

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -  
Université Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

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 de sol: Exemple du POS 20 Amazoui, commune de Jijel.**

**Membres de Jury**

**Président : Benzaid.R**

**Examineur : Kebab.H**

**Encadrant : Remoum Karim**

**Présenté par :**

**Chouial Khadidja**

**Chouial Faiza**

**Année Universitaire 2015-2016**

**Numéro d'ordre (bibliothèque) :.....**

## Remerciements

Avant tout on dit merci au grand dieu qui nous a donné la puissance et la volonté pour faire ce travail.

On remercie d'abord **Mer REMOUM KARIM** notre encadreur pour ses efforts, sa responsabilité, Ses critiques et ces conseils me sont d'ores et déjà précieux.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du Jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et pour avoir accepté de le juger.

Nos présentant nos sincères remerciements à tous nos enseignants dans notre parcours anniversaire notamment **MR BEN ZAID** et **MR ROUIKHA** pour leurs aide précieuse.

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 nos profond remerciement pour nos familles et les amis pour leur soutiens non seulement dans ce travail mais durant tous les années d'études.



**Khadidja & Faiza**





## Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et immense joie je dédie ce travail :

À mes chers parents pour leur grand amour et soutien.

Bien sûr ma chère amie, cousine, mon binôme et plus qu'une sœur **Khadidja**

À ma grande sœur Chahrazed et mon petit frère

**Abd el halim**

À tante **Masika**

À mes adorables cousines

**Naziha, Dalal**

À mon petit cousin **Youcef**

À mes amies **Khadidja, Anissa**

À tous mes collègues de la promotion **Master GG  
2016**

À tous personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long de mes études

 *Faiza* 



## **Résumé**

La quantité d'informations de sous-sol qui peut être effectivement perçue et manipulée est abondante. L'utilisation des informations et système de gestion de base de données facilite la tâche d'étude des plans d'occupation de sol. Dans le cadre de la réalisation du plan d'occupation de sol numéro 20 d'Amazoui, nous avons utilisé le système d'information géographique (SIG) pour élaborer des cartes de zonage géotechniques. Selon les valeurs des données géotechniques d'échantillonnage, une valeur estimée est attribuée à tous les autres endroits en utilisant la fonction de création de surfaces (méthode de pondération par l'inverse de la distance: IDW), une carte de répartition spéciale pour chaque paramètre a été élaborée, ainsi que, des cartes des contraintes admissibles pour les deux types de semelles à des profondeurs d'ancrage variable. Une carte d'aptitude à la construction est développée en tenant en compte le facteur morphologique et la nature du sol. Ce Travail rend compte du potentiel des SIG pour trouver la solution de phénomènes, qui était très pénible par tout autre moyen, non seulement en termes de précision, mais aussi par l'utilisation.

### **Mots clefs :**

Système d'information géographique (SIG), Plan d'occupation de sol, Géotechnique, Amazoui.

## **Abstract**

The amount of information basement that can be effectively collected and manipulated is abundant. The use of information and database management system facilitates the study stain of soil use plans. As part of the implementation of SOP No. 20 Amazoui, we used the geographic information system (GIS) to develop the geotechnical zoning maps. Depending on the values of sampling geotechnical data, an estimated value is assigned to all the other places by using the function for creating surfaces (inverse distance weighted technique), a special distribution map for each parameter has been developed as well as the maps allowable stress for the two types footing of variable anchorage depths. A suitability map construction is developed taking into account the morphological factor and nature of the soil. This work reflects the potential of GIS for the solution of phenomena, which was very painful by any other means, not only in terms of accuracy, but also by use.

### **Keywords:**

Geographic Information System (GIS), Soil use plan, Geotechnical, Amazoui.

## ملخص

كمية من المعلومات للبنية التحتية للأرض التي يمكن جمعها ومعالجتها بشكل فعال. استخدام نظم المعلومات وإدارة قواعد البيانات يسهل دراسة مخطط شغل الأراضي. وكجزء من إنشاء مخطط شغل الأراضي أمزوي رقم 20 ، استخدمنا نظم المعلومات الجغرافية (SIG) لتصميم خرائط التقسيم الجيوتقني وفقا لقيم المعطيات الجيوتقنية للعينات ، يتم تعيين القيمة التقديرية لجميع الأماكن الأخرى باستخدام إنشاء سطح (طريقة الترجيح عن طريق عكس المسافة : IDW ) ، وقد وضعت خريطة التوزيع الخاصة المتعلقة بكل معامل وخرائط الضغوط المسموح بها لكل نوعين من القاعدة لأعماق مختلفة للمرساة، تم إنشاء خريطة ملائمة للبناء مع الأخذ بعين الاعتبار للعامل المورفولوجي و طبيعة التربة ، يعكس هذا العمل إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في حل من الظواهر، التي كان مرهقا جدا بأي وسيلة أخرى، وليس فقط من حيث الدقة، ولكن أيضا عن طريق استخدام.

### الكلمات المفتاحية :

نظم المعلومات الجغرافية (SIG) ، مخطط شغل الأراضي، الجيوتقني ، أمزوي.



## Dédicace

Je dédie cet humble travail avec grand amour  
sincérité et fierté :

À mes parents notamment ma **mère** ma raison  
d'être, la lanterne qui éclaire mon chemin et  
ma raison de vivre.

À mon âme sœur, ma copine, mon binôme et plus que  
frangine **Faiza**

À ma chère sœur **Dalal**

À mes adorables frères **Raouf, Ishak** et **Yakoub** pour  
disponibilité et leur aide tout le temps.

À ma chère tante : **Firouz** et **Radia**

À mon ange et ma petite cousine **Sousou**

À Ma chère cousine: **Chahrazed**

À tous chères amis **Hamza, Khadidja, Anissa**

À tous personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long  
de mes études

À tous mes collègues de la promotion **Master**  
**GG 2016**

 **Khadidja** 



## Table des matières

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I: Contexte géographique et climatologie</b>	
I.1.Situation géographique et délimitation du site.....	2
I.2.Contexte climatique.....	3
I.2.1. Pluviométries.....	3
I.2.2. Température.....	3
I.2.3. Vents.....	4
I.2.4. L'humidité.....	4
I.2.5. L'évaporation.....	5
I.2.6. Végétation.....	5
I.3. Géomorphologie.....	5
I.4. Hydrographie.....	5
<b>Chapitre II : contexte géologique</b>	
II.1. Introduction.....	7
II.2. Lithostratigraphie du bassin.....	7
II.2.1. Dépôts détritiques du Quaternaire.....	7
II.2.2. Les dépôts post-nappes.....	7
II.2.2.1. Dépôts conglomératiques du Pliocène.....	7
II.2.2.2. Marnes bleues du Miocène.....	7
II.3. Substratum des dépôts post-nappes.....	8
II.3.1. Olistostrome de l'Oligo-Miocène (OMK).....	8
II.3.1.1. Le flysch Numidien.....	8
II.3.1.2. Le flysch mauritanien.....	8
II.3.1.3. Le flysch massylien.....	9
II.3.2. Socle kabyle.....	10
II.4. La géologie de site.....	11
II.5. Sismo-tectonique.....	12
II.5.1. Aperçu tectonique de la région de Jijel.....	12
II.5.2. Sismicité de la région.....	13
<b>Chapitre III: Etude géotechnique</b>	
III.1. Introduction.....	14
III.2. Campagne de reconnaissance géotechnique.....	14



III.3. Présentation et interprétation des résultats de la campagne géotechnique.....	14
III.3.1. Les essais in situ.....	14
III .3.1.1. Les sondages carottés.....	14
III.3.1.1.1. Établissement des coupes géologiques synthétiques.....	15
III.3.1.2. Essais pénétrométrique.....	19
III.3.2. Essais au laboratoire.....	19
III.3.2.1. Résultats des essais physiques.....	20
III.3.2.1.1. Teneur en eau naturelle ( $W_n$ % ).....	20
III.3.2.1.2. Densités sèches ( $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup> ).....	20
III.3.2.1.3. Degré de saturation ( $S_r$ % ).....	20
III.3.2.1.4. Limites d'Atterberg.....	22
III.3.2.1.5. Analyses granulométriques et sédimentométriques.....	23
III.3.2.2. Résultats des essais mécaniques.....	24
III.3.2.2.1. Essais de cisaillement à la boîte de Casagrande.....	24
III.3.2.2.2. Essais de compressibilité à l'odomètre.....	24
III.3.2.3. Résultats des analyses chimiques.....	27
III.4. Calcul des fondations superficielles.....	27
III.4.1. Calcul de la contrainte admissible selon la méthode classique.....	27
III.4.3. Cartes de zoning en fonction des résultats de la contrainte admissible.....	31
III.5. Calcule du tassement à partir des résultats des essais oedométrique.....	34
III.6.Vérification de la stabilité.....	37
III.7. Carte d'aptitudes des sols à la construction.....	41
Conclusion générale.....	43

### **Référence bibliographique**

### **Annexe**

## Liste des figures

<b>Figure I.1.</b> Situation géographique du site du POS N°20.....	2
<b>Figure I.2.</b> Carte de pente.....	6
<b>Figure I.3.</b> Carte du réseau hydrographique de la région.....	6
<b>Figure II.1.</b> Limite du bassin côtier de Jijel.....	7
<b>Figure II.2.</b> Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie (Andrieux et Djellit,1989).....	9
<b>Figure II.3.</b> Colonne litho stratigraphique synthétique du remplissage du bassin néogène de Jijel établie A partir des descriptions de Durand Delga, (1955) et Djellit (1987).....	10
<b>Figure II.4.</b> Coupe de l'extrémité occidentale de la Petite Kabylie.....	12
<b>Figure II.5.</b> Carte sismique d'Algérie selon le RPA (Version 2003).....	13
<b>Figure III.1.</b> Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique.....	15
<b>Figure III.2.</b> Carte de lithologie à 1.5 et 2 mètre de profondeur.....	16
<b>Figure. III.3.</b> Carte de lithologie à 2.5 et 3 mètre de profondeur.....	16
<b>Figure. III.4.</b> Coupes géologique suivant le quatre profils.....	18
<b>Figure. III.5.</b> Carte de la teneur en eau.....	20
<b>Figure. III.6.</b> Carte de Densités sèches.....	21
<b>Figure. III.7.</b> Carte de Degré de saturation.....	21
<b>Figure. III.8.</b> Carte de Limites de plasticité.....	22
<b>Figure. III.9.</b> Classification des argiles selon le diagramme de Casagrande.....	23
<b>Figure. III.10.</b> Carte de cohésion.....	25
<b>Figure. III.11.</b> Carte d'angle de frottement.....	25
<b>Figure. III.12.</b> Carte de Coefficient de compression.....	26
<b>Figure. III.13.</b> Carte de coefficient de gonflement.....	26
<b>Figure. III.14.</b> Carte de zoning géotechnique de la Qad à une profondeur d'ancrage de 2m (semelle carré).....	33
<b>Figure. III.15.</b> Carte de zoning géotechnique de la Qad à une profondeur d'ancrage 2m. (Semelle filante).....	33
<b>Figure. III.16.</b> Schéma illustrant la méthode des couches pour le calcul de tassement.....	35
<b>Figure.III.17.</b> Vérification de la stabilité selon le profil 3.....	39
<b>Figure.III.18.</b> Vérification de la stabilité selon le profil 2.....	40
<b>Figure .III.19.</b> Carte d'aptitude à la construction.....	42

## **Liste des photos**

**Photo II.1.** Gros bloc de grés résultants de la détérioration.....11

**Photo II.2.** Argiles jaunâtres sableuses et graveleuses avec des gros blocs de grés.....11

## **Introduction générale**

Dans la matière de la gestion des données géotechniques, les Systèmes d'Information Géographiques se présentent comme des technologies efficaces. Ayant un large domaine d'application, ils ont montré une grande efficacité dans la matière de la gestion des données géotechniques grâce à leur performance dans le géoréférencement. Ils offrent des outils appropriés pour la combinaison de données spatiales ainsi que des modèles sur un même support graphiques. Ce ci permettra une communication des informations entre les intervenants afin d'assurer une bonne coordination des activités.

Dans le cadre de la réglementation algérienne en vigueur, chaque parcelle à urbaniser doit faire l'objet d'une caractérisation et d'une cartographie des risques naturels. Ainsi, les cartes réalisées répondent aux besoins des aménageurs et des constructeurs de disposer d'une documentation synthétique et aisément accessible, relative au sol de la zone étudiée, et constituent un instrument d'orientation pour l'aménagement et l'urbanisme.

À travers ce mémoire, on s'est intéressé à l'application de cet outil pour l'étude du plan d'occupation de sol numéro 20 d'Amazoui. Il est composé de trois chapitres résumés comme suit :

Dans le premier chapitre, il nous a paru utile, avant tout, d'exposer le contexte géographique et climatologique de la zone d'étude.

Dans le second chapitre, nous présentons un aperçu sur le cadre géologique local et le site étudié.

Par la suite, le troisième chapitre présente l'étude géotechnique du site avec les différentes cartes géotechniques réalisées.

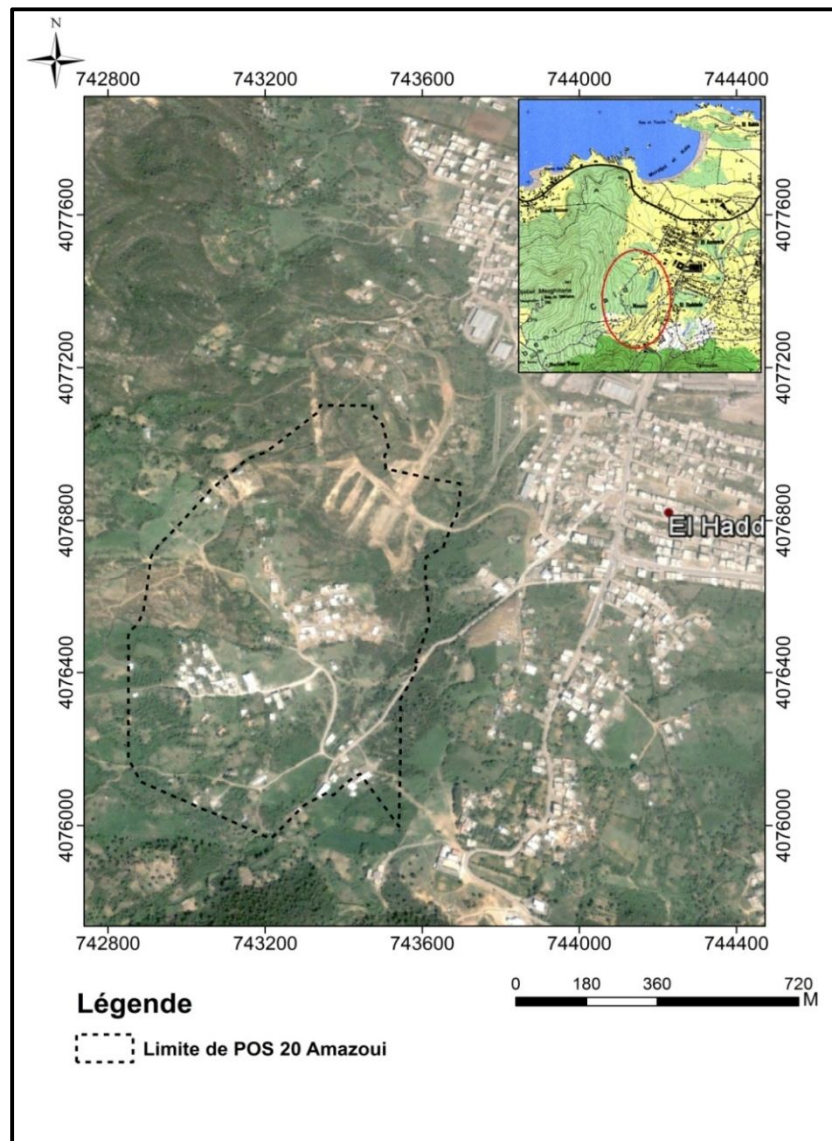
Enfin nous terminons cette étude par une conclusion générale regroupant les différents résultats.

### I.1.Situation géographique et délimitation du site

Le POS 20 Amazoui fait partie de la commune Jijel. Il est situé à l'extrême Sud Ouest de la ville de Jijel (Figure n° 01). Il est limité :

- au Nord et par des terrains vagues, El Arrayech.
- à l'Est par EL Haddada.
- A l'Ouest par Djebel Mezghitane.
- Au Sud par les reliefs des Djebel Sidi Saïd.

La surface totale de site selon le levé topographique est de 68 hectares 68 ares 37 centiares



**Figure I.1. Situation géographique du site du POS N°20.**

Le site d'étude est délimité par les coordonnées UTM (Universel Transverse Mercator) suivantes:

- Les méridiens: 742900 et 743700 m.
- Les parallèles: 4077100 et 4076000 m.

## I.2.Contexte climatique

La région de Jijel présente, par sa situation au bord du littoral, la totalité des caractéristiques climatologiques des régions méditerranéennes maritimes. Elle est considérée parmi les régions les plus pluvieuses de l'Algérie. Elle appartient au climat méditerranéen, pluvieux et doux en hiver, chaud et humide en été.

### I.2.1.Pluviométries

La répartition annuelle des précipitations à Jijel est marquée par une courte période de sécheresse dans le mois de Juillet et Août (**Tableau I.1**); une période où les précipitations sont modérées le mois de mai, juin, septembre ; et une autre période où les précipitations sont abondantes, du mois d'octobre à avril. Le mois le plus pluvieux est celui de décembre avec une quantité de **186,37mm**. Celui de juillet est le plus pauvre en termes de précipitation avec seulement **3,588mm**. La moyenne totale des précipitations annuelles est de **1007,41mm**.

**Tableau I.1. Précipitations mensuelles de la station d'Achouat (2004 - 2014) (ANRH).**

Année	Précipitation												
	sep	oct	nov	dec	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aout	annuel
2004-2005	76	35	267	159	178	213	86	122	5	0	1	18	1160
2005-2006	56	21	134	172	12	165	55	24	33	3	0	35	710
2006-2007	45	38	40	215	34	75	286	71	14	25	3	5	833
2007-2008	71	143	291	211	107	27	172	19	145	4	0	1	1191
2008-2009	87	31	110	146	207,9	85,9	78,2	183,8	14,4	0,3	0,5	10,8	955,8
2009-2010	172,3	68,1	154,9	139,6	121,6	60,2	105,4	52,5	81	49,5	2,1	1,4	1008,6
2010-2011	53	218,5	195,9	110,3	78,6	143,5	89,8	69,7	33,4	27	8,1	0	1027,8
2011-2012	14,7	274,1	134,5	160	64,9	368,5	95,9	189,4	3,1	0,1	0,4	110,9	1416,5
2012-2013	105,6	162,8	82,6	81,4	210,3	211,6	81,2	41,9	144,6	0,6	1,6	42,9	1167,1
2013-2014	48,5	54,2	349,9	125,2	133,7	85,1	154	13	7,1	13,9	0,2	4,1	988,9
Moyenne	64,37	95,25	158,62	186,37	125,9	115,43	88,67	85,88	51,51	13,87	3,588	17,7	1007,41

### I.2.2.Température

La température (moyennes) évolue d'une manière régulière. La température moyenne la plus basse est de **11,56°C** en janvier (**Tableau I.2**), le mois le plus froid, alors que la température moyenne la plus importante est de **26.17°C** en Août, considérée comme étant le mois le plus chaud.

**Tableau I.2. Température mensuelles de la station d'Achouat (2003 - 2014) (ANRH).**

Année	Température												
	sep	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	annuel
2003-2004	24	21,1	16,1	12	11,4	12,3	13,6	14,9	17,2	21,7	24,8	26,7	215,8
2004-2005	24,1	22	14	12,8	9	9,2	13	16	19,8	23,5	26,2	25,5	215,1
2005-2006	23,7	21	15,7	11,8	10,9	11,3	14,2	17,8	20,8	23,4	26,1	25,4	222,1
2006-2007	23,4	22,1	17,9	13,6	12,3	13,9	13,2	16,7	19,8	22,8	25,1	26,8	227,6
2007-2008	23,5	20	14,9	12,3	12,4	13,1	9	16,6	18,9	22,3	25,9	26	214,9
2008-2009	24,2	20,3	15	11,9	11,9	11,6	13,2	15,2	20,8	23,6	2,4	27	222,1
2009-2010	23,4	20,1	16,5	14,7	12,5	13,9	14,4	16,4	18	21,5	25,5	25,5	222,4
2010-2011	23,3	20,1	19,8	13,2	11,9	11,8	14,4	17,2	19,5	22,5	26,4	26,2	226,3
2011-2012	24,4	20,5	17	13,1	11,5	8,7	13,9	16,3	19,2	24,9	26,4	27,9	223,8
2012-2013	23,6	21,1	17,1	13	11,9	10,15	15,2	16,4	18,1	20,9	25,2	25,4	218,4
2013-2014	23,7	22,8	15,4	12,5	13,3	13,6	13,41	17,1	18,9	23,2	25,5	26,3	225,7
moyenne	23,59	20,44	15,9	12,71	11,56	11,73	13,56	15,56	18,36	22,53	25,31	26,17	18,12

### I.2.3. Vents

Le vent est généralement le bienvenu en été, particulièrement en ambiance humide car il rafraîchit l'atmosphère et chasse les humidités, tandis que les vents d'hiver sont des sources importantes de refroidissement.

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 **17,8m/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 14,9m/s au mois d'Août et **18,2m/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.

### I.2.4.L'humidité

Elle se définit comme étant le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air humide et la pression de saturation à la même température, elle est exprimée en %. Elle joue un rôle très important dans le cycle hydrologique, car non seulement elle indique l'état plus ou moins proche de la condensation de l'atmosphérique, mais également elle contrôle le taux d'évaporation du sol et de couverture.

**Tableau I.3. Valeurs moyennes de l'humidité relative de l'atmosphère (en %) à la station d'Achouat (1987-2010).**

Mois Station	sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Achouat	78	96,6	51,5	44,7	47,9	40,5	55,7	55,1	57,3	83,9	88,4	87,6

### **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.Végétation**

La végétation est en rapport avec la quantité d'eau que reçoit cette région. La région d'étude est caractérisée par une couverture végétale dense et variée (oliviers, raisins, figuiers, etc....).

### **I.3.Géomorphologie**

Le site présente une morphologie très accidentée, caractérisée par une topographie irrégulière, il s'agit d'un versant qui a fait l'objet des travaux de viabilisation en modifiant la morphologie initiale. 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 permet de délimiter le terrain en quatre zones suivante:

- Zone jaune : pente < 8%
- Zone verte : 8 % < pente <15 %
- Zone orange : 15 % < pente <20 %
- Zone rouge : 20 % < pente <28 %

### **I.4. Hydrographie**

Sur le plan hydrologique, le site d'étude est raviné par plusieurs cours d'eau déversant dans l'oued **Medabagh** limitant le site du coté Est (**Figure I.3**). Cet oued prend naissance du coté Sud avec un écoulement vers le Nord,

Le site est caractérisé par la présence de deux puits domestiques, l'un est situé au centre du site l'autre est situé au Nord Ouest du site.



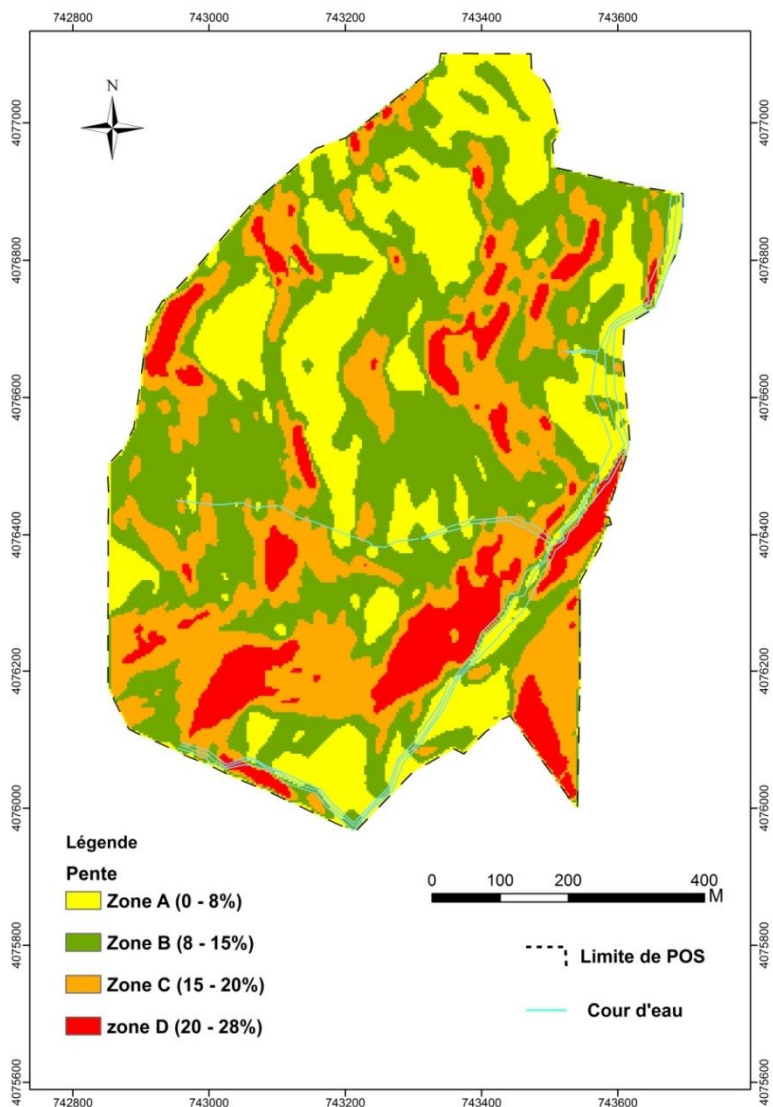


Figure I.2. Carte de pente.

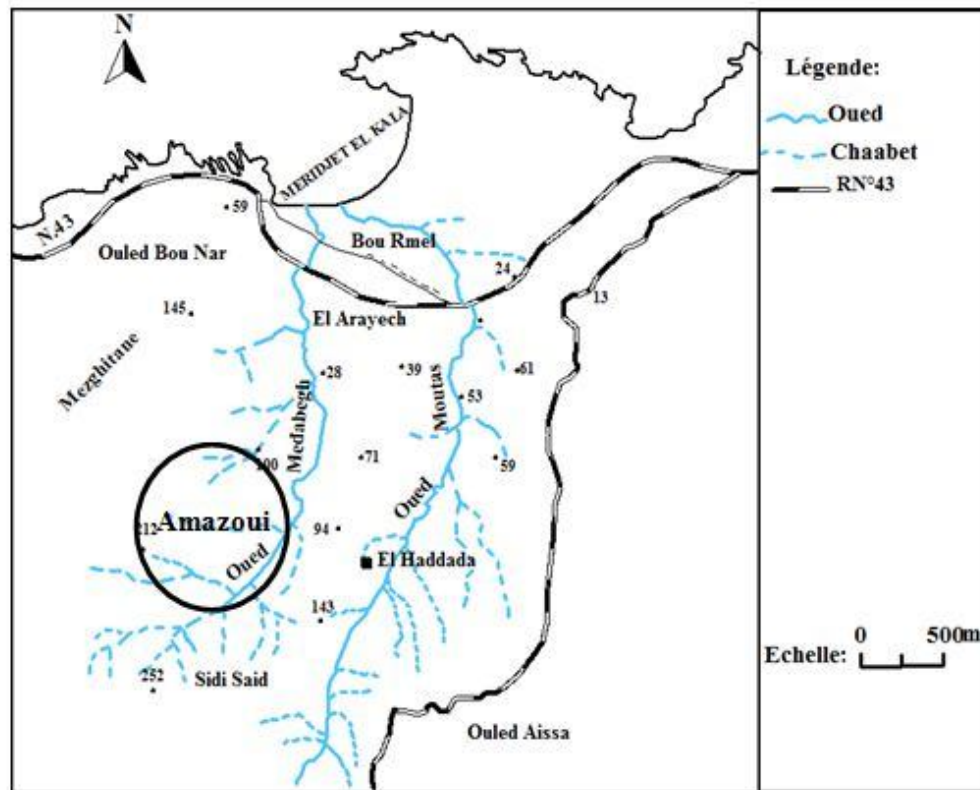
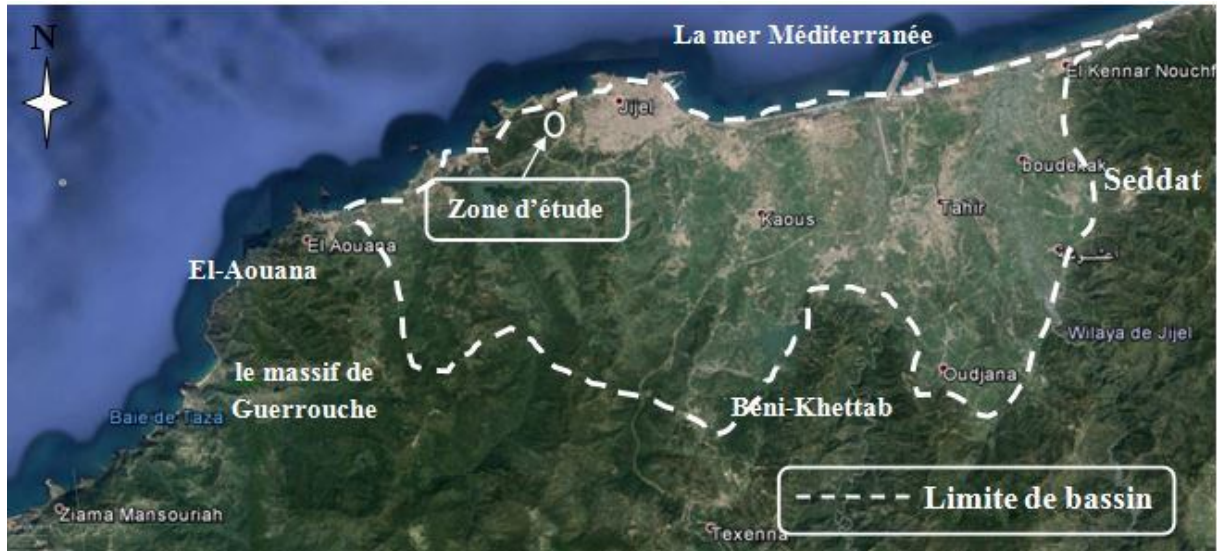


Figure I.3. Carte du réseau hydrographique de la région

## II.1 Introduction

Le site étudié fait partie du bassin côtier de Jijel qui est limité au Sud par l'arête montagneuse du massif de Béni-Khettab, à l'Est par l'arête montagneuse de Seddat, à l'Ouest par le massif volcanique d'El-Aouana, le massif de Guerrouche et au Nord par la mer Méditerranée (**Figure II.1**).



**Figure II.1. Limite du bassin côtier de Jijel.**

## II.2. Lithostratigraphie du bassin

### II.2.1. Dépôts détritiques du Quaternaire

Dans la région de Jijel, les formations quaternaires sont représentées par : les dépôts détritiques du Quaternaire sont principalement représentés par de :

- Des Calcaires coquillé (Jijel, Rabta, Oueld Bounar, Tassouste),
- Les alluvions récente constitué les terrasse sableux limoneuse des plane alluviale des grands oueds.
- Les terrasse ancienne sont constituées de dépôts détritiques essentiellement des galets, des graviers et des cailloux, à matrice sableuse, avec parfois des intrications limoneuses et argileuses.

### II.2.2. Les dépôts post-nappes

#### II.2.2.1. Dépôts conglomératiques du Pliocène

Ces formations sont constituées de dépôts continentaux détritiques avec des éléments hétérogènes (conglomérats, des microconglomérats, des graviers, des sables et des argiles sablo-limoneuses). Elles ont été datées du Pliocène (Durand Delga, 1955).

#### II.2.2.2 Marnes bleues du Miocène

Ces marnes bleues ou grises sont datées du Burdigalien inférieur (Durand Delga, 1955) ou du Tortono-Messénien (Djellit, 1987). Elles montrent des intercalations de niveaux carbonatés

jaune ocre (miches calcaires) qui soulignent la stratification, avec parfois de minces lits gypseux. L'épaisseur de ces marnes peut aller jusqu'à 300 m (Durand Delga, 1955).

### **II.3.Substratum des dépôts post-nappes**

Le substratum englobe les formations du socle et sa couverture olistostromique représentée par les formations appartenant à l'Oligo-Miocène Kabyle.

#### **II.3.1. Olistostrome de l'Oligo-Miocène (OMK)**

D'âge aquitano-serravallien (**Djellit 1987**), cet olistostrome montre dans une matrice marneuse à passées gréseuses molassiques, des blocs ou olistolites de taille, d'âge et de nature variés. Ces derniers sont représentés par (**Figure II.2**) :

- blocs de la série numidienne
- blocs de la série mauritanienne
- blocs du socle kabyle
- blocs non structurés sans schistosité et sans métamorphisme de la série massylienne.

L'olistostrome Oligo-Miocène Évolue, localement, vers le bas, à des conglomérats de l'Oligocène (**Djellit 1978**).

##### **II.3.1.1. Le flysch Numidien**

Le flysch numidien dont l'âge est estimé à l'Aquitaniens-Burdigalien (Raymond, 1976). Ce flysch couvre une grande partie de la côte de la ville de Jijel, notamment, la région de Djebel Mezghitane et de Kissir. Il est également, bien représenté au Sud de Jijel (région de Djimla, Tamezguida) et à l'Est de Jijel (région de Chehna, Bouraoui Belhadef et El Milia).

Ce flysch comporte de bas en haut :

- Des Argiles colorées dites «argiles numidiennes » de teinte verte, rouge ou violacée à tubotomoculum d'âge Oligocène supérieur.
- Des grès numidiens en bancs épais, à grains hétérométriques, et à dragées de quartz datés Aquitaniens à Burdigalien inférieur (Durand Delga, 1955).
- Le sommet se termine par des silexites dont la partie supérieure atteint le Burdigalien basal (Bouillin, 1977 ; et Lahonder, 1979).

##### **II.3.1.2. Le flysch mauritanien**

Ce terme a été proposé par Gelard (1969) du Néocomien au Lutétien, Ce flysch est présent sur la rive Est de Oued Kissir (Bouillin et al 1979). Il montre de bas en haut :

- une alternance de marnes et de calcaires.
- une assise de bancs gréseux homométriques.
- des conglomérats.

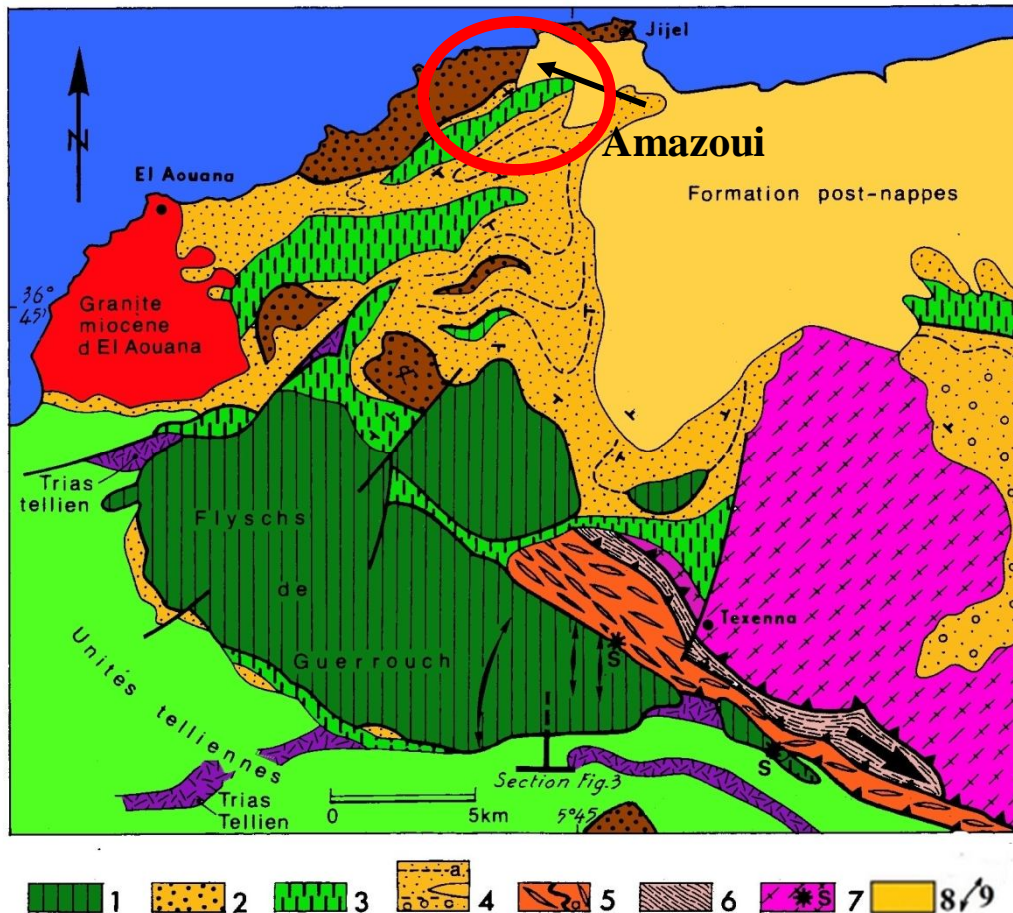


Figure II.2. Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie

(Andrieux et Djellit, 1989)

**Légende :** Unité supra-kabyle : 1-nappe de Guerrouch ; 2-numidien ; 3-unité du flysch dissocié ; 4-Oligo-miocène kabyle (a, stratification ; b, olistolite majeur). Unités infra-kabyle : 5-unité du Flyschs chisto-gréseux (a, Cénomano-Turonien) ; 6-unité volcano-sédimentaire (la flèche dans cette unité indique la direction de cisaillement) ; 7-socle kabyle (S, copeaux de socle à la base des unités supra-kabyles) ; 8- formation post-nappes 9-plis N-S dans la nappe de Guerrouch.

### II.3.1.3. Le flysch massylien

Le terme flysch Massilien a été proposé par Raoult (1969), pour caractériser les formations détritiques schisto-quartzitiques. Ce flysch comporte une série allant du Néocomien, au Lutétien terminal et regroupe trois ensembles qui sont de bas en haut :

- Argile et grés quartzitiques, des grés légèrement calcaires, et localement des niveaux conglomératiques de l'Albo-aptien.
- Marnes et calcaires fins du Vraconien, des microbrèches et conglomérats de Cénomaniens inférieur et moyen, des calcaires fins noirâtres, auxquels sont associés des phtanites noires. Bancs calcaires à microfaune pélagique du Turonien-cénomaniens.

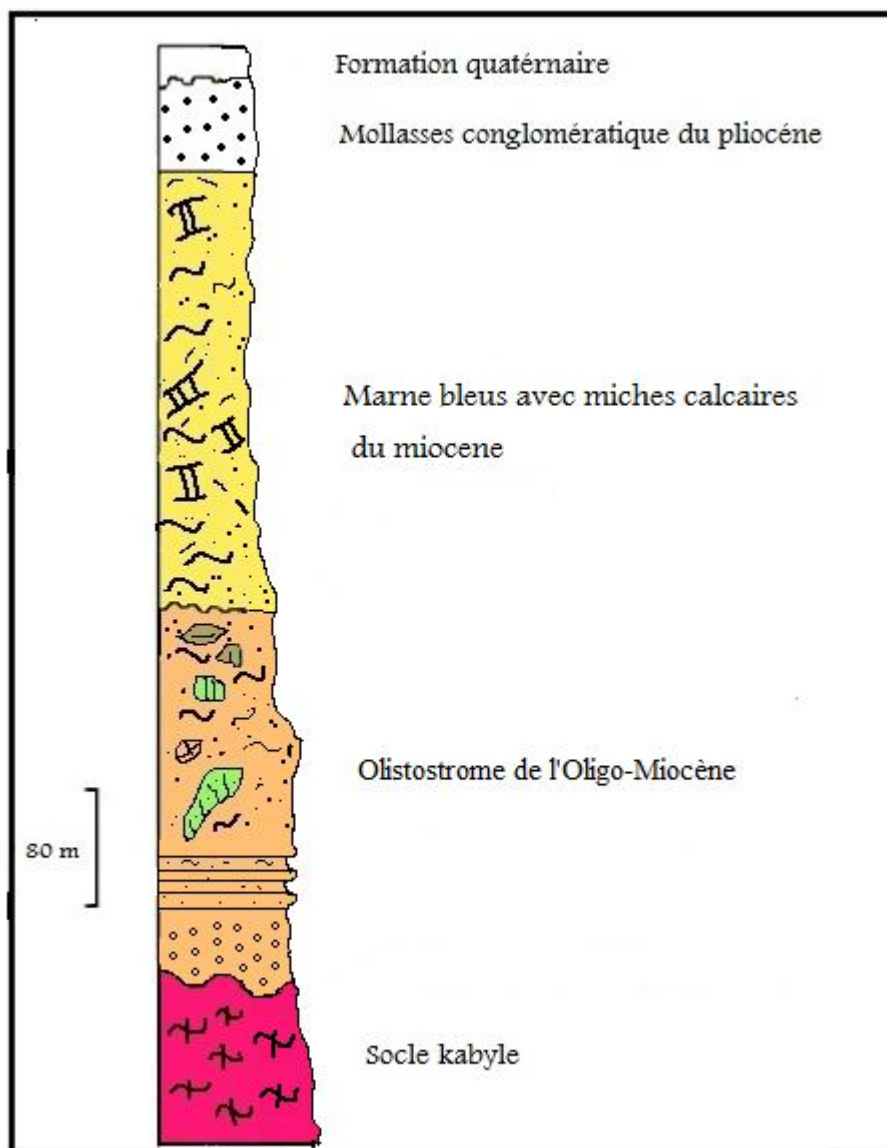
### II.3.2 Socle kabyle

Le socle Kabyle est composé de deux grands ensembles (Delga D. 1955, Djellit H. 1987) :

- **Ensemble supérieur:** ils comportent de bas en haut :

- Des schistes noirâtres qui surmontent, parfois, des conglomérats remaniant les formations sous-jacentes,
- Des psammites rouges et vertes à graptolites,
- Des grés calcaireux à tentaculites,
- Des calcaires à orthocères.

- **Ensemble inférieur:** constitué de gneiss fins parfois ocellés, à intercalation de marbres et d'amphibolites. Les termes de base de cet ensemble conservent des assemblages reliques du faciès des granulites (**Djellit H. 1987**).



**Figure II.3. Colonne litho stratigraphique synthétique du remplissage du bassin néogène de Jijel établie à partir des descriptions de Durand Delga, (1955) et Djellit (1987)**

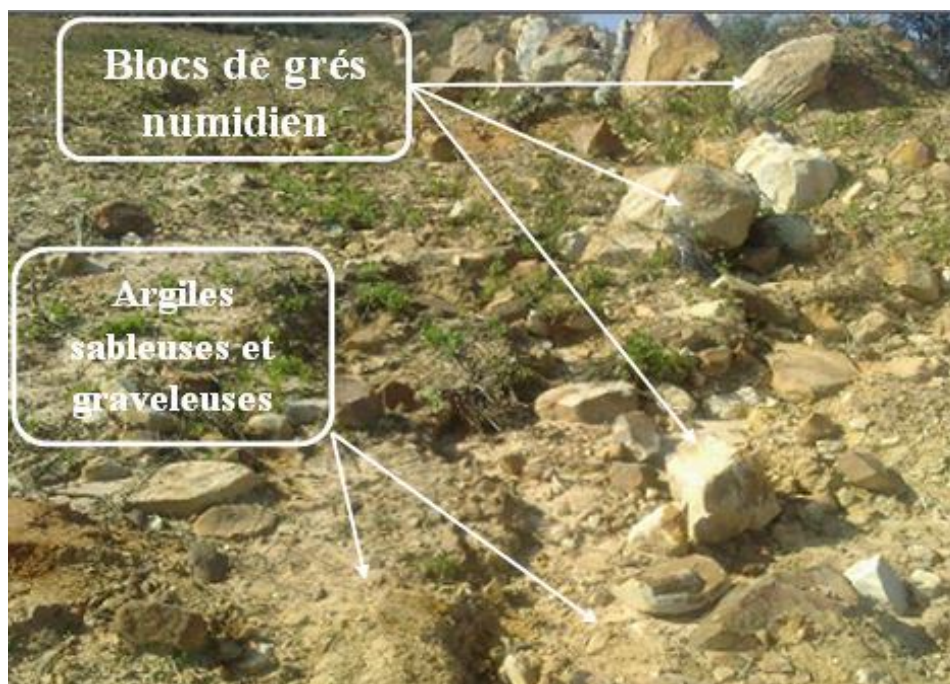
#### II.4. La géologie de site

Les formations du quaternaire couvrent la totalité du site, elles sont constituées par des formations de pentes, des argiles jaunâtres à rougeâtres sableuses, graveleuses et caillouteuses avec des gros blocs de grès numidien de taille très variable (**Photo II.1 et Photo II.2**), résultants de la détérioration du flysch numidien qui coiffe le site.

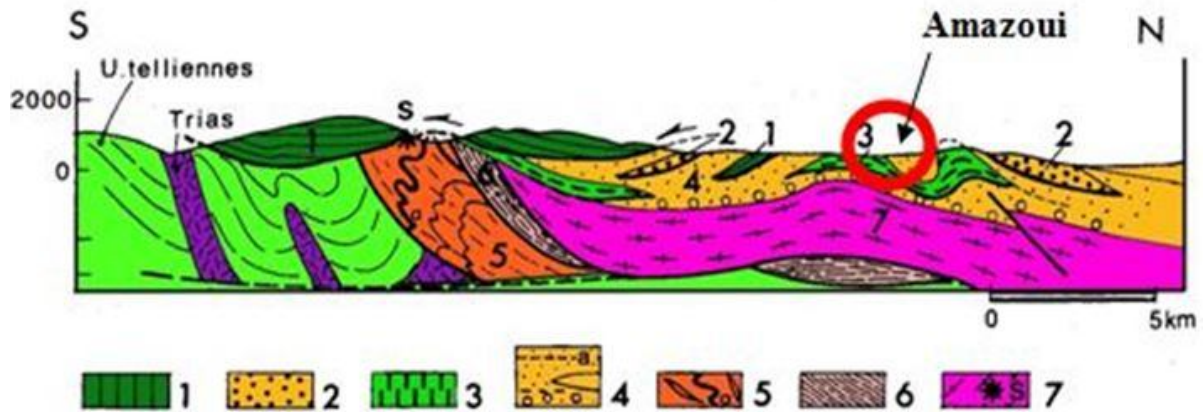
Vu la géologie de la région, ces formations reposent sur un substratum représentées par des dépôts d'Oligo-Miocène-Kabyle (OMK). (**Figure II.4**)



**Photo II.1. Gros bloc de grès résultants de la détérioration du flysch Numidien.**



**Photo II.2 Argiles jaunâtres sableuses et graveleuses avec des gros blocs de grès.**



**Figure II.4. Coupe de l'extrémité occidentale de la Petite Kabylie (Andrieux et Djellit, 1989).**

**Légende :** Unité supra-kabyle : 1-nappe de Guerrouch ; 2-numidien ; 3-unité du flysch dissocié ; 4-Oligo-miocène kabyle (a, stratification ; b, olistolite majeur). Unités infra-kabyle : 5-unité du Flysch chisto-gréseux (a, Cénomano-Turonien) ; 6-unité volcano-sédimentaire (la flèche dans cette unité indique la direction de cisaillement) ; 7-socle kabyle (S, copeaux de socle à la base des unités supra-kabyles) ;

## II.5. Sismo-tectonique

### II.5.1. Aperçu tectonique de la région de Jijel:

La tectonique de la petite Kabylie notamment les Babors est relativement simple, elle est le résultat de plusieurs phases tectoniques qui sont :

- La tectonique est particulièrement caractérisée par de grands accidents cassants (failles) d'ampleur régionale et de direction conjuguée : Nord Est- Sud Ouest, Est -Ouest et Nord Ouest- Sud Est. Par ailleurs ces jeux de failles semblent avoir joué un rôle important de la mise en place des roches magmatiques du Miocène et dans la remontée diapirique du Trias.
- La tectonique tertiaire semble être responsable de la structure actuelle du massif de la petite Kabylie, cette tectonique s'est manifestée par des plissements, des charriages et une reprise des jeux de failles qui ont surtout rejouées en décrochement.

Ces accidents ont engendré des dislocations et broyage des formations affectées. Par ailleurs un intense réseau de fracturations a accompagné ces grands accidents tectoniques.

L'évolution orogénique de ce pays est caractérisé par des cycles successifs d'émersion, d'abrasion, d'immersion avec plissement surtout accusé dès la fin du secondaire. Ces transgressions successives avec des cycles détritiques ont donné lieu à d'importantes lacunes stratigraphiques.

### II.5.2 .Sismicité de la région

D'après le document Règlement Parasismique Algérien (RPA) 99 (version 2003), relatif au classement des sites selon leur sismicité, la wilaya de Jijel est classée dans la zone (IIb) caractérisée par une sismicité modérée.

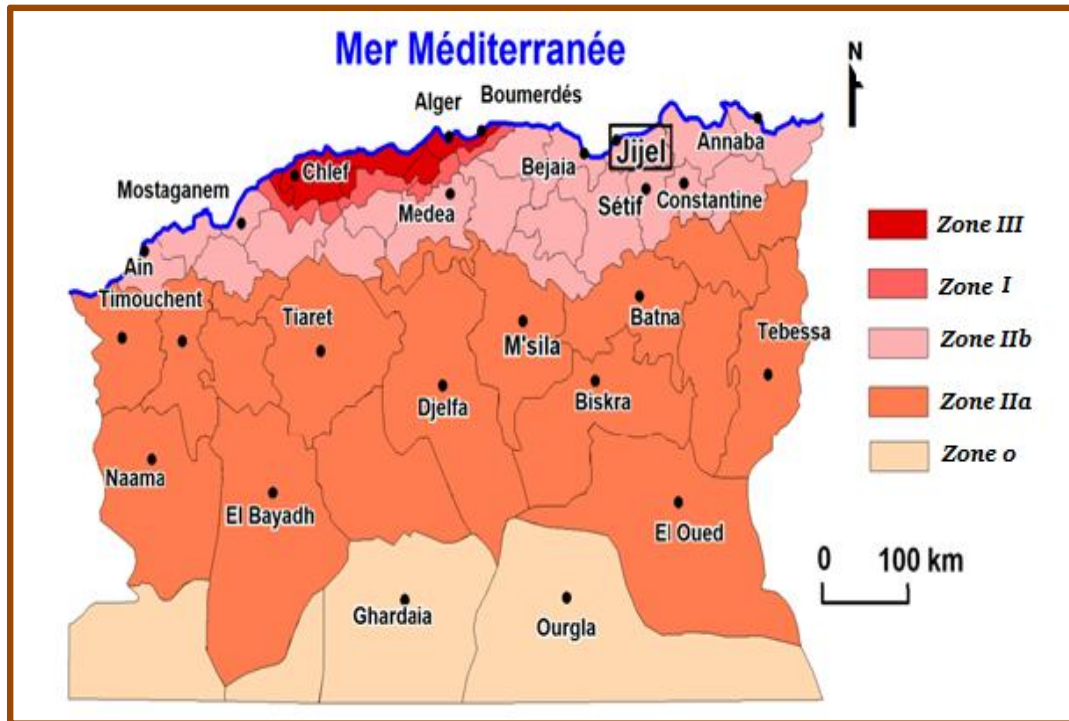


Figure II.5. Carte sismique d'Algérie selon le RPA (Version 2003).



### III.1.Introduction

La réalisation des projets de construction procède par une reconnaissance détaillée du site afin de déterminer sa structure géologique et ces paramètres géotechnique.

La reconnaissance des sols permet de percevoir les problèmes qui peuvent se poser lors de l'étude d'un projet de construction ou lors de l'expertise de sinistres. La reconnaissance des propriétés d'un terrain permet de déduire la cause d'un sinistre et les remèdes que nous pouvons proposer.

La reconnaissance géotechnique sert également à la détermination de l'aptitude du sol à recevoir certain types de construction, à dimensionner des fondations et à détecter certains problèmes liés au site concerné.

### III.2.Campagne de reconnaissance géotechnique et outil de traitement

Dans le cadre d'établissement du POS n° 20 Amazoui, une campagne de reconnaissance géotechnique a été réalisée par LGG de Sétif. Cette campagne à portée sur la réalisation des :

- Essais in situ (sondages carottés, essais pénétrométrique) :
  - 19 sondages carottés de 10.00 m de profondeur. (**Annexe III. 1**).
  - 38 essais pénétrométrique (**Annexe III. 2**).
- Essais au laboratoire, pour déterminer les caractéristiques géotechniques du sol en place (physico-mécaniques et chimiques), pour des profondeurs d'échantillonnages de 2 à 6 mètres (**Annexe III.3, III.4,..... III.8**).

La carte de la **figure (III.1)** montre l'implantation des différents essais de Reconnaissance.

Les résultats de cette campagne sont intégrés, structurés en base de données et traitent avec le logiciel ArcGis 10.2.2. À fin de réalise la carte de répartition spatiale de chaque paramètre géotechnique, nous avons utilisé la méthode d'interpolation de pondération par l'inverse de la distance (inverse distance weighting IDW) pour l'extrapolation des valeurs dans les zones non échantillonnées. Cette méthode est basée sur la détermination des 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 (<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/>).

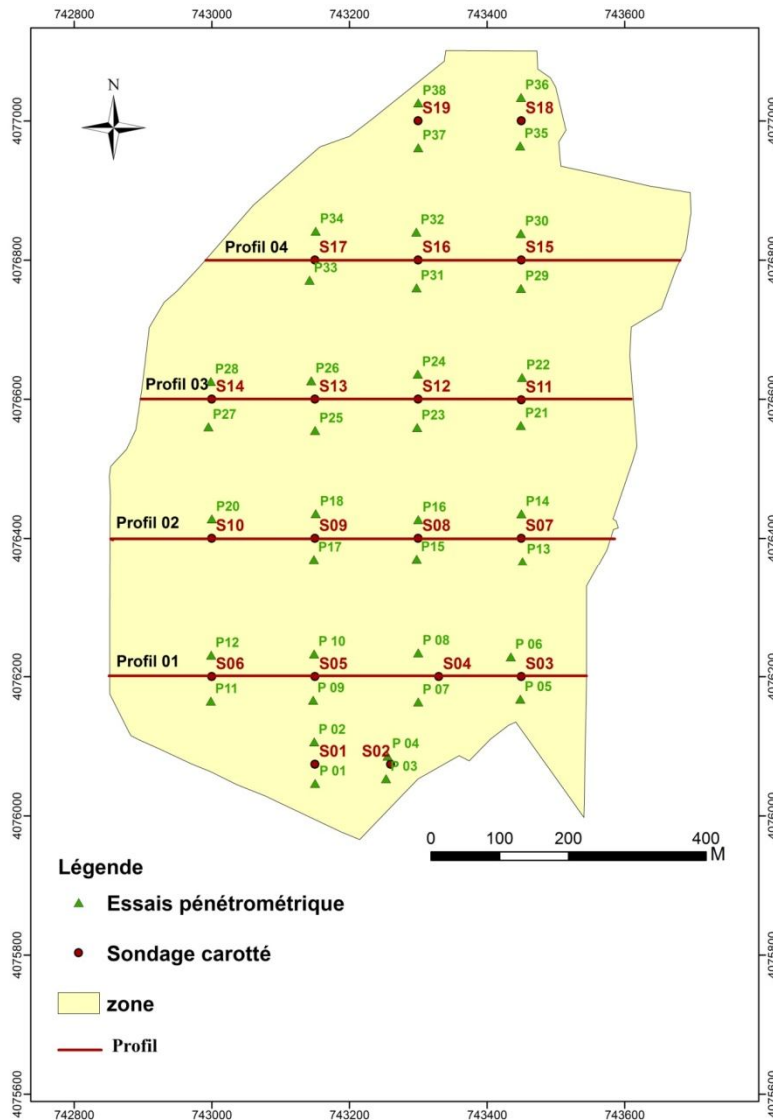
## III .3.Présentation et interprétation des résultats de la campagne géotechnique

### III.3.1.Les essais in situ

#### III .3.1.1.Les sondages carottés

Les dix neuf sondages carottés ont été implantés et réalisés suivant quatre profils de direction Est Ouest en tenant compte le relief du terrain accidenté à une profondeur qui varie entre 0 et 10 mètre (**Annexe III.3**). Sur la base de ces résultats on a réalisé les cartes lithologiques pour des profondeurs différentes (de 1.5 à 2 mètre et de 2.5 à 3 mètre).

Les cartes lithologiques réalisées (**Figure. III.2 et III.3**) montrés que le terrain est homogène jusqu'à une profondeur de 3 mètre. Il est représenté par des formations de pente, constitués des blocs de grés, cailloux, gravier et sable dans une matrice argileuse. Une exception est note dans la partie Sud-Est ou apparaissent des marne schisteuses à partir de 2.5 mètre de profondeur (**Figure. III.3**).



**Figure III.1. Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique.**

### III.3.1.1.1.Établissement des coupes géologiques synthétiques

Quatre coupes géologiques synthétiques ont été établies selon quatre profils de direction Est-Ouest (**Figure III.1**). Ces coupes géologiques ont été établies sur la base d'un levé topographique en coordonnées UTM et d'un levé géologique réalisé sur le terrain à l'échelle 1/1000 et sur la base des résultats des essais in situ (sondage carotté):

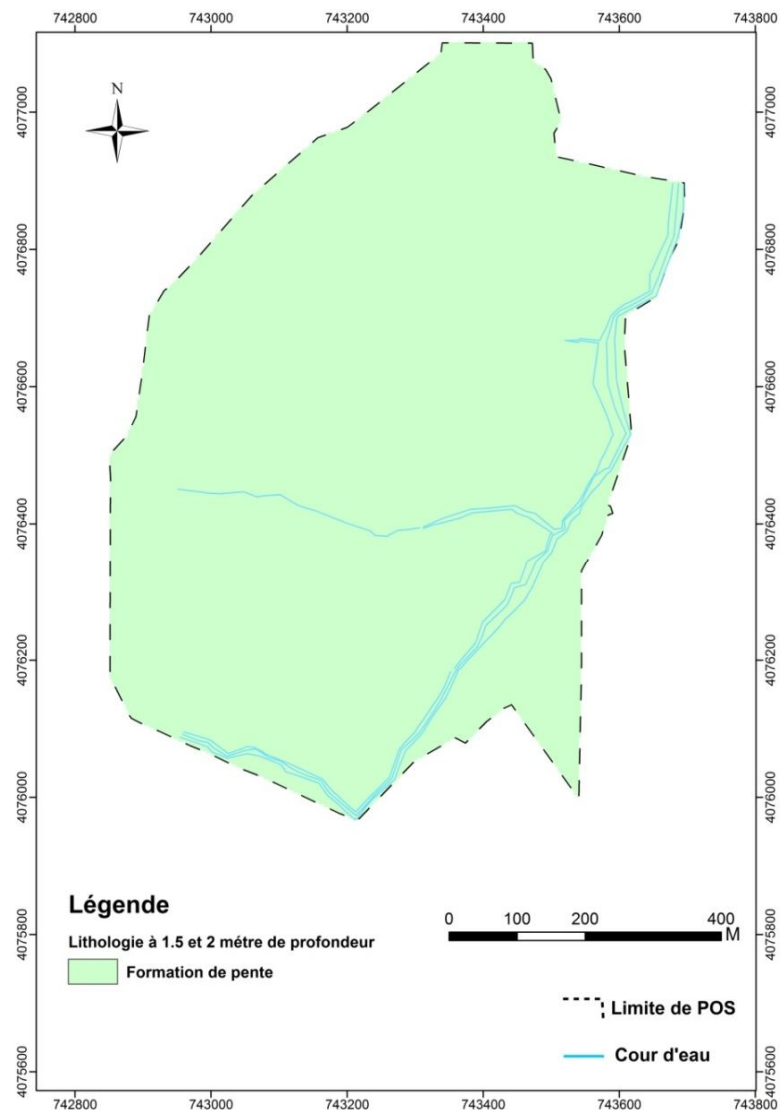


Figure III.2. Carte de lithologie de 1.5 à 2 mètre de profondeur.

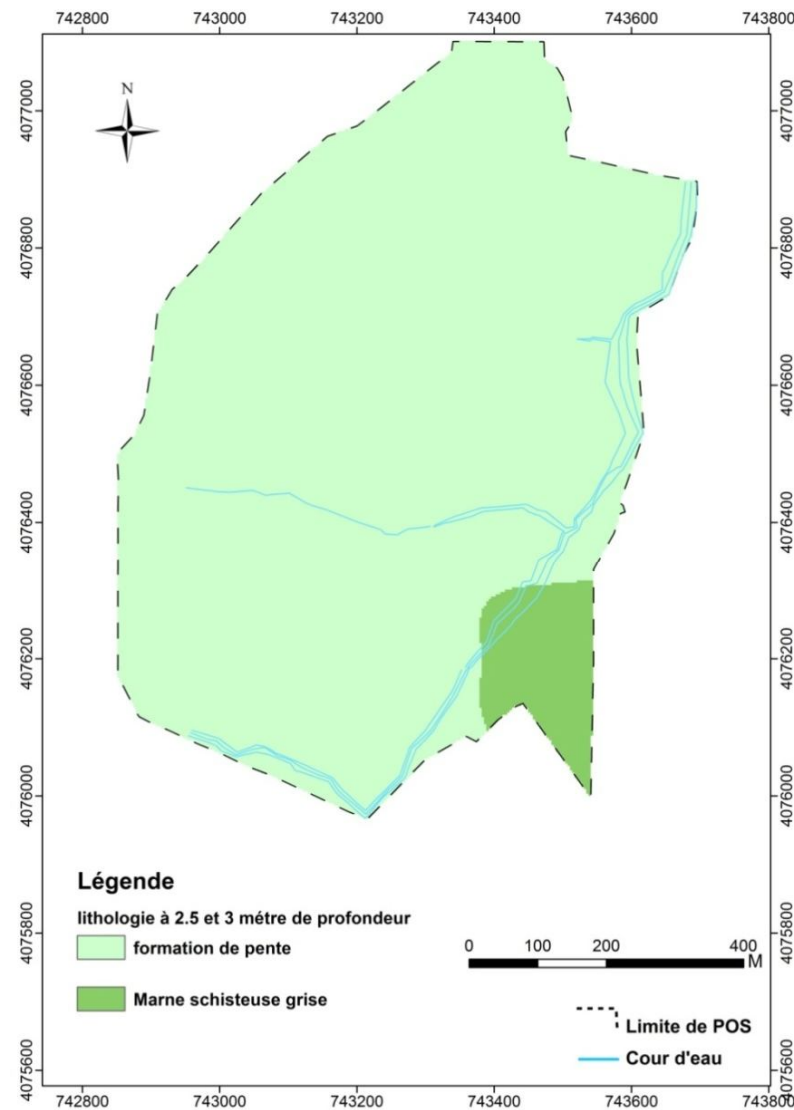


Figure. III.3. Carte de lithologie de 2.5 à 3 mètre de profondeur.

- Coupe géologique selon le profil N° 01

Cette coupe est de direction Est - Ouest (**Figure. III.4**), elle a été réalisée dans la partie Sud du P.O.S, elle regroupe les sondages carottés S03, S04, S05 et S06, et les essais pénétrométrique (de P05 à P12), l'épaisseur de la couche de formation de pente selon les sondages carottés cités ci-avant varie de 2,5 m à 9 m, cette couche repose sur le substratum marneux.

- Coupe géologique selon le profil N° 02

Elle est de même direction que la précédente, elle regroupe quatre sondages carottés (S7, S8, S9 et S10) de 10 m de profondeur et les essais pénétrométrique (de P13 à P20), l'épaisseur de la couche de formation de pente selon les sondages carottés cités ci-avant comprise entre 3.50 m et 10 mètre, reposant sur le substratum marneux. (**Figure. III.4**)

- Coupe géologique selon le profil N°03

Cette coupe passe par les sondages carottés (S11, S12, S13 et S14) de 10 m de profondeur et les essais pénétrométrique (de P21 à P28), elle est parallèle aux deux coupes précédentes, l'épaisseur de la couche de formation de pente selon les sondages carottés cités ci-avant comprise entre 4m à 8m, reposant sur le substratum marneux. (**Figure. III.4**)

- Coupe géologique selon le profil N°04

Elle regroupe les sondages carottés (S15, S16 et S17) de 10 m de profondeur et les essais pénétrométrique (de P29 à P34), l'épaisseur de la couche de formation de pente selon les sondages carottés cités ci-avant varie de 3.50 m à 6 mètres, elle repose sur le substratum marneux. (**Figure. III.4**)

Ces coupes géologiques synthétiques montrent que le site du P.O.S n° 20 Amazoui est constitué par :

- une couche superficielle composée de formation de pente (blocs de grés, cailloux, gravier et sable dans une matrice argileuse) d'une épaisseur varie de 2,5 m à 10 m.
- un substratum représenté par une couche de la marne schisteuse grise.

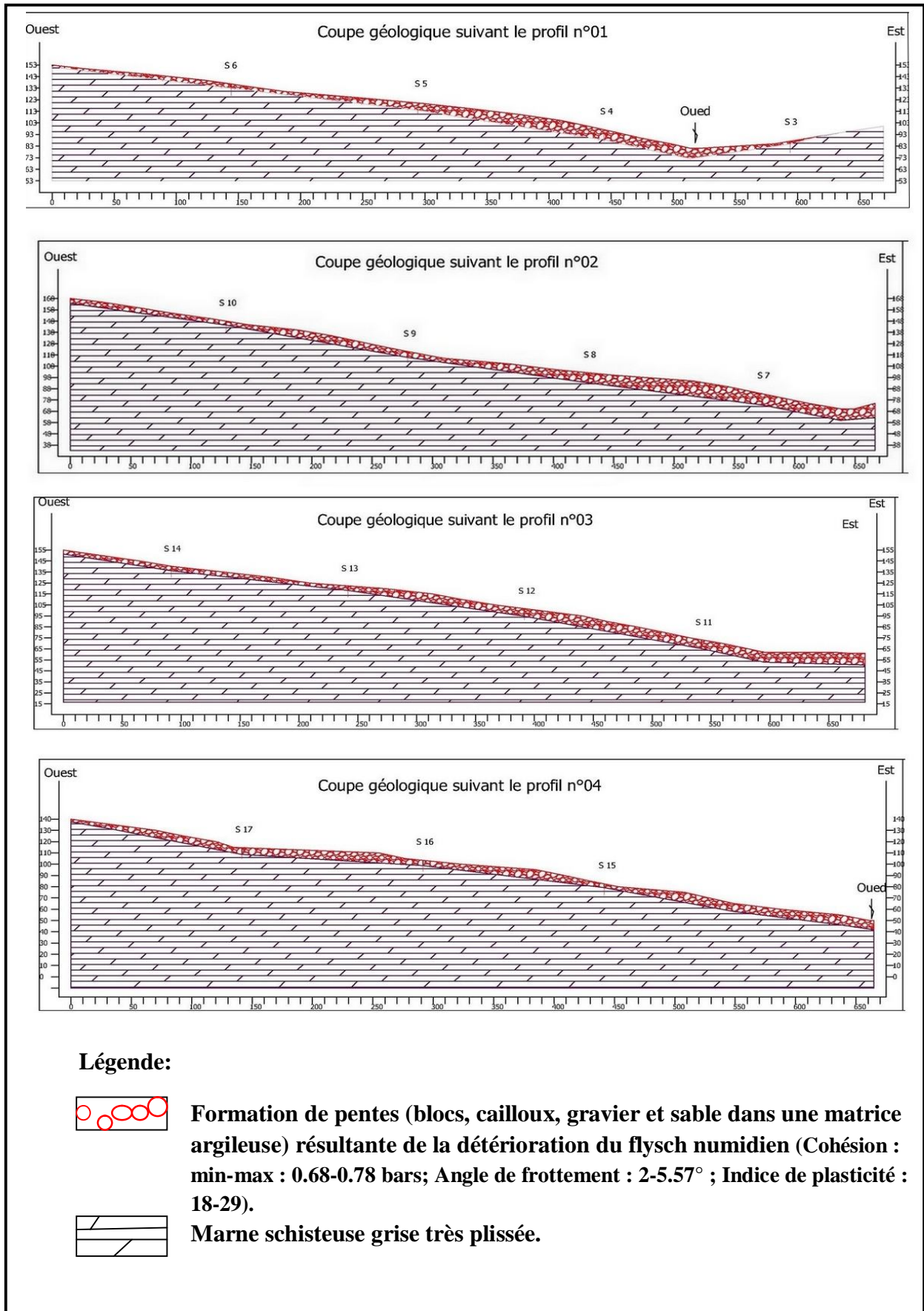


Figure. III.4. Coupes Géotechnique suivant quatre profils.

### III.3.1.2. Essais pénétrométrique

Trente huit (38) essais pénétrométrique ont été implantés et réalisés suivant cinq profils (**figure III.1**) de telle manière que chaque sondage carotté est couplé à deux essais pénétrométrique.

Les pénétrogrammes des essais pénétrométrique ont enregistré des valeurs de résistance de pointe très élevées dès le début des essais, elles sont supérieures à 40 bars correspond à la couche des formations de pente (blocs, cailloux, graviers et sable dans une matrice argileuse). Tous les essais pénétrométrique (de P01 à P38) ont donné un faux refus à la rencontre des gros blocs de grés à une profondeur de 1,5 mètre jusqu'à 2 mètre.

### III.3.2. Essais au laboratoire

Des essais de laboratoire ont été effectués sur des intervalles argileux plus ou moins épais à différentes profondeurs:

#### - Essais physiques

- Mesure de la teneur en eau ( $W_n\%$ ).
- Mesure de la densité sèche ( $\gamma_d$  t/m<sup>3</sup>).
- Mesure de degré de saturation ( $S_r\%$ ).
- Détermination des limites d'Atterberg :
  - Limite de liquidité  $WL(\%)$ .
  - limite de plasticité  $WP(\%)$ .
  - Indice de plasticité  $IP$ .
- Analyses granulométriques et sédiment métriques.

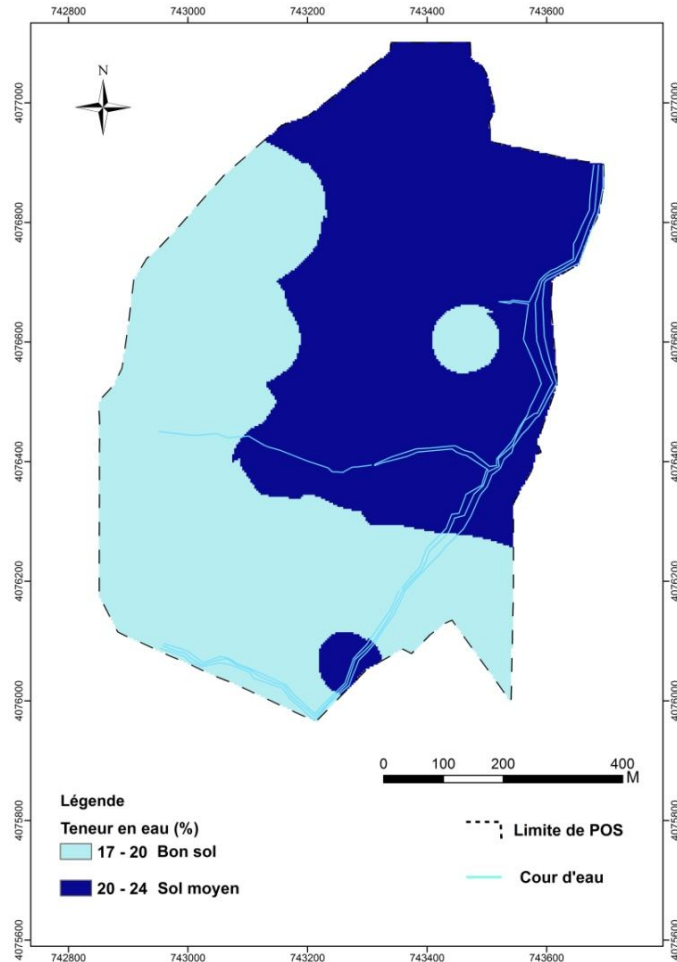
#### - Essais mécaniques

- Cisaillement à la boîte de Casagrande (essai UU) pour déterminer ce qui suit :
- Cohésion interne apparente du sol ( $C_u$  bars).
- Angle de frottement interne apparent du sol ( $\phi^\circ$ ).
- Essai de compressibilité à l'odomètre pour déterminer ce qui suit :
- Pression de consolidation ( $P_c$  bars).
  - Coefficient de compressibilité ( $C_c$ ).
  - Coefficient de gonflement ( $C_g$ ).
- Analyses chimiques sommaires

### III.3.2.1. Résultats des essais physiques

#### III.3.2.1.1. Teneur en eau naturelle ( $W_n$ %)

Les valeurs de la teneur en eau sont comprises entre 17% et 24% donc le sol est **bon à moyennement humide (figure III.5)**.



**Figure. III.5. Carte de la teneur en eau à une profondeur de 2 à 6m.**

#### III.3.2.1.2. Densités sèches ( $\gamma_d$ t/m<sup>3</sup>)

Les valeurs des densités sèches varient de 1.63 à 1.78 t/m<sup>3</sup> (**Figure III.6**). Ces valeurs indiquent que le sol est **dense**.

#### III.3.2.1.3. Degré de saturation ( $S_r$ %) :

Les valeurs de degré de saturation varient de 93% à 100% (**Figure III.7**). Ces valeurs dénotent un état naturel du **sol saturé**.

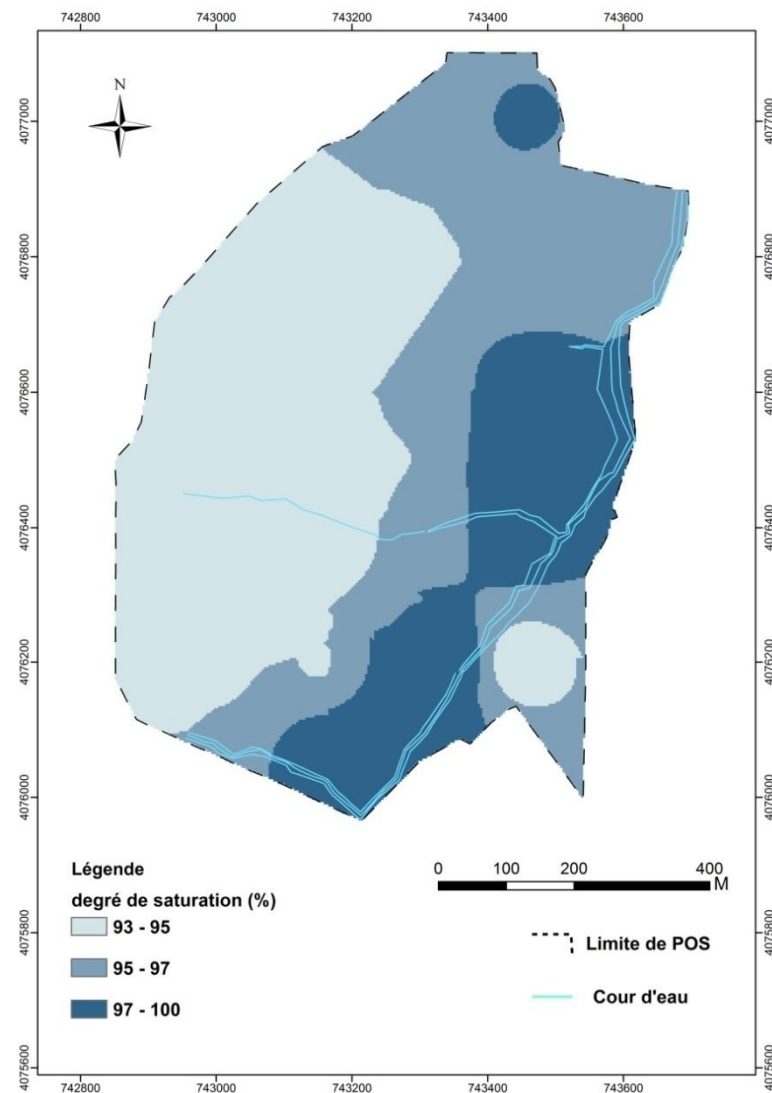
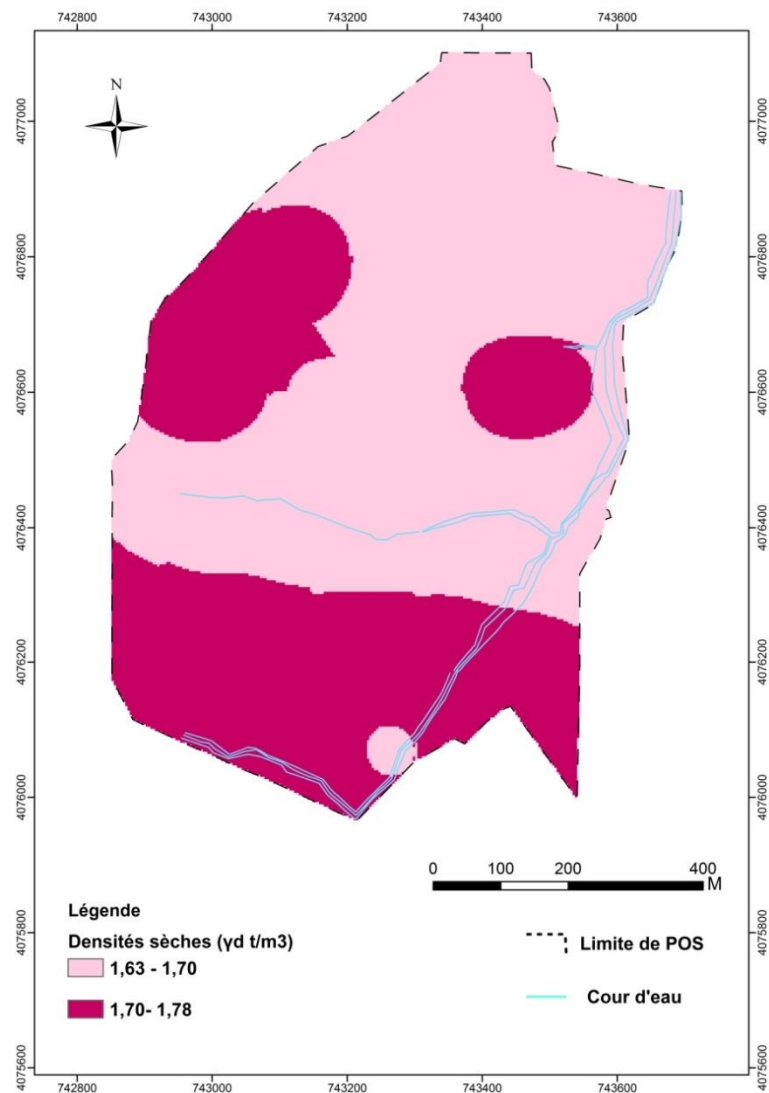
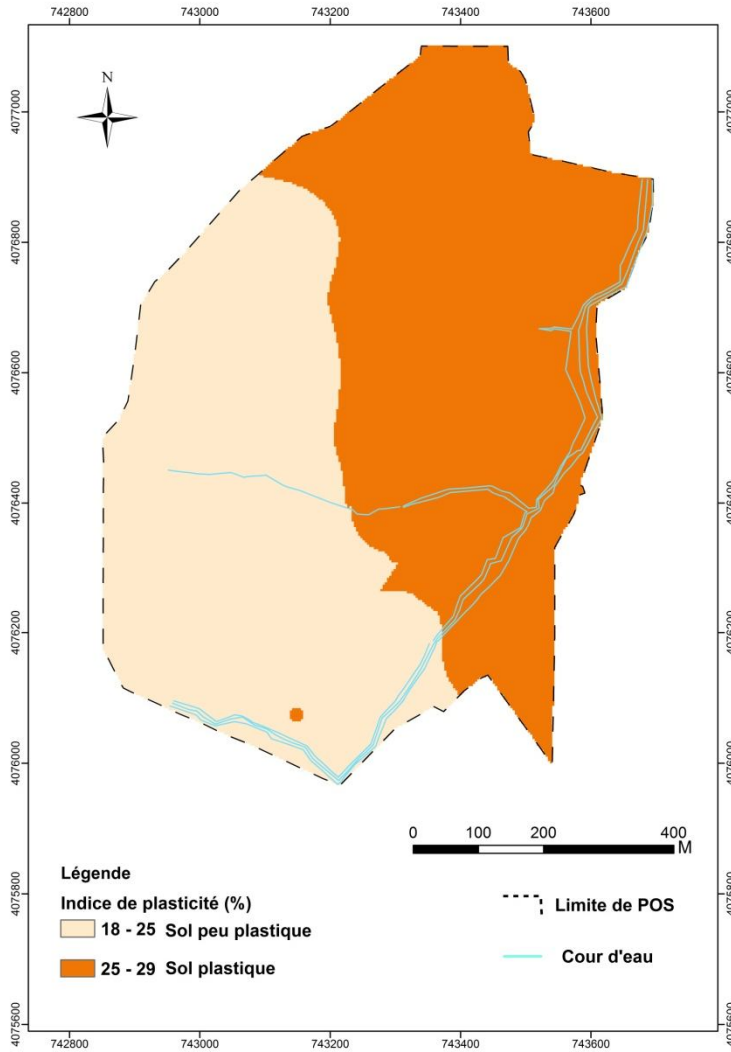


Figure. III.6. Carte de Densités sèches à une profondeur de 2 à 6 m. Figure. III.7. Carte de Degré de saturation à une profondeur de 2 à 6 m.



III.3.2.1.4.Limites d’Atterberg

Les essais effectués à l’aide de la boîte de Casagrande sur les argiles ont donné des valeurs de limite de liquidité comprises entre 43 et 59% et des valeurs de limite de plasticité entre 20 et 29 % (Annexe III.9 et Annexe III.10). La valeur de l’indice de plasticité comprise entre 18 à 29 (Figure. III.8) indiquent un état de sol peu plastique à plastique et d’après l’abaque de Casagrande, il s’agit d’une argile peu plastique à très plastique.



Ip	Degré de plasticité du sol
$0 < I_p < 12$	Sol non plastique
$12 < I_p < 25$	Sol peu plastique
$25 < I_p < 40$	Sol plastique
$I_p > 40$	Sol très plastique

Figure. III.8. Carte de l’indice de plasticité à une profondeur de 2 à 6 m.

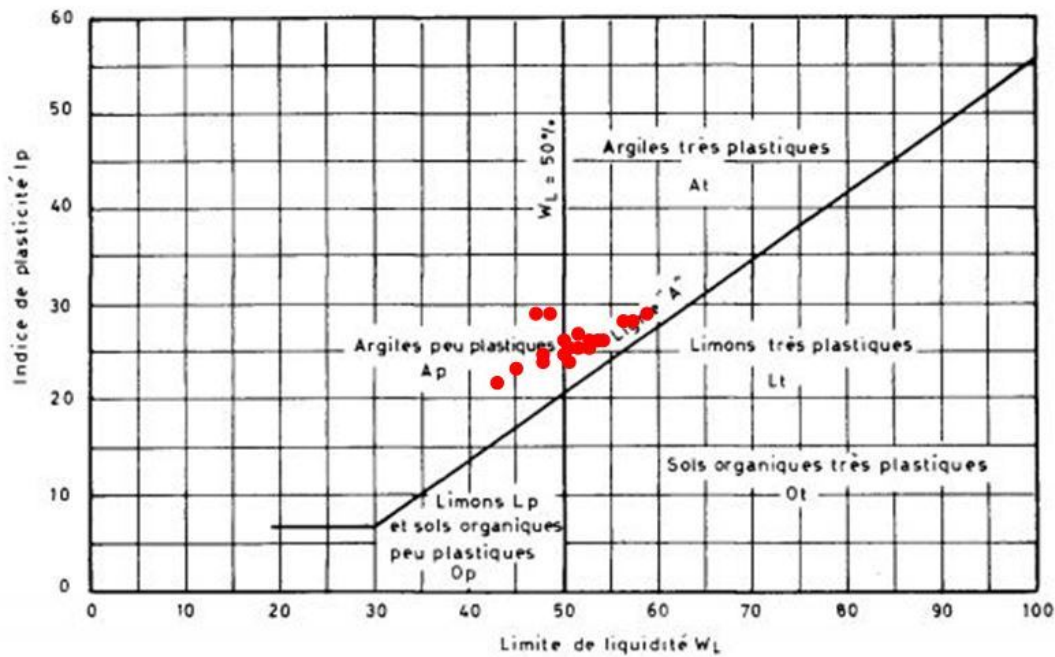


Figure. III.9.le diagramme de Casagrande.

III.3.2.1.5. Analyses granulométriques et sédimentométriques

Les essais de granulométries ont été effectués pour les différents échantillons de sol. les résultats ont montrés que ces sols ont des texture fines (Tableau III.1):

- Pourcentage de sable (2 mm- 0,060mm) = 18,25 %
- Pourcentage de limon (0,060mm – 0,002 mm) = 29,25%
- Pourcentage d’argile (<0,002 mm) = 52,50 %

Tableau III.1. Résultat des Analyses granulométriques et sédimentométriques.

Granularité % tamisât					
Sondag \ Ø	200mm	60mm	2mm	0.060mm	0.002mm
S1	100	100	93	76	44
S2	100	100	93	74	45
S3	100	100	97	78	47
S4	100	100	92	74	44
S5	100	100	94	75	47
S6	100	100	94	75	48
S7	100	100	95	78	48
S8	100	100	95	77	48
S9	100	100	93	76	46
S10	100	100	92	72	44
S11	100	100	94	77	48
S12	100	100	92	74	46
S13	100	100	92	74	46
S14	100	100	93	72	44
S15	100	100	92	70	44
S16	100	100	93	78	49
S17	100	100	94	76	48
S18	100	100	94	75	47
S19	100	100	94	78	48

### III.3.2.2. Résultats des essais mécaniques

#### III.3.2.2. Essais de cisaillement à la boîte de Casagrande

L'essai à la boîte de Casagrande a pour objet de mesure en laboratoire des caractéristiques de plasticité (rupture) d'un échantillon de sol fin soumis à un cisaillement direct selon un plan imposé, à une vitesse suffisamment lente pour que la pression interstitielle ( $u$ ) reste nulle tout au long de l'essai. Il consiste à connaître le comportement des sols, c'est-à-dire à déterminer les caractéristiques du sol suivant :

- Cohésion interne apparente  $C_u$  (bar).
- Angle de frottement interne du sol ( $\phi^\circ$ ).

D'après les résultats de l'essai de cisaillement non consolidés non drainés on note que (**figure III.10** et **figure III.11**) :

- Cohésion apparente  $C_u$  (bar)  
 $0,68 < C_u < 0,78$  bar
- Angle de frottement interne du sol ( $\phi^\circ$ )  
 $2^\circ < \phi < 5,57^\circ$

Ces résultats sont caractéristiques d'un sol moyennement cohérent à cohérent et peu frottant.

#### III.3.2.2.2. Essais de compressibilité à l'odomètre

L'essai de compressibilité à l'odomètre ou essai Oedométrique a pour but d'étudier la consolidation d'échantillon de sols intacts ou remaniés, soumis à des charges verticales, drainés suivant cette direction et maintenus latéralement par une paroi rigide. Il permet de suivre la consolidation au cours du temps et déterminer les relations entre les charges et les déformations obtenues sous ces charges après consolidation.

Les résultats sont donnés sous forme des courbes indiquant la variation de l'indice des vides du sol en fonction du  $\log \sigma$ . A partir de ces courbes, on déduit graphiquement le coefficient de compressibilité ( $C_c$ ), le coefficient de gonflement ( $C_g$ ) et la contrainte de pré-consolidation ( $\sigma_c$ ). Les résultats obtenus montre que (**Figure. III.12** et **Figure. III.13**) :

- Pression de consolidation :  $1,21 \text{ bar} < P_c < 2,78 \text{ bar}$ .
- Coefficient de compression (%) :  $10,30 < C_c < 19,57$ .
- Coefficient de gonflement (%) :  $2,18 < C_g < 4,72$ .

A partir de ces résultats on peut dire que le sol est sur consolidé, moyennement compressible et peu gonflant à gonflant.

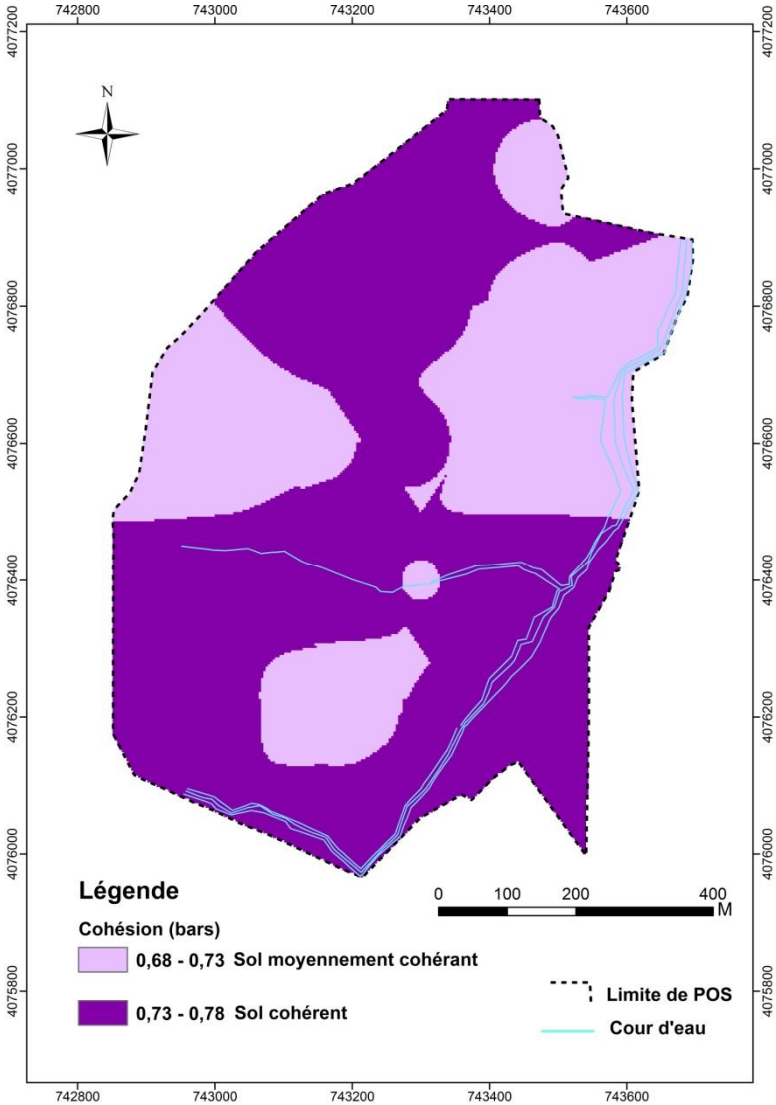


Figure. III.10. Carte de cohésion à une profondeur de 2 à 6 m.

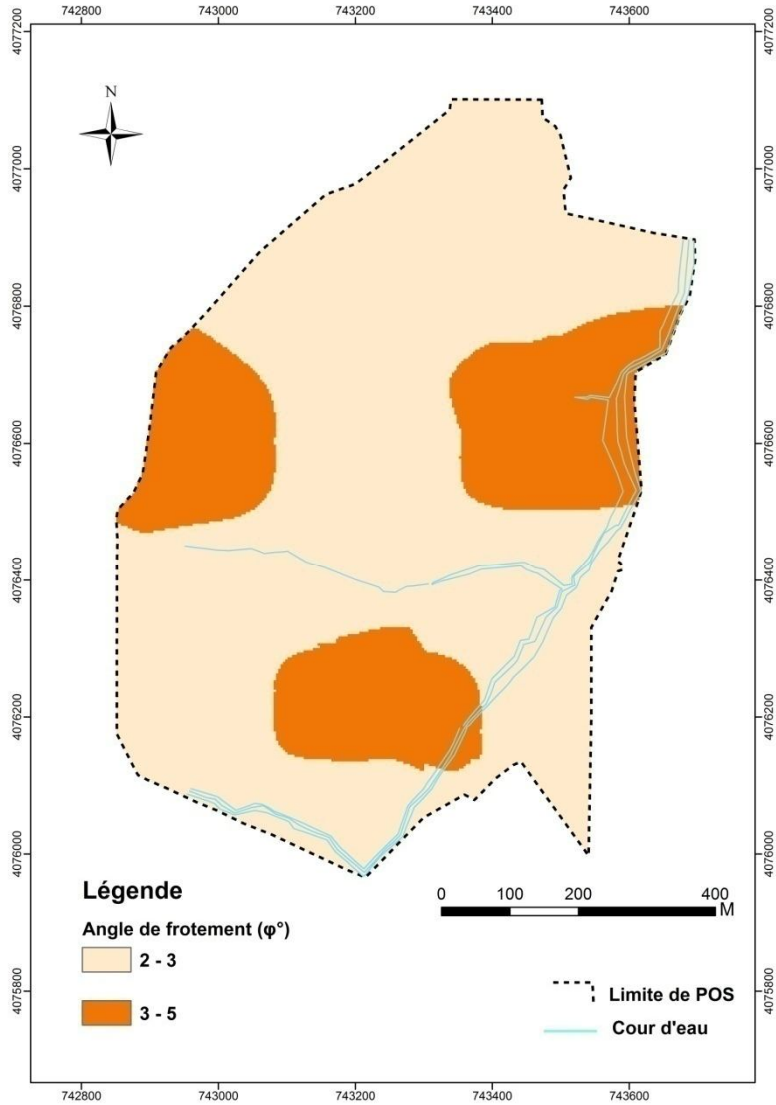


Figure. III.11. Carte d'angle de frottement à une profondeur de 2 à 6 m.

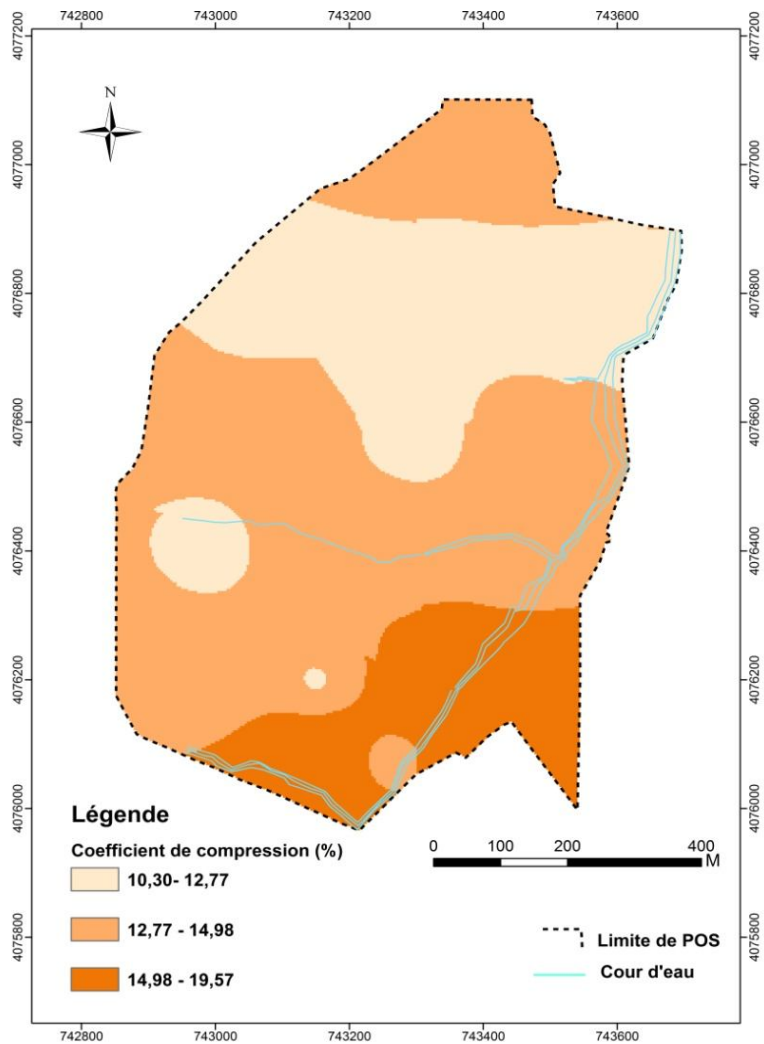


Figure. III.12. Carte de Coefficient de compression à une profondeur de 2 à 6 m

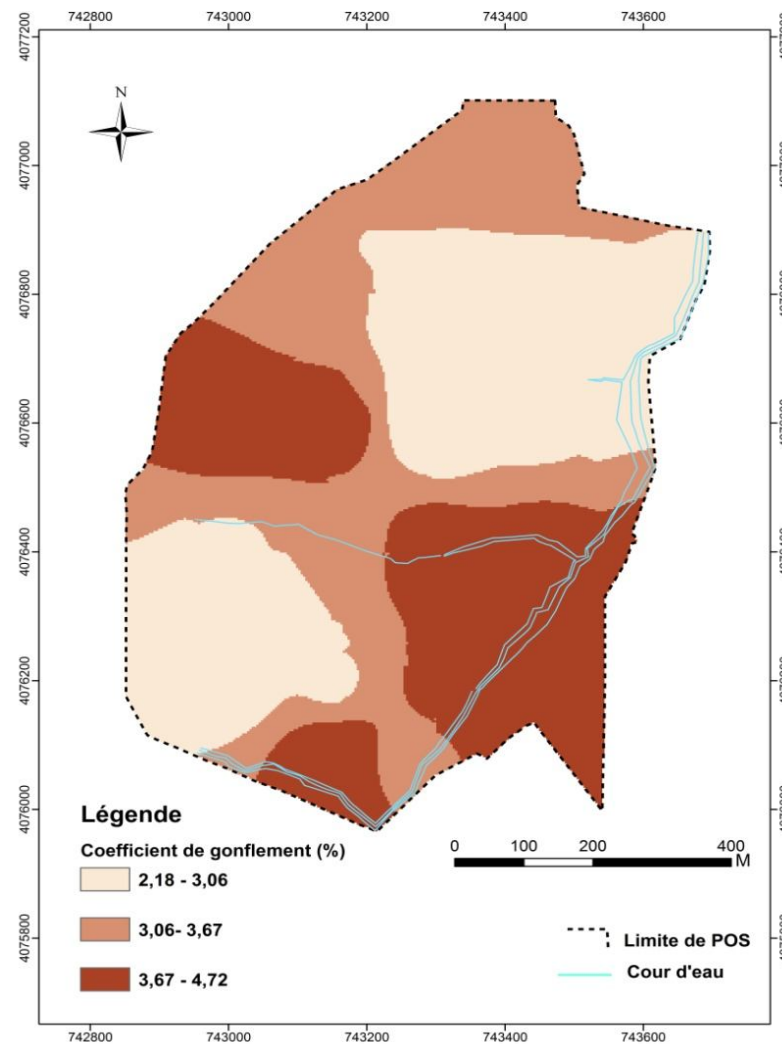


Figure. III.13. Carte de coefficient de gonflement à une profondeur de 2 à 6 m

### III.3.2.3. Résultats des analyses 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.

L'examen des résultats des analyses chimiques sommaires (**Tableau III.2**) a montré que le sol du site est de faible agressivité au béton, dont les valeurs des ions  $SO_4^{2-}$  sont comprises entre 3150 mg/Kg et 4031 mg/Kg.

Quant à les valeurs des carbonates ( $CaCO_3$ ), elles varient de 11,76 % à 17,64 %.

**Tableau III.2. Résultat des analyses chimiques.**

	Insoluble	Teneur en carbonate $CaCO_3$	Teneur en silices $So_4H_2O$	Teneur en sulfates $SO_4$
Valeur max	91,43	17,64	9,05	4031
Valeur min	85,50	11,76	7,10	3150

## III.4. Calcul des fondations superficielles

### III.4.1. Calcul de la contrainte admissible selon la méthode classique (Costet et Sanglerat 1983)

La méthode classique est une méthode basée sur les résultats des paramètres physico-mécaniques obtenus au laboratoire, cette méthode est la plus ancienne elle considère le sol comme un matériau rigide plastique.

- Pour une semelle carrée :

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{\left(1 - 0,2 \frac{B}{L}\right) \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D (N_q - 1) + \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) \cdot C \cdot N_c}{F_s}$$

- Pour une semelle Filante :

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

Avec :

$\gamma_1$ : Poids volumique apparent du sol au-dessus de la fondation (T/m<sup>3</sup>).

$\gamma_2$ : Poids volumique apparent du sol au-dessous de la fondation (T/m<sup>3</sup>).

D : Ancrage de la fondation (m).

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

C : Cohésion du sol (T/m<sup>2</sup>).

$N_\gamma$ ,  $N_q$ ,  $N_c$  : Coefficients dépendants de l'angle de frottement interne du sol «  $\phi$  » avec :

$N_\gamma$ : Facteur de portance dû aux poids des terres.

$N_q$ : Facteur de portance dû à la surcharge.

$N_c$ : Facteur de portance dû à la cohésion.

$F_s$  : Coefficient de sécurité pris égal à 3.

➤ **Déterminer des coefficients  $N_\gamma$  ;  $N_q$  ;  $N_c$  :**

Selon A .Caquot et J.Kérisel

- Terme de surface  $N_\gamma$  :

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \cdot [Kp \cdot \left( \frac{\cos\left(\frac{\pi - \varphi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)}{\cos^2\left(\frac{\pi + \varphi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)} \right) - \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) ]$$

- Terme de profondeur  $N_q$  :

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \tan\varphi}$$

- Terme de cohésion  $N_c$  :

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan\varphi}$$

**Tableau III.3. facteurs de portance en fonction de l'angle de frottement.**

sondage	$\varphi$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$	sondage	$\varphi$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
S01	2,29	0,00	1,22	5,5	S11	5,28	0,056	1,6	6,57
S02	3,21	0,00	1,32	5,94	S12	3,38	0,00	1,34	5,93
S03	2,29	0,00	1,22	5,69	S13	3,83	0,00	1,40	6,12
S04	4,94	0,00	1,55	6,47	S14	5,23	0,046	1,59	6,56
S05	5,57	0,115	1,64	6,67	S15	3,66	0,00	1,38	6,07
S06	2,00	0,00	1,19	5,61	S16	3,46	0,00	1,36	6,02
S07	2,32	0,00	1,23	5,7	S17	2,61	0,00	1,26	5,79
S08	3,49	0,00	1,36	6,02	S18	2,75	0,00	1,27	5,82
S09	2,12	0,00	1,2	5,64	S19	3,21	0,00	1,33	5,95
S10	3,26	0,00	1,33	5,96					

➤ **Exemple de calcul : sondage (N° 15)**

- Pour une semelle carrée :

$$B = L = 2 \text{ m}, \quad D = 3 \text{ m}, \quad F_s = 3.$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_h = 2,03 \text{ T/m}^3.$$

$$C = 0,73 \text{ bars} = 73 \text{ T/m}^3.$$

$$\varphi = 3,66^\circ \rightarrow \begin{cases} N_\gamma = 0 \\ N_q = 1,38 \\ N_c = 6,07 \end{cases}$$

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{\left(1 - 0,2 \frac{B}{L}\right) \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D (N_q - 1) + \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) \cdot C \cdot N_c}{F_s}$$

$$Q_{ad} = 2,03 \cdot 3 + \frac{(1 - 0,2) 2,03 \cdot 0 + 2,03 \cdot 3 (1,38 - 1) + (1 + 0,2) \cdot 73 \cdot 6,07}{3}$$

$$\mathbf{Q_{ad} = 2,44 \text{ bars}}$$

- Pour une semelle filante :

$$\frac{L}{B} > 5, \text{ on pose } \frac{L}{B} = 6, L = 12$$

$$B = 2 \text{ m.}$$

$$L = 12.$$

$$D = 3 \text{ m.}$$

$$F_s = 3.$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_h = 2,03 \text{ T/m}^3.$$

$$C = 0,73 \text{ bars} = 73 \text{ T/m}^3.$$

$$\varphi = 3,66 \rightarrow \begin{cases} N_\gamma = 0 \\ N_q = 1,38 \\ N_c = 6,07 \end{cases}$$

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

$$Q_{ad} = 2,03 \cdot 3 + \frac{2,03 \cdot 0 + 2,03 \cdot 3 \cdot (1,38 - 1) + 73 \cdot 6,07}{3}$$

$$\mathbf{Q_{ad} = 2,16 \text{ bars}}$$

Les résultats obtenus pour les semelles carrées et filantes, ancrées à 2 m, 2,5m et 3m de profondeur pour tous les sondages, sont reportés sur le tableau ci-dessous :



Tableau III.4. Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation.

Sondages	Type de semelle (B = 2m)	Qad (bars)		
		D=2m	D=2,5m	D=3m
S01	Filante	1,84	1,95	2,06
	Carrée	2,12	2,23	2,34
S02	Filante	1,94	2,82	2,94
	Carrée	2,23	2,35	2,46
S03	Filante	1,86	1,97	2,08
	Carrée	2,23	2,34	2,45
S04	Filante	2,09	2,22	2,34
	Carrée	2,41	2,54	2,66
S05	Filante	2,03	2,16	2,28
	Carrée	2,29	2,4	2,52
S06	Filante	1,87	1,98	2,09
	Carrée	2,17	2,29	2,40
S07	Filante	1,87	1,98	2,09
	Carrée	2,18	2,29	2,40
S08	Filante	1,93	2,09	2,21
	Carrée	2,2	2,32	2,43
S09	Filante	1,87	1,98	2,09
	Carrée	2,18	2,29	2,41
S10	Filante	1,94	2,05	2,17
	Carrée	2,24	2,35	2,46
S11	Filante	2,01	2,13	2,26
	Carrée	2,27	2,39	2,51
S12	Filante	1,91	2,03	2,14
	Carrée	2,2	2,32	2,43
S13	Filante	1,95	2,07	2,18
	Carrée	2,24	2,35	2,47
S14	Filante	2,02	2,07	2,27
	Carrée	1,68	1,79	1,91
S15	Filante	1,93	2,04	2,16
	Carrée	2,22	2,33	2,44
S16	Filante	1,94	2,06	2,16
	Carrée	2,23	2,34	2,45
S17	Filante	1,89	2	2,11
	Carrée	2,19	2,19	2,42
S18	Filante	1,95	2,06	2,17
	Carrée	2,26	2,37	2,49
S19	Filante	1,93	2,04	2,16
	Carrée	2,23	2,34	2,45

### III.4.3. Cartes de zoning en fonction des résultats de la contrainte admissible

À partir des résultats obtenus des calculs de contrainte admissible, nous avons réalisé des cartes de zoning géotechnique pour les deux types de semelles et profondeur d'encrage:

**- Pour une semelle carrée, largeur (B) et longueur (L) égale à 2 mètre :**

**- Profondeur d'encrage de 2 mètre :** Nous avons subdivisés le site en trois zones (Figure. III.14) :

- Zone 1: les valeurs de contrainte admissible estimé de 1,68 à 1,97 bar et des pentes supérieures à 15%.
- Zone 2: les valeurs de contrainte admissible estimé de 1,97 à 2,16 bar et des pentes de 0 à 15%.
- Zone 3: les valeurs de contrainte admissible estimé de 2,16 à 2,40 bar et des pentes qui variées de 0 à 28%.

**- Profondeur d'encrage de 2,5 mètre :** Nous avons subdivisés le site en trois zones (Annexe III.11) :

- Zone 1: la contrainte admissible estimé de 1,79 à 2,07 bar et des pentes supérieures de 15%.
- Zone 2: la contrainte admissible estimé de 2,07 à 2,27 bars et des pentes faible qui variées de 0 à 15%.
- Zone 3: la contrainte admissible estimé de 2,27 à 2,54 bar et des pentes qui variées de 0 à 28%.

**- Profondeur d'encrage de 3 mètre :** Nous avons subdivisés le site en trois zones (Annexe III.13) :

- Zone 1: la contrainte admissible estimé de 1,91 à 2,20 bar et des pentes supérieures à 15%.
- Zone 2: la contrainte admissible estimé de 2,20 à 2,39 bar et des pentes faible qui variées de 0 à 15%.
- Zone 3: la contrainte admissible estimé de 2,39 à 2,65 bar avec des pentes qui variées de 0 à 28%.

**- Pour une semelle filante, largeur (B) égale à 2 mètre et longueur (L) égale a 12 mètre :**

**- Profondeur d'encrage de 2 mètre:** Nous avons subdivisés le site en trois zones (Figure. III.15) :

- Zone 1: la contraintes admissibles estimé de 1,84 à 1,91 bar et des pentes supérieur a 15%.
  - Zone 2: la contraintes admissibles estimé de 1,84 à 1,91 bar et des pentes supérieur à 15%.
  - Zone 3: la contraintes admissibles estimé de 1,91 à 1,95 bar et des valeurs de pente qui varie de 0 à 28%.
- **Profondeur d'encrage de 2,5 mètre:** Nous avons subdivisés le site en trois zones (**Annexe III.12**) :
- Zone 1: la contraintes admissibles estimé de 1,95 à 2,14 bars et des pentes qui varie de 0 à 28%.
  - Zone 2: la contraintes admissibles estimé de 2,14 à 2.42 bars et des pentes varie à 0 à 15%.
  - Zone 3: la contraintes admissibles estimé de 2,42 à 2,82 bars et des pentes varie de 0 à 28%.
- **Profondeur d'encrage de 3 mètre:** Nous avons subdivisés le site en trois zones (**Annexe III.14**):
- Zone 1: la contraintes admissibles estimé de 2,06 à 2,21 bars et pentes varie de 0 à 28%.
  - Zone 2: la contraintes admissibles estimé de 2,21 à 2,28 bars et des pentes supérieur à 15%.
  - Zone 3: la contraintes admissibles estimé de 2,28 à 2,94 bars et des pentes varie de 0 à 28%.

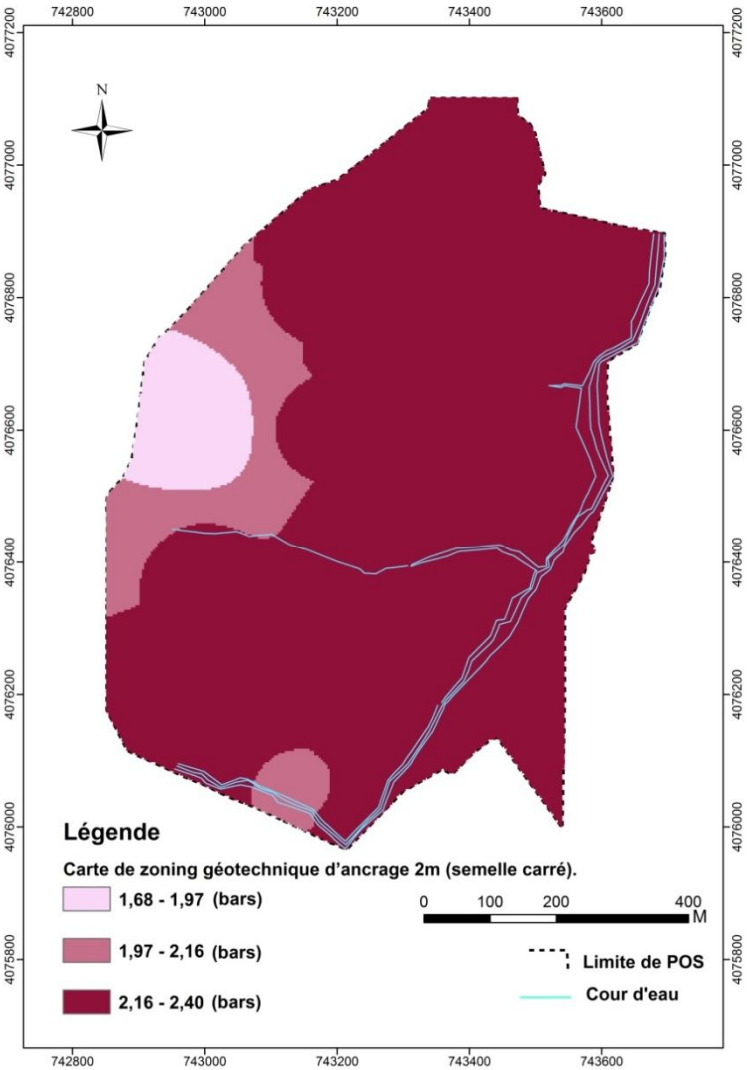


Figure. III.14. Carte de zoning géotechnique de la Qad à une profondeur d'ancrage de 2m. (semelle carré).

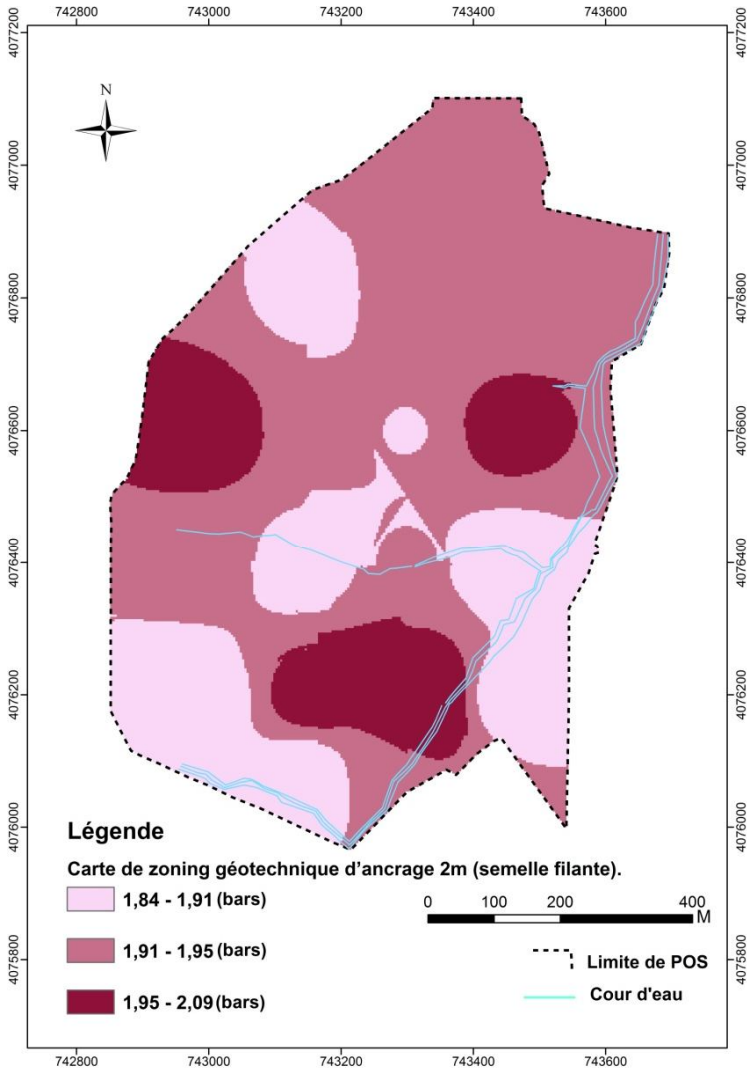


Figure. III.15. Carte de zoning géotechnique de la Qad à une profondeur d'ancrage de 2m. (Semelle filante).

### III.5. Calcul du tassement à partir des résultats des essais oedométrique

Le calcul de tassement de consolidation primaire se base en générale sur les résultats de l'essai de compressibilité oedométrique. Le tassement calculé correspond à la fin de consolidation primaire et le raisonnement doit se faire par conséquent en contrainte effective, la référence des profondeurs correspond à la base de fondation.

Le tassement de consolidation primaire est calculé par la méthode des couches (**Figure III.16**) de la manière suivante pour chaque couche homogène selon que la contrainte  $\sigma'_{v0}$  est supérieur ou inférieur à  $\sigma'_p$ .

Avec :

$H_i$  : l'épaisseur de la couche de sol compressible.

$e_0$  : son indice des vides initial (avant consolidation).

$\sigma'_{v0}$  : la contrainte verticale effective initiale au milieu de la couche.

$\Delta\sigma_z$  : l'accroissement de contrainte apporté par la fondation au milieu de la couche.

$C_s$  : l'indice de compressibilité.

$C_g$  : l'indice de gonflement.

$I$  : Facteur d'influence.

➤ Si  $\sigma'_{v0} < \sigma'_p$  sols surconsolidés :

On a deux cas :

(a)  $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z < \sigma'_p$  :

$$\Delta H_c = H_i \cdot \frac{C_s}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z}{\sigma'_{v0}}\right)$$

(b)  $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z > \sigma'_p$  :

$$\Delta H_c = H_i \cdot \frac{C_s}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}}\right) + H_i \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z}{\sigma'_p}\right)$$

➤ Si  $\sigma'_{v0} = \sigma'_p$  sols normalement consolidés :

Dans le cas :  $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z < \sigma'_p$  (est le tassement est dû au supplément de contrainte  $\Delta\sigma_z$ )

$$\Delta H_c = H_i \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z}{\sigma'_p}\right)$$

➤ Si  $\sigma'_{v0} > \sigma'_p$  sols sous consolidés :

$$\Delta H_c = H_i \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z}{\sigma'_{v0}}\right)$$

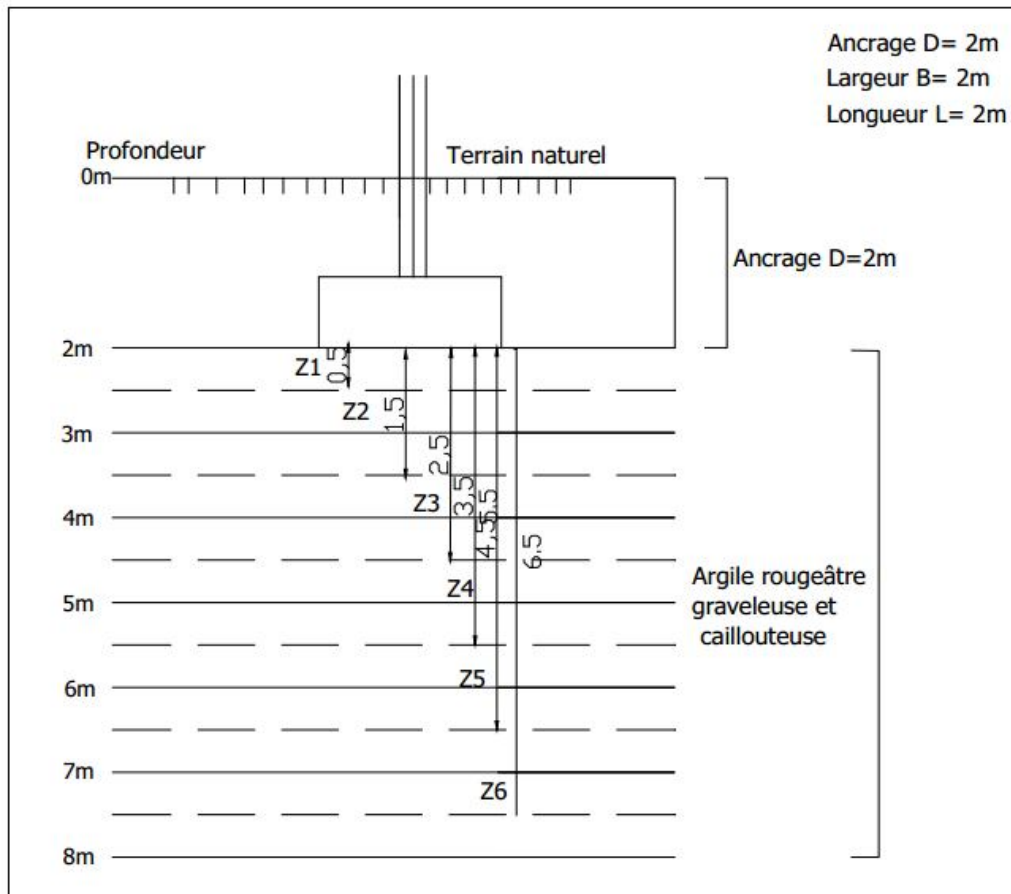


Figure. III.16. Schéma illustrant la méthode des couches pour le calcul de tassement.

- Exemple de calcul de tassement pour le sondage 15 :

Tranche 1 :

- $\sigma'_{v0}$  ( $= \sigma'_o$ ) : la contrainte verticale effective initiale au milieu de la couche:

$$\sigma'_o = \gamma h \cdot h$$

$$\sigma'_o = \gamma h \cdot (Z1 + D) \quad ; \quad \gamma h = 2,03 \text{ t/m}^3 = 0,203 \text{ bars}$$

$$\sigma'_o = 0,203 \cdot 2,5 = 0,50 \text{ bars}$$

- $\Delta\sigma_Z$  : l'accroissement de contrainte apporté par la fondation au milieu de la couche.

$$\Delta\sigma_Z = (I.4) \cdot q$$

I: Coefficient d'influence : Détermine a partir de l'abaque de Steinbrenner pour une charge uniforme rectangulaire.

$$\Delta\sigma_Z = (I.4) \cdot q = 0,233 \cdot 4 \cdot 2 = 1,864 \text{ bars}$$

$$- \sigma'_{v0} = 0,50 < \sigma'_p = 1,21 \text{ bars}$$

⇒ Le sol est sur consolidé

$$\Rightarrow \sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z = 0,50 + 1,864 = 2,36 > 1,21$$

Donc : le cas (b)

$$\Delta H = H_i \cdot \frac{C_s}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}}\right) + H_i \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z}{\sigma'_{v0}}\right)$$

$$\Delta H = 100 \cdot \frac{0,0274}{1+0,464} \cdot \log\left(\frac{1,21}{0,50}\right) + H_i \cdot \frac{0,1096}{1+0,464} \cdot \log\left(\frac{0,50+1,864}{0,50}\right)$$

$$\Delta H = 2,89 \text{ cm}$$

De la même manière on calcule le tassement pour les tranches 2, 3, 4, 5, 6 et 7. Les résultats sont reportés dans le **Tableau III.4**.

**Tableau III.5. Résultats de calcul de tassement de sondage 15.**

Tranche	Profondeur	Zi	I	$\Delta\sigma_z$	$\sigma'_{v0}$	$e_0$	$\Delta H$
1	02_03	0,5	0,233	1,864	0,50	0,464	2,89
2	03_04	1,5	0,121	0,968	0,71	0,464	1,49
3	04_05	2,5	0,059	0,472	0,91	0,462	0,66
4	05_06	3,5	0,036	0,288	1,12	0,462	0,55
5	6-7	4,5	0,024	0,24	1,32	0,458	0,44
6	7-8	5,5	0,017	0,17	1,5	0,454	0,28
7	8-9	6,5	0,012	0,12	1,72	0,446	0,17
$\Sigma \Delta h$ (cm)							<b>6,48</b>

Le tassement final est de l'ordre de **6,48 cm**.

➤ **Calcul de tassement pour le sondage 04 :**

**Tranche 1 :**

$$\sigma'_v = 0,53 < \sigma'_p = 2,78 \quad \text{le sol est sur consolidé}$$

$$\rightarrow \sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z = 0,53 + 1,864 = 2,39 < \sigma'_p = 2,78 \quad \text{donc :}$$

$$\Delta H_c = H_i \cdot \frac{C_s}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z}{\sigma'_{v0}}\right)$$

$$\Delta H_c = 100 \cdot \frac{0,0405}{1+0,4} \cdot \log\left(\frac{0,53+1,864}{0,53}\right)$$

$$\Delta H = 1,89 \text{ cm}$$

**Tableau III.6. Résultats de calcul de tassement de sondage 04.**

Tranche	Prof,	Zi	I	$\Delta, \sigma$	$\sigma'_0$	$e_0$	$\Delta h$
1	02_03	0,5	0,233	1,864	0,53	0,4	1,89
2	03_04	1,5	0,121	0,968	0,74	0,399	1,05
3	04_05	2,5	0,059	0,472	0,95	0,398	0,50
4	05_06	3,5	0,036	0,288	1,16	0,398	0,27
5	06_07	4,5	0,024	0,192	1,37	0,396	0,16
6	07_08	5,5	0,017	0,136	1,59	0,398	0,10
7	08_09	6,5	0,012	0,096	1,8	0,39	0,06
$\Sigma \Delta h$ (cm)							<b>4,03</b>

➤ calcul de tassement pour le sondage 05

**Tableau III.7. Résultats de calcul de tassement de sondage 05.**

Tranche	Prof,	Zi	I	$\Delta, \sigma$	$\sigma'_0$	$e_0$	$\Delta h$
1	02_03	0,5	0,233	1,864	0,53	0,4	2,28
2	03_04	1,5	0,121	0,968	0,74	0,399	0,74
3	04_05	2,5	0,059	0,472	0,95	0,398	0,35
4	05_06	3,5	0,036	0,288	1,16	0,398	0,19
5	06_07	4,5	0,024	0,192	1,37	0,396	0,11
6	07_08	5,5	0,017	0,136	1,58	0,398	0,07
7	08_09	6,5	0,012	0,096	1,79	0,39	0,04
$\Sigma \Delta h$ (cm)							<b>3,78</b>

Les tassements calculés sont de l'ordre de **3.78 à 6.48 cm**.

### III.6. Vérification de la stabilité

L'analyse de la stabilité des pentes, objet de cette partie a été réalisé à l'aide du logiciel, Géo studio-2004 suivant trois profils. Le logiciel contient trois méthodes de calcul qui sont:

- Ordinaire
- Bishop
- Janbu

Les paramètres utiles dans les calculs sont:

- Nombre des couches,
- Poids volumique (kN/m<sup>3</sup>)
- Cohésion (kPa)
- Angle de frottement (°)



**- Résultats de calcul de stabilité selon le profil n°03****❖ Données :**

- Matériaux :
- formation de pente
  - Model: Moher-Coulomb
  - Poids volumique: 16 kN/m<sup>3</sup>
  - Cohésion: 60kPa
  - Angle de frottement: 3 °
- marne schisteuse
  - Model: Moher-Coulomb
  - Poids volumique: 17 kN/m<sup>3</sup>
  - Cohésion: 70 kPa
  - Angle de frottement : 8 °

Les paramètres de la couche de marne schisteuse ont été estimés par ce que les essais de laboratoire n'ont pas été réalisés à la profondeur d'apparition de cette formation (au environ de 9 mètre) dans les différents sondages.

A partir de la (**Figure.III.17**) qui représente les plans de ruptures critiques du sol et le (**Tableau III.8**) on peut conclure que les talus étudiés sont stables à leur état actuel.

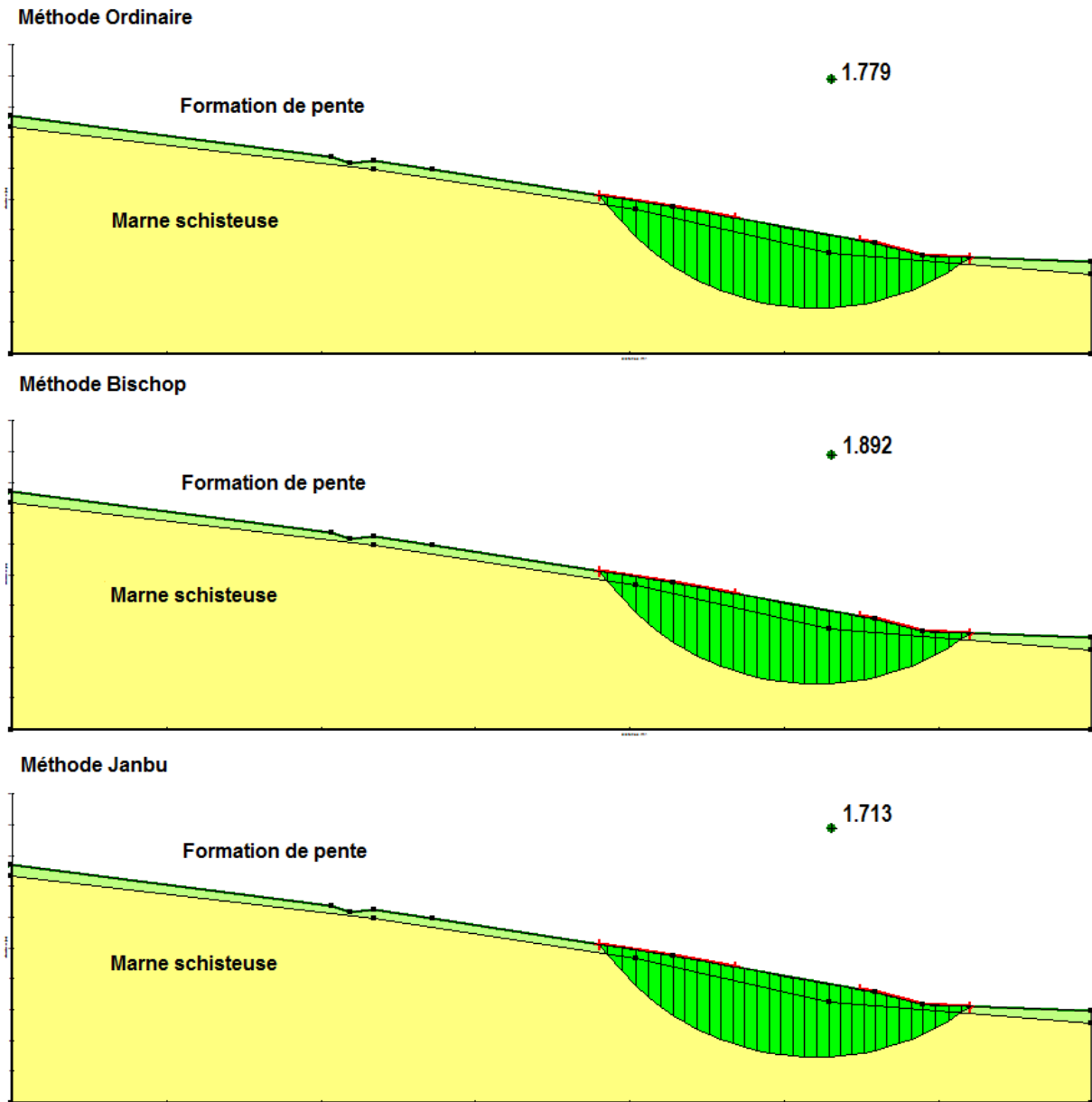


Figure.III.17. Vérification de la stabilité selon le profil 3.

Tableau III.8. Valeur de coefficient de sécurité selon le profil 3.

Méthode de calcul	Coefficient de sécurité F
Ordinaire	1,779
Bishop	1,892
Janbu	1,713

- Résultats de calcul de stabilité selon le profil n°02

- Matériaux :
  - formation de pente
    - Model: Moher-Coulomb

- Poids volumique: 16 kN/m<sup>3</sup>
- Cohésion: 60kPa
- Angle de frottement: 3 °
  
- marne schisteuse
  - Model: Moher-Coulomb
  - Poids volumique: 16,55 kN/m<sup>3</sup>
  - Cohésion: 75kPa
  - Angle de frottement : 2,8 °

A partir de la (Figure.III.18) qui représente les plans de ruptures critiques du sol et le (Tableau III. 9) on peut conclure que les talus étudiés sont stables à leur état actuel.

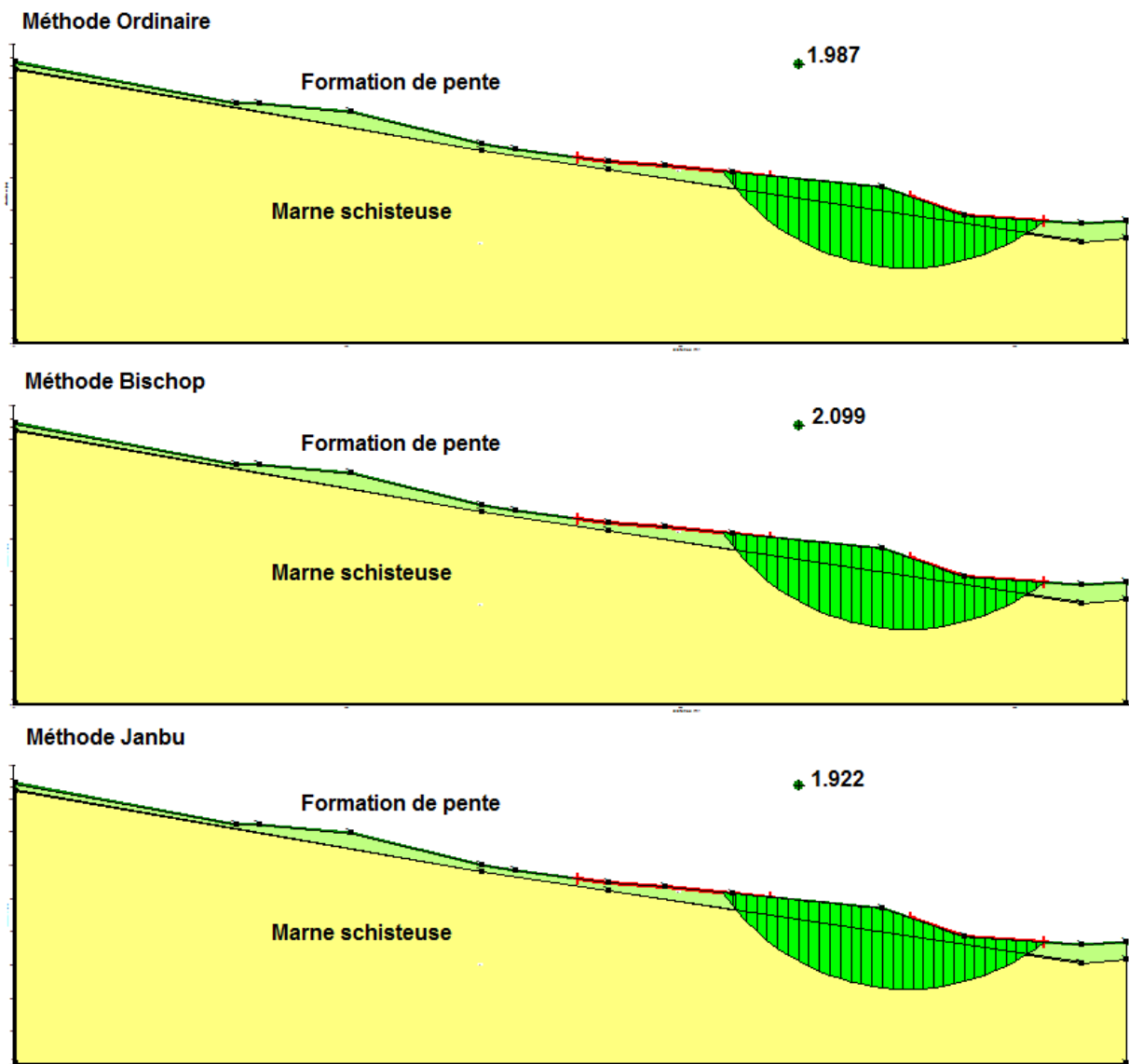


Figure.III.18. Vérification de la stabilité selon le profil 2.

**Tableau III. 9. Valeur de coefficient de sécurité selon le profil 2.**

Méthode de calcul	Coefficient de sécurité F
Ordinaire	1,987
Bishop	2,099
Janbu	1,922

### III.7. Carte d'aptitudes des sols à la construction

A partir des conditions morphologiques et géotechniques influant sur la stabilité des versants, nous avons subdivisé le site d'étude en trois zones (**Figure .III.19.**):

#### 1. Zone stable:

Il s'agit de la zone colorée en vert (**Figure .III.19.**), c'est une zone stable ayant des pentes inférieures à 15%. Cette zone est constructible ayant les caractéristiques géotechniques suivantes: (moyennement humide, dense, proche de la saturation à saturée, composée de 52.50% des éléments inférieurs à 2 $\mu$ m, peu plastique à très plastique, sur consolidée, moyennement compressible, peu gonflante à gonflante, moyennement cohérente à cohérente et peu frottant).

#### 2. Zone à risque de glissement potentiel

Elle correspond à la zone colorée en jaune sur la figure (**Figure .III.19.**), caractérisée par des pentes supérieures à 15% avec les mêmes caractéristiques géotechniques que la zone verte.

#### 3. Zone inconstructible

Il s'agit de la zone colorée en rouge. Elle représente les berges de cour d'eau qui sillonnent le site et l'oued principale existant dans sa partie Est.

#### Recommandation:

Pour construire sur les deux zones, cite au-dessus avec la préservation de l'équilibre naturel du terrain, évité, le phénomène de tassement différentiel, phénomène de retrait et de gonflement des sols, il est impérativement recommandé ce qui suit :

- Il est vivement recommandé de procéder à la construction par phase, en commençant les travaux de terrassements, de soutènement et de consolidation de l'aval vers l'amont.
- Interdire le dépôt anarchiques des matériaux d'apport sur le POS, car la surcharge et la saturation des sols peut provoquer un glissement de terrain en entraînant les sols en places.
- Les eaux de ruissellement à l'heure actuelle ravine profondément le terrain, il est vivement recommandé de réaliser un réseau d'assainissement et d'évacuation adéquat et préserver la servitude naturel de l'oued limitant le site du côté Est. Il est recommandé de réaliser des conduites d'évacuations des eaux usées et de ruissellement en PVC pour éliminer toutes les infiltrations possibles.

- De construire avec des fondations de type semelles filantes croisées pour éviter le phénomène de tassement différentiel.
- Préserver la teneur en eau constante dans les sols des fondations en imperméabilisant toute la surface des projets avec un drainage profond périphérique des fondations distant des semelles d'au moins 2 mètre.
- Interdire l'implantation des arbres et de tout genre d'espace vert sur la périphérie des constructions.

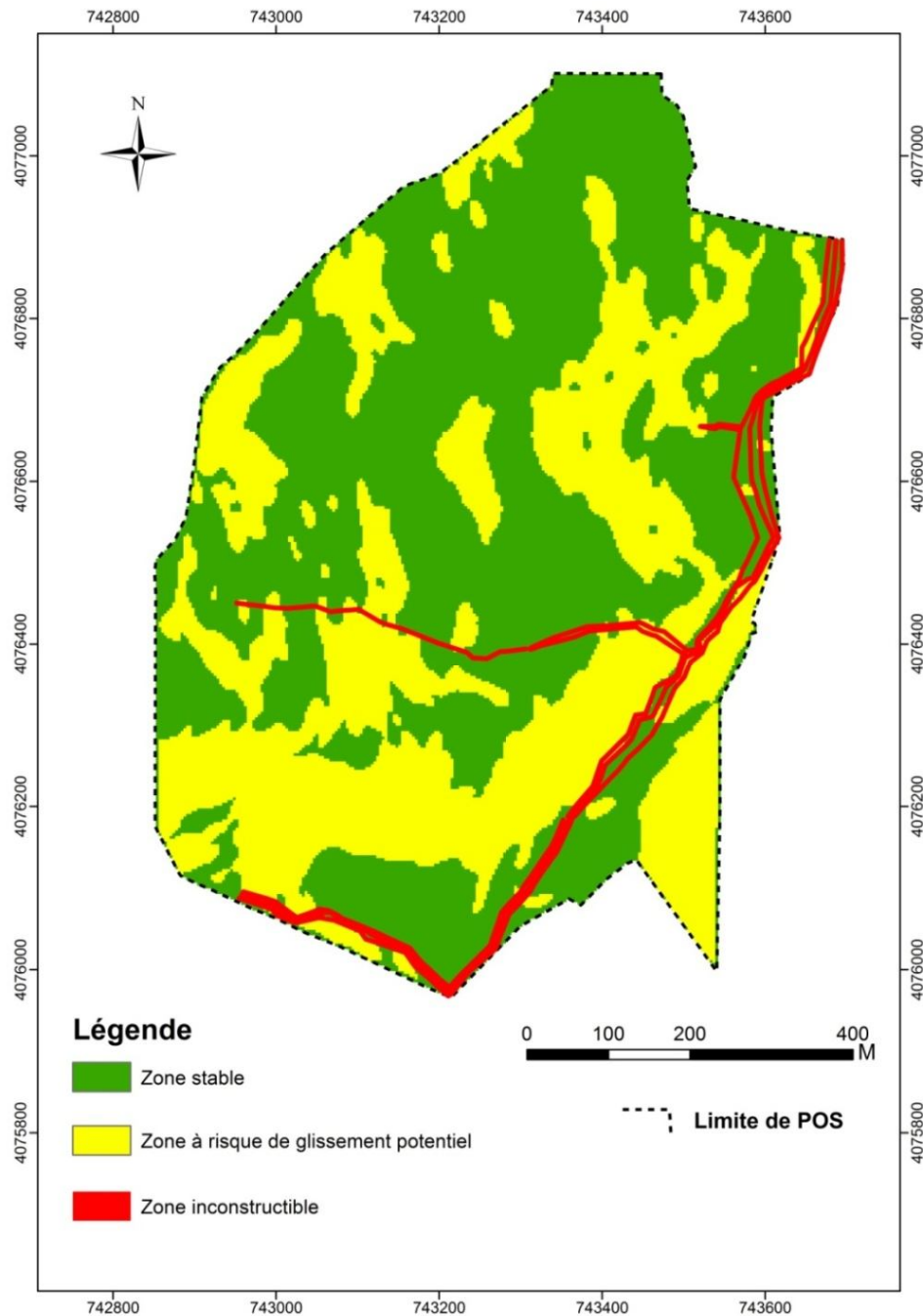


Figure .III.19.Carte d'aptitude à la construction.

## Conclusion générale

Le P.O.S n° 20 Amazoui est situé à l'extrême Sud Ouest de la ville de Jijel. Il occupe une superficie d'aviron 68 hectares. Sur le plan topographique, le site est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité de sa surface qui varie de 00 à 28%. Le site est caractérisé par un réseau hydrographique faible représenté par des petits ravins dans la partie sud et oued Medabegh dans sa partie est.

La géologie de site est constituée essentiellement par une couverture quaternaire représentée par des formations de pente (blocs de grès, cailloux, gravier et sable dans une matrice argileuse), cette couverture repose sur substratum marneux appartenant probablement aux formations Oligo-Miocène-Kabyle (OMK).

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

Les valeurs de teneur en eau échèlent entre 17 à 24% caractérisant un sol moyen à bon. Les valeurs des densités sèches sont de l'ordre de 1.63 à 1.78 t/m<sup>3</sup>, qualifiant une formation dense. Pour les valeurs des limites de liquidités, elles varient entre 43 et 59%, l'indice de plasticité est de l'ordre 18 à 29, il s'agit des argiles peu plastiques à très plastique.

Les caractéristiques intrinsèques (essai UU) ont donné des valeurs de cohésion comprises entre 0,68 et 0,78 bar et des valeurs de l'angle de frottement de l'ordre de 2 à 5°.

Pour la compressibilité, les valeurs de la pression de consolidation ( $\sigma_c$ ) sont comprises entre 1,21 et 2,78 bars, les valeurs du coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) sont de l'ordre de 10,3 à 19,57%, cela indique que ces formations sont moyennement compressibles. Les indices de gonflement montrant une formation peu gonflante à gonflante avec des valeurs de l'ordre de 2,18 à 4,72% .

À partir des résultats de calcul de la contrainte admissible pour les fondations superficiels, nous avons réalisé des cartes de zoning géotechnique pour les deux types de semelles (carrée et filante) et à des profondeurs d'encrage différentes (2, 2.5 et 3m). Les résultats démontrent des valeurs appréciables de la contrainte admissible sur la totalité du site.

L'analyse de la stabilité des pentes le long de deux profils montre que les talus sont stables à l'état actuel.

La carte d'aptitude à la construction élabore en prenant en considération le facteur morphologique et la nature du sol présente trois zones:

- Zone stable, caractérise par une pente inférieure à 15%.
- Zone à risque de glissement potentiel, caractérisée par des pentes supérieures à 15%
- Zone inconstructible, correspondant aux berges des cours d'eau et oued.

## Référence bibliographique

**Andrieux, J. et Djellit, H. (1989):** Structure de la petite Kabylie occidentale (Algérie): flyschs ultra et flyschs externes. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 309, Série.II, pp. 1191-1196.

**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.

**Costet J. et Sanglerat G. (1981).** Cours pratiques de mécanique des sols. 3<sup>e</sup> Ed. Dunod, Paris, Tome I, 285 pages.

**Costet J. et Sanglerat G. (1983).** Cours pratiques de mécanique des sols. 3<sup>e</sup> Ed. Dunod, Paris, Tome II, 447 pages.

**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. paris- sud, centre d'Orsay, 206 P

**Durand Delga M. (1955).** Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat, Paris, Bull. serv. carte géol. Algérie, 2<sup>e</sup> série, N°24. 533 pages.

**Gelard, J.P. (1969):** Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de chellata: Le flysch mauritanien (grande Kabylie). Bull. Soc. Géol. France. 7. pp 676-686.

**Laboratoire de géologie et de géotechnique Bouibaoune lakhdar (2015):** Rapport d'étude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation de sol n° 20 Amazoui wilaya de Jijel.

**Raymond, D. (1976):** Evolution sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle Alpin. Thèse, Paris, 156P.

**Philipponnat G. et Hubert B. (2003).** Fondations et ouvrages en terre. Ed. Eyrolles, Paris, 548 pages.

**Raoult, J.F. (1974).** Géologie du centre de la chaîne Numidique (Nord du Constantinois, Algérie). Mem. Soc. Géol. France, N° 121, 175 pages.

**Raoult, J.F. (1969 c):** Relation entre la dorsale Kabyle et les flyschs sur la transversale de Dj. Rhédir, phase tangentielle Eocène, paléogéographie (Nord Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Géol. France (7), XI, Paris. N523, 543P.

**Vila J. M. (1980).** La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doctorat. Université Pierre et Marie Curie (Paris VI). 665 pages.



<b>RAPPORT DE FORAGE</b> Sondage N°: S 15 <b>ETUDE : Etude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation de sol n° 20 Amazoui wilaya de Jijel</b> <b>LIEU : Amazoui wilaya de Jijel</b> <b>CLIENT : DUC JIJEL</b>																		
DATE DEBUT : DATE FIN : NIVEAU NAPPE : m		PROFONDEUR TOTALE : 10 ML COORDONNEES : X = 743450    Y = 4076800 Z = 82			BOUE DE FORAGE : TYPE FORAGE : TYPE DE MACHINE :													
Prof (m)	Récupération				S.P.T	R.Q.D	φ Tub	φ Carottier	Echant Profond Ech (m)	Coupe	DESCRIPTION	Cu Bar	φ <sub>u</sub> (°)	w <sub>n</sub> %	γ <sub>d</sub> Tkn	I <sub>p</sub> %	Classe TPC	Type B s s a i
	0	25	50	75														
0,5																		
1,0																		
1,5																		
2,0									2.00									
2,5											0,73	3,66	22,00	1,67	25,63			
3,0									2.00									
3,5																		
4,0																		
4,5																		
5,0																		
5,5																		
6,0																		
6,5																		
7,0																		
7,5																		
8,0																		
8,5																		
9,0																		
9,5																		
10,0																		

Annexe III.1. Rapport de forage.

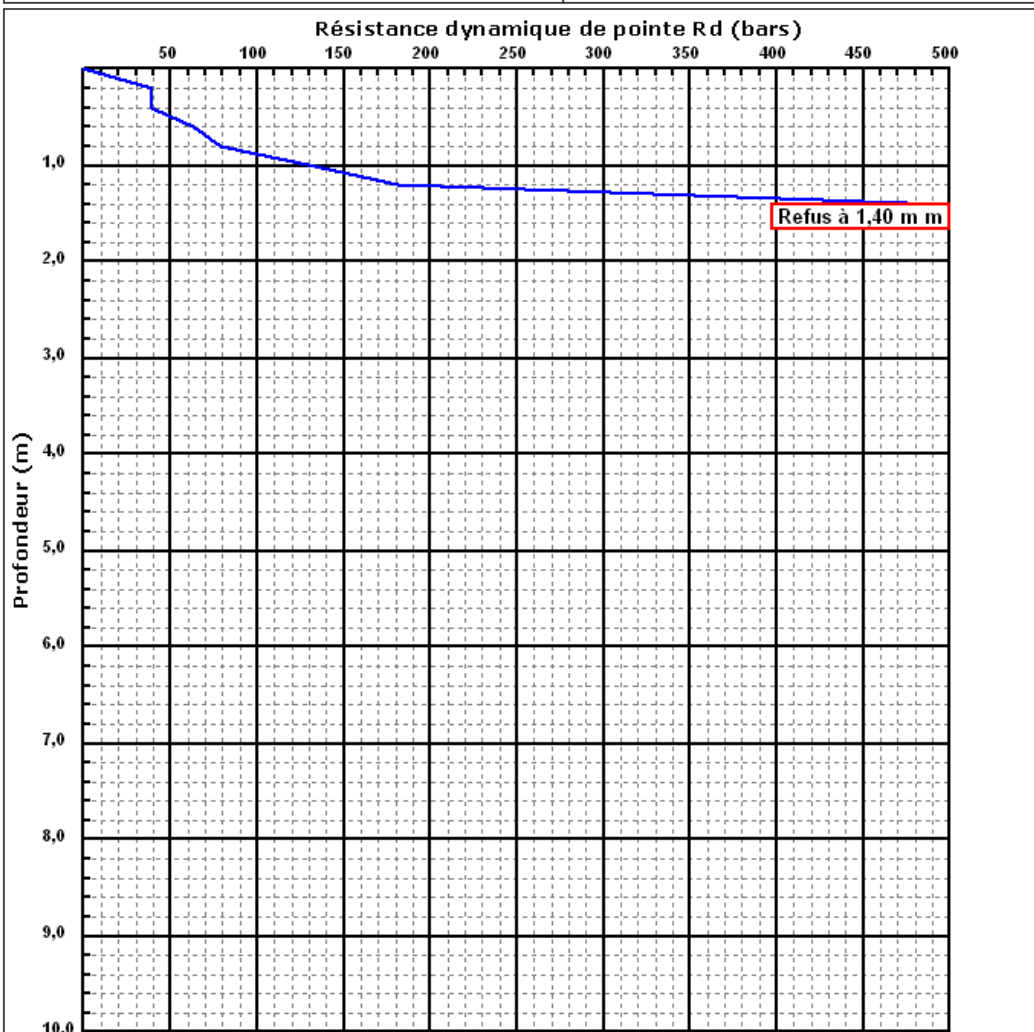




LABORATOIRE DE GEOLOGIE ET DE GEOTECHNIQUE BOUIBAOUNE LAKHDAR

CITE BELKHEIRD HASSENE COOPERATIVE EL HOGGAR N° 05 BEL AIR SETIF

INTITULE : Etude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation de sol n° 20 Amazoui wilaya de Jijel N° DOSSIER : 92/ES/2011 LIEU : Amazoui wilaya de Jijel CLIENT : DUC JIJEL DATE ESSAIS : 15/06/2012	<b>PÉNÉTROMETRE DYNAMIQUE PDB</b> Norme : NF P94 - 114 Essai N° : P 05
---	--



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB		
Masse enclume + guidage Mouton (m') : 25 kg	Longueur des tiges : 1 m	<i>Formule de Battage :</i> $R d = \frac{m^2 \times H}{A \times e \times (m + \sum m')}$
Masse du Mouton (m) : 64 kg	Masse d'une tige (m') : 8,5 kg	
Hauteur de chute (H) : 0.75 m	Enfoncement (e) : 20 cm	
Aire de la section droite de la pointe (A) : 20 cm <sup>2</sup>		

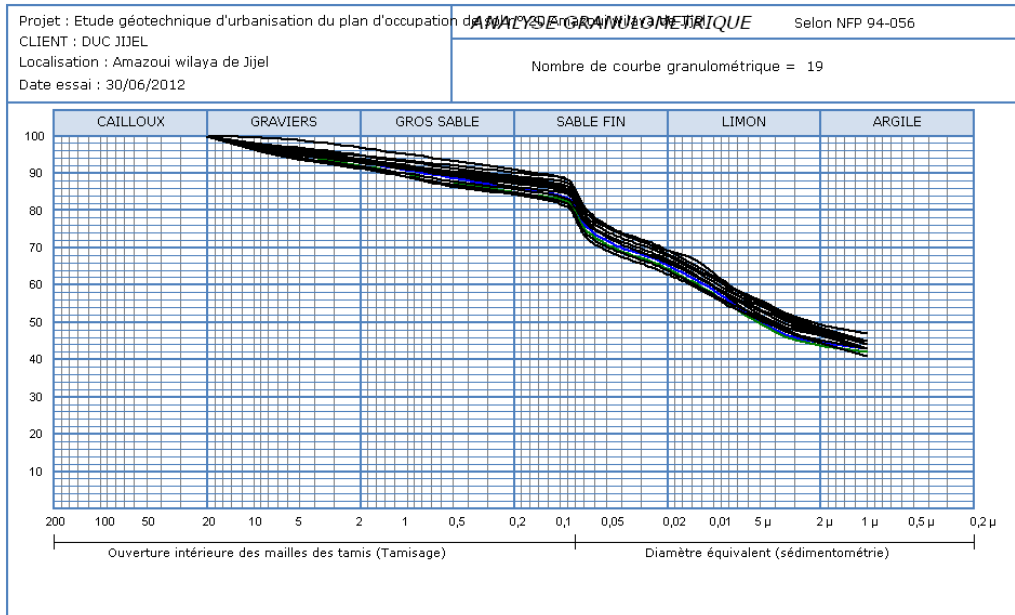
Programme : Gales 1b 2007 ©

### Annexe III.2. Essai Pénétromètre dynamique.

**Annexe III.3. Tableau récapitulatif des résultats des essais de laboratoire.**

SONDAGE / PUICTS		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
PROFONDEUR (m)		2.00-3.00	4.10-5.00	1.00-2.00	2.50-3.50	3.20-4.20	3.10-4.00	6.00-7.00	4.20-5.20	2.50-3.50	1.50-2.50	6.50-7.50	3.20-4.20
TENEUR/EAUNATURELLE(Wn)%		20.13	22.06	20.53	19.73	18.05	17.89	24.20	22.82	21.85	21.30	20.45	21.17
MASSE VOLU. APPAR.( $\gamma_d$ ) t/m3		1.74	1.69	1.71	1.77	1.79	1.79	1.63	1.65	1.66	1.68	1.73	1.69
DEGRE DE SATURATION (Sr)%		98.12	99.28	94.27	100	95.54	95.08	99.15	96.19	94.01	95.01	99.07	95.97
GRANULARITE	2mm	93	93	97	92	94	94	95	95	93	92	94	92
	80 $\mu$ m	84	85	89	83	86	86	89	88	85	81	88	83
% TAMISAT	60 $\mu$ m	76	74	78	74	75	75	78	77	76	72	77	74
	2 $\mu$ m	44	45	47	44	47	48	48	48	46	44	48	46
LIMITE D'ATTERBERG	WL %	50.81	56.13	59.12	49.58	48.66	50.91	56.74	50.25	53.85	48.74	53.00	52.96
	WP %	25.47	27.34	29.23	25.22	24.13	26.45	27.65	24.35	26.55	24.14	26.32	25.47
	IP	25.34	28.79	29.89	24.36	24.53	24.46	29.09	25.90	27.30	24.60	26.68	27.49
RESISTANCE / COMPRESSION Rc bars		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPRESSIBILITE	Pc bars	2.76	2.32	2.48	2.78	1.75	1.98	1.71	1.84	1.81	1.68	1.95	1.86
	Cc (%)	19.57	14.28	16.61	17.91	12.62	13.93	13.29	13.62	14.28	12.29	13.95	11.61
A L'OEDOMETRIE	Cg(%)	4.72	3.26	4.14	4.05	2.85	2.44	4.14	4.25	3.16	2.85	2.85	2.18
CISAILLEMENT RECTILIGNE	Cuu bars	0.76	0.75	0.75	0.74	0.68	0.76	0.77	0.73	0.77	0.75	0.69	0.74
	$\phi_{uu}^{\circ}$	2.29	3.21	2.29	4.94	5.57	2.00	2.32	3.49	2.12	3.26	5.28	3.38
ANALYSES CHIMIQUES	Insoluble	87.15	90.16	89.31	85.50	89.50	86.55	88.91	87.26	89.64	90.22	89.16	90.08
	CaCo3	11.76	11.76	14.70	11.76	14.70	14.70	17.64	14.70	14.70	14.70	17.64	11.76
	So42H2o	9.05	8.95	8.94	8.32	8.59	8.80	8.04	8.64	7.95	8.12	8.42	7.10
	So 4--	4031	3825	3815	3420	3531	3617	3305	3511	3285	3315	3461	3150

SONDAGE / PUIITS		S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
PROFONDEUR (m)		2.10 - 3.00	2.50- 3.20	2.00- 2.80	3.00- 3.70	5.10- 6.00	4.10- 5.00	3.60- 4.20
TENEUR/EAUNATUREL LE(Wn)%		20.82	19.72	21.90	22.16	20.09	23.17	22.74
MASSE VOLU. APPAR.( $\gamma_d$ ) t/m <sup>3</sup>		1.70	1.72	1.67	1.66	1.71	1.65	1.65
DEGRE DE SATURATION (Sr)%		95.38	93.30	96.44	95.46	94.06	97.74	96.78
GRANULARIT E  % TAMISAT	2mm	92	93	92	93	94	94	94
	80 $\mu$ m	82	84	81	86	87	86	87
	60 $\mu$ m	74	72	70	78	76	75	78
	2 $\mu$ m	46	44	44	49	48	47	48
LIMITE  D'ATTERBERG	WL %	45.55	43.65	51.01	50.45	47.75	53.59	53.68
	WP %	21.57	20.85	25.36	24.57	22.87	26.87	26.78
	IP	23.98	22.80	25.65	25.88	24.88	26.72	26.90
RESISTANCE / COMPRESSION Rc bars		-	-	-	-	-	-	-
COMPRESSIBILITE  A L'OEDOMETRIE	Pc bars	1.75	1.73	1.21	1.32	2.05	2.03	1.95
	Cc (%)	13.29	12.96	10.96	10.30	12.62	14.62	13.95
	Cg(%)	4.19	4.09	2.74	2.49	3.21	3.57	3.52
CISAILLEMENT  RECTILIGNE	Cuu bars	0.73	0.70	0.73	0.74	0.75	0.78	0.75
	$\phi_{uu}^\circ$	3.83	5.23	3.66	3.46	2.61	2.75	3.21
ANALYSES  CHIMIQUES	Insoluble	91.43	89.75	90.24	88.25	87.42	86.85	87.68
	CaCo <sub>3</sub>	11.76	14.70	11.76	14.70	17.64	14.70	14.70
	So <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	8.28	8.35	7.85	8.11	8.01	8.81	8.32
	So <sub>4</sub> --	3420	3425	3227	3577	3292	3621	3420



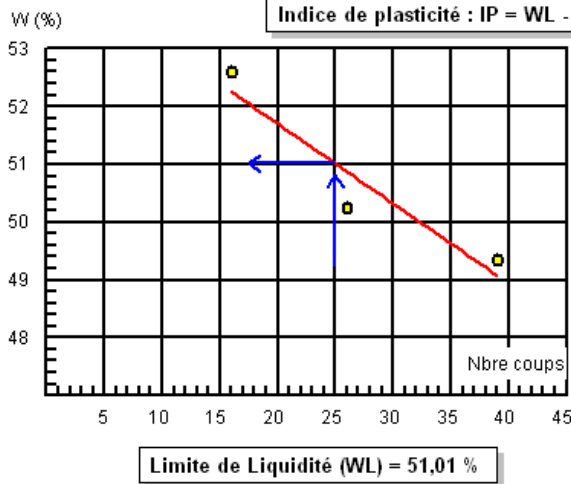
**Annexe III.4. Courbe granulométrique.**



## RAPPORT D'ESSAI

### LIMITES D'ATTERBERG: NF P 94 - 51

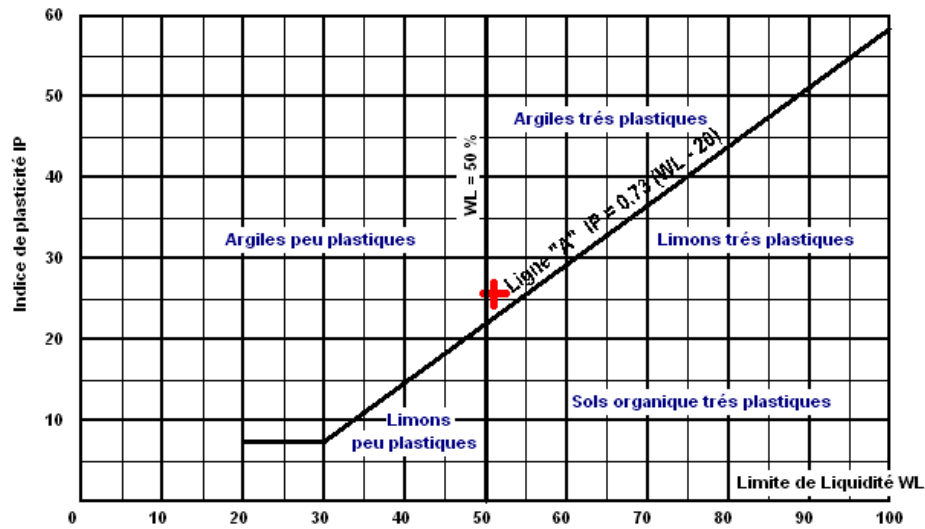
Etude : Etude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation	DR 601 8°12' Amazoui wilaya de Jijel
N° Dossier : 92/ES/2011	Profondeur : 2.00-2.80 m
Lieu : Amazoui wilaya de Jijel	Nature : Argile sableuse et graveleuse rouge
Client: DUC JJEL	Date essais : 22/06/2012



Essai N°	W (%)
1	25,36

**Limite de Plasticité  
WP = 25,36 %**

### ABAQUE DE CASAGRANDE



Programme : softext 2007 ©

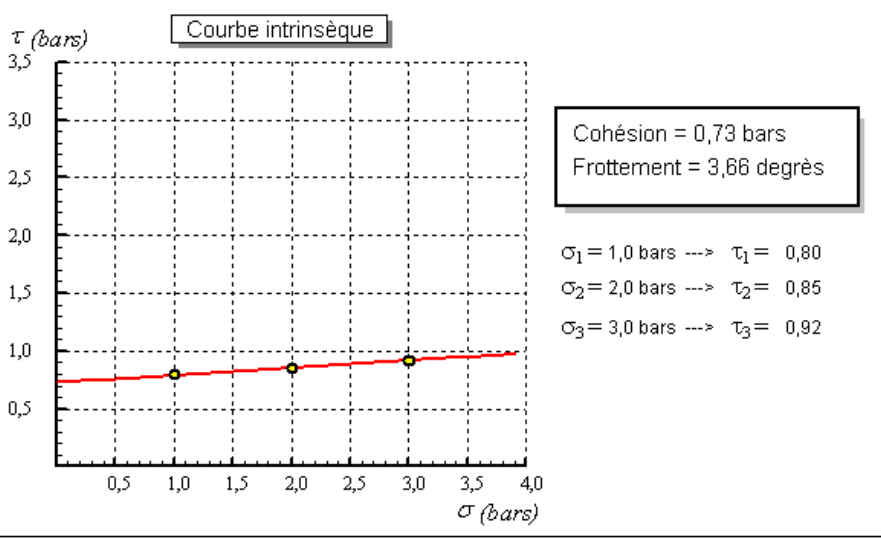
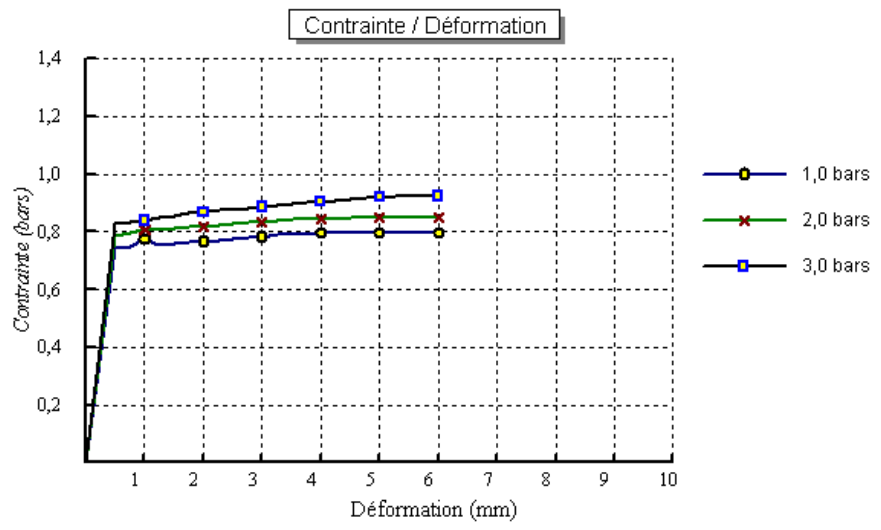
## Annexe III.5. Limite d'Atterberg.



### RAPPORT D'ESSAI

#### ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE: NF P94-071-1 Août 1994

Etude : Etude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation des sols de la zone d'habitat de type 20 Amazoui wilaya de Jijel	Type de sol : Argile
Dossier N° : 92/ES/2011	Vitesse de cisaillement : 1 mm/mn
N° Sond : S 15	Date début essais : 01/07/2012
Prof : 2.00-2.80 m	Date fin essais : 04/07/2012
Nature sol : Argile sableuse rouge et graveleuse	



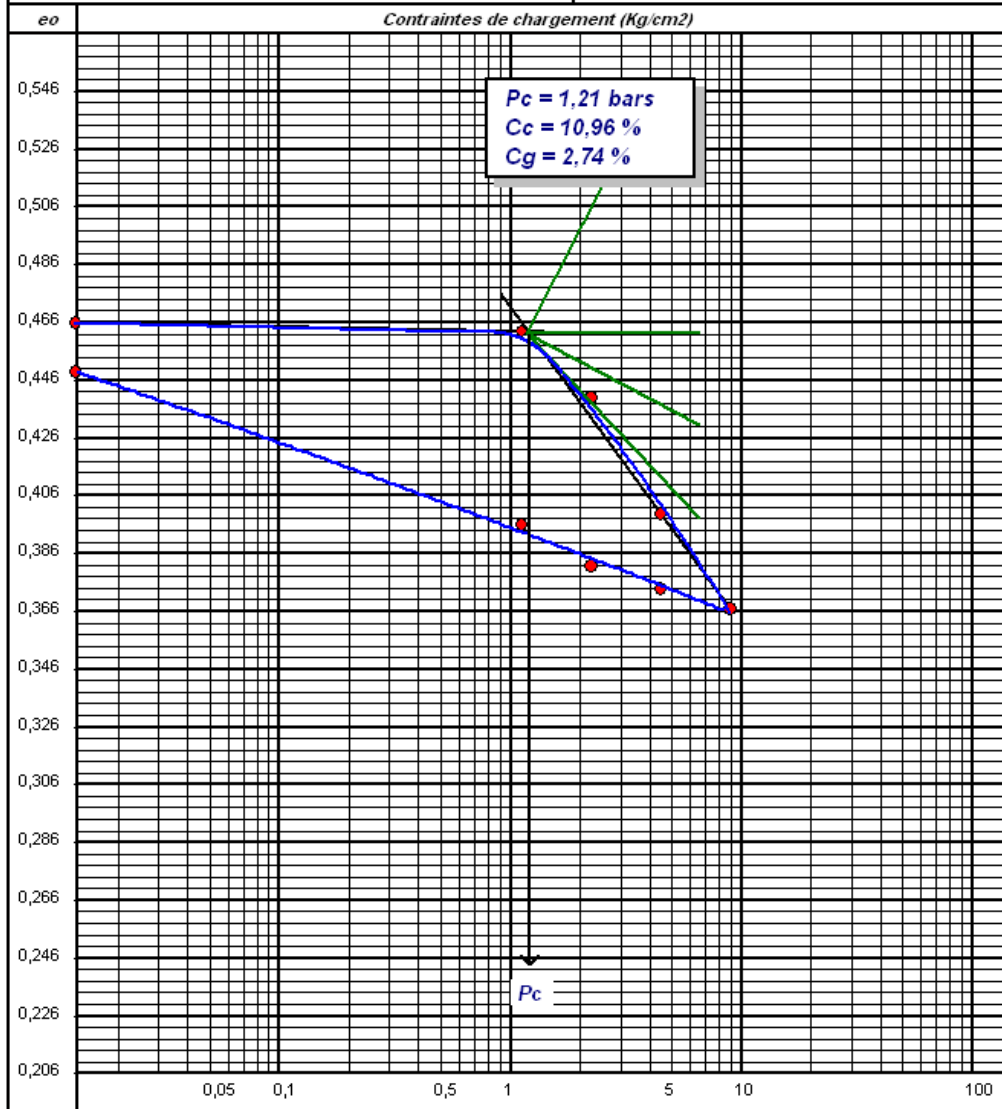
### Annexe III.6. Essai de cisaillement.



### RAPPORT D'ESSAI

#### ESSAI DE COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRIQUE : XP P 94-090-1

Etude : Etude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation de sols de la zone Amazouzi Wilaya de Jijel	Site : Cité Belkheired Hassene El Hoggar N° 05 Bel Air Wilaya de Jijel
N° Dossier : 92/ES/2011	Profondeur : 2,00-2,80 m
Lieu : Amazouzi wilaya de Jijel	Date essais : 23/06/2012 au 02/07/2012
Client : DUC JIJEL	Nature : Argile sableuse et graveleuse rouge



Programme : Soltes 2007 ©

### Annexe III.7. Essai de compressibilité a l'oedometrique.



FEUILLE DE CALCUL

**ESSAI OEDOMETRIQUE**

(Selon XP P 94-090-1)

Dossier N° : 92/ES/2011

Etude : Etude géotechnique d'urbanisation du plan d'occupation de sols de la zone industrielle n° 2011 de Bouibaoune Lakhdar - Jijel

Cient : DUC JIJEL

N° Sond : S 15

Prof : 2,00-2,80 m

Nature : Argile sableuse et graveleuse rouge

Date début essai : 23/06/2012

Date fin essai : 02/07/2012

Hauteur éprouvette (cm) : 1,665

Volume éprouvette (cm<sup>3</sup>) : 14,63

Poids sec (g) : 60,2

Densité des grains (kg/cm<sup>3</sup>) : 2,7

Hauteur des pleins <Hp> : 1,1355

Comparteur : 0,001

Pression (Bars)	Lecture comparat 1	Lecture comparat 2	Tassement Moyen (cm)	Indice des vides (eo)
0,013	5000		0,000	0,466
1,110	4960		0,004	0,463
2,220	4700		0,030	0,440
4,440	4250		0,075	0,400
8,880	3870		0,113	0,367
4,440	3950		0,105	0,374
2,220	4050		0,095	0,382
1,110	4200		0,080	0,396
0,013	4800		0,020	0,449

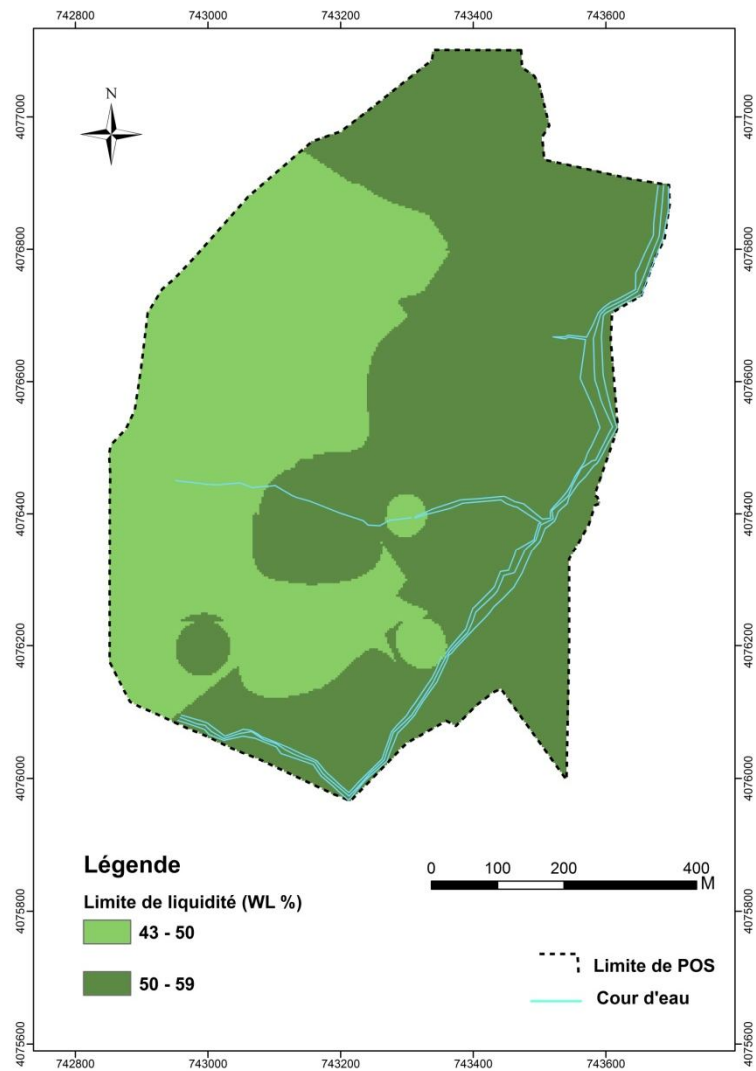
RESULTATS DES ESSAIS DE CONSOLIDATION

Palliers de contrainte (bars)	Cv en cm <sup>2</sup> /s

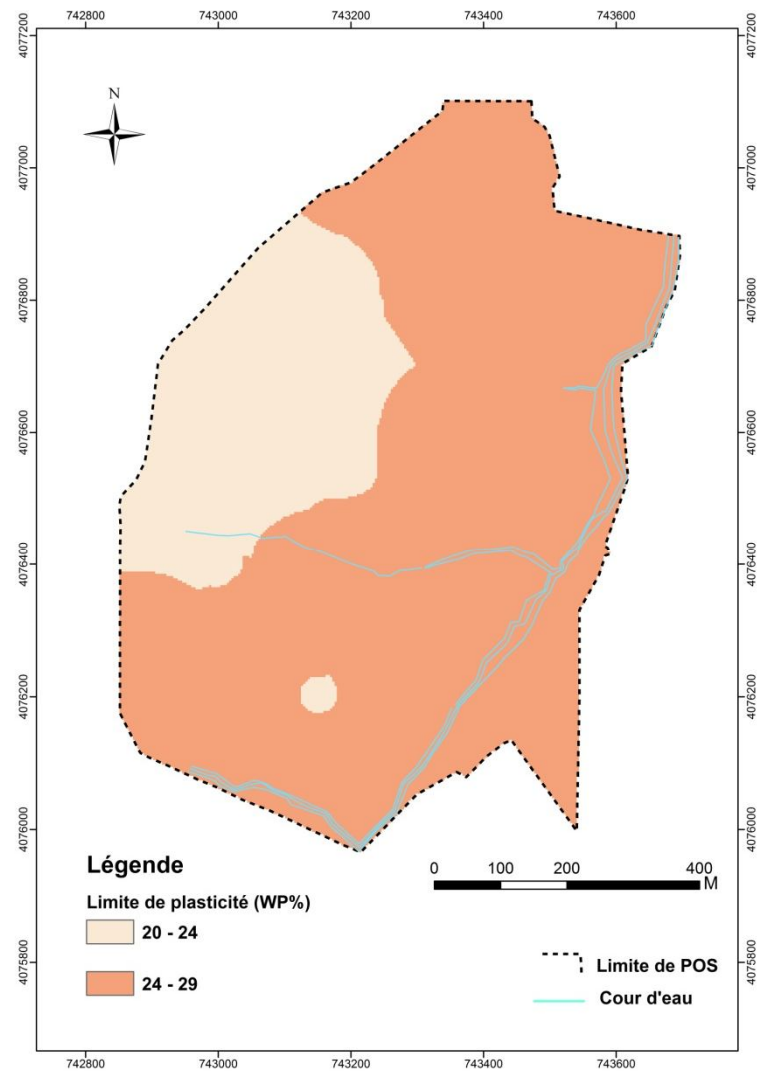
$\Delta H = 0,020$   
 $H_w = 0,509$   
 $H_s = 1,1355$   
 $H = 1,665$   
 $H - H_s = 0,5293$

**Annexe III.8. Essai oedométrique.**

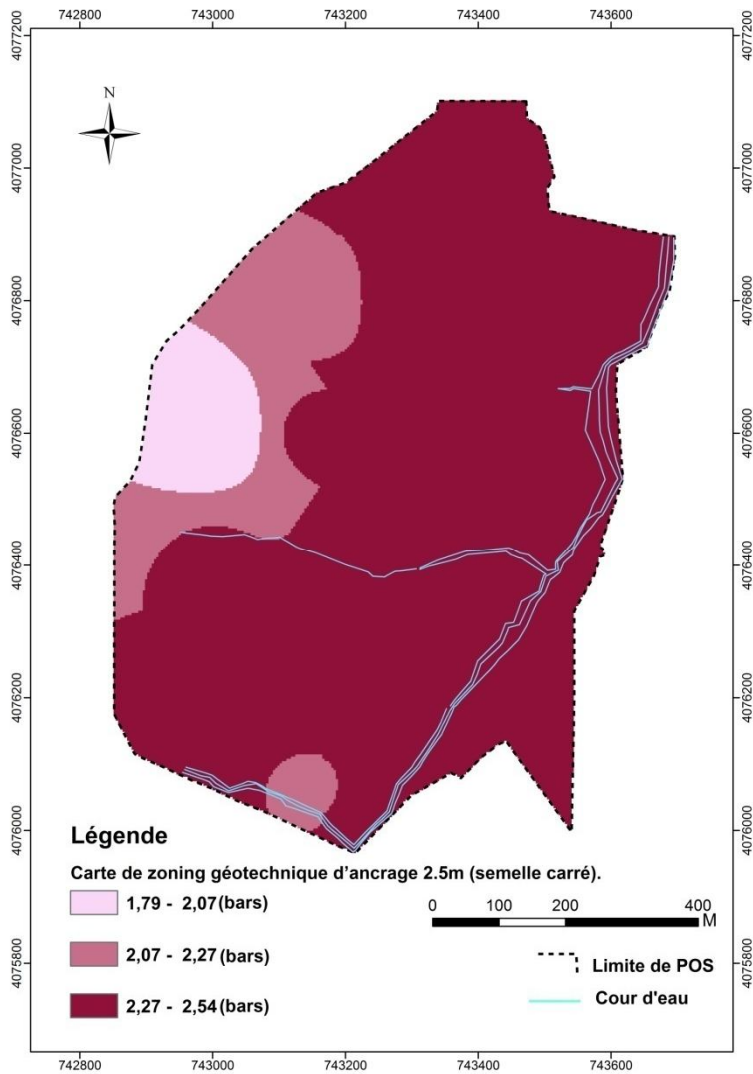




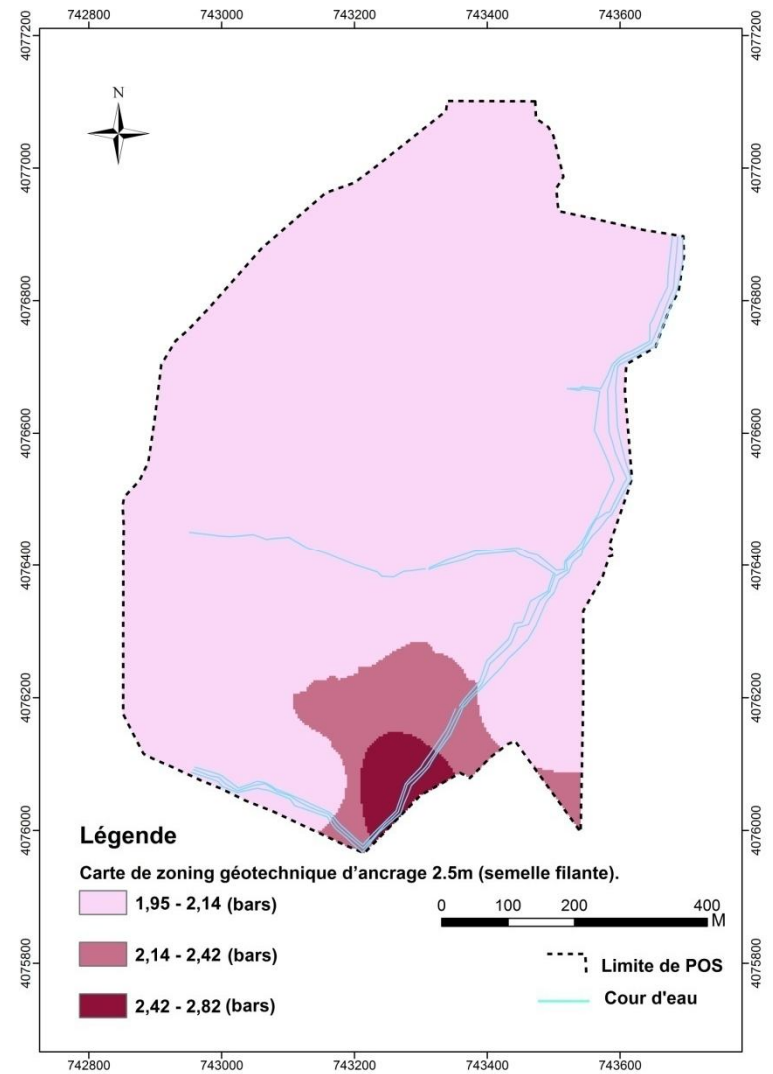
**Annexe. III.9.limite de liquidité.**



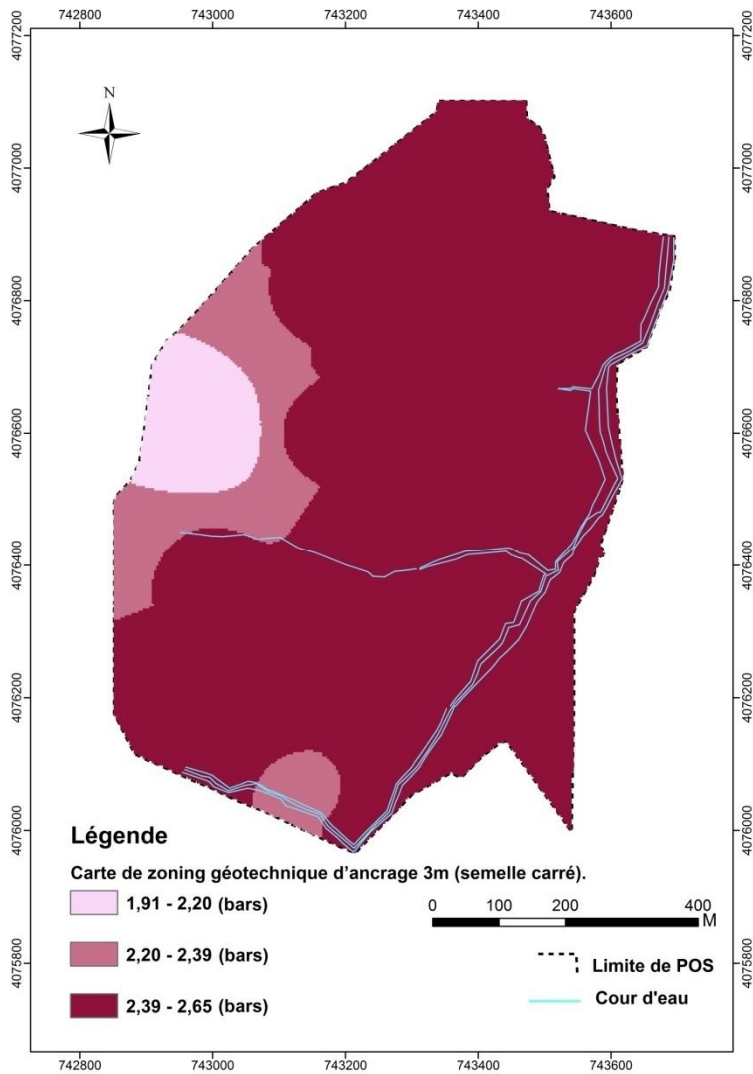
**Annexe. III.10.limite de plasticité.**



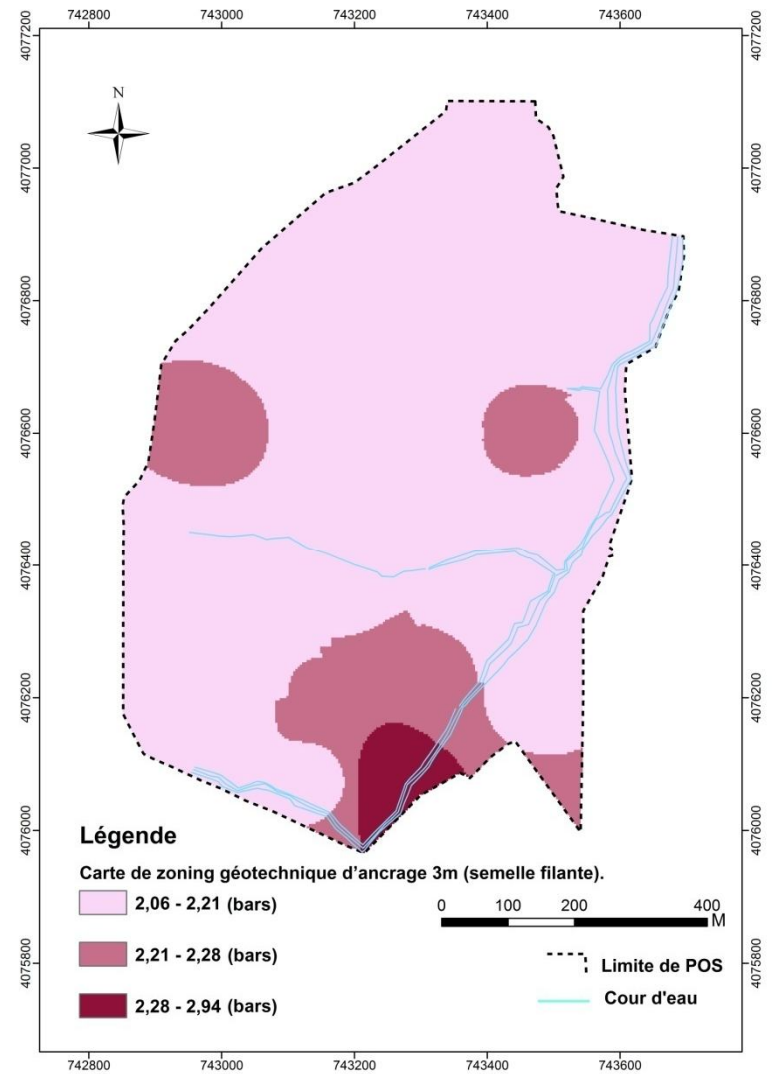
**Annexe. III.11. Carte de zonage géotechnique de Qad à une profondeur d'ancrage de 2.5m. (semelle carré).**



**Annexe. III.12. Carte de zonage géotechnique de Qad à une profondeur d'ancrage de 2.5m. (Semelle filante).**



**Annexe. III.13. Carte de zoning géotechnique de Qad à une profondeur d'ancrage de 3m. (semelle carré).**



**Annexe. III.14. Carte de zoning géotechnique de Qad à une profondeur d'ancrage de 3m. (semelle filante).**



## Résumé

La quantité d'informations de sous-sol qui peut être effectivement perçue et manipulée est abondante. L'utilisation des informations et système de gestion de base de données facilite la tâche d'étude des plans d'occupation de sol. Dans le cadre de la réalisation du plan d'occupation de sol numéro 20 d'Amazoui, nous avons utilisé le système d'information géographique (SIG) pour élaborer des cartes de zonage géotechniques. Selon les valeurs des données géotechniques d'échantillonnage, une valeur estimée est attribuée à tous les autres endroits en utilisant la fonction de création de surfaces (méthode de pondération par l'inverse de la distance: IDW), une carte de répartition spéciale pour chaque paramètre a été élaborée, ainsi que, des cartes des contraintes admissibles pour les deux types de semelles à des profondeurs d'ancrage variable. Une carte d'aptitude à la construction est développée en tenant en compte le facteur morphologique et la nature du sol. Ce Travail rend compte du potentiel des SIG pour trouver la solution de phénomènes, qui était très pénible par tout autre moyen, non seulement en termes de précision, mais aussi par l'utilisation.

## Mots clefs :

Système d'information géographique (SIG), Plan d'occupation de sol, Géotechnique, Amazoui.

## Abstract

The amount of information basement that can be effectively collected and manipulated is abundant. The use of information and database management system facilitates the study stain of soil use plans. As part of the implementation of SOP No. 20 Amazoui, we used the geographic information system (GIS) to develop the geotechnical zoning maps. Depending on the values of sampling geotechnical data, an estimated value is assigned to all the other places by using the function for creating surfaces (inverse distance weighted technique), a special distribution map for each parameter has been developed as well as the maps allowable stress for the two types footing of variable anchorage depths. A suitability map construction is developed taking into account the morphological factor and nature of the soil. This work reflects the potential of GIS for the solution of phenomena, which was very painful by any other means, not only in terms of accuracy, but also by use.

## Keywords:

Geographic Information System (GIS), Soil use plan, Geotechnical, Amazoui.

## ملخص

كمية معلومات البنية التحتية للأرض التي يمكن جمعها ومعالجتها بشكل فعال. استخدام نظم المعلومات وإدارة قواعد البيانات يسهل دراسة مخطط شغل الأراضي. في إطار إنشاء مخطط شغل الأراضي أمزوي رقم 20 ، استخدمنا نظم المعلومات الجغرافية (SIG) لتصميم خرائط التقسيم الجيوتقني وفقا لقيم المعطيات الجيوتقنية للعينات ، يتم تعيين القيمة التقديرية لجميع الأماكن الأخرى باستخدام إنشاء سطح (طريقة التريجيج عن طريق عكس المسافة : IDW ) ، وقد وضعت خريطة التوزيع الخاصة المتعلقة بكل معامل وخرائط الضغوط المسموح بها لكل نوعين من الأسس لأعماق مختلفة. تم إنشاء خريطة ملائمة للبناء مع الأخذ بعين الاعتبار للعامل المورفولوجي و طبيعة التربة، يعكس هذا العمل إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في حل من الظواهر التي كان مرهقا جدا حلها بأي وسيلة أخرى، وليس فقط من حيث الدقة، ولكن أيضا من حيث الاستخدام.

## الكلمات المفتاحية :

نظم المعلومات الجغرافية (SIG) ، مخطط شغل الأراضي، الجيوتقني، أمزوي.

