

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche SCIENTIFIQUE

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -

Université Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

المكتبة
رقم الجرد : 2460

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

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Géologie

Option : Génie Géologique

Thème

Utilisation du système d'information géographique pour la réalisation du plan
d'occupation du sol: Exemple du POS 28 commune de Jijel.

Membres de Jury

Président : H. Kharrouba
Examineur: N. Hamadow
Encadrant : K. Remoum

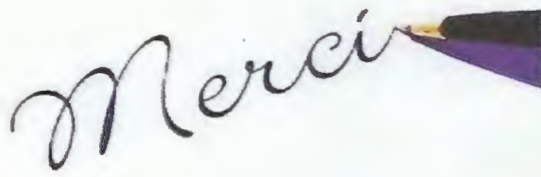


Présenté par :

ATTER Khaoula
LAIB Mouad

Année Universitaire 2016-2017

Numéro d'ordre (bibliothèque) :



Merci

Quelques mots en préambule de cette étude, qui met un point d'orgue à une année riche et intense

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*La première personne que nous tenons à saisir notre profond remerciement est notre encadrant Mr : **REMOUM Karim**. Pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être menée au bon port. Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps la direction de l'université de Jijel et le département des sciences de la terre et de l'univers.

Nous tenons également à remercier la Direction d'Urbanisme et de Construction (DUC) pour avoir accepté de mettre à notre disposition les données nécessaires pour cette étude.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail

Mouad et Khaoula

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui ont
Contribué de près ou de loin
à l'élaboration de ce travail plus particulièrement :
A Mes adorables parents, qui m'ont tout donné, avec la patience
et les prières de maman qui ont été exhaussé par le Tout-
Puissant, et la
ompréhension et les sacrifices de mon père , qui m'ont mis l'abri
du besoin, et m'ont donnée l'avantage de me consacrer
entièrement et
Uniquement à mes études. Merci et merci et merci Maman
« Khadidja » et papa « Sabti ».
A ma chère agréable sœur : « Rihana » Ainsi que mes
Adorables frères « A. Majide, Mouad, Badredine, A. Yacine, et
moussabe », je vous souhaite
le bonheur et la réussite, et leurs t petits enfants « Mohamed,
Amar, Ilaf, Afnan, A. Wadoud et Rokia »
Je dédie spécialement à mon mari Moussa Ferhet qui m'a
beaucoup aidé et m'encouragé jusqu' la fin.
A mon collègue dans ce travail Mouad et mes amies : Meriem,
rokia, Fatima zohra, Kenza, Fatima, Amina, et Zinab
-Bien sûr sans oublier..... !!!
Mes collègues de ma promotion de Génie Géologique 2017.
A toute personne a eu l'occasion de m'aider.
Et enfin pour ceux qui ne sont pas sur les lignes mais dans le
Cœur je vous dis « mille merci »*

Khaoula

Dédicace

*Tout d'abord je tiens à remercier **Allah** le Tout Puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce modeste travail que je le dédie à:*

Mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé durant toute ma vie.

*Mes frères et sœurs, ma vie « **Leila** » et à toute ma famille « **Laïb** »*

*A mon encadreur « **Mr.Ramoum.k**»*

*A ma collègue de travail «**Khaoula**»*

A mes chers amis (es) chacun de son nom

A mes collègues de la promotion 2017: master 2 Génie Géologique

A tous qui m'ont encouragé et aidé à la réalisation de ce travail

A vous...merci

Mouad

Résumé

Dans le contexte de globalité de la géographie appliquée, ce mémoire présente une méthode d'analyse spatiale de données géoscientifiques pour l'aménagement du territoire. Les ressources de l'information sont utilisées afin de réaliser cet objectif et afin de permettre l'exploitation d'une banque de données par l'utilisateur. Les données utilisées proviennent du rapport géotechnique d'étude du plan d'occupation de sol numéro 28 située dans la commune de Jijel. Nous avons utilisé les différents outils existant dans le logiciel ArcGis pour la création de la base de donnée ainsi que la réalisation des différentes cartes concernant les paramètres physico-mécanique et des cartes des contraintes admissibles pour les deux types de semelles (carrée et filante). Une carte d'aptitude à la construction est développée en tenant en compte du facteur morphologique, la nature du sol et les zones à risque. Ce Travail rend compte que la méthodologie SIG a une grande fonctionnalité pour l'aménagement du territoire.

Mots clefs :

Jijel, Arc GIS, Banque de données, Géotechnique, Carte d'aptitude.

Abstract

In the context of applied geography, this paper presents a method for spatial analysis of geoscience data for land use planning. Information resources are used to achieve this objective and to allow the user to operate a database. The data used derive from the geotechnical study report of the land-use plan number 28 located in the commune of Jijel. We used the various tools available in the ArcGis software for the creation of the database as well as the realization of the different maps concerning the physico-mechanical parameters and the bearing capacity maps for the two types of fondation (isolated spread footings and strip spread footings). A construction suitability map is developed taking into account the morphological factor, the nature of the soil and the areas at risk. This Work reports that the GIS methodology has a great functionality for the planning of the territory.

Keywords:

Jijel, Arc GIS, Data bases, Geotechnics, suitability map.

ملخص

في السياق العام الجغرافيا التطبيقية، تبين هذه المذكرة طريقة التحليل المكاني للبيانات الجيولوجية من اجل التهيئة العمرانية. بحيث يتم استخدام موارد المعلومات لتحقيق هذا الهدف، والسماح باستغلال قاعدة بيانات من قبل المستخدم. البيانات المستخدمة هي من التقرير الجيوتقني لدراسة مخطط شغل التربة رقم 28، لبلدي جيجل. استخدمنا مختلف الأدوات المتاحة في نظام برنامج Arc Gis لإنشاء قاعدة البيانات وأيضا إنشاء مختلف الخرائط المتعلقة بللموامل الفيزيائية والميكانيكية وخرائط قدرة تحمل التربة لكلا النوعين من الاساسات السطحية (مربع و المستمرة). انشأت خريطة ملائمة الارضية للبناء بالأخذ بعين الاعتبار العامل مورفولوجي وطبيعة التربة ، ومناطق والمخاطر. هذا العمل يبين العيزة الكبيرة منهجية لنظام المعلومات الجغرافية SIG من اجل التهيئة العمرانية.

الكلمات المفتاحية:

جيجل, نظام برنامج Arc Gis, بنك المعلومات، الجيوتقني، خريطة ملائمة الارضية للبناء.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I : Physiographie de la région	
I.1. Situation géographique du site	2
I.1.1. Localisation du périmètre du POS	2
I.2. Contexte climatique.....	3
I.2.1. Précipitations	3
I.2.2. Température.....	5
I.2.3. Relation températures-précipitations.....	6
I.2.3.1. Diagramme ombrothermique	6
I.2.4. Vents.....	7
I.2.5. L'évaporation.....	7
I.2.6. Estimation du ruissellement et de l'infiltration	7
I.2.6.1. Calcul de l'infiltration	8
I.3. Morphologie.....	8
I.4. Hydrographie.....	9
Chapitre II: Introduction aux SIG	
II.1. Quelques définitions	2
II.1.1. Système d'information	2
II.1.2. Information géographique.....	2
II.1.3. Géomatique	2
II.1.4. Un système d'information géographique (S.I.G)	2
II.2. Les composants d'un S.I.G	3
II.2.1. Matériels	3
II.2.1.1. L'ordinateur	3
II.2.1.2. Les périphériques	3
II.2.2. Logiciels	4
II.2.3. Les données	4
II.2.4. Utilisateurs	4
II.2.5. Les méthodes	4
II.3. Les principales fonctions d'un S.I.G	5
II.4. Les domaines d'application des S.I.G	6
II.5. S.I.G et la géologie	6
II.5.1. Cartes géologiques et SIG	6
II.5.2. Construction du SIG géologique à partir des données de terrain	7
II.5.3. L'Architecture d'un modèle spatial	7
II.6. Quelque application sur ARC GIS	10

II.6.1. L'extension 3D analyst tools.....	10
II.6.1.1. L'outil conversion	10
II.6.1.1.1. la fonction TIN to raster	10
II.6.2. L'extension analysis Tools	10
II.6.2.1. L'outil proximity	11
II.6.2.1.1. la fonction buffer	11
II.6.3. L'extension data management tools	12
II.6.3.1.1. La fonction Clip	12
II.6.4. L'Extension Spatial Analyst Tools	12
II.6.4.1. L'outil extraction	12
II.6.4.1.1. La fonction extraction by mask	12
II.6.4.2. L'outil Interpolation	13
II.6.4.2.1. L'outil IDW	13
II.6.4.2.1.1. Contrôle de l'influence avec le paramètre Puissance	13
II.6.4.2.1.2. Limitation des points utilisés pour l'interpolation	13
II.6.4.3. L'outil de surface	14
II.6.4.3.1. La fonction Slope	15

Chapitre III : contexte géologique

III.1. Les formation géologique de la région de Jijel.....	25
III.1.1.le socle Kabyle.....	25
III.1.2. Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle olistostromique.....	26
III.1.3. Les formations de type flyschs.....	27
III.1.3.1. Le flysch Maurrétanien.....	27
III.1.3.2. Le flysch Massylien.....	27
III.1.3.3. Le flysch Numidien.....	28
III.1.4. Les formations Telliennes.....	29
III.1.5. Les formations post-nappes	29
III.1.5.1. Marnes du Miocène supérieur	29
III.1.5.2. Formations détritiques du Pliocène	29
III.1.6. Les roches magmatiques.....	30
III.2. Aperçu tectonique de la partie occidentale de la Petite Kabylie	30
III.3.Contexte géologique du secteur étudié.....	31

Chapitre IV : Etude géotechnique

IV.1. Introduction	32
IV.2. Campagne de reconnaissance géotechnique	32
IV.3. Présentation et interprétation des résultats de la compagne géotechnique ...	34
IV.3.1. Les essais in-situ	34
IV.3.1.1. Les sondages carottés	34
IV.3.1.2. Compagne géophysique	36
IV.3.1.3. Essais pénétrométriques	39
IV.3.1.4. Corrélation entre les essais de pénétration et les coupes de sondages	40

IV.3.2. Essais de laboratoire	42
IV.3.2.1. Résultats des essais physiques	43
IV.3.2.1.1. Teneur en eau naturelle (W_n %)	43
IV.3.2.1.2. Densités sèches (γ_d T/m ³)	43
IV.3.2.1.3. Densités humide (γ_h T/m ³)	43
IV.3.2.1.4. Granulométrie	43
IV.3.2.1.5. Les limites d'Atterberg	46
IV.3.2.2. Résultats des essais mécaniques	47
IV.3.2.2.1. Essais de cisaillement	47
IV.3.2.2.2. Essai de compressibilité à l'oedomètre	47
IV.3.2.2.3. Essai de résistance à la compression simple	48
IV.3.2.3. Essais chimiques	48
IV.4. Etude de la capacité portante des sols	49
IV.4.1. Evaluation de la contrainte admissible	49
IV.4.1.1. Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique	49
IV.4.1.2. Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire	50
IV.4.2. Cartes de zoning en fonction des résultats de la contrainte admissible	51
IV.5. Tassements prévisibles des sols	53
IV.6. Carte d'aptitude des sols à la construction	53
Conclusion générale.....	55
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction générale

Depuis l'arrivée des systèmes d'information géographiques (SIG) dans les années quatre-vingt, la cartographie a pris une nouvelle dimension. Le SIG permet la centralisation et le partage de l'information, l'analyse complexe, la gestion, la modélisation et la simulation. Il permet également un accès rapide à l'information favorisant le partage d'informations graphiques et alphanumériques.

La création des cartes et l'analyse géographique ne sont pas des procédés nouveaux, mais les SIG procurent une plus grande performance et proposent des outils sans cesse innovants dans l'analyse, la compréhension et la résolution des problèmes.

Sur la base des résultats de reconnaissance géologique et géotechnique nous avons essayé d'appliquer quelques outils existant dans ArcGis pour l'étude du plan d'occupation du sol numéro 28 appartenant à la commune de Jijel. Les travaux présentés dans ce mémoire s'articulent autour de quatre chapitres distincts:

- Le premier chapitre a été réservé à une introduction au système d'information géographique
- Le deuxième chapitre est consacré à une analyse physiographique de la région d'étude.
- Dans le troisième chapitre nous présentons le contexte géologique local.
- Dans le quatrième chapitre nous présentons l'étude géotechnique du site avec les différentes cartes géotechniques réalisées.

- Précipitations moyennes annuelles

L'étude des précipitations moyennes annuelles s'est effectuée à partir des données des séries récentes qui s'étendent de 2003 à 2015 pour la station du barrage El-Agrem (Annexe I.1).

Tableau I.1 : Précipitations moyennes annuelles et saisonnières : période 2003-2015.
(Station du barrage El Agrem).

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Total
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Précipitations moyennes mensuelles (mm)	73,87	108,2	153,1	197,51	167,46	157,02	128,25	85,29	44,88	13,81	0,96	9,28	1139,64
Précipitations saisonnières (mm), (%)	335,17			521,99			258,42			24,06			/
	29,41			45,80			22,68			2,11			/

D'après les données du Tableau(I.1) et la Figure (I.3) on constate que :

- Le mois de **Décembre** est le mois le plus pluvieux avec (197,51 mm).
- Le mois de **Juillet** et le mois le moins pluvieux avec (0,96 mm).

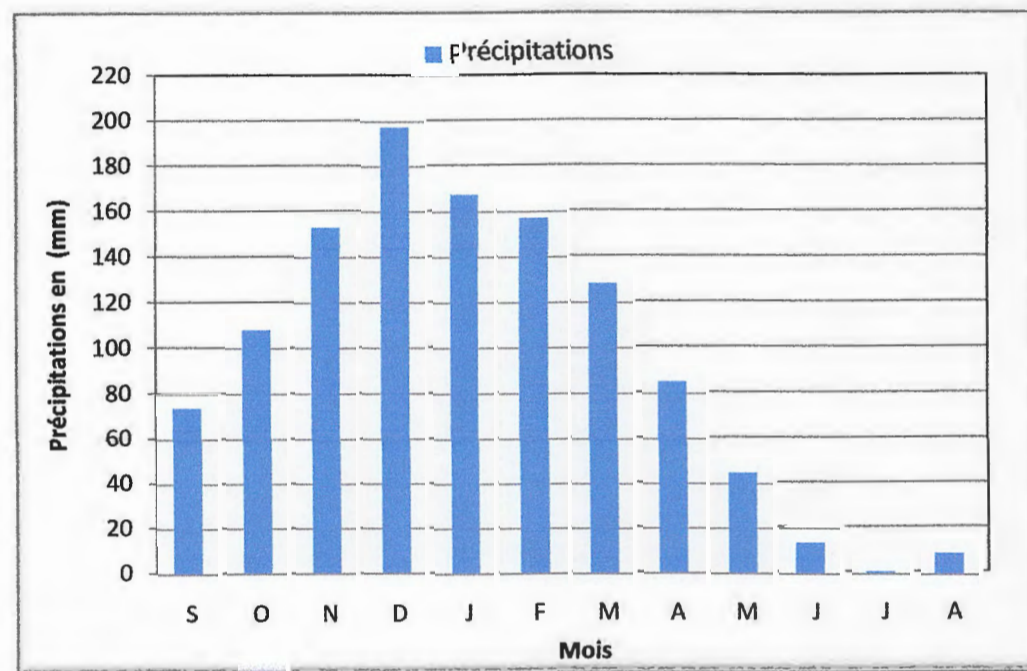


Figure I.3 : Distribution de la pluviométrie moyenne mensuelle (Station du barrage El-Agrem période 2003-2015).

I.2.2. Températures:

La température est un facteur qui contrôle le bilan hydrologique et permet l'estimation de l'évapotranspiration. Le Tableau (I.2) présente les températures moyennes mensuelles et saisonnières de la station du barrage El Agrem, durant la période 2003/2015, (Annexe I.2)

Tableau I.2 : Températures moyennes mensuelles et saisonnières: période 2003-2015 (Station du Barrage El Agrem période 2003-2015).

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Été			
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne
Température	23,61	19,44	15,94	12,01	11,60	11,49	13,54	16,27	18,95	23,20	26,45	26,90	
Moyenne mensuelle et saisonnière (C°)	19,66			11,70			16,25			25,52			18,28

La série (2003/2015) des données des températures de la station du barrage El Agrem permet de conclure que les températures sont basses en hiver (Décembre, Janvier, et Février), et élevées en été (Juin, Juillet, et Août) comme l'indique la Figure (I.4).

Le mois d'Août est le plus chaud avec une température de (26,9°), les mois de Janvier et Février sont les plus froids, la température en ces mois est de l'ordre de (11,49°).

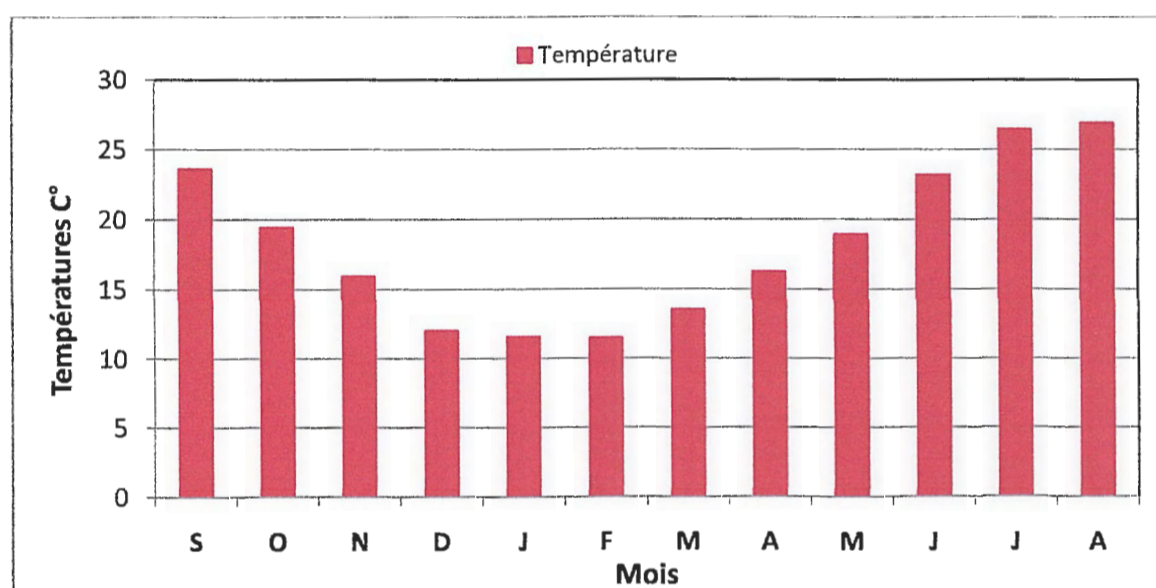


Figure I.4 : Répartition des températures moyennes mensuelles, période 2003-2015 (Station du barrage El Agrem)

I.2.3.Relation températures-précipitations

I.2.3.1.Diagramme ombrothermique

Un diagramme ombrothermique (Figure I.5) est un type particulier de diagramme climatique représentant les variations mensuelles sur une année des températures et des précipitations selon des gradations standardisées. Une graduation de l'échelle des précipitations correspond à deux graduations de l'échelle des températures ($P = 2T$) pour mettre en évidence les périodes de sécheresse définies par une courbe des précipitations se situant en dessous de la courbe des températures. Ces diagrammes permettent de comparer facilement les climats de différents endroits d'un coup d'œil du point de vue pluviosité. A partir des valeurs du tableau (I.3) nous avons tracé la figure (I.5).

Tableau I.3 : Précipitations et températures moyennes mensuelles; période 2003-2015.(Station du barrage El-Agrem)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitation en (mm)	167,46	157,02	128,25	85,29	44,88	13,81	0,96	9,28	73,87	108,20	153,10	197,51
Température en (C°)	11,60	11,49	13,54	16,27	18,95	23,20	26,45	26,90	23,61	19,44	15,94	12,01

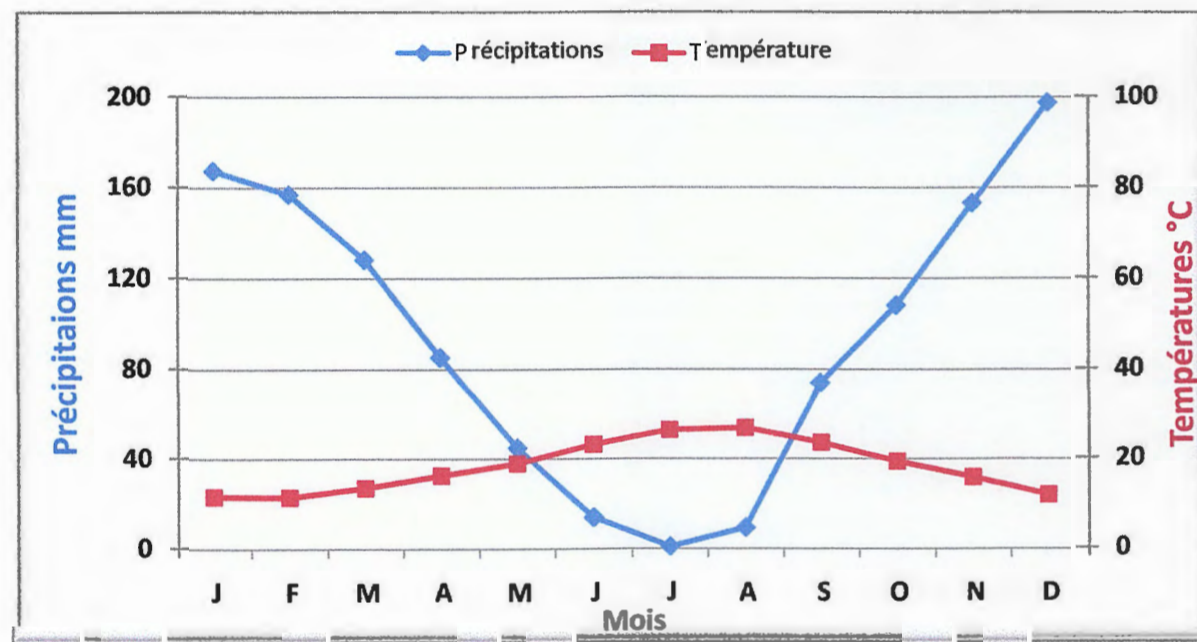


Figure I.5 : Diagramme ombro-thermique.

A partir de ce diagramme on constate que la période de sécheresse s'étale de la fin du mois d'Avril vers la fin du mois de Septembre.

I.2.4.Vents

Les vents qui prédominent à Jijel sont de direction sud et sud-ouest en été, ouest et nord-ouest en hiver avec des vitesses moyennes maximale varie entre 20,3 m/s au mois de Décembre et 17,8 m/s au mois de Mars., ces vents sont froids en hiver, chauds en été et toujours humides. Pour la saison estivale, la vitesse maximale du vent varie entre 14,9 m/s au mois d'Août et 18,2 m/s au mois de septembre. Alors que les brises d'été sont de direction Nord et Nord-est, qui sont les plus favorables pour la ventilation naturelle (**Kh. Chouial et F. Chouial 2016**).

I.2.5.L'évaporation

Le taux d'évaporation s'accroît progressivement du mois le plus froid vers celui le plus chaud. La période d'été représenté un taux d'évaporation élevé. Le taux d'évaporation le plus élevé est enregistré le mois d'Août ; car c'est le plus chaud et les radiations solaires y sont maximales. Le taux d'évaporation le plus bas est enregistré au mois de janvier ; car c'est le plus froid et les radiations solaires y sont minimales.

I.2.6. Estimation du ruissellement et de l'infiltration:

Les précipitations dans la région sont de l'ordre de 1139.64 mm. L'estimation du ruissellement a été calculée par la formule de Tixeront-Berkaloff (Précipitations moyennes annuelles doivent être inférieures à 600mm), car on n'a pas trouvé d'autre formule dans la bibliographie.

$$R = \frac{P^3}{3(ETP)^2} \dots\dots (1)$$

Avec :

R : ruissellement en (mm) ;

P : précipitations moyennes annuelles (mm)

ETP : évapotranspiration potentielle d'après thornthwaite en (mm).

Application numérique : P= 1139,64 mm, ETP= 909,72 mm (**Annexe II.3**)

$R = (1139.64)^3 / 3 (909.72)^2 = 596,16$ mm. En pourcentage le ruissellement est de l'ordre de :

$$R (\%) = \frac{(R \times 100)}{P} = 52.31\%.$$

La valeur du ruissellement obtenue est de 596,16 mm correspondant à 52,31% des précipitations.

I.2.6.1. Calcul de l'infiltration

L'infiltration représente la quantité d'eau qui pénètre dans le sol et le sous-sol, elle alimente les eaux souterraines donc la reconstitution des réserves aquifères.

Elle est estimée à partir de la formule du bilan hydrogéologique (**Annexe II.4**):

$$P = ETR + R + I + Wa \dots \dots \dots (2)$$

Ou:

Wa : variation des réserves souvent négligeables

En aura alors :

$$P = ETR + R + I$$

Donc :

$$I = P - (ETR + R) = 1139,64 - (519,43 + 596,16) = 24,05 \text{ mm}$$

On obtient alors une quantité d'eau infiltrée $I = 24,05$ mm et qui présente 2,11% des précipitations.

I.3.Morphologie:

La zone d'étude se présente, en grande partie, sous forme d'un polygon, situe sur le versant Est de Djebel Mezghitane. Il s'agit d'un sommet d'une colline (386m) qui se termine par des versants de forte pente orienté vers le Nord et l'Est, et un replat dans la partie Est, Nord-Est. La réalisation de la carte des pentes à partir de la carte topographique au 1/25000 (Djidjelli N° 1.2), à l'aide du logiciel ArcGis (10.2.2) avec un système géodésique Nord Sahara (Arrête du 23 février 2003, JORA N°30 A' partir de la carte des pentes (Figure I.6), nous avons pu évaluer quatre zones de pentes qui sont:

- La zone bleue: de 5 à 10%.
- La zone jaune : de 10 à 20 %.
- La zone verte: de 20 à 30 % .

- La zone rouge: > 30 %.

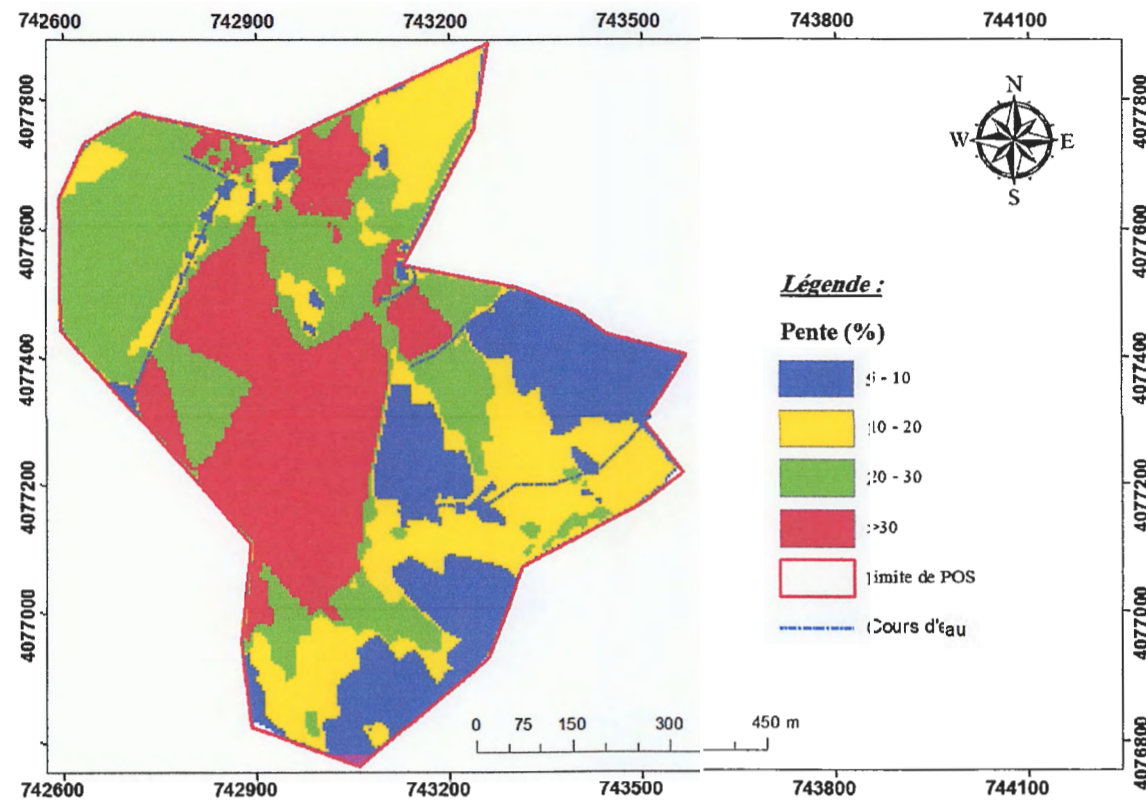


Figure I.6: Carte des pentes.

I.4. Hydrographie

La zone d'étude est caractérisée par un réseau hydrographique très faible, ou on a enregistré des petites ravines (chenaux de ruissèlement) déversant dans l'oued Medabagh qui se trouve dans la partie Est du site (Figure I.7). Cet oued prend naissance du côté Sud avec un écoulement vers le Nord.

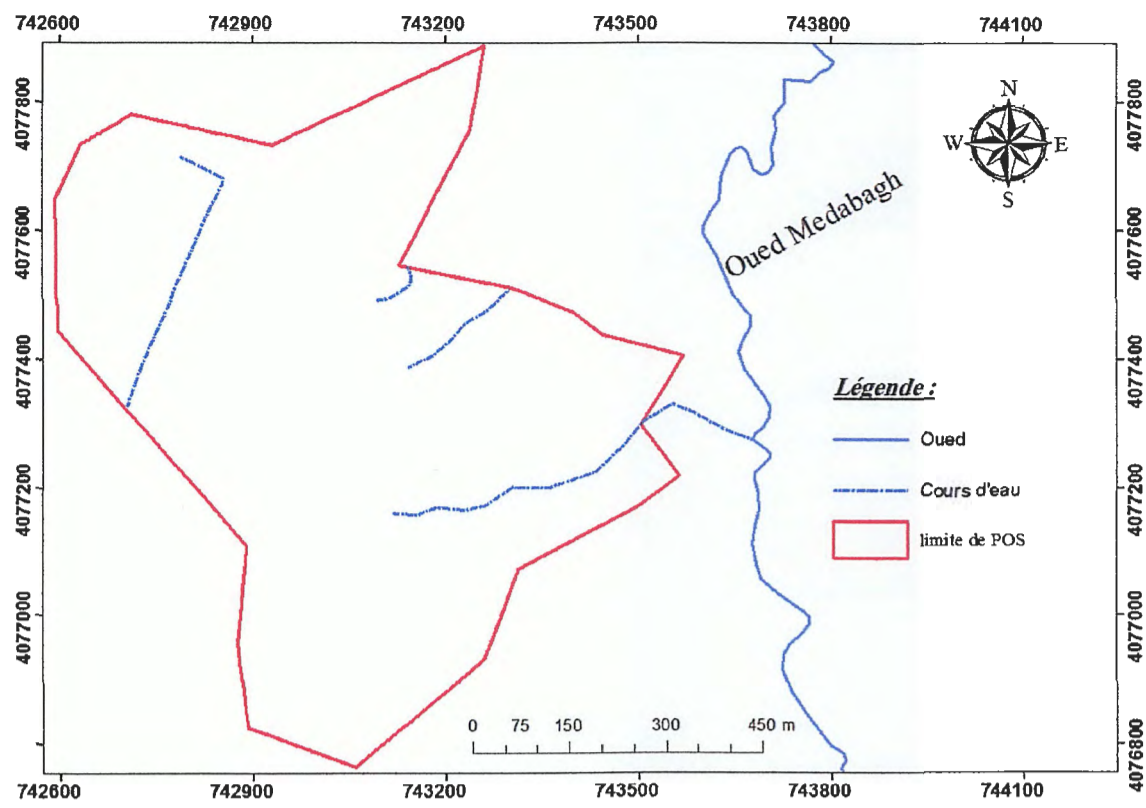


Figure I.7: Carte du réseau hydrographique de la région.

II.1. Quelques définitions

II.1.1. Système d'information

Le système d'information est un système de communication permettant de communiquer et de traiter l'information (norme internationale ISO 512711983).

II.1.2. Information géographique

L'information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donné (P. Quodverte, Cartographie numérique et information géographique, 1994).

II.1.3. Géomatique

La géomatique est l'ensemble des techniques de traitement informatique des données géographiques (JO du 14 février 1994).

II.1.4. Un système d'information géographique (S.I.G) ⁽²⁾

Le SIG est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent. C'est donc un système permettant de communiquer et de traiter l'information géographique : un S.I.G a ainsi pour vocation d'informer l'utilisateur sur les éléments d'un territoire (objets ou phénomènes physiques, êtres vivants...) ou sur le territoire lui-même, le paramètre essentiel étant la localisation (tel objet est voisin de tel autre...).

Un S.I.G est à la fois un outil de gestion de l'espace (*gestion de bases de données pour la saisie, le stockage, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées*) et un outil d'aide à la décision.

Un Système d'Information Géographique est l'ensemble des structures, des méthodes, des outils et des données constitué pour rendre compte des phénomènes localisés dans un espace spécifique et faciliter les décisions à prendre sur cet espace".

⁽¹⁾<https://sites.google.com/site/pastoraldz/cartographie-gps/cours-sig>

⁽²⁾<https://www.esrifrance.fr/sig2005/communications2005/crealp/crealp.h>

II.2. Les composants d'un S.I.G

Un Système d'Information Géographique est constitué de cinq (05) composants majeurs (Figure II.1):

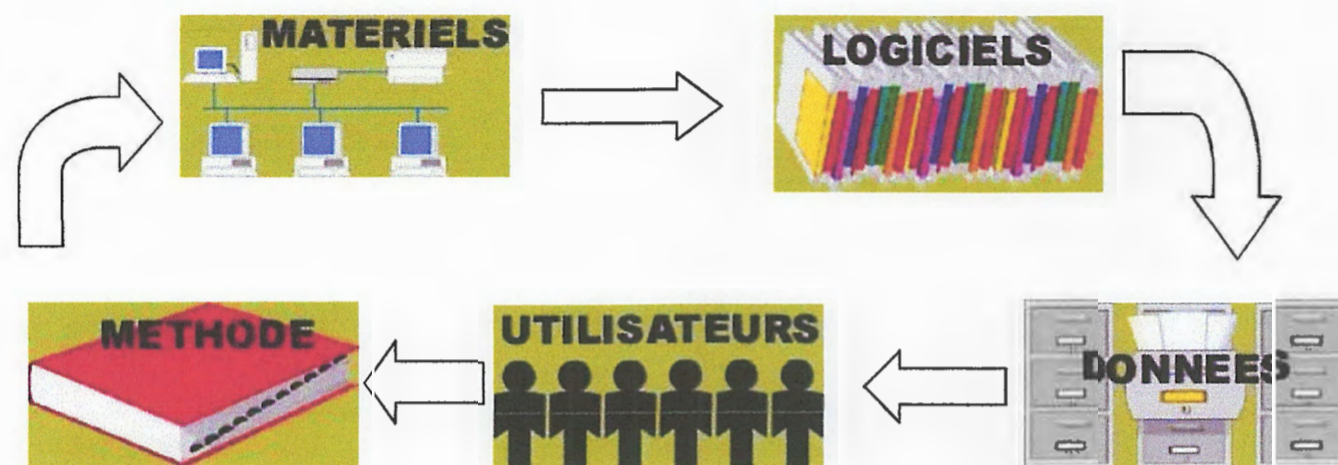


Figure II.1: Les composants de système d'information géographique.

II.2.1. Matériels

II.2.1.1. L'ordinateur

Il s'agit d'une composante indispensable à un S.I.G et l'élément fondamental de cette composante reste l'ordinateur. Le S.I.G fonctionnent aujourd'hui sur une gamme très diversifiée d'ordinateurs: des micro-ordinateurs aux stations de travail sous Unix et des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

II.2.1.2. Les périphériques

Reliés à l'ordinateur, de multiples périphériques permettent d'assurer diverses fonctions et deviennent de plus en plus indispensables :

- Le matériel d'acquisition des données: scanner, table à digitaliser...
- Le matériel de stockage des données: disques durs, CD Rom, disquettes, DVD...
- Le matériel de visualisation des données: écrans traditionnels, écrans plats, portables...

II.2.2. Logiciels

Le logiciel est une composante essentielle d'un S.I.G mais partir du postulat qu'un S.I.G n'est constitué que d'un logiciel du fait de sa commercialisation est faux. Les logiciels S.I.G offrent une panoplie d'outils et de fonctionnalités qui permettent de stocker, d'analyser et d'afficher des données géographiques:

- Acquisition : les outils pour saisir, acquérir et manipuler des données,
- Archivage : les outils de gestion, de stockage et d'extraction des données,
- Analyse : les outils de requête, de transformation et d'analyse des données,
- Affichage : les outils de visualisation, d'affichage et de présentation des données,

II.2.3. Les données

Ce sont certainement les composantes les plus importantes d'un S.I.G. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent soit être constituées en interne, soit acquise auprès de producteurs de données.

II.2.4. Utilisateurs

Un S.I.G étant avant tout un outil, ce sont ses utilisateurs (et le personnel qui entretient et gère le système) qui lui permettent d'exister et de donner toute l'efficacité dont il peut être porteur. Cette composante est constituée de:

- Les techniciens et ingénieurs chargés de la conception, de l'entretien et de la gestion du S.I.G,
- Les techniciens utilisant quotidiennement le S.I.G dans leur travail,
- Les décideurs utilisant le S.I.G comme moyen d'aide à la décision.

Cependant, avec le développement des S.I.G sur internet, le nombre d'utilisateurs potentiels ou réels du S.I.G augmente chaque jour.

II.2.5. Les méthodes

La mise en œuvre et l'utilisation d'un S.I.G ne peut s'effectuer sans l'application de méthodes, de règles et de procédures. Ces méthodes permettent une utilisation rigoureuse et cohérente du matériel, des logiciels et des données du S.I.G par l'ensemble des utilisateurs et cela afin de répondre aux objectifs fixés au préalable dans tout projet.

II.3. Les principales fonctions d'un S.I.G

Un système d'information est un ensemble d'informations organisées. Aussi, dans un S.I.G, on trouve toujours les quatre 4 grandes fonctionnalités (**figure II.2**) permettant d'organiser, de représenter et de gérer l'information géographique. Ce sont les 4 A*:

- L'ACQUISITION des données géographiques (**figure II.2 a**),
- L'ARCHIVAGE ou de gestion des données (**figure II.2 b**),
- L'ANALYSE (spatiale) ou d'interrogation des données (**figure II.2 c**),
- L'AFFICHAGE (représentation spatiale) ou de visualisation des données (**figure II.2 d**).

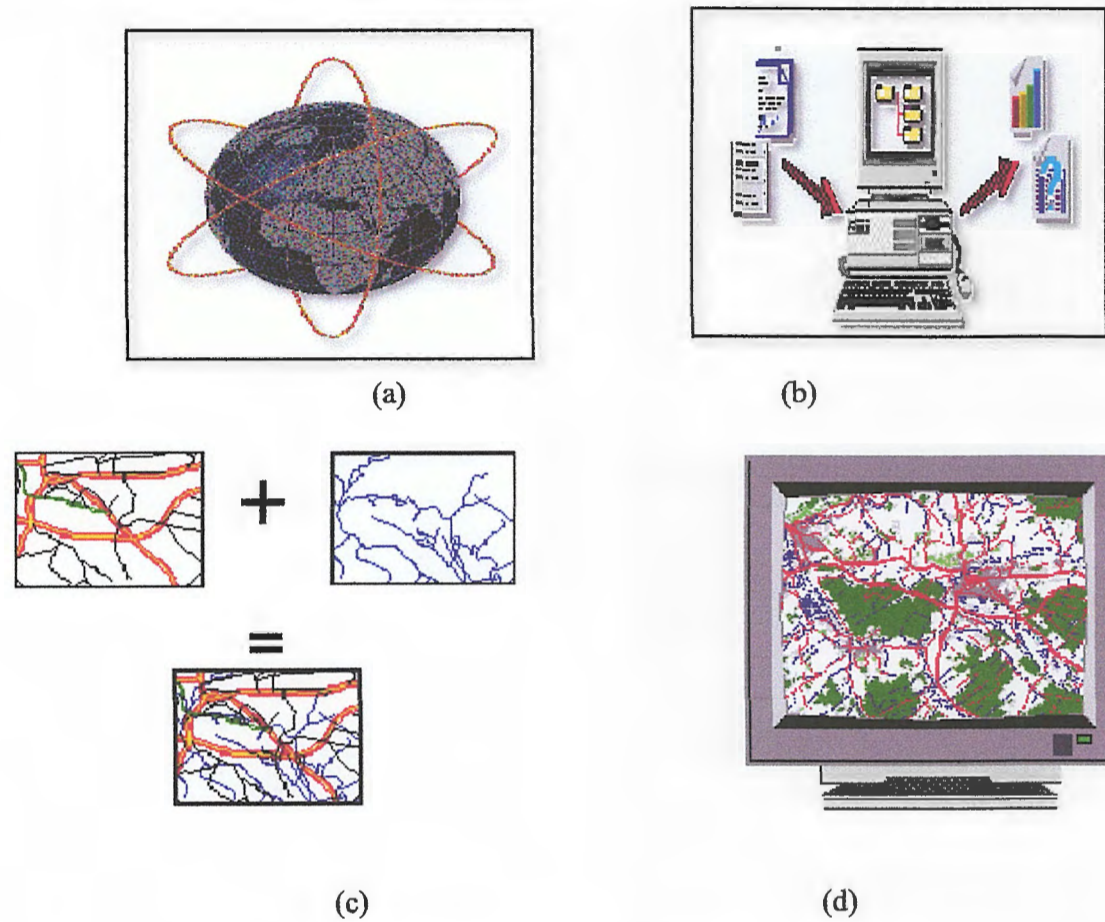


Figure II.2 : Les principales fonctions d'un S.I.G

(a: Acquisition, b : L'archivage, c : L'analyse, d : L'affichage)

II.4. Les domaines d'application des S.I.G

Si l'on essaie de caractériser les questions auxquelles un S.I.G est censé pouvoir répondre, on est vite confronté à la multiplicité des domaines d'application possibles.

- L'aménagement du territoire : Plan Locaux d'Urbanisme (PLU), choix de tracés routiers, autoroutiers ou ferroviaires, études d'impacts....
- La gestion urbaine : gestion de la voirie, des réseaux de distribution, des espaces verts, du patrimoine, de la sécurité, simulation d'insertion de projets architecturaux....
- La circulation et conduite automobile : choix d'itinéraires, suivi de flottes de véhicules, aide à la conduite assistée par ordinateur,
- L'agriculture : génie rural, gestion des ressources en eau, suivi et prévision des récoltes, gestion des forêts, aide à la mise en œuvre de la Politique Agricole Commune,
- La protection de l'environnement : définition des zones sensibles, suivi des évolutions, alerte aux pollutions, protection des paysages,
- Les risques naturels et technologiques majeurs : définition et suivi des zones à risque, prévention de catastrophes, intervention en cas de sinistre.

II.5. S.I.G et la géologie

II.5.1. Cartes géologiques et SIG

La carte géologique traditionnelle concentre en 2D, voire en 3D (formations géologiques superposées) une gamme d'informations de natures très diverses (lithologique, chronologique, structurale, morphologique ...) et de type spatial varié (données ponctuelles, linéaires, surfaciques). Chaque objet cartographié recèle une grande richesse sémantique qui se révèle lorsque l'on tente de concevoir les bases de données spatiales et tabulaires qui permettent de modéliser dans un SIG l'information contenue sur la carte géologique.

Des solutions doivent être trouvées aussi bien pour modéliser l'information extraite à partir de cartes existantes que pour celle consignée dans les levés cartographiques inédits. Dans ce dernier cas, la solution SIG doit également permettre la production de nouvelles

cartes papier avec une qualité équivalente aux cartes produites à travers une chaîne d'édition classique.

II.5.2. Construction du SIG géologique à partir des données de terrain

Un modèle de données SIG géologique doit répondre à un certain nombre de contraintes fortes, notamment :

- Décrire fidèlement et de manière exhaustive le contenu de la carte géologique.
- Associer les différents objets constitutifs de la carte dans des thèmes conformes à leur signification géologique.
- Etablir une méthode de construction topologiquement « propre », (p.ex. au niveau de la superposition de lignes dans différents thèmes) mais néanmoins rationnelle en terme de coût de production.
- Mettre à disposition un outil à potentiel d'analyse optimum.

Le potentiel d'analyse du SIG peut être amélioré si le levé géologique et la préparation des données sont effectués en prévision de la construction d'un modèle spatial SIG complet, par exemple avec la réalisation d'un écorché permettant de définir en tout point la nature présumée du substratum rocheux.

II.5.3. L'Architecture d'un modèle spatial

Le modèle de données peut être représenté en générale par une base de données spatiale multicouche permettant l'élaboration de la carte géologique par superposition de différents plans d'information. Cette approche implique la séparation de l'information géologique de base (**Figure II.3**) en différents thèmes, c'est-à-dire en ensemble d'objets géologiques homogènes ayant un même type spatial (**Figure II.4, II.5 et II.6**). L'information « pseudo-3D » contenue dans la carte géologique et dans l'écorché tectonique est rendue par la superposition de thèmes de type polygones (« substratum rocheux » et « formations superficiels p. ex. »). Des thèmes de type lignes (« éléments structuraux », « éléments morphologiques ») et de type points (« symboles orientés », symboles non orientés », « forages » etc.) complètent l'information.

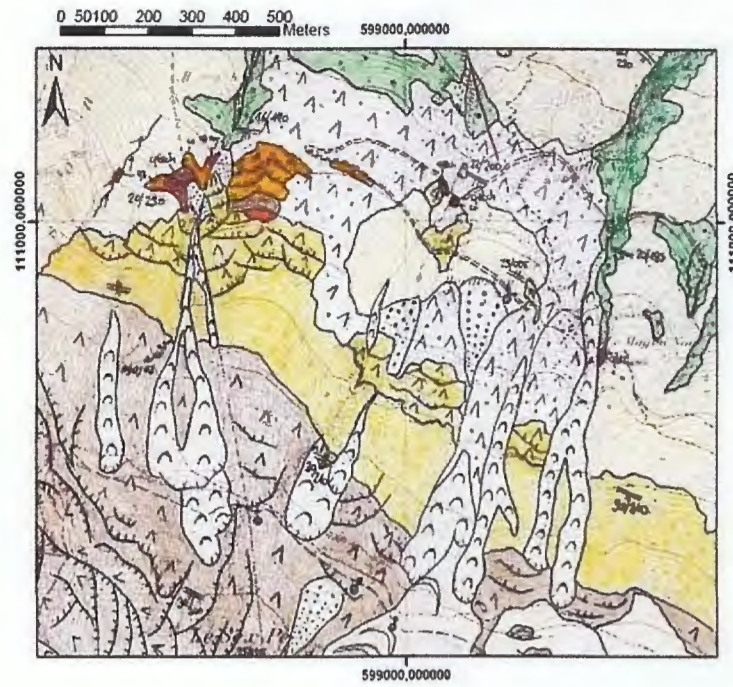


Figure II.3: Exemple de minute géologique de terrain comprenant les données de base.

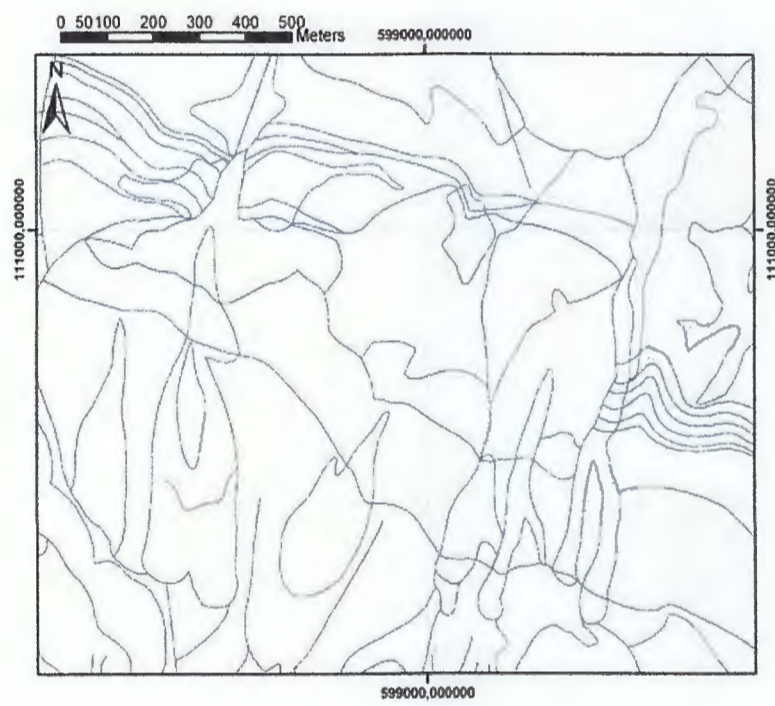


Figure II.4: Polygones construits à partir de lignes importées dans le thème « substratum rocheux ».

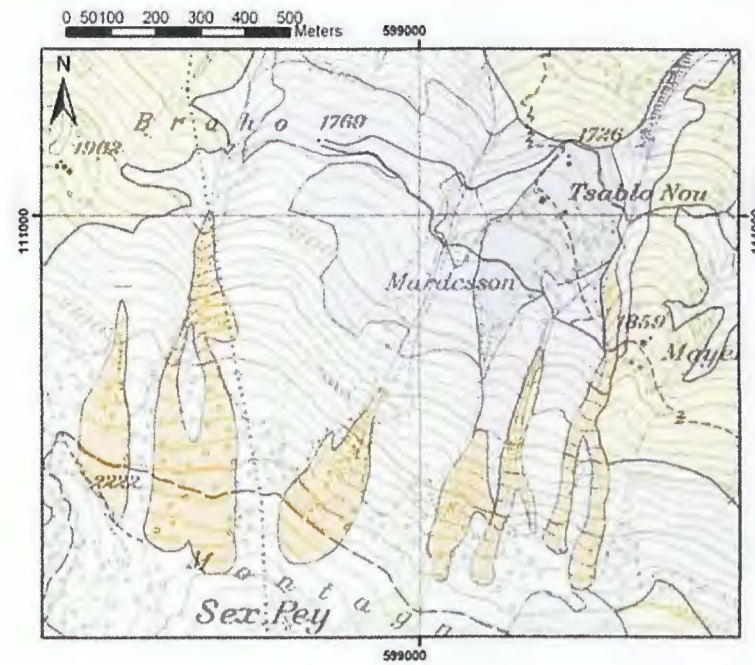


Figure II.5: Polygones construits à partir des lignes importées dans le thème « terrains superficiels.

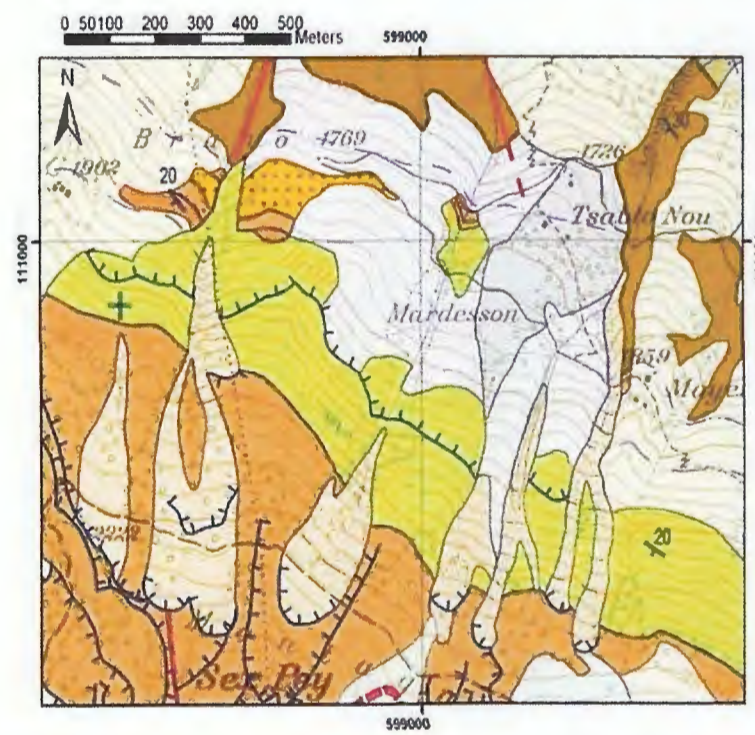


Figure II.6: Carte géologique obtenue par superposition des thèmes du SIG.

¹²⁾ <https://www.esrifrance.fr/sig2005/communications2005/crealp/crealp.ht>

II.6. Quelques applications sur ARC GIS⁽³⁾

L'ARC GIS c'est un logiciel qui rassemble pas mal des extensions sur l'arc toolbox telle que :

II.6.1. L'extension 3D analyst tools

L'extension ArcGIS 3D analyst intègre des outils destinés à la création, la visualisation et l'analyse de données SIG dans un contexte tridimensionnel. Cette extension regroupe plusieurs outils, parmi eux on a :

II.6.1.1. L'outil conversion

Jeu d'outils *Conversion* fournit un large éventail de outil pour convertir différents types de données, y compris les entités 3D, les rasters, les MNT, les TIN et les jeux de données LAS permet ces outils on a :

II.6.1.1.1. L'outil TIN to raster

TIN to raster c'est un outil qui existe dans le jeu d'outil conversion (from TIN) cette outil permet Crée un raster en interpolant ses valeurs de cellule à partir de l'altitude du TIN en entrée à la distance d'échantillonnage spécifiée (Figure II.7)

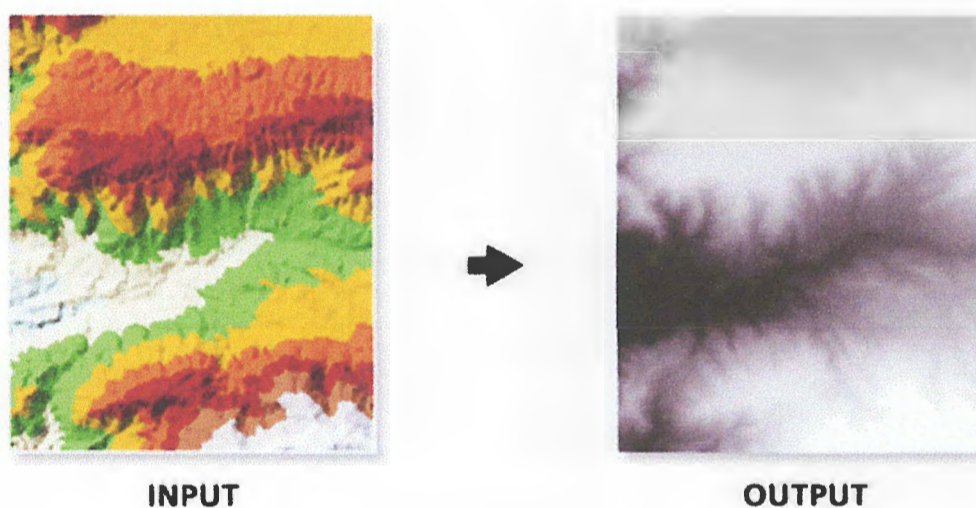


Figure II.7: Transformation de TIN à un raster

II.6.2. L'extension analysis Tools

La boîte à outils d'analyse contient un ensemble d'outils puissants, destinés aux opérations SIG les plus fondamentales. Ces outils permettent de réaliser des superpositions,

de créer des zones tampon, de calculer des statistiques, d'effectuer des analyses de proximité et bien plus encore. Faites systématiquement appel à la boîte à outils d'analyse pour la résolution d'un problème spatial ou statistique. La boîte à outils d'analyse comporte quatre jeux d'outils permet ces outils on a :

II.6.2.1. L'outil proximity

L'outil *Proximité* contient des outils permettant de déterminer la proximité entre des entités figurant dans une ou plusieurs classes d'entités ou entre deux classes d'entités. Ces outils peuvent identifier les entités les plus proches entre elles ou calculer les distances entre ou autour de ces entités. Parmi ces classes on a :

II.6.2.1.1. L'outil buffer

L'outil *buffer* permet de Créer une zone tampon à une distance donnée des entités en entrée (Figure II.8). En utilisant une classe d'entités dotée d'un système de coordonnées géographiques et en spécifiant la valeur de distance de la zone tampon en unités linéaires (mètres, pieds, etc., par opposition aux unités angulaires telles que les degrés). Avec cette combinaison d'entrées, l'outil génère de véritables zones tampon géodésiques qui représente avec précision les distances sur la surface terrestre. Les zones tampon géodésiques peuvent sembler étranges sur une carte plane, mais elles paraissent correctes sur un globe.

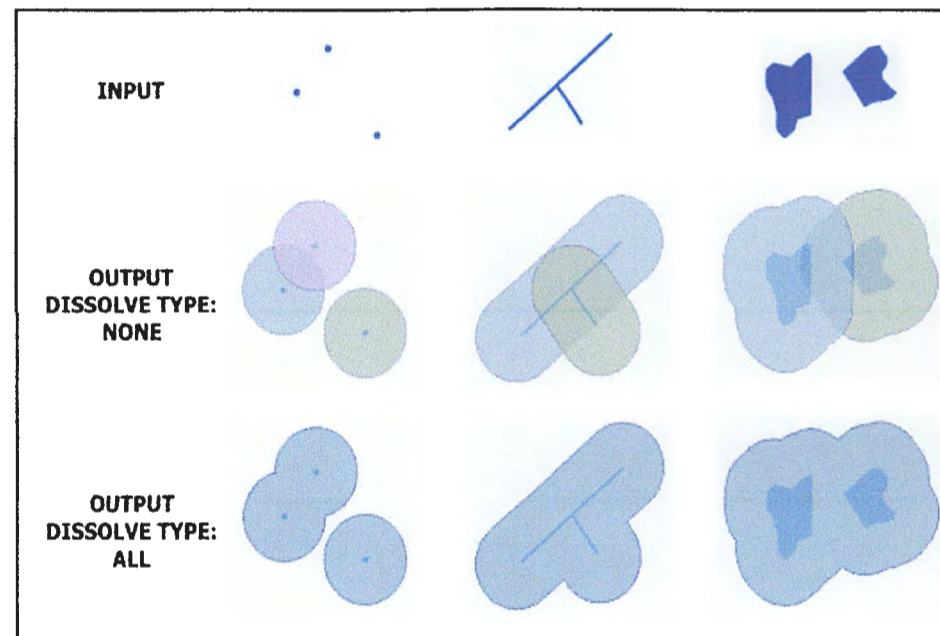


Figure II.8 : Les étapes d'outil buffer dans trois cas.

⁽³⁾ (<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/>).

II.6.3. L'extension data management tools

La boîte à *outils Data Management* fournit des outils nombreux et variés permettant de développer, de gérer et de maintenir des classes d'entités, des jeux de données, des couches et des structures de données raster. Parmi ces outils :

II.6.3.1.1. L'outil Clip

(Le jeu d'outils raster / jeu d'outils raster processing / clip)

Par l'outil *clip* on peut Créer un sous-ensemble spatial d'un raster, y compris un jeu de données raster, mosaïque ou couche de service d'imagerie (Figure II.9).

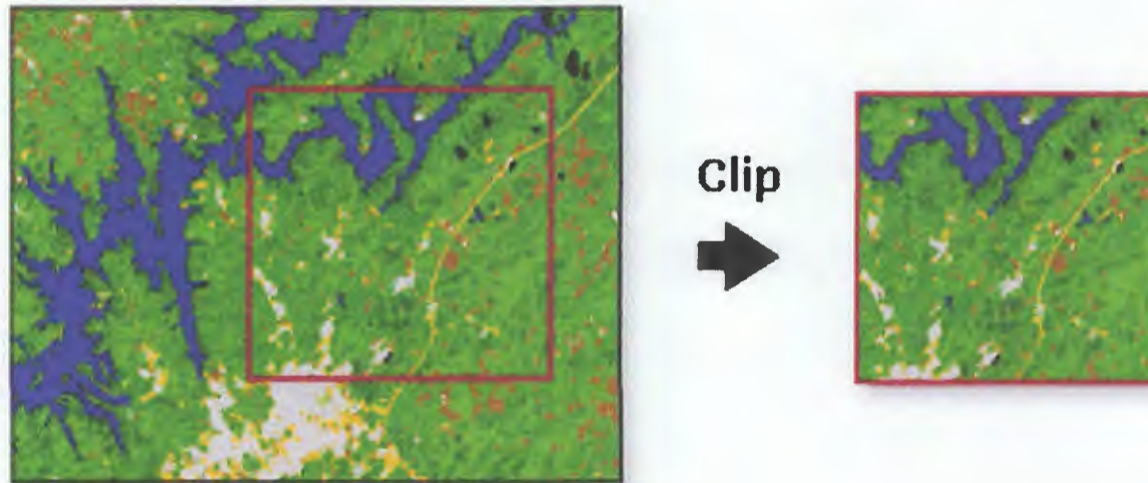


Figure II.9 : L'outil de clip.

II.6.4. L'extension Spatial Analyst Tools

L'extension *Spatial Analyst Tools* existant dans Arc Gis fournit un jeu complet d'outils d'analyse spatiale et de modélisation pour des données raster (cellules) et des données d'entité (vectorielles).

II.6.4.1. L'outil extraction

II.6.4.1.1. L'outil extraction by mask

L'outil *extraction by mask* permet d'extraire les cellules d'un raster qui correspondent aux zones définies par un masque (Figure II.10).

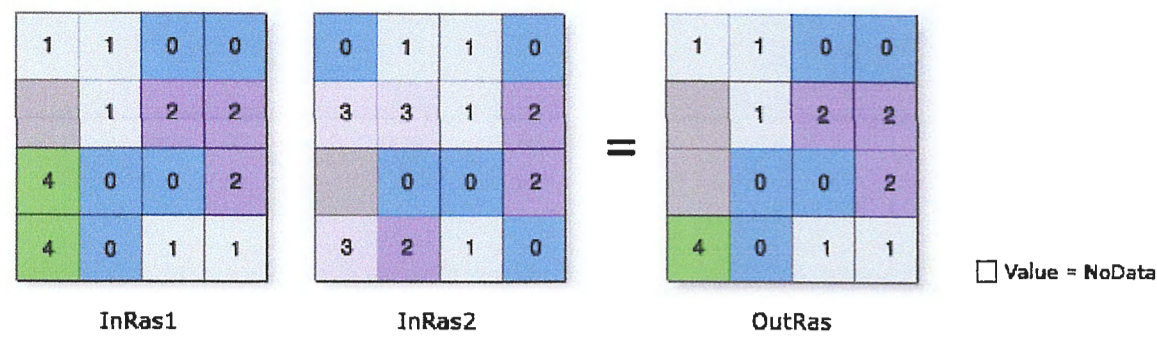


Figure II.10 : L'extraction par masque

II.6.4.2. L'outil interpolation

Le jeu d'outils *d'interpolation* de surface créent une surface continue (ou prévision) à partir des valeurs des points échantillonnés. Parmi ces outils on trouve:

II.6.4.2.1. L'outil IDW

L'interpolation de *pondération par l'inverse de la distance (IDW)* détermine les valeurs de cellule via la combinaison pondérée de manière linéaire d'un ensemble de points d'échantillonnage. La pondération est une fonction d'inverse de la distance. La surface qui est interpolée doit être celle d'une variable dépendante de l'emplacement.

Cette méthode suppose que l'influence de la variable tracée décroît avec la distance par rapport à l'emplacement échantillonné.

II.6.4.2.1.1. Contrôle de l'influence avec le paramètre puissance

L'IDW repose principalement sur l'inverse de la distance élevée à une puissance mathématique. Avec le paramètre puissance, vous pouvez contrôler la signification des points connus sur les valeurs interpolées en fonction de leur distance par rapport au point en sortie. Il s'agit d'un nombre positif et réel dont la valeur par défaut est 2.

II.6.4.2.1.2. Limitation des points utilisés pour l'interpolation

Il est aussi possible de contrôler les caractéristiques de la surface interpolée en limitant le nombre de points en entrée utilisés dans le calcul de la valeur de chaque cellule en sortie. Cette limitation peut augmenter les vitesses de traitement. N'oubliez pas également que les points en entrée qui sont éloignés de l'emplacement de cellule où la prévision est réalisée peuvent bénéficier d'une corrélation spatiale faible ou inexistence. Il peut donc être utile de les éliminer du calcul.

Vous pouvez spécifier le nombre de points à utiliser directement ou indiquer un rayon constant dans lequel les points seront inclus dans l'interpolation (**Figure II.11**).

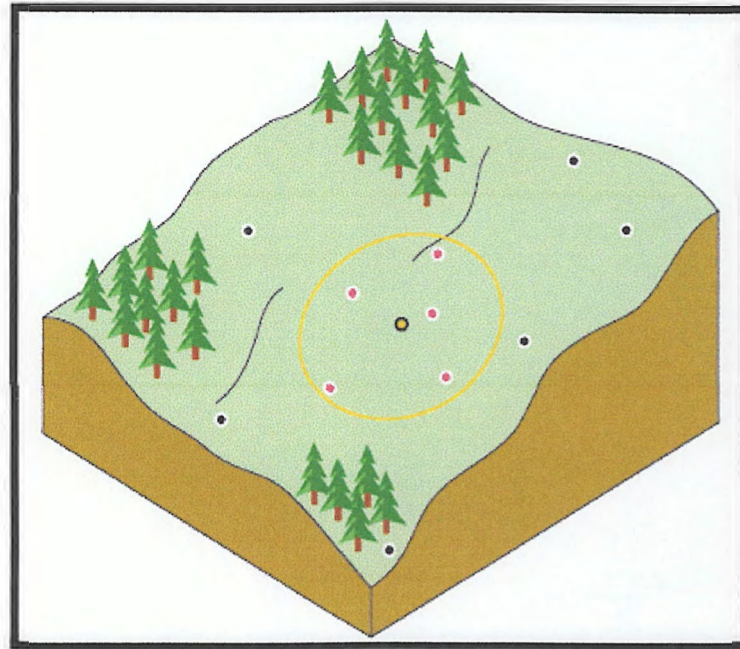


Figure II.11 : Voisinage IDW pour le point sélectionné

- **Rayon de recherche variable**

Avec un rayon de recherche variable, le nombre de points utilisé dans le calcul de la valeur de la cellule interpolée est spécifié. Le rayon varie donc pour chaque cellule interpolée en fonction du champ de recherche nécessaire pour trouver le nombre spécifié de points en entrée.

- **Rayon de recherche constant**

Un rayon de recherche constant nécessite la définition d'une distance par rapport au voisinage et d'un nombre minimum de points. La distance dicte le rayon du cercle de voisinage (en unités de carte). La distance du rayon étant constante

II.6.4.3. L'outil de surface

Le jeu outils Surface vous permettent de quantifier et de visualiser le relief d'un MNT représenté par un modèle numérique de terrain ce jeu outils contiens plusieurs outil tel que :

II.6.4.3.1. L'outil slope

Permet d'identifier la pente (dégradé ou taux de variation maximum de la valeur z) de chaque cellule d'une surface raster (Figure II.12).

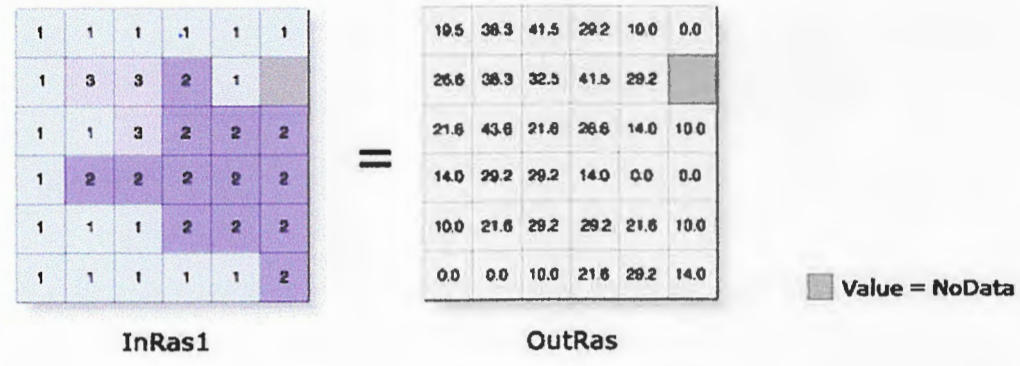


Figure II.12 : L'outil slope.

III.1. Les formation géologique de la région de Jijel

La région de Jijel appartient au domaine de la Petite Kabylie plus exactement à son extrémité occidentale (fig. III.1), qui est formé par la superposition de plusieurs ensembles géologiques, séparés par des contacts anormaux.

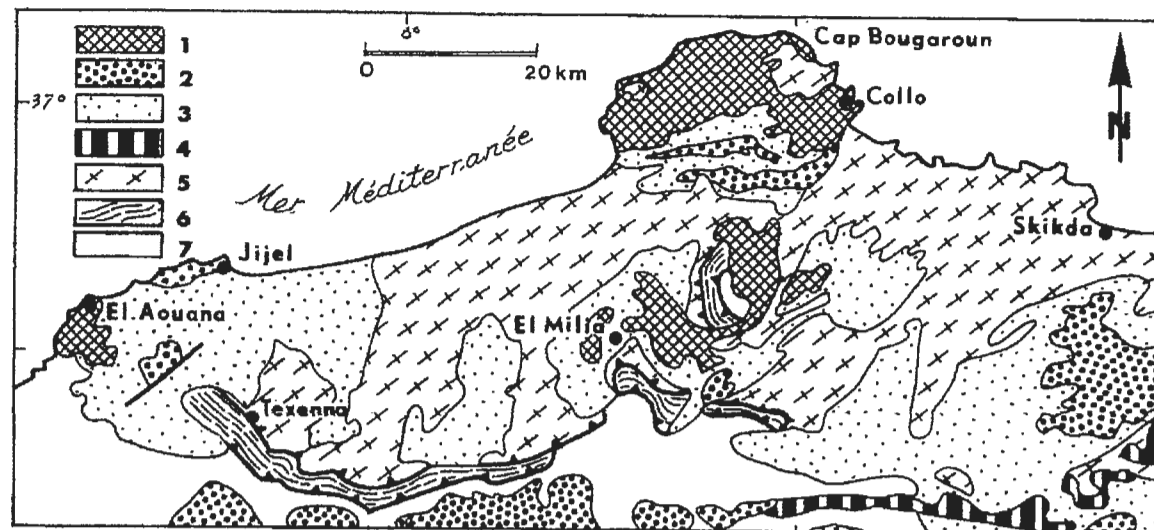


Fig. 1. — Schéma géologique de la Petite Kabylie 1, granites miocènes; 2, Numidien; 3, Oligo-Miocène et unités allochtones supra-kabyles; 4, Dorsale calcaire; 5, socle kabyle; 6, unités schistosees infra-kabyles; 7, unités telliennes.

Fig. 1. — Geological sketch of the Petite Kabylie. 1, Miocene granites; 2, Numidian; 3, Oligo-Miocene cover and allochthonous units on top of the Kabylean basement; 4, Kabylean basement; 5, infra-Kabylean schistose units; 6, Tellian units.

Fig. III.1 : Esquisse géologique de la Petite Kabylie légèrement modifiée (Andrieux et Djellit, 1989)

III.1.1. Le socle Kabyle

Il est constitué par des formations cristallophylliennes Anté-triasiques charriées vers le sud sur les terrains Mésozoïques et Paléogènes (*M. Durand Delga, 1955; J.P. Bouillin, 1977*).

Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle comportent deux grands ensembles :

- Un ensemble supérieur formé essentiellement de schistes, de micaschistes et de phyllades surmontés en discordance par des formations Siluriennes (*M. Durand Delga, 1955*).
- Un ensemble inférieur constitué de gneiss à intercalation de marbres et d'amphibolites (*J.P. Bouillin, 1977*).

En Petite Kabylie les formations cristallophylliennes du socle Kabyle sont largement charriées vers le Sud sur les formations de type flyschs et les formations telliennes (*M. Durand Delga, 1955; J.P. Bouillin, 1977*).

III.1.2. Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle olistostromique

Un olistostrome miocène (aquitano-serravallien), qui montre dans une matrice marneuse à passées gréseuses molassiques, des blocs de taille, d'âge et de nature variés. Ces derniers sont représentés:

- Soit par des olistolites de flysch à cachet "albo-aptien", comparable, de point de vue faciès, aux pélites et grès "albo-aptiens" de l'unité schisto-gréseuse infre-kabyle.
- Soit par des grès "albiens" à granulométrie moyenne et à patine verte, identiques aux grès albiens du flysch de Guerrouch (nappe la plus haute structurellement dans l'édifice).
- Soit, enfin, par des grès grossiers hétérométrique, associés fréquemment à des argiles à tubotomaculum, apparentés de toute évidence au flysch numidien (*Djellit 1987*).

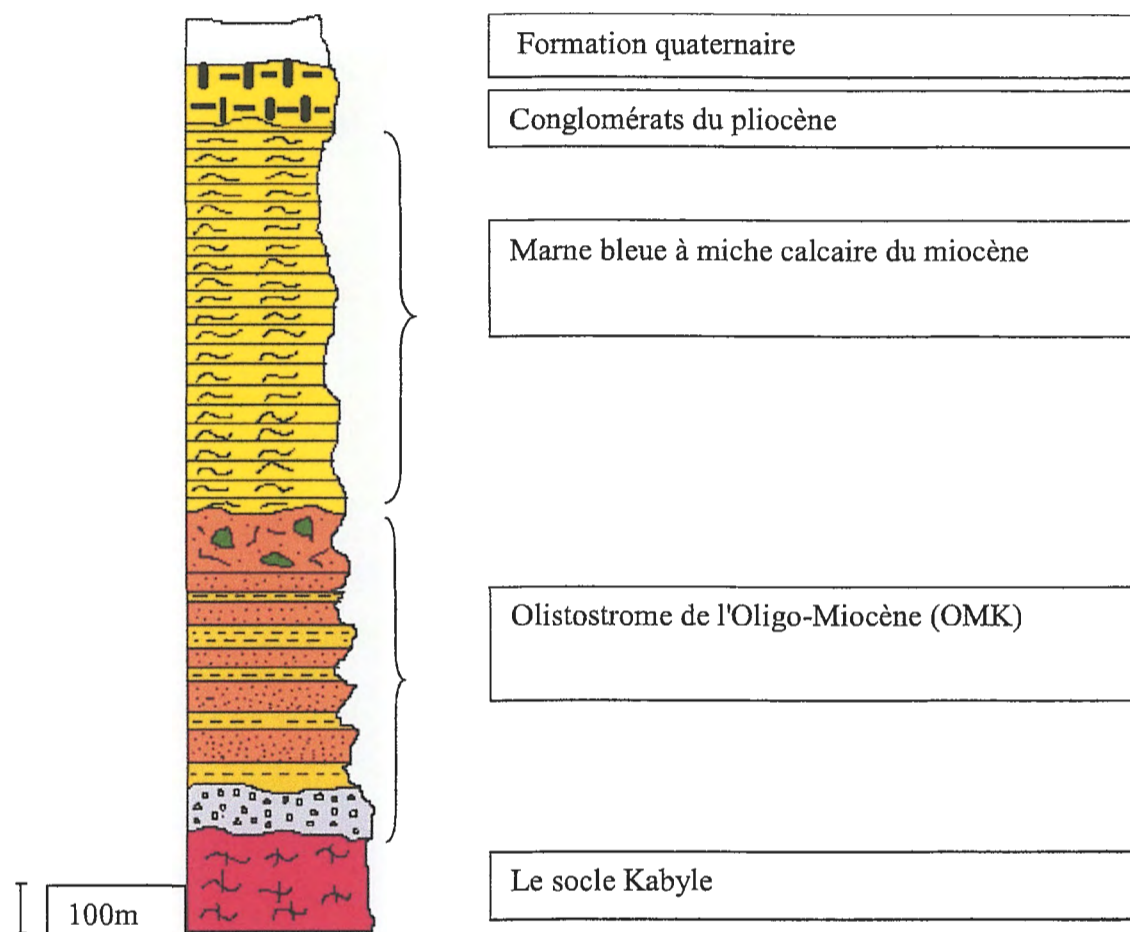


Figure III.2 : Colonne litho stratigraphique synthétique du remplissage du bassin néogène de Jijel établie à partir des descriptions de Durand Delga, (1955) et Djellit (1987).

III.1.3. Les formations de type flyschs

Il forme une bande presque continue située au sud des massifs anciens et scindé en unité affleurant en :

- Bande coincée entre le domaine Kabyle et tellien.
- En superposition tectoniques (flysch numidien)

Les flyschs allochtones sont classiquement subdivisés en deux types principaux, ce sont le flysch Maurétanien et le flysch Massylien (*J.P. Bouillin et Al, 1969*).

En Algérie, ces formations occupent une position allochtone, d'âge Crétacé à Eocène. Elles sont classiquement subdivisées en :

III.1.3.1. Le flysch Maurétanien

Comporte des terrains allant du Néocomien au Lutétien ; il comporte de bas en haut (*J.F. Raoult et Al, 1973*) :

- Un pré flysch calcaire du Tithonique-Néocomien.
- Un puissant ensemble (300 m) à grès fins homométrique, à cassure verdâtre (flysch de Guerrouch) attribué à l'Albo-Aptien (*J.P. Bouillin et Al, 1970*).
- Des phtanites rouges et blanches du Cénomaniens supérieur (*H. Djellit, 1987*).
- Des micros brèches à ciment spathique du Sénonien.
- Au sommet des conglomérats et des grès micacés Tertiaires (Eocène à Oligocène).

III.1.3.2. Le flysch Massylien:

Il présente une série allant du Néocomien au Lutétien terminal et regroupe trois ensembles :

- Des argiles et grès quartzitiques, des grès légèrement calcaires et localement des niveaux conglomératiques de l'Albo-Aptien.
- Des marnes et calcaires fins du Vraconien, des microbrèches et des conglomérats du Sénonien inférieur et moyen auxquels sont associées des phtanites noires.
- Des bancs calcaires à microfaunes pélagiques du Turonien-Cénomaniens. Il est caractérisé par des schistes, des grès quartzitiques surmontée par des microbrèches à éléments calcaires et à ciment pélétique et des marnes, allant du Néocomien à l'Albien supérieur (*J.F. Raoult, 1969*).

III.1.3.3. Le flysch Numidien

Dans l'édifice structural de la Petite Kabylie, le flysch numidien occupe la position la plus haute de l'édifice Alpin. Il est composé de trois termes qui sont en continuité stratigraphique (fig.III.3) :

- Un terme de base comportant des argiles sous numidiennes.
- Un terme médian formé de grès numidien a grains hétérométriques.
- Un terme supérieur comportant des argiles supra numidiennes de couleurs verdâtre à rouge sombre.

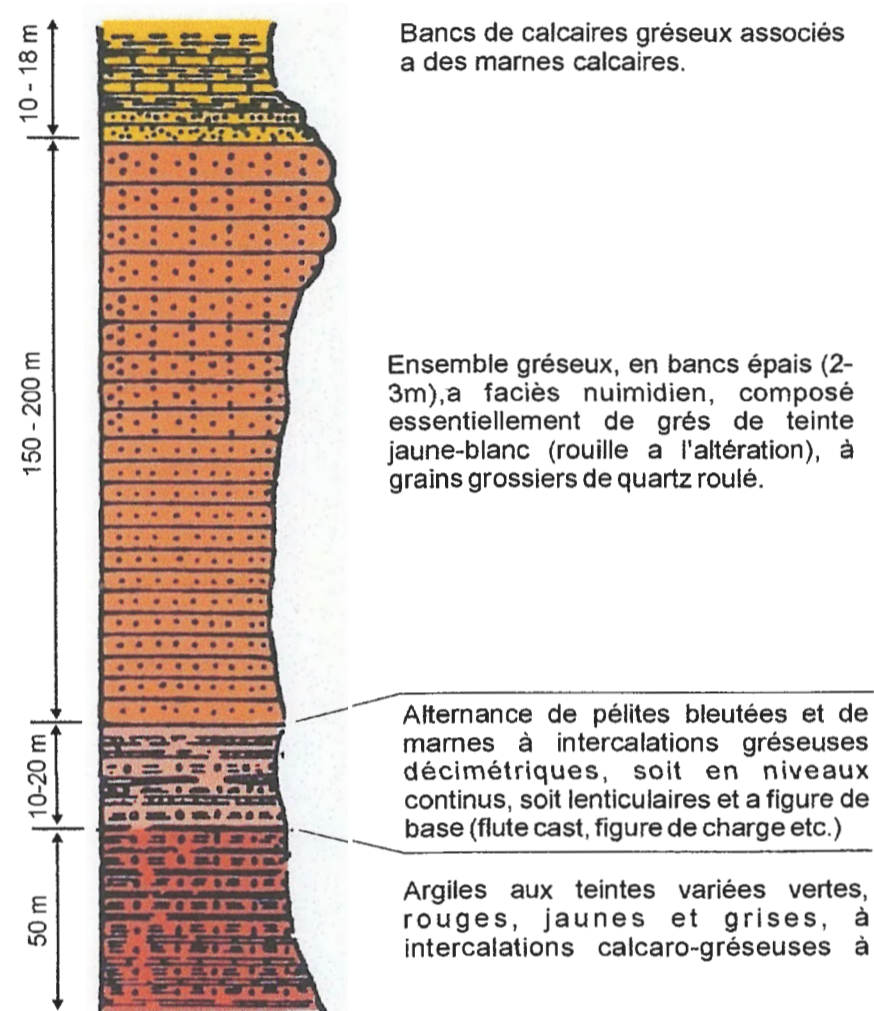


Figure.III.3 : Colonne lithologique du flysch Numidien (d'après H. Djellit, 1987, in Kimouche et al 2013)

III.1.4. Les formations Telliennes

L'ensemble tellien est caractérisé par la prédominance de faciès de marno-calcaires, qui s'étalent du Néocomien au Lutétien (*J.P. Bouillin, 1977*).

Les séries telliennes sont constituées par un empilement de trois grandes séries qui sont d'après *J.M. Villa, 1980* du Nord au sud :

- **Une série Ultra-tellienne** : Cette série comporte les formations marneuses et marno-calcaires d'âge Crétacé à Eocène (*J.M. Vila, 1980*).
- **Une série Méso-tellienne** : Cette série correspond aux formations carbonatées du Jurassique, elle est considérée comme la couverture de la plate forme constantinoise (*J.M. Vila, 1980*).
- **Une série Péni-tellienne** : Cette série se distingue par des formations Jurassique-Crétacés, caractérisées par des faciès intermédiaires entre les faciès de la plate forme (calcaire et marno-calcaire du néritique) ; et des faciès de bassin (marne du domaine tellien) (*J.M. Vila, 1980*).

III.1.5. Les formations post-nappes

Comprenant des formations marneuses du Miocène supérieur et des conglomérats grossiers d'âge Pliocène.

III.1.5.1. Marnes du Miocène supérieur

Elles reposent en discordance sur le socle kabyle et les terrains sus-jacents de l'OMK. L'âge Tortono-messinien est attribué à ces marnes. Elles sont de couleur bleue à passés calcareuses discontinues. L'épaisseur des ces dépôts varie de 200 à 300 m. (*Djellit, H. 1987*).

III.1.5.2. Formations détritiques du Pliocène

Les formations du Pliocène sont représentées par des dépôts conglomératiques comportant des blocs anguleux de cailloutis, de galets, des graviers, et des sables, dans une matrice argileuse. Ces formations à éléments polygéniques et hétérométriques d'une épaisseur d'environ (30 à 50 m) reposant directement sur les marnes du Miocène.

Les marnes du Miocène et les conglomérats du Pliocène sont affecté tardivement par les failles de direction NE-SW (cuvette de Beni-Siar) ou ENE-WSW dans la région de Rekkada Metletine (*Djellit, H. 1987*)

III.1.6. Les roches magmatiques

Les roches magmatiques de la Petite Kabylie sont principalement représentées par :

- Des roches basiques et ultrabasiques (péridotites, gabbros, diorites, microdiorites et dolorites) de Texenna.
- Des roches volcaniques (rhyolites, trachytes, andésites, dacites, rhyodacites, pyroclastites) dans la région de Cavallo.
- Des roches granitiques (granites, microgranites, et grano-diorites) dans la région d'El-Milia. Ces roches granitiques résultant d'un épisode magmatique miocène (*M. Roubaut, 1934 ; C. Robin, 1970 ; B. Semroud, 1971 ; J. Fougnot, 1990 ; A. Ouabadi, 1994*).

III.2. Aperçu tectonique de la partie occidentale de la Petite Kabylie

La structure de la Petite Kabylie occidentale est interprétée (*H. Djellit, 1987*) comme un édifice structural composé d'un niveau structural inférieur représenté par les unités schistosées à matériel volcano-sédimentaires et un niveau structural supérieur formé par des nappes de type gravitaire.

Selon *J. Andrieux et al (1989)*, en Petite Kabylie occidentale, le socle des zones internes chevauche vers l'Est les unités infra-Kabyles appartenant à la marge africaine. Ce chevauchement provoque la déformation ductile synmétamorphique des séries volcano-sédimentaires (Malm-Néocomien) et d'un flysch Albo-Aptien, témoins d'un bassin profond dit Maghrébin, il a abouti à la collision du massif interne de petite Kabylie et des unités telliennes. Cette structuration est réalisée avant le dépôt de l'Oligo-Miocène Kabyle grésomiacé sur le socle des zones internes.

D'autres flyschs Albo-Aptien, différents du précédent par leur faible déformation, leur faciès et la nature des séries qui les encadrent, se trouvent en position supra-Kabyle : ils constituent des Olistolites où parfois de véritables nappes dans le Miocène grésomiacé (nappe de flysch dissocié), ou bien forment une vaste klippe posée sur celui-ci et sur les zones externes (nappe de Guerrouch). Cette situation structurale et l'absence de déformation synmétamorphique dans ces deux flyschs empêche de les enraciner dans la suture sud-Kabyle. Leur patrie était au Nord de la Petite Kabylie (*J. Andrieux, H. Djellit, 1989*).

Les nappes supérieures d'origine externe auraient quand à elles glissées selon une polarité Nord-sud. Leur mise en place s'est effectuée en même temps que les molasses

Aquitano Serravalien, elle se serait poursuivie jusqu'à la fin du Serravalien et en partie au cours du Tortonien (*J. Andrieux, H. Djellit, 1989*).

III.3.Contexte géologique du secteur étudié

Le secteur d'étude est constitué par des colluvions (sable limoneux renfermant des cailloux et des blocs) sur une épaisseur variable, reposant sur des grès fracturés et intercalés par de minces couches d'argiles. Ces derniers appartiennent aux dépôts de flysch Numidien (photo III.1).



Photo.III.1 : Les formations existantes dans le site d'étude.

IV.1. Introduction

Indépendamment de l'obligation légale faite au maître de l'ouvrage public de faire réaliser une étude géotechnique, tout constructeurs doit, dans son propre intérêt, prendre en compte la nature du sous-sol, pour adapter son projet en conséquence, définir le système de fondation de l'ouvrage avec le meilleur rapport sécurité /coût et se garantir contre les effets de la réalisation des travaux sur les constructeurs voisin (G.Philipponnat; 2003).

IV.2. Campagne de reconnaissance géotechnique

Le bureau d'étude **Géo-sol** a effectué en 2011 une campagne de reconnaissance géotechnique pour la réalisation sur du P.O.S N°28 de la commune de Jijel. Cette campagne a portée sur la réalisation de :

- 29 sondages carottés ayant des profondeurs variant entre 10 et 15 m (**Annexe IV.1**),
 - 58 pénétromètres dynamiques près des sondages carottés, poussées jusqu'à 20 m de profondeur (**Annexe IV.2**),
 - 56 sondages électriques répartis sur l'ensemble du site (**Annexe IV.3**).
- Essais au laboratoire pour déterminer les caractéristiques géotechniques du sol en place (physico-mécaniques et chimiques), pour des profondeurs d'échantillonnages De 0 à 10 mètres (**Annexe IV.4 et IV.5**). La **Figure IV.1** ci-dessous représente l'implantation des différents essais de reconnaissance.

Les résultats de cette campagne sont intégrés et traitent avec le logiciel ArcGis 10.2.2. Elles ont été structurés en base de données qui va nous permettre de l'actualiser à chaque fois que des données sont disponibles. Les données des lieux non échantillonnés sont déduites par la méthode d'interpolation de pondération par l'inverse de la distance (**inverse distance weighting IDW**) existant dans ArcGis. Par le biais de cette méthode, nous avons réalisé les différentes cartes qui représentent la répartition spatiale de chaque paramètre géotechnique.

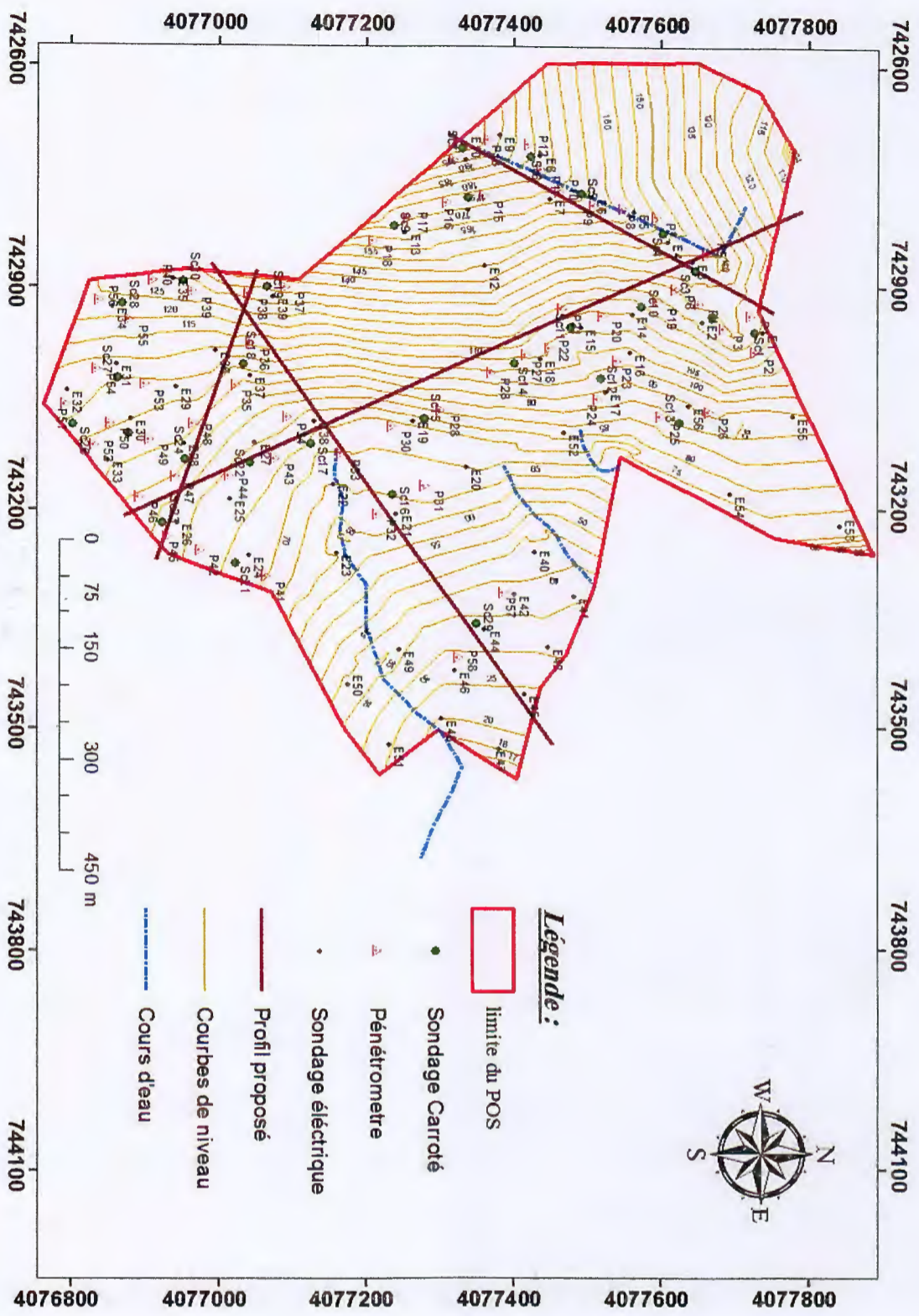


Figure IV.1 : Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique et géophysique

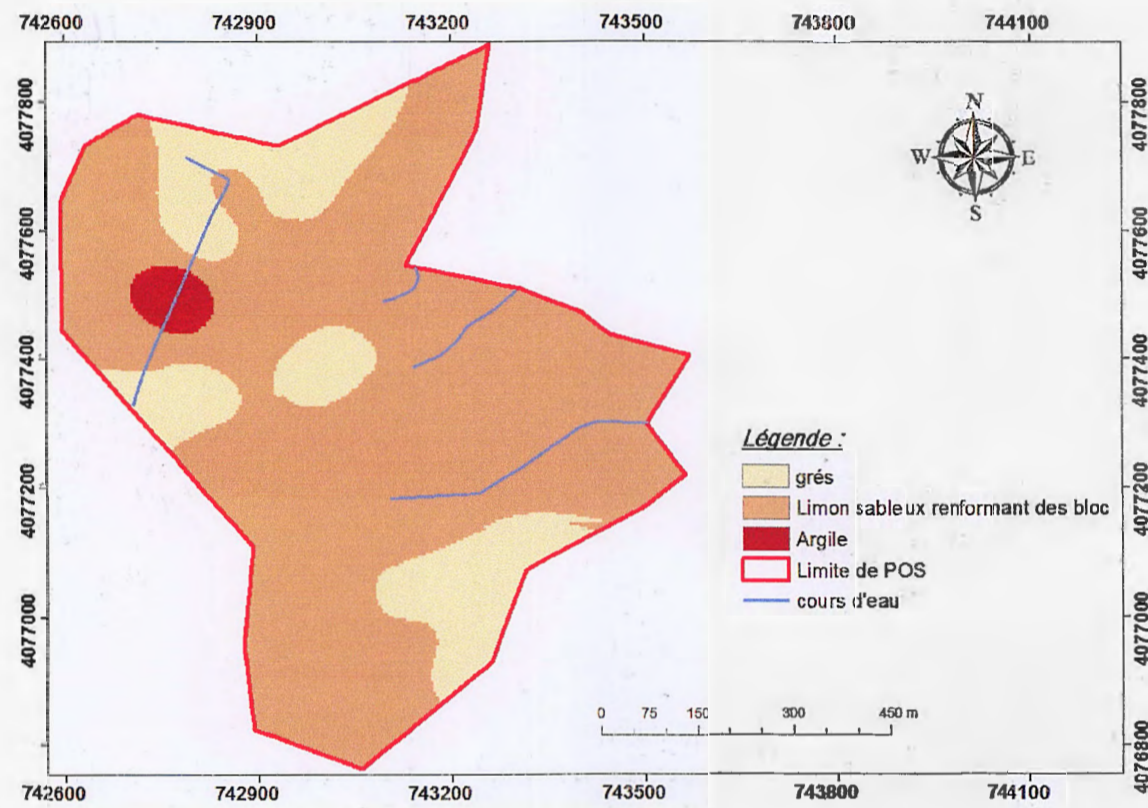
IV.3. Présentation et interprétation des résultats de la campagne géotechnique

IV.3.1. Les essais in situ

IV.3.1.1. Les sondages carottés

Les 29 sondages carottés ont été implantés et réalisés suivant quatre profils de direction différentes en tenant compte le relief du terrain accidenté et à des profondeurs qui varie de 0 à 10 mètres (**Annexe IV.1**). Sur la base de ces résultats on a réalisé les cartes lithologiques pour des profondeurs différentes (de 0 à 1.5 mètres, de 1.5 à 3 mètre et supérieur à 3 mètres).

Les cartes lithologiques réalisées (Figure. IV.2, IV.3 et IV.4) montrent que la lithologie apparaît globalement homogène et se résume du haut en bas par une mince couche de couverture constituée par des colluvions (sable limoneux renfermant des cailloux et des blocs) avec des épaisseurs variables, reposant sur un substratum constitué par de grès intercalé par une mince couche d'argile.



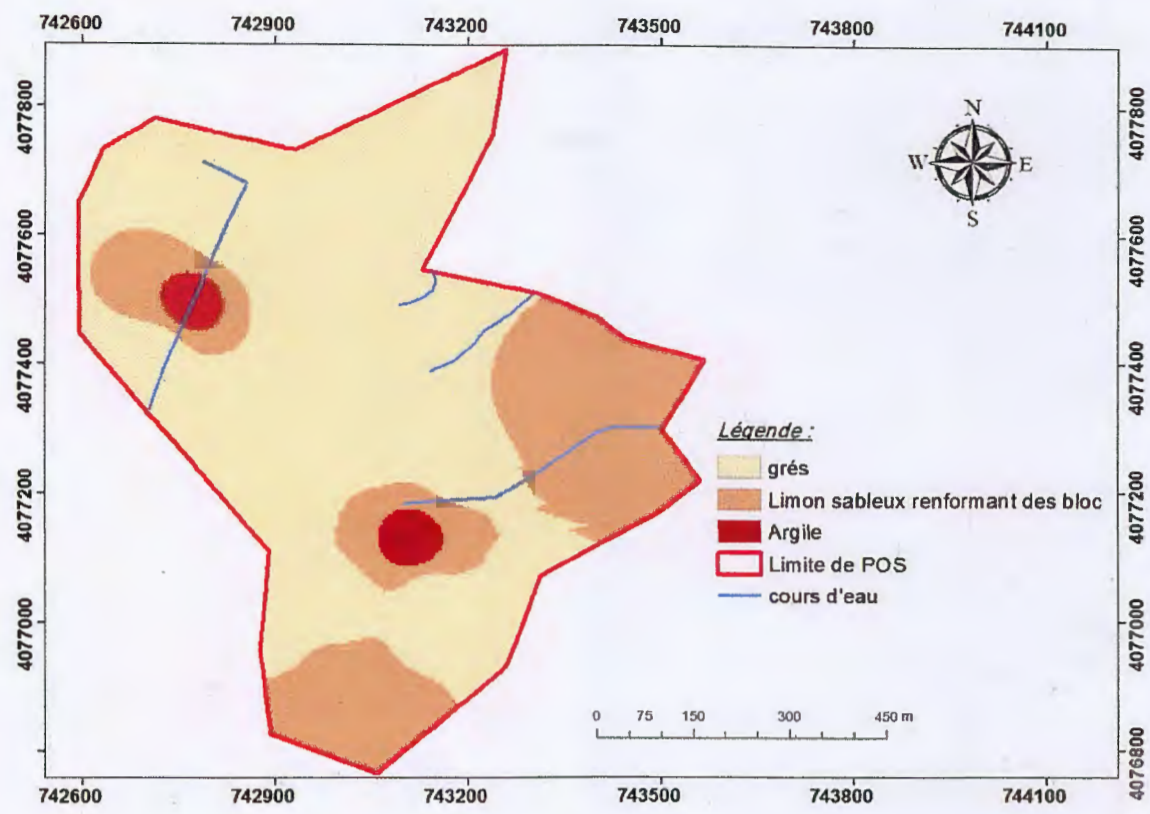


Figure IV.3 : Carte de lithologie de 1.5 à 3 mètres de profondeur.

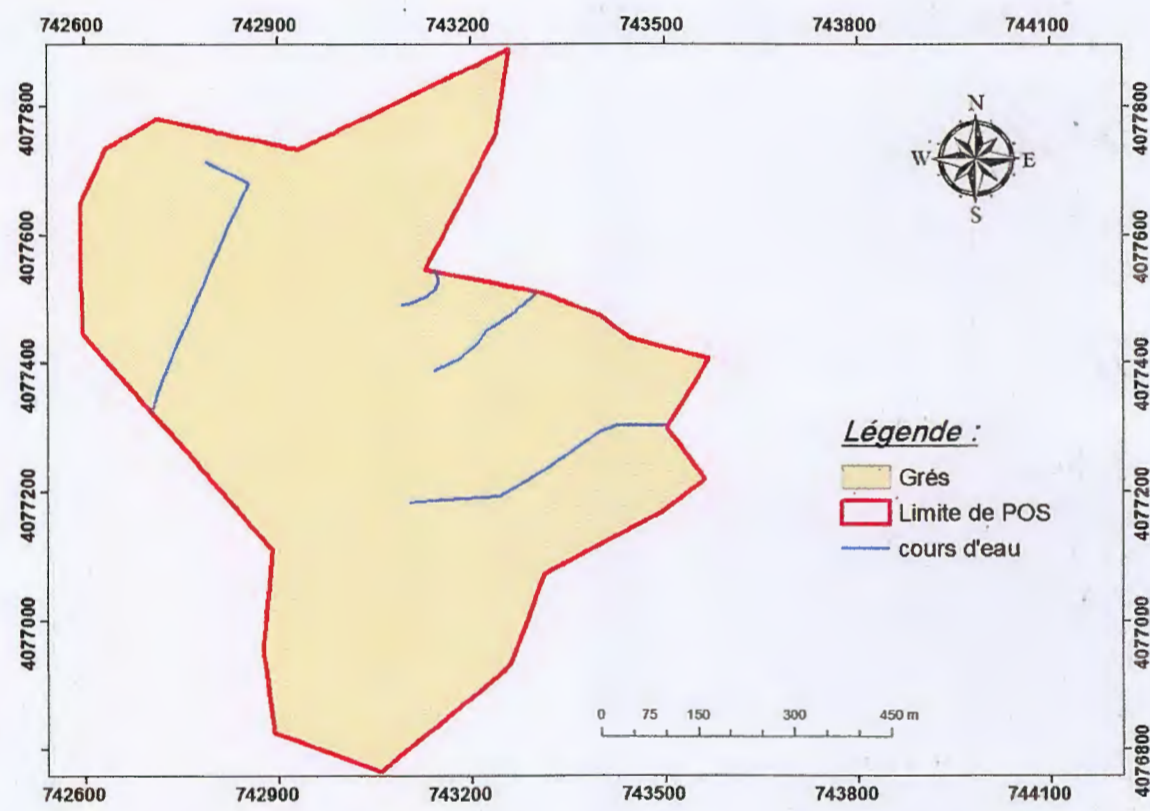


Figure IV.4 : Carte de lithologie de profondeur supérieure à 3m.

IV.3.1.2. Campagne géophysique

Le bureau d'étude **Géo-Sol** a effectué **56** Sondages Electriques Verticaux (SEV) de type Schlumberger sur la superficie du site étudié (Figure IV.5). Il consiste à réaliser des mesures de résistivité apparente ρ_a en faisant varier l'écartement des électrodes de courant AB et de mesure en MN (mesure de la différence de potentiel V) par rapport à un point central fixe. On obtient ainsi un sondage de la résistivité en profondeur sous le centre du dispositif.

La courbe du sondage électrique obtenue représente l'évolution de la résistivité apparente en fonction d'AB/2; son interprétation à l'aide d'abaques, permet de calculer les épaisseurs et les résistivités des différentes couches traversées par le courant.

$$\rho_a = k \frac{V}{I}$$

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

Avec :

K : Coefficient qui dépend de l'espacement entre AB et MN

V : Différence de potentiel électrique (Milli-Volte)

I : Intensité du courant (Milli-Ampère)

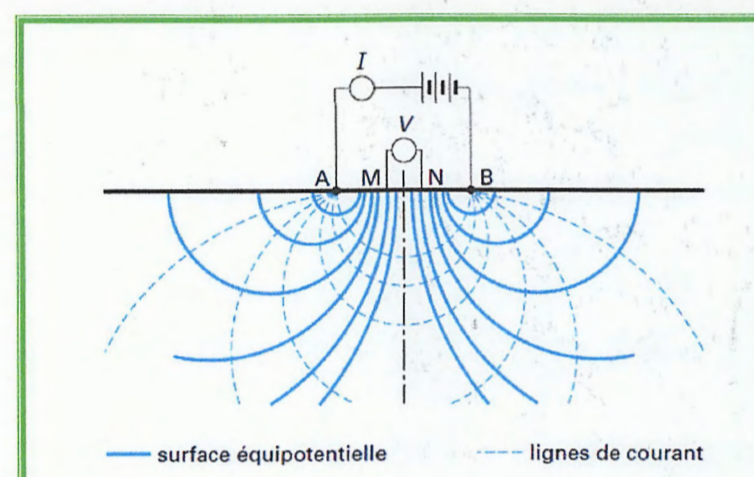


Figure IV.5 : Prospection électrique par courant continu.

Les résultats obtenus sont donnés sous forme de profils indiquant les valeurs de la résistivité en fonction de la profondeur.

L'interprétation des différentes résistivités a permis de dégager les différentes formations avec leur épaisseur (**Annexe IV.3**).

Ces résultats montrent la présence de trois gammes de résistivités, à savoir:

- une couche ayant une épaisseur allant de 0 à 3 m possédant une résistivité allant de 0.5 à 39 Ωm correspondant au limon sableux,
- une deuxième gamme ayant une résistivité comprise entre 6.6 et 27.8 Ωm , elle corresponde aux argiles,
- une troisième gamme varie entre 115 et 250 Ωm , elle corresponde aux grés.

A partir des sondages carottés et les sondages électriques nous avons essayé de dégager des cartes lithologiques plus détaillées. Les résultats sont illustrés par les cartes de la **figure (IV.6), (IV.7) et (IV.8)**. On constate clairement la grande différence entre les cartes réalisées à partir des sondages carottés et celles réalisées par les deux types de sondages pour la profondeur comprise entre 0 et 1.5 m et celle de 1,5 à 3 m.

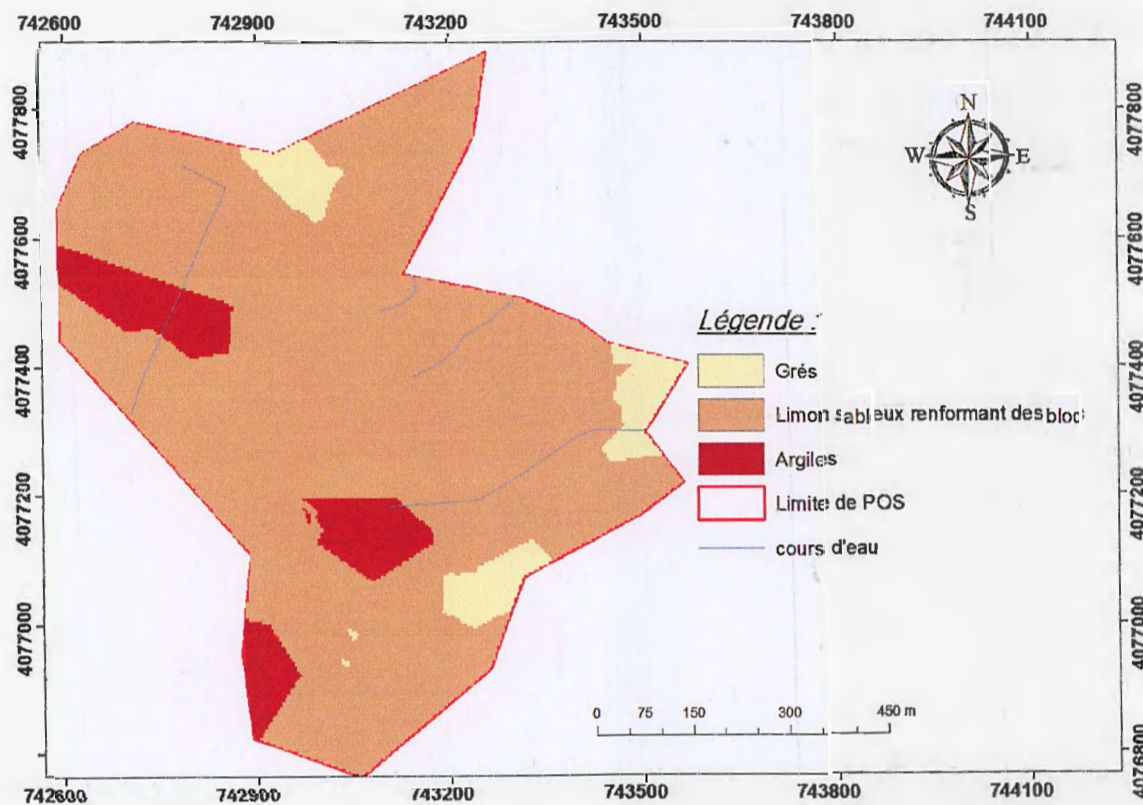


Figure IV.6 : La carte de lithologie à partir des sondages carottés et sondages électriques de 0 à 1.5m de profondeurs.

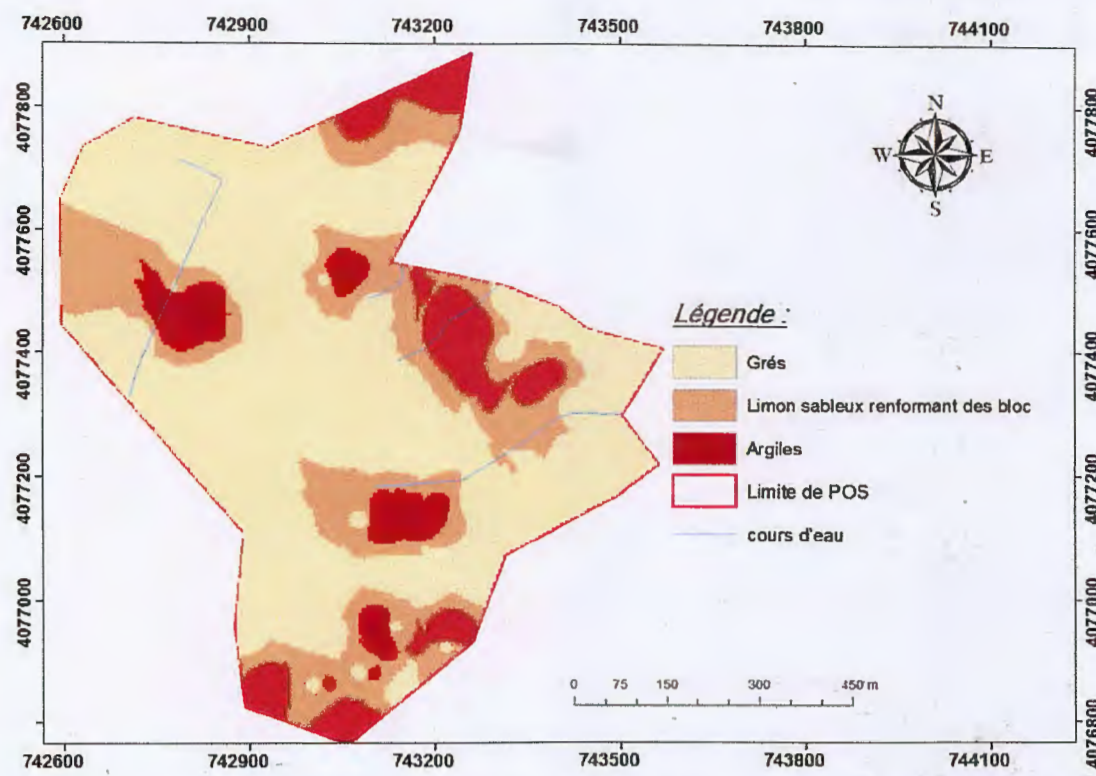


Figure IV.7 : La carte de lithologie à partir des sondages carottés et sondages électriques de 1.5 à 3 m de profondeurs.

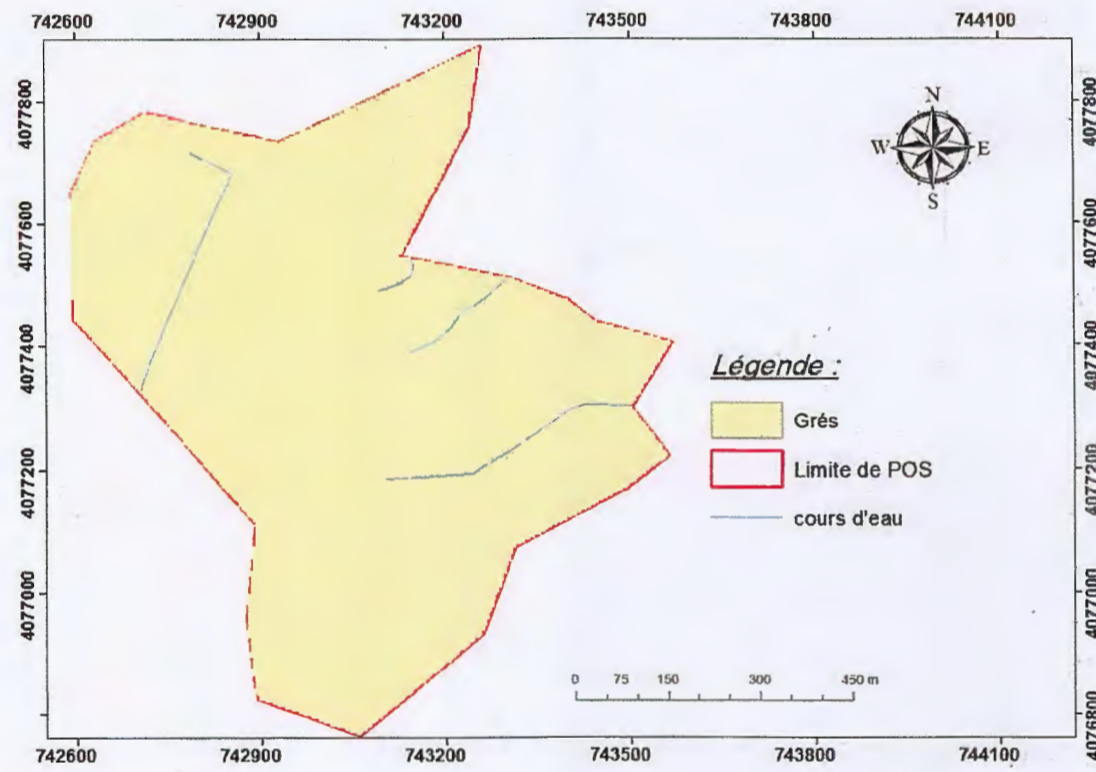


Figure IV.8 : La carte de lithologie à partir des sondages carottés et sondages électriques Supérieur à 3m de profondeurs.

IV.3.1.3. Essais pénétrométriques

C'est un essai qui permet d'apprécier qualitativement le terrain en place et fournit en tant que telle une caractéristique géotechnique du sol. Il consiste en l'enfoncement d'une pointe métallique dans le sol par l'intermédiaire d'un train de tiges soumis à une énergie de battage. Il permet d'apprécier entre autres:

- L'homogénéité des différentes couches de terrains rencontrés
- La position d'une couche résistante par rapport à une autre.

L'essai consiste à déterminer une résistance dynamique unitaire du sol " Rp "celle-ci est obtenus par la formule de battage des Hollandais :

$$R_p = \frac{M}{e \cdot (M + M')} \cdot \frac{MgH}{A}$$

A : Section droite de la pointe.

e : pénétration moyenne par coup

g : accélération de la pesanteur.

H : Hauteur de chute.

M : masses du mouton (masse frappante).

M' : somme des masses du train des tiges de l'enclume et de la tige-guide masse frappée.

Cinquante huit (58) essais ont été exécutés. Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau (Annexe IV.2) montrent une résistance dynamique minimale de 100 bars (Figure IV.9) et des refus à des profondeurs variables de 0,2 à 4,4 m (Figure IV.10).

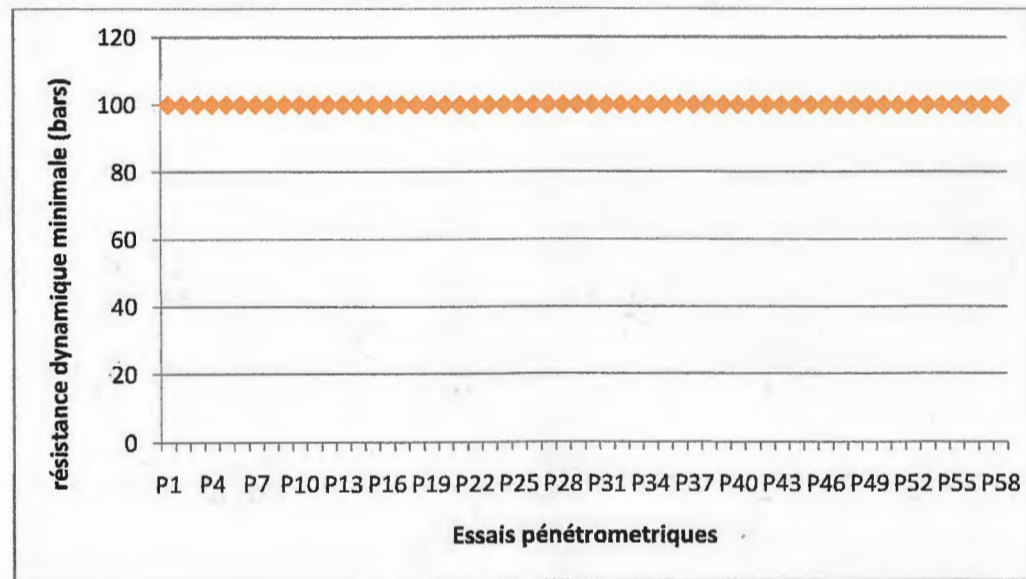


Figure IV.9 : Variation de la résistance dynamique minimale en fonction des essais pénétrométrique

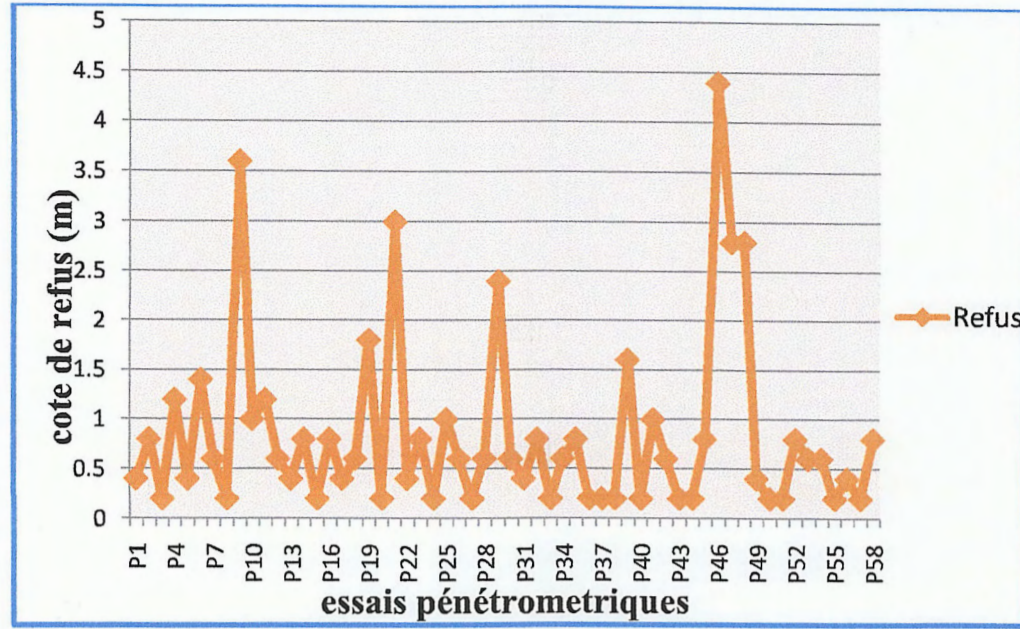


Figure IV.10 : Variation de la cote de refus en fonction des essais pénétrométrique

IV.3.1.4. Corrélation entre les essais de pénétration et les coupes de sondage

Quatre coupes lithologiques ont été réalisées suivant trois profils de direction différente (Figure IV.1):

- Coupe lithologique selon le profil A-A'

Le profil A-A' est caractérisé par une pente orienté vers le Nord-Est (Figure IV.1 et IV.11) de 5 à 30%. Elle regroupe les sondages carottés (S16, S17, S18 et S29), les essais pénétrométriques (P32, P33, P34, P35, P36, P39) et les sondages électriques (E21, E22, E36, E37, E38, E44; E45, E46). La lithologie de ce profil est constituée par une formation homogène, représenté par le grès intercalé par une mince couche d'argile, cette formation est recouverte par des limons sableux renfermant des blocs sur une épaisseur variable allant de 1.5 à 3.0 m de profondeur.

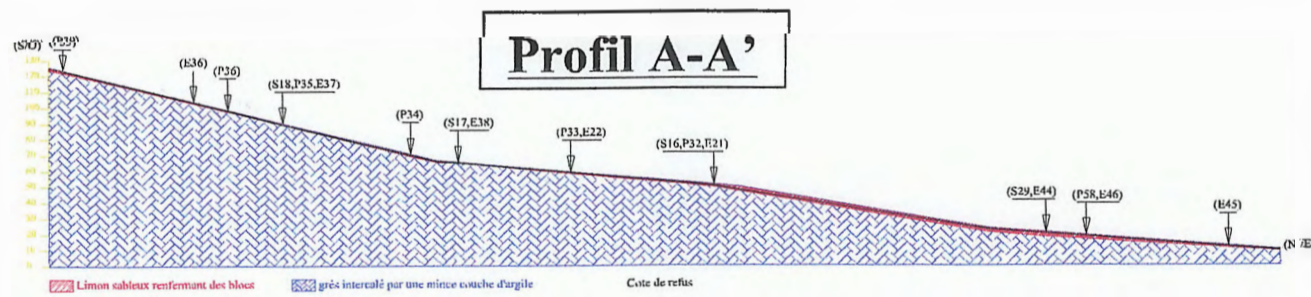


Figure IV.11: Coupe lithologique selon le profil A-A'.

- Coupe lithologique selon le profil B-B'

Le profil B-B' possède une pente moyenne (Figure IV.1 et IV.12), elle est variée entre 0 et 30%, de direction Sud-Est. Elle regroupe les sondages carottés (S18, S19, S23, S24), les essais pénétrométriques (P35, P36, P37, P38, P42, P45, P47, P48) et les sondages électriques (E26, E28, E36, E37, E39). Il est constitué par le grès intercalé par une mince couche d'argile, recouverte par des limons sableux renfermant des blocs avec une épaisseur qui varie de 0.2 à 2.8 m.

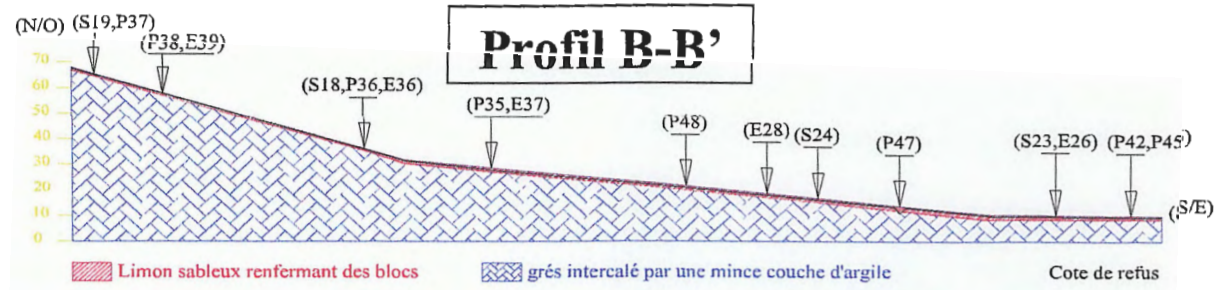


Figure IV.12 : Coupe lithologique selon le profil B-B'

- Coupe lithologique selon le profil C-C'

Le profil C-C' à indique une pente moyenne, orienté NN-E (Figure IV.1 et IV.13). Elle est variée entre 5 et 30 %. Elle regroupe les sondages carottés (S3, S4, S5, S6, S7), les essais pénétrométriques (P1, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P13; P14) et les sondages électriques (E3, E4, E5, E6, E7, E8, E10), la formation géologique est constituée par le grès sur une grande épaisseur intercalé par une mince couche d'argile, recouverte par des limons sableux renfermant des blocs sur une épaisseur variable allant de 0.4 à 3.6 m.

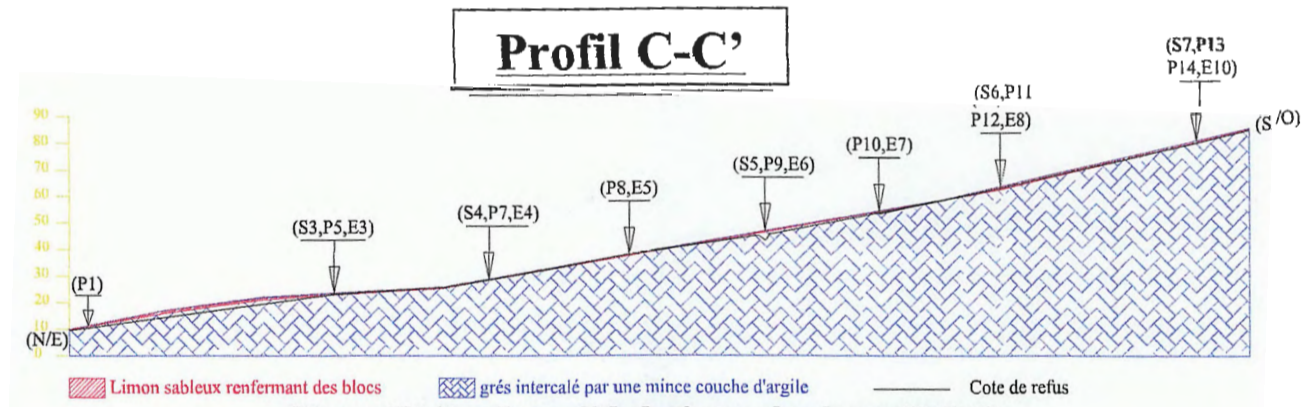


Figure IV.13 : Coupe lithologique selon le profil C-C'.

- Coupe lithologique selon le profil D-D'

Ce profil de direction NNW-SSE possède une pente varie entre 5 et 30 % (Figure IV.1.1 et IV.14). Elle regroupe les sondages carottés (S3, S4, S5, S6, S7), les essais pénétrométriques (P1, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P13; P14) et les sondages électriques (E3, E4, E5, E6, E7, E8, E10). Il est constitué par le grès intercalé par une mince couche d'argile recouverte par des limons sableux renfermant des blocs.

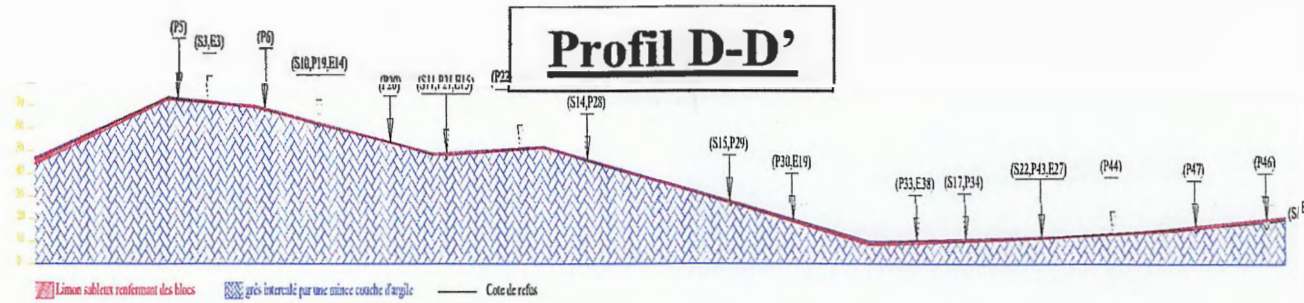


Figure IV.14 : Coupe lithologique selon le profil D-D'.

IV.3.2. Essais de laboratoire

Après la réception des échantillons au laboratoire, des essais et des analyses ont été effectués pour la détermination des caractéristiques physico-mécaniques et chimique de sols, à savoir :

- Paramètres physiques :

- Teneur en eau (W_n)
- Degré de saturation (S_r)
- Densité sèche et humide (γ_d, γ_h)
- Granulométrie
- Plasticité (W_I) et (I_p)

- Paramètres mécaniques :

- Cisaillement:
 - Cohésion non drainée (C_{uu}).
 - Angle de frottement (Φ_{uu}).
- Compressibilité :
 - Contrainte de consolidation (σ_c).
 - Indice de compression (C_c).
 - Indice de gonflement (C_g).
- Compression simple :
 - Résistance à la compression simple (R_c).

IV.3.2.1. Résultats des essais physiques

IV.3.2.1.1. Teneur en eau naturelle (Wn %)

Les mesures de la teneur en eau et les degrés de saturations ont été effectuées sur les échantillons de sols d'argile et de grès à des profondeurs variables (Annexe IV.4), dont les valeurs globales obtenues sont variables (Figure IV.15), elles sont faible de 1 à 5 % dans le grès et moyenne de 19 à 22 % dans les argiles.

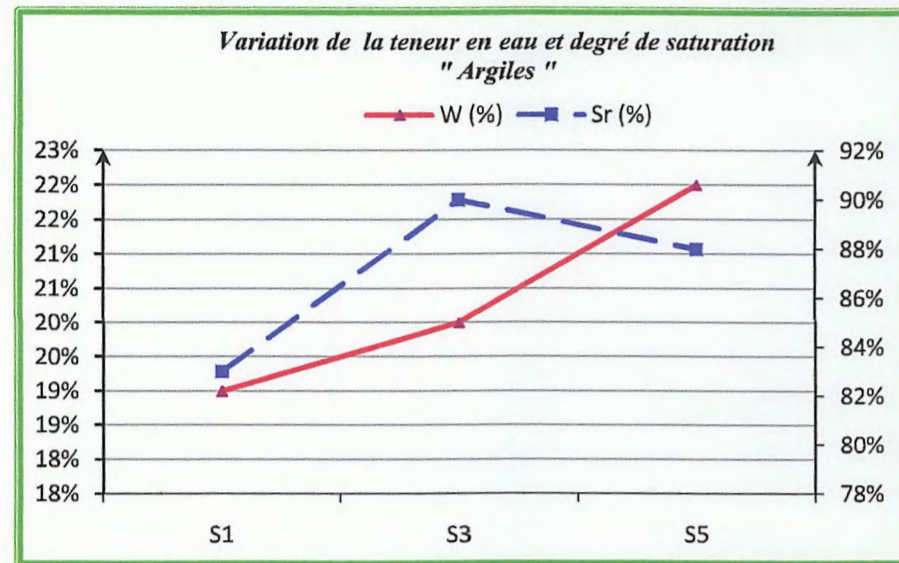


Figure IV.15 : Variation de la teneur en eau et du degré de saturation pour les argiles.

IV.3.2.1.2. Densités sèches (γ_d T/m³)

La densité sèche mesurée globalement sur les argiles oscille entre 1.5 et 1.65 t/m³, concerne les grès, elle varie entre 1.4 et 2.2 t/m³ (figure IV.16 et IV.17).

IV.3.2.1.3. Densités humides (γ_h T/m³)

Les valeurs des densités humides dans les argiles varient entre 1.5 et 1.7 t/m³ et de 2 à 2.2 t/m³ pour les grès (Figure IV.18 et IV.19).

IV.3.2.1.4. Granulométrie : (Selon NFP 94-057 & NFP 94-057)

Les essais de granulométries ont été effectués sur les échantillons d'argile. Les essais ont montré que ces sols ont des textures fines, les pourcentages des passants à 80 μ varie entre 90 % et 94% et celles de 2mm sont comprises entre 98 à 100 %.

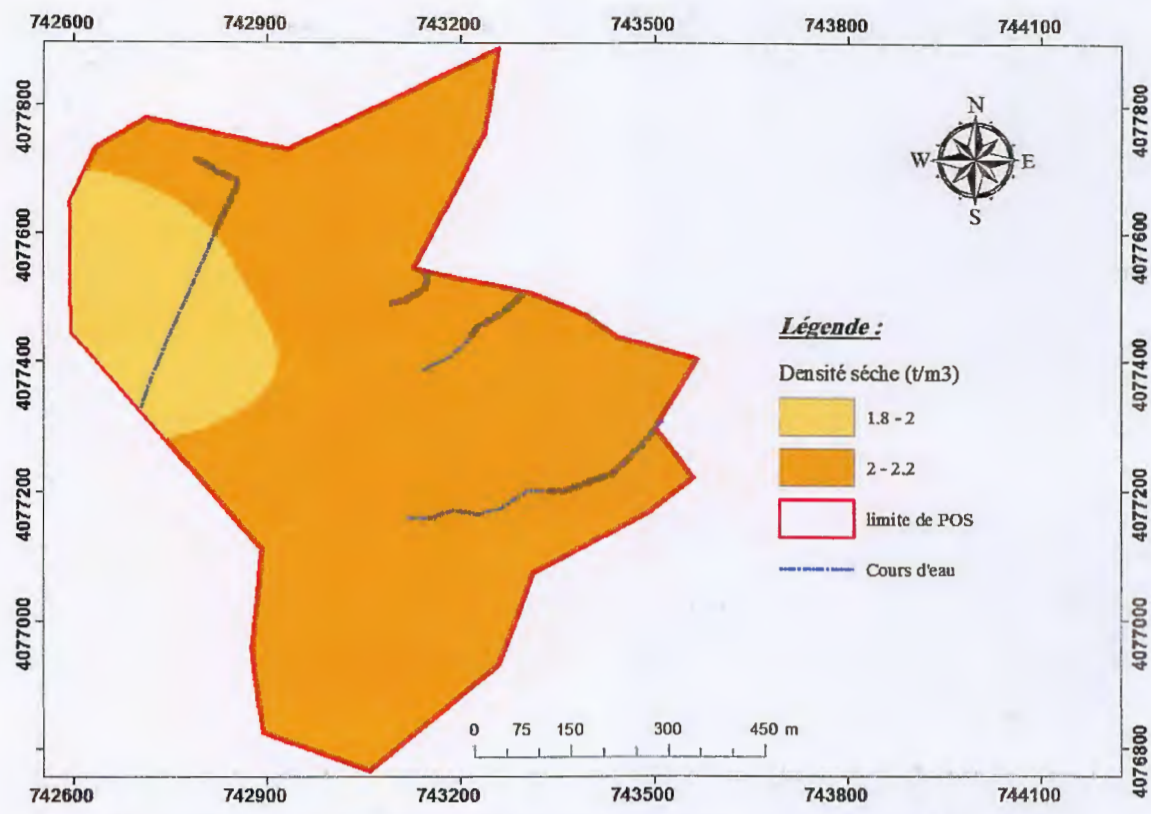


Figure IV.16 : Carte de densités sèches à une profondeur de 0 à 3m.

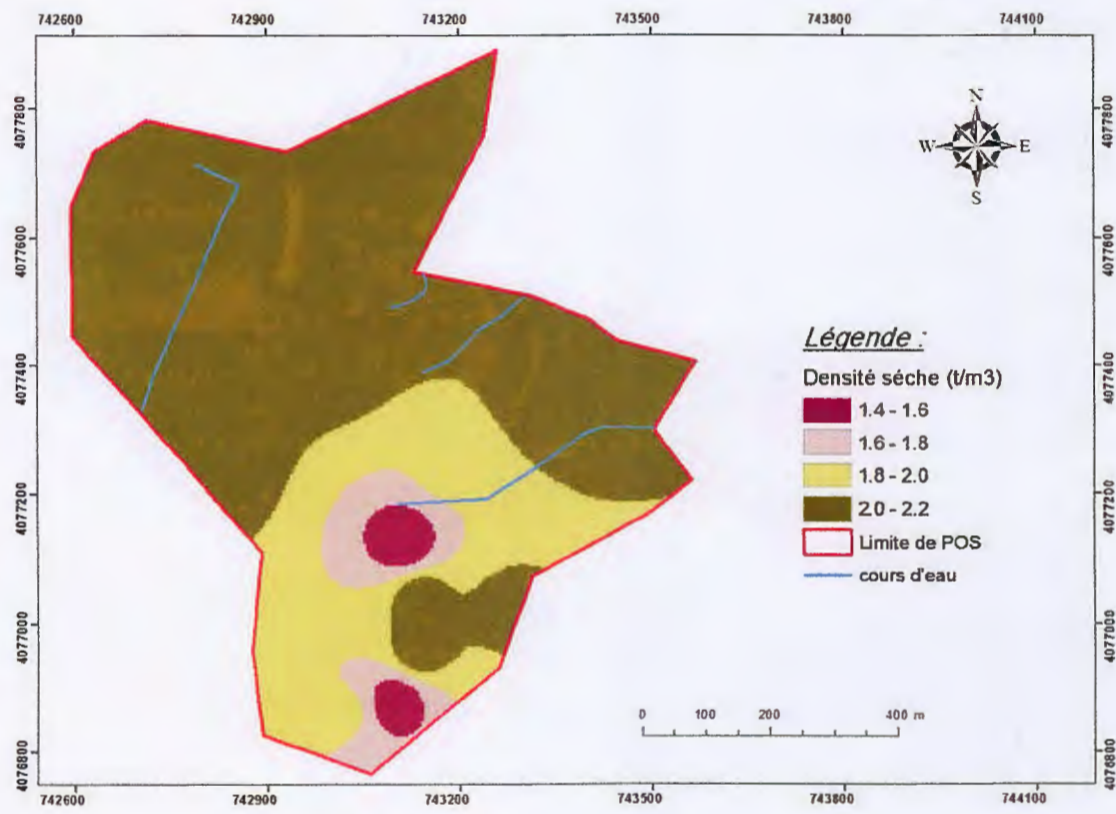


Figure IV.17 : Carte de densités sèches à une profondeur supérieur à 3m.

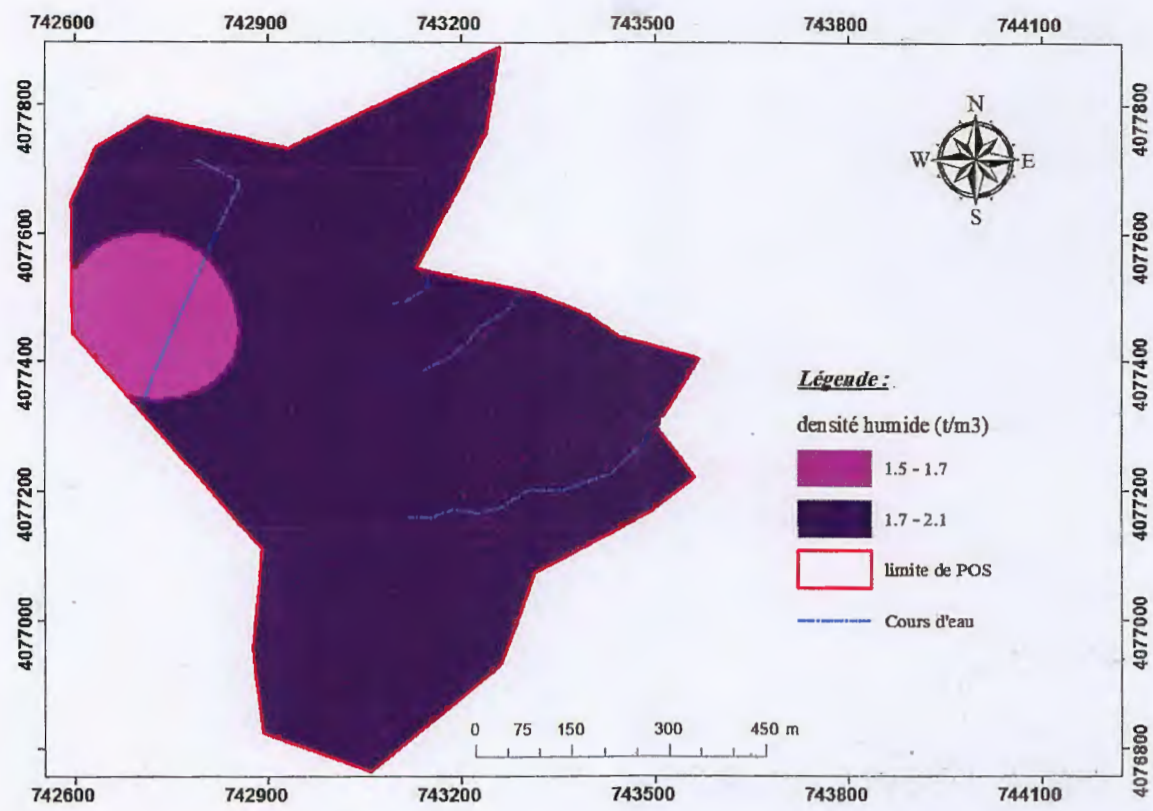


Figure. IV.18 : Carte de densités humides à une profondeur de 0 à 3m.

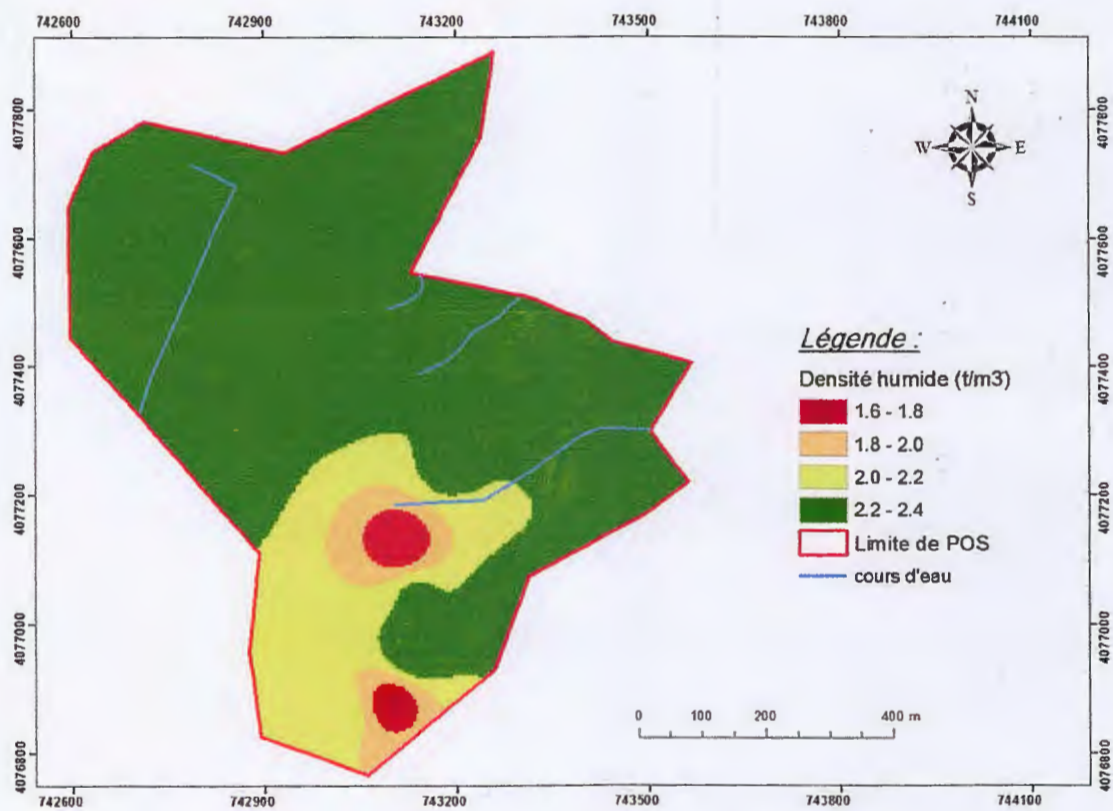


Figure IV.19: Carte de densités humides à une profondeur supérieure à 3m.

IV.3.2.1.5. Les limites d'Atterberg

Les essais de plasticité effectués à l'aide de la boîte de Casagrande, ont donné des valeurs de limite de liquidité comprises entre 39 et 43%. Les indices de plasticité ont donné des valeurs comprises entre 19 et 22 % (Tableau IV.1 et Figure IV.20).

Tableau IV.1 : valeurs de WL et Ip pour les Argiles

Sondage	Profondeur (m)	Nature de sol	WL (%)	Ip (%)
S5	2.5/3.0	Argile	39	19
S17	3.0/3.5		40	21
S25	4.0/4.5		43	22

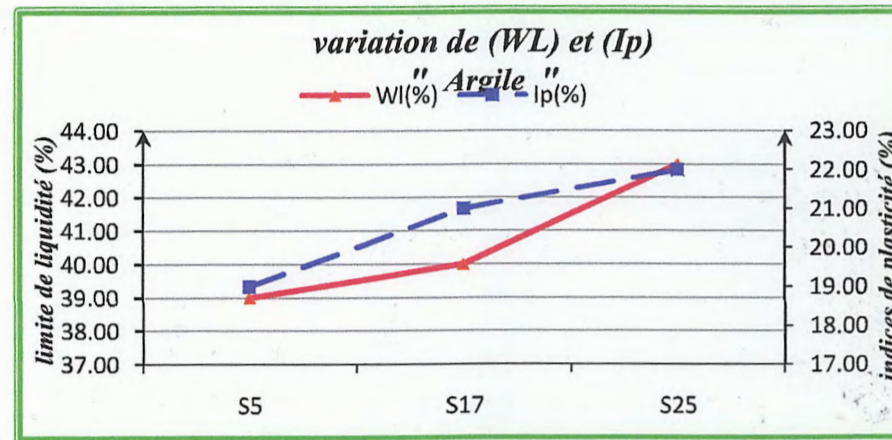


Figure IV.20 : Variation de WL et Ip dans les Argiles.

D'après le diagramme de la figure (IV.21) on peut dire que les sols étudiés sont des argiles peu plastiques.

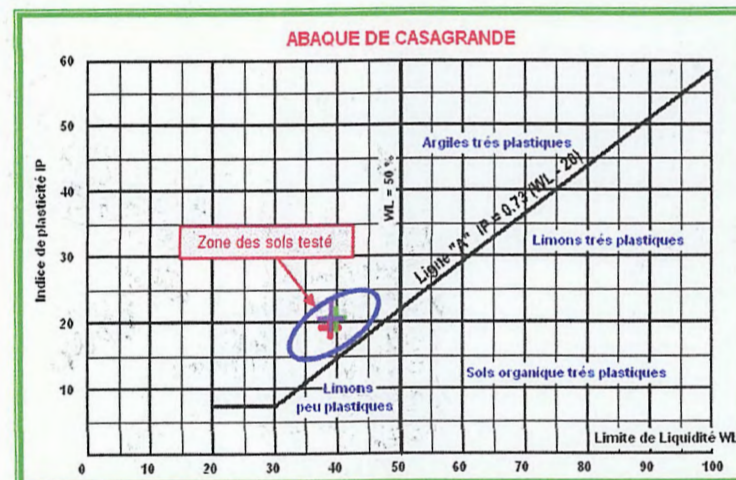


Figure IV.21: Diagramme de classification des sols fins de Casagrande.

IV.3.2.2. Résultats des essais mécaniques

IV.3.2.2.1. Essais de cisaillement (Selon NF P94-071-1)

Les caractéristiques intrinsèques (cohésion et l'angle de frottement interne) des argiles ont été déterminées par la réalisation des essais de cisaillement type UU (non consolidé, non drainé).

Les résultats montrent des valeurs de la cohésion comprises entre 0.29 et 0.4 bars, les valeurs de l'angle de frottement varient entre 8 et 10° (Tableau IV.2 et Figure IV22).

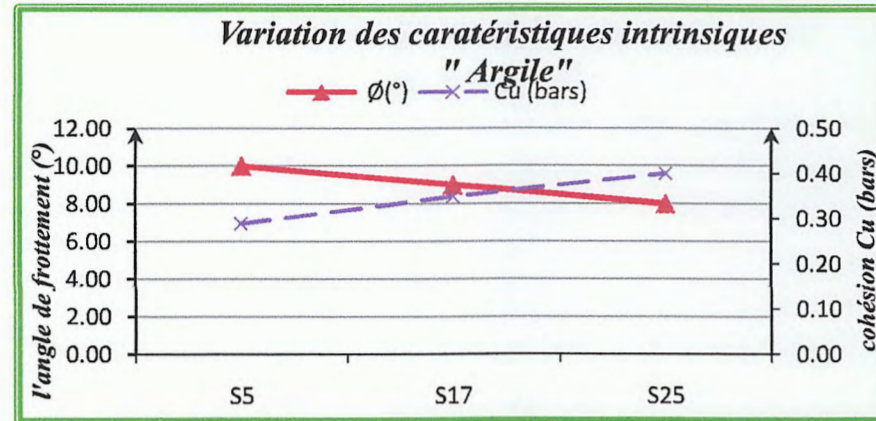


Figure IV.22: Variation de la cohésion et l'angle de frottement dans les Argiles.

IV.3.2.2.2. Essai de compressibilité à l'oedomètre (Selon XP P94-090-1)

Trois essais oedométriques ont été effectués sur les argiles pour déterminer la pression de consolidation, le coefficient de compressibilité et le coefficient de gonflement (tableau IV.2).

Tableau IV.2 :résultats des essais de cisaillement et l'oedomètre.

Sondage		Cisaillement		Oedomètre		
Sondage	Prof. (m)	Cu (bars)	φu (°)	Pc (bars)	Cc (%)	Cg (%)
S5	2.5/3.0	0.29	10	1.8	22.62	2.31
S17	3.0/3.5	0.35	9	1.96	20.35	1.92
S25	4.0/4.5	0.4	8	2.15	19.35	2.77

Les résultats montrent que ces argiles sont surconsolidés avec des valeurs de la pression de consolidation comprises entre 1.8 et 2.1 bars, moyennement compressible avec des valeurs du coefficient de compressibilité comprises entre 19 et 22% et non gonflant avec des valeurs d'indices de gonflement inférieures au seuil de 4%.

IV.3.2.2.3. Essai de résistance à la compression simple

Un essai de résistance à la compression simple a été réalisé sur les grès à des profondeurs variables de 0 à 3 mètre pour dix-huit sondages (Annexe IV.4).

Les résultats obtenus sont représentés dans la (figure IV.23 et IV.24). Elles montrés que ces grès présentent des résistances faible à des profondeurs inférieur à 3 mètre ($18 \text{ MPa} \leq R_c \leq 20 \text{ MPa}$) et moyenne au-delà de 3 mètre ($22 \text{ MPa} \leq R_c \leq 30 \text{ MPa}$).

IV.3.2.3. Essais chimiques

Les analyses chimiques ont été effectuées pour déterminer l'agressivité du sol de fondation vis-à-vis des bétons selon la norme NF P 94-048.

Les analyses chimiques effectuées sur les échantillons (Annexe IV.5) ont révélé l'absence des sulfates, soit une agressivité nulle. A propos des carbonates, un taux variable entre 6 et 13%

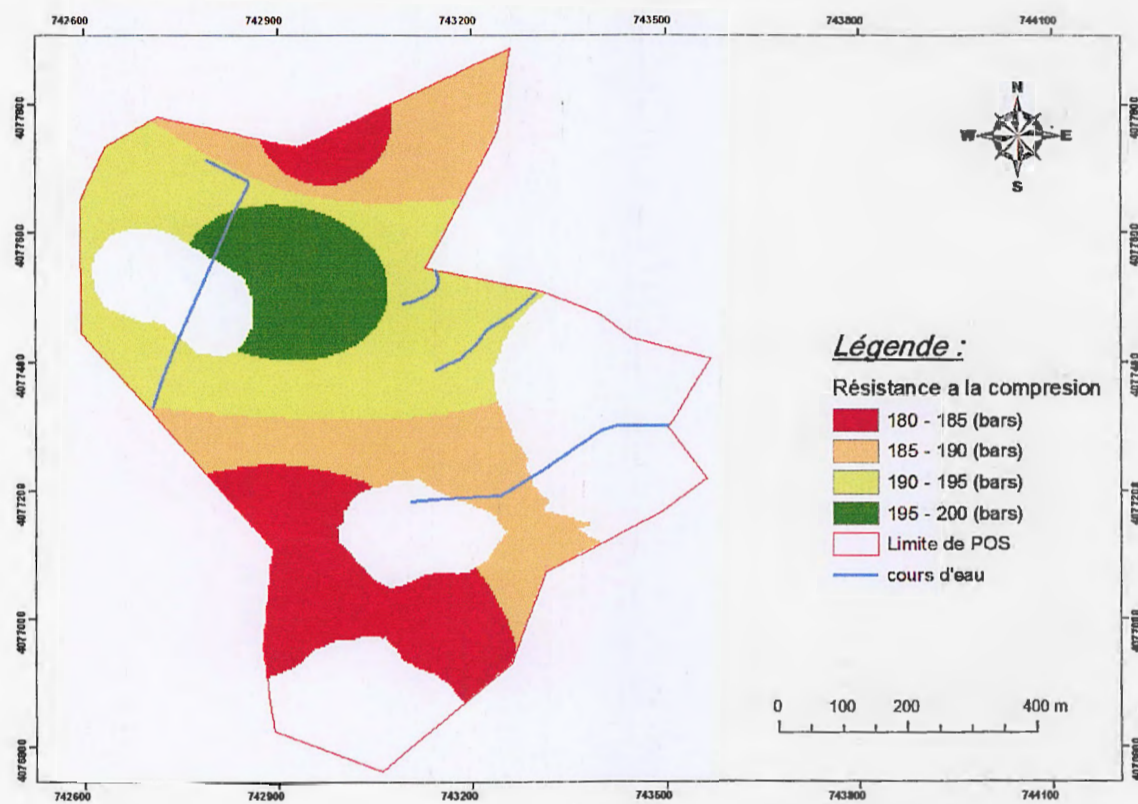


Figure IV.23 : Carte de la résistance à la compression à une Profondeur de 0 à 3 m.

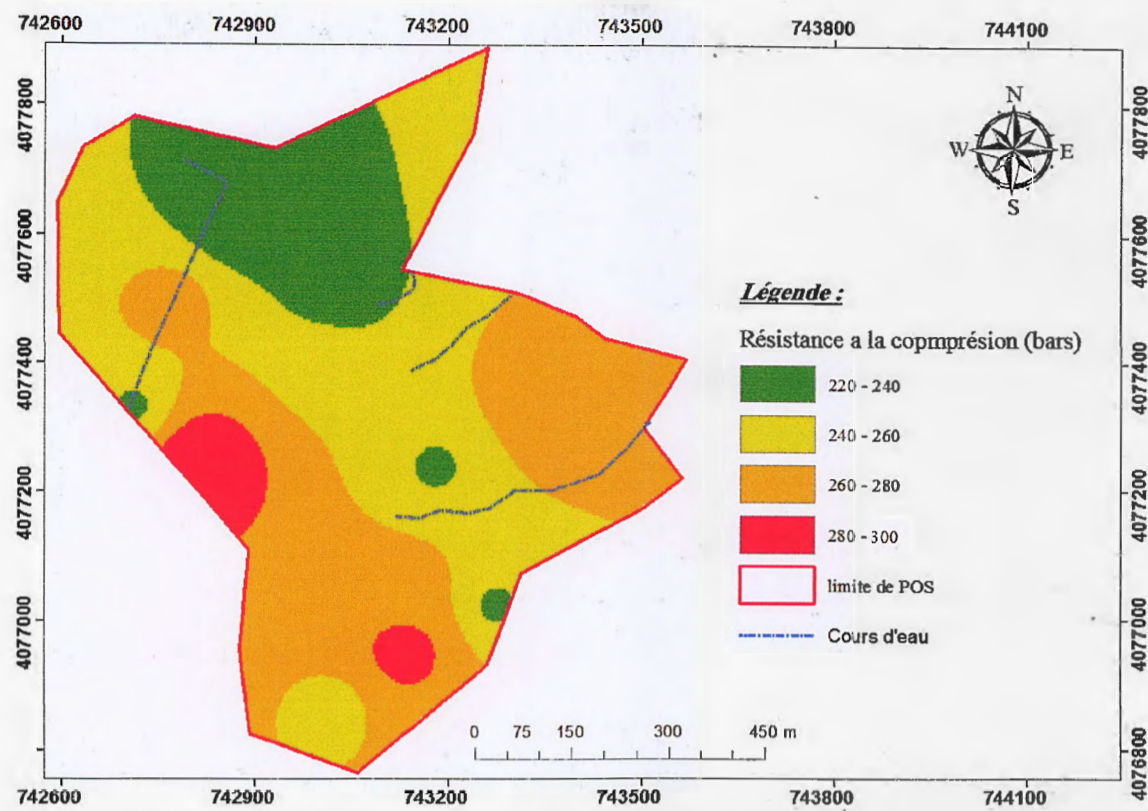


Figure IV.24 : Carte de la résistance à la compression à une profondeur supérieure à 3m.

IV.4. Etude de la capacité portante des sols

IV.4.1. Evaluation de la contrainte admissible

IV.4.1.1. Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique

Cette méthode reposant sur la formule des hollandais permet de déduire un ordre de grandeur de la contrainte admissible du sol considéré en prenant la valeur minimale de la résistance dynamique, elle est calculée ainsi (R. Frank ; 2003).

$$Q_{adm} = R_{p \min} / \alpha.$$

Q_{adm}: contrainte admissible.

R_{p min}: résistance de pointe minimale.

α : Coefficient variant de 20 à 30.

Les contraintes admissibles obtenues en fonction des essais pénétrométriques qui sont de l'ordre de 3 bars (Annexe IV.6).

IV.4.1.2. Capacité portante à partir des résultats des essais de laboratoire

Le calcul par la méthode de laboratoire considère une fondation à base horizontale, encastrée dans un sol homogène et supportant une charge verticale centrée. Pour cela la formule suivante est utilisée pour le calcul de la contrainte admissible " Q_{ad} " dans les argiles :

- Pour une semelle carrée (Costet J. et Sanglerat G. 1983) :

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

- Pour une semelle filante (Costet J. et Sanglerat G. 1983) :

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

Avec :

γ_1 : poids volumique apparent du sol au-dessus de la fondation (T/m^3)

γ_2 : poids volumique apparent du sol au-dessous de la fondation (T/m^3)

D : Ancrage de la fondation (m).

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

C : cohésion du sol (T/m^2)

N_γ, N_q, N_c : coefficients dépendants de l'angle de frottement interne du sol " ϕ " 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° 05) :

- Semelle carrée :

$B=L=2m$; $D=3m$; $F_s=3$.

$\gamma_1 = \gamma_2 = 1,8 T/m^3$

$C = 0,29 \text{ bars} = 2,9 T/m^2$

$\phi = 10^\circ$ pour $N_\gamma = 1$, $N_q = 2.49$, $N_c = 8.45$ (Annexe IV.7)

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

$$Q_{ad} = 18,36 T/m^2$$

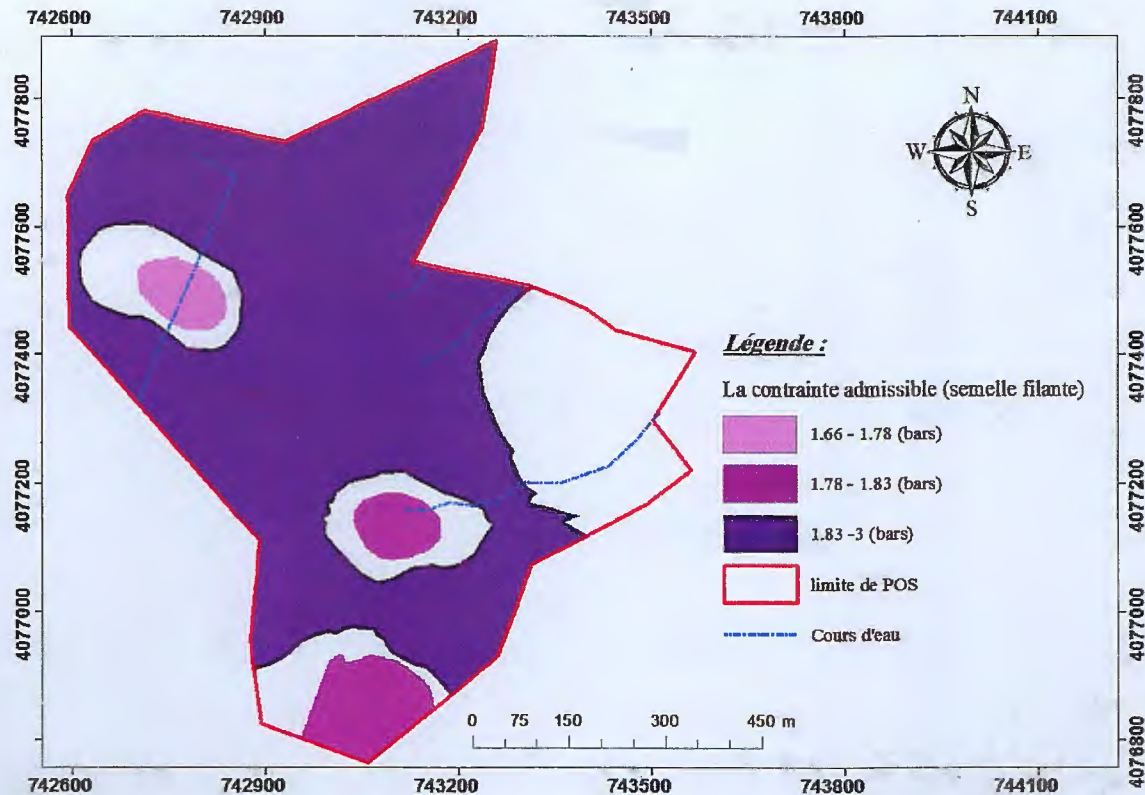


Figure IV.26 : Carte de la contrainte admissible pour une profondeur de 3m (Semelle filante)

IV.5. Tassements prévisibles des sols

Le tassement est indéterminable, car le laboratoire de (Aiche géo-sol) n'a pas fourni les graphes des essais oedométriques effectués qui nous permettes de déterminer l'indice des vides initial et la contrainte.

IV.6. Carte d'aptitudes des sols à la construction

A partir des conditions géotechniques du site et des zones à risques nous avons subdivisés le secteur d'étude en deux zones (Figure IV.27).

1. Zone favorable à la construction :

Elle correspond à la zone de couleur verte (Figure IV.27), caractérisée par des pentes qui varient entre 5 et 30% et un substratum constitué par des grès avec des intercalations de minces couches d'argiles.

2. Zone défavorable à la construction:

Cette zone à une couleur rouge (Figure IV.27), elle concerne les zones de servitude des cours d'eau et des conduites de gaz.

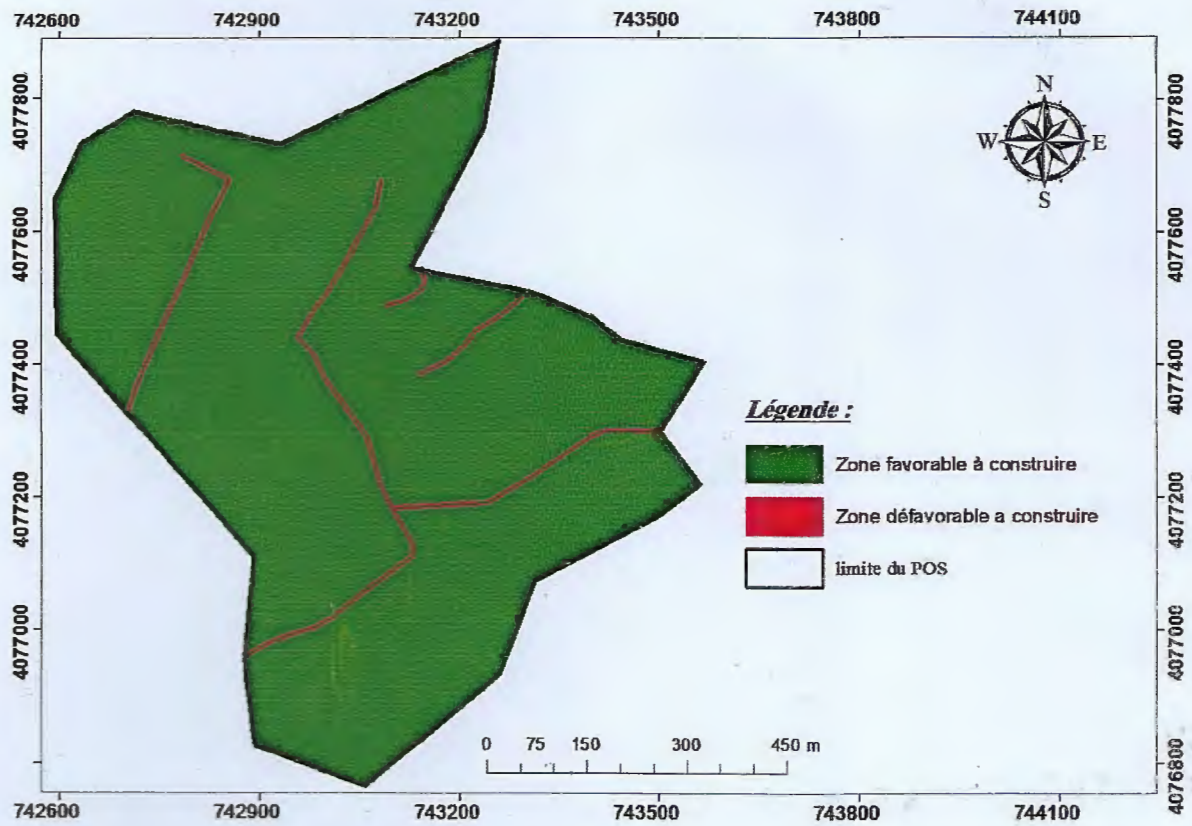


Figure IV.27 : Carte d'aptitude à la construction.

Conclusion générale

Le POS N° 28 de la commune de Jijel est situé dans sa partie Est sur le versant Sud-Est de Djebel Mezghitane. Il occupe une superficie d'environ 58.46 hectares. Sur le plan topographique, le site est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité de sa surface qui varie de 5% à 30%. Le site est caractérisé par un réseau hydrographique faible représenté par quatre petits cours d'eau convergeant vers oued Medabegh qui limite le POS du côté Est.

La géologie du site est constituée essentiellement par une couverture des colluvions (sable limoneux renfermant des cailloux et des blocs) sur une épaisseur variable de 0 à 3 mètres, ces formations reposent sur un substratum constitué des grès avec de minces intercalations des couches d'argiles appartenant aux dépôts du flysch Numidien.

À partir de la campagne de reconnaissance géotechnique du site nous avons créé une base de données à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). Les cartes réalisées dans ce dernier (SIG) pour les différents paramètres mécaniques ont révélés que:

Les valeurs mesurées des densités sèches (γ_d) sont entre 1.5 et 2.35 t/m³, celle des densités humides sont entre 1.8 et 2.15 t/m³ caractérisant un sol semi dense a très dense. Pour les valeurs des limites de liquidité, elles varient de 39 à 43%, l'indice de plasticité est compris entre 19 et 22 %, il s'agit des argiles peu plastiques.

Les caractéristiques mécaniques ont donnés des valeurs de cohésion des argiles comprises entre 0,29 et 0,4 bars et des valeurs de l'angle de frottement de l'ordre de 8 à 10°. Pour la compressibilité, les valeurs de la pression de consolidation sont comprises entre 1.8 et 2.1 bars attestant que cette formation est surconsolidée, les valeurs du coefficient de compressibilité (Cc) sont de l'ordre de 19 et 22%, cela indique que ces formations sont moyennement compressibles. Les indices de gonflement ont donnés des valeurs inférieures au seuil de 4%, il s'agit donc des sols non gonflants.

Les essais de compression simple sur les grès ont donné des valeurs de résistance de l'ordre de 180 à 596 bars, qualifiant une formation de résistance faible à moyenne.

Le zoning géotechnique concernant la contrainte admissible calculée à une profondeur d'ancrage de 3mètres pour les deux types de fondations superficiels (carrée et filante) montrent des valeurs appréciables de l'ordre de 3 bars

La carte d'aptitude à la construction préparé en prenant en considération la morphologie, la nature du sol et les zones de servitude pour les chaâbats et les conduites de gaz présente deux zones:

- Zone stable, caractérisée par une pente entre 5 et 30%.
- Zone inconstructible à proximité des chaâbas et des conduites de gaz.

Liste des figures	
Figure I.1: Situation géographique du site du POS N°28.....	2
Figure I.2: Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel	3
Figure I.3 : Distribution de la pluviométrie moyenne mensuelle.....	4
Figure I.4 : Répartition des températures moyennes mensuelles.....	5
Figure I.5 : Diagramme ombro-thermique.....	6
Figure I.6: Carte des pentes.....	9
Figure I.7: Carte du réseau hydrographique de la région.....	10
Figure II.1: Les composants de système d'information géographique.....	12
Figure II.2 : Les principales fonctions d'un S.I.G.....	14
Figure II.3: Exemple de minute géologique de terrain comprenant les données de base.....	17
Figure II.4: Polygones construits à partir de lignes importées dans le thème « substratum rocheux ».....	17
Figure II.5: Polygones construits à partir des lignes importées dans le thème « terrains superficiels.....	18
Figure II.6: Carte géologique obtenue par Superposition des thèmes du SIG.....	18
Figure II.7: Transformation de TIN à un raster.....	19
Figure II.8 : Les étapes d'outil buffer dans trois cas.....	19
Figure II.9 : L'outil de clip.....	21
Figure II.10 : L'extraction par masque.....	22
Figure II.11 : Voisinage IDW pour le point sélectionné.....	23
Figure II.12 : L'outil slope.....	24
Figure. III.1: Esquisse géologique de la Petite Kabylie légèrement modifiée	25
Figure III.2: Colonne litho-stratigraphique synthétique du remplissage du bassin néogène de Jijel établie à partir des descriptions de Durand Delga, (1955) et Djellit (1987).....	26
Figure.III.3 : Colonne lithologique du flysch Numidien.....	28
Figure IV.1 : Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique et géophysique.....	33
Figure IV.2 : Carte de lithologie de 0 à 1.5 mètres de profondeur.....	34
Figure IV.3 : Carte de lithologie de 1.5 à 3 mètres de profondeur.....	35
Figure IV.4 : Carte de lithologie de profondeur supérieure à 3 mètres.....	35
Figure IV.5 : Prospection électrique par courant continu.....	36
Figure IV.6 : La carte de lithologie à partir des sondages carottés et sondages électriques de 0	37

à 1.5m de profondeur.	
Figure IV.7 : La carte de lithologie à partir des sondages carottés et sondages électriques de 1.5 à 3 m de profondeur.....	38
Figure IV.8 : La carte de lithologie à partir des sondages carottés et sondages Supérieur à 3m de profondeur.	38
Figure IV.9 : Variation de la résistance dynamique en fonction des essais pénétrométrique....	39
Figure IV.10 : Variation de la cote du refus en fonction des essais pénétrométrique	40
Figure IV.11: Coupe lithologique selon profil A-A'	40
Figure IV.12 : Coupe lithologique selon profil B-B'	41
Figure IV.13 : Coupe lithologique selon profil C-C'	41
Figure IV.14 : Coupe lithologique selon profil D-D'	42
Figure IV.15 : Variation de la teneur en eau et du degré de saturation pour les argiles.....	43
Figure IV.16 : Carte des densités sèches à une profondeur de 0 à 3m.....	44
Figure IV.17 : Carte des densités sèches à une profondeur supérieur 3m.....	44
Figure. IV.18 : Carte des densités humides à une profondeur de 0 à 3m.....	45
Figure IV.19: Carte des densités humides à une profondeur supérieure à 3m.....	45
Figure IV.20 : Variation de WL et Ip dans les argiles.....	46
Figure IV.21: Diagramme de classification du sol fin de Casagrande.....	47
Figure IV.22: Variation de la cohésion et l'angle de frottement dans les argiles.....	47
Figure IV.23: Carte de la résistance à la compression à une profondeur de 0 à 3m.....	48
Figure IV.24: Carte de la résistance à la compression à une profondeur supérieure à 3m.....	49
Figure IV.25 : Carte de la contrainte admissible pour une profondeur de 3m (Semelle carrée)	52
Figure IV.26 : Carte de la contrainte admissible pour une profondeur de 3m (Semelle filante)	53
Figure IV.27 : Carte d'aptitude à la construction.....	54

Liste des tableaux

Tableau I.1: Précipitations moyennes annuelles et saisonnières	4
Tableau I.2: Températures moyennes mensuelles et saisonnières.....	5
Tableau I.3 : Précipitations et températures moyennes mensuelles.....	6
Tableau IV.1 : Valeur de WL et Ip pour les argiles.....	46
Tableau IV.2 : Résultats des essais de cisaillement et l'oedomètre	47
Tableau IV.3 : Calcul des contraintes admissibles du sol de fondation à partir des résultats des essais de laboratoire.....	51

Références bibliographiques

- Andrieux, J. & Djellit, H. (1989):** Structure de la Petite Kabylie occidentale (Algérie) flyschs ultra et flyschs externes. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 309, Se, P1191-1196.
- Bouillin, J.P. ; Durand Delga, M; Gélard, J.P. ; Leikine, M.; Raoult, J.F.; Raymond, D. ; Téfiiani, M. & Vila, J.M. (1970):** Définition d'un flysch massylien et d'un flysch maurétanien au sein de flyschs allochtones de l'Algérie. C.R.Acad. Sci. Paris (D). T270, série D. P 2249-2252.
- 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.
- Bekbekh et bekhouché 2015:** Contribution à l'étude de l'infrastructure d'un échangeur projeté au niveau de la commune d'EL ANCER, wilaya de Jijel, Mémoire De Master. Univ. Jijel. Algérie,62P.
- Kh. Chouial et F. chouial 2016:** Utilisation du système d'information géographique pour la réalisation du plan d'occupation de sol, commune de Jijel, mémoire de master 02. Univ. Jijel. Algérie,43P.
- 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, 137, 206P.
- Durand Delga, (1955):** Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat. Paris, Publ. serv. Carte géol. Algérie, 24,533P.
- Fougnot, J. (1990) :** Le magmatisme Miocène du littoral Nord constantinois. Thèse. Doct. INPL. Nancy. Paris.
- Kimouche et al 2013:** Calcul des fondations-Etude comparative, cas d'application : l'échangeur d'accès à l'université de Tassoust, wilaya de Jijel , mémoire de master. Univ. Jijel. Algérie,56P.
- Laboratoire d'études géotechnique de sols et fondation:** Rapport d'étude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation de sol n° 28 wilaya de Jijel.
- Ouabadi, A. (1994) :** Pétrologie, Géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérite (Cap-Bougaroun, Beni-Toufout et Filfila) Algérie Nord orientale. Thèse Doct. Univ Rennes I, France.
- Philipponnat, G. & Bertrand, H. (2003) :** Fondations et ouvrages en terre. Ed. Eyrolles. Paris, 548P.
- 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. Geol. France (7), XI, Paris. P523-543
- Raoult, J.F. (1974):** Géologie du centre de la chaîne Numidique (Nord du Constantinois, Algérie). Mem. Soc. Géol. France, 53, 121, 163P.
- Robin, C. (1970) :** Etude géodynamique du massif volcanique du Cap Cavallo, El -Aouana, Algérie, 2^e série N°10. Thèse 3^{ème} cycle, Paris., 130P.

Roubaut, M. (1934 b) : La Kabylie de Collo, Etude géologique. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, Alger, 2^e série, N°10.

Sanglerat, G. & Costet, J. (1983) : Cours pratique de mécanique des sols, Tome II- calcul des ouvrages. 3^e Ed. Dunod, Paris, 447 P.

Semroud, B. (1971) : Etude pétrographique du granite du Filfila (Skikda). Thèse. doct. 3^{ème} cycle, Univ, Alger. Algérie.

Vila, J. M. (1980): La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doct. UNIV. Pierre et Marie Curie (Paris VI) ,3 vol, Paris. 663P.

- Les sites web:

[https://sites.google.com/site/pastoraldz/cartographie-gps/cours-sig.](https://sites.google.com/site/pastoraldz/cartographie-gps/cours-sig)

[https://www.esrifrance.fr/sig2005/communications2005/crealp/crealp.](https://www.esrifrance.fr/sig2005/communications2005/crealp/crealp)

[http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/.](http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/)

Annexe.I.1

Répartition de la pluviométrie enregistrée en (mm).station de barrage el agram période (2003-2015)

Pluvio (mm)	Sept	octo	nevom	déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Annuel
2002 - 2003	50,8	73,4	31,6	342,8	372,1	117,2	29,7	134	50,4	0	2	0	1204,3
2003 - 2004	123,9	51,6	130,5	281,2	177,6	88,3	65,9	109	82,3	61,3	0	0	1171,9
2004 - 2005	78,3	25,6	199,7	201,9	272,8	218,6	88,8	193	13,3	0	0,6	8,5	1301,1
2005 - 2006	80,1	40,4	164,2	208	188	189	70,3	45,7	41,8	2,6	0	18,9	1049
2006 - 2007	54,3	51,7	36	243,5	11,7	83,9	271,1	74,7	4	27,1	4,4	4	866,4
2007 - 2008	83,4	129,6	211,7	307,4	19,8	27,7	199,2	36	128	4,8	0	0	1147,8
2008 - 2009	136,2	30,4	161,5	136,6	331,4	109,6	87,7	162	26,5	0	0,5	7,7	1190,2
2009 - 2010	136	88,4	162,6	180,9	165,4	81	112,2	58,1	65,9	46,9	1,8	1,1	1100,3
2010 - 2011	58,4	271,7	190,3	110,3	102,3	216,1	78,4	90,9	40,1	31,1	0,5	0	1190,1
2011 - 2012	10,7	193,9	109,1	178,5	80,1	352,3	78,6	178	0	0	2,5	48,5	1232,6
2012 - 2013	95,7	251,2	124,4	86	242,2	270,5	97,8	49,8	89,3	0	0	31,8	1338,7
2013 - 2014	85,3	60,4	336,6	122	91,9	59,3	228,2	15,5	12,2	17,1	1,2	2,4	1032,1
2014 - 2015	9,2	61,4	127,5	366,1	198,8	283,3	179,4	1,5	29,3	1,5	0	7	1265
2015 - 2016	31,9	185,1	157,7	0	90,3	101,5	208,2	44,8	45	1	0	0	865,5
Moyenne	73,87	108,20	153,10	197,51	167,46	157,02	128,25	85,29	44,88	13,81	0,96	9,28	1139,64

Annexe I.3

Résultats de calcul de l'évapotranspiration potentielle (station barrage El-Agrem, 2003-2015).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Total
Précipitation (mm)	73,87	108,20	153,10	197,51	167,46	157,02	128,25	85,29	44,88	13,81	0,96	9,28	1139,64
Température (°C)	23,61	19,44	15,94	12,01	11,60	11,49	13,54	16,27	18,95	23,20	26,45	26,90	18,28
i	10,48	7,81	5,79	3,77	3,58	3,52	4,52	5,97	7,52	10,21	12,45	12,78	88,39
ETP (mm)	104,89	72,32	49,47	28,79	26,94	26,43	36,18	51,44	68,86	101,50	130,37	134,69	831,88
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_C (mm)	108,04	70,15	42,54	24,18	23,44	22,47	37,27	56,58	83,32	123,83	161,66	156,24	909,72

Annexe I.4.

Calcul de bilan hydrogéologique selon la méthode de thornthwaite

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
P (mm)	73,87	108,20	153,10	197,51	167,46	157,02	128,25	85,29	44,88	13,81	0,96	9,28	1139,64
ETPc(mm)	108,04	70,15	42,54	24,18	23,44	22,47	37,27	56,58	83,32	123,83	161,66	156,24	909,72
P-ETPc (mm)	34,17	38,05	110,56	173,33	144,02	134,55	90,98	28,71	38,44	110,02	160,70	146,96	/
RFU(mm)	0	38,05	100	100	100	100	100	100	61,56	0	0	0	/
EX(mm)	0	0	48,61	173,33	144,02	134,55	90,98	28,71	0	0	0	0	620,21
DA(mm)	34,17	0	0	0	0	0	0	0	0	48,46	160,70	146,96	390,29
ETR(mm)	73,87	70,15	42,54	24,18	23,44	22,47	37,27	56,58	83,32	75,37	0,96	9,28	519,43

Annexe IV.2

Les résultats de l'essai pénétrométrique

Essai	valeur Rp min (bars)	valeur Rp max (bars)	cote de refus (m)	Appréciation
P1	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P2	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P3	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P4	> 100 bars	> 700 bars	1.2	Forte à très forte
P5	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P6	> 100 bars	> 700 bars	1.4	Forte à très forte
P7	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P8	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P9	> 100 bars	> 700 bars	3.6	Forte à très forte
P10	> 100 bars	> 700 bars	1.0	Forte à très forte
P11	> 100 bars	> 700 bars	1.2	Forte à très forte
P12	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P13	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P14	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P15	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P16	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P17	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P18	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P19	> 100 bars	> 700 bars	1.8	Forte à très forte
P20	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P21	> 100 bars	> 700 bars	3.0	Forte à très forte
P22	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P23	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P24	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P25	> 100 bars	> 700 bars	1.0	Forte à très forte
P26	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P27	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P28	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P29	> 100 bars	> 700 bars	2.4	Forte à très forte
P30	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P31	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P32	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P33	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P34	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P35	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P36	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P37	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P38	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P39	> 100 bars	> 700 bars	1.6	Forte à très forte
P40	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P41	> 100 bars	> 700 bars	1.0	Forte à très forte
P42	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P43	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P44	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P45	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P46	> 100 bars	> 700 bars	4.4	Forte à très forte
P47	> 100 bars	> 700 bars	2.8	Forte à très forte
P48	> 100 bars	> 700 bars	2.8	Forte à très forte
P49	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P50	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P51	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P52	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte
P53	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P54	> 100 bars	> 700 bars	0.6	Forte à très forte
P55	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P56	> 100 bars	> 700 bars	0.4	Forte à très forte
P57	> 100 bars	> 700 bars	0.2	Forte à très forte
P58	> 100 bars	> 700 bars	0.8	Forte à très forte

Sondage électrique verticale E18

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-3.8 m	115	grès
3.8.-30 m	171	grès

Sondage électrique verticale E19 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-5.3 m	133	grès
5.3.-30 m	168	grès

Sondage électrique verticale E20

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-1.0m	0.5	Limon sableux
1.0.-30 m	145	grès

Sondage électrique verticale E21 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-2.0 m	15.6	Limon sableux
2.0.-30 m	156	grès

Sondage électrique verticale E22 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-5.0 m	7.8	Limon sableux
5.0.-30 m	126	Grès

Sondage électrique verticale E23 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-1.2 m	111	grès
1.2.-30 m	164	grès

Sondage électrique verticale E24 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-30 m	169	grès

Sondage électrique verticale E25 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-3.0m	140	grès
3.0.-10 m	160	grès

Sondage électrique verticale E26 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-1.0 m	27	Limon sableux
1.0.-4.5 m	6.6	Argile
4.5.-30 m	124	grès

Sondage électrique verticale E27 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-1.4 m	33	Limon sableux
1.4.-30 m	135	grès

Sondage électrique verticale E28 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-1.7 m	27	Limon sableux
1.7.-3.7 m	13	Argile
3.7.-30 m	146	grès

Sondage électrique verticale E29 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-0.8 m	8.2	Limon sableux
0.0.-30 m	139	grès

Sondage électrique verticale E30 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-30 m	151	grès

Sondage électrique verticale E31 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-2.1 m	13	Limon sableux
2.1.-30 m	146	grès

Sondage électrique verticale E32 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-3.2 m	8.4	Limon sableux
3.2.-15 m	27.8	Argile
15.-30 m	137	grès

Sondage électrique verticale E33

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-2.0 m	43	grès
2.0.-13 m	167	grès

Sondage électrique verticale E34 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-2.5 m	7.5	Limon sableux
2.5.-30 m	138	grès

Sondage électrique verticale E35 :

Profondeur	Résistivité (Ωm)	Formation
0.0.-0.8 m	29	Limon sableux
0.8.-1.1 m	10	Argile
1.1.-30 m	250	grès

Sondage électrique verticale E36 :

Annexe IV.4
Tableaux des résultats des essais physico-mécaniques.

Sondage		Identification							
N° Sond	Prof. (m)	W (%)	γ (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	Sr (%)	80 μ	Wl (%)	Ip (%)	Rc (bars)
S1	2.5/3.0	4	2.2	2.0	/	/	/	/	180
S3	3.0/3.5	3	2.25	2.1	/	/	/	/	220
S5	2.5/3.0	19	1.8	1.5	83	93	39	19	/
	4.5/5.0	2	2.3	2.15	/	/	/	/	260
S7	3.5/4.0	3	2.3	2.1	/	/	/	/	240
S9	5./6.0	2	2.3	2.15	/	/	/	/	300
S10	2.5/3.0	4	2.1	2.05	/	/	/	/	200
S12	3.5/4.0	3	2.25	2.15	/	/	/	/	230
S14	4.5/5.0	3	2.3	2.1	/	/	/	/	250
S16	3.0/3.5	3	2.25	2.0	/	/	/	/	240
S17	3.0/3.5	20	1.85	1.6	90	90	40	21	/
	6.0/6.5	1	2.35	2.15	/	/	/	/	280
S18	4.5/5.0	3	2.2	2.05	/	/	/	/	260
S19	2.5/3.0	5	2.2	2.0	/	/	/	/	180
S21	4.0/4.5	3	2.3	2.1	/	/	/	/	240
S22	5.0/5.5	3	2.25	2.15	/	/	/	/	260
S24	7.0/7.5	1	2.35	2.15	/	/	/	/	280
S25	4.0/4.5	22	1.9	1.65	88	94	43	22	/
	6.5/7.0	1	2.3	2.0	/	/	/	/	300
S27	3.5/4.0	3	2.2	2.0	/	/	/	/	250
S29	5.5/6.0	4	2.25	2.15	/	/	/	/	270

Résumé

Dans le contexte de globalité de la géographie appliquée, ce mémoire présente une méthode d'analyse spatiale de données géoscientifiques pour l'aménagement du territoire. Les ressources de l'information sont utilisées afin de réaliser cet objectif et afin de permettre l'exploitation d'une banque de données par l'utilisateur. Les données utilisées proviennent du rapport géotechnique d'étude du plan d'occupation de sol numéro 28 située dans la commune de Jijel. Nous avons utilisé les différentes outils existant dans le logiciel ArcGis pour la création de la base de donnée ainsi que la réalisation des différentes cartes concernant les paramètres physico-mécanique et des cartes des contraintes admissibles pour les deux types de semelles (carrée et filante). Une carte d'aptitude à la construction est développée en tenant en compte du facteur morphologique, la nature du sol et les zones à risque. Ce Travail rend compte que la méthodologie SIG a une grande fonctionnalité pour l'aménagement du territoire.

Mots clefs :

Jijel, Arc GIS, Banque de données, Géotechnique, Carte d'aptitude.

Abstract

In the context of applied geography, this paper presents a method for spatial analysis of geoscience data for land use planning. Information resources are used to achieve this objective and to allow the user to operate a database. The data used derive from the geotechnical study report of the land-use plan number 28 located in the commune of Jijel. We used the various tools available in the ArcGis software for the creation of the database as well as the realization of the different maps concerning the physico-mechanical parameters and the bearing capacity maps for the two types of fondation (isolated spread footings and strip spread footings). A construction suitability map is developed taking into account the morphological factor, the nature of the soil and the areas at risk. This Work reports that the GIS methodology has a great functionality for the planning of the territory.

Keywords:

Jijel, Arc GIS, Data bases, Geotechnics, suitability map.

ملخص

في السياق العام الجغرافيا التطبيقية، تبين هذه المذكرة طريقة التحليل المكاني للبيانات الجيولوجية من اجل التهيئة العمرانية. بحيث يتم استخدام موارد المعلومات لتحقيق هذا الهدف، والسماح باستغلال قاعدة بيانات من قبل المستخدم. البيانات المستخدمة هي من التقرير الجيوتقني لدراسة مخطط شغل التربة رقم 28، لهديج جيجل. استخدمنا مختلف الأدوات المتاحة في نظام برنامج Arc Gis لإنشاء قاعدة البيانات وأيضاً إنشاء مختلف الخرائط المتعلقة بالعوامل الفيزيائية والميكانيكية وخرائط قدرة تحمل التربة لكلا النوعين من الاساسات السطحية (مربعة والمستمرة). انشأت خريطة ملائمة الارضية للبناء بالأخذ بعين الاعتبار العامل المورفولوجي وطبيعة التربة، ومناطق والمخاطر. هذا العمل يبين الميزة الكبيرة منهجية لنظام المعلومات الجغرافية SIG من اجل التهيئة العمرانية.

الكلمات المفتاحية:

جيجل, نظام برنامج Arc Gis, بنك المعلومات, الجيوتقني, خريطة ملائمة الارضية للبناء.