouest-Nord Est.

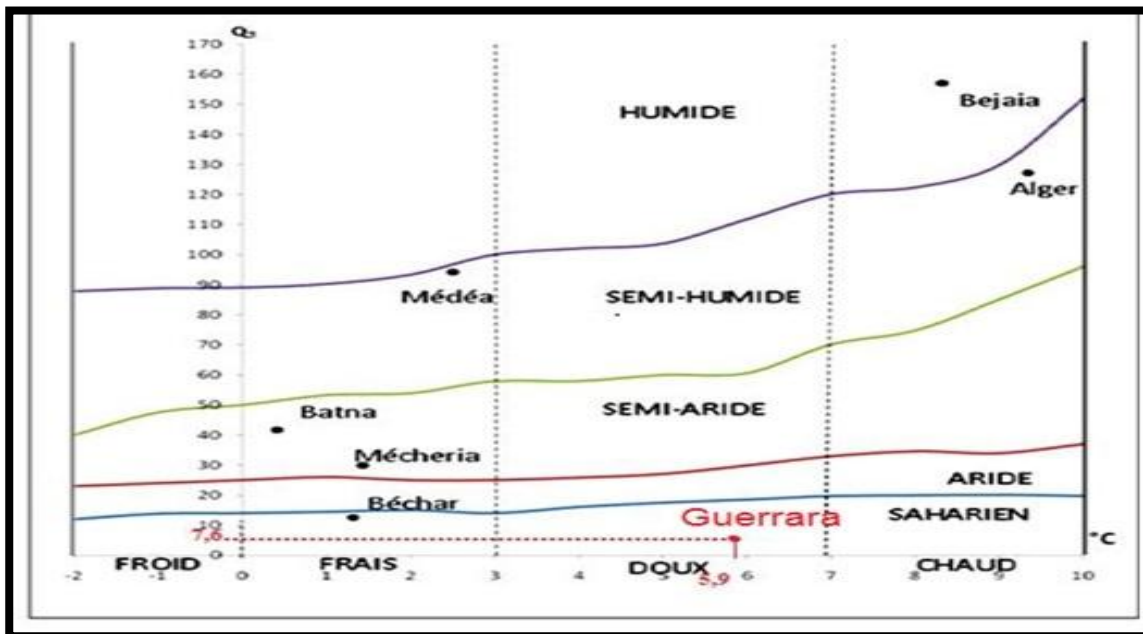


Figure N° 9 : Climat gramme d'EMBERGER pour la région de Ghardaïa

- En se basant sur le diagramme Emberger la zone de Guerrara est située dans une zone désertique dominée par un climat chaud et sec.

# CHAPITRE II

## METHODES ET MATERIELLES



## 1. ECONAESSANCE GEOPHYSIQUE PAR GEORADAR :

### 1.1-Définition du Géoradar :

Le Géoradar (Ground penetrating Radar(GPR)) est un appareil de prospection géophysique utilisé pour sonder les premiers mètres de la surface du sol (Gawthorpe *et al.* 1993; Bano, 2000; Neal, 2004). Il repose sur des principes similaires à ceux de la sismique réflexion (Davis et Annan, 1989). Son fonctionnement s'appuie sur l'émission, la propagation, la réflexion et la réception d'ondes électromagnétiques (EM) dans la bande des fréquences radio (10-1 000 mégahertz (MHz)) (Neal, 2004). La circulation d'un courant électrique dans une antenne génère un champ électromagnétique qui se propage dans l'espace. Si le courant est une impulsion rapide dans le temps (de l'ordre des nanosecondes (ns)), l'énergie émise se comporte comme une onde qui pénétrera dans le sol. Selon les propriétés du terrain sondé et la fréquence de l'onde, celle-ci va pénétrer entre quelques centimètres (cm) et quelques mètres de profondeur dans le sol. Quand l'onde rencontre une interface entre des matériaux possédant des propriétés électriques différentes (conductivité électrique ( $\sigma$ ), permittivité diélectrique ( $\epsilon$ ) et perméabilité magnétique ( $\mu$ )), une fraction de son énergie est réfléchi; l'antenne réceptrice capte et mesure l'onde réfléchi qui témoigne du contraste de l'impédance électrique qui forme ce que l'on nomme un réflecteur (Bradford *et al.* 2005; Cassidy, 2008). La prise de données, en mode réflexion, est répétée à intervalles réguliers sur un profil, et une représentation des discontinuités électriques du sol est ainsi obtenue. Une échelle verticale en nanosecondes indique le temps pris par l'onde pour effectuer le trajet aller-retour entre les antennes et le contact des différents matériaux. Le résultat obtenu est un profil continu où on retrouve en abscisse la position du sondage, et en ordonnée le temps. La conversion de temps à profondeur s'effectue en utilisant la vitesse (vitesse ( $v$ )) de l'onde au sein du milieu investigué (Jol et Bristow, 2003).

## 1.2-présentation

### 1.2.1- L'appareillage :

Le Géoradar est constitué de deux antennes, l'une servant à l'émission d'ondes Électromagnétiques, et l'autre à la réception de ces mêmes ondes. Les deux antennes sont reliées à une console, elle-même reliée à un ordinateur portable qui permet une visualisation des données en cours d'acquisition ou encore de configurer la console.

L'énergie est délivrée par des batteries de type batterie automobile (voir figure 10). L'émetteur envoie dans le sol une ondelette électromagnétique centrée sur une fréquence variant de 10 MHz à 1 GHz. En fait, le signal n'est pas une simple sinusoïde à la fréquence désignée, mais une somme de sinusoïdes dont le spectre est centré sur cette fréquence.

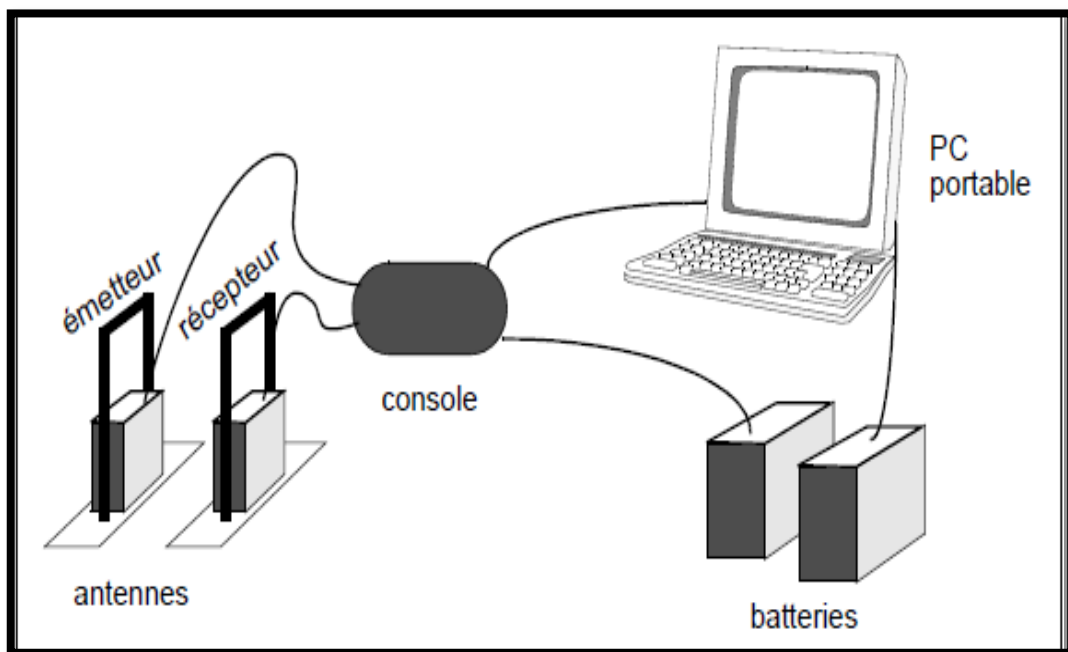


Figure N°10: Présentation schématique d'un système Géoradar



Figure N°11 : Appareil Géoradar (GPR 250 mhz)



Unité centrale SIR 20 GSSI



Antenne Radar 100 MHz



Antenne Radar 200 MHz

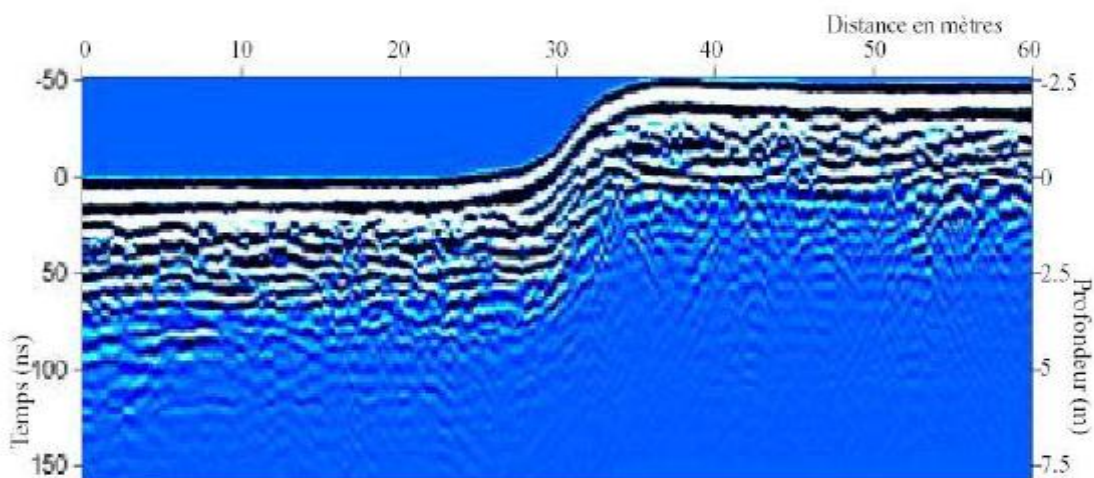
Figure 12: présentation de l'équipement utilisé

### 1.3-Les Applications du Géoradar :

Les applications des Géoradar se sont considérablement diversifiées au cours des dernières années, tant dans le domaine de la caractérisation géophysique que dans le domaine du contrôle non destructif en général. Dans les applications de génie civil au sens large, les Géoradar sont utilisés pour contrôler le revêtement des routes ou des pistes d'aéroport (Hugen Schmidt et al ; 1998), contrôler l'état d'ouvrage d'art, repérer les armatures métalliques dans les bétons, un fût ou une canalisation enterré (Zeng et McMechan ; 1997).

Dans les domaines de la caractérisation géophysique, le Géoradar est mis en œuvre dans les mines de sel ou pour localiser d'éventuels karsts dans les milieux calcaires (Corin et al ; 1997). Certaines applications environnementales ont également été envisagées, par exemple pour suivre l'évolution d'un polluant dans une nappe phréatique (Brewster et Annan ; 1994)

La méthode radar est en outre devenue incontournable en glaciologie (Fisher et al ; 1989, Moorman et Michel ; 1998). Elle est également utilisée en support dans le cadre de recherches dans les sciences de la terre, notamment en stratigraphie (McMechan et al ; 1997) ou en tectonique. Afin d'imager les failles, En particulier dans les zones à fort couvert sédimentaire (Grasmueck ; 1996) (figure 13).



**Figure N°13:** Image Géoradar réalisée sur la faille de Wellington (Nouvelle Zélande) au niveau D'un escarpement.

## 2. Tomographie de la résistivité électrique (ERT) :

### 2.1-Principe de la mesure :

Le sondage électrique est une méthode d'exploration du sous-sol qui repose sur la mesure de la résistivité électrique  $\rho$  (en  $\Omega.m$ ). Celle-ci caractérise la capacité du courant électrique à circuler dans le milieu naturel : sa connaissance permet d'appréhender la structure et la lithologie du sous-sol. L'injection d'un courant d'intensité connue et la mesure de la distribution du potentiel électrique, nous donnent une estimation de la résistivité apparente ( $\rho_a$ ) du sous-sol.

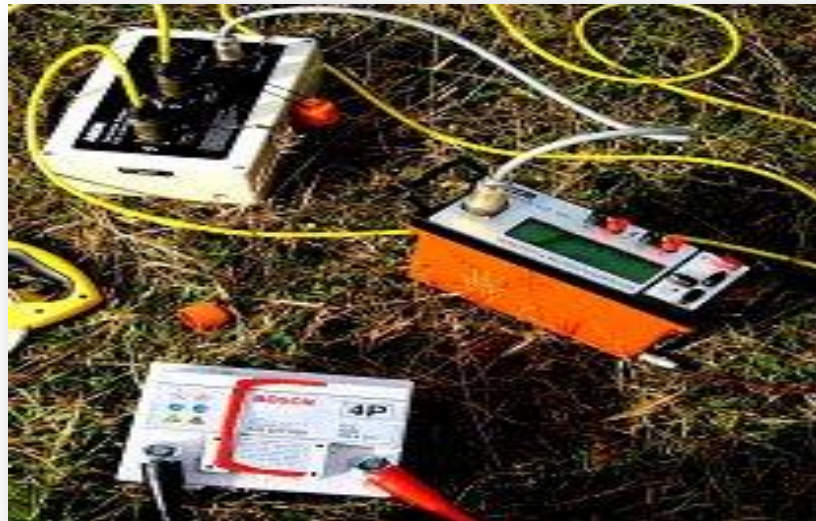
### 2.2- Procédure

#### 2.2.1- Instrument de mesure

- Un système d'acquisition : l'ABEM qui contient les protocoles de mesure.
- Un réstivimètre ABEM qui mesure la résistivité apparente du milieu.
- Une batterie de 12V
- 64 électrodes en acier inoxydable.
- 4 câbles (jaunes) pour relier les électrodes au système d'acquisition, avec leurs bobines (faire attention à bien ranger les câbles pour qu'ils se déroulent facilement sur le terrain et prendre garde à ne pas laisser trainer les embouts).
- Deux connecteurs de câbles.
- Un câble noir pour relier le réstivimètre à la centrale d'acquisition.
  
- Les tensions utilisées peuvent atteindre plusieurs volts et l'intensité du courant peut atteindre 500 mA, Il faut donc attention aux risques d'électrocution mortelle.



**Figure N° 14:** Un câble noir qui relie une électrode à une prise



**Figure N° 15:** La résistivimètre ABEM, La central d'acquisition et la batterie.



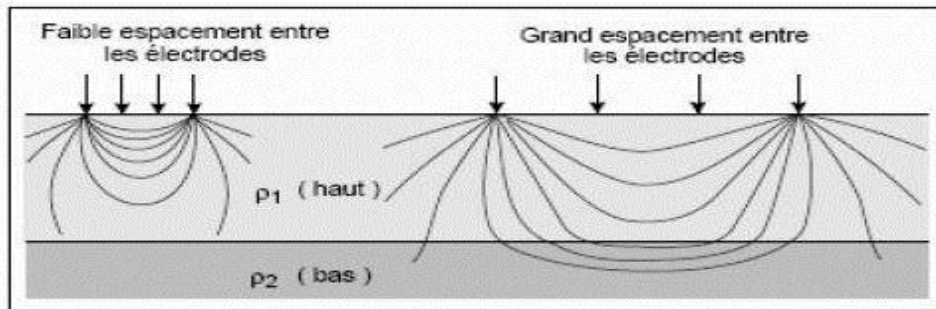
**Figure N°16 :** L'équipement électrique de formation image de résistivité utilisé dans cette étude.

### 2.2.2- Protocole de mesure

L'installation des câbles et des électrodes (voir figure 14), le long d'un profil, se fait après l'observation du terrain et un temps de réflexion pour essayer de recouper au mieux les accidents géologiques. Il faut ensuite connecter tous les câbles à l'entrée du résistivimètre ABEM, lui-même relié à la centrale d'acquisition qui enregistre les résistivités apparentes mesurées (voir figure 15). Cet appareil, grâce à une batterie de 12V injecte le courant électrique entre les électrodes A et B et mesure le potentiel électrique entre les électrodes M et N. La centrale d'acquisition nous permet de choisir un des dispositifs (Schlumberger, Wenner, Dipôle-dipôle...). Cet appareil contrôle la matrice de relais sur laquelle les câbles sont connectés et toutes les électrodes peuvent jouer, tour à tour, le rôle A, B, M ou N.

### 2.3- Les différentes configurations

Le courant est injecté via deux électrodes d'injection – les électrodes A (pôle +) et B (pôle-) – et on mesure la différence de potentiel entre deux électrodes de mesure les électrodes M et N. Les électrodes sont séparées toujours par la même distance, choisie judicieusement pour avoir un minimum de profondeur d'investigation et une résolution adéquate à l'étude du milieu. Suivant le type de configuration, le volume de la zone sondée varie, mais la profondeur de pénétration interprétable vaut toujours à peu près pour un profil de longueur  $L$  (voir figure17).



**Figure N°17:** schéma de la profondeur d'investigation par sondage électrique en fonction de géométrie du dispositif



2.3.1 La configuration Schlumberger :

$L = \frac{\overline{AB}}{2}$  et  $l = \frac{\overline{MN}}{2}$  . La géométrie du dispositif est illustrée sur la figure 18.

$$\rho_a = \pi \frac{L^2 - l^2}{2l} \frac{V}{I}$$

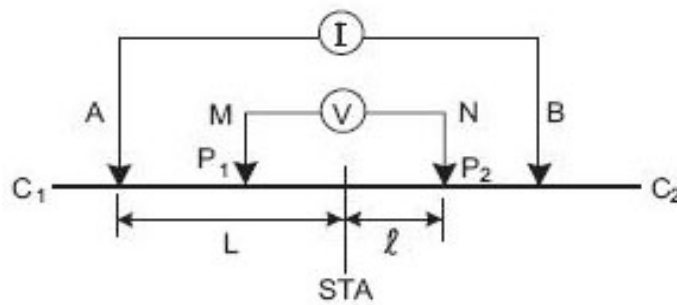


Figure N°18 : Configuration Schlumberger

3.2 La configuration Wenner :

$a = \overline{AM} = \overline{MN} = \overline{NB}$  . La géométrie du dispositif est illustrée sur la figure 19.

$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$$

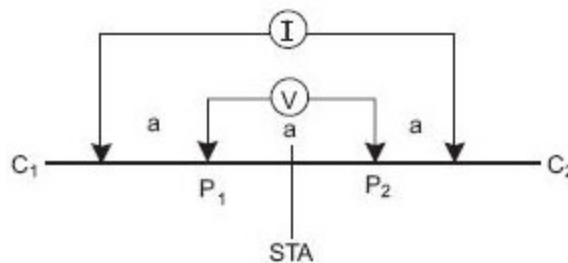


Figure N° 19 : configuration Wenner

## 2.4- Interprétation des pseudo-sections et modèles de résistivité

### 2.4.1- Définition d'une pseudo-section

La première étape dans l'interprétation des données en tomographie électrique consiste à construire une **pseudo-section**. Une pseudo-section est une carte de résultat qui présente les valeurs des résistivités apparentes calculées à partir de la différence de potentiel mesurée aux bornes de deux électrodes de mesure ainsi que de la valeur du courant injecté entre les deux électrodes d'injection. La couleur d'un point sur la pseudo-section représente donc la valeur de la résistivité apparente en ce point.

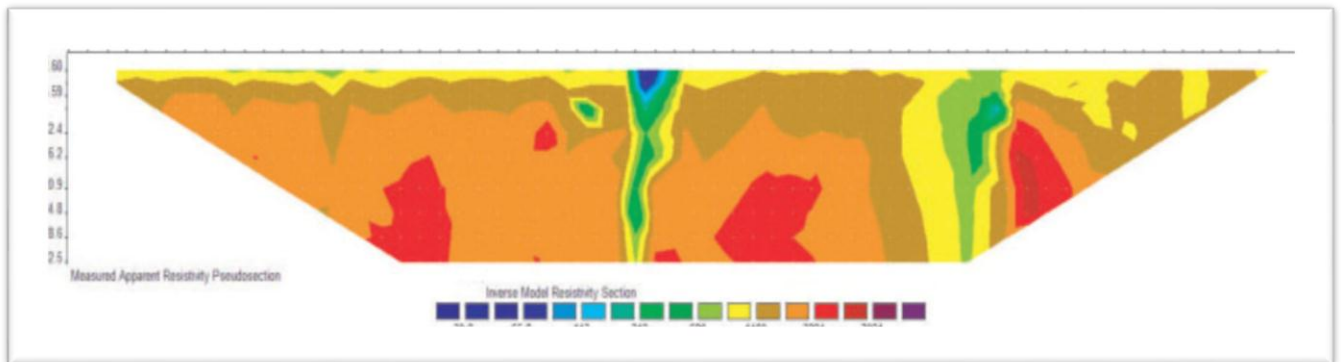


Figure N°20 : carte de pseudo-section

Pour comprendre ce que ces points représentent, prenons l'exemple de mesures réalisées par la configuration Wenner et intéressons-nous au quadripôle (1, 2, 3, 4) de la (fig.21). Le courant est injecté entre les deux électrodes d'injection (1 et 4), puis la différence de potentiel est mesurée entre les deux électrodes de mesure (2 et 3), le calcul de la résistivité apparente se fait automatiquement dans la boîte d'acquisition (voir équation pour la configuration Wenner (**fig.20**)).

La résistivité apparente du quadripôle (1, 2, 3, 4) sera positionnée à l'intersection de la droite passant par l'électrode 2 et de celle passant par l'électrode 3. De même pour le quadripôle (1, 3, 5, 7), on positionne la résistivité apparente à l'intersection des droites passant par les électrodes de mesure (3, 5) et faisant un angle de  $-\pi/4$  et  $+\pi/4$  avec l'horizontale. On représente ainsi l'ensemble des valeurs mesurées aux bornes de Chaque quadripôle par des points. La profondeur de ces points augmente avec l'écartement entre Les électrodes de mesure et leur position indique le quadripôle de mesure le long du profil.

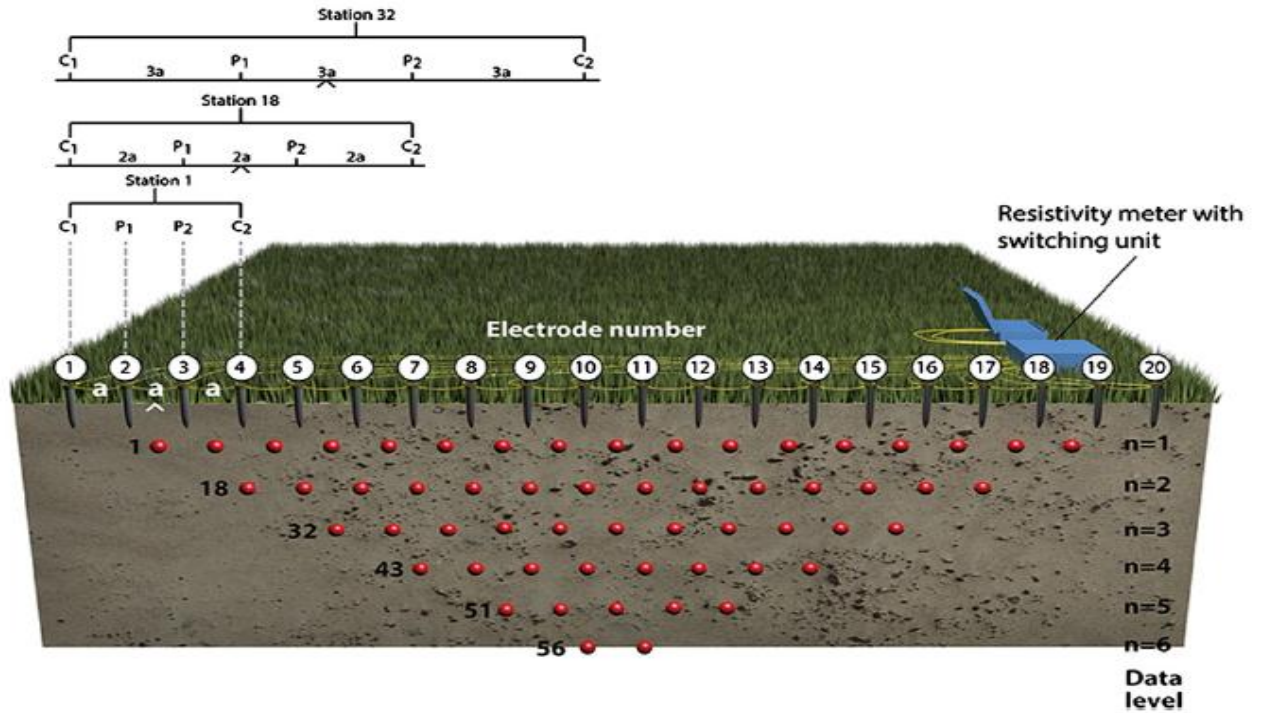


Figure N°21: schématisation de la procédure d'acquisition des données en tomographie 2D (Marescot, 2008)

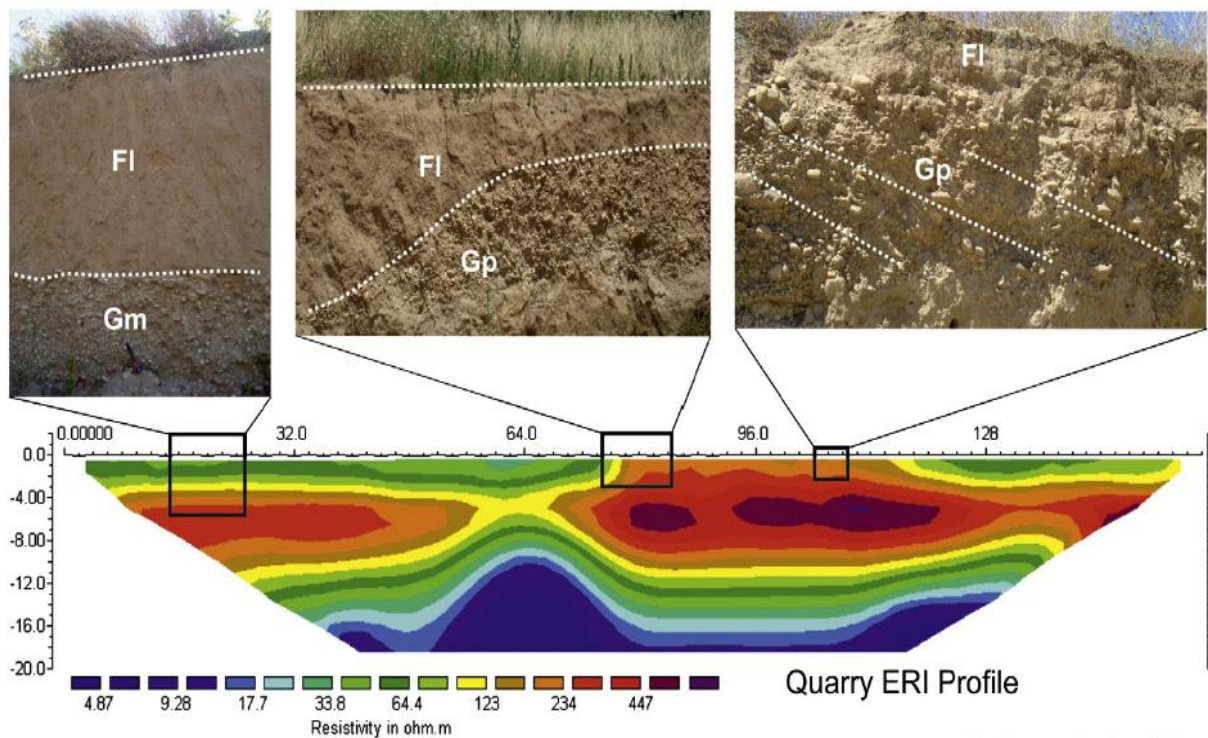


Figure N°22 : Affleurements de la carrière abandonnée de gravier près des banlieues de Los (l'emplacement C) ont été employés des techniques géophysiques pour calibrer d'ERI. FI, Gm et Gp C'est sont les différentes litho-faciès observés aux affleurements.

# CHAPITRE III

## Applications géophysiques

1. SITE D'ETUDE : BEN FELLAH

1.1- LOCALISATION :

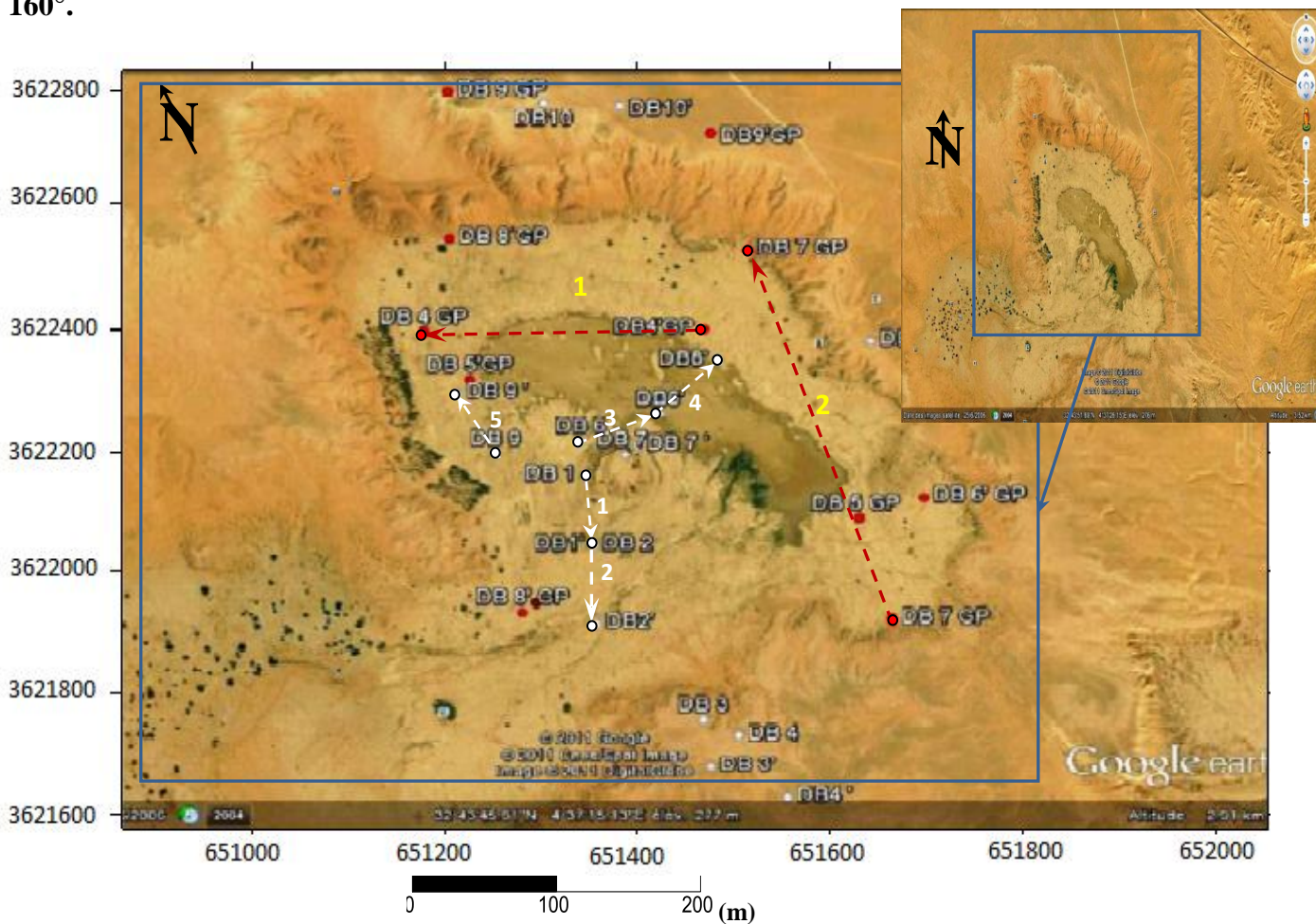
A partir des images satellites, le site de Dayat Ben Fellah se situe à environ 13.90 km du chef-lieu de Guerrara vers une direction N 119 ces coordonnées géographiques sont :

Latitude : 32°43'43.47"N

Longitude : 4°37'16.39"E

1.2- DESCRIPTION ET HISTORIQUE DE LA ZONE D'ETUDE :

Dayat Ben Fellah décrite selon **G Conrad** (Hamdani et al ; 2006) étant qu'édifice issue du phénomène de la karstification, ayant des dimensions kilométrique de l'ordre de 1,4 Km de longueur et 0,85 Km de largeur, enfouit au sein des formations gréseux alluvionnaires sur une profondeur moyenne de 8 à 12 m environ. L'ensemble de l'édifice géomorphologique est +affecté par un ensemble d'accidents tectoniques ayant des directions N 30° à 60° et N 150°-160°.



- Profil de tomographie électrique.
- Profil de tomographie Géoradar.

Figure N°23 : Localisation de l'effondrement et Implantation des profils électrique et Géoradar

**1.3-RECONNAISSANCE GEOPHYSIQUE PAR RADAR GEOLOGIQUE (GPR) :****1.3.1-CRITERE TECHNIQUE DU MATERIEL EMPLOYE**

Le Géoradar utilisé dans cette campagne d'acquisition la marque GSSI (geophysical Survey system Inc) a antenne blindé (mesure effectué en sub-surface et à distance entre récepteur - émetteur fixe).

**1.3.2.-IMPLANTATION DES PROFILS ET PROFONDEUR D'INVESTIGATIONS :**

La profondeur d'investigation approximative atteinte et de l'ordre de 7.5 m, en utilisant une constante diélectrique des matériaux sableux – alluvionnaire égale à 4, les profils sont implanté de façon à encadrer le périmètre de l'effondrement et à investigué les zones susceptibles d'être atteintes par le phénomène de dissolution.

**1.3.3-TRAITEMENT DES DONNEES**

Les mêmes filtres géophysique utilisés précédemment sont appliqués à savoir : le back ground removal, les corrections statiques, les filtres passebande.

**1.3.4-INTERPRETATION DES RADARGRAMMES :**

Les résultats obtenus sont représentés sous forme de pseudo section et comporte des informations en temps double égale à 100 ns, les résultats sont exposé comme suit :

**PROFIL N° 01 :**

Le profil situé au centre de l'effondrement démontre l'existence d'une couche géologique très atténuante située à la surface ayant une épaisseur moyenne de 20 à 40 cm, suivie d'un horizon géologique à forte réflectivité probablement discontinu (vue la difficulté de l'interprétation en contexte géologique électriquement conducteur) sur une épaisseur d'un mètre environ (01 m). L'horizon gréseux est intercalé par un passage conducteur de 1.5 m d'épaisseur et qui représente les formations alluvionnaires généralement de nature limoneuse à limono-argileuse.

A partir de l'instant  $T = 45$  ns un réflecteur géologique apparait continue et qui semble être la continuité des grés interrompus par les intercalations limoneuse et limono-argileuse, mais vue le contexte défavorable à l'émission électromagnétique on est un peu méfiants à l'égard de cette interprétation.

**PROFIL N° 02 :**

Situé dans la cuvette de l'effondrement vers la partie Est l'investigation réalisé a permit la mise en évidence d'un horizon continu et électriquement conducteur à 0.5 m de profondeur.

Du centre et vers le sud du profil, un réflecteur géologique est observé caractérisé par une épaisseur croissante vers le sud et à stratification qui semble correspondre aux grés du Mio-Pliocène. L'intensité de l'activité hydrique a provoqué l'érosion des grés et la pénétration des remplissages fins et conducteurs vers les profondeurs sous forme de ravinement.

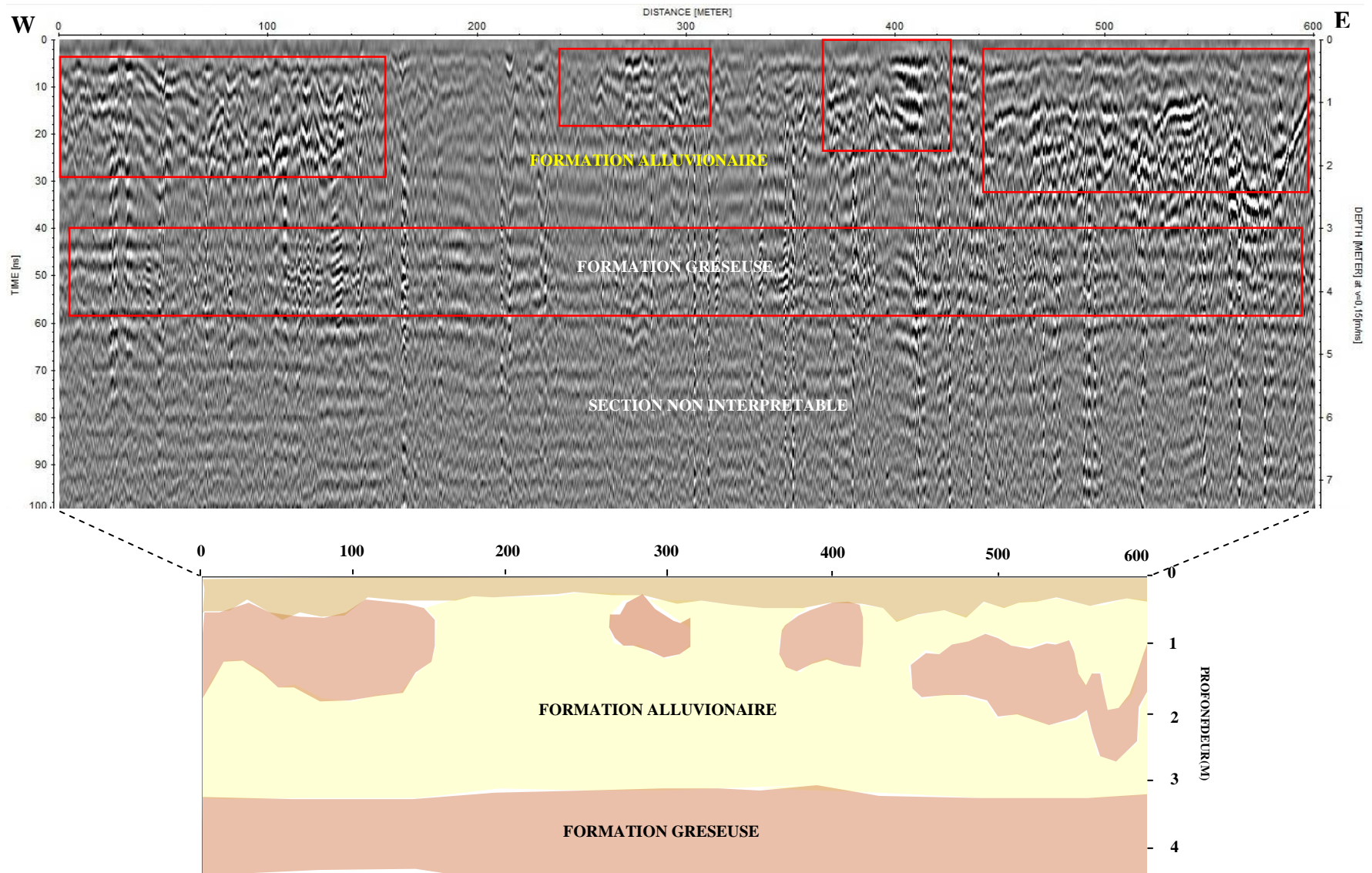


Figure N°24 : Profil Géoradar N°1 Antenne de fréquence 200Mhz



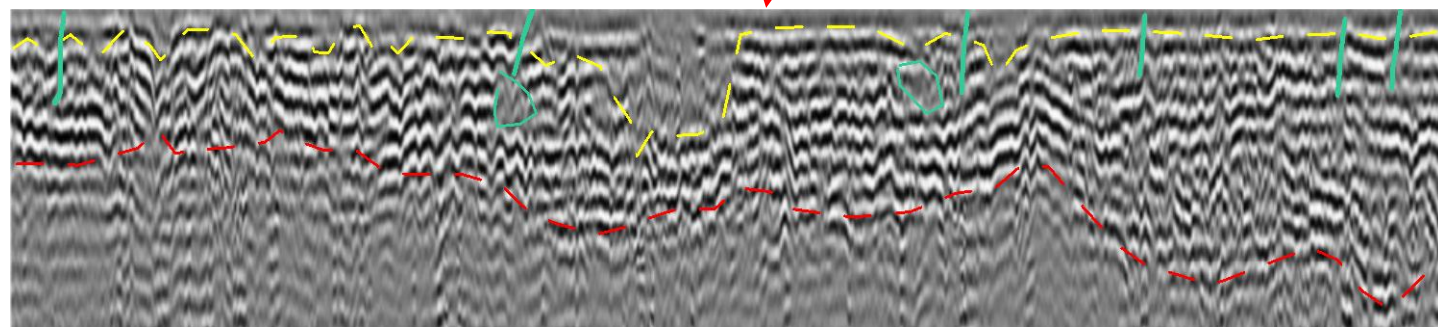
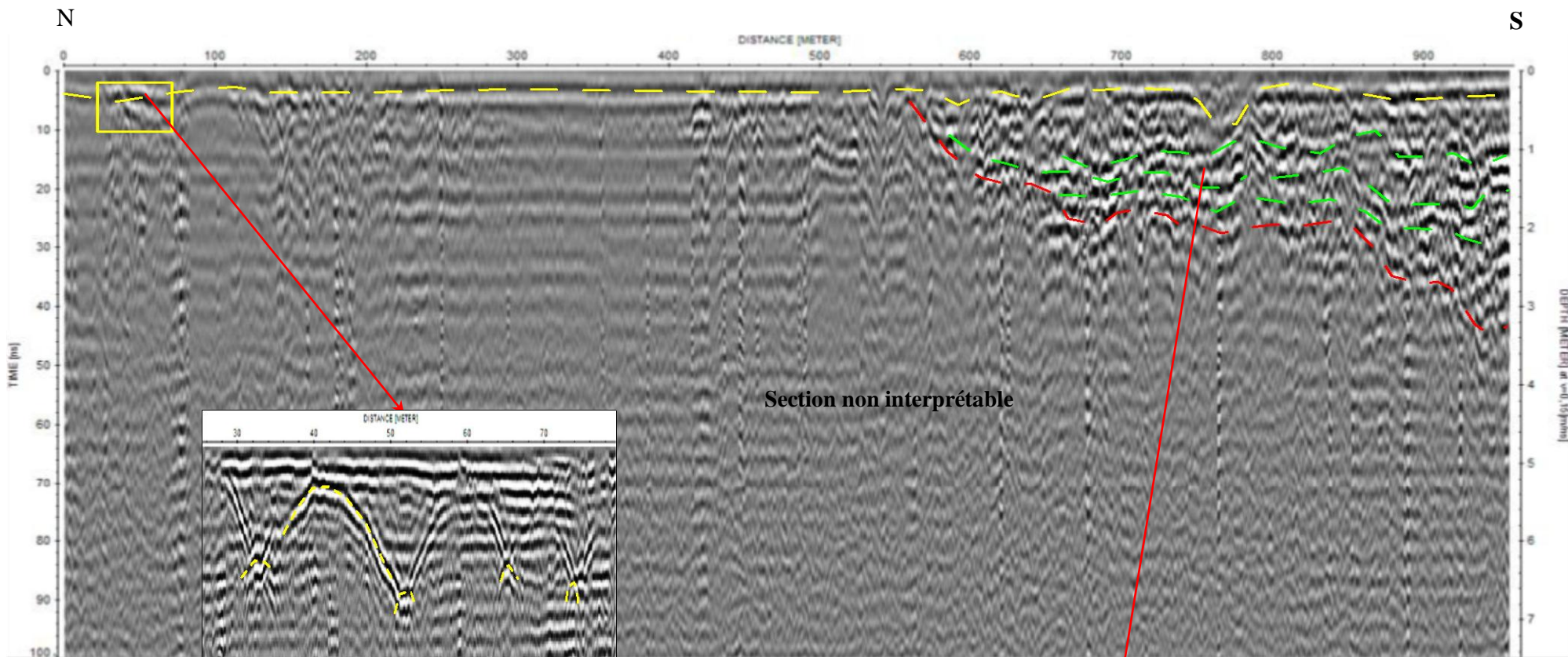


Figure N°25 : Profil Géoradar N°2 Antenne 200 MHZ

## **1.4- RECONNAISSANCE GEOPHYSIQUE PAR TOMOGRAPHIE ELECTRIQUE 2D :**

### **1.4.1- DESCRIPTION DU DISPOSITIF D'ACQUISITION**

Le dispositif d'acquisition est le même que celui utilisé dans le site précédent (dispositif **Wenner  $\alpha$**  à **36** électrodes) suivant un pas d'avancement fixe de 5 m.

Le traitement des données est réalisé par le logiciel d'inversion **RES 2D INV** version complète (avantage d'avoir un nombre illimité d'itération).

### **1.4.2- IMPLANTATION DES MESURES :**

Les profils de tomographie électrique réalisés Cinque profils situés à l'intérieur de la cuvette de l'effondrement.

### **1.4.3- PRESENTATION DES RESULTATS :**

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une inversion basé sur les résistivités apparentes, les pseudos section inversés sont représentés dans les figures suivantes.

#### 1.4.4. INTERPRETATION DES RESULTATS :

##### PROFIL DB1 :

Le premier profil traduit l'homogénéité superficielle des formations géologiques rencontrées le bed rock gréseux comblé généralement par des produit d'alluvionnement fin de nature limono-sableuse, les gammes de résistivité enregistrées pour chaque formation sont généralement faibles. Elles sont de l'ordre de 45 à 72 Ohm pour les alluvions et entre 82 à 120 Ohm pour les grés.

##### PROFIL DB2 :

Le deuxième profil solen les observations géologiques ont distingue 03 zones à remplissage sableux fin décompressé et qui semble être des chenaux de percolation, représente la continuité du précédent avec des affleurements du bed rock gréseux et des accidents tectoniques déjà observés sur terrain de direction **N 30° à 60°** et **N 150°** (Melouh.2012).

##### PROFIL DB 3 :

le profil traduit une hétérogénéité spatiale des terrains , le début du profil est caractérisé par la présence d'une formation géologique peu résistant (de l'ordre de 27 Ohm) continue sur une épaisseur estimé à 5m environ dans la partie W du profil et à moins d'un mètre dans la partie E ,a partir de 11m de profondeur ont trouve une formation géologique déformée dans la partie centrale du profil par une failles probable selon un rejet verticale de 5m environ et des grés rouge ,l'ensemble de la formation et caractérisé par une résistivité moyenne de l'ordre de 110 à 120 Ohm celle-ci est traversée par un ensemble d'événements ayant des résistivité faible à importante, les événements caractérisés par des résistivités importantes sont dus à la présence de vide souterrain représenté dans le profil par une coloration violâtre et sont de dimensions métrique, ceux représenté par des coloration bleuâtre sont probablement des lentilles gypso-argileuses issues d'un remplissage tardif des vides préexistants.

**PROFIL DB 4 :**

Ce profil a permis la détection du bed rock gréseux à partir d'une profondeur de 6 m environ dans le centre du profil et à 2.5 m vers E. Ces interprétations semblent être concordantes avec la continuité du profil 3, La résistivité électrique de la formation est estimée à environ 110 Ohm.

Le bed rock semble porté les tarasses de l'érosion hydrique caractérisé par la présence de formes étagées comblées par des sédiments alluvionnaires à la surface de nature limoneuse ayant des valeurs de résistivité comprise entre 25 et 55 Ohm sur une épaisseur moyenne atteignant 9 m dans le début du profil et décroissant jusqu'à 2 m environ vers sa fin.

**PROFIL DB 5 :**

Le profil caractérisé par la présence d'une couche continuée sur une épaisseur moyenne de 3,5 à 4,5m, située à la surface à résistivité faible à moyenne de l'ordre de 20 à 55 Ohm.

Sur une profondeur approximative de 4 m environ une couche géo-électrique résistante est détectée de nature gréseuse, intercalée par des corps conducteurs à très résistant de forme lenticulaire et bisouté, la résistivité moyenne de cette couche est de 80 à 140 Ohm.

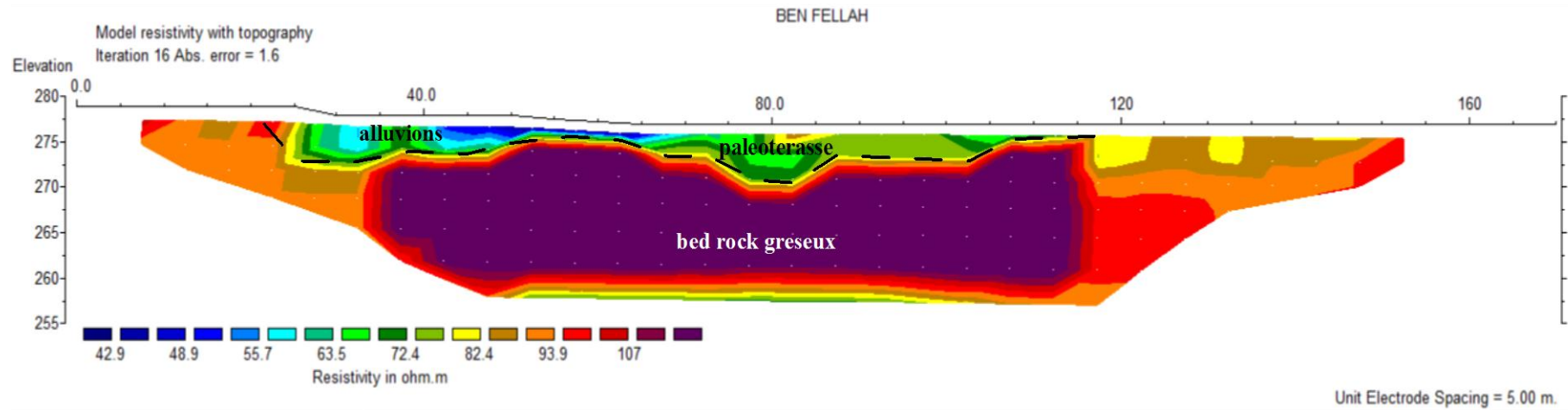
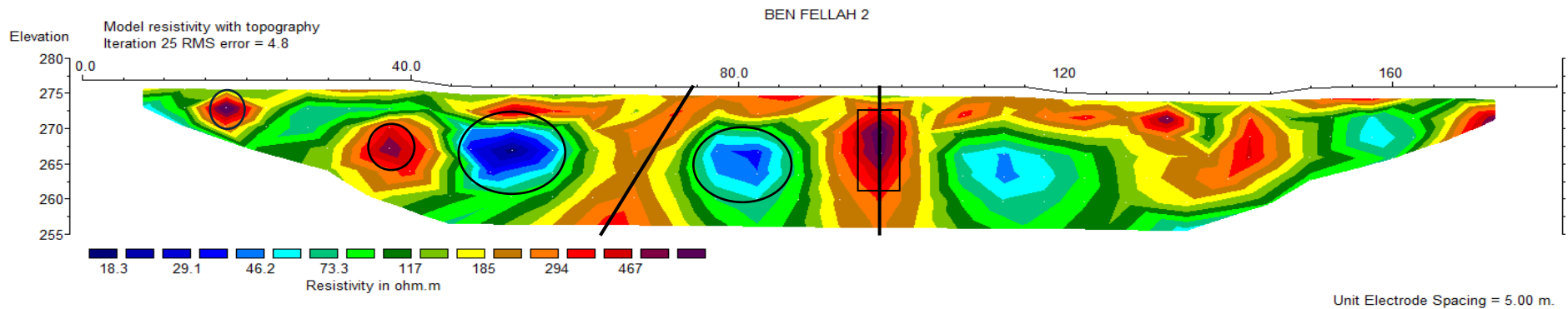


Figure N°26 : Pseudo section n°1 réalisée à Dayat Ben Fellah



Horizontal scale is 35.69 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.00  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 180.0 m.

Figure N°27 : Pseudo section n°2 réalisée à Dayat Ben Fellah

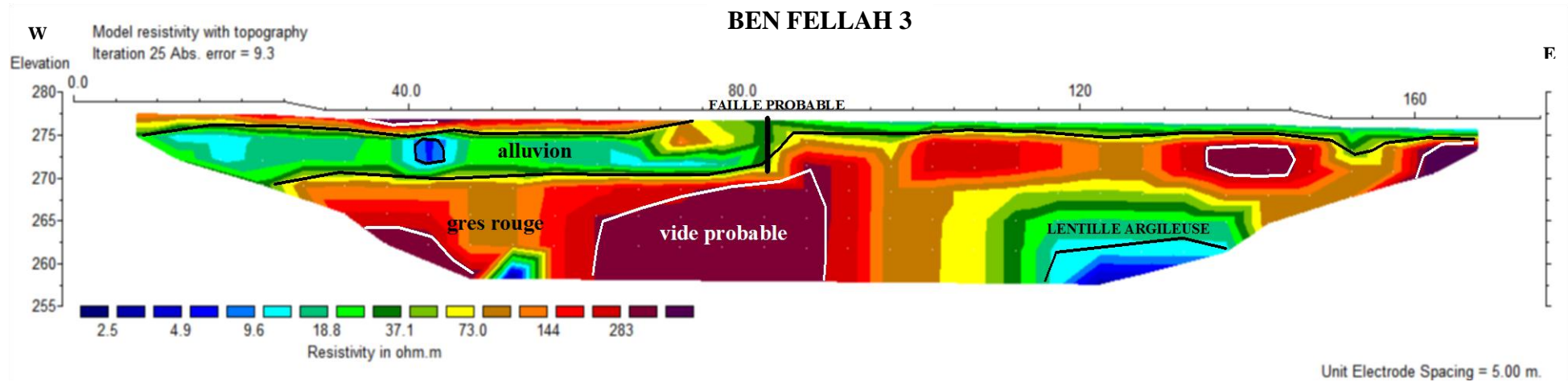


Figure N°28 : Pseudo section n°3 réalisée a Dayat Ben Fellah

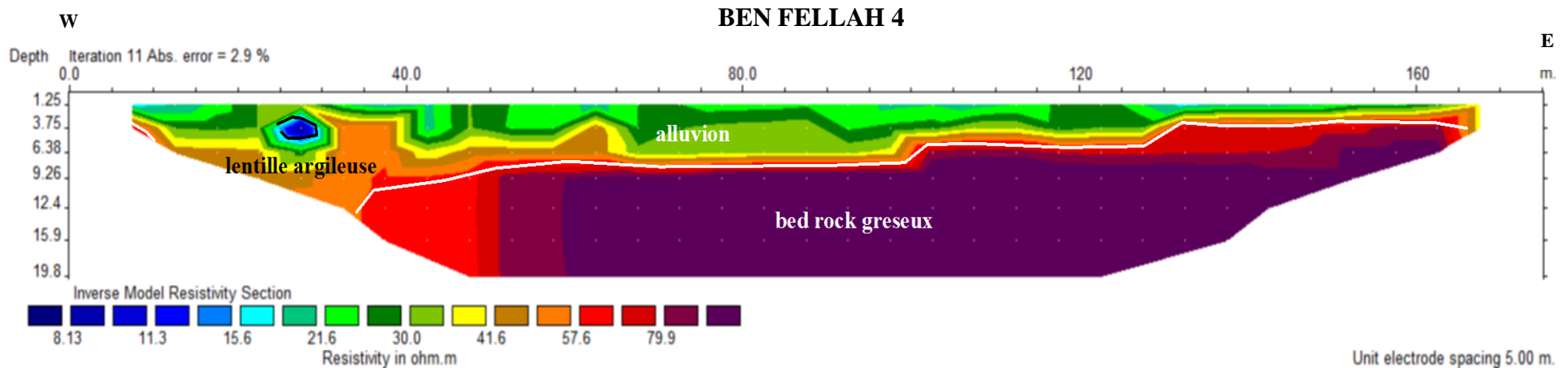


Figure N°29: Pseudo section n°4 réalisée à Dayat Ben

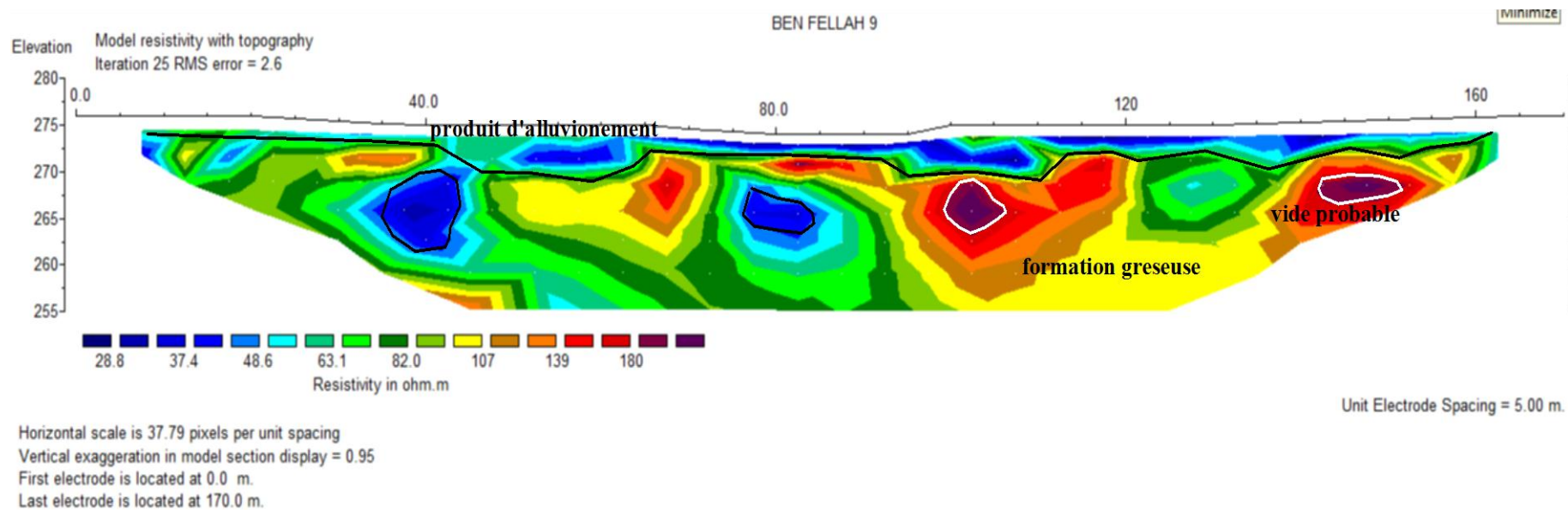


Figure N°30: Pseudo section n°5 réalisée à Dayat Ben Fellah

1.5-.INTERPRITAION LES CARTES ISOPATHE ET LES CARTES ISO PAQUE

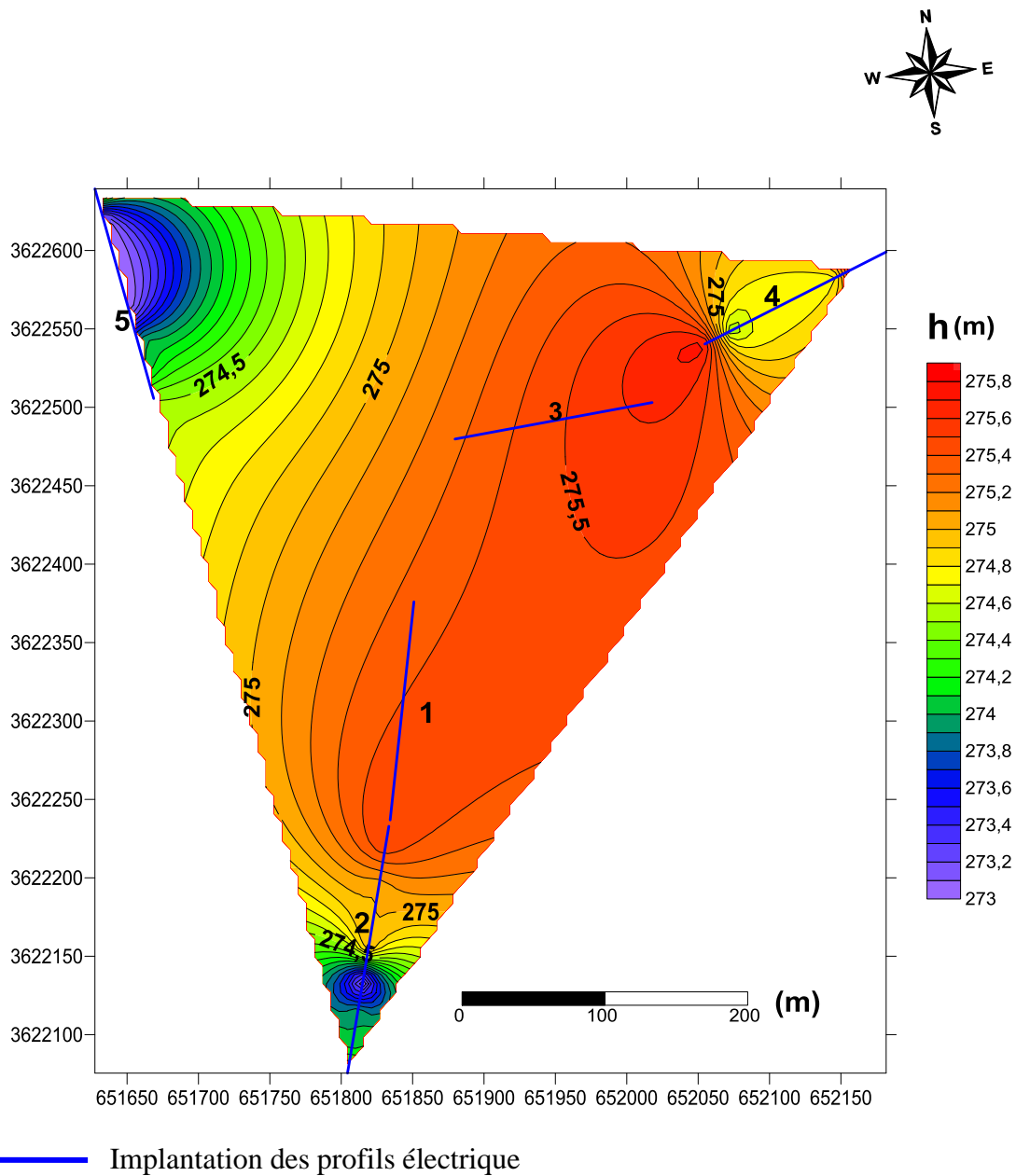


Figure N°31 : Carte isobathe représente le toit des Alluvions

Carte N° 1 :

Cette carte représente le toit des Alluvions de la partie Nord West de Dayat Ben Fellah, dans la partie orientale de la carte ont note des profondeurs proche de la surface, Dans les parties West et sud de la carte les alluvions plonge en profondeurs, généralement la déformation des alluvions dans cette partie de la région d'étude semble insignifiante (d'environ 2m).



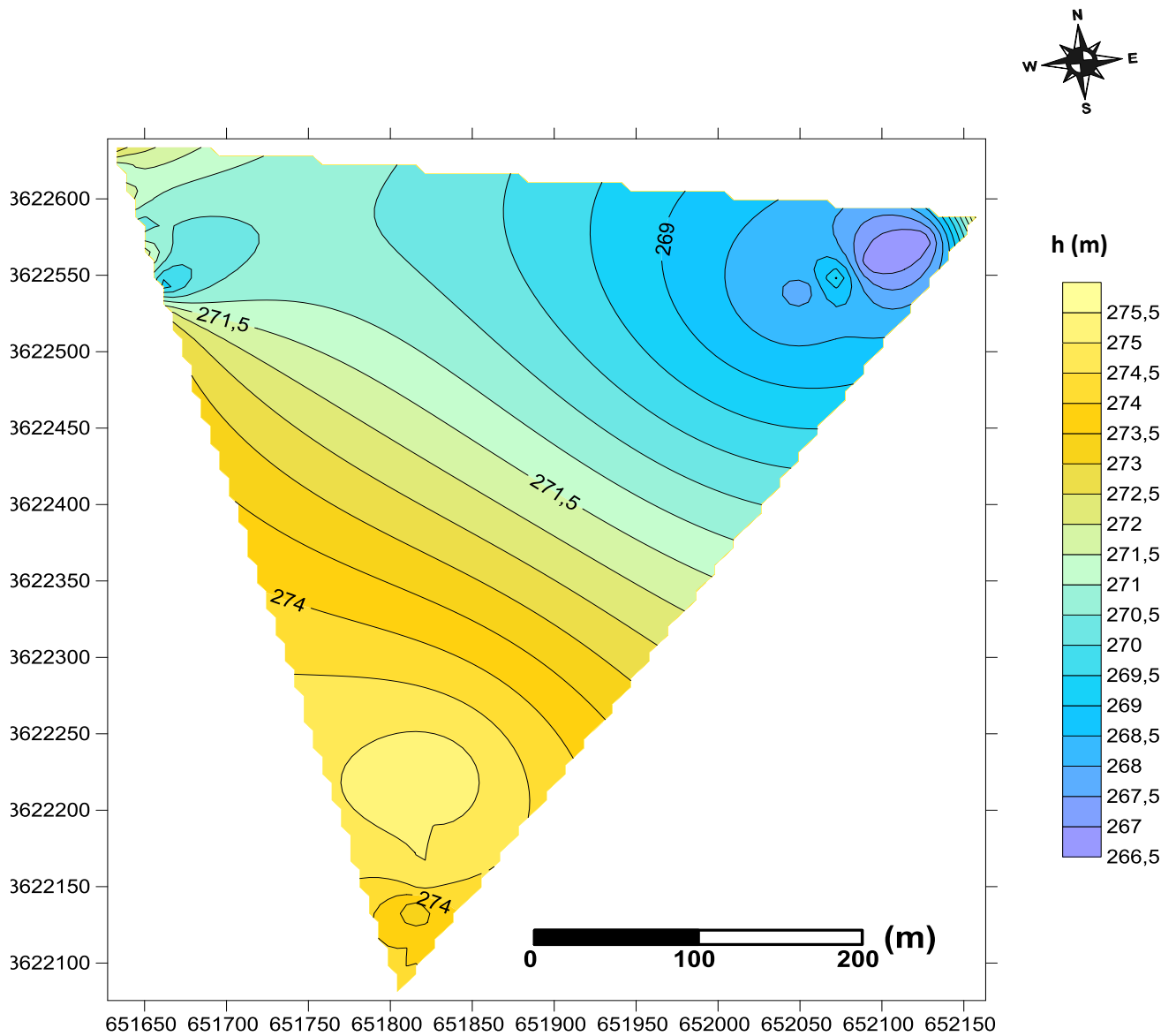
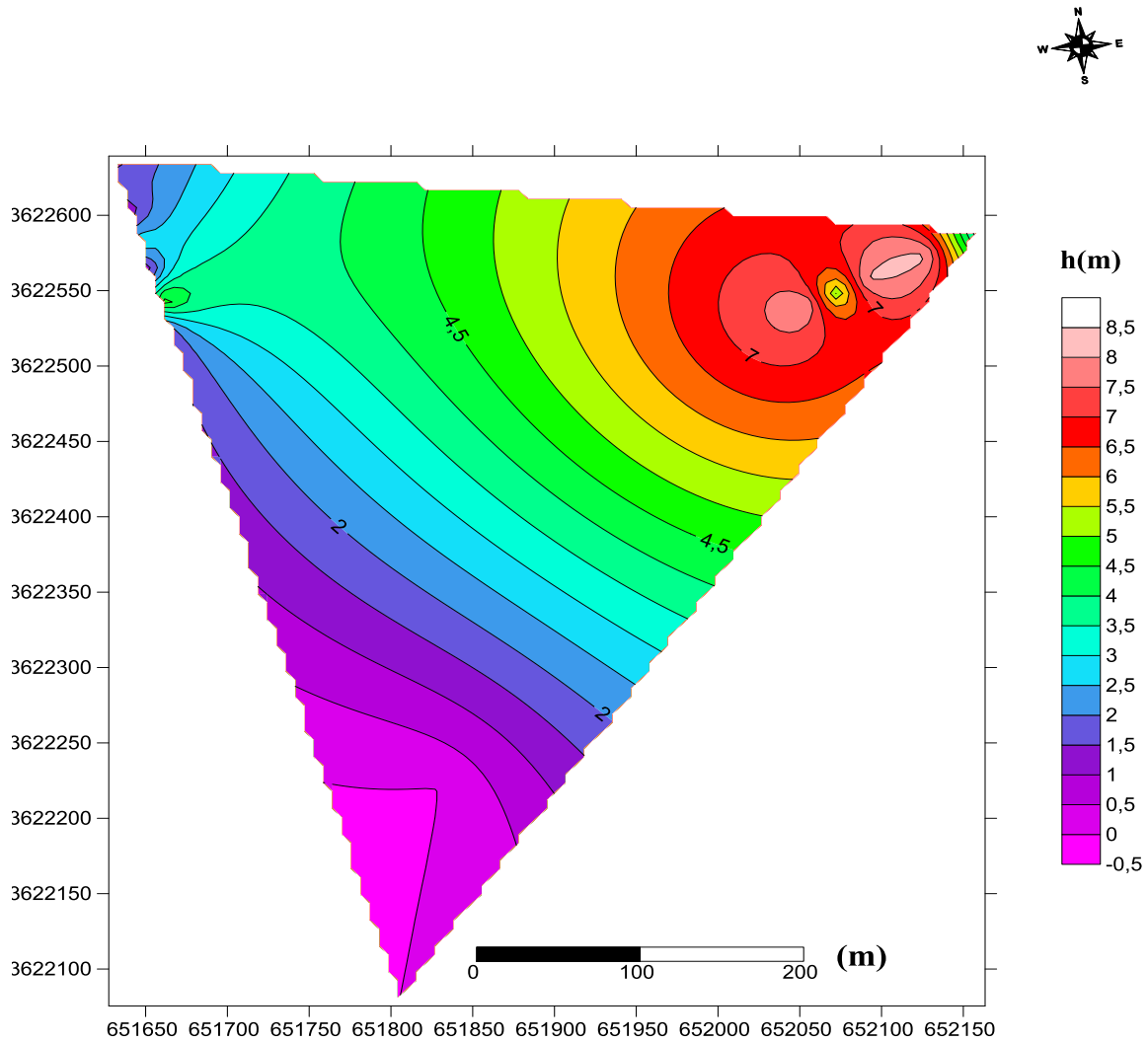


Figure N°32 : Carte isobathe représente le toit des grés

**Carte2 :**

Cette carte représente le toit des grés dans la partie Nord West de la Dayat Ben Fellah, Nous notons que l'épaisseur des grés est faible dans l'est de 266,5 m et est élevé dans la partie Sud-West se levant à 275,5 m. C'est-à-dire une dénivellation de 9 m environ.

- Cette dénivellation peut être interprétée par la présence d'évènement tectonique à faible ampleur durant la période Miopliocene.



**Figure N°33 :** Carte iso pâque de la couche d'alluvions

**Carte 3:**

Cette carte représente l'épaisseur de la couche des Alluvions, où elle est épaisse sur le côté Nord Est de 8,5 m, et diminue progressivement jusqu'à affleurement des grès vers la surface

➤ cette différenciation aux termes d'épaisseur est due au cours d'eau qui alimenté Dayat Ben Fellah en apport sédimentaire par contre il érodé au même temps les zones de son passage.

# **CONCLUSION**

CONCLUSION

## **CONCLUSION**

Les résultats obtenus a partir de la tomographie électrique et le radar géologique ont permis partiellement a l'identification des causes probables de l'apparition de Dayat Ben Fellah.

Le radar géologiques utilisé n'as pas permis la détection des horizons superficielles, Par contre la tomographie électrique 2D a permis de modéliser les épaisseurs des différentes couches géologiques dans le site d'étude.

L'imagerie géophysique effectuée dans le site d'étude a permis d'avoir une idée approximative sur le volume des sédiments transporté par les cours d'eau, cela peut être un élément clé dans l'interprétation de l'origine de la Dayat. Les volumes importants des sédiments sont localisés dans les zones susceptibles d'être des diaclases ou des failles orienté généralement vers la direction N50° – 60° et N140° -160°.(Melouah, O -2012).

D'une autre part la géophysique a permis de détecté quelques structures géologiques attribué à l'apparition de la karstification dans la région, ces résultats sont situé dans les premiers mètres du terrain investigues, l'étude détaillées nécessite l'utilisation de méthodes plus sophistiqués tell que la micro gravimétrie et les méthodes magnétiques.

Tout de même ces travaux serviront comme base scientifiques pour l'étude approfondie de la karstification dans la région de Guerrara.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIE**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

- ANRH Janvier 1999:** rapport d'étude Ouargla.
- Carla M. Terrizzano, ET Al 2012:** Electrical resistivity tomography applied to the study of geotectonic structures, northwestern Precordillera Sur, Central Andes of Argentina, *Journal of South American Earth Sciences* 34 (2012) 47e60.
- Chrétien. M, et AL2014:** Electrical resistivity tomography to understand clay behavior during seasonal water content variations, *Engineering Geology* 169 (2014) 112–123.
- Colella. A, et Al 2012:** High-resolution imaging of the High Agri Valley Basin (Southern Italy) with electrical resistivity tomography, *Tectonophysics* 386 (2004) 29– 40.
- Djili, B 2004:** Etude des sols alluviaux en zones arides. Cas de la Dayat d'El-Amide (région de Guerrara), essai morphologique et analytique. Thèse de magistère university d'Ouargla.
- Giovanni Leucci 2006:** Contribution of Ground Penetrating Radar and Electrical Resistivity Tomography to identify the cavity and fractures under the main Church in Botrugno (Lecce, Italy), *Journal of Archaeological Science* 33 (2006) 1194e1204.
- Gómez-Ortiz. D, et Al 2007:** Joint application of ground penetrating radar and electrical resistivity imaging to investigate volcanic materials and structures in Tenerife (Canary Islands, Spain), *Journal of Applied Geophysics* 62 (2007) 287–300.
- Jean-Christophe Gourry, et Al 2006:** Contribution of geophysics to the study of alluvial deposits a case study in the Val d'Avaray area of the River Loire, France, *Journal of Applied Geophysics* 54 (2003) 35– 49.
- Khemgani, M-Abdelmalke 2010:** Caractérisation des sols alluviaux et de la nappe alluviale de l'oasis de Guerrara.
- Loke. M.H, et Al 2013:** Recent developments in the direct-current geoelectrical imaging method, *Journal of Applied Geophysics* 95 (2013) 135–156.
- Lucina Orlando, 2013:** Some considerations on electrical resistivity imaging for characterization of waterbed sediments, *Journal of Applied Geophysics* 95 (2013) 77–89.
- Maksim, BANO 2000 :** Imagerie de la proche surface par Géoradar, Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, ULP, (UMR-7516), 5 rue René Descartes, F-67084 Strasbourg, Cedex.
- Martinez -Moreno. F.J, ET AL 2013:** Combined microgravity, electrical resistivity tomography and induced polarization to detect deeply buried caves: Algaidilla cave (Southern Spain), *Engineering Geology* 162 (2013) 67–78.
- Martinez-Pagan. P, et AL 3013:** The electrical resistivity tomography method in the detection of shallow mining cavities. A case study on the Victoria Cave, Cartagena (SE Spain), *Engineering Geology* 156 (2013) 1–10.
- Melouah, O 2012 :** Investigation géophysique du sous sol pour la détection des poches de dissolution et des cavités karstiques : Cas de la région de Guerrara (Ghardaïa).
- Mohammed Tahir Hussein, Hussein Salim Awad 2006:** Delineation of groundwater zones using lithology and electric tomography in the Khartoum basin, central Sudan, *C. R. Geosciences* 338 (2006) 1213–1218.
- Oliver Kuras, et Al 2009:** Monitoring hydraulic processes with automated time-lapse electrical resistivity tomography (ALERT), *C. R. Geosciences* 341 (2009) 868–885.

**Pierre-Luc, Dallaire 2010:** Comme exigence partielle de la maîtrise en géographie, mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie.

**Rey. J, et Al 2006:** Investigating fluvial features with electrical resistivity imaging and ground-penetrating radar: The Guadalquivir River terrace (Jaen, Southern Spain).

**Sabrina Y. Fazzito, et Al 2009:** Characterization of Quaternary faults by electric resistivity tomography in the Andean Precordillera of Western Argentina, *Journal of South American Earth Sciences* 28 (2009) 217–228.

**Sambuelli.M, et AL 1999:** Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on a Roman site (Victimulae, Salussola, Biella), *Journal of Applied Geophysics* 41(1999) 189–204.

**Schmidt-Hattenberger, et Al2013:** Electrical resistivity tomography (ERT) for monitoring of CO<sub>2</sub> migration - from tool development to reservoir surveillance at the Ketzin pilot site, *Energy Procedia* 37 (2013) 4268 – 4275.