



جامعة العربي التبسة - تبسة
Université Larbi Tébessa - Tébessa

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique



Université Larbi Tébessa - Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Des Sciences de la terre et de l'univers

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de **MASTER**

Domaine : Géologie

Option : Hydrogéologie

Thème :

***Etude géophysique par sondage électrique de la région
de Houdjbet:***

Implication hydrogéologique

Présentée Par :

HAFDHALLAH Haithem.

SAADI Chamse Ddine.

Devant le jury :

Dr. Gouaidia L.	Professeur	Université de Larbi Tébessa	Président.
Dr. Guefaifia O.	Professeur	Université de Larbi Tébessa	Examineur.
Dr. Boubaya D.	Professeur	Université de Larbi Tébessa	Encadreur.

Saison : 2021/2022.

الملخص

تركز هذه الدراسة على تطبيق الأساليب الجيوفيزيائية والهيدروجيولوجية في منطقة الحويعبات بوشبكة.

أتاح تفسير الملامح الجيوفيزيائية تحديد مستويات كبيرة من الخزان الجوفي عند محور مرور الحويعبات - بكاريا. إنها في الواقع غلبة للرمال والأحجار الرملية التي يتراوح سمكها بين 20 و 200 متر.

تهيمن على منطقة بوشبكة تكوينات العصر الطباشيري تحت غطاء الميو كواترنار . احتياطي المياه محدودة للغاية باستثناء منطقة بودريس حيث تكون رمال طبقة المياه الجوفية كثيفة للغاية.

الكلمات المفتاحية: الحويعبات، بوشبكة ، طبقة المياه الجوفية ، الرمال ، الحجر الرملي، الهيدروجيولوجية

Résumé

La présente étude s'articule sur les axes géophysique et hydrogéologique de la région de Houdjbet-Bouchebka.

L'interprétation des profils géophysiques a permis d'identifier des niveaux aquifères important au niveau de l'axe Houdjbet colle de Bekaria. Il s'agit en fait d'une prédominance des sables et grées avec des épaisseurs qui varie entre 20 et 200 mètres.

La zone de Bouchebka est dominée par des formations d'âge crétacé sous recouvrement de moi-quaternaire. Les réserves d'eau sont très limites sauf dans la region de Bouderies oules sables aquifères sont très épais.

Mots clés: EL Houdjbet,-Bouchebka, Aquifère, Sable, Grés, Hydrogéologie.

Abstract

This study is based on the geophysical and hydrogeological axes of the Houidjbet Bouchebka region.

The interpretation of the geophysical profiles made it possible to identify significant aquifer levels at the level of the axis Houidjbet glue of Bekaria. It is in fact a predominance of sand and sandstones. With thicknesses that vary between 20 and 200 meters.

The Bouchebka area is dominated by formations of Cretaceous age under mid-Quaternary overlay. Water reserves are very limited except in the region of Bouderies where the aquifer sands are very thick.

Keywords: El Houidjbet, Bouchebka, Ground water, Sandstone, Hydrogeology

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir aidé à faire ce travail.

Nous tenons à exprimer nos gratitude, notre reconnaissance et notre respect à notre encadreur Pr :Boubaya , pour ses orientations, sa patience et ses précieux conseils.

Nous remercions aussi Mr : Guefaifia Omar et Dr : Saghir Karima et Mr : Gouaidia Layachi pour leur encouragement et conseils.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les enseignants du département de géologie qui nous ont aidé et guidé tout le long de notre cursus. Nos remerciements vont aussi à tous les membres du jury qui ont bien accepté de lire ce modeste mémoire pour l'évaluer.

Merci à tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Dédicace

A mon père Abdellatif et ma très chère mère Nadhira rabi yahfdhm qui m'ont soutenu et encouragé le long de ma formation académique

A mon frère Imed, mes sœurs, à mes grands-parents et À Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout le long de mon parcours.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis Tifa , Chamse, Zakaria, Ayoub, Yahia, Wail, Dagbaji, Omar, Zaki, Walid,Qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime

Hafethallah Haithem

Dédicace

*Je dédie ce travail : A mon très cher papa Abdelmoumene A ma très chère
Mama Bornia*

*A mes frères Boumediene et sa femme et Djamel A mes sœurs (Salwa) et
son marie (Abdelkrim) et ses enfants (Bissou, Noussa et Yara) et Aicha et a
toute la famille*

*En fin a tous mes amis surtout : Tifa, Haïthem, Walid, Nadjm, Akrem,
Imad, Nachoua, Abir, Chayma*

*A mes collègues décédés Djaber BOUALI, Ibrahim SAHOUI et Chaouki
BOUKHCHAM qu'Allah leur fasse miséricorde et qu'Allah leur accorde le
Firdaws.*

*Et à tous mes camarades de promotion « Hydrogéologie » de l'année
2021/2022*

Saâdi Chamse ddine

Sommaire

I. Introduction et objectifs d'étude	1
II. Matériels et méthodes	2

CHAPITRE I : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique	4
1. Introduction.....	8
2. Litho-stratigraphie.....	8
2.1. Secondaire «Mésozoïque»:	8
2.1.1. Trias	8
2.1.2. L'aptien.....	8
2.1.3. L'albien.....	8
2.1.4. Cénomanién	9
2.1.5. Turonien.....	9
2.1.6. Emscherien.....	9
2.1.7. Compano-Maestrichtien.....	9
2.2. Tertiaire.....	10
2.2.1. Miocène.....	10
2.2.2. Burdigalien-Tortonien.....	10
2.2.3. Tortonien supérieur.....	11
2.3. Quaternaire.....	11
2.3.1. Quaternaire ancien:	11
2.3.2. Quaternaire récent.....	11
3. Tectonique.....	12
3.1. La phase atlasique (anti-miocène).....	12
3.2. Tectonique poste miocène.....	13

CHAPITRE II : Aperçu géologique locale de la plaine de El Houdjbet-Bouchebka

1. Introduction.....	15
----------------------	----

2.	Identification et nature des systèmes aquifères.....	15
2.1.	Inventaire des points d'eau	15
2.2.	Nature des différents systèmes aquifères:.....	15
2.2.1.	Aquifère du remplissage Mio-plio-quadernaire	16
2.2.2.	Aquifère à porosité de fissure	17
3.	Circulation des eaux souterraines et conditions aux limites de la nappe phréatique	17
3.1.	Interprétation de la carte piézométrique.....	17
3.2.	CONDITIONS AUX LIMITES.....	19
3.3.	Conditions aux limites et apports souterrains	19
4.	Conclusion	20

CHAPITRE III : Identification des systèmes aquifères de la région d'étude

1.	Généralités sur les méthodes électriques.....	23
1.1.	Paramètre géophysique mesuré: la résistivité électrique.....	23
1.2.	Les paramètres physiques qui affectent la résistivité électrique	24
1.3.	Loi d'Archie.....	27
1.4.	Principe	28
A.	Etude géophysique de la région de Bouchebka.....	30
1.	Interprétation des coupes géoélectriques.....	30
2.	Analyse des coupes géo-électriques transversales	32
3.	Analyse des coupes géo électrique longitudinales	34
4.	Analyse des coupes géo électriques obliques.....	36
5.	Corrélation entre la géologie et la géophysique.....	38
❖	INTERPRETATION DE LA CARTE DE SUBSTRATUM.....	41
6.	CONCLUSION.....	41
B.	Etude géophysique de la région d'Elhouidjbet.....	42

CHAPITRE IV : Géophysique

1.	Introduction.....	42
----	-------------------	----

2. INTERPRETATION DES COUPES GEOELECTRIQUES	42
2.1. Carte de l'épaisseur des formations perméables	42
2.2. Carte des résistivités apparentes AB=1100m.....	44
Conclusion générale.....	46
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	48
Annexe	50

Liste des figures

Figure 1 et 2 : Localisation de la commune Elhoudjbet dans la wilaya de Tébessa.	5
Figure 3 : La carte topographique de la région d'Elmalabiod (N°235) qui présente la partie Sud-Est de la plaine de Houdjbet-Bouchebka	6
Figure 4 : Carte géologique de la région d'Elmalabiod.	10
Figure 5: Coupe hydrogéologique obtenue par corrélation entre logs stratigraphiques des forages et sondages électriques.....	16
Figure 6: Carte piézométrique de sous bassin El Houdjbet-Bouchebka.	18
Figure 7 : Schéma représentatif de disposition des électrodes dans un quadripôle.	28
Figure 8 : Différents dispositifs utilisés lors d'une prospection électrique.	29
Figure 9 : Carte de position de l'étude géophysique de la région Bouchebka.....	31
Figure 10 : Coupe transversale« 06 ».....	33
Figure 11 : Coupe transversale « 13 ».....	33
Figure 12 : Coupe géo électrique longitudinale « D ».	35
Figure 13: Coupe longitudinale « G ».....	36
Figure 14 : Coupe oblique « α ».....	37
Figure 15 : Coupe oblique « β ».....	38
Figure 16 : Coupe de la corrélation « 18 ».....	39
Figure 17 : Coupe de la corrélation « E ».	40
Figure 18 : Carte de substratum de remplissage moi-plio-Quaternaire	40
Figure 19 : Carte de l'épaisseur des formations perméables.....	43
Figure 20 : Carte des résistivités apparentes AB=1100m.	44

Liste des tableaux

Tableau 1: Résumé des formations lithostratigraphiques de la région d'étude.....	12
--	----

I. Introduction et objectifs d'étude

L'eau est un élément fondamental de la vie. L'hydrogéologie est les sciences de l'eau souterraine. Elle a pour objectifs d'étude du rôle des matériaux constituant le sous sol et des structures hydrogéologiques avec application des lois physiques et chimiques, dans l'origine, la distribution, les caractéristiques de gisement , les modalités de l'écoulement et les propriétés physiques et chimiques des eaux souterraines.

L'hydrogéologie dont la base fondamentale est la géologie, elle nous permet de bien distinguer les formations susceptibles d'être aquifères et connaître la nature des différents milieux poreux.

D'autre part, la géophysique détermine la géométrie de différentes couches aquifères et la nature des différents substratums imperméables.

L'hydrogéologie à pour but :

- D'identifier les différentes nappes souterraines existantes dans le bassin versant.
- D'étudier l'écoulement souterrain et la nappe en précisant le mode d'alimentation et le processus d'échange entre le stock souterrain en eau et l'écoulement de surface.
- De cerner d'une façon approximative, suivant les données disponibles d'hydrodynamique, les zones les plus acceptables à une éventuelle exploitation.

Dans ce présent travail, nous essayons de déterminer les différentes caractéristiques hydrogéologiques du sous bassin d'El Houdjbet-Bouchebka et étudier les structures géologiques internes et leurs répartition latéral en analysant les profils géo-électriques réalisés dans la plaine de Houdjbet-Bouchebka.

Nous avons essayé de développer ces objectifs selon le plan de travail suivant :

- Dans le premier chapitre nous présenterons la région d'étude de point de vue situation géographique, géomorphologiques,
- Puis nous allons présenter les informations les plus connues sur la géologie de la région d'étude et les mouvements tectoniques qui ont été développés depuis la formation de la zone d'étude ;
- Un chapitre sera consacré à l'étude hydrogéologique de la région d'étude tout en essayant de faire comparer les résultats des profils géo-électriques avec la lithologie confronté par les forages exécutés dans la région ;
- Et un chapitre sera consacré à l'étude géophysique de la plaine de Houdjbet.
- Finalement nous présenterons une conclusion.

II. Matériels et méthodes

Pour atteindre les objectifs de l'étude, nous avons utilisé les données suivantes selon leur disponibilité :

Quant à l'étude géologique de la région nous avons basé sur les études antérieures de la région de Houdjbet-Bouchebka-Elma Labiod et nous avons utilisé les cartes topographiques et géologiques ;

Quant à l'étude hydro-climatologique, vu l'absence d'une station hydrométrique, nous avons utilisé les données climatiques de la région de Tébessa,

Dans l'étude géophysique, nous avons utilisé des anciens profils géo-électriques réalisés par le CGG en 1970.

Chapitre I

Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique

La Wilaya de Tébessa est située à l'Est Algérien près de la frontière Tunisiennes, elle est limitée (figure 1) par:

- Souk Ahras au Nord ;
- El Oued au Sud ;
- Oum El Baouaghi et Khenchela à l'Ouest ;
- La Tunisie à l'Est.

La zone d'étude couvre une superficie de 222,65 Km², est située au Sud-Est de la ville de Tébessa.

Elle se trouve sur les feuilles des cartes 1 / 50000.

- N°LXXXII - Bouchebka : du réseau et de l'immatriculation Tunisienne.
- N°235 – Elma Labiod : du réseau et de l'immatriculation Algérienne (figure 3).
- N°206 - Tébessa : du réseau et de l'immatriculation Algérienne.

La localité de la zone étudiée (figure 2), se trouve dans la région des hauts plateaux, elle est limitée:

Au Nord par: Djbel Kecherid (1205m) et Djebel Bekkaria (1575m)

Au Sud par: Djebel et Taga (1345 m), Djebel ez zaaba (1227m) et Djebel Chettabya (1311 m).

A l'Est par: Le triangle frontalier d'Ain Bouderies Juste derrière le poste frontalier de Bouchebka.

A l'Ouest par: Mechtet Ben Meriem, Djebel Ed Dalaa (1308 m) et Hadjra Sefra (1179 m).

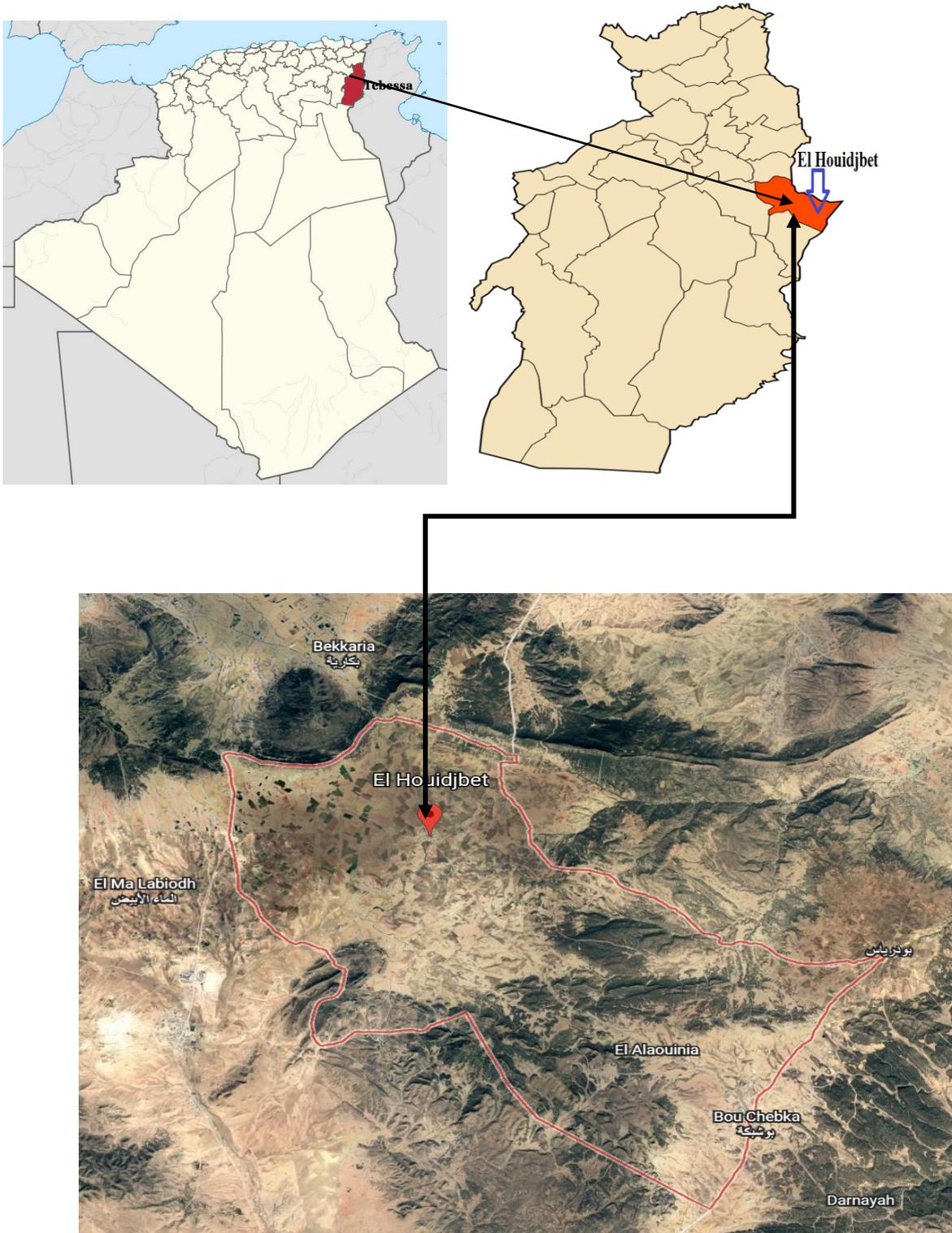
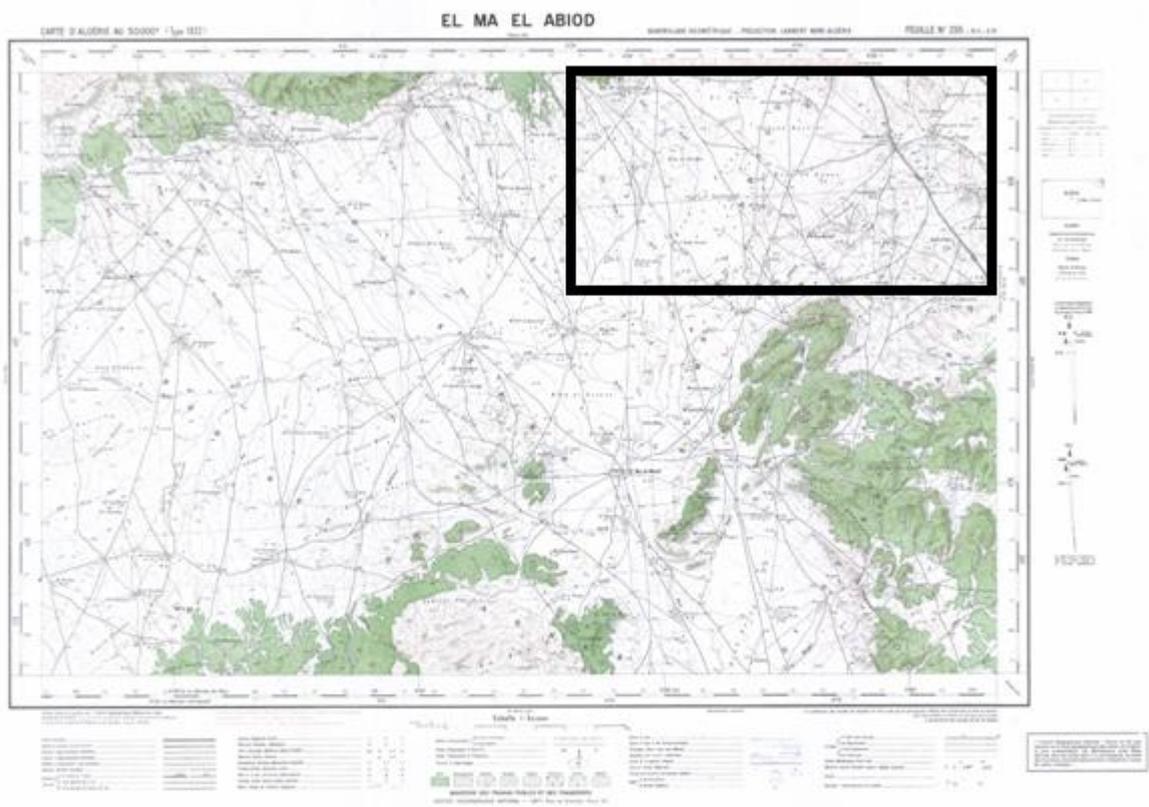


Figure 1 et 2 : Localisation de la commune Elhouidjbet dans la wilaya de Tébessa.



 **Partie Sud-Est de la zone d'étude**

Figure 3 : La carte topographique de la région d'Elmalabiod (N°235) qui présente la partie Sud-Est de la plaine de Houdjbet-Bouchebka

Chapitre II

Aperçue géologique locale de la plaine de Houdjbet-Bouchebka

1. Introduction

Les terrains sédimentaires qui caractérisent la région de Tébessa sont marqués par des formations d'âge allant du Trias au Quaternaire avec « absence » à l'affleurement des terrains du Jurassique.

La région étudiée (El-Houdjbet) est située à la limite des frontières Algéro – Tunisienne elle fait partie de l'Atlas Saharien, les reliefs sont constitués essentiellement par des calcaires allongés selon un axe Sud-Ouest/Nord-Est, et séparés par une dépression (plaine cultivée d'El Malabiod) Mio-plio-quaternaire

2. Litho-stratigraphie

D'après la notice explicative de la carte géologique d'El-Malabiod appartient à la colonne stratigraphique allant du Trias jusqu'au quaternaire.

2.1. Secondaire «Mésozoïque»:

2.1.1. Trias

C'est le terrain le plus ancien de la région d'El Malabiod, il affleure en diapir au Djebel Djebissa et au Djebel Draa, au Sud-Est, il est représenté par les faciès: Argiles verts claires et rouges, gypse gris rose claire dolomitique et dolomie rouge et noires.

On note aussi la présence de petits gisements métallifères (limonite, hématite) à Djebel Draa, M"ate El Abiod et au Djebel Djebessa.

2.1.2. L'aptien

Il affleure à Djebel Bouroumene il est formé essentiellement de calcaires dolomitiques durs et massifs. On note la présence des rudistes Polypiers Exogyres.

2.1.3. L'albien

Il est présent à Djebel Bouroumane . Il est constitué des calcaires gris et marno-calcaire gris en plaquettes. On observe de nombreuses empreintes, d'ammonites, de bélemnites.

2.1.4. Cénomanién

Il comprend des calcaires lumachelliques (Djebel Draa M'ate El-Abiod), la série des calcaires cénomanién n'existe plus au Sud d'El Malabiod, cela peut être lié à une diminution de la profondeur à la quelle se fait la sédimentation.

2.1.5. Turonien

C'est une série constituée de calcaires gris d'épaisseur variable et renferme de grands gastéropodes. Au Sud, le turonien présente des calcaires récifaux, de bancs de calcaires intercalés avec les marnes.

2.1.6. Emscherien

Il affleure dans la partie Sud d'El Malabiod, il est composé de marnes et de bancs de calcaires lumachelliques. L'épaisseur de la série est variable de 120 m à 150 m à Dj Doukkane au dessus viennent les marnes fossilifères.

2.1.7. Campano-Maestrichtien

Il affleure dans la zone Sud - Ouest de la plaine. Au-dessus des marnes du campanien inférieur viennent des couches et des bancs de marno-calcaire blanchâtre à inocérames, ammonites et oursins. On note aussi la présence de calcaires blancs massifs à inocérames.

Le changement des faciès à partir du Nord (région de Tébessa) est important.

A Djebel Koreis la coupe est la suivante de haut en bas:

- Calcaires massifs à inocérames.
- Marnes grises 20 m
- Marno-calcaires blancs et bancs des calcaires 12 m.
- Calcaires marneux blanchâtre 10 m
- Marnes verte du campanien inférieur – emscherien.

Au Sud de la plaine 'El Malabiod le changement des faciès s'accroît et les calcaires se chargent en silex (Djebel Botena).

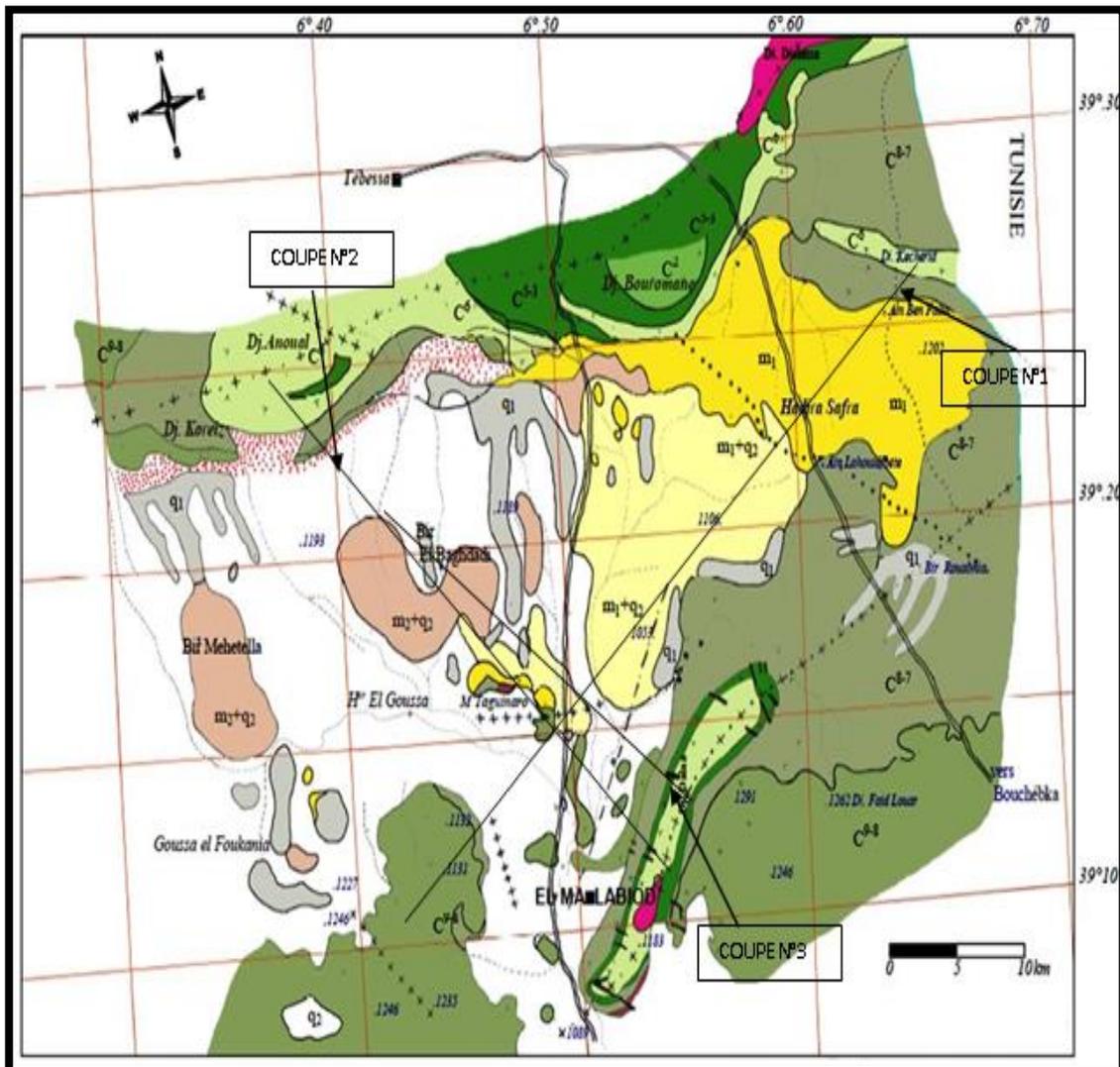


Figure 4 : Carte géologique de la région d'Elmalabiod.

2.2. Tertiaire

2.2.1. Miocène

Il affleure largement à la partie Est de la plaine 'El Malabiod, au centre il est marqué par les formations quaternaires.

2.2.2. Burdigalien-Tortonien

Au Centre et à l'Est (Djebel Mtaginaro, Ain El Houdjbet), la série débutera par des conglomérats extrêmement dur à gros rognons siliceux qui sont partiellement érodés. Au dessus viennent des grès grossiers à lits de dragées de quartz.

Au Nord où les conglomérats étaient complètement érodés, de grés blancs sont directement transgressifs sur les mares Emscheriennes.

À l'Ain Doukkane, la série est la suivante :

1. Grés à blancs quartzeux.
2. Grés jaune puis ferrugineux à rare mince passage argileux à débris de végétaux 15 m.
3. Grés rouges sableux, ferrugineux à mince lits d'argiles intercalés.
4. Grés rouge ferrugineux 4 m.

Au-dessus d'Ain Doukkane existe encore probablement une vingtaine de mètre de grés

2.2.3. Tortonien supérieur

Le profil du Tortonien dans la région d'El Malabiod comprend 125 m de sable et de grés du Tortonien inférieur et moyen et environ 100 m d'argile avec gypse du Tortonien supérieur.

Les sables du Tortonien inférieur peuvent être divisés en trois parties, dont environ 30 m de la partie inférieure sont de provenance marine (littorale), après il y a environ 95 m de sable deltaïque, et enfin le profil finit par 100 m d'argile de provenance lagunaire.

2.3. Quaternaire

2.3.1. Quaternaire ancien:

Les mares Emscheriennes sont représentées dans le cadre de notre étude par des terrasses sub-horizontales. À l'Est elles sont constituées au sommet par de faibles crêtes de calcaire, par contre à l'Ouest elles sont représentées par des terrasses alluvionnaires.

Ces deux formations ont tendance à se recorder et plus souvent au niveau des piedmonts.

2.3.2. Quaternaire récent

Dans cette haute plaine à faible relief, la distinction est difficile à faire entre les alluvions récentes et les mares où les grés Tortoniens recouvrent d'une mince couche alluviale ou bien simplement remaniés en surface par l'érosion.

Tableau 1: Résumé des formations lithostratigraphiques de la région d'étude.

		ETAGE	épaisseur moyenne (m)	NATURE DES TERRAINS	
QUATERNAIRE	q ²			limons	
	q ¹	alluvions anciennes		caillouteux en bordure argileux au centre	
	q ^{II}	épandage ancien		argile et gravier	
	q ^{III}	villa frachien	supérieur à 200	argile rouge et brune à gypse conglomérat	
MIOCENE	p	pliocene	0-50	argile rouge sables quartzeux blocs calcaire	
	m ³	pontien	100	marnes rouges et bariolées	
	m ¹⁻²	vindabénien bundigalien	150-300	grès marnes gréseuses conglomérats	
EOCENE	e ^{III}	eocène moyen	60	calcaire blanc à silex	
CRAI	E	ec	eocène inférieur maëstrichtien supérieur (danien)	300	marnes noires et jaunâtre
		c ^{6b}	maëstrichtien moyen	80-200	calcaire blanc massif à inocérames
	C	c ^{6a}	maëstrichtien inférieur	30	marnes grise
		c ⁶	campanien	60-300	marnes grise calcaire marneux crayeau blanc
	A	c ⁷	éménégien (santénien + coniacien)	250	marnes noires et vertes + les machelles
		c ^{6c}	turonien supérieur	150	marnes noires et marnocalcaires
	T	c ^{6b}	turonien moyen	100	calcaire à rudistes calcaire dolomitique
		c ^{6a}	turonien inférieur	70	calcaire marneuse
		c ^{5b}	cénomannien supérieur	200	marnes jaunes + bancs de calcaire
	R	c ^{5a}	cénomannien moyen	150	marnes jaunes et noires à gypse lamachelles
		c ²⁻³	albien vraconien	200-500	calcaire et marno-calcaires marnes calcaires brun
	C	c ¹	zone de clansaye	100	calcaire massif grès
		c ^{II}	aptien	400-500	calcaire massif dolomie
	TRIAS	t	trias		diapir argile brèche dolomie

3. Tectonique

La tectonique de la région d'Elma Labiod est caractérisée par :

3.1. La phase atlasique (anti-miocène)

C'est la phase la plus importante et correspond à des plis orientés Nord. Est-Sud. Ouest accompagnés de failles longitudinales et transversales. Les chaînes de montagnes de bordure telles que : DJ Ed-Dlaa , DJ Djebissa, DJ.Bouroumane ont été édifiées durant cette phase.

3.2. Tectonique poste miocène

Il existe deux autres directions de plissement Est-Ouest au niveau de M'Taguinaro et sont produites avant le miocène, mais ont été reprises toute fois dans des mouvements posthumes, poste miocène. En fin, elles ont eu bien récemment des mouvements qui se sont traduits par des failles qui brisent les falaises Turoniennes et affectent les grés miocènes du col de Tenoukla.

Ces failles sont probablement contemporaines aux plissements. Elles sont à la direction des plissements.

La période durant laquelle correspond l'ascension par diaprisme d'argile à gypse du trias c'est celle des premiers mouvements anti-miocène pour se suivre ensuite jusqu'au villafranchien inclus.

Chapitre III

Identification des systèmes aquifères de la région d'étude

1. Introduction

Les résultats et les données de base de l'étude hydrogéologique, nous a permis de définir la configuration de l'aquifère et ses conditions aux limites. Ils nous schématisent les fonctions des réservoirs et nous définissent son comportement hydrodynamique à fin de mieux gérer l'exploitation de la ressource en aux souterraines.

Dans ce chapitre nous allons développer les points suivants:

- Identification et nature de différents systèmes aquifères;
- Circulation souterraine et conditions aux limites de la nappe du remplissage du Mio-plio-quadernaire;
- Confrontation des logs stratigraphiques de quelques forages réalisés avec les profils géo-électriques

2. Identification et nature des systèmes aquifères

2.1. Inventaire des points d'eau

L'étude régionale de la mise en valeur des ressources en eau et toute étude hydrogéologique repose sur l'installation d'un inventaire spécialisé accompagnant la prospection géologique et géophysique dans la région d'El Houdjbet - Bouchebka.

Pour atteindre les informations utiles nous avons utilisé des données hydrogéologiques historiques sur la plaine de Houdjbet. Les données d'une campagne piézométrique réalisée sur une période de trois jours du 16 au 18 juin 1996. Un inventaire complet de 38 points d'eau dans 16 puits, 8 forage et 14 sources principales (voir figure xx). Notons que la plus part des puits utilisé pour le traçage de la carte piézométrique, servent aux besoins domestiques et irrigation.

2.2. Nature des différents systèmes aquifères:

A l'aide des données géologique et géophysique (sondages électriques), ainsi que les log-stratigraphiques de forages implantés, nous avons pu établir une coupe hydrogéologique qui a permis d'identifier et de localiser les différents niveaux aquifères dans la région d'étude (figure 5).

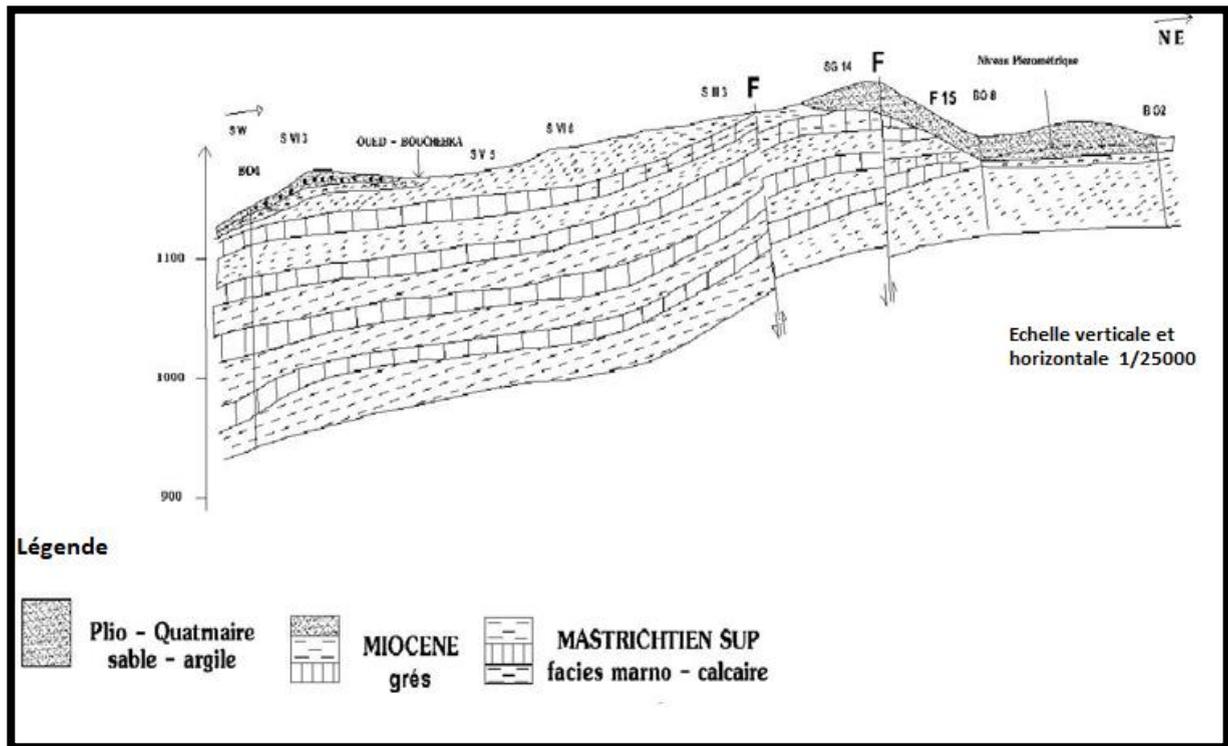


Figure 5: Coupe hydrogéologique obtenue par corrélation entre logs stratigraphiques des forages et sondages électriques.

La coupe hydrogéologique montre la présence de deux grands systèmes aquifères dont la nature lithologique est variable :

- Aquifère à porosité d'interstice du remplissage d'âge Mio-plio-quaternaire ;
- Aquifère profond à porosité de fissure composé par des mares et marno-calcaire du Crétacé (Emscherien inférieur jusqu'au Maastrichien).

2.2.1. Aquifère du remplissage Mio-plio-quaternaire

D'après la coupe hydrogéologique (Fig05), la formation d'âge Mio-plio-quaternaire comprend un grand remplissage alluvionnaire et à faciès très variables avec une certaine hétérogénéité du milieu. Le remplissage à gros grains prédomine dans la partie Nord et au centre de la zone.

La couche superficielle qui s'étend sur la majorité de la zone de Bouchebka et sur la zone d'effondrement de Ain Boudries avec une faible puissance ne dépassent pas les 54 m d'épaisseur composée des dépôts conglomératiques , sable , argile , graviers et de cailloutis de calcaire formant la nappe phréatique.

Une deuxième formation se présente sous forme de lentille. Elle est composée des nappes discontinues, constituées en générale par des grès et des argiles jaunâtres d'épaisseur moyenne de 70 m (exemple le forage Bo3).

2.2.2. Aquifère à porosité de fissure

Il est situé à une grande profondeur et il est composé par des bancs de marneux, calcaires et marno-calcaires, sa puissance dépasse 170 m, formant des nappes semi captives et captives.

3. Circulation des eaux souterraines et conditions aux limites de la nappe phréatique

L'analyse morphologique de la surface piézométriques de la nappe aquifère du sous bassin d'El-Houdjbet - Bouchebka réalisée en période des hautes eaux de l'année (1995 -1996-Fig 06) a permis de déterminer le sens d'écoulement des eaux et le gradient hydraulique.

3.1. Interprétation de la carte piézométrique

Il s'agit d'une carte qui représente l'aquifère superficiel qui à été établi à partir de l'inventaire des points d'eau. L'examen des courbes isopièzes permet d'identifier deux zones hydrogéologiques séparées par une ligne de partage des eaux de direction préférentielle Sud - Nord (Figure06)

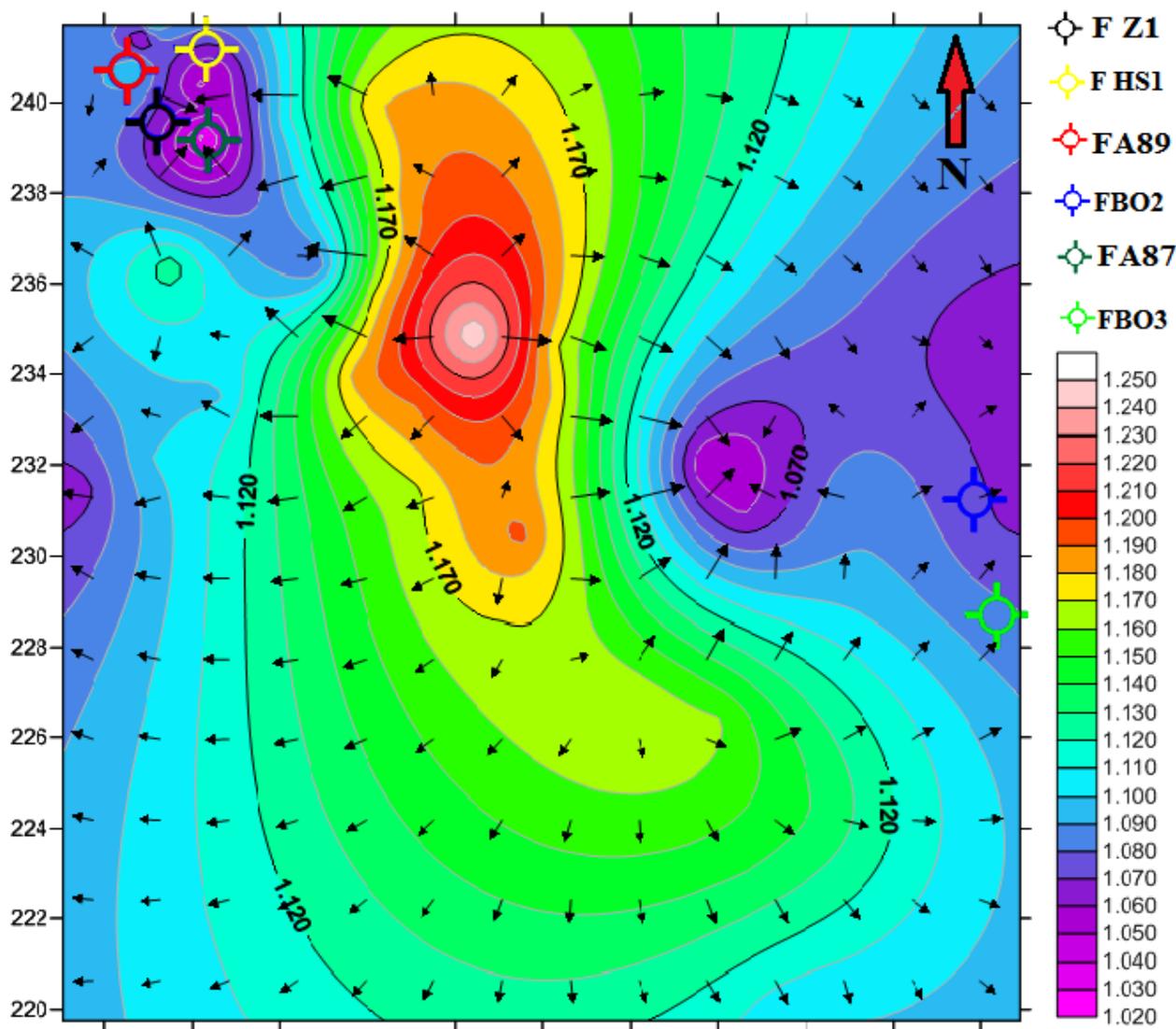


Figure 6: Carte piézométrique de sous bassin El Houidjbet-Bouchebka.

a) Zone Nord -Ouest:

Dans cette zone, l'écoulement des eaux souterraines converge vers des zones qui présentent des courbes piézométriques fermées et serrées, traduisant des cônes de dépression piézométrique due à l'exploitation intense de la nappe.

Le gradient hydraulique est fort de l'ordre de 0,02 ce qui indique que les débits sont appréciables et la perméabilité et plus faible.

A l'Ouest, elle est caractérisée par une faible concavité vers l'amont d'un axe principal d'écoulement. Les courbes isopièzes sont peu espacées formant un gradient hydraulique faible de l'ordre de 0,02 à 0,009 impliquant une perméabilité forte.

b) Zone Est:

Dans cette zone les écoulements se caractérisent par des courbes isopièzes fermées, peu espacées, traduisant une zone de convergence avec un faible gradient hydraulique de l'ordre de 0,006 et une forte perméabilité.

3.2. CONDITIONS AUX LIMITES

La région d'étude ne dispose pas d'un grand nombre de sondages électriques et forages. Le phénomène tectonique ne permet pas de procéder à la délimitation des couches, cette situation géologique et hydrogéologique laisse penser de l'existence probable des nappes discontinues, l'étude géophysique permet de limiter l'éventuel contour et les dimensions de cette dernière.

Cette question va être développée dans la partie qui va présenter les données géophysiques sur la région d'étude et nous permettra de se prononcer sur les possibilités aquifères de cette région et les éventuelles nappes existantes.

3.3. Conditions aux limites et apports souterrains

La bordure Nord :

Cette région proche de Bekkaria présente les forages (A89 bis – A87 - Z1) et qui se caractérise par une épaisseur des sables d'âge Miocène. Elle semble assez constante dans toute la zone est de l'ordre de 75m. Le niveau statique baisse très rapidement lorsqu'on va vers le Sud (direction Bouchebka). La transmissivité est variable de 10^{-3} à $10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$

Les rabattements sont en général importants et les débits sont limités par le risque de dénoyer une partie trop importante de la nappe.

Les niveaux statiques varient entre 26 à 35 m et forment une limite perméable à flux entrant.

a. La bordure Sud:

D'Ain Taga à Chatabia et Ain El Taif, il s'agit du forage (AT1) et plusieurs puits et sources dont les niveaux statiques sont inférieurs à 10m . Ils présentent une série stratigraphique d'âge Campanien qui forme une limite imperméable.

b. La bordure Est

On a une limite à flux sortant, les forages (Bo2, Bo3) situés à Bouchebka présentent des formations géologiques d'âge Miocène moyen et inférieur (grés).

c. La bordure Ouest

Elle présente une limite à flux sortant, marquée par le forage (HS1) située à El-Houdjbet et qui intercepte des formations géologiques sableuses. Le niveau statique des puits est de 10 à 20 m.

L'étude de la carte piézométrique montre la présence de deux limites à flux sortant situées à l'Est et à l'Ouest, une limite à flux entrant située au Nord, et une limite imperméable au Sud.

4. Conclusion

La coupe hydrogéologique montre la présence de deux grands systèmes aquifères dont la nature lithologique est variable :

- Aquifère à porosité d'interstice du remplissage d'âge Mio-plio-quadernaire ;
- Aquifère profond à porosité de fissure composé par des mares et marno-calcaire du Crétacé (Emscherien inférieur jusqu'au Mastrichien).

L'examen des courbes isopièzes a permis d'identifier deux zones hydrogéologiques séparées par une ligne de partage des eaux de direction préférentielle Sud – Nord :

Zone Nord –Ouest qui présente des courbes piézométriques fermées et serrées, traduisant des cônes de dépression piézométrique due à l'exploitation intense de la nappe.

Le gradient hydraulique est fort de l'ordre de 0,02 ce qui indique que les débits sont peu appréciables et la perméabilité est plus faible.

Zone Est : Dans cette zone les écoulements se caractérisent par des courbes isopièzes fermées avec un faible gradient hydraulique de l'ordre de 0,006 et une forte perméabilité.

Les Conditions aux limites et apports souterrains se distinguent par :

La bordure Nord où Les niveaux statiques varient entre 26 à 35 m et forment une limite perméable à flux entrant.

La bordure Sud présente une série stratigraphique à dominance marneuse d'âge Campanien qui forme une limite imperméable.

La bordure Est montre une limite à flux sortant, cas des forages (Bo2,Bo3) situés à Bouchebka.

La bordure Ouest se caractérise par une limite à flux sortant, marquée par le forage (HS1) située à El-houdjbet

Dans l'ensemble, l'étude de la carte piézométrique montre la présence de deux limites à flux sortant situées à l'Est et à l'Ouest.

Chapitre IV

Géophysique

1. Généralités sur les méthodes électriques

1.1. Paramètre géophysique mesuré : la résistivité électrique

On peut mesurer une résistance électrique en mesurant la différence de potentiel ΔV induite entre deux points d'un conducteur (terrain) par la circulation d'un courant électrique d'intensité I entre ces deux points est définie par la loi d'Ohm (Sid, 2016 and référence there in):

$$R = \frac{\Delta v}{I}$$

Où

R est exprimée ohm(Ω)

L'intensité du courant électrique I en Ampères(A)

Et la différence de potentiel en ΔV en Volts(V).

D'après la loi d'Ohm, la différence de potentiel ΔV induite dans un conducteur est proportionnelle au courant électrique I qui traverse ce conducteur. La résistance R est la constante de proportionnalité entre ces deux paramètres.

La résistivité électrique représente la mesure de la difficulté qu'a un courant électrique à traverser un milieu conducteur. La résistivité électrique d'un matériau conducteur isotrope et homogène mesuré entre deux plaques conductrices et parallèles est donnée par:

$$\rho = \frac{R \times A}{L}$$

Où

ρ est la résistivité électrique du matériau exprimée en ohm-m,

A est l'aire de la section transversale des plaques conductrices (m^2).

L est la distance de séparation entre les deux plaques conductrices (m).

La résistivité électrique est une propriété intrinsèque du matériau conducteur et elle ne dépend pas donc ni des dimensions des plaques conductrices ni de leur distance de séparation.

La réciproque de la résistivité électrique ρ est la conductivité électrique σ et s'exprime en

Siemens par mètre(S/m):

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

De toutes les propriétés physiques des roches et des minéraux, la résistivité électrique est celle qui présente les plus grandes variations.

1.2. Les paramètres physiques qui affectent la résistivité électrique

Un des chemins les plus importants, et dans certains cas l'unique chemin du courant électrique à travers le système eau-sol est l'eau contenue dans les pores. Ainsi, plus la conductivité de l'eau des pores est forte, plus la conductivité du système n'est forte. La conductivité du fluide des pores dépend du type du fluide, des sels présents et de leur concentration, et de la température. La mobilité des ions dans la solution augmente quand la température augmente, et ainsi augmente la conductivité de la solution.

a) La porosité

La porosité d'un matériau contrôle sa résistivité électrique mais d'une façon moindre que la concentration des minéraux dissous dans l'eau interstitielle. La porosité Φ d'un matériau est définie par le rapport du volume des vides sur le volume total d'un échantillon:

$$\Phi = \frac{V_v}{V_t}$$

V_v : Volume des vides;

V_t : Volume total et où le volume des vides

V_v Correspond à la somme des volumes occupés par l'air et l'eau contenu dans les pores d'un matériau.

La résistivité électrique augmente avec la diminution de la porosité. Lorsque la porosité diminue, la taille des grains du matériau ainsi que la taille des pores diminuent et la longueur des capillaires qui relient les pores augmente. La longueur effective L du trajet parcouru par le courant électrique est ainsi augmentée et la section transversale effective A est diminuée, puisque les pores ont la plus petite taille. D'après l'équation, puisque la résistance électrique est directement proportionnelle à la longueur du trajet suivi par le courant et inversement proportionnelle à la section transversale à la circulation du courant, la diminution de la porosité augmente donc la résistance et la résistivité électrique (phrase incomplète). En effet, la résistivité électrique est directement proportionnelle à la résistance.

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L}$$

a) La teneur en eau

Le contenu en eau peut être exprimé en terme du degré de saturation en eau ' S_e ' d'un matériau qui est défini par la fraction d'eau contenue dans les pores :

$$S_e = \frac{V_e}{V_v}$$

Où :

V_e est le volume occupé par l'eau dans les pores d'un matériau et V_v est le volume total occupé par les pores ou le volume des vides.

La résistivité électrique est inversement proportionnelle au contenu en eau d'un matériau. La circulation du courant s'effectue au travers de l'électrolyte plus ou moins conducteur qui est présent dans les pores. Il ne peut pas circuler dans les particules isolantes du matériau. Par conséquent, plus le contenu en eau est élevé, plus les ions peuvent circuler facilement dans le matériau et plus la résistivité électrique du matériau est faible.

$$\rho = \frac{\rho_e \times a \times \phi^{-m}}{S_e^n}$$

b) La présence d'argile

Les argiles possèdent une structure composée de feuillets microscopiques dont certaines surfaces sont chargées négativement. Des cations peuvent être adsorbés sur les faces des feuillets d'argiles, en étant peu liés et libres de se déplacer. Lorsque les argiles se retrouvent en présence d'eau, même en très faible quantité, les ions qui sont contenus dans l'eau peuvent être échangés avec les cations peu liés à aux argiles. Le courant électrique peut donc passer librement à la surface de l'argile et la résistivité électrique est alors très faible.

Par ailleurs, une argile complètement sèche possède une faible conductivité électrique car les échanges ioniques sont presque impossibles en absence d'eau. Tous les matériaux qui contiennent une certaine quantité d'argile possèdent une conductivité électrique plus élevée qu'en son absence.

c) La salinité du fluide interstitiel

La salinité de l'eau interstitielle du milieu poreux est importante puisque le déplacement des ions des sels en solution, des charges électriques, est le médium par lequel le courant électrique se déplace dans le matériau. La conductivité électrique d'un électrolyte dépend de la quantité d'ions présents dans l'eau, mais également de la viscosité de l'eau qui affecte la vitesse de déplacement des ions dans l'eau.

f) Température et viscosité

Les variations de résistivité électrique de l'électrolyte en fonction de la concentration des minéraux et de la température sont importantes. La viscosité du fluide varie en fonction de la température. Une augmentation de la température diminue la viscosité de l'eau. Les ions contenus dans l'eau deviennent alors plus mobiles. Cette augmentation de la mobilité des ions augmente leur vitesse de déplacement sous une différence de potentiel et il s'ensuit une augmentation de la conductivité électrique.

1.3. Loi d'Archie

a) Sols non argileux

Dans la plupart des matériaux, la conductivité électrique se fait principalement par transport ionique à travers l'eau présente dans les pores de ces matériaux. C'est le phénomène de la conductivité électrolytique. La conductivité électrique d'un matériau poreux varie ainsi en fonction du volume et de l'arrangement des pores, ainsi que de la conductivité électrique de l'eau et du volume occupé par cette eau dans les pores. La loi empirique d'Archie (1942) met en relation la résistivité électrique ρ d'un matériau avec sa porosité Φ , la résistivité électrique de l'eau interstitielle ρ_e contenue dans les pores et le degré de saturation des pores S_e , pour un matériau dépourvu d'argile, un sable propre (Telford et al. 1990):

$$\rho = \frac{\rho_e \times a \times \Phi^{-m}}{S_e^n}$$

Où :

a, **m** et **n** sont des constantes déterminées empiriquement. Le paramètre **m**, appelé exposant de cimentation, peut prendre des valeurs entre 1, 3 et 2, 5. Plus le degré de cimentation d'une roche est élevé, plus la valeur de cet exposant est grande. Pour un sable non consolidé, la valeur de **m** est minimale et d'environ 1,3 (Archie, 1942). La constante **a** varie entre 0,5 et 2,5.

Le paramètre **n** est appelé exposant de saturation et possède normalement un évaluer égale à 2 pour les roches (Telford et al., 1990).

a) Sols argileux

Il faut cependant noter qu'une complète absence d'eau entraîne des résistivités infinies, d'autre part la présence d'argiles dans les formations rend la formule d'Archie peu fiable. Dans ce dernier cas, on utilise souvent la relation approchée suivante (Benslimane, 2005):

$$\rho_s = \frac{1}{\Phi^2} \rho_{argile}$$

La formule ci-dessus suppose les pores de la formation remplies d'argile.

1.4. Principe

Les méthodes géo-électriques consistent à faire circuler un courant électrique dans le sol entre deux électrodes de courant et de mesurer la différence de potentiel induite entre deux autres électrodes, appelées électrodes de potentiel, à proximité des électrodes de courant. Puisque l'intensité du courant est connue et que la différence de potentiel est mesurée, il est alors possible de déterminer quelle est la résistivité apparente du sol étudié. Cette résistivité électrique apparente dépend de la configuration des électrodes de courant et de potentiel. La résistivité électrique apparente ρ_a peut être exprimée en fonction de la différence de potentiel et de l'intensité du courant (Ward, 1990):

$$\rho_a = K \times \frac{\Delta V}{I}$$

Où

K est appelé le facteur géométrique qui dépend de la configuration des électrodes.

$$K = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right]}$$

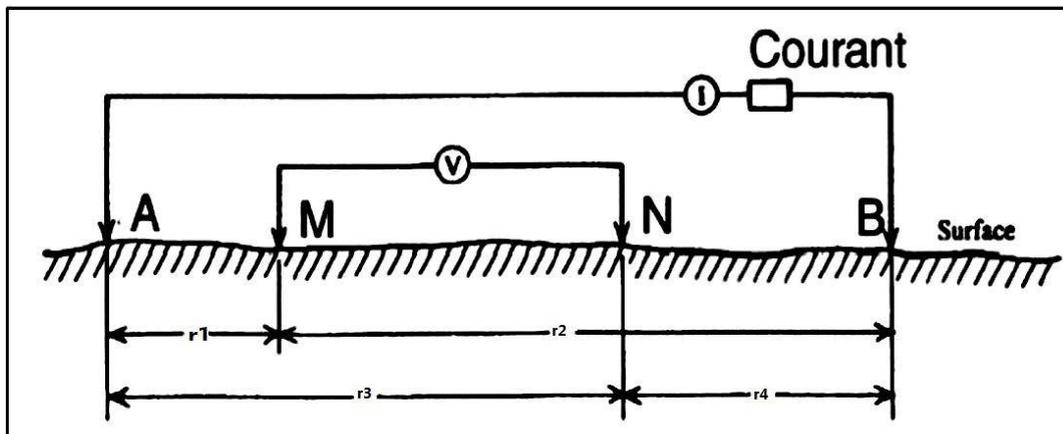


Figure 7 : Schéma représentatif de disposition des électrodes dans un quadripôle.

La résistivité apparente d'un terrain hétérogène correspond à la résistivité d'un terrain homogène qui, pour une configuration identique des électrodes et un même courant injecté, donnerait la même mesure ΔV . Elle est fonction de la résistivité, de la géométrie des diverses couches et de la disposition des électrodes. Il existe plusieurs dispositifs d'électrodes utilisés en pratique: Wenner-Schlumberger, Wenner, pôle-pôle et dipôle-dipôle sont les plus utilisés.

Le choix du meilleur dispositif dépend de la structure à imager [Loke, 1994], du bruit de fond et de la sensibilité de l'appareil de mesure. Les différentes caractéristiques de chaque dispositif sont aussi à prendre en considération : par exemple la sensibilité du dispositif aux changements verticaux et horizontaux, la profondeur effective d'investigation, la couverture horizontale ou encore l'intensité du signal.

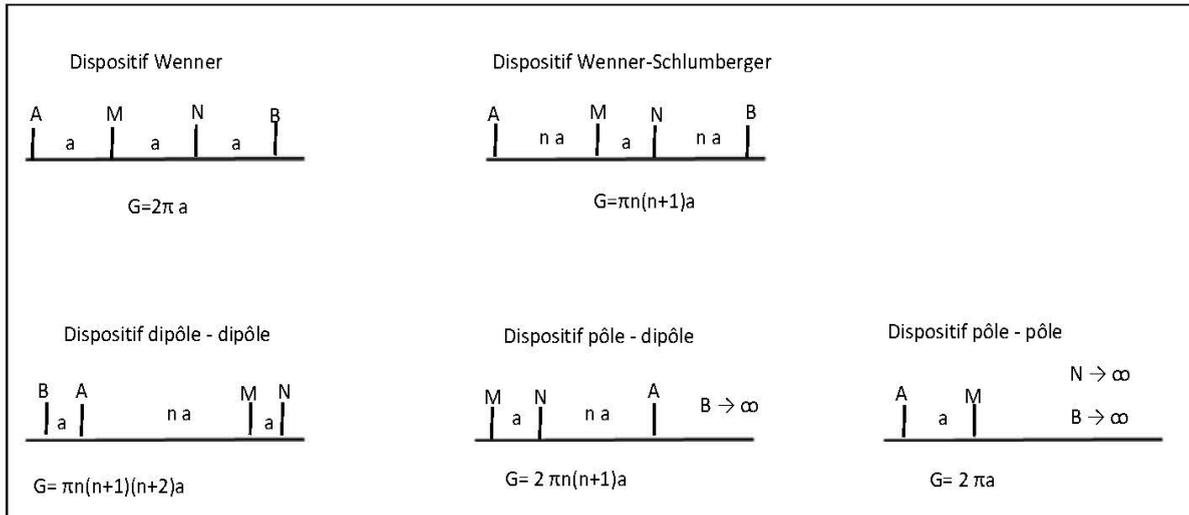


Figure 8 : Différents dispositifs utilisés lors d'une prospection électrique.

En modifiant la longueur totale de la configuration utilisée, des informations sur la résistivité électrique à d'autres profondeurs sont obtenues pour cette même ligne. Plus cette longueur est faible, moins grande est la profondeur de pénétration des lignes de courant dans le milieu et la résistivité électrique mesurée est alors seulement caractéristique des propriétés électriques des couches superficielles. À l'opposé, si cette longueur est grande, les lignes de courant pénètrent plus profondément dans le milieu, la résistivité électrique mesurée est alors représentative des propriétés électriques des couches profondes. Cette dernière mesure est peu affectée par les couches superficielles.

Il faut noter que les résistivités que l'on mesure en prospection sont des moyennes relatives à de grands volumes de terrain en place. Ces moyennes sont d'ailleurs d'autant plus larges que les terrains sont profonds. Celle-ci est obtenue en reportant la valeur de la résistivité apparente mesurée au centre du dispositif et à une profondeur dépendant de l'écartement entre les électrodes. Cette représentation permet de construire une image pour laquelle les valeurs de résistivité et celles des profondeurs ne sont pas réelles.

A. Etude géophysique de la région de Bouchebka

1. Interprétation des coupes géoélectriques

Pour les besoins de notre étude nous avons pris en considération des profils remarquables (voir carte de position N° 1). Il s'agit de :

- Les profils transversaux « 6 » et « 13 » ;

- Les profils longitudinaux « D » « G » et « V » ;

- Les profils obliques « α » et « β ».

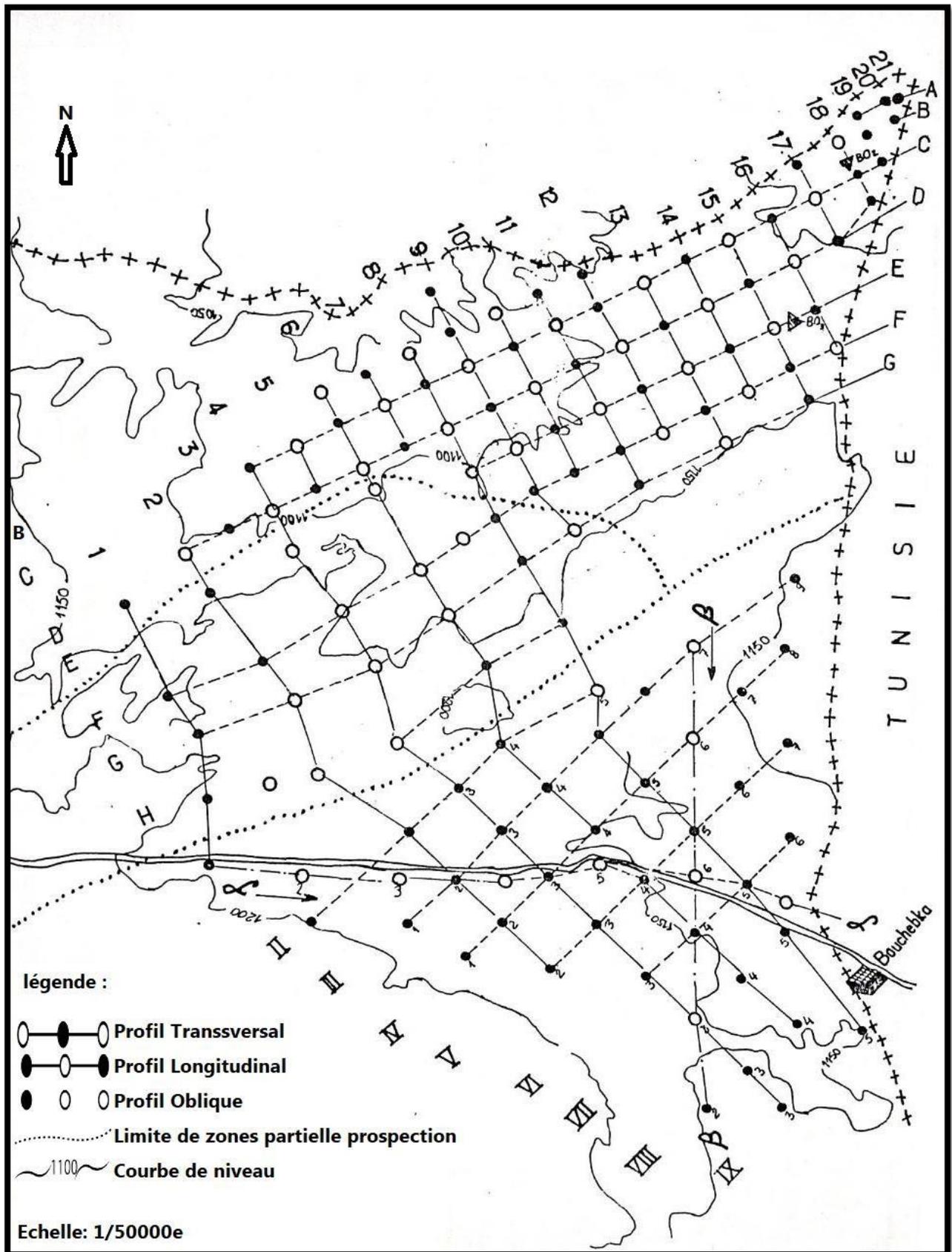


Figure 9 : carte de position de l'étude géophysique de la région Bouchebka

2. Analyse des coupes géo-électriques transversales

Coupe « 06 »

Cette coupe en figure N° 10, orientée Nord - Sud est représentée par des horizons disloqués par des discontinuités électriques.

- Dans la partie Nord, il s'agit de :

A- Un horizon résistant de résistivité comprise entre 170 et 2200 Ohm et d'épaisseur varie de 50 à 230 m représentant les grès du Miocène.

B- Un horizon conducteur de résistivité variable de 4 Ohm à 15 Ohm et d'épaisseur comprise entre 60 m et 150 m traduisant un niveau marneux. Etudier la géométrie du substratum d'âge Crétacé.

C- le dernier horizon plus au moins résistant. Il est peut-être attribuer aux calcaires d'âge Maestrichtien et de résistivité varie de 85 à 200 Ohm. Il est moins résistant au Nord 13 à 70 Ohm puis devient plus résistant vers le Sud pour atteindre la résistivité de 200 Ohm.

- Par contre la partie Sud, est représentée par trois horizons homogènes ;

A- le premier horizon conducteur de résistivité varie de 5,50 Ohm à 13 Ohm et d'épaisseur de 27 m représentant un niveau marneux d'âge Campanien Emschérien.

B - le deuxième horizon résistant de résistivité varie de 15 Ohm à 32 Ohm et d'épaisseur varie entre 120 m à 200 m. représentant le marno-calcaires d'âge Maestrichtien.

C - Le troisième horizon résistant, représente les marnes et l'intercalation des banes de calcaires d'âge Emscherien de résistivité varie de 42 Ohm à 80 Ohm.

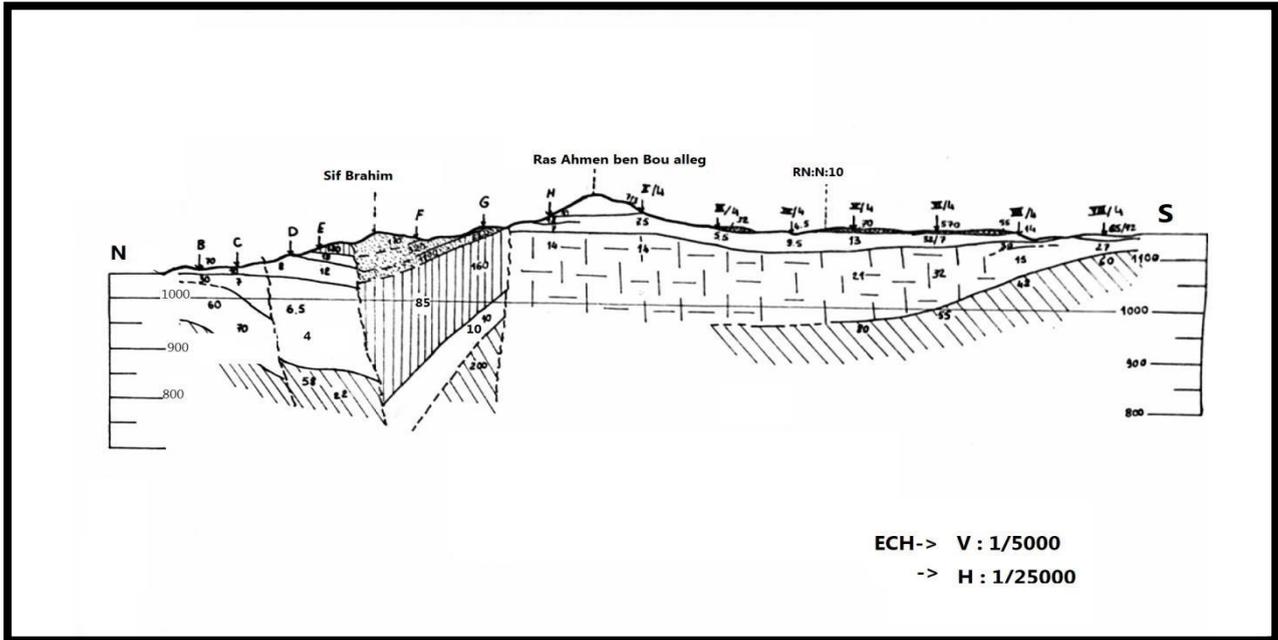


Figure 10 : Coupe transversale« 06 ».

Coupe «13 »

Cette coupe en figure 11 possédées les mêmes caractéristiques que la coupe géo électrique«6 ».

Nous avant l'alternance entre deux niveaux résistant et un conducteur, hétérogène dans la partie Nord et présentant des discontinuités électriques.

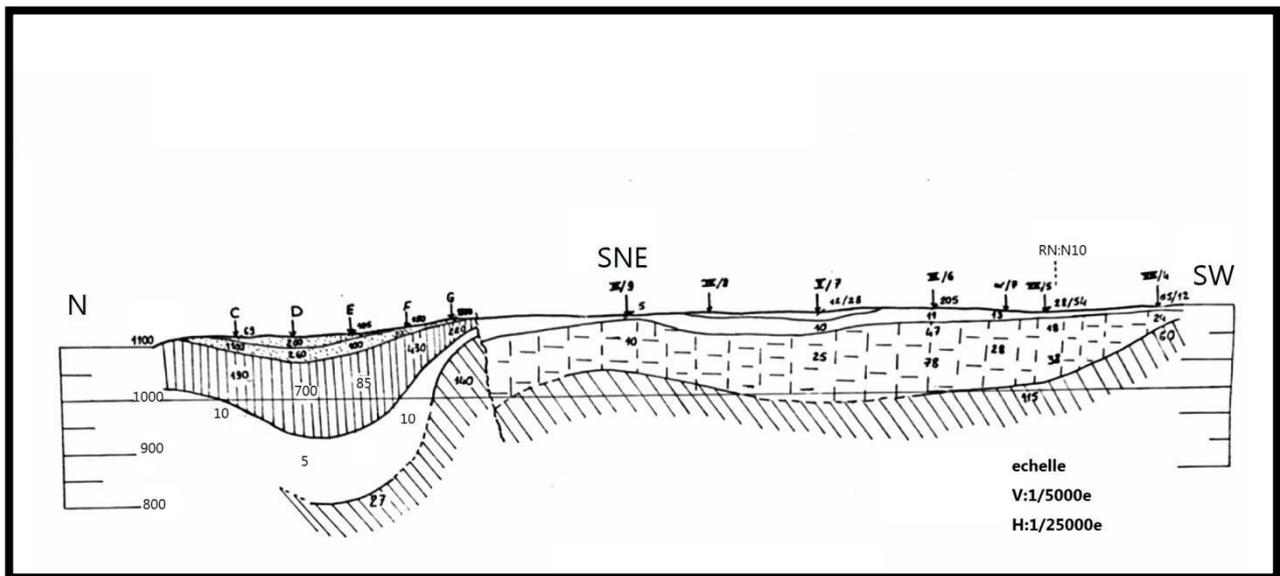


Figure 11 : Coupe transversale « 13 ».

3. Analyse des coupes géo électrique longitudinales

Coupe « D » :

Cette coupe orientée Ouest - Est en figure N°12 composée par quatre horizons homogènes, dont le premier devient conducteur dans la partie Ouest :

Leur description se présente comme suit :

A- Le premier horizon, très résistant représentant les grès du Miocène de résistivité allant de 260 à 2300 Ohm.

B - Le deuxième horizon, résistant avec une résistivité qui varie de 90 Ohm à 700 Ohm et son épaisseur est de l'ordre de 120 m, représente les calcaires d'âge Maestrichtien.

C - Le troisième horizon, conducteur affleure en surface dans la partie Ouest. Sa résistivité varie de 4,5 Ohm à 15 Ohm et son épaisseur varie de 110 m à 270 m au niveau de la partie Ouest.

D - par contre le dernier horizon constitué par des marnes et l'intercalation des bancs calcaires, possède des résistivités moyennes de 12 Ohm à 25 Ohm peut être assimilés à un semi-conducteur. Du point de vue structural, la coupe fait ressortir un synclinal traversé par des discontinuités électriques.

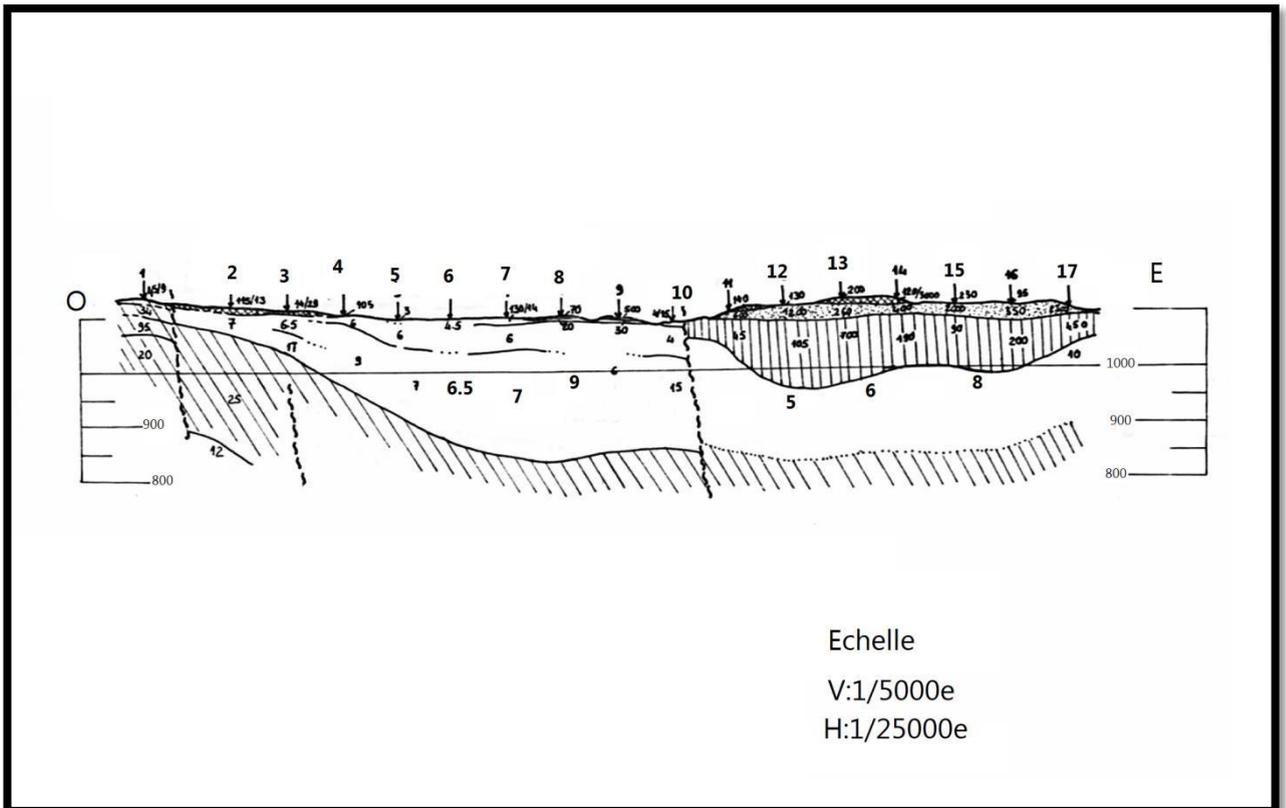


Figure 12 : Coupe géo électrique longitudinale « D ».

Coupe « G » :

Cette coupe orientée Ouest-Est est représentée en figure N° 13 par trois horizons homogènes.

A - Un horizon résistant de résistivité comprise entre 850 Ohm à 2200 Ohm, son épaisseur varie de 15 m à 65 m et représente les grès du Miocène.

B - Un horizon peu résistant variable de 60 Ohm à 250 Ohm et d'épaisseur comprise entre 45 m à 145 m affleure au niveau de la partie Ouest traduisant les calcaires d'âge Maestrichtien.

C - Par contre le troisième horizon conducteur, sa résistivité varie de 2,5 Ohm à 14 Ohm.

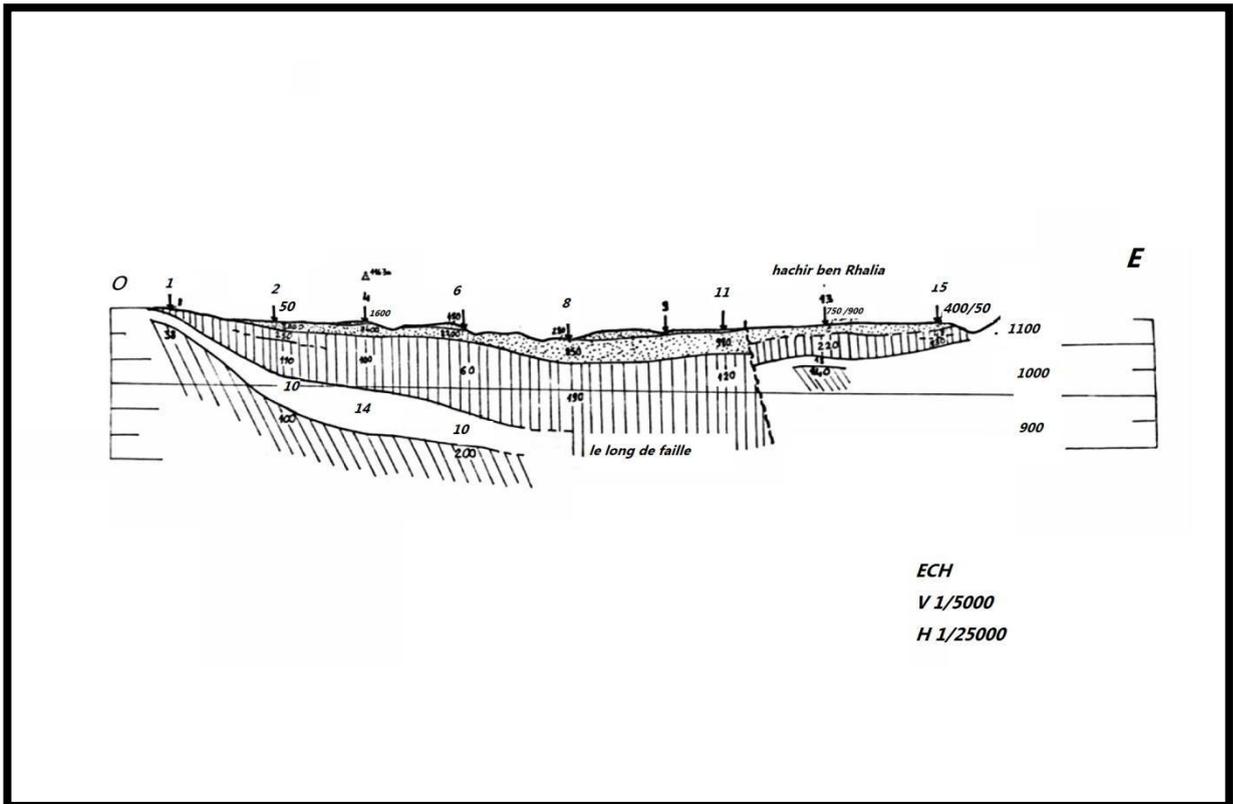


Figure 13: Coupe longitudinale « G ».

Coupe « V » :

Cette coupe orientée Ouest. Sud-Ouest - Est. Nord Est représentée par trois horizons homogènes.

A- Le premier horizon est conducteur de résistivité comprise entre 5 Ohm à 13 Ohm, et d'épaisseur de 80 à 25 m. Il s'agit des marnes d'âge miocène.

B - Le deuxième horizon est résistant de résistivité varie entre 100 Ohm à 70 Ohm, et d'épaisseur de 85 à 150 m et représente les marno-calcaires d'âge Maestrichtien.

C - Le troisième horizon est plus au moins résistant de résistivité égale à 100 Ohm.

4. Analyse des coupes géo électriques obliques

Coupe « α » :

Cette coupe est orientée Nord- Ouest - Sud Est et représentée par trois horizons homogènes

A- Le premier horizon est conducteur de résistivité varie entre 6,5 Ohm à 46 Ohm et son épaisseur et de 10 à 50 m.

B - Le deuxième horizon conducteur, de résistivité varie entre 7,5 Ohm à 28 Ohm et d'épaisseur varie de 260 ma 115 m.

C - Le dernier horizon qui est constitué par les marnes et l'intercalation des bancs calcaires d'âge Emschérien d'une résistivité de 55 à 115 Ohm.

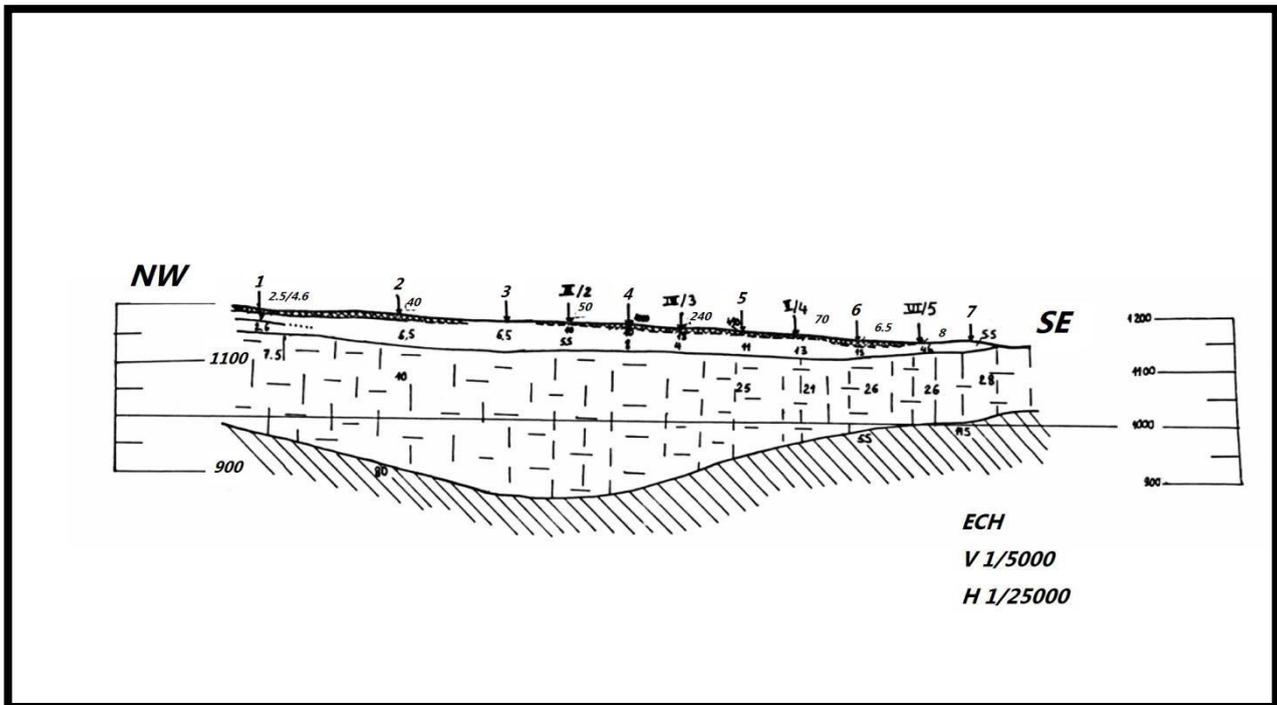


Figure 14 : Coupe oblique «α».

Coupe «β» :

Cette coupe en figure 15, orienté Nord. Est - Sud-Ouest est composée par trois horizons homogènes.

A- Le premier horizon, conducteur de résistivité varie de 4 Ohm à 14 Ohm et son épaisseur est de 55 m à 15 m

B - Le deuxième horizon, conducteur de résistivité varie entre 8 Oh ma 32 Ohm, et d'épaisseur comprise entre 100 m à 125 m, affleure dans la partie Sud-Ouest, représente les marno-calcaires

C - Le dernier horizon résistant constitue de marne et l'intercalation des bancs calcaires d'âge Emscherien de résistivité varie entre 60 Ohm à 170 Ohm.

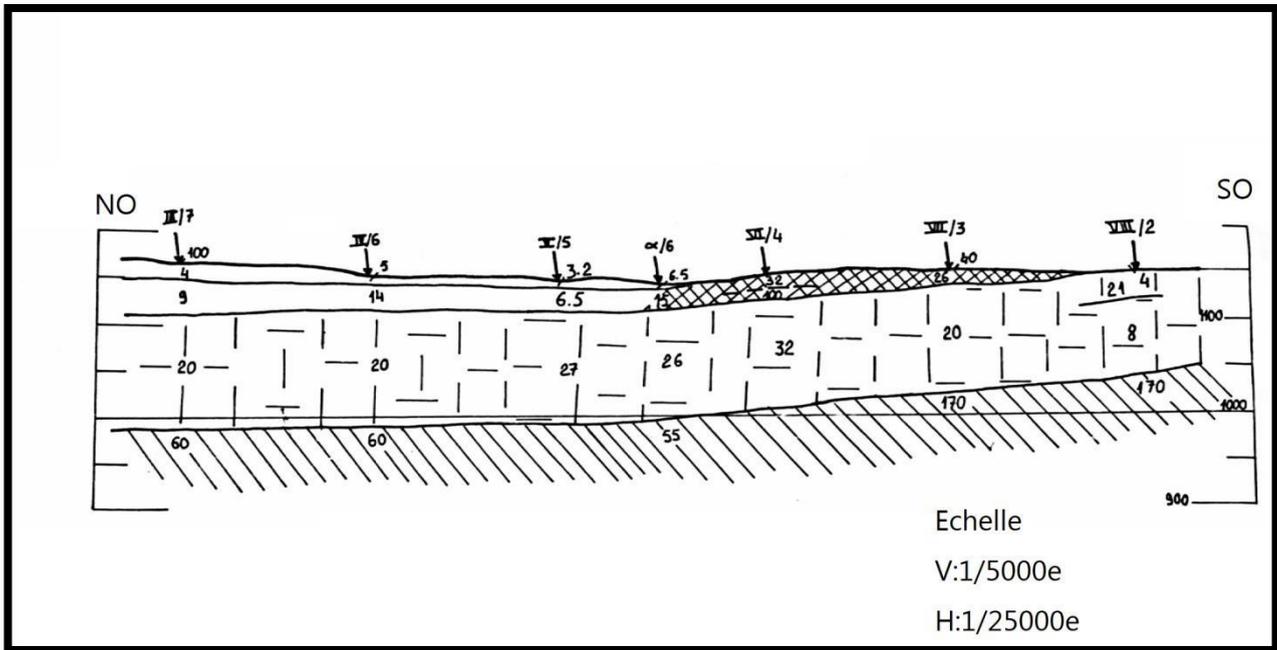


Figure 15 : Coupe oblique «β».

5. Corrélation entre la géologie et la géophysique

a) Coupe transversale « 18 » :

Cette coupe est orientée Nord - Sud en figure N° 16 le forage BO2 est situé entre les deux sondages 18B, 18c, à partir de cette coupe on rencontre que la première couche est très résistante d'une résistivité varie de 1000 à 2500 Ohm formé par les grès du Miocène, la deuxième couche est résistante formée par des calcaires de résistivité varie entre 150 à 300 Ohm. La troisième couche est conductrice (impermeable) avec une résistivité de 5 à 15 Ohm. Par contre la dernière couche et résistante d'une valeur de 59 Ohm, représentant le marne et l'intercalation des bancs calcaires. Alors que ces formations ne coïncident pas avec le log du forage BO2.

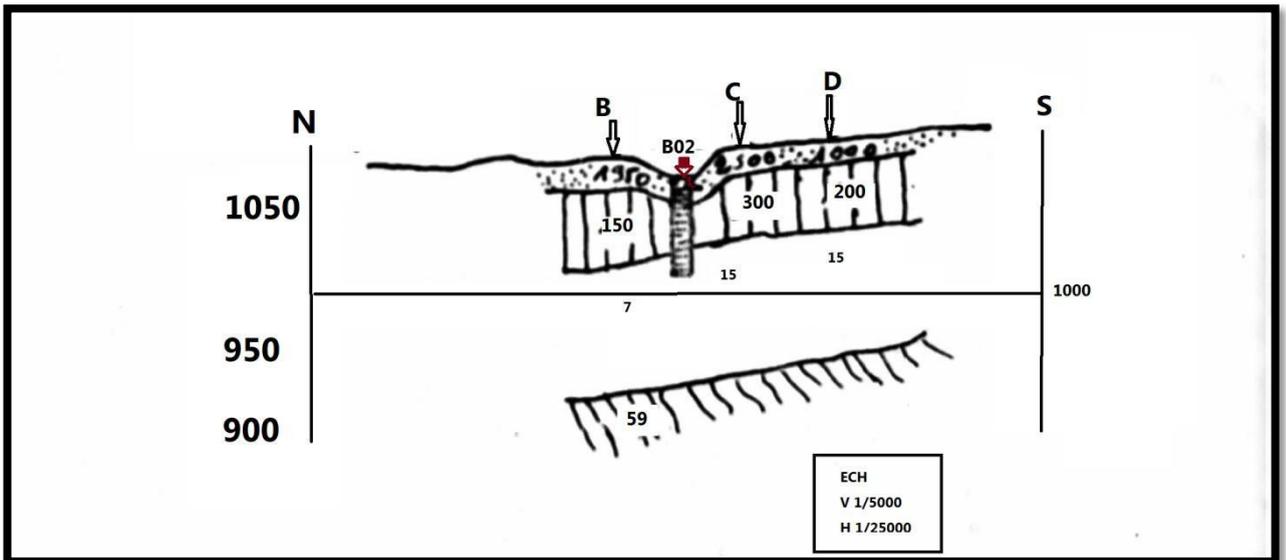


Figure 16 : Coupe de la corrélation « 18 »

b) Coupe longitudinale « E »:

Cette coupe orienté Ouest - Est en figure N° 17 elle présente le forage BO3, situé entre les sondages E15 et E16, cette coupe représente quatre horizons dont le premier et contient des formations gréseuses de résistivité comprise entre 1500 à 2000 Ohm, le dixième horizon présente des formations de calcaire de résistivité varie entre 300 à 750 Ohm, le troisième horizon et d'une résistivité varie de 5 à 15 Oh.m constitue une couche imperméable , Par contre le dernier horizon représente le marne et l'intercalation des bancs calcaire. Alors ces horizons ne coïncident pas avec les formations représentées sur le log du forage BO3.

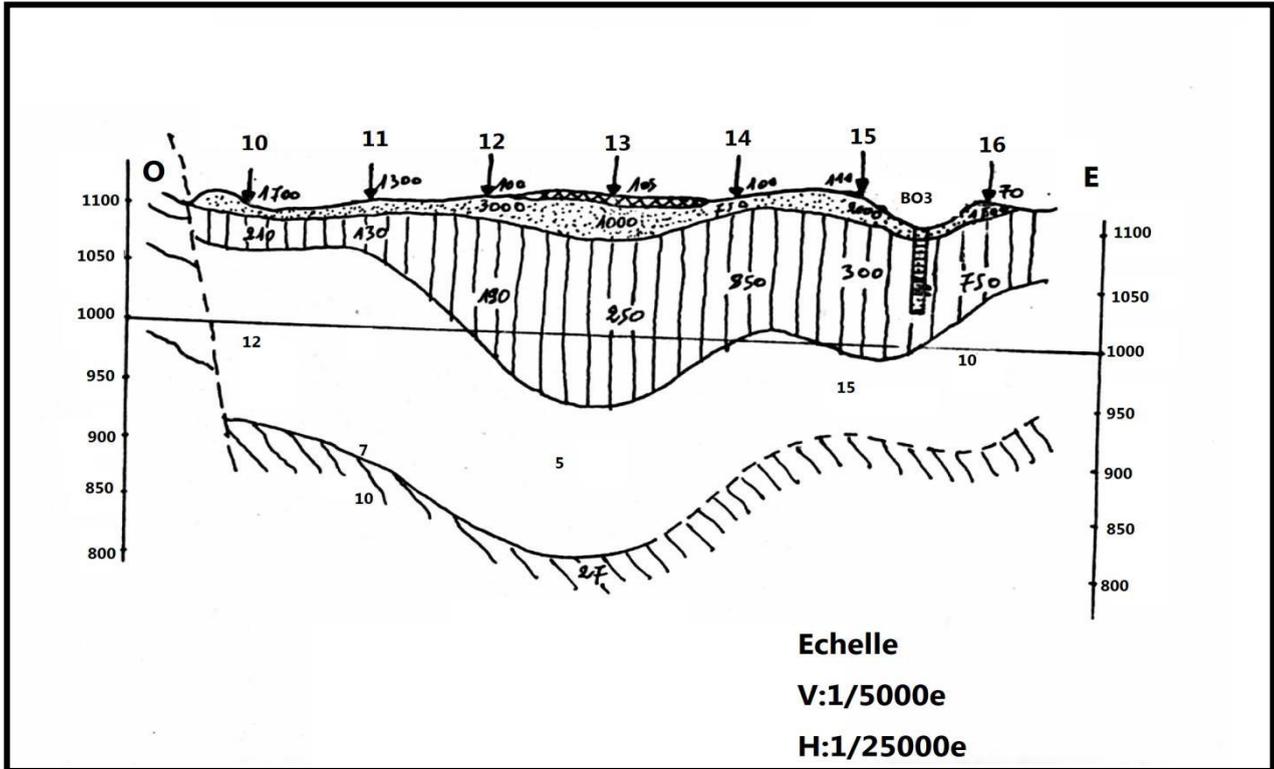


Figure 17 : Coupe de la corrélation « E ».

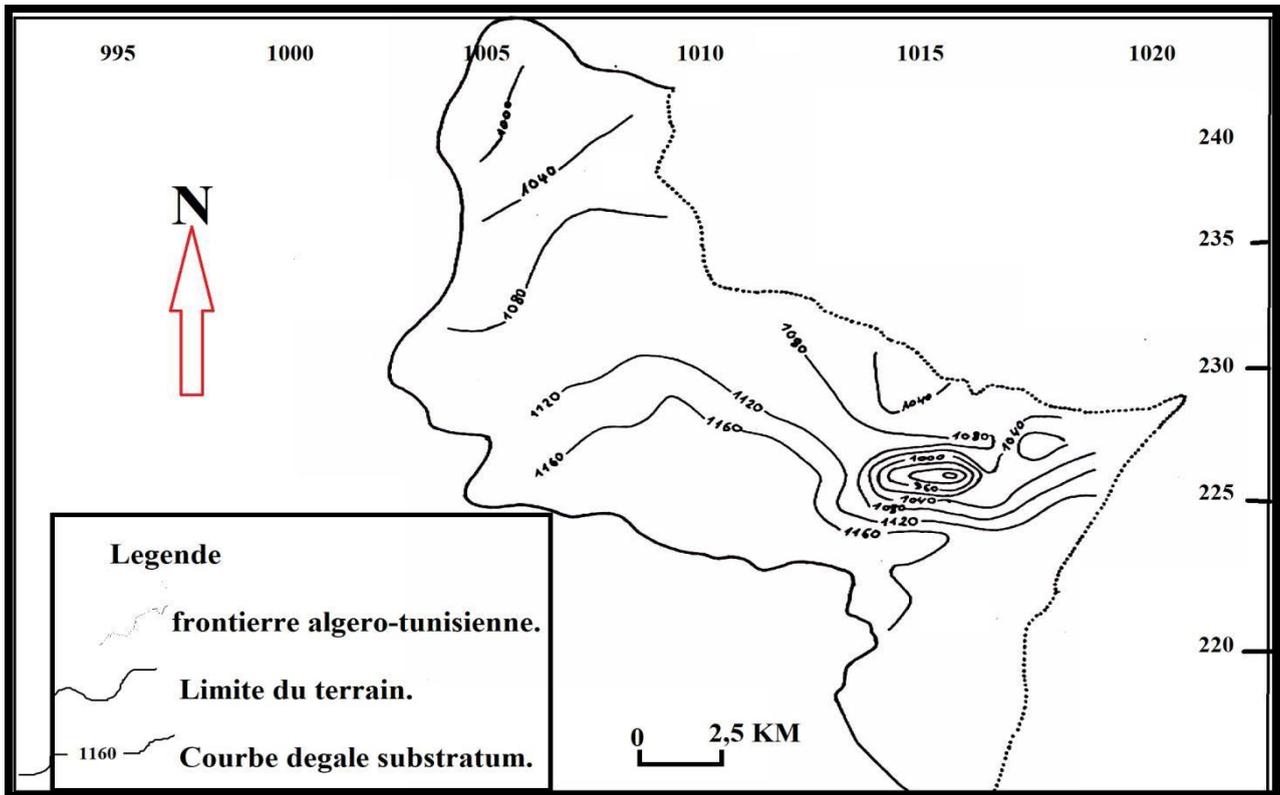


Figure 18 : Carte de substratum de remplissage moi-plio-Quaternaire

❖ INTERPRETATION DE LA CARTE DE SUBSTRATUM

La connaissance de plus grand nombre possible des sondages géoelectriques et forages atteignant le substratum du remplissage Mio-plio-quadernaire, nous à permit d'établir

Cette carte à s'avoir le changement de la profondeur du substratum, ainsi que de tiré les conclusions suivantes :

- La géométrie du substratum se présente sous une forme irrégulière montre que l'épaisseur du Mio-plio-quadernaire est en général très important à la bordure notamment dans la partie Nord- Est se forme de dépression d'une profondeur maximal de 880 m.
- Par contre la partie Nord - Ouest se caractérise par une forme régulière de profondeur atteint 1000 m. Le changement de la propagation de la profondeur du substratum met en évidence la possibilité d'une accumulation des eaux souterraines au niveau de Bouchebka.

6. CONCLUSION

La prospection géo électrique a mis en évidence la géométrie, l'étendue et l'épaisseur, d'une structure hydrogéologique favorable. Cette structure forme une zone d'effondrement camouflée par le profil montagneux de la surface, nous l'avons appelée la zone d'effondrement d'Ain Bouderi

A partir des deux profils de la corrélation avec la géologie, en peu dire qu'elle n'existe pas de corrélation entre la discrétion de ces profils et la géologie des deux forages exécutent

A. Etude géophysique de la région d'El Houdjbet

1. Introduction

L'étude géophysique par méthode électrique réalisée dans la région de Houdjbet comporte 4 profils de direction nord sud. L'étalement de ces profils corrèle dix sondages électriques pour chaque profil.

2. INTERPRETATION DES COUPES GEOELECTRIQUES

Les coupes réalisées montrent l'extension des niveaux aquifères composées principalement de sables et grées avec des résistivités qui varient entre 80ohm.m et 1000ohm.m.

Cette extension s'étale sur une distance de 4 km vers le Nord et 4 km vers l'Est. Les profondeurs des niveaux aquifères peuvent atteindre 200m.

Ces niveaux aquifères sont superposés sur un substratum marneux épais.

Les forages d'eau ayant reconnus ces niveaux aquifères sont au nombre de quatre forages (HS1-A89-A87 et Z1).

1.1. . Carte de l'épaisseur des formations perméables

Cette carte montre l'augmentation des épaisseurs des formations perméables de l'Est vers l'Ouest pour atteindre un maximum de 300m. Au niveau des zones Est les épaisseurs sont très faibles (une dizaine de mètres)

2.1. Carte des résistivités apparentes AB=1100m

Les valeurs varient entre 10 et plus de 400 ohm.m. Cette carte correspond à peu près à une profondeur d'investigation de 250m.

La zone de Hajra Safra correspond à une zone très résistante gréseuse.

Cette carte montre que le substratum marneux affleure à l'Est et s'approfondie à l'Ouest.

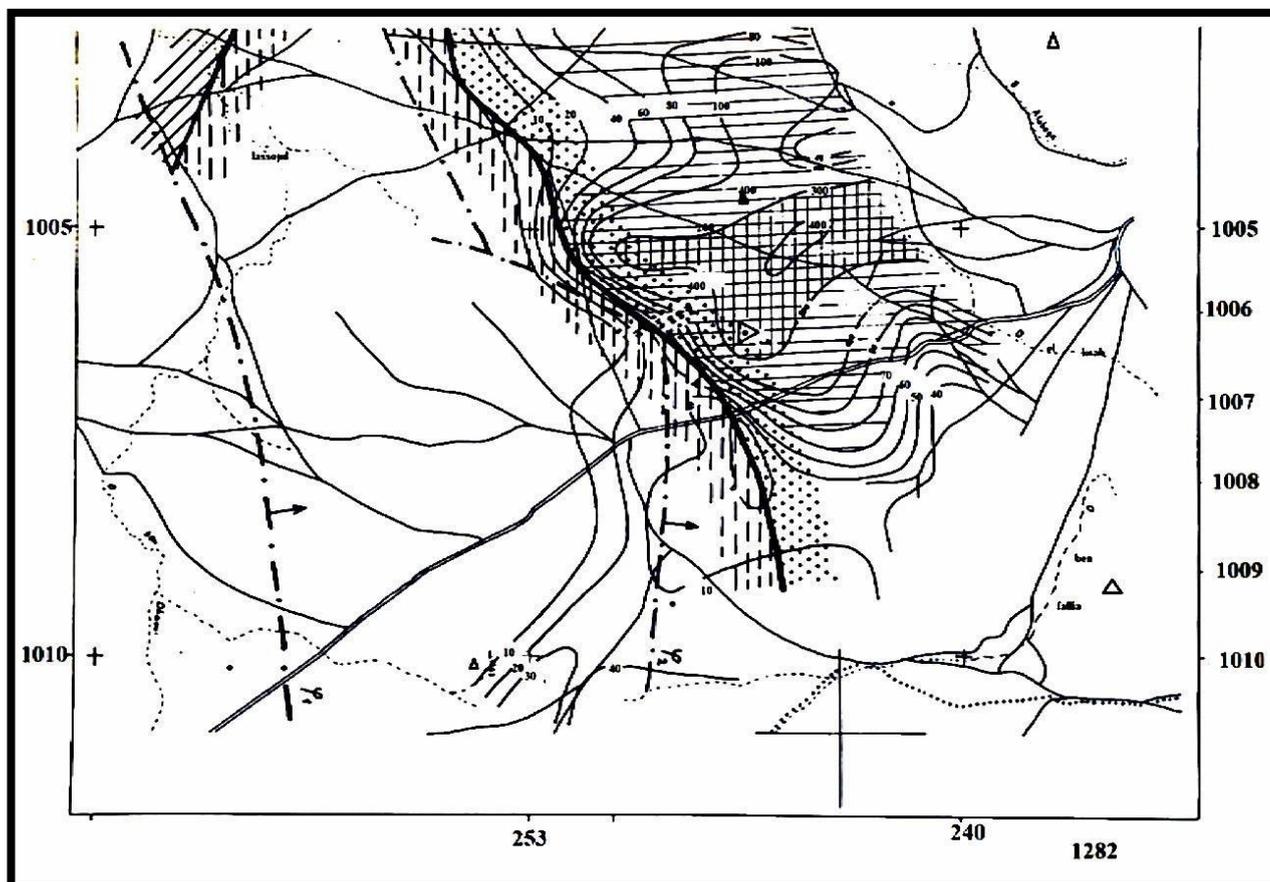


Figure 20 : Carte des résistivités apparentes AB=1100m.

Conclusion générale

Conclusion générale

A travers cette étude, par la détermination des caractéristiques:

géologique, géophysique, hydrogéologique on constate que la région d'étude est située à la partie Sud – Est de la Wilaya de Tébessa (commune d'El houldjbet) formant une cuvette d'une surface de 222, 65 km² et d'un périmètre de 87,5 km présentant une forme allongée avec un indice de compacité $K_c = 1,64$ et une altitude moyenne de 1150 m

Le traçage en plan des canaux de drainage naturels a permis de mettre en évidence que notre sous bassin est faiblement drainé avec une densité de drainage de 1.94 km / km².

L'étude hydrogéologique a permis de distinguer deux principaux aquifères:

- L'Aquifère à porosité interstice du remplissage d'âge Mio-plio quaternaire constitue la nappe superficielle,
- L'aquifère profond à porosité de fissure formé essentiellement par les calcaires et marno- calcaires d'âge Maestrichien supérieur.

L'analyse morphologique de la surface piézométrique révèle la présence de deux nappes ayant deux sens d'écoulement différents séparées par une ligne de partage des eaux de direction Sud-Nord due à un changement latéral de la perméabilité. Par ailleurs la circulation des eaux souterraines se fait suivant un gradient hydrologique très variable d'ordre 0,02 à El-houldjbet et de 0,006 à Bouchebka

La réinterprétation des données géophysiques montre que la région prospectée a une faible corrélation entre les coupes géo-électriques et les log-stratigraphiques surtout au niveau des profils E1s, E16 et 18b, 18c. Le substratum montre une dépression au niveau de Bouchebka formant une structure hydrogéologique favorable, par contre au centre du sous bassin il est plus proche de la surface constituant une limite entre les deux systèmes aquifères.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ D'effondrement de Tébessa, Mémoire de fin d'études (D. E .U.A) université de Tébessa(1993).
- ❖ Direction de L'hydraulique de Tébessa. (D.H.W.T).
- ❖ Etude hydrodynamique de la nappe alluviale de la plaine
- ❖ Etude hydrogéologique, du sous bassin El Houdjbet – Bouchebka Wilaya de Tébessa.Mémoire de fin d'études (D. E .U.A) université de Tébessa (1996).
- ❖ G. CASTANY : Principes et méthodes de l'hydrogéologie.
- ❖ La carte géologique provisoire d'El Malabiod. 1/100 000.
- ❖ La carte topographique N° : 206 du Tébessa. 1/50 000.
- ❖ La carte topographique N° : 235 d'El Malabiod. 1/50 000.
- ❖ La carte topographique N° : LXXXII du Bouchebka. 1/50 000.
- ❖ La Station Météorologique de Tébessa : Les Données climatologique.
- ❖ Logs stratigraphique des Forages.
- ❖ Rapport de la prospection géophysique de la région d'El Houdjbet.
- ❖ Rapport de la prospection géophysique de la région de Bouchebka.

Annexe

Annexe

Tableau 1 : Inventer des points d'eau

X	Y	NIVEAU PIEZOMETRIQUE
1024.6	230.85	1068.13
1023.35	229.5	1082.56
1021.15	231.4	1090
1019.75	219.75	1100
1018.55	230.86	1060
1017.7	232.02	1050
1014.35	234.6	1170
1014.2	233.55	1180
1012.45	234.85	1250
1010.15	235.7	1171.7
1010.7	237.85	1180.4
1010.05	239.95	1178
1008.35	239.45	1110
1008.2	239.55	1110
1006.65	240.7	1053.72
1005.1	241.7	1100
1004.8	241.4	1056
1004.7	240.8	1100
1006.05	240.15	1045.55
1006.2	239.2	1021.55
1008.9	236.4	1081.58
1009.7	233.95	1184
1011.15	233.4	1191.8
1011.04	231.38	1167
1013.55	230.45	1192.5
1013.06	228.7	1170.7
1016.2	226.7	1167
1018	226.35	1161.4
1020.4	224.3	1138
1018.75	223.1	1140
1008.55	229.3	1136
1007.35	231.9	1121
1007.5	232.95	1122
1006.6	233.5	1098.5
1005.05	232.1	1100
1003.05	231.55	1065.8
1003.5	231.45	1065.9
1005.5	236.4	1126

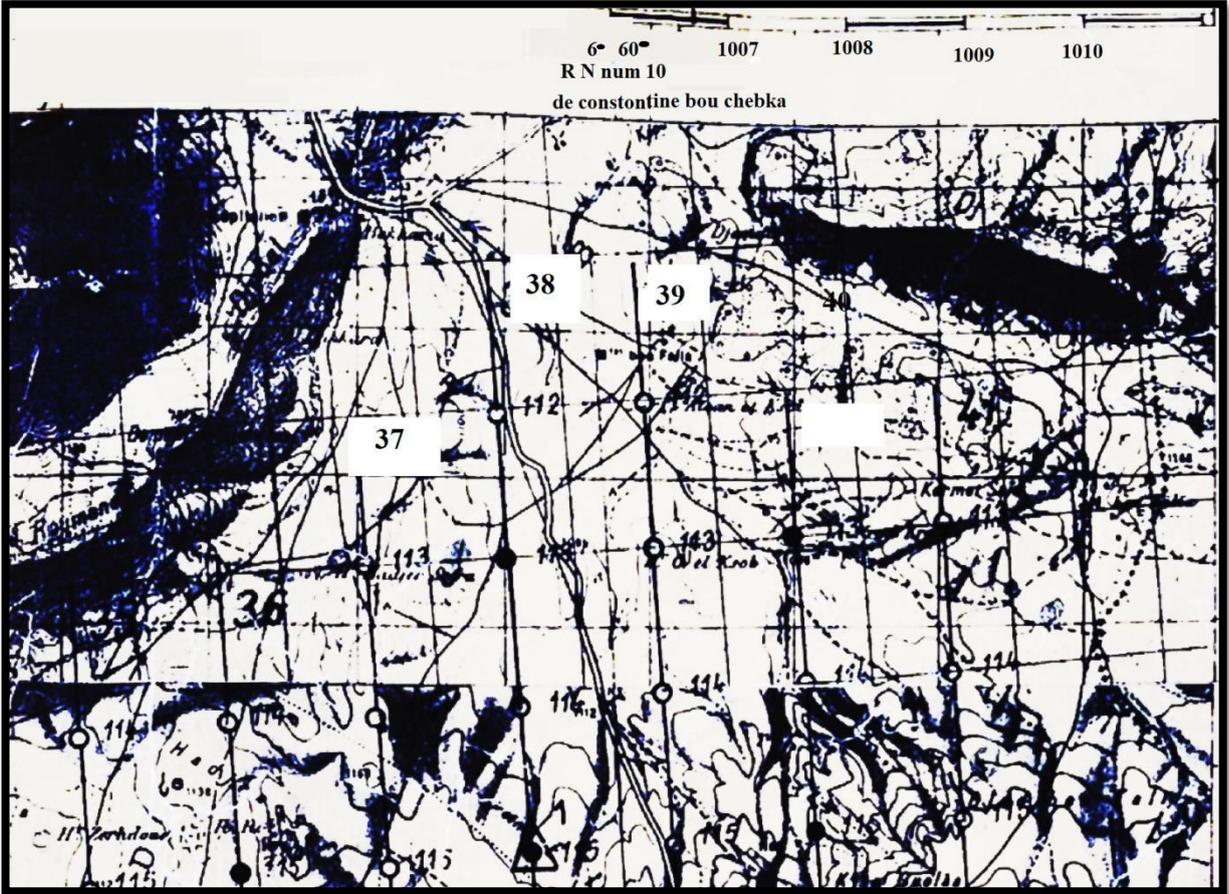


Figure1 : Carte de position de l'étude géophysique de la région d'El Houdjbet

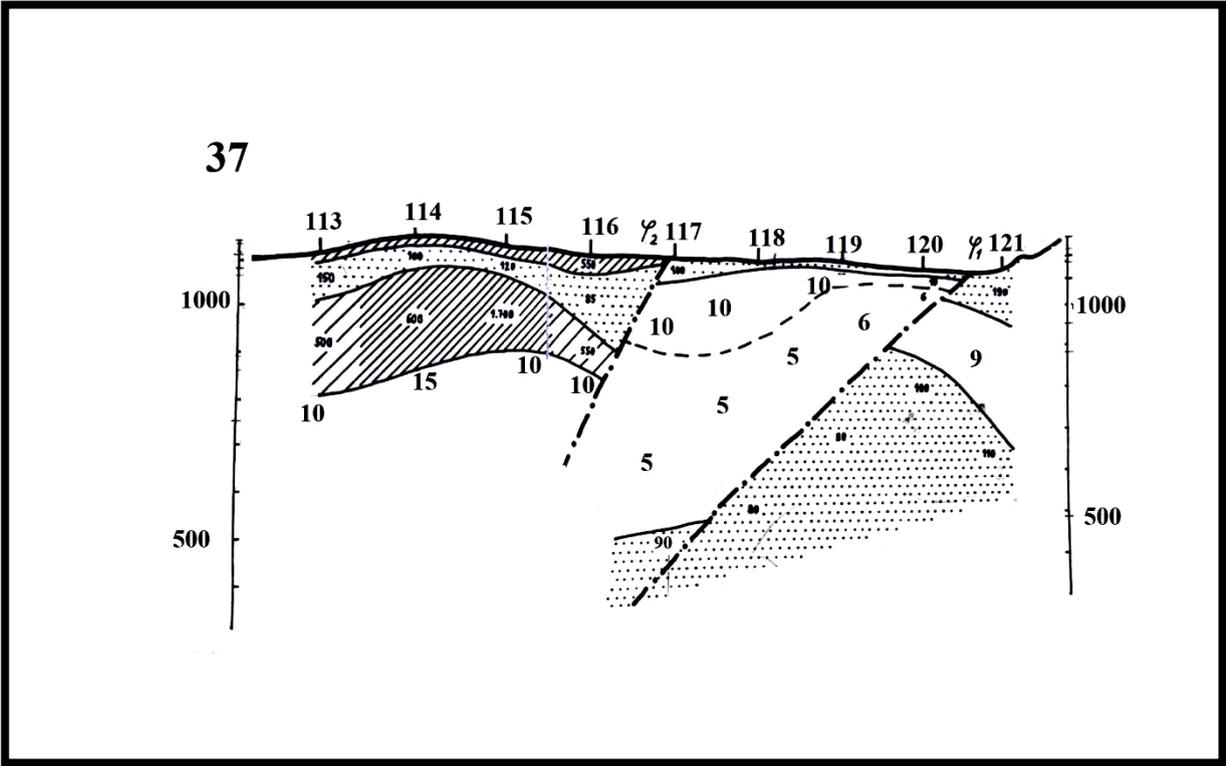


Figure 2 : Profil Geo-électrique 37

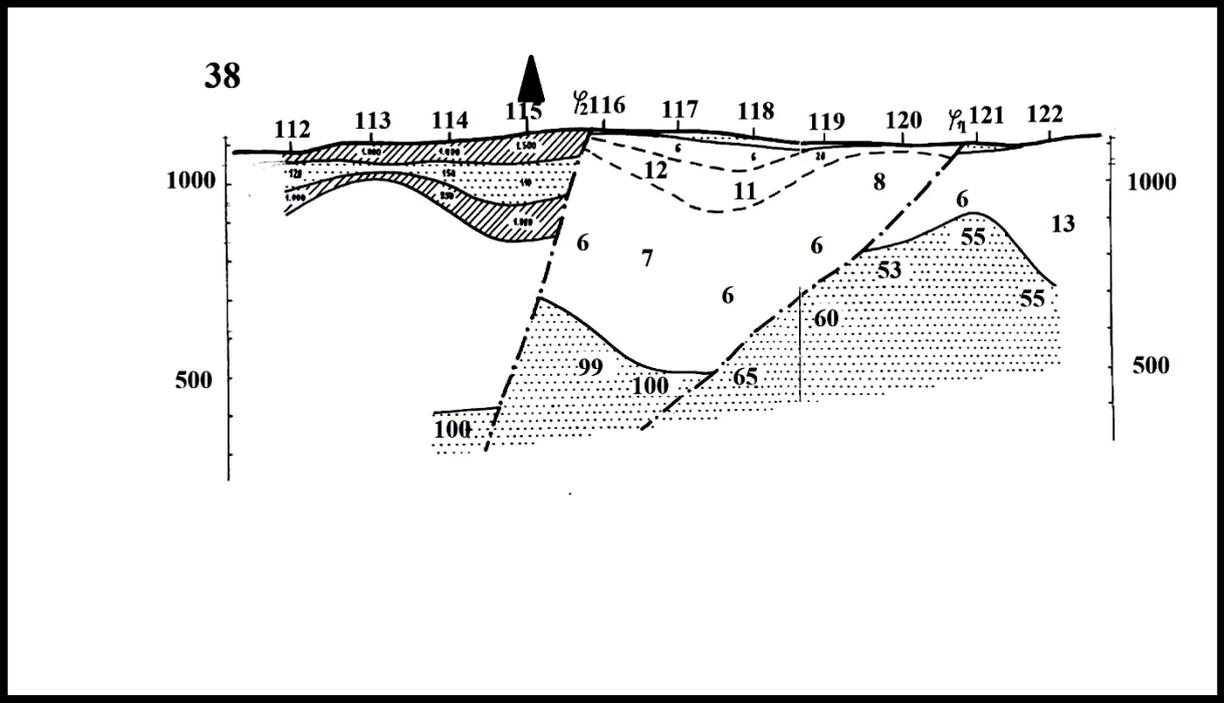


Figure3 : Profil Geo-électrique 38

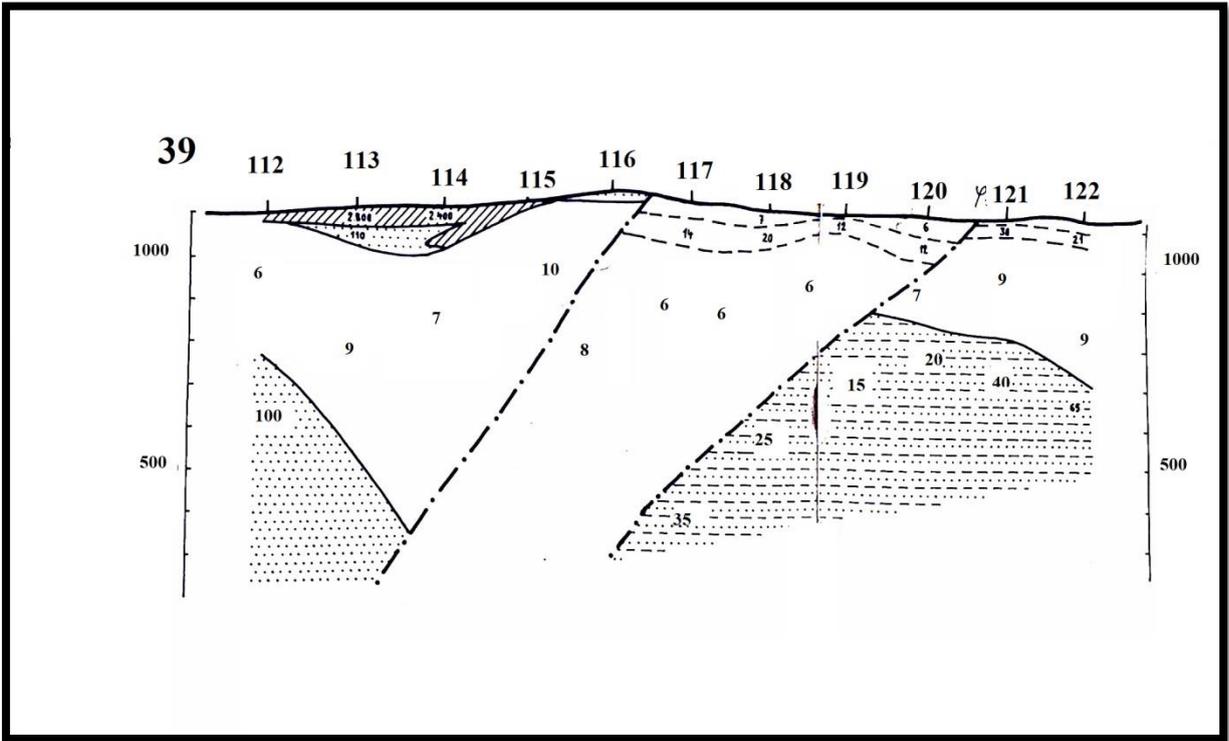


Figure 4 : Profil Geo-électrique 39

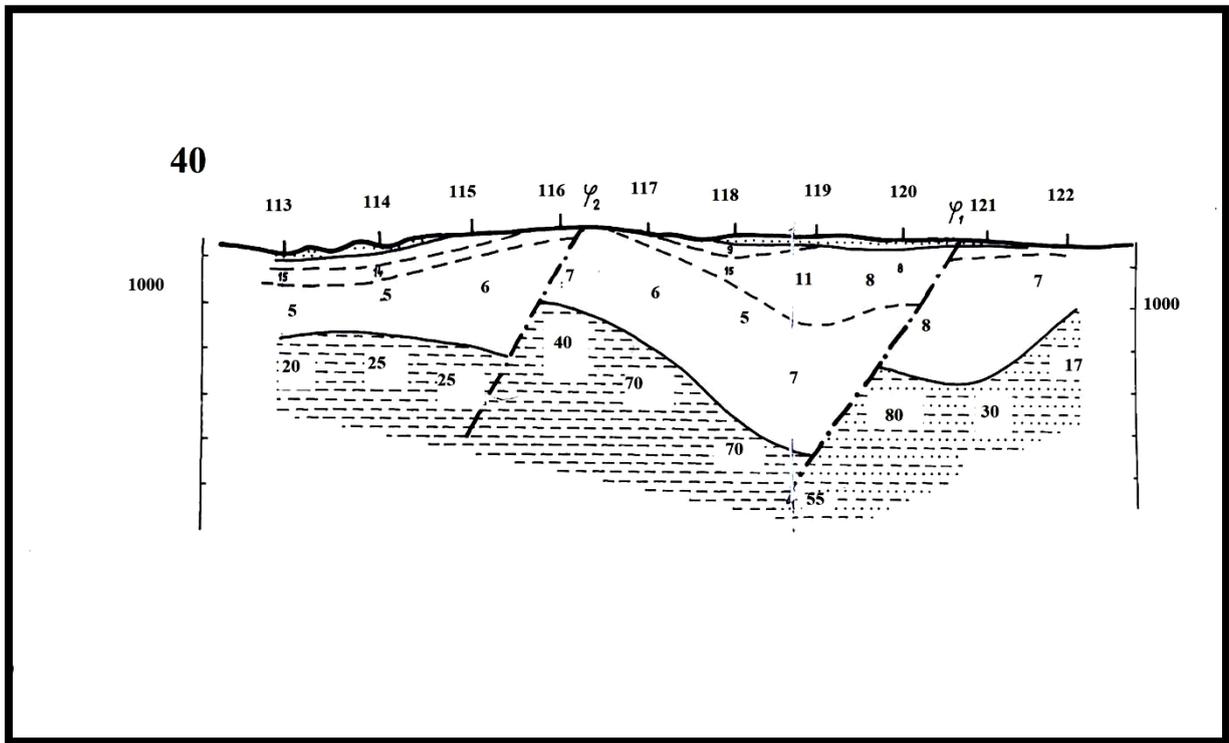
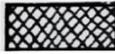
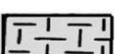


Figure 5 : Profil Geo-électrique 4

LEGENDE DES COUPS
STRATIFICOTION GEOELECTRIQE

Echelle approximat de reseistivite

	ohm PLUS QUE 30 .	<i>Tanche resistente superficielle (encroûtement, Conglomérat, éboulis)</i>
	200 a 300.	<i>Alternance gresseuse de Miocène .</i>
	50 a 800 .	<i>Barre Calcaire du Maestrichtien .</i>
	de 2 a 800.	<i>Alternance Marseuse .</i>
	de 20 a 100 .	<i>Facies Marno-Calcaire .</i>
	plus que 20.	<i>Tranche Resistante (Emscherien) .</i>

ECH
V = 1\5000
H = 1\25000

Figure 6 : Légende des coupes.

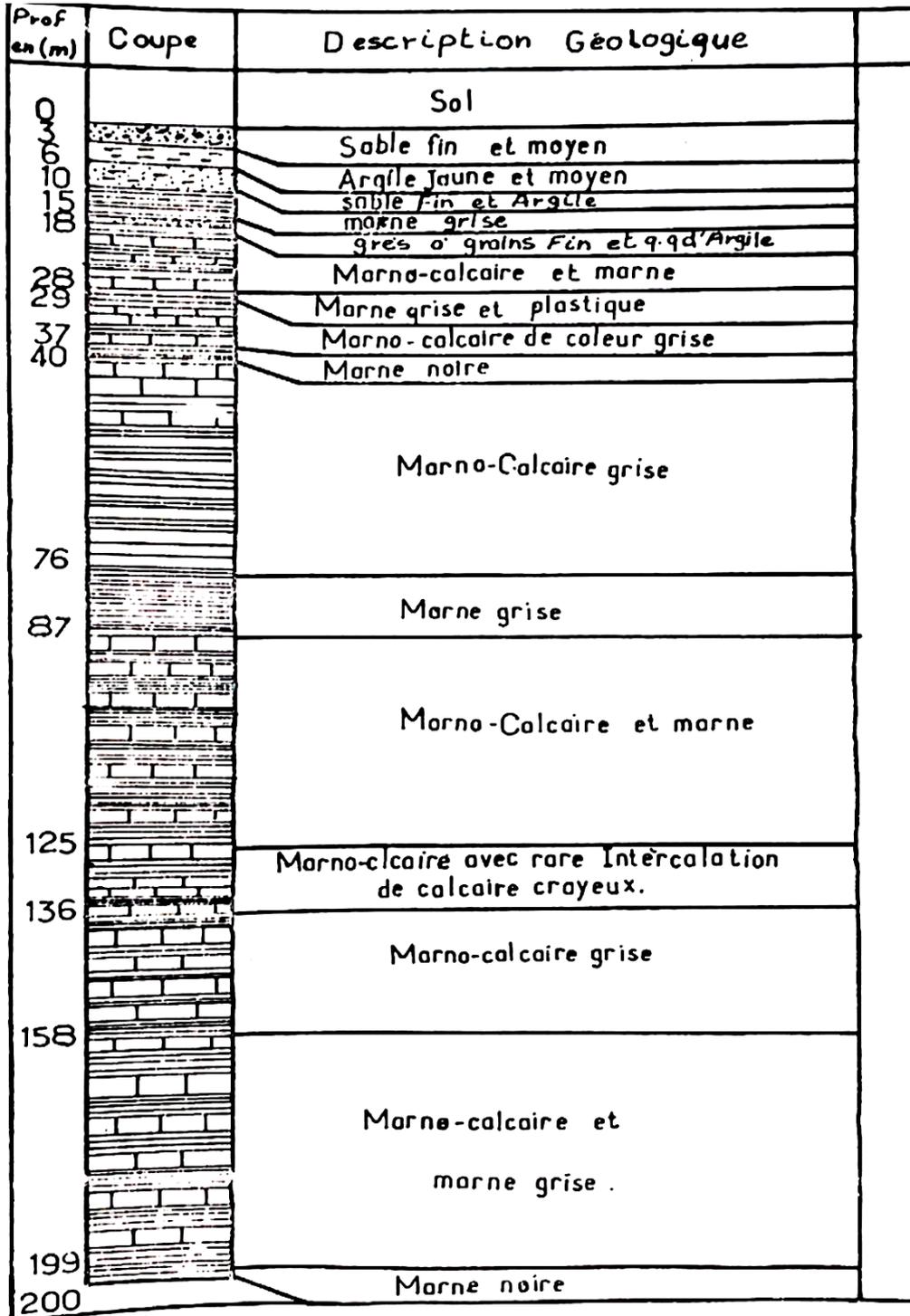
Forage: BO1

X: 364.20

Y: 1140.00

Z: 1140.00

ECH: 1\1000



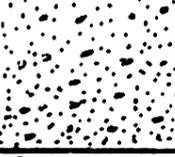
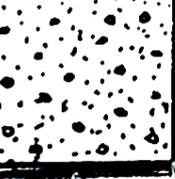
Forage: HS1

X: 1006.20

Y: 239.20

Z: 1070.00

ECH: 1\1000

Prof du Forage (m)	Coupe	Description Géologique
0		
20		Sable grossier a gravier fin . blanc à grun, matrice sableux .
36		Sable moyen et grossier avec gravier .
60		Sable a gravier silicieux matrice sableux .
79		Sable grossier, blanc + cutting de silex .
100		Marne grisse .

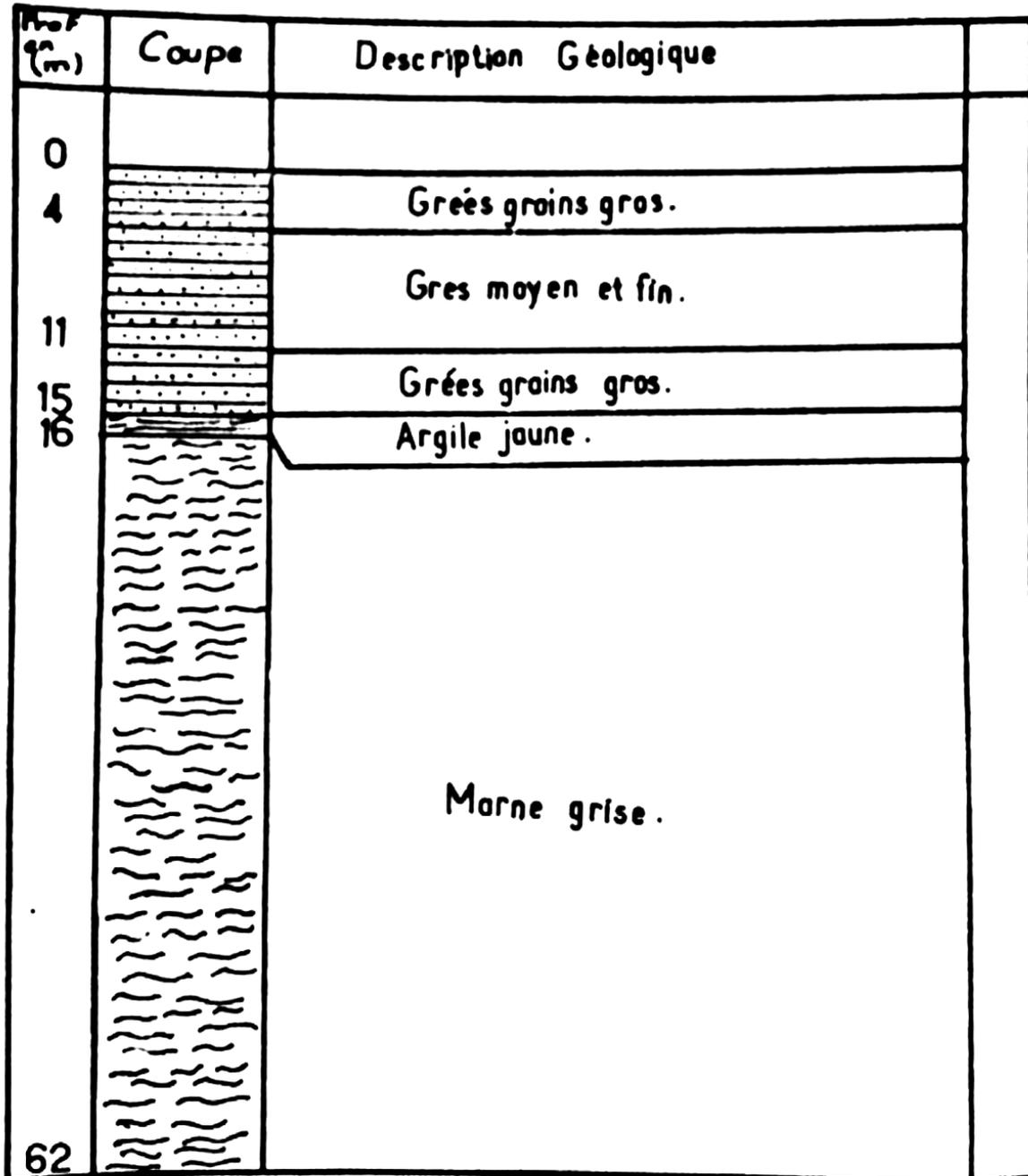
Forage: BO2

X: 370.25

Y: 316.85

Z: 1075.00

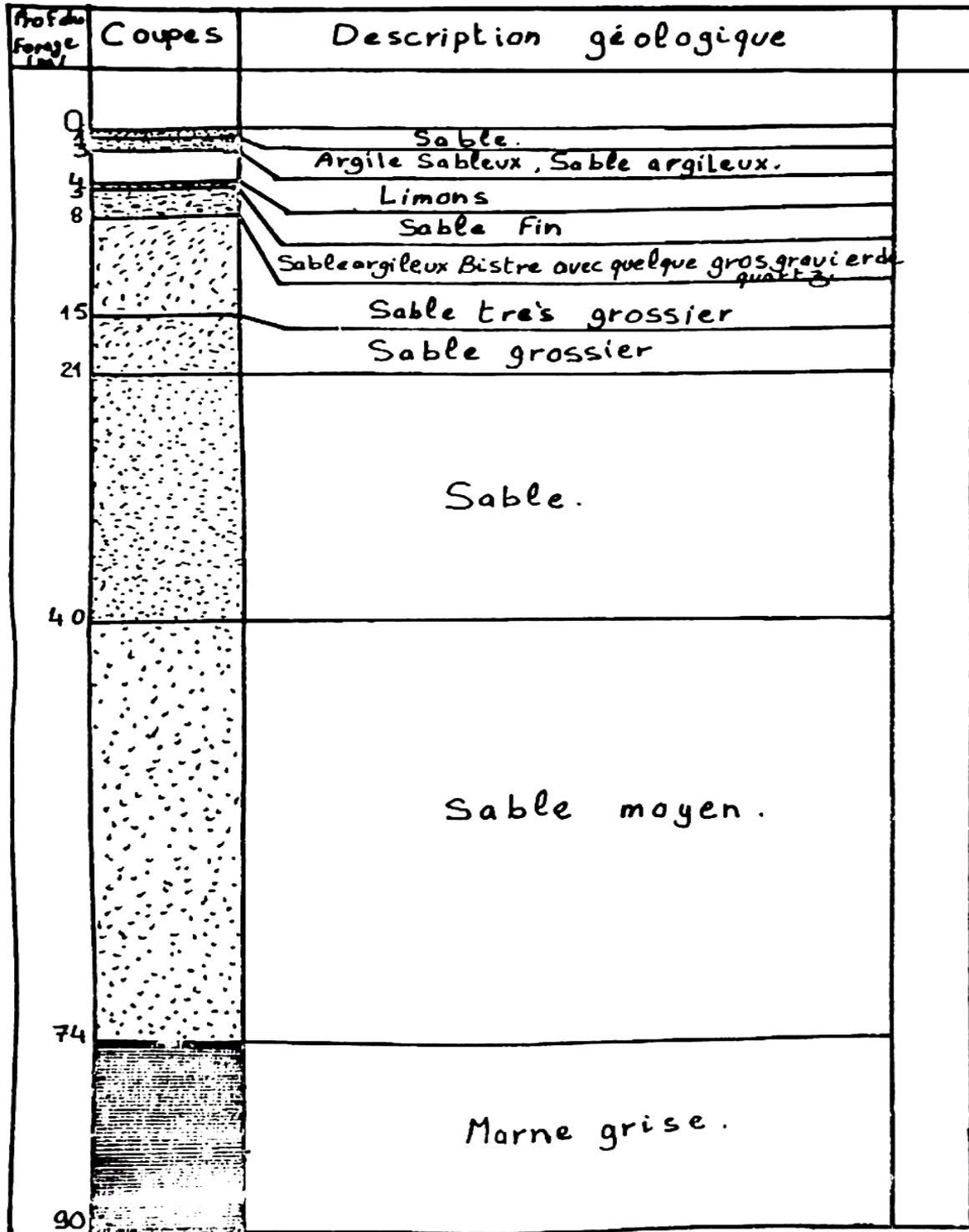
ECH: 1/500



Forage: Z1

X: 1006.05 Y: 106.05 Z: 1080.00

ECH: 1/500



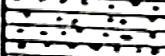
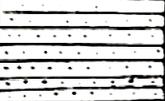
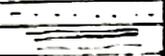
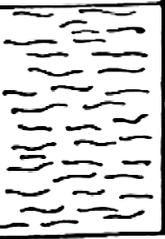
Forage : BO3

X: 369.05

Y: 215.00

Z: 1100.00

ECH : 1\500

Prof en(m)	Coupe	Description Géologique
0		
4		Sol - Argile brune.
7		Grès de grain Gros et moyen.
11		Grès de grain Fin et moyen.
17		Grès de grain gros et moyen.
19		Grès avec Argile jaune.
32		Grès De grain Gros et moyen.
36		Grès de grain gros et galet.
45		Grès de grain Fin et moyen.
47		Argile jaune
54		Argile noire
70		Morne Noire.

