

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université de Jijel
جامعة جيجل



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم الأرض و الكون

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en géologie
Spécialité : Géologie de l'ingénieur

Thème

*Etude géologique et géotechnique du P.O.S N°2
De Béni Yadjis, wilaya de Jijel*

Présenté par : Salima Mimoune
Ahlem Boufenchoucha

Soutenu publiquement le : 29/06/2013.

Devant le jury composé de :

Président : BOUHENOUNA. A
Encadreur(s) : BELALA. Z
Examineur(s) : KEBAB. H



Année Universitaire 2012/2013

SOMMAIRE

Les listes (figures, tableaux, photos).....	1
Résumé.....	3
Abstract.....	4
Introduction.....	5

CHAPITRE I : GENERALITES

I.1 Introduction.....	6
I.2 Situation géographique de secteur étudié.....	6
I.3 Relief et topographie.....	7
I.4 Les pentes.....	7
I.5 Climatologie.....	8
a. Précipitation.....	9
b. Température.....	9
c. Vents.....	9
I.6 Hydrographie.....	9
I.9 Végétation.....	10

CHAPITRE II : ETUDE GEOLOGIQUE

II.1 géologie régionale.....	11
II.1.1 Introduction.....	11
II.1.1.1 Les formations cristallophylliennes du socle kabyle.....	11
II.1.1.2 Les dépôts de l'Oligo- Miocène kabyle.....	12
II.1.1.3 Les formations olistostromique.....	12
II.1.1.4 Le complexe volcano-sédimentaire(C.V.S).....	12
a. Un ensemble basal (200à300m d'épaisseur).....	12
b. Un ensemble sommital (150à200m d'épaisseur).....	12
II.1.1.5 Les formations de type flysch.....	13
II.1.1.5.1 Le flysch de Guerrouch (flysch mauritanie.....	13
II.1.1.5.2 Le flysch massylien.....	13
II.1.1.5.3 le flysch Numidien.....	13
II.1.1.6 Les formations telliennes.....	13
II.1.1.7 Les dépôts Néogènes.....	13
II.1.1.7.1 Les formations du Mio- Pliocène.....	13
II.1.1.7.2 Les formations Quaternaires.....	14
a. Les dunes de sable.....	14
b. Les alluvions.....	14
II.1.1.8 Les roches magmatiques.....	14
II.1.2 Aspect structural de la partie occidentale de la petite Kabyle.....	15
a. Déformations cassantes.....	15
b. Déformations ductiles.....	15
c. Les charriages.....	16
II.1.3 Dispositif structural de la région de Jijel.....	16
II.2 La géologie locale.....	16
II.2.1 Les formations cristallophylliennes de socle kabyle.....	16

II.2.2 Les formations numidiennes.....	16
II.2.3 Les formations des flyschs (le flysch massylien).....	17
II.2.4 Les formations telliennes.....	17
II.2.5 Le trias.....	17
II.2.6 Les formations quaternaires.....	17
II.2.7 Caractéristique lithostratigraphie de Béni Yajis.....	18
II.3 Sismo-tectonique.....	18
II.3.1 Aperçu sismique.....	19
II.3.2 La carte sismique de la région de Jijel.....	20

CHAPITRE III : HYDROLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

III.1 Introduction.....	22
III.2 Hydro climatologie.....	22
III.2.1 Analyse des paramètres climatique.....	22
III.2.2 Les précipitation.....	22
III.2.2.1 Précipitation moyennes mensuelles	23
III.2.3 La température.....	24
III.2.4 La relation entre la précipitation et la température.....	25
III.2.5 Autres paramètres.....	25
III.2.5.1 L'humidité relative.....	25
III.2.5.2 L'évaporation.....	26
III.2.6 Le bilan hydrologique.....	27
III.2.6.1 Calcule de l'évapotranspiration potentielle(ETP).....	27
III.2.6.2 Calcule de l'évapotranspiration réelle (ETR).....	27
III.2.6.3 Interprétation du bilan hydrologique selon thornthwaite.....	28
III.2.6.4 Exploitation du bilan hydrologique.....	29
III.3 Hydrogéologie.....	29
III.3.1 Les grands ensembles lithologiques.....	29
III.3.2 Perméabilité des différentes formations lithologiques et des formations superficielles.....	30

CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE

IV.1 Introduction.....	32
IV.2 Campagne de reconnaissance géotechnique du site étudié.....	32
IV.2.1 Les essais in- situ.....	33
a. Essais de pénétromètre dynamique.....	33
b. Sondage carottée.....	33
IV.2.2 Essais de laboratoire.....	35
IV.2.2.1 Les essais physique.....	35
a. Degré de saturation.....	35
b. Teneur en eau naturelle.....	35
c. Les densités.....	35
d. Analyse granulométrie.....	36
e. Limite d'Atterberg.....	36
IV.2.2.2 Les essais mécanique.....	36
a. Cisaillement rectiligne.....	36
b. Essais compression à l'Oedomètre.....	37

IV.2.3 Les analyses chimiques.....	37
IV.3 Estimation de la capacité portante du sol.....	38
IV.3.1 Estimation de la capacité portante du sol par méthode(P.D.L.P).....	38
IV.3.2 Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire.....	39
IV.4 Estimation des tassements de consolidation primaire.....	40
IV.5 Conclusion.....	43

HAPITRE V : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATION

V.1 Conclusion générale.....	44
V.2 Recommandation.....	45
Références bibliographiques.....	46
Annexes.....	48

Liste des figures :

Fig.I.1 : Carte de situation géographique de la commune de Béni Yadjis.....	6
Fig.I.2: Carte de Situation de POS étudié.....	7
Fig. I.3 : Carte des Pentes du POS N°02de Béni yadjis	8
Fig I.4: Le réseau hydrographique de la commune de Béni Yadjis.....	9
Fig II.1: Carte structurale de la terminaison occidentale de la Petite Kabyle.....	11
Fig II.2 : Coupe géologique Ouest-Est, parallèle au trait de coté, illustrant le schéma structural du bassin Néogène de Jijel.....	14
Fig II.3: Coupe géologique Nord-Sud, parallèle à la route Jijel-TeXenna, illustrant le schéma structural du bassin Néogène de jijel	15
Fig II .4 : Extraire de la carte géologique de l'Ouest de la chaine Numidique.....	17
Fig II.5 : Coupe géologique N-S de la région de Béni Yadjis.....	17
Fig II.6 Coupe géologique E-W de la région étudié.....	18
Fig II.7: Carte sismique d'Algérie selon le R.P.A.....	20
FigII.8 : Contexte Sismo-Téchtionique de la région de Jijel-Bougie.....	22
Fig III.1 : Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel.....	23
Fig III.2 : Précipitation moyennes mensuelles (2002_2012).....	24
Fig III.3 Température moyenne mensuelle (2002-2012).....	25
Fig III.4: Diagramme Ombrothémique (2002-2012).....	25
Fig III.5: L'humidité relative (stasion de EL Agram Série (2003-2012).....	26
Fig III.6 : Bilan hydrologique par la méthode de thornthwaite (Barrage El Agram, 2002-2012).....	28
Fig IV.1: Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique.....	32
Fig IV.2 : Profil géotechnique AA'	34

Liste des tableaux :

Tab III. 1 : Les cordonnées de station météorologique de barrage EL Agram.....	22
Tab II.2 : Précipitation moyennes mensuelles (barrage El Agram ; 2002-2012).....	23
Tab II.3 : Température moyenne mensuelle (barrage EL Agram ; 2002_2012).....	24
Tab II.4 : L'humidité relative de la période récente (barrage El Agram2003-2012).....	26
Tab II.5 : les valeurs moyennes mensuelles d'évaporation(barrage El Agram,2002-2012)..	26
Tab II. 6 : Résultats de calcul de l'évapotranspiration potentiel et l'évapotranspiration réelle selon Thornthwaite.....	28
Tab II.7 : Perméabilité des différentes formations du bassin versant.....	32
Tab IV.1: Les paramètres physiques des sols(L.T.P.E.2011).....	35
Tab IV.2 : Analyse granulométrie des sols(L.T.P.E2011).....	36
Tab IV.3 : Résultats des essais de limites d'Atterberg (L.T.P.E; 2011).....	36
Tab IV.4 : Résultats des essais de cisaillement à la boite (L.T.P.2011).....	36
Tab IV.5: Résultats d'essai de compressibilité(L.T.P.E.2011).....	37
Tab IV.6 : Analyse chimique des sols.....	37

Tab IV.7 : Résultats de calcul de la capacité portante du sol de fondation.....	38
Tab IV.8 : Résultats de calcul de capacité portante à partir des essais de Laboratoire.....	40
Tab IV.18 : Valeurs des tassements en fonction de la charge transmise à la fondation.....	42

Liste des photos :

Photo II.1 : Terrain argile (graveleux), limon et bloc des grés susceptibles.....	19
Photo V.1 : Argile (ravinement).....	33
Photo V.2 : Argiles et gravier+bloc de grés.....	33
Photo V.3 : Glissement (sol argileux-gypseux).....	34
Photo V.4 : Sol argileux à pente fort.....	34
Photo V.5 : Argile+bloc à fort pente.....	34

Résumé :

Ce mémoire présente une contribution à l'étude géologique et géotechnique du P.O.S N°2 de Bouderaï Beni Yadjis.

Le site du P.O.S est localisé dans la région de Ras EL Bour au Sud-Est de la commune de Béni Yadjis, il est caractérisé par une topographie chaotique, dont la déclivité est plus ou moins forte. Hydro-géologiquement, on note que le sol est imperméable.

La lithologie est représentée par des argiles graveleuse caillouteuse et marneuse, des argiles plastiques et blocs des grés fissuré.

De point de vue géotechnique, la réalisation des essais d'identification du sol et des essais mécaniques nous a permis d'identifier la qualité de ce sol.

La nature lithologique, la topographie ainsi que la morphologie du terrain et surtout la présence d'eaux dans le sol, constituent les principaux facteurs qui déclenchent les risques dans ce P.O.S, dont les glissements présentent des risques majeurs. La mise en place des techniques de protection contre ces risques est fortement recommandée.

La combinaison de plusieurs paramètres (géologique, morphologique, hydrogéologie et géotechnique) nous a permis enfin de zoner le P.O.S.

Mots clés : P.O.S, Béni Yadjis, Ras El Bour, déclivité, argiles graveleuse caillouteuse, marneuse, argiles plastique, blocs fissuré, glissement.

Abstract

This memory presents a contribution to the geological and geotechnical investigation of the P.O.S N°02 of Boudraa Béni Yadjis.

The site of the P.O.S is localised in the area of Ras El Bour in the south-east of the commune Béni Yadjis, it is characterized by a chaotic topography, whose declivity is more or less strong. Hydrogéological, that the soil is impermeable.

Lithology is represent by clays gravelly stony and marly and clays figure and blocks fissured

From geotechnical point of view, the realization of the classification tests of the ground and essais mechanical allowed us to identify the quality of this soil.

Lithological nature, topography, as well as the morphology of the ground and especially the presence of water in the soil constitutes the principal factors which start the risks of P.O.S, whose shifts present majors risks .the installation of the technique of protection against these risk is friction recommended.

The combination of several parameters (geological, morphological, hydrogeology and geotechnics) allowed us finally zoner the P.O.S.

Key words: P.O.S, Béni Yadjis, Ras El Bour, declivity, argiles gravelly stony, marly, clays figure, blocks fissured, slop.

Introduction générale :

A l'amont de tout projet d'aménagement ou de construction, l'étude géologique et géotechnique de l'assiette est d'une importance capitale car c'est de ces paramètres que l'ouvrage tire sa pérennité, à travers la caractérisation géologique on détermine la nature, géométrie et l'extension des différentes unités lithologiques ainsi que leurs relations mutuelles.

Quant à l'étude géotechnique, elle permet de connaître les paramètres physico-chimiques du sol étudié, sa capacité portante, le tassement qui en résulte, ainsi que d'autres paramètres indispensables pour déterminer les conditions aux limites pour la stabilité des ouvrages.

Le plan d'occupation des sols (POS) est un document local de planification réglementaire d'occupation et d'utilisation des sols, établis pour le moyen terme (10 à 15 ans); ce document d'urbanisme est obligatoire, il aide à préserver l'avenir. Son rôle consiste à ménager les équilibres entre habitat, activités économiques et milieu naturel. Il concerne toutes les propriétés, qu'elles soient privées ou publiques.

Notre périmètre de POS qui est situé au Nord de l'Algérie dans la wilaya de Jijel, la daïra de Djimla, notre étude est pour avoir une vision claire sur les différentes informations qualitatives sur les contextes : morphologique, géologique et géotechnique, en vue de son aménagement et pour développer aussi l'urbanisation et la constructibilité de la commune de Béni Yadjis. Le P.D.A.U établi pour la commune de Béni Yadjis parmi des POS ; le **POS⁰02** dans lequel ils vont positionner **LYCEE 200-800 REPAS BEN YADJIS**.

Cette dernière a été effectuée en 2011 par le laboratoire de travaux publics EST-JIJEL(L.T.P.Est).

I.1. Introduction :

N'importe quelle étude d'un site ou d'une région que ça soit géologique ou géotechnique ne peut être totalement perçue sans un aperçu des conditions socio-économiques, et historiques de la région d'étude.

I.2. Situation géographique de secteur étudié :

La commune Boudiaa Béni Yadjis est située à l'extrême Sud de la wilaya de Jijel, à 42 km du chef-lieu de la wilaya et à 15 km du chef-lieu de la daïra de Djimla, avec une superficie de 80.09 km² et une population de 10680 habitant .Elle est traversée au Nord et à l'Est par la route national n^o77 reliant le chef-lieu de wilaya et Djimla ; (Fig.I .2):

- **A l'Est** : la commune de Djimla.
- **A l'Ouest** : la commune d'Iragguene.
- **Au Nord** : Les communes de Texenna et Selma ben Ziada.
- **Au Sud** : les communes de Tassadane (wilaya de Mila) et Ain sebt (wilaya de Setif).



Fig.I.1 : Carte de situation géographique de la commune de Béni Yadjis (rapport révision PDAU Boudriaa Béni Yadjis(phase -1 ;2009-2012),échelle 1/50.000)

Le POS n^o02 se situe au Sud-Ouest de l'agglomération secondaire de Ras el Bour, Il s'étend sur une superficie de 0.2639km² ; le P.O.S est limité par :

- **Au Nord** : par l'A.C.F Tissetine.
- **A l'Est** : par machta Tamera.
- **Au Sud** : par la commune de Tassadan.
- **A l'Ouest** : par les terrains agricoles.

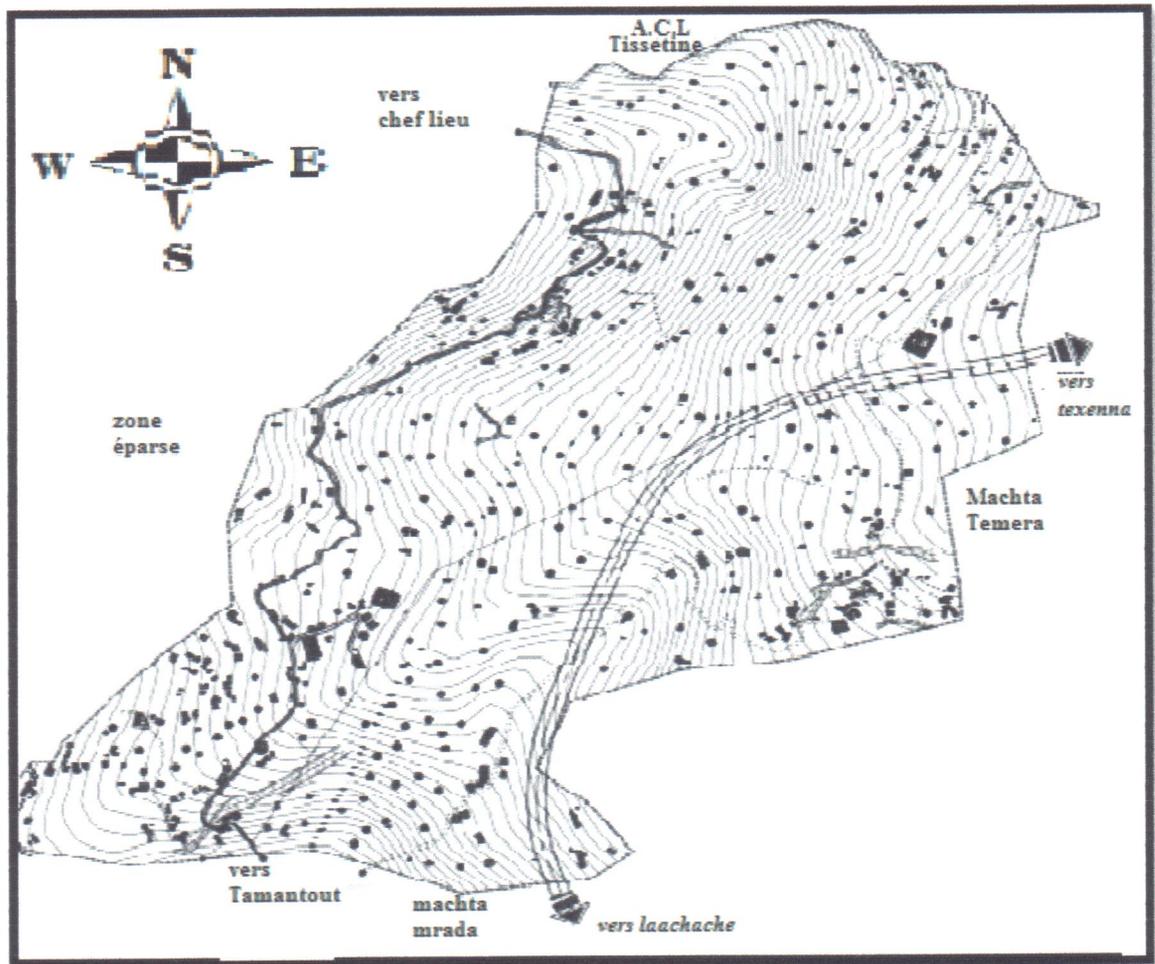


Fig.I.2: Carte de Situation de POS étudié (rapport révision PDAU Boudriaa Béni Yadjis)
(phase -1 ;2009-2012,échelle 1/50.000)

I.3.Relief et topographie :

La commune de Béni Yadjis est caractérisé par son relief montagneux accidenté ; puisque près de 80 % de la surface du commune est domine par des pentes supérieures à 20%.le plus haut sommet de la commune est la montagne de Tamezghida, avec un hauteur de 1598 m et en trouve :

- Djebel M'Rabbaa a l'Est de la commune.
- Djebel Ben Mjoib au Sud.
- Djebel El Kala(1296m)et djebel Taghouranr a l'Ouest .

En ce qui concerne les oueds, elle est traversée par Oued El Kbir.

I.4.Les pentes :

Après la réalisation de la carte des pentes nous avons constaté que le relief de la zone présente de brusque changement de pentes d'un endroit à l'autre permettant de diviser le site en quatre grandes zones :

- Classe I : (0à10%)** Les pentes faibles sont réparties dans la partie méridionale à savoir la partie Sud et la partie Sud-est du P.O.S.
- Classe II :(10à20%)** les pentes moyennes occupent la plus part des zones de POS.
- Classe III :(20à30%)** les pentes fortes situées la plus part dans la partie Nord de POS.
- classe IV :>30%** les pentes très fortes caractérisent différentes zones du POS.

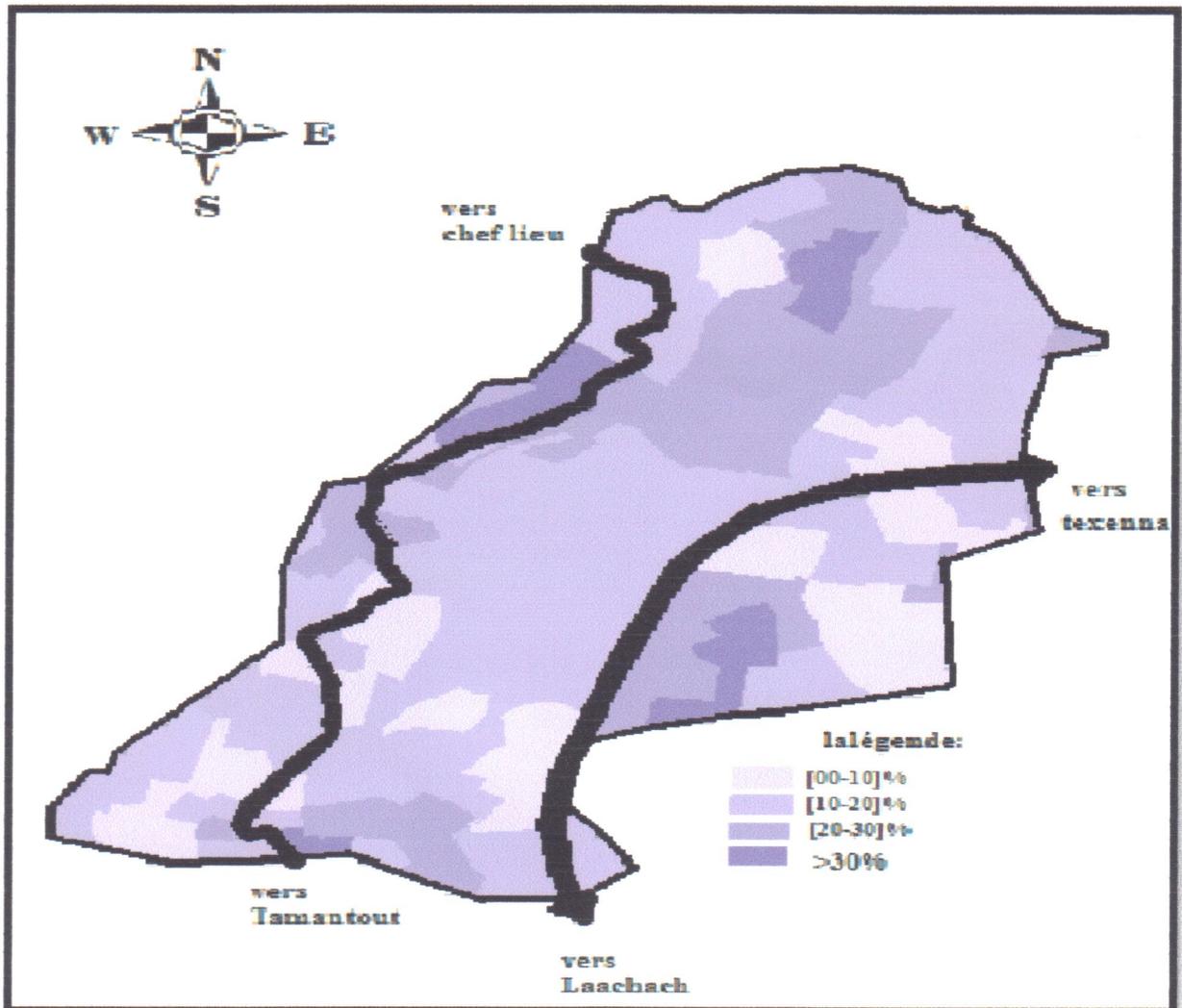


Fig. I.3 : Carte des Pentes du POS N°02 de Beni yadjis (échelle 1/50000).

I.5.Climatologie :

La région de Beni Yadjis fait partie de la zone à climat méditerranéen humide et pluvieux en hiver et chaud et sec en été. Les vents sont généralement modérés. Elle est assez riche en ressources hydrique. L'analyse des données climatiques de la station météorologique de Taher (Achouat) fait ressortir :

a. précipitation :

La commune de Béni Yadjis est caractérisée par de fortes pluies à partir du mois de Septembre au mois de Janvier, puis une décroissance régulière jusqu'au minimum pendant l'été.

Les précipitations annuelles varient entre 1000mm et 1300mm par an.

b. Température :

La moyenne générale annuelle des températures est d'environ 18°C, le mois le plus chaud est Aout avec une moyenne de 30°C, et le mois le plus froid est celui de Janvier avec 08°C en moyenne.

c. Vents :

Les vents dominants sont ceux du Nord-Ouest et de Nord-Est. Il souffle avec une force de 2.5 à 4.2 sur l'échelle Beaufort soit léger à modéré, l'interprétation en intensité (Nœuds) situe ces vents à une vitesse de 5 à 15 nœuds environ, il souffle surtout en période hivernale.

1.6. Hydrographie :

Le territoire de la commune de Beni Yadjis est traversé par de deux Oueds et des ravins dont la majorité sont saisonniers.

Le réseau principal est composé de l'Oued El Mallah et Bettassarar qui jette ses eaux a l'Oued Djenjen, qui lui constitue les limites Nord de la commune.

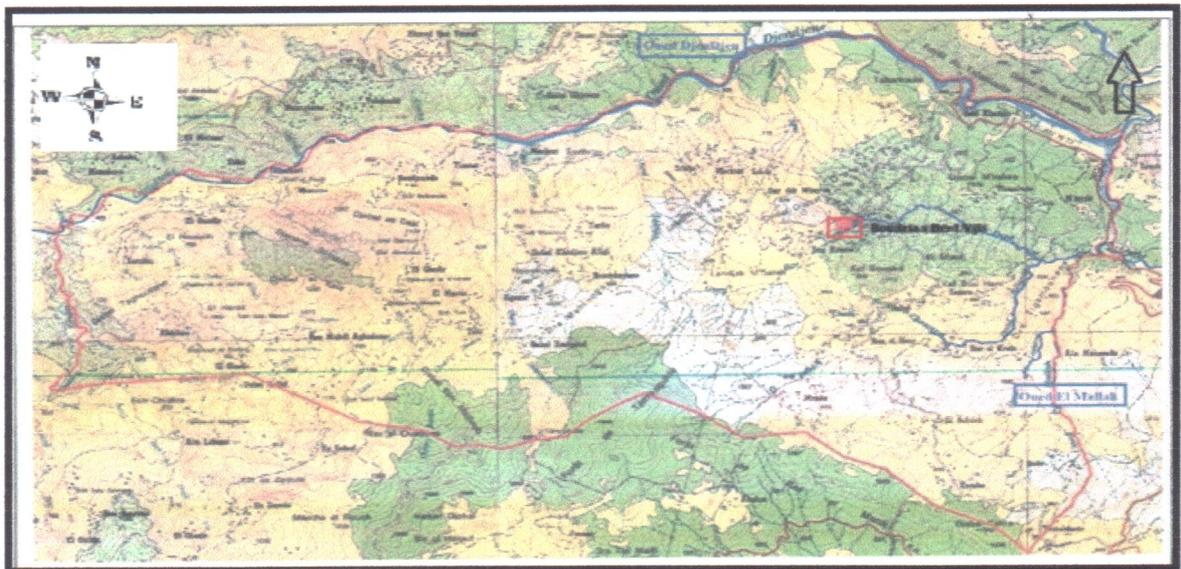


Fig I.4: Le réseau hydrographique de la commune de Béni Yadjis(rapport révision PDAU Boudriaa Béni Yadjis (phase -1 ;2009-2012),échelle 1/50.000)

1.7. La végétation :

L'agriculture : constitue la principale activité de la commune, l'aspect hydro-agricole de la plaine, les superficies irriguées représentent un quart (1/4) de la terre topographiquement irrigable. Les conditions du milieu (climat, topographie, orographie) et les caractéristiques du sol agricole déterminent les vocations organiques de la commune :

Vocation maraîchère, arboricole et gros élevage dans la plaine côtière et sublittoral ainsi que la production du fourrage.

La plaine dispose également d'importantes complantées en olivier.

Les forêts : leur utilisation possible pour loisirs et leur importance comme élément d'équilibre écologique sont des raisons suffisantes pour protéger contre l'urbanisation et les incendies.

II.1géologie régional

II.1.1. Introduction :

La Petite Kabylie Occidentale, dont fait partie la région de Jijel est représentée par d'importants reliefs, entourant la dépression du bassin néogène de Jijel. Ces reliefs présente une vrai barrière naturelle ; ainsi s'élève au Sud le massif de Béni Khettab, à l'Est c'est l'arête montagneuse de Sidi Bouaza-Seddat, et à l'Ouest nous avons le volcano-sédimentaire d'El-Aouana. Les formations géologiques, formant cette région sont représentées par :

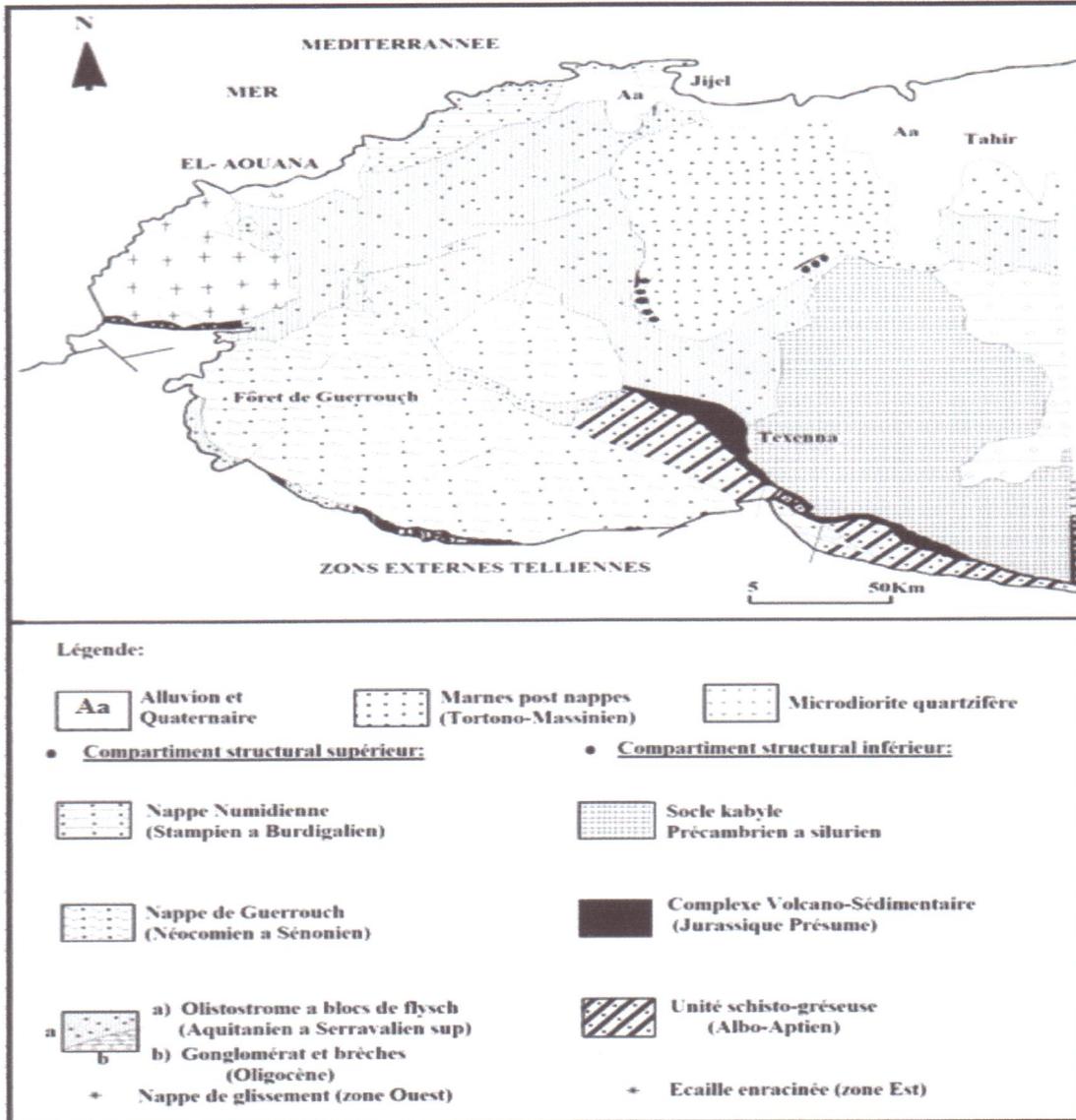


Fig II.1: Carte structurale de la terminaison occidentale de la Petite Kabyle (Djellit, 1987).

II.1.1.1. Les formations cristallophylliennes du socle kabyle :

Les formations cristallophylliennes du Socle Kabyle, bordant le bassin Néogène de Jijel, affleurent sur les limites Est et Sud du bassin. Ces formations sont représentées par deux grands ensembles (*Durand Delga, 1955*) :

- **Un ensemble supérieur:** comportant des schistes, des micaschistes et des phyllades du paléozoïque avec localement des intercalations de calschistes et des porphyroïdes (filon de pegmatites et d'aplite). Cet ensemble est surmonté en discordance par des formations Siluriennes (*Durand Delga, 1955*).
- **Un ensemble inférieur:** essentiellement gneissique, à intercalation de marbres et de skarns de réaction (*Y. Bouftouha, 2005*).

II.1.1.2. Les dépôts de l'Oligo-Miocène Kabyle :

Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle forment la couverture sédimentaire transgressive et discordante du Socle Kabyle. Cette couverture occupe une grande partie de la région de Jijel. Les formations de l'OMK sont représentées par une série sédimentaire comportant à la base des conglomérats et au sommet des grés micacés et des silexites, datée de l'Oligo Miocène (*Djellit, 1987*). Ces formations sont largement développées dans la région de Jijel. Elles débutent par des conglomérats polygéniques à ciment calcaire, très exprimées dans la région d'Oudjana (Sud de Taher) et au Sud d'El-Amir Abd El- Kader. Ces conglomérats sont surmontés par une série marneuse molassique à passés conglomératiques, et en fin par des grés quartzitiques (*Djellit, 1987*).

II.1.1.3. Les formations Olistostromiques :

Ces formations sont bien visibles dans la région d'El-Gheriana (Nord de Texenna), Oudjana, Tarszouste et au niveau de la ville de Jijel. Les olistostromes sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs mauritanien et massylien, reposant en discordance sur les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle.

II.1.1.4. Le complexe volcano-sédimentaire (C.V.S):

Ce complexe affleure en bande pincée entre le socle gneissique et le flysch massylien ou flysch Albo-Aptien au niveau de Texenna et se prolonge jusqu'à la cluse de l'oued Djendjen. Son épaisseur est de l'ordre de 500 m environ (*Djellit, 1987*).

Ce complexe volcano-sédimentaire, supposé d'âge Jurassique comporte de bas en haut :

a. Un ensemble basal (200 à 300m d'épaisseur) :

Il est composé d'un empilement de roches volcaniques à textures variables, avec des épaisseurs métriques (*Bouillin, 1979*).

b. Un ensemble sommital (150 à 200 d'épaisseur) : (*Djellit, 1987*)

Comportant deux termes lithologiques distincts :

Le premier terme est constitué d'une série volcano-sédimentaire d'une épaisseur d'environ 50m, contenant des niveaux quartzo-pélitiques et des basaltes. Les niveaux vertsd'origine sédimentaire sont constitués de fragments de roches volcaniques.

Le deuxième terme est essentiellement constitué d'une alternance de niveaux de calcaires d'épaisseur centimétrique à décimétrique de teinte claire et de niveaux de calschistes satinés.

Au niveau de Djebel Sendouah (à l'Ouest de Texenna) cet ensemble éruptif tardivement redressé est juxtaposé à un flysch Albo -Aptien (*Bouillin et al, 1977*).

Selon, *Durand Delga (1955) et Djellit (1987)*, en Petite Kabyle Occidentale, le complexe volcano-sédimentaire occupe la même position structurale que celle qu'occupe la chaîne calcaire en Grande Kabyle. Pour certains auteurs (*Durand Delga, 1969 et Bouillin, 1970*) la dorsale Kabyle est tectoniquement enfouie sous le socle Kabyle.

II.1.1.5. Les formations de type flysch :

II.1.1.5.1. Le flysch de Guerrouch (ou flysch mauritanien)

L'unité de Guerrouch s'étend du Sud du massif volcano-sédimentaire d'El Aouana jusqu'à Texenna. Elle représente le flysch Mauritanien dans la région de Jijel, Ce flysch est formé par une alternance de marnes et de calcaire à la base et au sommet par une puissante assise gréseuse, représentée par des grés homométriques attribués à l'Albo-Aptien et des conglomérats datés de l'Eocène supérieur-Oligocène (*Gelard, 1969*).

II.1.1.5.2. Le flysch massylien :

Il est largement représenté au sud de Texenna et au Sud d'El Milia. Il montre une alternance schisto-quartzitique et des marnes allant du Néocomien à l'Albien supérieur et des phanites du Cénomaniens supérieur (*Raoult, 1969*).

Ce flysch schisto-gréseux est plissé en un vaste anticlinal Kilométrique bien visible au sud de Texenna (*Djellit, 1987*).

II.1.1.5.3. Le flysch Numidien :

Le flysch numidien dont l'âge est estimé à l'Aquitaniens-Burdigaliens (*Raymond, 1976*). Ce flysch couvre une grande partie de la côte de la ville de Jijel, notamment, la région de Dj Mezghitane et de Kissir. Il est également, bien représenté au Sud de Jijel (région de Djimla, Tamezguida) et à l'Est de Jijel (région de Chehna, Bouraoui Belhadef et El Milia). Le flysch numidien, comporte une base formée par des argiles bariolées varicolores à tubotomaculum, dites argile sous Numidiennes, surmontée par une importante assise gréseuse (*Durand Delga, 1955 et Djellit, 1987*).

Selon *Djellit (1987)*, Ce flysch est constitué au niveau de Dj Mezghitane par quatre termes lithologiques, comprenant de bas en haut :

- L'argile aux teintes variantes 50m : vertes, jaunes et grises, à intercalations calcaro-gréseuses, à glauconies.(a)
- 10 à 20 m d'une alternance de péllites et de marnes à intercalations gréseuses décimétriques, soit en niveaux continus (a), soit lenticulaires(b) et à figures de bases grossiers de quartz roulés.
- Un ensemble (150 à 160m) gréseux en bancs épais (2 à 3m), à facies Numidien composés essentiellement de teinte jaunes blancs (rouille d'altération), à grains grossiers de quartz roulés.
- 10 à 15 m de bancs de calcaires gréseux associés à des marnes calcaires terminant cette succession.

II.1.1.6. Les formations Telliennes :

Les formations Telliennes sont essentiellement, caractérisées par des faciès de calcaires et de marno-calcaires, affleurant au Sud, au Sud-Est et au Sud-Ouest de la région de Jijel. A ces formations carbonatées, s'ajoutent les formations évaporitiques du Trias (*Durand Delga, 1955*).

II.1.1.7. Les dépôts Néogènes :

II.1.1.7.1. Les formations du Mio-Pliocène :

Dans la région de Jijel, les formations du Néogène sont pour l'essentiel, représentées par :

-Les marnes du Miocène : ces formations occupent la majeure partie des bassins néogènes de Jijel et d'El Milia. Ces marnes de couleur grises ou bleues d'une épaisseur d'environ 200 à

300 mètres sont datées à leur extrême base du Burdigalien Langhien (*Bouillin, 1977*) ou du Tortono-Messénien (*Djellit, 1987*).

-Dans la région de Chekfa et au Sud d'El Amir Abd El Kader, ces marnes sont représentés par des marnes bleues, endossées directement sur le Socle Kabyle.

Les marnes miocènes du bassin néogène de Jijel sont surmontées par des conglomérats des microconglomérats, des graviers, des sables et des marnes sableuses datés du Pliocène (*Djellit, 1987*).

II.1.1.7.2. Les formations Quaternaires :

Dans la région de Jijel, les formations quaternaires sont représentées par :

a. Les dunes de sable :

Les dunes, formant un cordon le long du littoral, s'étendent sur plus de 60 Km. Elles comportent :

- Les dunes actuelles à sable fin parfois consolidées.
- Les dunes anciennes de sable fin limoneux parfois consolidées (région de Tassoust).

b. Les alluvions :

Elles sont représentées par :

- Les alluvions récentes sont grossières et constituent les terrasses anciennes des vallées.
- Les alluvions actuelles sont composées d'éboulis et de brèches non consolidées. La taille des éléments peut aller jusqu'à 50 mm de diamètre.

II.1.1.8. Les roches magmatiques :

Les roches magmatiques de la partie occidentale de la Petite Kabyle sont principalement représentées par :

- Des masses de granite, microgranite dans la région d'El Milia et de Collo et des microdiorites dans la région d'El Aouana.
- Des roches volcaniques (rhyolites, trachytes, andésites, dacites, rhyodacites, pyroclastites) dans la région d'El Aouana, Cap de fer et Collo.
- Des roches basiques et ultrabasiques (péridotites, gabbros, dolérites) dans la région de Texenna.

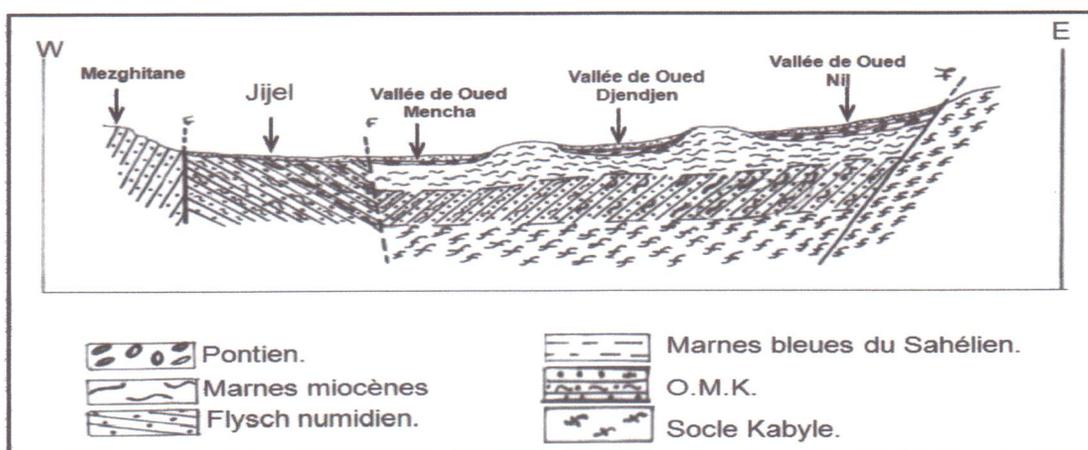


Fig II.2 : Coupe géologique Ouest-Est, parallèle au trait de coté, illustrant le schéma structural du bassin Néogène de Jijel (*Bouftouha, 2005*).

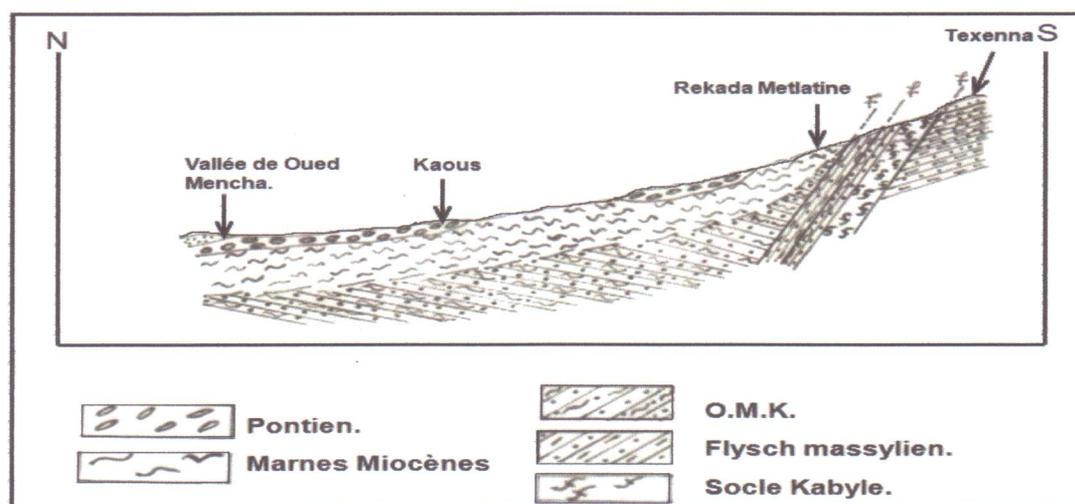


Fig II.3: Coupe géologique Nord-Sud, parallèle à la route Jijel-TeXenna, illustrant le schéma Structural du bassin Néogène de Jijel (Bouftouha, 2005).

II.1.2. Aspect structural de la partie occidentale de la Petite Kabyle:

La structuration géologique du massif de la Petite Kabyle est le résultat de plusieurs phases tectoniques.

La tectonique du massif de la Petite Kabylie s'est manifestée par plusieurs styles tectoniques:

a. Déformations cassantes :

La tectonique cassante est principalement marquée par de grands accidents tectoniques d'ampleur régionale, animés par des déplacements verticaux (failles) et horizontaux (décrochements). Les directions dominantes de ces accidents sont : N-S, E-W, NE-SW, NW-SE et affectent aussi bien les formations du socle kabyle que les formations de couverture récente. Ces accidents ont engendré d'importantes dislocations et broyages dans les formations affectées. Par ailleurs, ces grands accidents tectoniques ont été accompagnés par un intense réseau de fracturation.

Cette tectonique cassante semble être selon (Bouftouha, 2005) à l'origine de la structuration du massif de la Petite Kabyle en horsts et grabens. Par ailleurs, ces grands accidents tectoniques cassants (accident du socle) semblent avoir guidé la mise en place des roches magmatiques et la remontée du Trias.

Par ailleurs et selon toujours cet auteur, les données géologiques et géomorphologiques mettent en évidence des rejeux récents de ces accidents tectoniques et qui affectent même les formations du Pliocène (cas des failles affectant les grès sableux de la région de Hamara-sud Est de Kaous). Ces rejeux récents ont introduit d'importantes perturbations dans le réseau hydrographique.

b. Déformations ductiles :

Elles sont matérialisées par des plissements de différentes directions, visibles dans les formations du Socle Kabyle et celles des couvertures sédimentaires.

Sur le plan paléogéographique, la partie occidentale du massif de la Petite Kabylie est marquée selon *Durand Delga (1955)*, par le retrait de la mer de la plus grande partie des terres immergées et que les invasions marines ne vont atteindre que des aires limitées, notamment les dépressions côtières (bassin de Jijel, bassin de Oued Zhor et d'El-Milia), où

vont se déposer les marnes bleues du Miocène terminal. Les zones montagneuses immergées ont subi une intense érosion et modelage qui leur ont donné l'aspect actuel.

c. Les charriages :

Dans la partie occidentale du massif de la Petite Kabylie, les mouvements de charriage affectent différentes unités géologiques dont la plus importante est l'unité du socle kabyle. En effet, dans les régions d'El Milia et de Texenna, le socle kabyle est charrié sur les unités des flyschs, qui, eux sont charriés vers le Sud sur les unités telliennes.

II.1. 3. Dispositif structural de la région de Jijel :

La partie occidentale du massif de la Petite Kabylie montre un dispositif structural assez complexe. Ce dispositif structural est principalement marqué par un empilement de nappes de terrains sédimentaires, engagées structurellement sous les formations cristallophylliennes du socle kabyle. Ce dispositif structural est rendu plus complexe par la remontée diapirique du Trias et les intrusions de roches magmatiques (*Bouftouha, 2005*).

II .2 La géologie locale :

Les travaux de durant Delga (1955) et Djelit (1987) dans la région de Béni Yadjis, permettent de déterminer les unités lithologiques qui constituent cette dernière. ces formations en allant du Nord vers le Sud (**fig. II.5**) et de l'Est vers l'Ouest (**fig .II.6**).

Les terrains de la commune de Béni Yadjis sont recouverts par des formations essentielles qui sont les suivants :

II.2.1 Les formations cristallophyllienne de socle Kabyle :

Tels que décrits par les différents auteurs, les terrains métamorphiques ou socle primaire sont constitués de :

- Un complexe schisteux-phylladiques.
- Micaschistes granulatisés, et Quartzo-phylladiques.

La formation sous jacente non importante, formant le socle métamorphique « prékabyle » est constituée essentiellement de schistes, micaschistes ou/et à deux micas (biotite muscovite), à séricite, chlorite, quartzite et marbres.

II.2.2 les formations numidienne:

Des affleurements de grés très puissants sont observés au Nord, d'autre affleurement sont rencontrés au niveau des massifs et des djebels. Pourtant ailleurs, on ne rencontre que des éboulis caillouteux gréseux produits de l'altération et la désagrégation des grés emballés dans des argiles plastiques et limoneuses, c'est ce qu'on appelle de base numidiennes (les glaciés polygéniques).

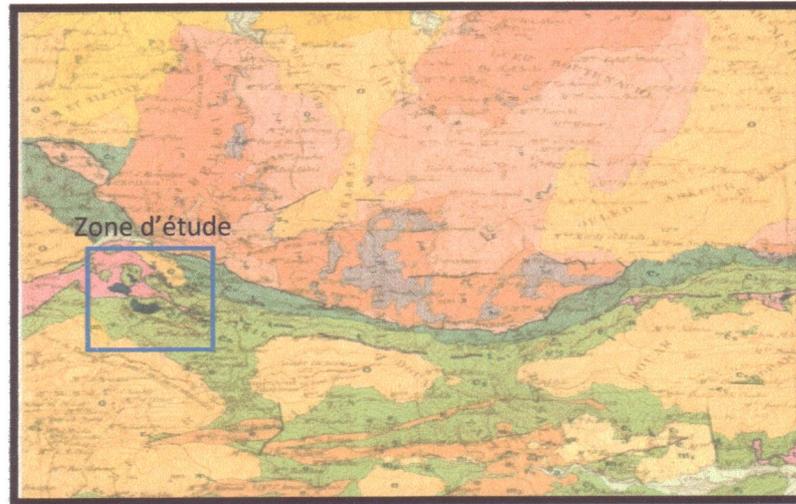


Fig II.4 : Extrait de la carte géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique selon (D. Delga 1955).

II.2.3 les formations des flyschs (le flysch massylien):

Il est largement présent au sud de Texanna, et il montre une alternance schisto-quartzique et des argiles allant du Néocomien à l'Albien supérieur et des phanites du Cénomanién supérieur (Raoult, 1969).

II.2.4 Les formations Telliennes :

Dans le secteur étudié, les formations Telliennes sont représentées par les marnes à boules Jaunes d'âge Lutétien. (Duran Dalga 1955)

II.2.5 Le Trias :

Il est bien représenté dans notre terrain d'étude. De nature diapirique, il comporte du gypse, des marnes gypsifères, des argiles bariolées (lie de vin), il transperce les formations argileuses du flysch massylien.

II.2.6 Les formations quaternaires :

On les trouve surtout sous forme de dépôts de brèches et éboulis divers des corniches calcaires liasiques et gréseuses du numidien hétérométriques dans des argiles plastiques parfois marneuses du massylien et/ou triasique. Les alluvions anciennes et récentes caractéristiques des oueds sont aussi présentes le long des vallées; avec des graviers et des limons sombres formant un mince ruban le long des cours d'eau.

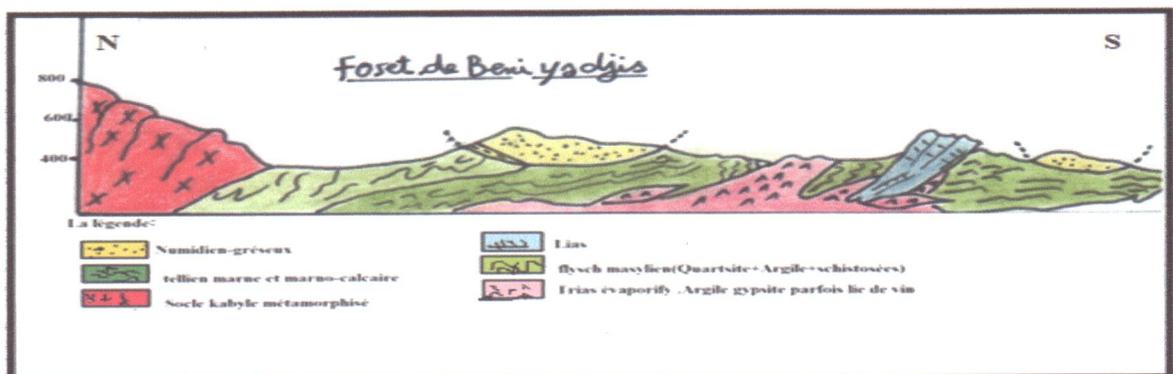


Fig II.5 : Coupe géologique N-S de la région de Béni Yadjis (D. Delga 1955)

III.2.7 Caractéristiques lithostratigraphique de Béni Yadjis :

- ❖ Lits majeur des cours d'eau ; alluvions actuelles et récentes.
- ❖ Eboulis et brèches consolidées.
- ❖ Alluvions quaternaires.
- ❖ **CANTENIEN** : poudingues et brèches avec des grés.
- ❖ **Oligocène** : argile et grés.
- ❖ **Oligocène** : grés numidien.
- ❖ **Oligocène inférieure et Eocène supérieure** : marnes schisteuses et argiles numidienne.
- ❖ **Campanien** : marno-calcaires et des marnes.
- ❖ **Emschérien** : argile schisteuses.
- ❖ **Cénomaniens** : marnes claires
- ❖ **Albien** : flysch barre calcaire à silex localement.
- ❖ **Barrémien** : flysch apto-barrémien avec des couches détritiques.
- ❖ **Jurassique** : calcaire liasique.
- ❖ **Charmonthien_Sinémurien** : calcaire divers, dolomies et brèches.
- ❖ **Trias** : argiles bariolées, marnes gypsifères,

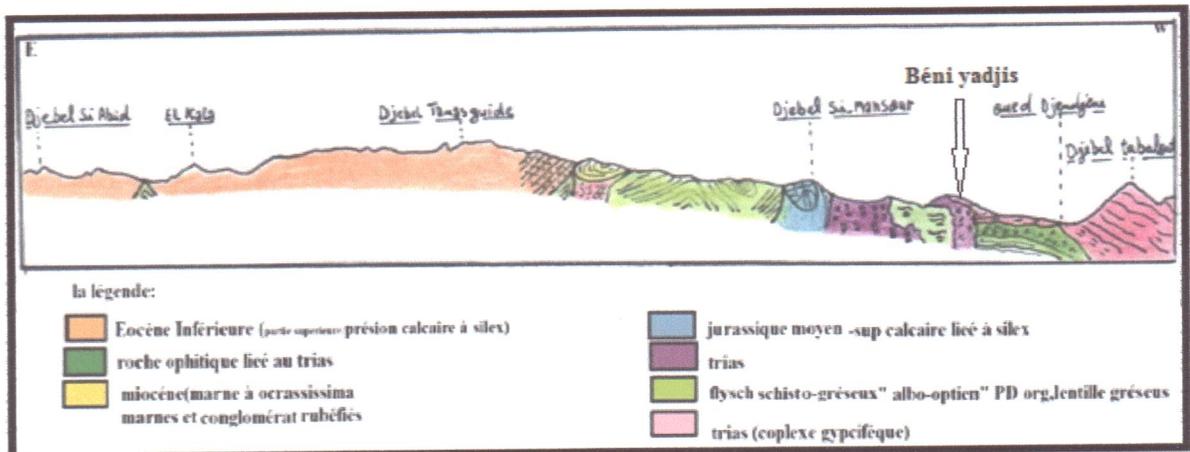


Fig II.6 Coupe géologique E-W de la région étudiée (Durand-Delga, 1980)
(Echelle 1/50000)

Notre POS étudié est caractérisé par des formations alors le terrain est caractérisé par des argiles lamineuses et avec graveleuses et plastique de cailloux des blocs par endroit. Cet argile est de raide à très raide.

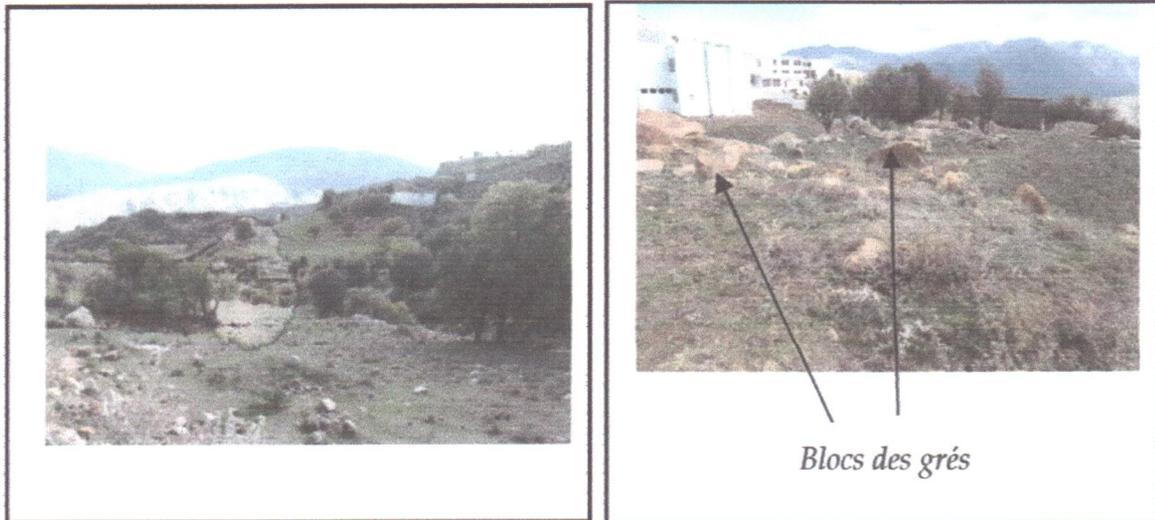


Photo II.1 : terrain argile (graveleux), limon et bloc des grés susceptibles (rapport révision PDAU Boudriaa Béni Yadjis(phase -1 ;2009-2012),echelle 1/50.000)

II.3. Sismo-tectonique:

II.3. 1. Aperçu sismique :

La région de Jijel est située dans une région sismique classée, comme une région pouvant subir des secousses supérieures à l'intensité **8** sur l'échelle de Richter (**Bockel, 1999**). Les épicentres de la pluparts des secousses ressenties dans la région de Jijel, sont localisés entre Bejaia et Sétif dans la région des Bibans et des Babors.

Cet axe sismique paraît présenter une activité qui s'atténue vers l'Est, où les structures en nappes viennent buter sur les contreforts du socle (**Bockel, 1999**).

Les données historiques relatives à la sismicité font état d'un évènement majeur survenu le **21 Août 1856** au large de la ville de Jijel (**Ex. Djedjelli**), qui s'est manifesté par un tremblement de terre, accompagné par un tsunami.

Les études les plus récentes réalisées par **Yelles et al. (1999)**, montrent l'existence d'une faille supposée active dans la zone de la pente continentale au large de Jijel.

Selon **RPA 99 (version 2003)** le territoire Algérien est divisé en quatre zones de sismicité décroissante de 0 à III (**Fig. II.7**):

- **Zone 0 :** séismicité négligeable.
- **Zone I :** séismicité faible.
- **Zone II :** séismicité moyenne.
- **Zone III :** séismicité forte.

Selon le **R.P.A ,1999** (Règles Parasismiques Algériennes), la commune de Béni Yadjis qui appartient à la wilaya de jijel est classée dans la zone de moyenne sismicité (**zone II**). Dans laquelle les règles parasismiques devront être appliquées lors de l'élaboration des projets de construction importants ou de grande envergure.

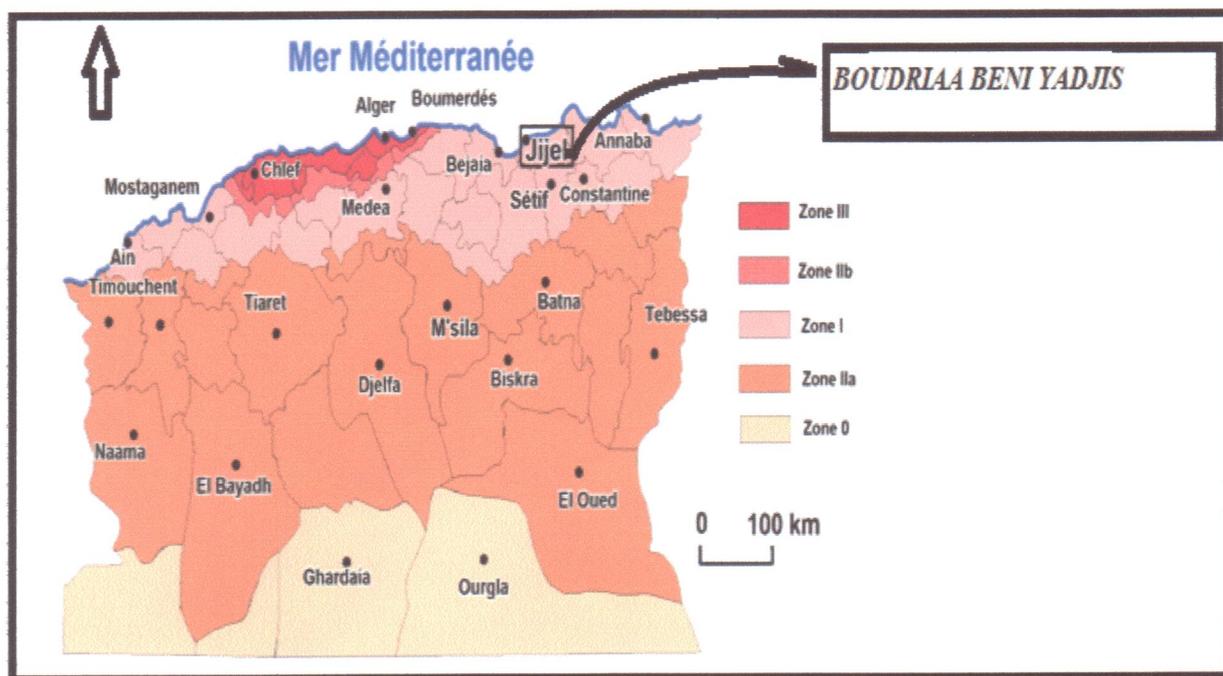


Fig II.7: Carte sismique d'Algérie selon le R.P.A (Version 2003) d'après le CRAAG.

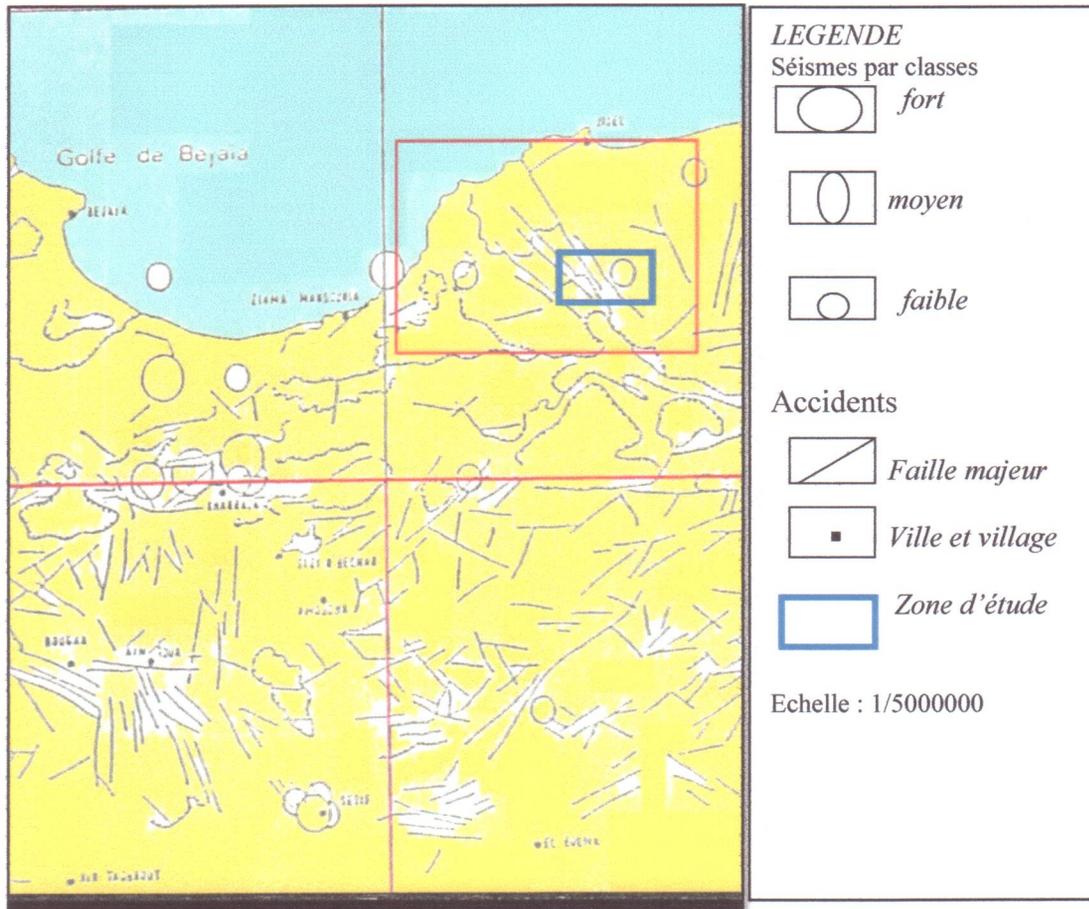
II. 3.2 La carte sismique de la région de Jijel :

La carte sismique au 1/ 5.000.000 de la région de Jijel (voir Fig. II.8) réalisée par le C.R.A.A.G (centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique) en 1971 montre les différents fronts des nappes de charriage, les alignements des failles majeures, et les épicentres de la région.

Cependant la présence de grands accidents tectoniques dans la région de Jijel, fait augmenter le risque sismique. En effet, des secousses peuvent être engendrées par les réajustements tectoniques des grands accidents affectant la région.

Une première observation nous permet de constater les grandes lignes sismiques coïncidentes avec l'alignement des failles.

La plus forte et la plus proche concentration d'épicentres par rapport à Jijel et Bejaia se trouve au Sud-Ouest. Il s'agit de Kherrata et de ces environs (partie intégrante des Babors).



FigII.8 : Contexte Sismo-Téctonique de la région de Jijel-Bougie
(C.R.A.A .G, 1971).

III.1-Introduction:

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et le sous sol. Au titre des échanges entre l'atmosphère et la surface terrestre, l'hydrologie s'intéresse aux précipitations (Pluie, neige), à la transpiration des végétaux et à l'évaporation directe de la couche superficielle.

Les variations dans les conditions hydrologiques, essentiellement la pluviométrie, est l'un des principales causes de la déstabilisation des terrains de n'importe quelle nature. Les auteurs montrent qu'il y a une relation directe entre les pluies de forte intensité et les mouvements des terrains. Il est évident donc que l'eau joue un rôle primordial dans tous les processus géologiques et même géotechnique, en particulier les mouvements de terrain. A cet effet, nous essayerons de donner dans ce chapitre les principales caractéristiques morphométriques et hydro-climatiques de la région de Béni Yadjis, notamment les données pluviométriques, les données de la température, l'évapotranspiration et l'infiltration. L'ensemble de ces données nous permet d'établir un bilan hydrique.

Pour cela nous avons opté à une analyse hydroclimatologique de la zone d'étude. Cette étude a été menée à partir de l'analyse des données pluviométriques de la période, allant de 2002 à 2012 de la station du barrage de l'Agram.

III.2 Hydro climatologie :

III.2.1 Analyse des paramètres climatiques :

Données relevées par la station pluviométrique de barrage EL Agram :

Station	Code de station	Longitude	Latitude
El Agram	03 03 03	05 ⁰ 50'06''	36 ⁰ 44'06''

Tab III. 1 : Les coordonnées de station météorologique de barrage EL Agram

III.2.2 Les précipitations :

Notre étude s'intéresse aux caractéristiques pluviométriques et le comportement hydromorphologique de la région d'étude.

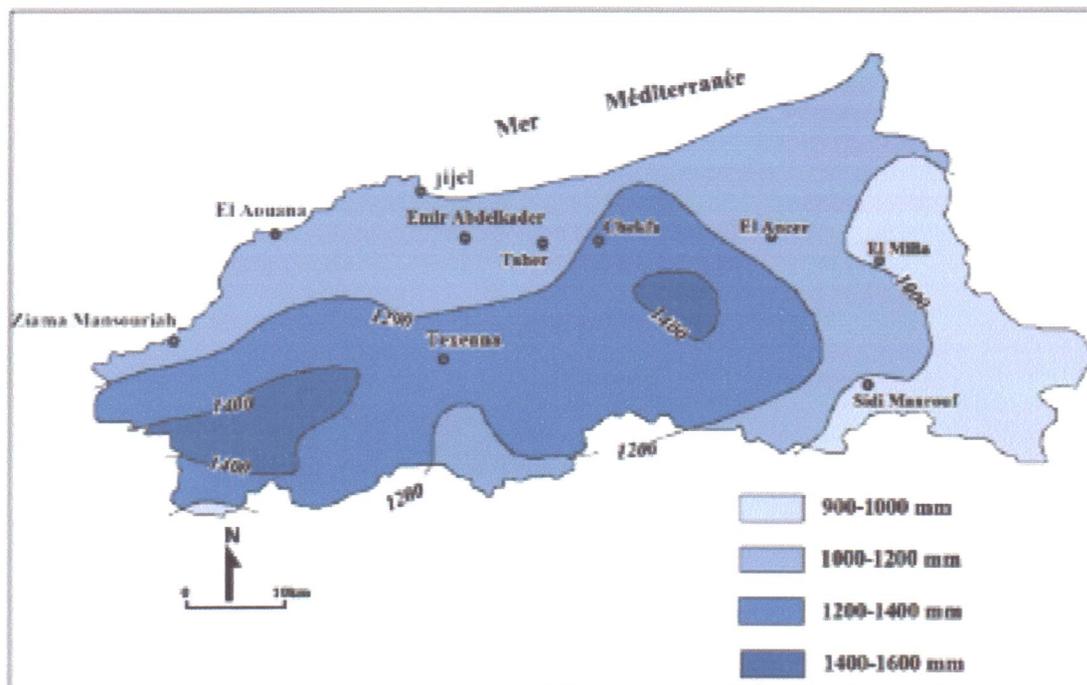


Fig III.1 : Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel (A.N.R.H, 1970 - 1996)

D'après la carte pluviométrique de la wilaya de Jijel durant la période 1970-1996 on constate que notre site d'étude se particularise par un climat tempéré avec la moyenne des précipitations annuelles variant entre **1200 et 1400 mm/an.**

III.2.2.1 Précipitations moyennes mensuelles:

Station	Précipitation (mm)												Total
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	
Barrage El Agram	81,2	95,7	139,7	219,1	172,1	148,4	108,2	108,3	45,3	17,4	1,2	8,9	1145,5 mm
	316,6			539,6			261,8			27,5			
	Automne		Hiver			Printemps			Eté				
saïsons	27.64 %		47.10 %			22.86 %			2.40 %				

Tab III.2 : précipitation moyennes mensuelles (station de barrage El Agram; 2002-2012).

Le tableau montre que l'hiver s'avère la plus humide avec une valeur de 47.10 % de précipitations saisonnières, par contre l'été représente la saison sèche avec une valeur de 2.40 % de précipitation:

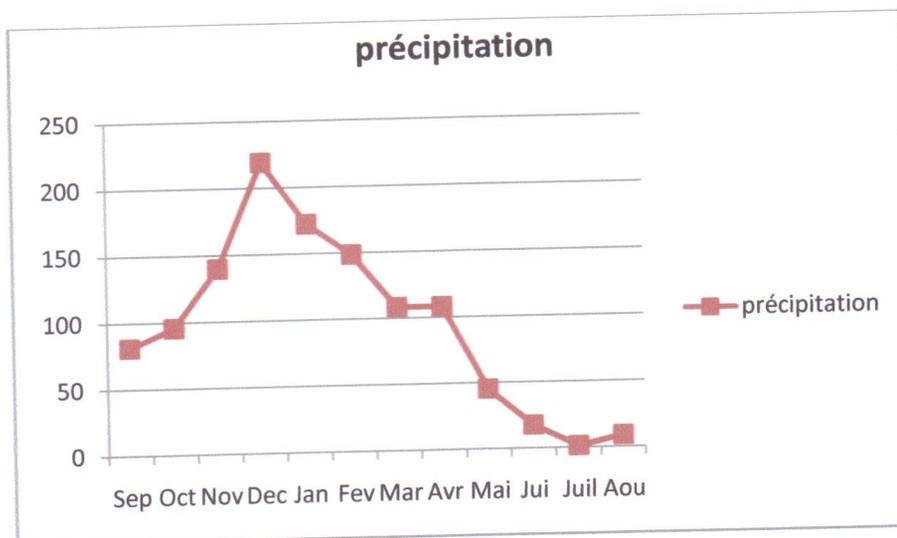


Fig III.2 : Précipitation moyennes mensuelles (2002_2012).

III.2.3 La température :

La température est un facteur ayant une grande influence sur l'évapotranspiration et de ce fait, elle joue un rôle important dans le comportement des sols vis-à-vis des eaux météoriques.

station	Températures (°C)												
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Moy
Barrage El Agram	23	18,8	15,95	11,88	11,38	11,37	13,48	16,19	19,14	23,44	26,10	27,05	18,17°C
	19,40 °c			11,54°c			16,27°c			25,50			
	Automne			Hiver			Printemps			Eté			

Tab III.3 : Température moyenne mensuelle (2002-2012).

D'après les données présentées ci-dessus nous constatons que la saison la plus froide est l'hiver, avec une valeur de température moyenne saisonnière de 11.43°C, par contre la saison la plus chaude est l'été avec une température moyenne de 256.81°C.

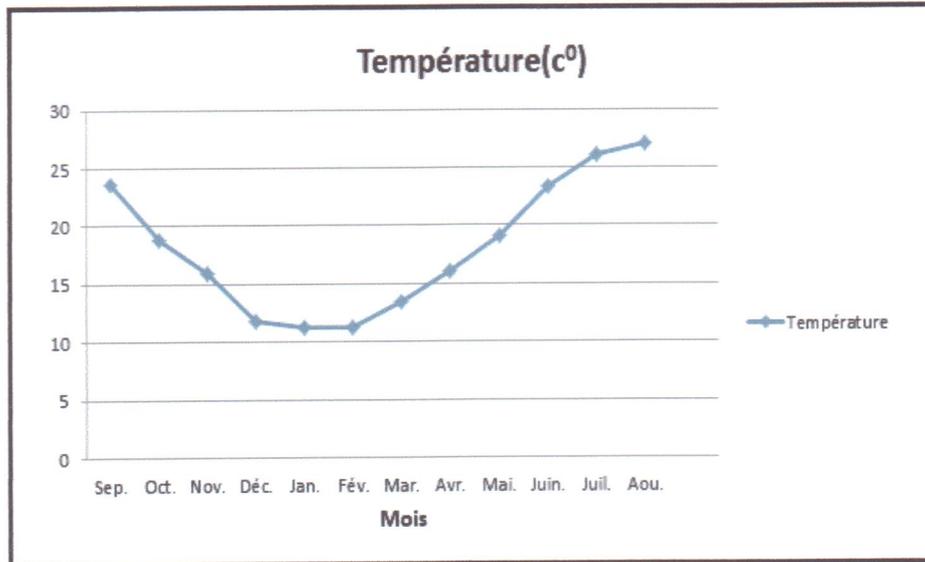


Fig III.3 Température moyenne mensuelle (2002-2012)

III.2.4 La relation entre la précipitation et la température :

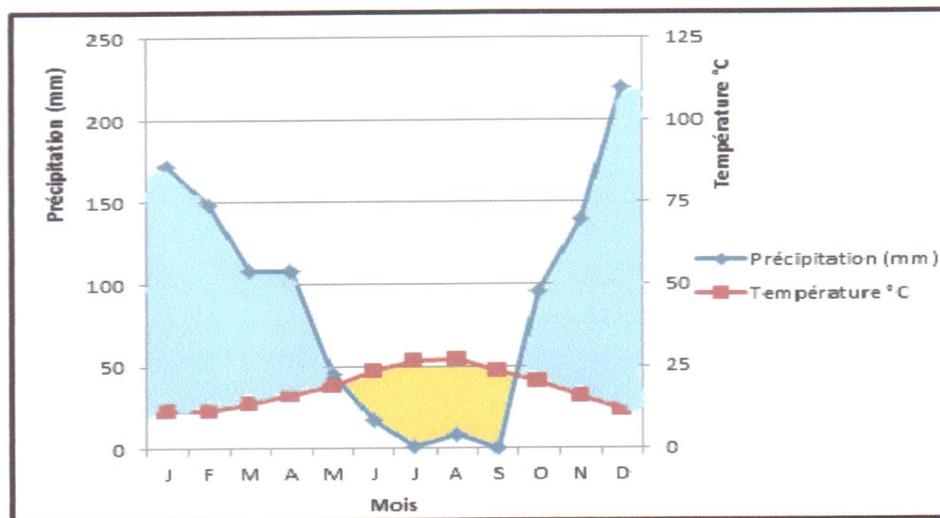


Fig III.4: Diagramme Ombrothermique (2002-2012)

Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessus de celle des températures, la période correspondante est excédentaire. Par contre, si la courbe des températures passe au-dessus de la courbe des précipitations, la période correspondante sera déficitaire.

III.2.5 Autres paramètres :

III.2.5.1 L'humidité relative :

Le tableau ci-dessous montre la répartition mensuelle de l'humidité relative de la période récente (2003-2012) de la station de barrage El Agram.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Moyenne
Humidité %	54.83	52.33	53,5	51.38	56.38	53.33	52.77	52.22	52.27	51.55	48.22	48.12	52.24

Tab III.4 :L'humidité relative de la période récente (barrage El Agram2003-2012).

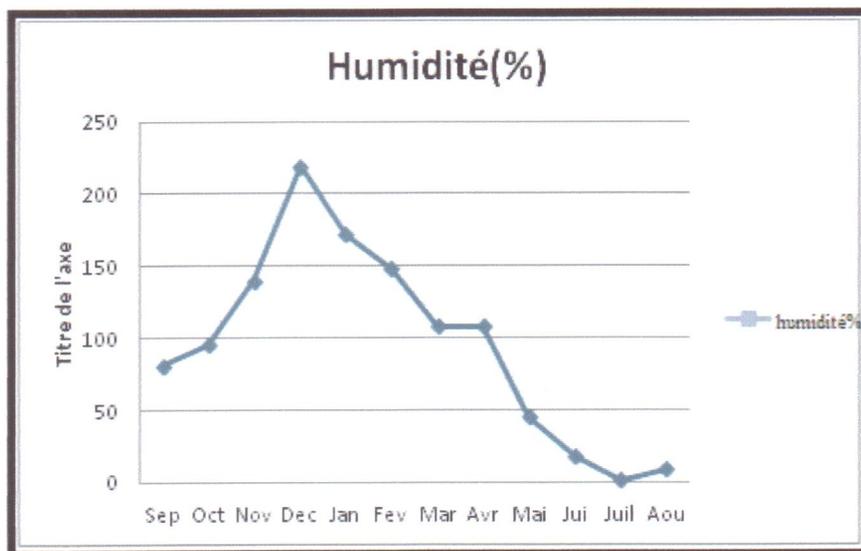


Fig III.5: L'humidité relative (stasion de EL Agrem Série (2003-2012).

II.2.5.2 L'évaporation :

Le tableau suivant résume les valeurs moyennes mensuelles d'évaporation de la station de barrage El Agram durant la période (2002-2012) :

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Moy-annuelle (mm)
Moyenne mensuelle (mm)	111.2	85.5	57.7	51.6	46.2	47.7	68.4	83.3	112.3	147.7	177.1	180.8	93.5
Moyenne saisonnières (mm)	84.8			32.9			88			168.5			
Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			

Tab III.5 : Les valeurs moyennes mensuelles d'évaporation (barrage El Agram ; 2002-2012).

III.2.6 Le bilan hydrologique :

- Evapotranspiration potentielle (ETP): c'est la quantité d'eau théoriquement évaporable par une surface d'eau libre.
- Evapotranspiration réelle (ETR) : c'est la quantité d'eau réellement évaporée et qui dépend des conditions naturelles (végétation, nature de sol,...).

III.2.6.1 Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) :

Précipitation > 900 mm : on peut utiliser la formule.

$$\boxed{ETP=16(10T/I)^a} \dots\dots\dots(\text{mm})$$

$$\boxed{ETP_{\text{corrigée}} = 16 (10 \cdot T / I)^a \cdot K} \dots\dots\dots (\text{mm})$$

12

$$I = \sum_{i=1}^{12} i, \quad i = (t/5)^{1,514}$$

Avec :

ETP : évaporation potentielle mensuelle (mm).

I : indice thermique annuel.

i: indice thermique mensuel.

T : température moyenne mensuelle (° C).

a : (coefficient fonction de I) = 0,016 I + 0,5.

K : facteur fonction de la latitude et de la saison, donné par des tableaux.

III.2.6.2 Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR) :

Par définition l'ETR est la quantité d'eau évaporée ou transpirée selon les conditions climatiques réelles. L'ETR est fonction de l'ETP et de la quantité d'eau présente dans le sol.

- ❖ Si les précipitations du mois (P) sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle corrigée : **ETR = ETP.**
- ❖ Si les précipitations du mois (P) sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle corrigée : **ETR = ∑ P_i + RFU.**

📌 Calcul de déficit agricole :

Le déficit d'eau que l'on appelle parfois le déficit agricole égal à la différence entre l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réel.

Il représente la quantité d'eau supplémentaire qui aurait pu être utilisée par les plantes (et les sols) si les disponibilités en eau avaient pu artificiellement complétés par un système

$$DA = ETP - ETR$$

Les valeurs d'ETP et ETR sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Mois / Paramètre	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Total
P (mm)	81.2	95.7	139.7	219.1	172.1	148.4	108.2	108.3	45.3	17.4	1.2	8.9	1118.3
T (C°)	23.6	18,8	15,95	11,88	11,38	11,37	13,48	16,19	19,14	23,44	26,10	27,05	218.08
i	10.4	7.4	5.7	3,70	3,47	3,46	4,48	5,92	9,80	10,37	12,52	12,88	66.72
K	1,03	0,97	0,86	0,84	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	-
ETP	96.4	64	47.3	27.6	25.6	25.6	34.8	48.4	65.8	94.9	155.5	122.8	808.7
ETPc	99.2	62.0	40.6	23.1	22.2	21.7	35.8	53.2	79.6	115.7	192.8	142.4	888.3
P - ETPc	-18.0	33.7	99.1	196.0	249.0	126.7	72.4	70.15	-34.3	-98.3	-191.6	133.5	-
RFU	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	-
ETR	81.2	64	47.3	27.6	25.6	25.6	34.8	48.4	145.3	17.4	1.2	8.9	546.2
WS=P-ETR	0	-4.3	92.4	191.5	146.5	122.8	73.4	59.9	-100	0	0	0	5462
DA=ETP-ETR	15.2	0	0	0	0	0	0	0	-79.5	77.5	154.3	113.9	281.4

Tab III. 6 : Résultats de calcul de l'évapotranspiration potentiel et l'évapotranspiration réelle selon Thornthwaite.

III.2.6.3 Interprétation du bilan hydrologique selon Thornthwaite :

Le tableau et la figure permettent de faire les observations suivantes :

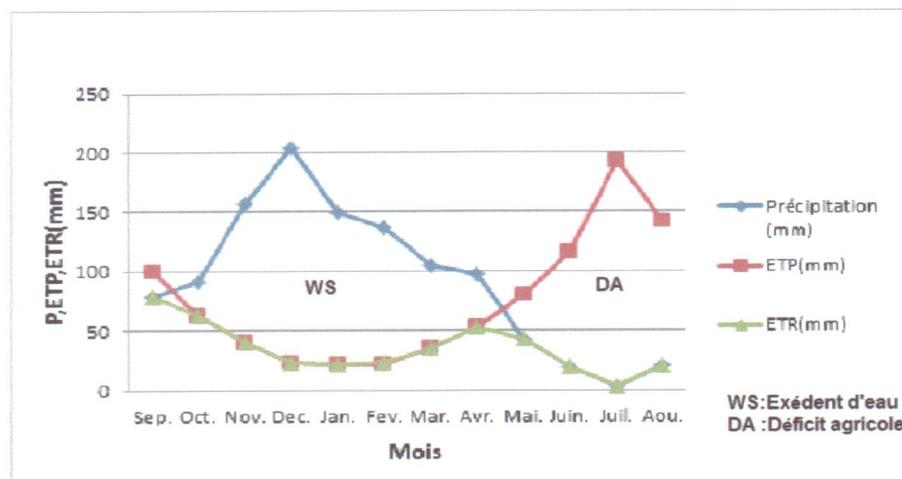


Fig III.6 : Bilan hydrologique par la méthode de thornthwaite (station Barrage El Agrem, 2002-2012)

- Le maximum des précipitations est enregistré au mois de Décembre la ou l'ETP corrigée atteint son maximum.
- ETP corrigée atteint son maximum en mois de Juillet, là ou les précipitations atteignent leur minimum.
- Leur déficit agricole s'étend sur la période sèche de l'année.
- Les écoulements deviennent importants à partir du mois d'Octobre.

III.2.6.4 Exploitation du bilan hydrologique :

Le bilan hydrologique est utilisé pour le calcul du ruissellement et des infiltrations.

- **Calcul du ruissellement (R) :**

Selon la formule de Tixeront - Berkaloff :

$$R = P^3 / 3(ETP_c)^2 \quad (\text{mm})$$

Ou :

R : le ruissellement superficiel en (mm)

P : les précipitations moyennes mensuelles en (mm)

ETP_c : l'évapotranspiration potentielle d'après Thornthwaite en (mm)

$$P = 1145,5 \text{ mm.}$$

$$ETP_c = 888,3 \text{ mm.}$$

$$R = 590,792 \text{ mm.}$$

- **Calcul de l'infiltration (I) :**

$$P = ETR + R + I + W_a \quad (\text{mm})$$

(W_a=0 négligeable). Donc :

$$I = 27,308 \text{ mm.}$$

I = des précipitations.

III. 3 Hydrogéologie :

III. 3.1 Les grands ensembles lithologiques :

Le tableau III.7 donne le classement par famille des différentes formations et leur extension en kilomètres carrés (km²) et en pourcentage (%) par rapport à la surface totale du bassin versant.

III.3.2 Perméabilité des différentes formations lithologiques et des formations superficielles :

L'étude hydrogéologique présentée ici est essentiellement basée sur des données trouvées en bibliographie.

Le tableau(III.7) Résume la perméabilité des différentes formations existantes dans notre bassin versant :

Formations	Perméabilité	Formations	Perméabilité
Roches vertes	En grand	Argiles, limons	Imperméables
Calcaires massifs	En grand	Arg. limons, graviers	Imperméables
Calcaires dolomitiques	En grand	Arg. limons + blocs	Semi-perméables
Calcaire marneux	En grand	Argiles + sables	Imperméables
Grés	En grand+interstice	Argiles, sable + blocs	Semi-perméables
Travertins	Semi perméable	Eboulis	Perm .d'inters.
Schistes	Semi perméable	Arènes	Perm .d'inters.
Marnes et Argiles	Imperméable	Alluvions	Perm .d'inters.
Complexe gypseux	Semi perméable	Terrasses	Perm .d'inters.
Marnes gypseuses, poudingues, brèches	Semi perméable	Dunes	Perm .d'inters.

Tab III.7 : Perméabilité des différentes formations du bassin versant (*Takkouk, M ; 2005*).

Pour notre site étudiant une bonne partie de roches meubles (marnes, argiles), blocs, et graviers offrent une perméabilité.

En ce qui concerne le complexe argileux triasique, sa nature minéralogique montre - outre les minéraux argileux, le sel gemme et le gypse - çà et là, des plaquettes et lentilles calcaireuses. La perméabilité des argiles triasiques est rendue beaucoup plus élevée que celle des autres argiles par l'hétérogénéité minéralogique. Ces roches s'engorgent vite suite à l'imbibition soutenue par le réseau de fissures et des joints de stratification des formations sus-jacentes.

IV.1. Introduction :

On peut définir la géotechnique comme un ensemble des disciplines qui doivent synthétiser les informations nécessaires permettant de résoudre les problèmes supposés, soit du site, soit de la nouvelle structure. (J.P.Magnan, 2001, G.Philopponat).

L'étude géotechnique doit être complétée par les données géologiques et hydrogéologiques, elle permet la détermination des terrains en questions, leur état de contrainte in situ, de prévoir leur comportement pendant l'exécution et l'exploitation de la construction concernée, et finalement de définir les méthodes de réalisation, de type de fondation et les dimensionner, les précautions et les traitements à envisager pendant l'exécution.

IV.2. Campagne de reconnaissance géotechnique du site étudié :

Dans le but de déterminer la nature des sols, et les caractéristiques physico-mécaniques de chaque type de sol, le (L.T.P.E JIJEL2011) est organisé la campagne d'investigation comprenant:

- Réalisation des essais de pénétration dynamique (12 points) de profondeurs variables entre (3.00-7.80m) (*PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD - P.D.L.B-*) et interprétation des résultats au laboratoire.
- Exécution des sondages carottés (06 sondages=60ml) avec prélèvement des échantillons.

La répartition des différents essais in situ sont consignés sur la carte de la figure IV.1.

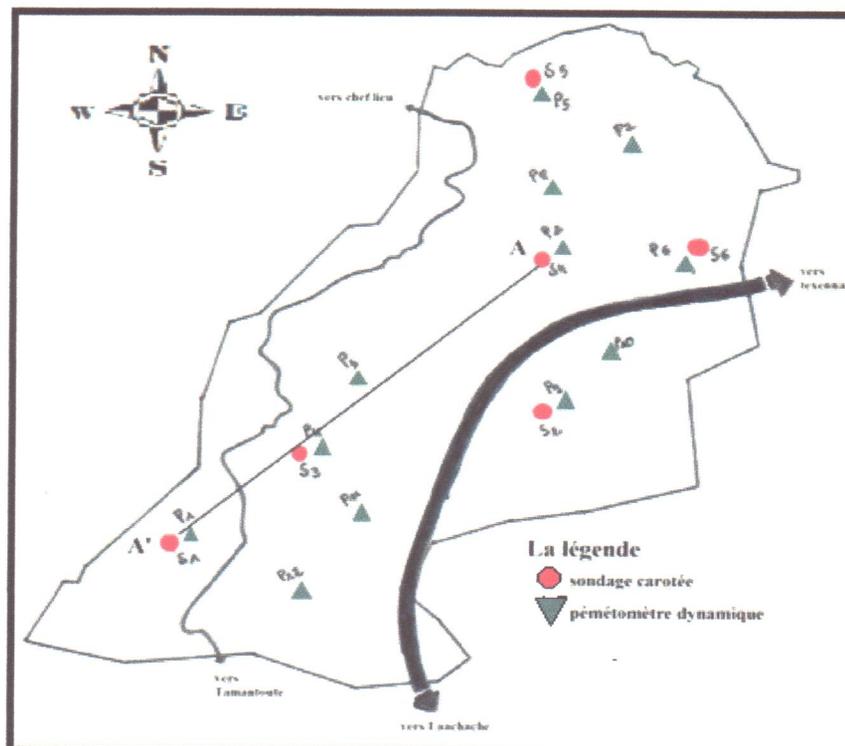


Fig IV.1: Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique (échelle 1/50.000)

IV 2.1 Les essais in-situ :

a. essai de pénétromètre dynamique :

• *interprétation :*

La résistance a la pointe (RP) en fonction de la profondeur permet de constater que, le (L.T.P.E JIJEL2011) *monter que:*

- le groupe de pénétration (**P01 et P12**) montre que le sous sol et pratiquement homogène avec la présence de deux principales familles de couches en fonction de la consistance :
 - **0.00/1.00m** : sol raide a très raide.
 - **>1.00m** : sol dur.
 - le groupe de pénétration (**P05, P06 et P07**) montre que le sous sol est constitué de deux principales familles de couches en fonction de la consistance :
 - **0.00/2.80m** : sol raide a très raide.
 - **>2.80m** : sol dur.
 - le groupe de pénétration (**P03, P04 et P11**) montre que le sous sol est constitué de deux principales familles de couches en fonction de la consistance :
 - **0.00/1.80m** : sol raide a très raide.
 - **>1.80m** : sol dur.
 - le groupe de pénétration (**P02, P08 et P10**) montre que le sous sol est constitué de deux principales familles de couches en fonction de la consistance :
 - **0.00/2.20m** : sol très raide.
 - **>1.80m** : sol raide.
- b. Sondage carottée :**

Les sondages carottés (06 sondages) réalisés d'une profondeur de 10 mètres chacun, a mis en relief l'existence des formations lithologique (voir les annexes).

Les photos suivant représentent les différentes formations de notre P.O.S étudié :

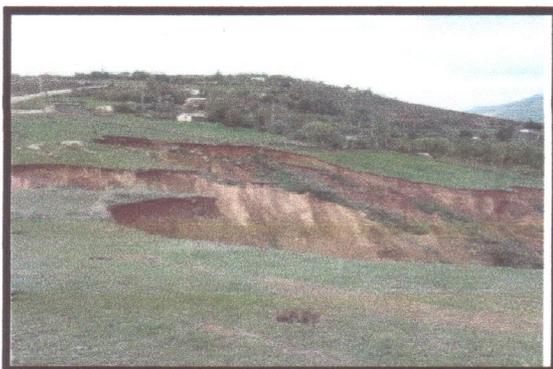


Photo V.1 : Argile (ravinement)



Photo V.2 : Argiles et gravier+bloc de grés

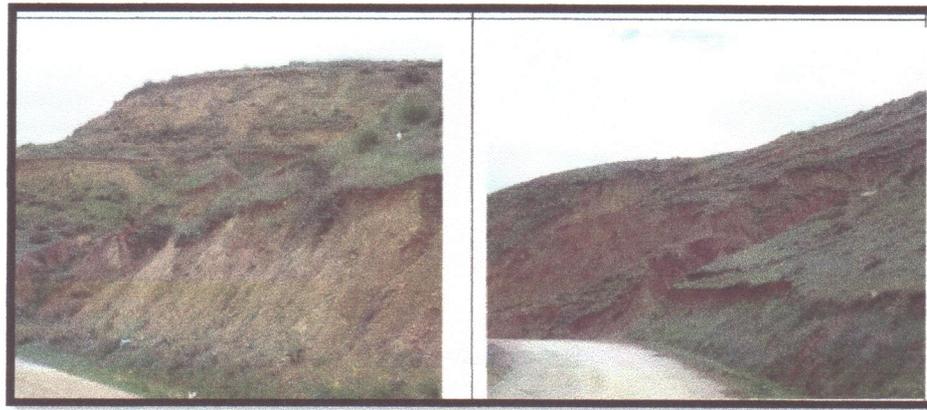


Photo V.3 : Glissement (sol argileux-gypseux)

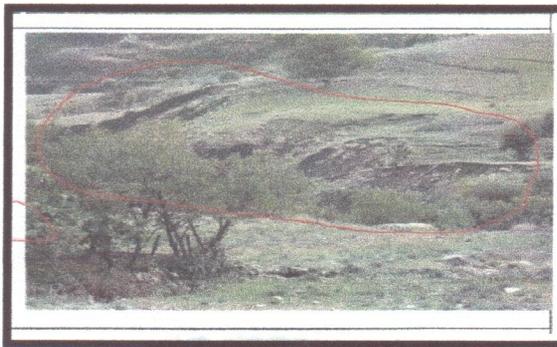


Photo V.4 : Sol argileux à pente fort

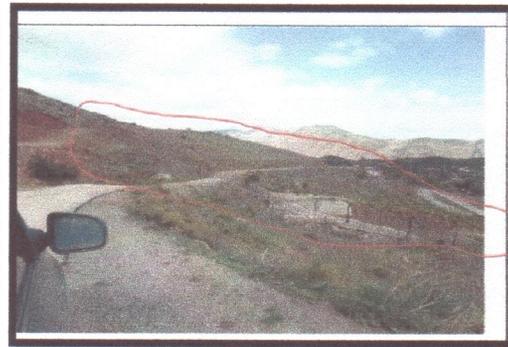


Photo V.5 : Argile+bloc à fort pente

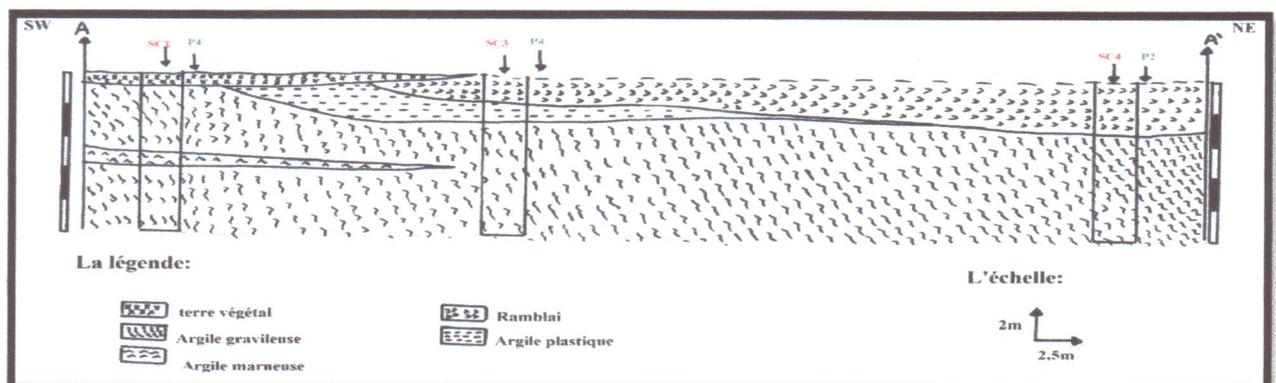
La coupe géotechnique montre les trois sondages :

SC1 : (Argile gravilleuse)

$$\begin{cases} Cu = 35 \text{ bar} \\ \varphi = 0,2^\circ \\ \gamma h = 2 \text{ t/m}^3 \end{cases}$$

SC3 : (Argile plastique)

$$\begin{cases} Cu = 22 \text{ bar} \\ \varphi = 22^\circ \\ \gamma h = 1,95 \text{ t/m}^3 \end{cases}$$



FI IV.2 : Profil géotechnique AA'.

IV.2.2 Essais de laboratoires :

Les essais de laboratoire ont un rôle majeur pour certains types de problèmes et offrent un accès direct aux paramètres indispensables pour le calcul géotechnique du sol.

L'échantillon intact prélevé à différentes profondeurs dans les sondages réalisés a été soumis à des essais de laboratoire pour identifier les caractéristiques physiques et mécaniques des couches constituant le terrain.

IV .2.2.1. Les essais physiques :

Sur les échantillons prélevés, les essais physiques réalisés se résument en :

a. Degré de saturation (Sr) :

Les résultats notés sur les échantillons de sol prélevés indiquent des valeurs très importantes de l'ordre de 83.4% à 100%. Ce qui nous permet de conclure que les formations en place sont fortement saturées en eau. (J, P, Magnan ; 2001).

b. Teneur en eau naturelle (w) :

Les valeurs obtenues de la teneur en eau sont comprises entre 11.9% et 25.3 % ce qui donne des formations donc le sol est **légèrement humides**. (J, P, Magnan ; 2001).

c. Les densités :

• Densité sèche (γ_d) :

D'après les résultats des essais physiques réalisés, la valeur de la densité sèche est comprise entre 1,61 t/m³ et 1,95 t/m³.

• Densité humide (γ_h) :

D'après les résultats des essais physiques réalisés, la valeur de la densité humide est comprise entre 2,01 t/m³ et 2.18 t/m³.

Les densités sont très importantes de telles valeurs indiquent la présence des formations **semi à très denses**. (J, P, Magnan ; 2001).

Sondage		Identification			
N° Sonde	Prof.(m)	Teneur en eau W (%)	Densité humide γ_h (t/m ³)	Densité sèche γ_d (t/m ³)	Degré de saturation Sr (%)
S1	0.70/1.00	18.9	2,0	1,67	89
S2	5.65 / 6.00	25.3	1,85	1,55	72
S3	6.80 / 7.2	-	1,95	1,65	78
S5	3.50/3.70	11.9	1,85	1,53	75
S6	1.65/2	16.6	1,85	1,55	68

Tableau IV.1 : Les paramètres physiques des sols(L. T.P.E.2011)

IV.2.2 Essais de laboratoires :

Les essais de laboratoire ont un rôle majeur pour certains types de problèmes et offrent un accès direct aux paramètres indispensables pour le calcul géotechnique du sol.

L'échantillon intact prélevé à différentes profondeurs dans les sondages réalisés a été soumis à des essais de laboratoire pour identifier les caractéristiques physiques et mécaniques des couches constituant le terrain.

IV .2.2.1. Les essais physiques :

Sur les échantillons prélevés, les essais physiques réalisés se résument en :

a. Degré de saturation (S_r) :

Les résultats notés sur les échantillons de sol prélevés indiquent des valeurs très importantes de l'ordre de 83.4% à 100%. Ce qui nous permet de conclure que les formations en place sont fortement saturées en eau. (J, P, Magnan ; 2001).

b. Teneur en eau naturelle (w) :

Les valeurs obtenues de la teneur en eau sont comprises entre 11.9% et 25.3 % ce qui donne des formations donc le sol est **légèrement humides**. (J, P, Magnan ; 2001).

c. Les densités :

• Densité sèche (γ_d) :

D'après les résultats des essais physiques réalisés, la valeur de la densité sèche est comprise entre 1,61 t/m³ et 1,95 t/m³.

• Densité humide (γ_h) :

D'après les résultats des essais physiques réalisés, la valeur de la densité humide est comprise entre 2,01 t/m³ et 2.18 t/m³.

Les densités sont très importantes de telles valeurs indiquent la présence des formations **semi à très denses**. (J, P, Magnan ; 2001).

Sondage		Identification			
N° Sonde	Prof.(m)	Teneur en eau W (%)	Densité humide γ_h (t/m ³)	Densité sèche γ_d (t/m ³)	Degré de saturation S_r (%)
S1	0.70/1.00	18.9	2,0	1,67	89
S2	5.65 / 6.00	25.3	1,85	1,55	72
S3	6.80 / 7.2	-	1,95	1,65	78
S5	3.50/3.70	11.9	1,85	1,53	75
S6	1.65/2	16.6	1,85	1,55	68

Tableau IV.1 : Les paramètres physiques des sols(L. T.P.E.2011)

d .Analyse granulométrie :

Tableau des résultats :

Sondage : N0	Profondeur(m)	Granularité % tamisat			
		2mm	80 μ	60 μ	2 μ
S1	0 ,70-1,00m	89	72	68	30
S2	5,65-6,00m	97	93	93	48
S4	5 ,60-5,95m	94	80	72	37
S6	1,65-2,00m	86	76	69	24

Tab IV.2 : Analyse granulométrie des sols(L.T.P.E 2011).

D'après les résultats des courbes granulométriques nous avons impliqué que le sol est **fin à très fin**. (Voir les annexes).

d. Limite d'Atterberg :

Les résultats extrêmes des essais des limites d'Atterberg effectués sur les échantillons prélevés de différents sondages sont représentés dans le tableau suivant :

N ^o de sondage	profondeur	Limite de plasticité (WP %)	Limite de liquidité (WL %)	Indice de plasticité (IP %)
S1	0 ,70-1,00m	25,8	41,0	15,2
S2	5,65-6,00m	26,4	50,1	23,7
S6	1,65-2,0m	29,1	50,0	20,9

Tab .IV.3 : résultats des essais de limites d'Atterberg (L.T.P.E; 2011).

IV .2.2.2. Les essais mécaniques:

a. Cisaillement rectiligne:

Les essais de laboratoire ont donnés les résultats suivants :

(03) essais de cisaillement non consolidés non drainés ont été réalisés par (*L.T.P.EST JIJEL ,2011*). Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau IV.4

Les valeurs obtenues au moyen de la boîte de Casagrande :

N ^o Sondage	Profondeur	$\phi_{UU}(\circ)$	$C_{UU}(\text{BARS})$
S01	0.70/1.00m	0,2	35
S02	5.65/6.00m	0,6	2
S03	6.80/7.20m	0,35	22

Tab .IV.4 : résultats des essais de cisaillement à la boîte (d'après L.T.P.JIJEL)

- ❖ Cohérents $0.2 \text{ Bars} < C < 0.6 \text{ Bars}$
- ❖ Résistants au cisaillement $2^\circ < \varphi < 35^\circ$

b. Essais compression à l'oedometre:

Les résultats obtenus par l'essai oedométrique réalisé dans le site étudié sont récapitulés dans le tableau IV.5:

N° Sondage	Profondeur	Pc (bars)	Cc (kg/cm ²)	Cg (kg/cm ²)
S01	0.70/1.00m	2.40	0,140	0,033
S02	5.65/6.00m	2,08	0,170	0,045
S03	6.80/7.20m	2,30	0,174	0,052
S05	3,50/3,70m	2,90	0,141	0,06

Tab IV.5: Les résultats d'essai de compressibilité(L.T.P.E2011).

A partir de tableau on a :

Le coefficient de gonflement du matériau obtenu à partir d'essais de compressions œdometrique est de l'ordre de 0.03 à 0.06 ($C_g > 0.05$) donc le **gonflement peu élevé**. (G, Philipponat; 2003).

- Le coefficient de compressibilité du sol calculé à partir essais oedometrique est de l'ordre de 0.14 à 0.17.

Le sol est en générale, moyennement compressible

.... (J.P. Magnan ; 2001).

IV .2.3.Les Analyses chimiques :

Les résultats des analyses chimiques seront transmis indépendamment ultérieurement.

N° Sondage	Profondeur du prélèvement	Teneur exprimé en % par rapport au poids sec			Remarques
		insolubles	carbonates	Gypses	
SC01	0.70m/1.00m	87.8	6.4	Traces	<i>Sol non marneux et non agressif</i>
SC02	5.6m/6.00m	85.6	8.8	Traces	
SC04	5.6m/5.95m	79.9	14.4	Traces	<i>Sol peu marneux et non agressif</i>
SC05	3.5m/3.70m	86.4	8.0	Traces	<i>Sol non marneux et non agressif</i>

Tab IV.6: Analyse chimique des sols (L.T.P.E2011)..

Les résultats obtenus (**tableau ci- dessus**) montrent que le sol ne présente aucune agressivité vis-à-vis le beton (**classe d'agressivité A1**).

IV.3. Estimation de la capacité portante du sol (sécurité vis-à-vis de la portance du sol) :

IV.3.1. Estimation de la capacité portante du sol par méthode *P.D.L.B* :

- **Note de calcul :**

En pratique les méthodes de dimensionnement à partir de l'essai DPT sont purement empiriques, la littérature de mécanique des sols présente l'essai comme étant un outil de reconnaissance qualitatif du terrain.

SANGLERAT a proposé une relation empirique pour l'évaluation de la contrainte admissible d'une fondation superficielle sans les sols pulvérulents ou purement cohérents à partir de la résistance à la pointe du pénétromètre dynamique d'où :

$$Q_{adm} = R_d/20$$

Avec :

Q_{adm} : contrainte admissible de la fondation superficielle (KN/m²).

R_d : résistance dynamique de pointe (bars)

Pour le calcul de la capacité portante à partir de l'essai de pénétration on a pris une largeur de **1m** pour la fondation de référence, par conséquent et pour calculer la résistance dynamique équivalente on prend la valeur (moyenne sur une épaisseur de **3B/2** sous la fondation, ceci après avoir écarté les valeurs élevées par rapport à la valeur moyenne dans cette zone

Les valeurs des contraintes admissibles obtenues pour des niveaux d'ancrage de la fondation pris entre **2.5m** et **4.0 m** de profondeur pour chaque essai sont reportées sur le tableau ci-dessous :

N°essai	Ancre(m)			
	2.5 m	3.0m	3.5m	4.0m
P1	refus	Refus	Refus	Refus
P2	1.93	1.63	1.83	1.4
P3	6.16	5.07	7.12	5.0
P4	refus	refus	refus	Refus
P5	16.5	18.5	Refus	Refus
P6	13.29	17.08	refus	Refus
P7	8.65	11.88	13.64	Refus
P8	2.04	1.57	1.62	1.71
P9	3.0	2.21	2.19	2.5
P10	3.44	3.66	3.78	3.91
P11	18.07	17.87	18.12	Refus
P12	18.04	Refus	Refus	Refus

Tab IV.7: Résultats de calcul de la capacité portante du sol de fondation.

IV .3.2. Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire :

Sur la base des caractéristiques géotechniques effectuée au niveau de laboratoire, nous évaluons la contrainte admissible.

Ainsi, Nous proposons comme type de fondation les semelles superficielles, aux dimensions supposées connues, et sur la base des caractéristiques physiques et mécaniques de la couche considérée.

- Pour une semelle carrée :

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{(1 - 0.2B/L) \gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (N_q - 1) + (1 + 0.2B/L) \cdot C \cdot N_c}{F_s}$$

- Pour une semelle filante :

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{\gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (N_q - 1) + C \cdot N_c}{F_s}$$

γ_1 : poids volumique apparent du sol au-dessus de la de la fondation (T/m³)

γ_2 : poids volumique apparent du sol au-dessous de la fondation (T/m³)

D : ancrage de la fondation (m).

B, L : Dimension de la fondation, largeur et longueur (m).

C : Cohésion du sol (T/m²).

N γ , N q , N c : Coefficients dépendants de l'angle de frottement interne du sol « f » avec :

N γ : Facteur de portance du aux poids des terres.

N q : Facteur de portance du à la surcharge.

N c : Facteur de portance du à la cohésion.

F s : Coefficient de sécurité pris égal à 3.

Exemple de calcul sondage (N° 01) :

- Semelle carrée :

$$B = L = 1 \text{ m}$$

$$D = 1.5 \text{ m}$$

$$F_s = 3$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_d = 1.71 \text{ T/m}^3.$$

$$C = 0.2 \text{ bars} = 2 \text{ T/m}.$$

$$\varphi = 35^\circ \Rightarrow \begin{cases} N_\gamma = 40.9 \\ N_q = 33.3 \\ N_c = 46.1 \end{cases}$$

$$Q_{ad} = 1,71 \times 1,5 + \frac{(1 - 0,2 \times \frac{1}{1}) \times 1,71 \times \frac{1}{2} \times 40,9 + 1,71 \times 1,5(33,3 - 1) + (1 + 0,2 \times \frac{1}{1}) \times 246,1}{3}$$

$Q_{ad} = 78,71 \text{ t/m}^2$

Qad=7.87bars

• **Semelle filante:**

Pour une semelle filante on a : $\frac{L}{B} > 5$, on pose $\frac{L}{B} = 10 \Rightarrow L = 15m$

$$Q_{ad} = 1,71 \times 1,5 + \frac{1,71 \times \frac{1}{2} \times 40,9 + 1,71 \times 1,5 \times (33,3 - 1) + 2 \times 46,1}{3}$$

$Q_{ad} = 55,20 \text{ T/m}^2$

Qad=5.52bars

Les résultats obtenus pour les semelles carrées et filantes, ancrées à 2.5 m et 4.0m de profondeur pour tous les sondages, sont reportés sur le tableau ci-dessous :

Sondages	Type de fondation B=1.0m	Qad (bars)				
		D=2.5m	D=3m	3.5m	4.0m	4.5m
Sc01	Carré	9.65	10.65	11.66	12.64	13.67
	filante	9.24	10.27	11.28	12.28	13.29
Sc02	carré	1.85	1.87	1.96	2.05	2.13
	filante	1.56	1.65	1.73	1.82	1.91

Tab IV.8 : Résultats de calcul de capacité portante à partir des essais de Laboratoire.

IV.4. Estimation des tassements de consolidation primaire :

L'essai de laboratoire le plus utilisé pour la détermination du tassement des fondations superficielles sur sols fins cohérents est l'essai oedométrique. Pour le calcul des tassements du sol étudié, nous avons utilisé la formule suivante :

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad \text{avec :} \quad \Delta e = e_0 - e_f$$

ΔH : Tassement total (cm).

H : hauteur de la couche concernée par le tassement (m).

Δe : Variation de l'indice des vides.

e_0 : indice des vides initial qui correspond à σ_{v0} .

e_f : indice des vides final qui correspond à $\Delta\sigma + \sigma_{v0}$

σ_{v0} : Contrainte verticale initiale à la profondeur (Z) correspondre au tassement.

$\Delta\sigma_Z$: accroissement de la contrainte verticale à la même profondeur (Z).

$$\Delta\sigma_Z = \frac{q L B}{(L+Z)(B+Z)} \quad \text{Avec : } q = Q_{ad}$$

- Exemple de calcul : sondage N°01 :

$$\Delta H = H \cdot \frac{\Delta e}{1+e_0}$$

Ave $D = 1.5 \text{ m}$

c : $H = 3B = 3.0 \text{ m}$

$B = 1.0 \text{ m}$

$Z = 3B/2 = 1.5 \text{ m}$

$\sigma_{v0} =$

$\gamma \cdot h =$

$\gamma(D + Z)$

$\sigma_{v0} = \gamma \cdot h = 1.71 (1.5 + 1.5)$

$\sigma_{v0} = 5.31 \text{ T/m}^2 = 0.531 \text{ bars}$

$\sigma_{v0} = 0.53 \text{ bars}$

- Pour une semelle carrée :

$L = B = 1.0 \text{ m}$

$q = Q_{ad} = 7.87 \text{ bars}$

$$\Delta\sigma_Z = \frac{q L B}{(L+Z)(B+Z)} = \frac{7.87 \times 1 \times 1}{(1+1.5)(1+1.5)} = 1.2592$$

$\Delta\sigma_Z = 1.25 \text{ bars}$

$\Delta\sigma_Z + \sigma_{v0} = 1.25 + 0.53 = 1.78 \text{ bars}$

$$\left. \begin{array}{l} e_0 = 0.808 \\ e_f = 0.887 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta e = 0.001$$

$$\Delta H = 3 \times \frac{0.002}{1.888} = 0.0213m$$

$$\Delta H = 0.33cm$$

- Pour une semelle Filante :

$$L = 15m$$

$$q = 5.52 Q_{ad} = \text{bars}$$

$$\Delta \sigma_z = \frac{q L B}{(Z+B)(L+Z)} = \frac{5.52 \times 15 \times 1}{(1.5+1)(15+1.5)} = 1.25 \text{ bars}$$

$$\Delta \sigma_z = 1.25 \text{ bars}$$

$$\Delta \sigma_z + \sigma_{v0} = 1.25 + 0.53 = 1.14 \text{ bars}$$

$$\left. \begin{array}{l} e_0 = 0.888 \\ e_f = 0.887 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta e = 0.001$$

$$\Delta H = 3 \times \frac{0.001}{1+0.887} = 0.00158m$$

$$\Delta H = 0.16cm$$

Les résultats obtenus pour les tassements des semelles carrées, ancrées à 2.5m, 3m, 3.5m et 4m de profondeur pour tous les sondages sont représentés dans le tableau suivant:

N° sondage	Type de semelle	Tassements (cm)			
		D= 2.5 m	D= 3 m	D= 3.5 m	D= 4 m
S 01	Carrée	0.34	0.31	0.33	1.0
	Filante	1.16	1.32	1.33	1.49
S02	Carrée	1.20	1.33	1.34	1.5
	Filante	1.5	1.66	1.5	1.67

Tab IV.9 : Valeurs des tassements en fonction de la charge transmise à la fondation

IV.5.Conclusion :

- Les caractéristiques géotechniques du sol, le gonflement peu élevé et la compressibilité sont limités entre 0.14 et 0.17 donc le sol est moyennement compressible.
- Les valeurs des tassements sont acceptables entre 0.31cm et 1.67cm.
- Selon les résultats obtenus (tassements, capacité portante) et en vue des raisons technico-économiques, on recommande une fondation superficielle type carré avec un ancrage choisi de $D= 3 \text{ m}$

V.1 conclusion générale :

Les résultats obtenus à partir des reconnaissances géologiques et géotechniques des études faites dans notre région sur la partie Ouest de la chaîne Numidien sont résumés ci-dessous:

-les formations affleurant (trias, Lias, Flysch, Argiles sous numidien, grès Numidien, argile, quaternaire).

-d'après notre analyse de P.O.S étudiée, le terrain est caractérisé par des argiles lamineuses et avec graveleuses de cailloux des blocs par endroit.

Cet argile est de raide à très raide dans les zones à pentes faibles.

Ainsi ; les essais in-situ et aux laboratoires montrent que le terrain en question et en pente moyenne ne présente aucun signe d'instabilité majeure, sauf en quelques endroits à forte pente présentant des glissements avec des niches d'arrachement ; ce facteur déclenchant de ces glissements est la précipitation et la nature lithologique du site.

Les résultats obtenus à partir des reconnaissances géologiques et des études faites dans notre région sur la partie Ouest de la chaîne Numidien sont résumés ci-dessous:

-les formations affleurant (trias, Lias, Flysch, Argiles sous Numidien, grès Numidien, argile, quaternaire).

-d'après notre analyse de P.O.S étudiée, le terrain est caractérisé par des argiles lamineuses et avec graveleuses de cailloux des blocs par endroit.

Cet argile est de raide à très raide dans les zones à pentes faibles.

Ainsi ; les essais in-situ et au laboratoire montrent que le terrain en question et en pente moyenne ne présente aucun signe d'instabilité majeure, sauf en quelques endroits à forte pente présentant des glissements avec des niches d'arrachement ; ce facteur déclenchant de ces glissements est la précipitation et la nature lithologique du site.

-Les caractéristiques géotechniques du sol, le gonflement peu élevé et la compressibilité sont limités entre 0.14 et 0.17 donc le sol est moyennement compressible.

Les valeurs des tassements sont acceptables entre 0.31cm et 1.67cm.

Selon les résultats obtenus (tassements, capacité portante) et en vue des raisons technico-économiques, on recommande une fondation superficielle type carré avec un ancrage choisi de $D=3\text{ m}$

V.2.Recommandation :

Les données relatives aux formations du site montrent les caractéristiques suivantes:

- Nous recommandons pour le type de fondation ; des *semelles superficielles isolées fortement chaînées*.
- Tenir compte de la sismicité de la région.
- Eviter à tout prix les variations différentielles de teneur en eau sous la construction ainsi qu'à son voisinage immédiat.
- Eviter de poser des drains près des fondations.
- Suppression de toute arrivée ou retrait d'eau
- L'ouverture des fouilles dans la saison sèche est préconisée

Références bibliographiques

- Bouftouha, Y, (2005) :** *Les grands traits géologiques de la région de Jijel. Univ. Jijel (inédit).Algérie.*
- Bouillin, J.P, (1977) ;** *Géologie Alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia (Algérie), thèse Doct. Uni. P. & M. Curie, 511P.*
- C.R.A.A.G,(1971) :** centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique.
- Djellit,H ;(1987) :** *Evolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flyschs en Petite Kabylie occidentale (Algérie).Thèse Doct.Univ d'Orsay Paris, 206P.*
- Durand Delga, (1955) :** *Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat. Paris, Publ. serv. Carte géol. Algérie, 24,533P.*
- Gelard, J.P. (1969):** *Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de chellata, le flysch mauritanien (grande Kabylie). Bull. Soc. géol.France, (7), XI, Paris, P 676-686.*
- L.C.P.C ;(1982) :** *Reconnaissance géologique et géotechnique des tracées de routes et autoroutes. ISBN 2-7208-9820-1.Ed.L.C.P.C.Paris, 111P.*
- L.T.P.EST JIJEL(2011):** *rapport etude de sol POS N°2 commune de Béni Yadjisw-JIJEL,)* - **(Magnan.J.P, (2001),Philipponat.G) :** *Description, identification, et classification des sols. Ed. Techniques de L'ingénieur (TI). Paris, 75P.*
- Mémoire fin d'étude 2005:** ILLAS CHAHRA
- Philipponnat.G et Bertrand.H,(2003):** *Fondations et ouvrages en terre. Ed. Eyrolles. Paris, 548P.*
- Raymond, D. (1976) :** *Evolution sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle Alpin. Thèse, Paris, 156P.*
- rapport révision PDAU Boudriaa Béni Yadjis,(2009-2012) :** *d'études et de la réalisation en urbanisme de jijel(U.R.B.A.J),(phaseI)*

- Raoult, J.F., (1969 c):** Relation entre la dorsale Kabyle et les flyschs sur la transversale de Dj. Rhédir, phase tangentielle Eocène, paléogéographie (Nord Constantinois, Algérie). Bull.Soc. Géol. France (7), XI, Paris. P523 543.
- Sanglerat: G., Olivari, G., & Camboer, B, (1983):** Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondations. 2^e Ed. Dunod, Paris, Tome II, 263 P.
- **R.P.A,(1999)** : Règles Parasismiques Algériennes (Version 2003) d'après le CRAAG.
- Tekkouk, M(2005)** : Etude de la pollution par les sulfates des eaux du bassin versant de l'oued Djen-Djen.Mém de magister .univ. Constantine .Algérie.262P.
- Vila,(1980)** : La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doct. Univ. P. et M. Curie. Paris. 3 Vol, 665 p.
- Wildi, (1983)** : la chaîne Tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie, et évolution du Trias au Miocène REV. Géol. Dyn. Geographys ; 24.P201-297.

*LOGS
DES SONDAGES CAROTTES*



LOG DE SONDAGE

No : SC01

Localisation : BENYADJIS / DJIMLA

Profondeur 10

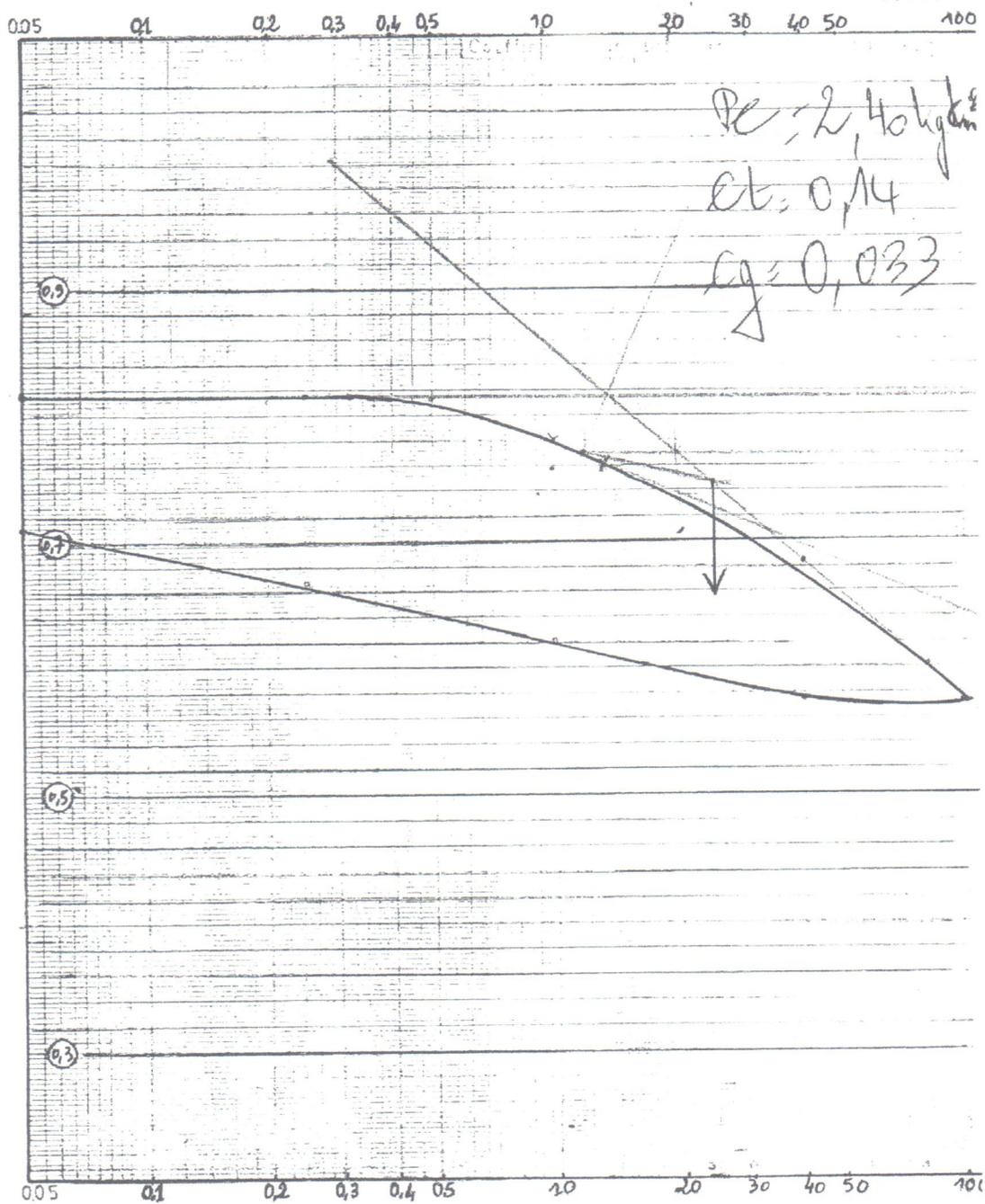
X= Y= Z= Date

m	Recup	NS	Litho	Echt	mon ?	nom ?	nom ?	Tubage	Description des couches
0.	—	V		ECHOI					terre vegetale
-1.									argile graveleuse contenant des cailloux et blocs
-2.									
-3.									

*FEUILLES D'ESSAIS
DE LABORATOIRE*

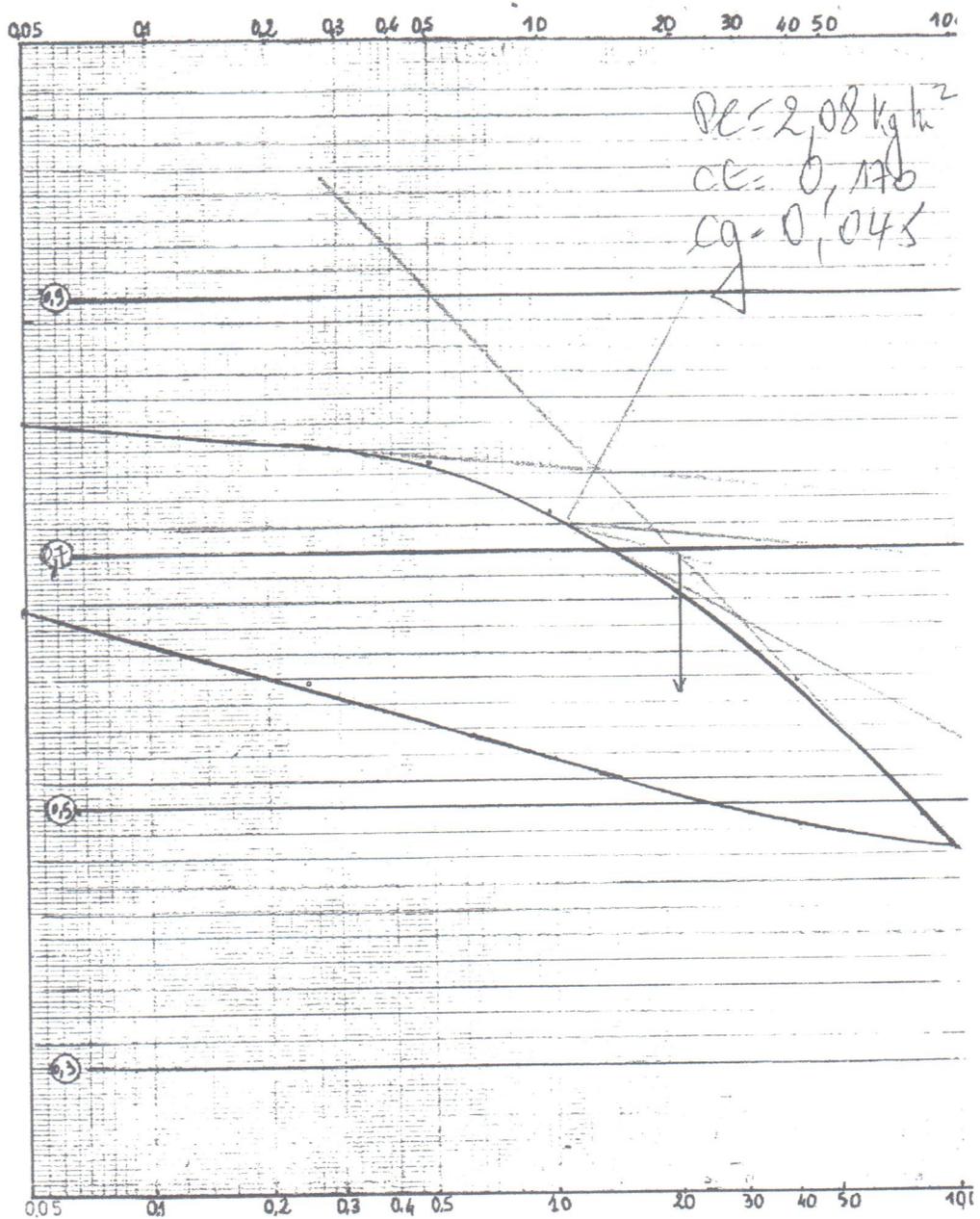
L.N.T.P.B
 ESSAI DE COMPRESSIBILITE
 PERMEABILITE

Echantillon : Beni-Yadjis
 Profondeur : 0,7-1m
 Sondage : N1



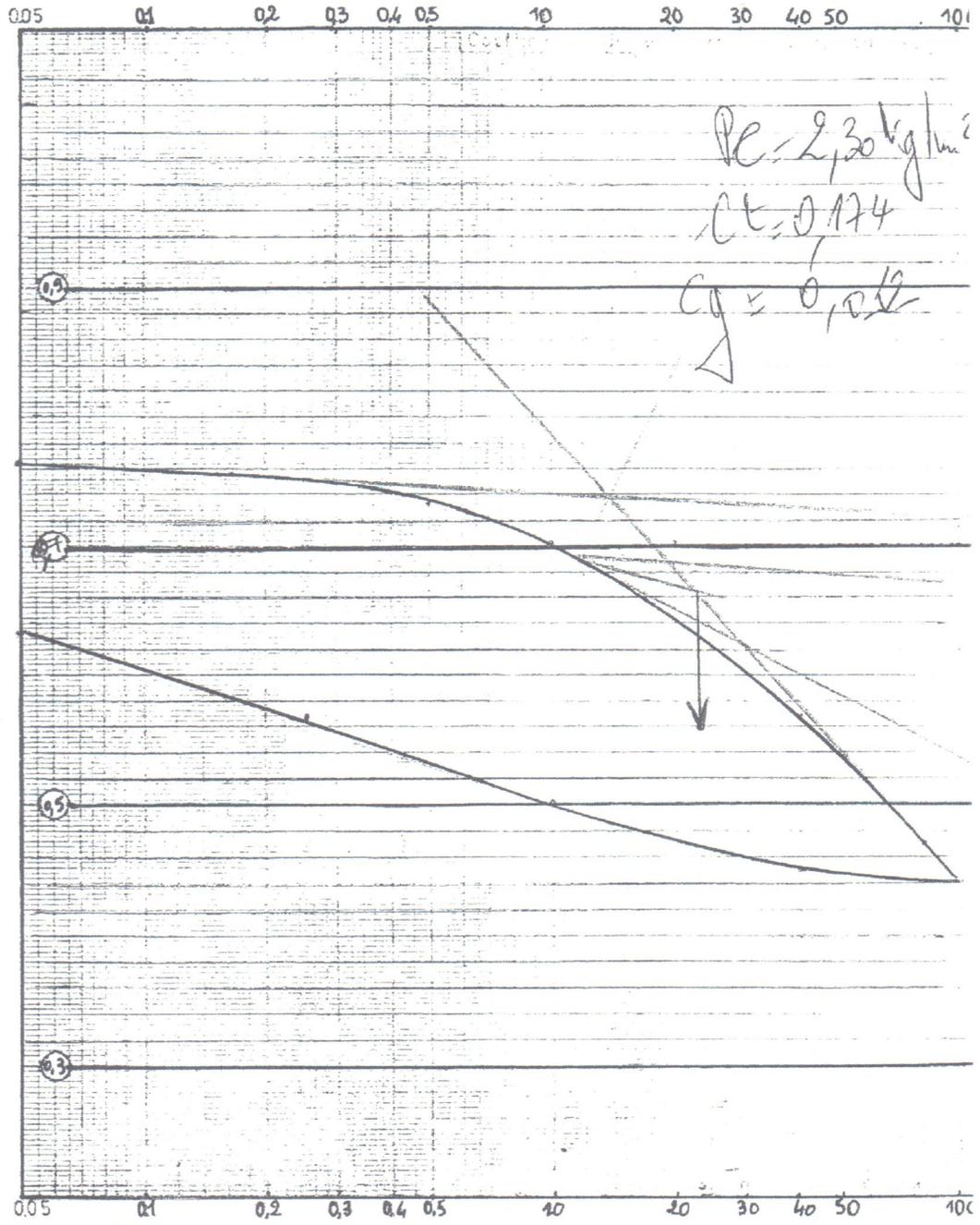
L.N.T.P
 ESSAI DE COMPRESSIBILITE
 PERMEABILITE

Echantion : Beni-Yadjis
 Profondeur : 5,65-6,00m
 Sondage : N2



L.N.T.B
 ESSAI DE COMPRESSIBILITE
 PERMEABILITE

Echantillon: Beni -yadjis
 Profondeur : 6,80-7,20 m
 Sondage : N3



ALBUM PHOTOS



PHOTO N°03 : Sondage carotté N°03



PHOTO N°01 : Sondage carotté N°01