

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

**Etude Géologique et Géotechnique du P.O.S N°03 - Sis à
Chekfa – Wilaya de Jijel**

Membres de Jury

Président : REMOUM.Karim

Examineur: BOUHANOUNA .Amel

Encadrant: BENZAID. Riad

ROUIKHA.Youcef

Présenté par :

BOUADAM Nawel

MOUZAOUI Naima

Année Universitaire 2015-2016

Numéro d'ordre (bibliothèque) :



Annexes 01: Les données climatiques

Tableau 1: Précipitation en (mm) de la station d'Achouat pour la période (1988-2015) :

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec
1988	12,9	10,7	12,6	15	18,1	21,5	24,7	25,9	21,5	20,7	15,8	11,1
1989	10,3	11,8	13,8	14,9	17,3	21,1	25,2	26,2	23,5	19,7	16,4	15,3
1990	11,5	13,2	13,9	14,3	18,3	22,1	24,5	24,3	25,4	20,9	15,7	10,7
1991	10,5	10,6	14,4	13,5	15,2	21,2	24,7	25,8	24,6	19,6	14,1	11,2
1992	9,8	11	12,3	14,3	7,5	20,4	23	24,9	23,7	18,5	15,1	12,2
1993	9,6	10,7	12,1	14,6	18,7	21,6	23,8	25,4	22,5	19,8	14,5	12,1
1994	11,9	12,2	13,6	13,9	19,2	22	25,5	28,6	24,9	20,5	16,9	12,6
1995	11,8	13,4	13,1	14,1	19,2	22,4	25,1	26,1	22,8	20,4	16,8	15
1996	14,4	11,5	13,8	15,7	18,1	21,7	24,7	25,6	21,5	17,8	16,1	14,3
1997	13,5	12,2	12,9	15,4	19,8	23,9	24,4	25,8	24	20,3	16,5	13,7
1998	12,5	12,3	13,5	15,8	18,2	22,9	24,7	25,4	23,7	17,8	14,4	11,4
1999	11,6	10,4	13,6	15	20,4	23,3	25,1	27,8	24,8	22,9	14,7	12,2
2000	9,5	11,9	13,6	16,3	19,7	21,9	25,9	26,6	23,5	19,4	15,4	13,4
2001	12,5	11,2	17	15,2	18	23,4	24,9	26,1	22,9	22,6	15,1	10,7
2002	10,7	11,7	14	15,1	18,4	22,4	24,5	25	22,8	19,5	16,7	13,9
2003	11,6	11	13,7	16	18,4	25,3	27,7	28,3	24	21,1	16,1	12
2004	11,4	12,3	13,6	14,9	17,2	21,7	24,8	26,7	24,1	22	14	12,8
2005	9	9,2	13	16	19,8	23,5	26,2	25,5	23,7	21	15,7	11,8
2006	10,9	11,3	14,2	17,8	20,8	23,4	26,1	25,4	23,4	22,1	17,9	13,6
2007	12,3	13,9	13,2	16,7	19,8	22,8	25,1	26,8	23,5	20	14,9	12,3
2008	12,4	13,1	9	16,6	18,9	22,3	25,9	26	24,2	20,3	15	11,9
2009	11,9	11,6	13,2	15,2	20,8	23,6	27,4	27	23,4	20,1	16,5	14,7
2010	12,5	13,9	14,4	16,4	18	21,5	25,5	25,5	23,3	20,1	19,8	13,2
2011	11,9	11,8	14,4	17,2	19,6	22,5	26,4	26,3	24,4	20,5	17	13,1
2012	11,5	8,7	13,9	16,3	19,2	24,9	26,4	27,9	23,1	21,1	17,1	13
2013	11,9	10,5	15,2	16,4	18,1	20,9	25,2	25,4	23,7	22,8	15,4	12,5
2014	13,3	13,6	13,4	17,1	18,9	23,2	25,5	26,3	26,2	22,2	18,8	13,1
2015	12	11	15	17	20	22,9	27	27	25	21	16	12,9

Tableau 2: La température en (C°) de la station d'Achouat pour la période (1988-2015) :

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec
1988	85	128	70,4	65,6	42,2	18,4	0	0	134,1	2,3	184,6	284,6
1989	112,6	92	67,2	178,4	9,3	8,5	9,2	8,8	52,2	26,7	148,5	124
1990	120,1	0	54,1	87,2	74,1	8,5	6,2	29,4	0,9	107,4	251,2	411,2
1991	115,4	139,6	126,2	42,2	50,5	3,3	0	3,1	40,5	220,6	98,1	67,5
1992	122,9	56	201,4	165,5	98,3	26,1	9,5	0,2	11,5	121,9	60,3	319,3
1993	107,9	113,7	66,7	103,7	66,5	7,5	0	0	32,7	84,3	126,1	158
1994	107,1	141,9	0	92,4	14,5	0	0,3	0,5	93,3	122,9	5	371,6
1995	173,3	37,4	104,1	56,5	5,6	20,6	1,7	9,5	58,5	72,3	96,1	94,6
1996	102,1	313,1	122,4	128,8	60,9	45,1	3,2	10,7	45,1	129,7	110	128,1
1997	58	12,9	12,2	82,2	28,6	27,2	5,8	7,4	110,7	196,5	188,1	121,4
1998	42,3	142,9	67,5	106,1	130,1	3,8	0	20,4	94,3	51,5	339,3	151,8
1999	163,2	97	62,1	42,7	5,9	4	1,6	5,6	27	23,9	250,8	247,7
2000	108,6	42,4	17	33,2	95,3	13,5	1,4	2,7	25,7	89,8	117,8	84,6
2001	247,7	110,9	14,2	50,7	50,3	3,7	0	2,5	38,8	1,1	125,2	142,4
2002	71,8	66,3	37,6	49,7	15,3	4,4	16,2	86,2	49,5	103	182	407,3
2003	333,1	115	30,7	130	70,9	0,8	7,1	0	128,4	76	82	220,5
2004	137,2	83,3	75,2	96,6	81,2	56,4	1,3	4,3	75,8	34,8	267,1	158,8
2005	262,1	212,6	85,5	121,8	4,8	0	1,2	18,4	56,4	21,4	134,5	171,6
2006	178,2	165,5	54,9	24,1	32,7	2,8	0	34,8	45,3	37,9	39,6	215,4
2007	12,3	74,5	268,5	70,6	14,4	26,4	3,3	4,8	70,8	142,9	291,4	211,3
2008	34,3	27,4	172,1	18,8	144,7	3,7	0	1,3	86,7	30,8	109,8	145,9
2009	207,9	85,9	78,2	183,8	14,4	0,3	0,5	10,8	172,3	68,1	154,9	139,6
2010	121,4	60,2	105,4	52,5	81	49,5	2,1	1,4	53	218,5	195,9	110,3
2011	78,6	143,5	89,8	69,7	33,4	27	8,1	0	14,7	247,1	134,5	160
2012	64,9	368,5	95,9	189,4	3,1	0,6	0,4	110,9	105,6	162,8	82,6	81,4
2013	210,3	211,6	81,2	41,9	144,6	0,6	1,6	42,9	48,5	54,2	349,9	125,2
2014	133,7	85,1	154	13,1	7,1	13,9	0,2	4,1	24,9	49	182,9	338,1
2015	170,95	268,98	119	2	25,75	68	0	3,87	89	131,75	148	9,7



Tableau 3: L'humidité relative en (mm) de la station d'Achouat pour la période (1991-2008) :

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1991	76	79	80	78	77	77	77	77	77	77	73	71
1992	76	79	82	78	83	85	82	81	84	78	81	74
1993	78	76	80	83	81	77	76	77	76	77	76	77
1994	70	79	77	80	83	77	81	68	76	70	69	65
1995	72	73	69	75	75	70	75	77	72	76	72	69
1996	114	77	74	74	72	75	76	76	119	77	69	73
1997	74	76	77	75	72	83	77	74	77	73	74	71
1998	88	77	80	79	78	82	75	76	82	75	74	76
1999	74	67	80	81	81	79	75	75	73	73	70	70
2000	77	74	77	72	80	77	78	71	81	81	69	69
2001	77	71	77	78	77	77	73	77	79	67	73	71
2002	74	73	71	76	78	77	75	76	73	76	75	76
2003	79	76	75	80	78	75	75	79	80	69	68	67
2004	73	69	82	77	80	78	79	76	78	78	75	71
2005	71	77	74	77	80	77	79	76	76	73	69	68
2006	70	73	70	77	73	76	73	74	79	66	70	71
2007	75	80	76	77	80	81	74	80	72	75	73	70
2008	80	76	77	78	77	74	78	73	82	75	71	72

Tableau 4: Evaporation en (mm) de la station d'Achouat pour la période (1991-2008) :

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1991	122	90	64	64	65	64	99	89	89	104	147	164
1992	128	91	58	68	44	61	56	76	60	105	93	128
1993	115	99	62	56	48	65	78	81	92	96	125	120
1994	142	78	73	47	75	83	53	83	96	136	157	179
1995	109	81	96	75	87	64	81	74	106	85	123	134
1996	100	79	74	66	88	72	72	71	69	83	133	117
1997	76	64	54	52	63	31	50	61	64	88	87	91
1998	72	51	40	42	49	31	53	52	41	79	75	74
1999	87	101	48	44	33	36	55	52	75	79	100	109
2000	75	65	55	63	33	44	46	78	46	55	105	106
2001	64	84	48	37	49	41	78	54	55	107	89	97
2002	77	68	83	51	38	40	53	48	70	56	64	79
2003	72	61	51	48	48	42	51	45	44	93	110	107
2004	81	80	28	45	39	47	46	48	53	58	75	89
2005	89	58	54	41	43	41	40	52	55	76	102	96
2006	87	79	74	49	56	40	70	66	57	101	97	93
2007	78	62	57	48	37	37	43	46	82	77	88	117
2008	93	62	68	47	46	51	49	59	50	70	98	94



Annexes 01: Les données géotechniques

Pénétromètre TECOINSA



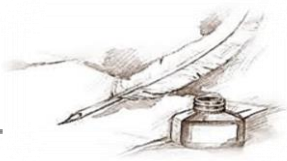
Sondeuse ABYSS III



Photo : Appareillage utilisé dans la campagne géotechnique



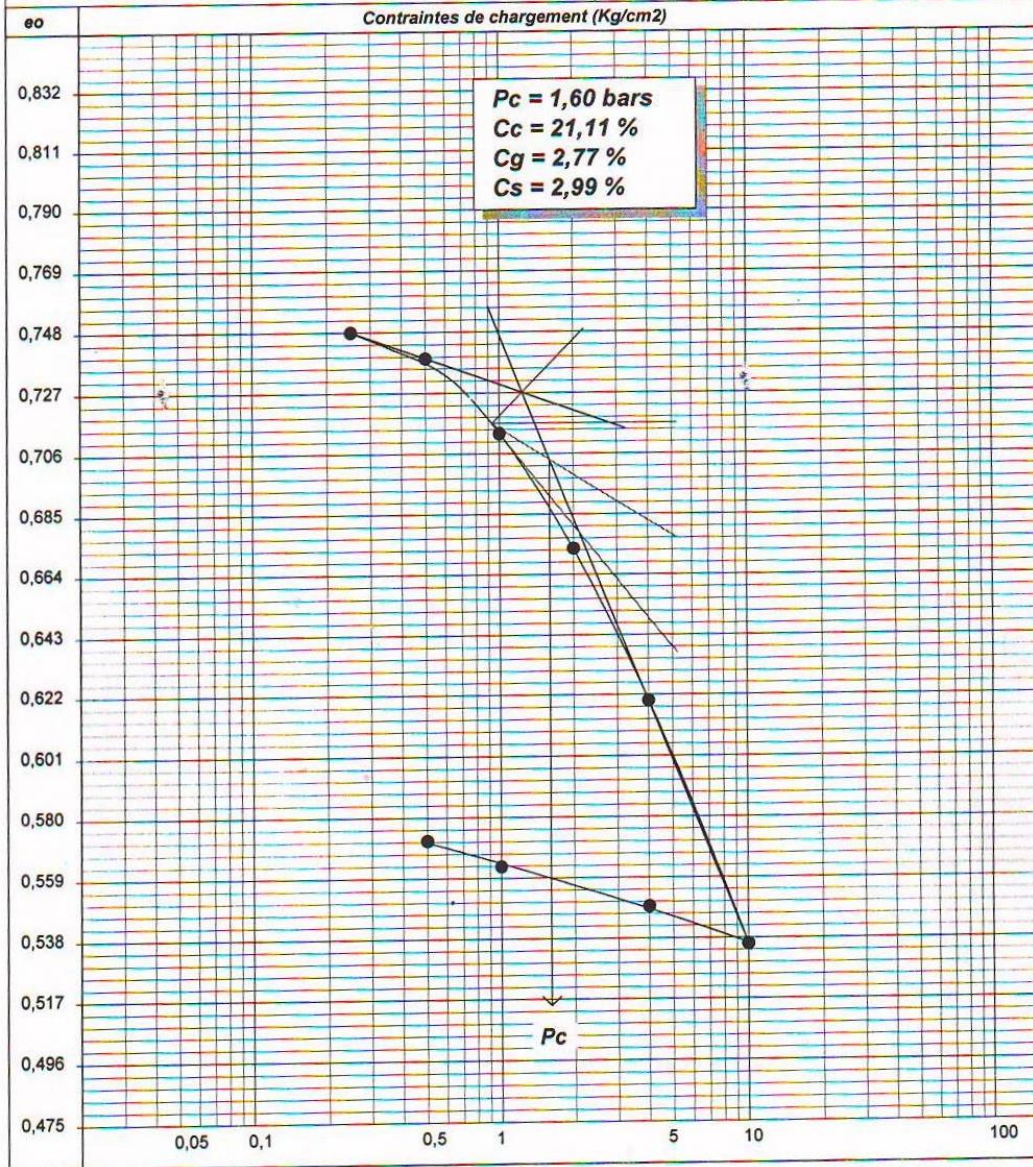
Illustrant la lithologie rencontrée dans notre site d'étude. (Sondage n 14).



ESSAI OEDOMETRIQUE (Selon XP P 94-090-1)

Etude : Etude Géotechnique de POS n°=03"Chekfa"
 Lieu :
 Client : DUC de Jijel
 Nature : Argile marneuse

Réf Sondage : 05
 Profondeur : 3,5-4,0m
 Date essai :
 Opérateur :



Remerciements

Ce modeste travail, a été réalisé dans des conditions relativement assez favorables. C'est pourquoi, nous remercions en premier lieu Allah le tout puissant qui nous a donné la force, la volonté, et le courage pour accomplir ce travail.

Tout d'abord nos vifs remerciements et nos gratitude vont tout droit à notre encadreur :

Mr. Rouikha Youcef et Mr. Benzaid Riad de nous avoir fait confiance et accepté de diriger ce mémoire et qui, malgré ses multiples obligations, n'a jamais ménagé aucun effort pour suivre cette étude de près pendant toute la durée du travail.

Nous tenons également à remercier le personnel de l'A.N.R.H et D.U.C de Jijel pour avoir accepté de mettre à notre disposition les données nécessaires pour cette étude.

Nous remercions également tous les enseignants du département des Sciences de la Terre et de l'Univers et particulièrement membre du jury.

Nos sincères remerciements vont également à tous nos collègues de notre promotion master.

Mes meilleurs remerciements vont également aux personnes qui nous ont encouragé et aidé à la réalisation de ce travail, et nous ont compris quand le moral était au plus bas.

Merci enfin à tous ceux qui ont lu et liront ce mémoire...

Nawel et Naima

Dédicaces

*Merci pour Dieu de m'avoir dévoilé le chemin de la réussite et
du savoir.*

Je dédie ce Modest travail :

*Mes très chers parents Mansour et Fatima pour leurs
sacrifices, soutien et amour. Je leurs serai éternellement
reconnaissante.*

A mon deuxième père Amar et sa famille

Mes chers frères et sœurs, qui ont toujours été là pour moi.

Hayette, Nabil, Djamel et Salima

A tous les enfants de mes sœurs et frère.

Douaa, Adam, Safaa, Mohamed et faras.

*À mon fiancé Samir qui mon encouragé et votre soutient m'ont
permis d'atteindre mon but*

A toute ma grande famille.

Mon encadreur : Mr Rouikha Y et Mr Benzaid R,

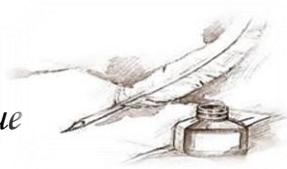
A ma collègues de travail: Nawal.

A mes chères amies (es) chacun de son nom

A tous mes collègues de la promotion Master 2.

*A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation
de ce travail.*

MOUZAOUI NAIMA



III.1 Introduction :

L'étude hydro-climatologique est primordiale dans toute étude géologique, hydrogéologique et même géotechnique puisqu'elle permet l'estimation quantitative des ressources en eau disponibles et renseigne sur le régime hydrologique et hydrogéologique de la région étudiée.

L'importance du caractère hydrologique de la région d'étude conditionne l'occurrence et l'intensité des mouvements de terrain. L'étude hydrologique passe principalement par un traitement des mesures hydro-climatologique permettant d'établir le bilan hydrologique et par conséquent comprendre les mécanismes de la circulation et de l'infiltration des eaux dans le sol ce qui peut provoquer les mouvements de terrain.

III.2 Hydro-climatologie de la région étudiée :

III.2.1 Aperçu général sur le climat :

Le climat Algérien est caractérisé par la variation de la répartition des précipitations et des températures. Cette variation est due à l'influence de la mer méditerranéenne ainsi qu'à la morphologie générale du pays. La région de Jijel fait partie du littoral Est-Algérien, elle est caractérisée par un climat méditerranéen, doux et humide en hiver, chaud et sec en été.

Le caractère le plus important du climat Algérien, est sans doute la grande variation des précipitations et des températures, celles-ci sont conditionnées par les influences méditerranéennes et sahariennes et les irrégularités topographiques, en premier lieu l'altitude et l'orientation des chaînes montagneuses de l'atlas tellien et saharien, qui jouent le rôle de barrières en face des vents désertiques du Sud, et ceux chargés d'humidité venant du Nord, et protègent les hautes plaines.

Le climat est le résultat de différents éléments comme la température, la pluviosité, le vent et l'humidité relative qui sont susceptibles d'agir directement ou indirectement sur une région.

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d'Algérie. Elle possède un climat méditerranéen tempéré, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été, avec une période pluvieuse qui s'étale du mois d'octobre au mois de Mai. La pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 1200mm/an, alors que, les températures varient entre 20°C et 35°C en été et entre 5°C à 15°C en hiver. La saison de pluie dure environ 06 mois. Dans la région de Jijel Les orages sont parfois très violents, de courtes durées et donc d'intensité forte (ce qui accroît leur rôle dans l'érosion).

Les périodes sèches qui s'échelonnent du mois de Mai au mois de Septembre vont avoir quelques répercussions sur l'hydrogéologie de la région.

Dans notre étude nous avons utilisé des données à partir de l'année 2005 jusqu'au 2015. La station d'Achouat, semble la mieux indiquée pour représenter le climat de la zone d'étude pour les raisons suivantes :

- sa proximité par rapport au site étudié.
- son altitude moyenne proche de celle du site étudié. (Tableau III.1).



Tableau III .1 Caractéristiques de la station pluviométrique d’Achouat (Aéroport de Jijel)

Stations	Attitude	Longitude	Altitude(m)	Période d’observation des précipitations et température
Achouat	36°48 Nord	5°53 Est	8 m	2005 /2015

III.2.1.1.1 Précipitations :

Le terme précipitations englobe toutes les eaux météoriques, la hauteur de la lame d’eau recueillie par le pluviomètre, quel que soit l’origine de cette eau, pluie, neige, ou autres formes de condensation. Nous intéresserons dans cette étude uniquement aux précipitations liquides (pluies), qui constituent le facteur principal dans le comportement hydrologique de la région. L’étude des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières a été effectuée à partir des données des périodes récentes qui s’étend de 2005 à 2015.

• Pluviométrie moyenne annuelle :

En se basant sur les données émanant des services hydrauliques de la wilaya de Jijel, on a fait ressortir quatre zones pluviométriques (Figure III.1) :

- *.Zone A : > 1500mm/an sur les sommets élevés de la wilaya.
- *.Zone B : 1200 à 1500 mm/an sur les versants Sud.
- *.Zone C : 1000 à 1200 mm/an sur les plaines côtières orientales.
- *.Zone D : 800 à 1000 mm/an sur les plaines à l’Ouest.

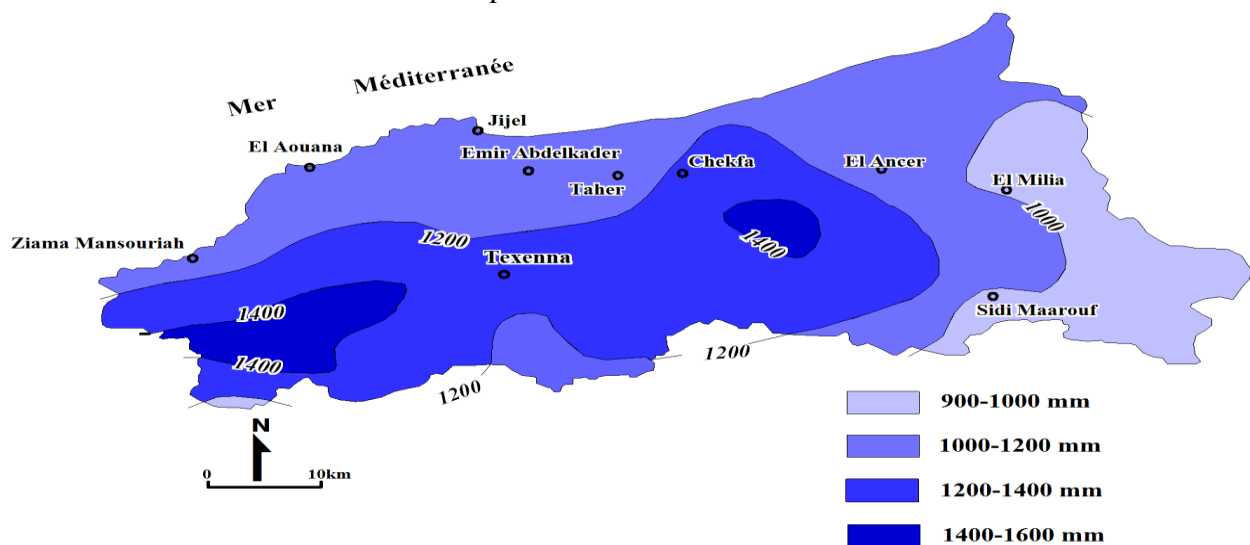


Fig. III.1 : Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel (ANRH, 1996) Durant la période 1970-1996.



Les précipitations liquides sont continus et de longue durée. Ainsi, leur étude est réalisée à partir des données des stations pluviométriques. La carte pluviométrique de la région de Jijel montre que la moyenne annuelle des pluies enregistrée à Chekfa est dans l'intervalle de **1200 à 1400 mm**.

a) Précipitations moyennes mensuelles :

La répartition mensuelle des précipitations annuelles et ses variations conditionnent (avec les facteurs thermiques et lithologiques), l'écoulement, le régime des cours d'eau et celui des nappes aquifères qui en sont liées.

Tableau III.2 : Précipitations moyennes mensuelles de la période 2005-2015(Station d'Achouat).

Station d'Achouat (Aéroport de Jijel)												
Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jul.	Août.
Précipitations moyennes mensuelles (mm)	69,75	105,86	165,82	155,32	134,06	154,89	118,59	71,61	46,00	17,53	1,58	21,21
Total	1062,20											

Le Tableau III.2 des données climatologiques anciennes montre que le maximum des précipitations est observé au mois de Novembre avec **106,82mm**, et le minimum pluviométrique aux mois de **Juillet : 1,58mm** avec un totale annuel de l'ordre de **1062,20mm**.

Le régime pluviométrique de la région d'étude est déterminé en fonction des pluies annuelles et mensuelles observées dans la station pluviométrique de d'Achouat.

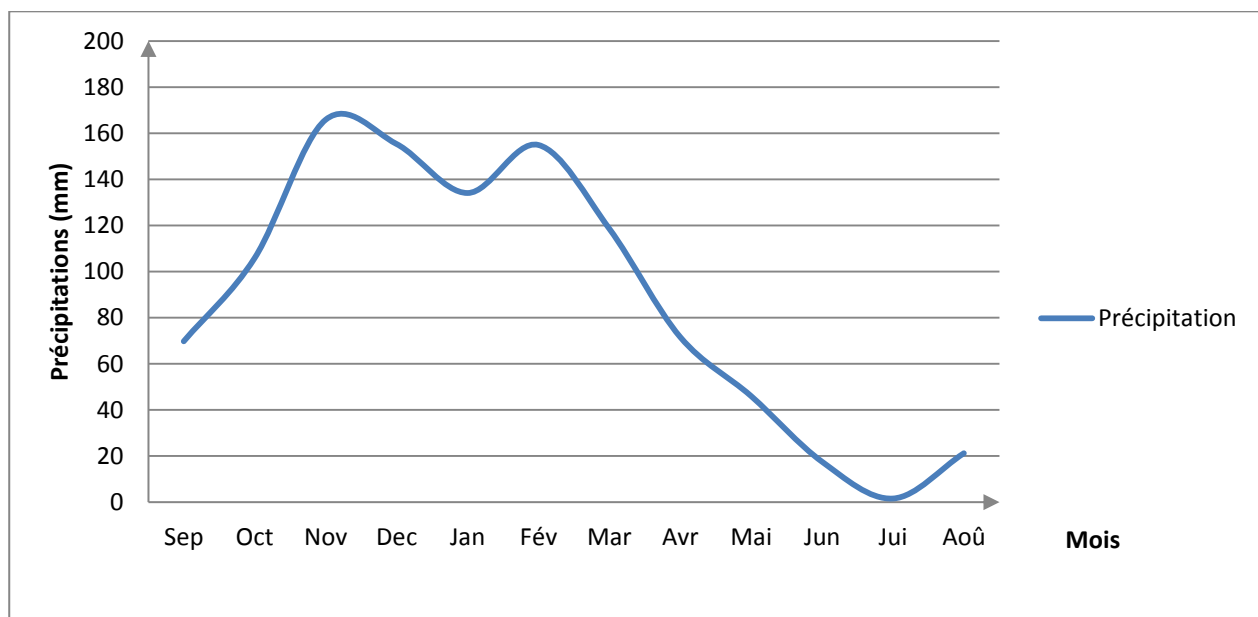
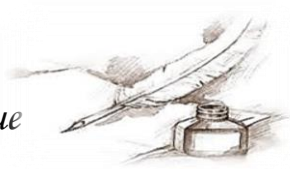


Fig. III.2 : Courbe des précipitations moyennes mensuelles de la période 2005-2015 (Station d'Achouat).



b) Précipitations saisonnières :

Le Tableau III. 3 montre la répartition saisonnière des précipitations concernant la station d'Achouat pour la période (2005 - 2015).

Tableau III.3 : Taux des précipitations saisonnières. (période 2005-2015)

Saison	Précipitations moyennes saisonnières (mm) station d'El Achouat	Précipitations moyennes saisonnières (%)
Automne	113,81	32,14 %
Hiver	148,09	41,83 %
Printemps	78,73	22,24 %
Eté	13,44	3,80 %
Total	354,07	100 %

Le Tableau III.3 et la Figure III.3 montre que l'hiver savéne la saison la plus humide avec une valeur de 41,83% de précipitations saisonnières. Par contre l'été représente la saison sèche avec une valeur de 3,80% :

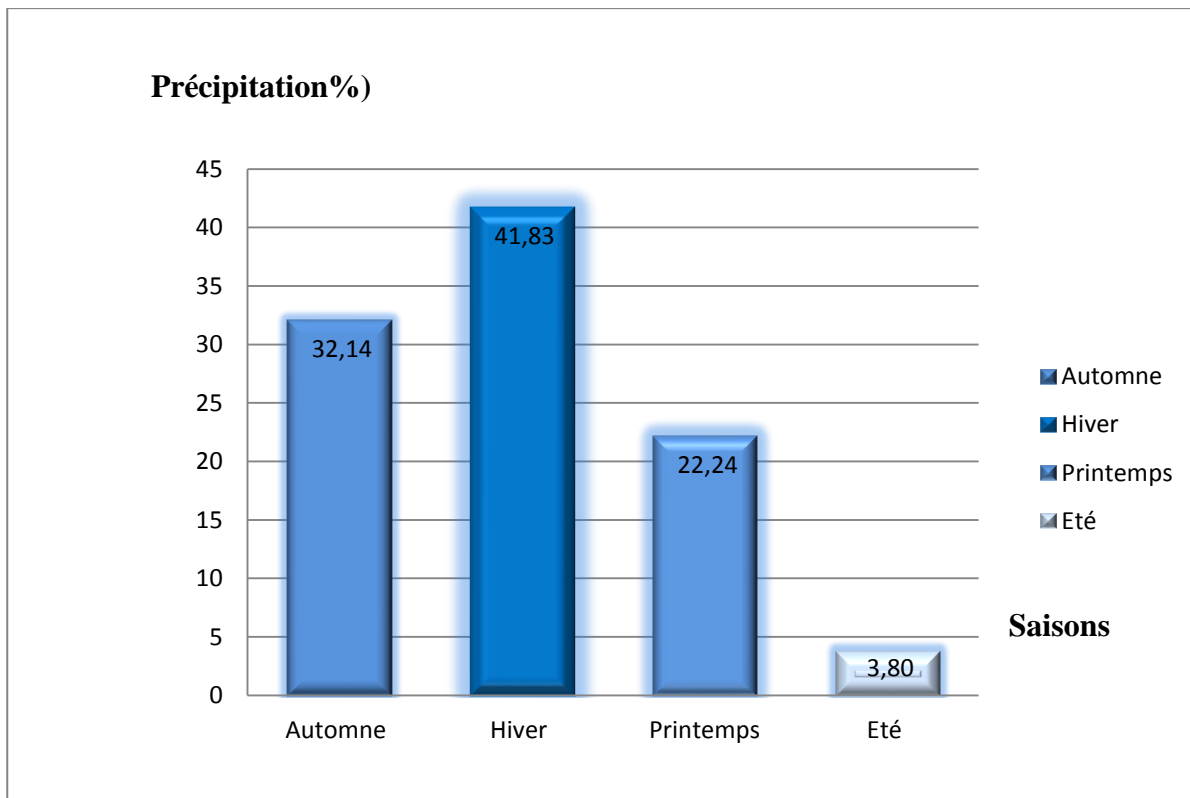


Fig. III.3 : Répartition saisonnière des précipitations enregistrées à la Station d'Achouat, (période 2005-2015).



c) Précipitations moyennes annuelles :

L'étude des précipitations moyennes annuelles s'est effectuée à partir des données qui s'étalent de l'année 2005 à 2015 pour la station d'Achouat. Le Tableau ci-dessous montre les précipitations moyennes annuelles.

Tableau III.4 : Précipitations moyennes annuelles pour la période 2005-2015 (Station d'Achouat).

Année	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Précipitations moyennes annuelles (mm)	1090,3	831,2	1191,2	775,5	1116,7	1051,2	1006,4	1266,1	1312,5	1006,1

Pour les années 2006-2009 les variations des précipitations présentent des fluctuations de faible ampleur, alors que ou enregistre l'inverse pour les années (2005-2006) et (2010 à 2015).

III.2.1.1.2 Températures :

La température est un facteur ayant une grande influence sur l'évapotranspiration, de ce fait elle joue un rôle important dans la modification du comportement des sols.

Le Tableau ci-dessous donne la répartition mensuelle de la température pour la période (2005-2015).

Tableau III.5 : Températures moyennes mensuelles (station d'Achouat, période 2005/2015).

Station d'El Achouat													
Mois	Automne			Hiver			Printemps			Eté			moyenne
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Juil.	Août	
Températures (C°) moyennes mensuelles	23,99	21,02	16,74	12,92	11,78	11,69	13,54	16,61	19,45	22,86	26,06	26,28	18,58
	20,58			12,13			16,53			25,07			

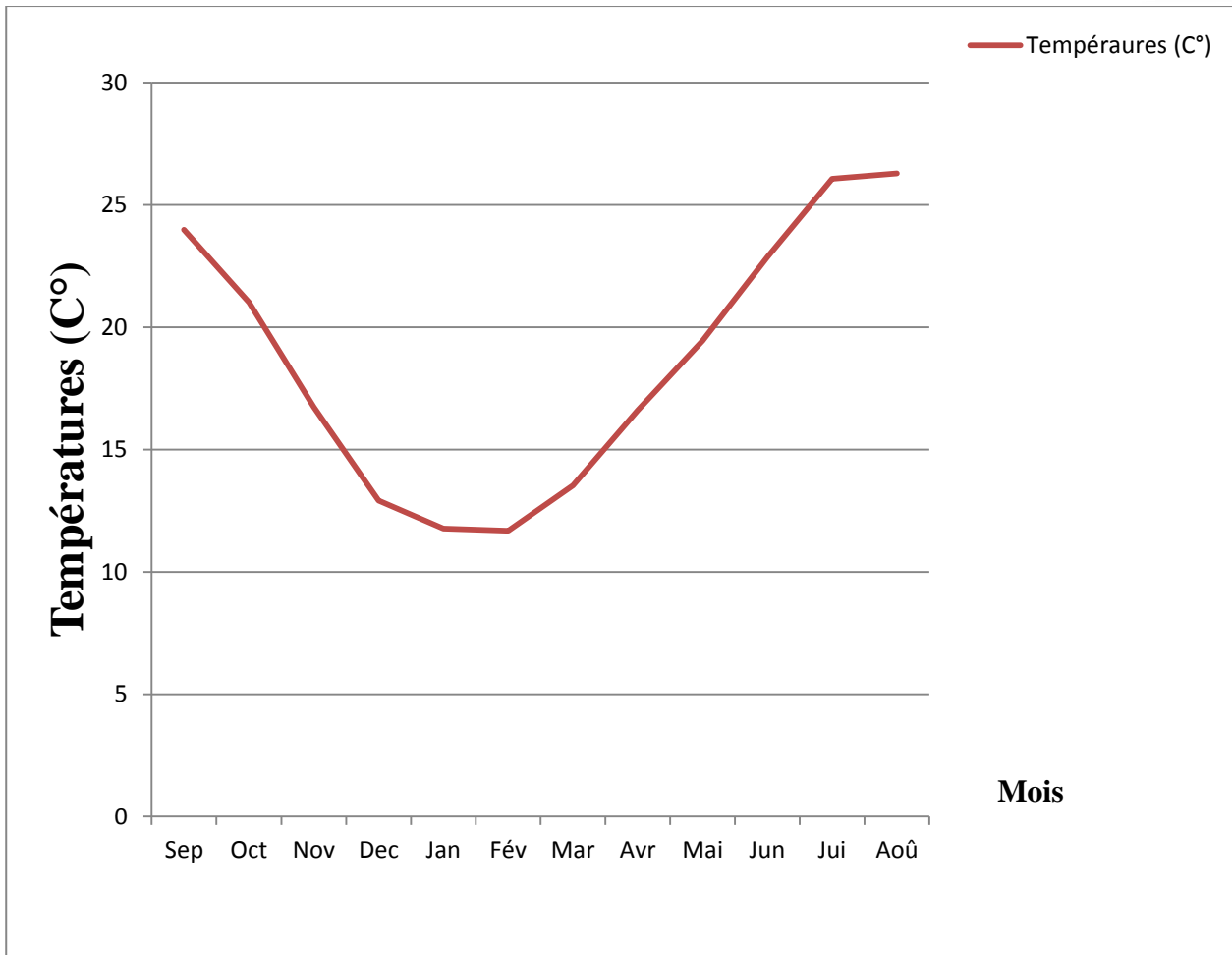


Fig. III.4 : Courbe des températures moyennes mensuelles, période 2005-2015, (Station d'Achouat).

La série (2005/2015) des données des températures de la station d'Achouat permet de conclure que les températures sont basses en hiver (décembre, janvier, et février), et élevées en été (juin, juillet, et août) comme le montre la Figure III.4, et que :

- Le mois le plus frais est : février avec une moyenne de 11,69°C.
- Le mois le plus chaud est : août avec une moyenne de 26,28°C.

Le Tableau III.4 indique que la saison la plus froide est l'hiver avec une température moyenne saisonnière de (12,32°C) par contre l'été représente la saison la plus chaude avec une température moyenne saisonnière de (25,07°C).

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18,58 C°.

III.2.1.2 Relation températures-précipitations :

• Diagramme ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique (Figure III.5) est un type particulier de diagramme climatique représentant les variations mensuelles sur une année des températures et des précipitations (Tableau III.6) selon des gradations standardisées : une graduation de l'échelle des précipitations correspond à deux gradations de l'échelle des températures ($P = 2T$). Développé par **Gaussen** et



Bagnouis (1953). 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.

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

Tableau III.6 : Précipitations et Températures moyennes mensuelles, période 2005-2015 (Station d'Achouat).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	134,06	154,89	118,59	71,61	46,00	17,53	1,58	21,21	69,75	105,86	165,82	155,32
T (C°)	11,78	11,69	13,54	16,61	19,45	22,86	26,06	26,28	23,99	21,02	16,74	12,92

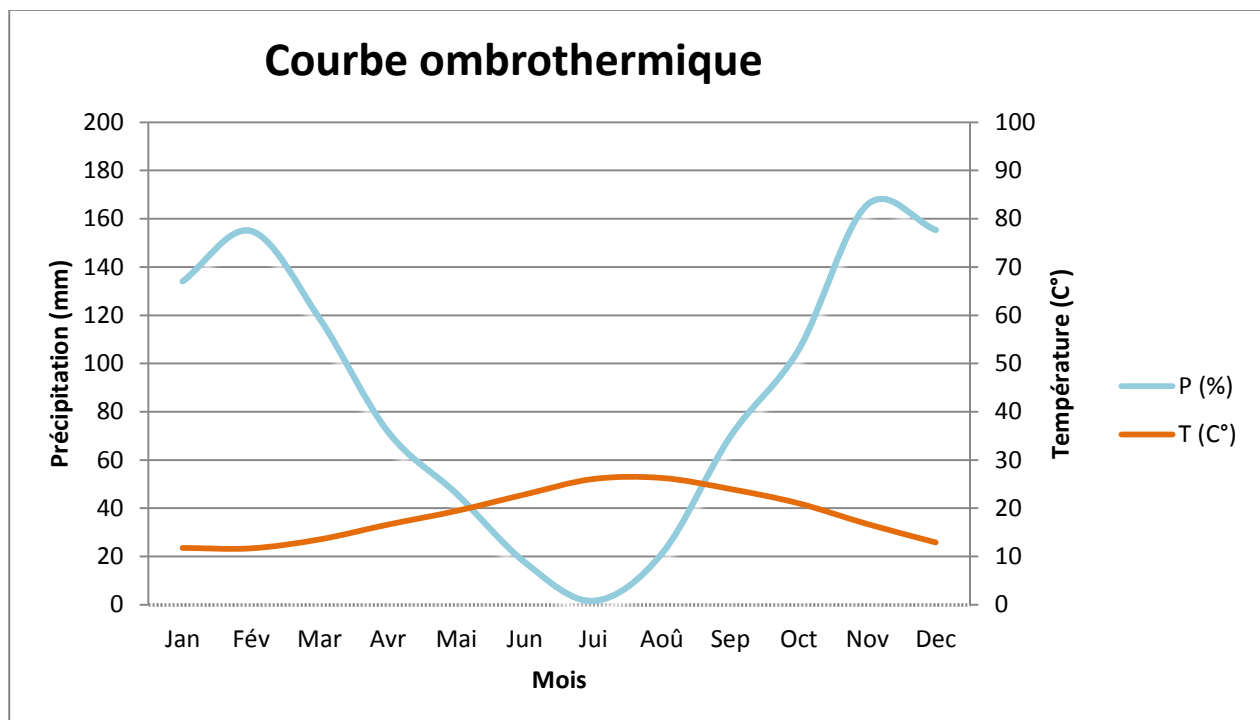


Fig. III.5: Diagramme ombrothermique (Station d'Achouat période 2005-2015).

A partir de ce diagramme on constate que la période de sécheresse s'étale entre la fin du mai et le début de septembre.

III.2.1.3 Bilan hydrologique selon la méthode de Thornthwaite :

Le cycle de l'eau est concerté par trois éléments principaux : les précipitations, l'évaporation et le ruissellement. L'expression générale du bilan d'eau exprime l'égalité des apports et des pertes évaluées sur périodes plus ou moins longues, et la formule du bilan hydrique se présentée comme suite:



$$P = ETR + R + I + W \dots\dots\dots(1)$$

P: désigne les précipitations moyennes annuelles (mm).

ETR: désigne l'évapotranspiration réelle (mm).

I: désigne l'infiltration (mm).

R: désigne le ruissellement (mm).

W: désigne la variation des réserves qui peut être considéré comme négligeable (mm).

III.2.1.3.1-Calcul de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un transfert de l'eau de la terre vers l'atmosphère par évaporation des eaux de surface et celles qui'est dans sol ou par transpiration de la végétation.

a) Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) :

C'est la quantité d'eau nécessaire à la transpiration non ralentie d'un tapis végétal couvrant entièrement et alimenté régulièrement en eau.

La formule générale utilisée pour le calcul d'ETP selon **Thornthwaite** est la formule suivante :

$$ETP = 16 (10T/ I)^{\alpha} \text{ (mm/mois)} \dots\dots\dots(2)$$

$$ETP \text{ corrigée} = 16 (10T/ I)^{\alpha} \cdot K \text{ (mm/mois).}$$

Avec :

ETP : l'évapotranspiration potentielle (mm).

ETPc : évapotranspiration potentielle corrigée (mm).

T: température annuelle moyenne en (°C).

I : indice thermique annuel égal à : $I = \sum_i^{12} i$.

i : indice thermique mensuel : $i = (T/5)^{1,514}$

α: indice lié à la température : $\alpha = 0,016(I) + 0,5$

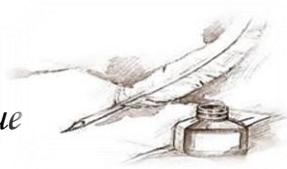
K : facteur de correction mensuelle.

D'après les données du Tableau suivant on trouve que : **a = 1 ,924**.

$$ETPC = ETP \cdot K.$$

Avec : ETPC : Evapotranspiration potentielle mensuelle corrigée.

Le Tableau III.7 donne la répartition de l'évapotranspiration potentielle par la méthode de



Thornthwaite, avec (K) facteurs de corrections par lesquelles il faut multiplier la valeur d'ETP non corrigée pour obtenir l'évapotranspiration corrigée.

Tableau III.7 : Résultats de calcul de l'évapotranspiration potentielle (Station d'El Achouat, période 2005/2015).

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	Juil.	Août.	Total.
Température	23,99	21,02	16,74	12,92	11,78	11,69	13,54	16,61	19,45	22,86	26,06	26,28	222,94
I	10,74	8,79	6,23	4,21	3,66	3,62	4,52	6,16	7,82	9,99	12,18	12,33	90,25
ETP non corrigé (mm)	105,58	81,81	52,72	31,98	26,76	26,36	35,01	51,93	70,42	96,19	123,86	125,89	828,51
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 Corrigé (mm)	108,75	79,36	45,34	26,86	23,28	22,41	36,06	57,12	85,21	117,35	153,59	146,03	901,35

b) Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR)

L'Evapotranspiration réelle désigne la quantité d'eau réellement perdue sous forme de vapeur d'eau par le couvert végétal. L'ETR traduit l'ensemble des interactions: sol, plante, climat.

c) Bilan hydrique

Le bilan hydrique de Thornthwaite (Tableau III.8 et Figure III.6) est un bilan établi à l'échelle mensuelle sur la base des données connus des précipitations P et de l'évapotranspiration potentielle ETP, pour déterminer les variations des paramètres suivants :

E.T.P : l'évapotranspiration réelle potentielle ;

R.F.U : la réserve facilement utilisable ;

Da : le déficit agricole ;

Ws : l'excédent ou water surplus.

Le principe de calcul du bilan hydrologique (ETR) de Thornthwaite est:

- Si $P > ETP \Rightarrow ETR = ETP$, la quantité $(P-ETP)$ aliment la RFU jusqu'au maximum.
- Si $P < ETP \Rightarrow ETR = P$ + toute une partie de la RFU jusqu'à égaliser la valeur de l'ETP,
- Si $P=ETP$: les précipitations sont justes suffisantes pour alimenter le sol .Il n'y aura pas de W_a pour alimenter la RFU.
- Si malgré l'apport de la RFU, l'ETR est toujours inférieure à l'ETP ($ETP < ETR$), il existe un déficit agricole $Da=ETP-ETR$. Il représente la quantité d'eau supplémentaire



qui aurait pu être utilisée par les plantes (et les sols) si les disponibilités en eau avaient pu être artificiellement complétées par un système d'irrigation.

**Tableau III.8: Résultats des calculs de l'évapotranspiration réelle
(Station d'El Achouat, période 2005 /2015)**

MOIS	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	juil.	Aou	Total
Précipitation	69,75	105,86	165,82	155,32	134,06	154,89	118,59	71,61	46,00	17,53	1,58	21,21	1 062,20
ETP Corrige (mm)	108,75	79,36	45,34	26,86	23,28	22,41	36,06	57,12	85,21	117,35	153,59	146,03	901,35
P-ETP (mm)	-39,00	26,50	120,48	128,45	110,78	132,48	82,53	14,49	-39,21	-99,82	-152,00	-124,83	160,85
RU (mm)	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ETR (mm)	69,75	79,36	45,34	26,86	23,28	22,41	36,06	57,12	46,00	17,53	1,58	21,21	446,48
DA (mm)	39,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,21	99,82	152,00	124,83	454,87
WS (mm)	0,00	26,50	120,48	128,45	110,78	132,48	82,53	14,49	0,00	0,00	0,00	0,00	615,72

Selon les résultats du Tableau III.8, L'évapotranspiration réelle calculée est de l'ordre de **446,48** mm.

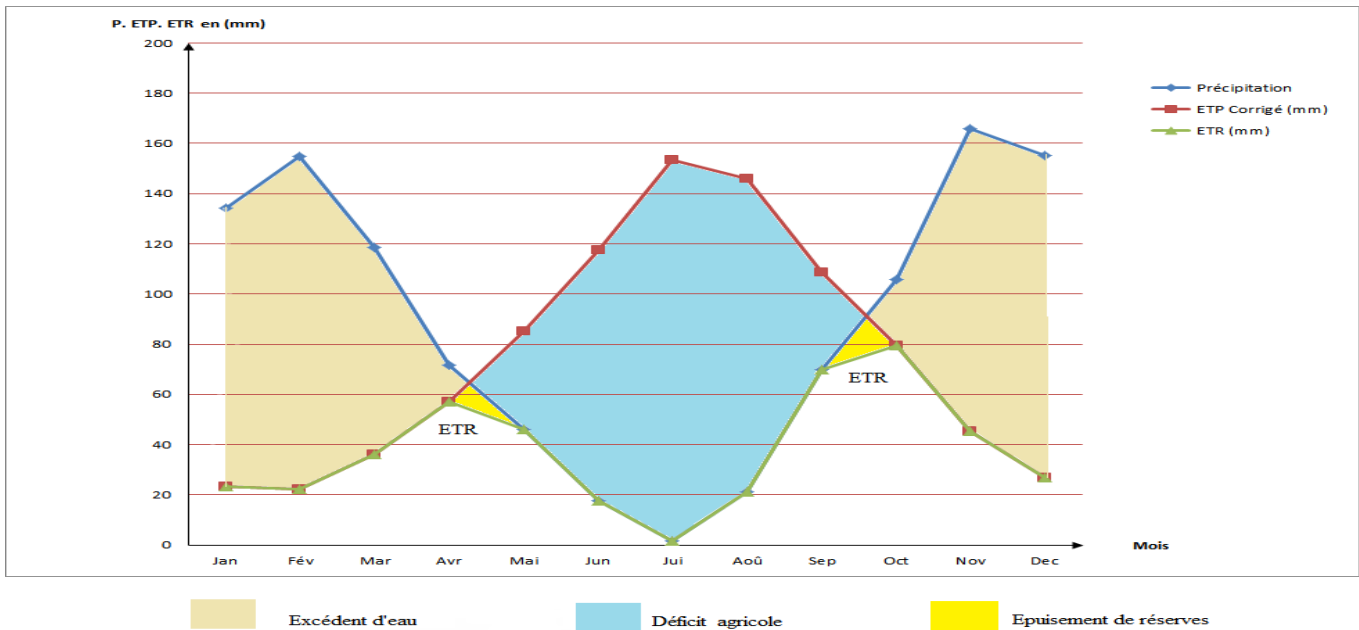


Fig. III.6: Bilan hydrologique par la méthode de Thornthwaite de la période 2005-2015 (Station d'Achouat)

D'après la Figure.III.6 on peut tirer les remarques suivantes :

- Le maximum des précipitations est enregistré au mois de décembre là où l'ETP corrigée atteint son minimum. L'ETP corrigée atteint son maximum en mois de juillet, là où les précipitations atteignent leur minimum. Le déficit agricole s'étend sur la période sèche de l'année. Les écoulements deviennent importants à partir du mois d'octobre.
 - La période hivernale s'étale du mois d'octobre au mois d'avril, dans cette période les précipitations liquides sont très abondantes et sont supérieures à l'évapotranspiration. Les pluies tombées vont en premier lieu pour recharger les réserves, les ruissellements atteignent leur maximum au mois de novembre.
 - La période sèche s'étale du mois d'avril au mois de septembre, c'est une période déficitaire en eau où les précipitations sont pratiquement nulles, l'évapotranspiration est élevée, les infiltrations sont d'ailleurs nulles, les réserves sont abattues et les ruissellements sont asséchés.
- Les hauteurs des précipitations atteignent leurs maximums ou l'ETP atteint son minimum.
 - En juillet les hauteurs des précipitations atteignent leurs minimums.
 - Le déficit agricole s'étale au long de la période sèche de l'année.
 - La constitution de la RU s'étend du mois d'octobre au mois d'avril.
 - Les écoulements deviennent importants à partir du mois d'octobre jusqu'au mois de mai.



III.1.2.3.2 Ruissellements et infiltrations :

a) Ruissellement (R) :

C'est un paramètre d'une importance primordiale du point de vue hydrologique. Il est estimé à partir de la formule de **Tixeront-Berkaloff** :

$$R = P^3 / 3(ETP)^2$$

La formule de **Tixeront-Berkaloff**, est valable si les précipitations sont inférieures à 600 mm.

Où : **R**: désigne le ruissellement superficiel (mm).

P : désigne les précipitations moyennes annuelles (mm).

Dans le cas où les précipitations sont supérieur à 600 mm cette formule n'est prise qui titre indicatif pour avoir un idée sur les ruissellements.

$$R = p^3 / 3$$

La formule de **Tixeront-Berkaloff** modifiée par Numunchuck, Si la précipitation supérieure à 600 mm.

$$R = (1\ 062, 20)^3 / 3.$$

$$ETP = 901, 35 \text{ mm}$$

$$R = 399, 48 \text{ mm.}$$

b) infiltration(I) :

Ce paramètre est aussi important du point de vue hydrologique, l'infiltration par l'estimer on la formule suivante:

$$P = ETR + R + I \Rightarrow I = P - (ETR + R).$$

Ce qui donne :

$$P = ETR + R + I + Wa.$$

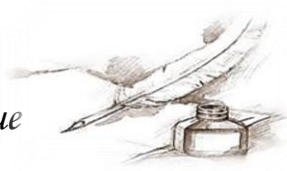
Avec : **ETR** = 446, 48 mm ; **R** = 399,48 mm ; **P** = 1 062,20 mm ; (Wa négligeable)

$$\longrightarrow I = 215,88. = 21,59 \%$$

III.3 Hydrogéologie :

Les eaux souterraines proviennent essentiellement de l'infiltration des eaux superficielles, la source d'alimentation en eau d'un bassin hydrologique est donc fournie par les précipitations efficaces, c'est à dire par le volume d'eau qui reste disponible à la surface du sol après soustraction des pertes par évapotranspirations réelle.

Les eaux souterraines proviennent des eaux de pluie qui s'infiltrent dans le sol. Dans les bassins sédimentaires, on rencontre de l'eau depuis la surface jusqu'au substratum métamorphique (imperméable), qui peut se situer à plusieurs mètres de profondeur.



La présence de la nappe d'eau souterraine dans le POS n°3 de Chekfa, est signalée dans les zones basses au niveau de lit majeur d'oued, la présence d'une nappe phréatique libre, leur niveau peut varier sans être bloqué par une couche imperméable. Cette nappe est la partie saturée du sol, c'est-à-dire celle où les interstices entre les grains sont entièrement remplis d'eau, ce qui permet à celle-ci de s'écouler librement. Elle alimente traditionnellement les puits, ou le niveau de l'eau reste inchangé pour une bonne période de l'année (selon les habitants de la région)

III.4 Conclusion

De point de vue climatologie, la région d'étude est considérée parmi les régions les plus pluvieuses à Jijel, elle possède un climat méditerranéen tempéré, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été, la période pluvieuse qui s'étale du mois d'octobre au mois de mai. La pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 1200 mm/an. Les températures varient entre 20°C et 35°C en été et entre 5°C et 15°C en hiver. La saison de pluie dure environ 06 mois.

La région reçoit une hauteur de précipitations d'environ **1062, 20 mm** selon la station d'Achouat.

- La température moyenne annuelle est de l'ordre de **18,58 C°** enregistrée à la station d'El Achouat.
- La présence de l'eau avec une température très variable facilite la désagrégation physique des roches, ce qui influe sur leurs caractéristiques mécaniques, de plus l'accumulation des eaux dans les surfaces de discontinuités (fissures, joints de stratification, plans de schistosité, diaclases,...etc.) peut déclencher le ripage des bancs rocheux et l'ouverture des discontinuités.
- Les facteurs hydrologiques et hydrogéologiques jouent un rôle important dans la dynamique des zones instables de la région d'étude.



I.1 - Présentation de la zone d'étude :

La région de Chekfa dont fait partie la zone étudiée est située à 23 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Jijel.

Le P.O.S ⁽¹⁾ N°03 s'étale sur une surface a 53 ha au NW du territoire de la commune, il est limité par :

- *.Des constructions au Sud.
- *.Terrain vague dans sa partie Nord-Ouest.
- *.Station de Gaz, ligne d'électricités (H.T) et terrain vague à l'Ouest.
- *.Stade communale dans sa partie Nord-Est.3
- *.Route et constructions individuelles à Est.

et localisé par les cordonnées suivants (Figure I.1):

POINTS	X	Y
1	762064.21 m E	4074996.81 m N
2	763884.85 m E	4075427.3 m N
3	764579.99 m E	402162.72 m N
4	765841.76 m E	4072955.50 m N



Fig. I.1 : Situation géographique de la commune de Chekfa (wilaya de Jijel).

⁽¹⁾ P.O.S: Plan d'Occupation des Sols.



La Figure I.2 montre le périmètre et la situation du P.O.S N°03 par rapport à la ville de Chekfa.



Fig. I.2 : Situation géographique du P.O.S N°03 de Chekfa (Image 2012 satellitaire).

I.2 - Climat de la région :

Comme toutes les régions du littoral Algérien, la commune de Chekfa est caractérisée par un climat tempéré, avec un hiver doux et humide et un été chaud et sec spécifique des régions méditerranéennes.

La région d'étude est l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie. L'analyse des données climatiques de la série récente comprise entre 2005 et 2015, a permis de mettre en évidence d'une part, la saison la plus humide et la plus froide qui est l'hiver avec des valeurs de précipitations comprises entre 134,06 et 155,32 mm où la température moyenne saisonnière est proche de 11,69°C à 12,92°C. D'autre part, la saison la plus sèche et la plus chaude ayant des valeurs de précipitations comprises entre 1,53 et 21,21 mm pour une température moyenne saisonnière de l'ordre de 22,86°C à 26, 28°C.

I.3 - Végétation :

Le couvert végétal a parfois une signification géologique, certains sols donnent lieu à des associations végétales typiques.

Dans notre site la couverture végétale est très dense par endroit et semble suivre le réseau hydrographique (chenaux de ruissellement).



I. 4 - Présentation morphologique :

Le POS n°3 de Chekfa se présente, en grande partie, sous forme polygonale, la forme du terrain est caractérisée par des déclivités moyenne, peu vallonnée ,de direction Sud Nord et Ouest Est, il est caractérisé par une pente moyenne sur la totalité de sa surface bien que le terrain ne présente pas de changement brusque de pente, néanmoins, nous avons évaluée quatre (4) zones de pentes différente à savoir :

La zone de pente (a) : de 0 a10%

Occupant 25% de la superficie de P.O.S. Cette classe est caractérisée par des pentes **faibles**.

La zone de pente (b) : de 11 à 20%

Cette zone occupe la majorité de terrain, avec un pourcentage de 45 %. Cette classe est qualifiée de **pente moyenne**.

La zone de pente (c) : de 21 à 30%

C'est la zone qui occupe des parcelles diverses : à l'Est, à l'Ouest, au Sud- Ouest et au Nord. Cette classe est qualifiée de pente **moyenne à forte**, occupant 24% de la superficie du P.O.S.

La zone de pente (d): > 31%

Elle occupe quelques parties isolées du P.O.S, caractérisée par des pentes **très fortes** occupant 6% de la superficie du P.O.S.

Nous pouvant constater à partir de cette répartition que 25% de la superficie du P.O.S sont occupés par des pentes inférieures à 10% (Figure I.3).

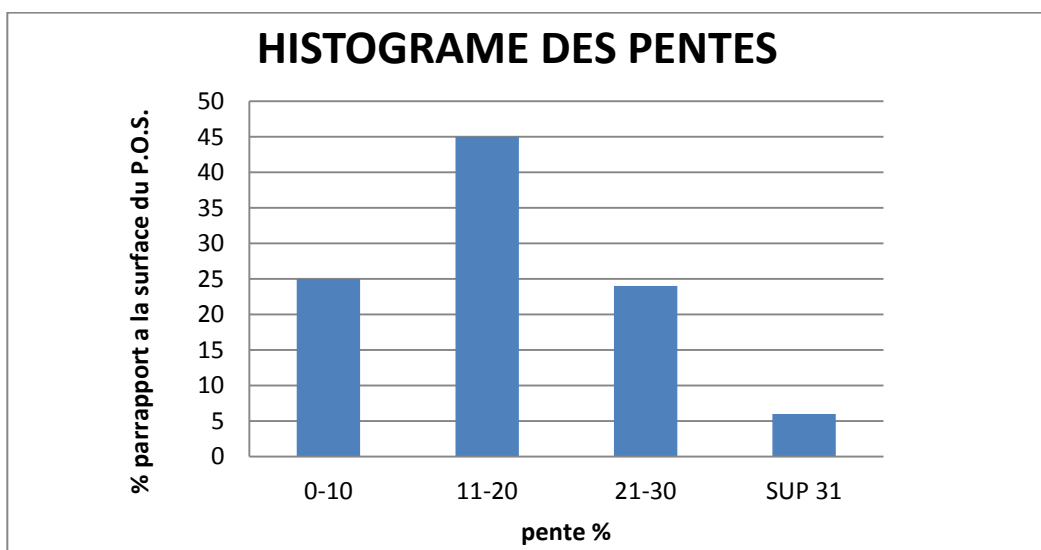


Fig. I.3 : Histogrammes des pentes surfaciques au niveau du P.O.S N°3.



Pour une meilleure présentation de la morphologie du site nous avons établi une carte des pentes du P.O.S n°3 à l'échelle 1/1500 (Figure I.4). est réalisé des photos illustrant chaque zone photos. (Photos I.1 à I.4).



Fig. I.4 : Carte des pentes du site du POS N° 03 de Chekfa .



Photo I.1- : Pente 0-10% (zone a)



Photo I. 2 : Pente 11-20% (zone b)

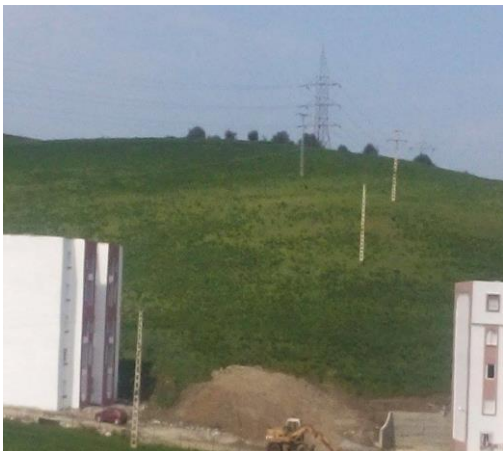


Photo I. 3 : Pente 21-30% (zone c)



Photo I.4 : Pente sup31% (zone d)

1.5 Hydrographie du site étudié :

On entend par hydrologie la présence d'écoulements superficiels. La zone étudiée est caractérisée par un réseau hydrographique dense (Figure I.5) et un sol en surface faiblement perméable ce qui favorise l'écoulement en surface des eaux pluviales, Les eaux sont par la suite drainées vers les fonds et les bas-fonds des bassins pour former des ruisseaux qui rejoignent les principaux Oueds de la région.

Dans ce contexte, la partie bourse du P.O.S doit avoir un réseau de canalisation (avaloires et caniveaux) des eaux superficielles bien étudié pour éviter les stagnations eu périodes de pluie.

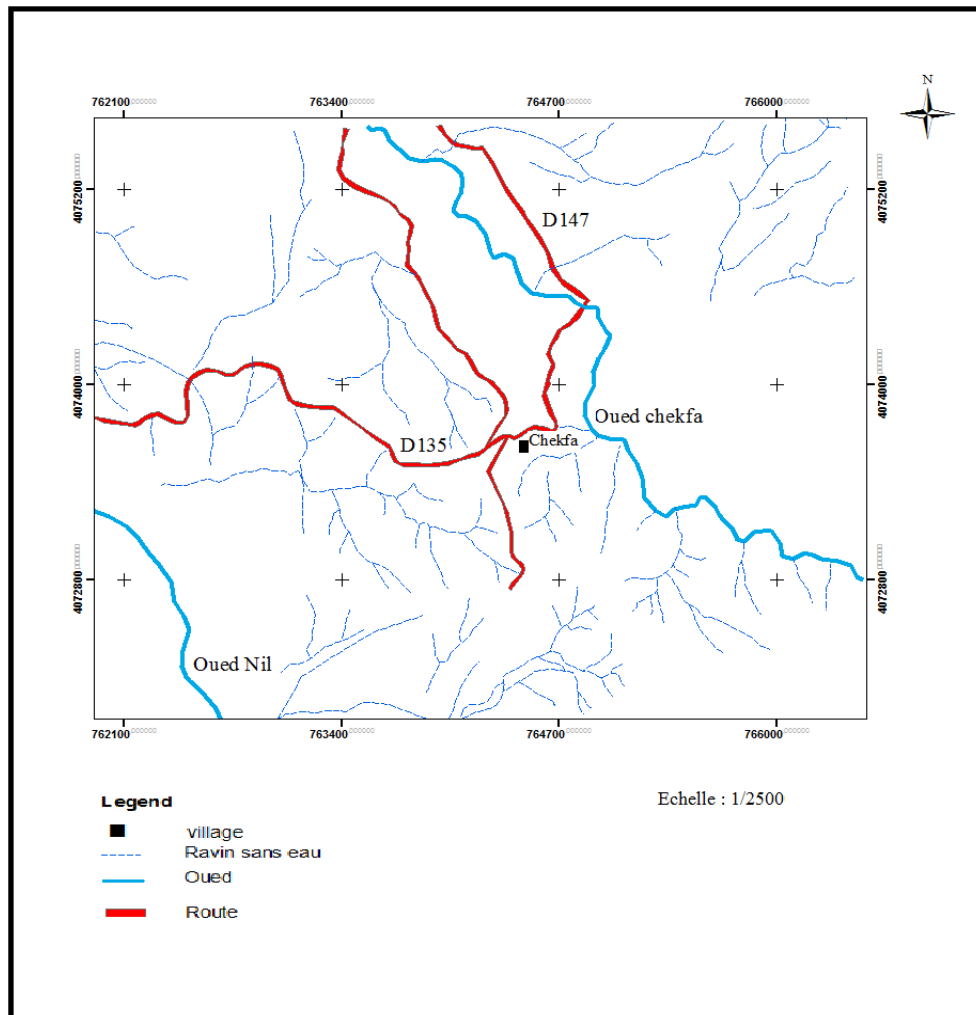


Fig. I.5. Réseau hydrographique de la zone étudiée.

I.6 - Aperçu sismique de la région d'étude :

La région de Jijel est située dans une zone sismique classée (d'après **Bockel, 1999**), comme région pouvant subir des secousses supérieures à l'intensité 8 (sur l'échelle de Richter), les épicentres de la plupart des secousses ressenties sont localisés entre Bejaia et Sétif dans la zone des Bibans et des Babors. Cet axe sismique paraît présenter une activité qui s'atténue vers l'Est, où les structures en nappes viennent buter sur les contreforts du socle. Les données historiques relatives à la sismicité de la région font état d'un événement majeur survenu le **21 Août 1856** au large de Jijel (ex.Djedjelli). Les autres foyers sismiques sont situées à plus de 50 Km du côté Est du barrage d'El-Agrem. Le dernier séisme ressenti dans la région est celui de Texenna en 2009. Les études les plus récentes réalisées par **Yelles et al. (1999)** montrent l'existence d'une faille supposée active dans la zone de la pente continentale au large de Jijel.



I.6.1-Règles parasismiques Algériennes (RPA) :

Selon le RPA (version 2003) le territoire Algérien est divisé en quatre zones de sismicité décroissante de 0 à III (figure 1.6).

Zone 0 : sismicité négligeable.

Zone I : sismicité faible.

Zone II : sismicité moyenne

Zone III : sismicité forte.

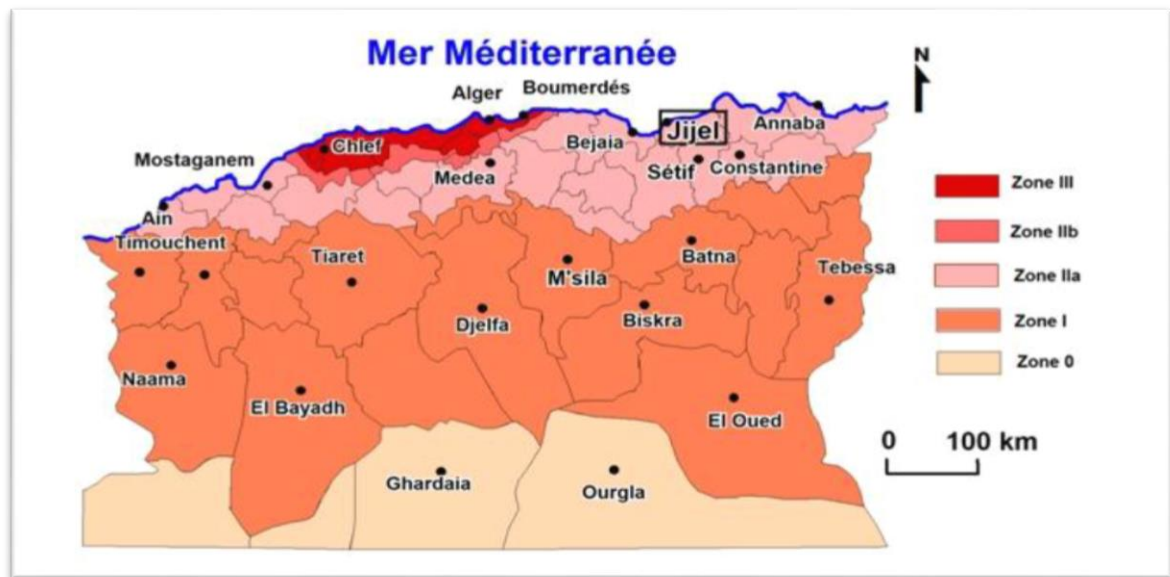


Fig. I-6: Carte sismique de l'Algérie selon le RPA (version 2003).

La carte de la Figure I.6 montre que la région de Jijel fait partie à la zone IIa. L'examen des rapports, des documents, et des cartes sismo-tectonique de la wilaya de Jijel montre que les épencentres des secousses enregistrées, sont situés à proximité des accidents tectoniques majeurs.

La majorité des secousses enregistrées dans la région de Jijel ne dépassent pas une magnitude de cinq (05) sur l'échelle de Richter.



II.1 - Introduction :

L'assiette foncière du P.O.S. N°03 objet de cette étude est située sur le territoire communal de Chakfa, lequel se trouve à l'extrême Est du bassin néogène de Jijel limite à l'Est par les massifs cristallins du socle de petite Kabylie (Figure II.1).

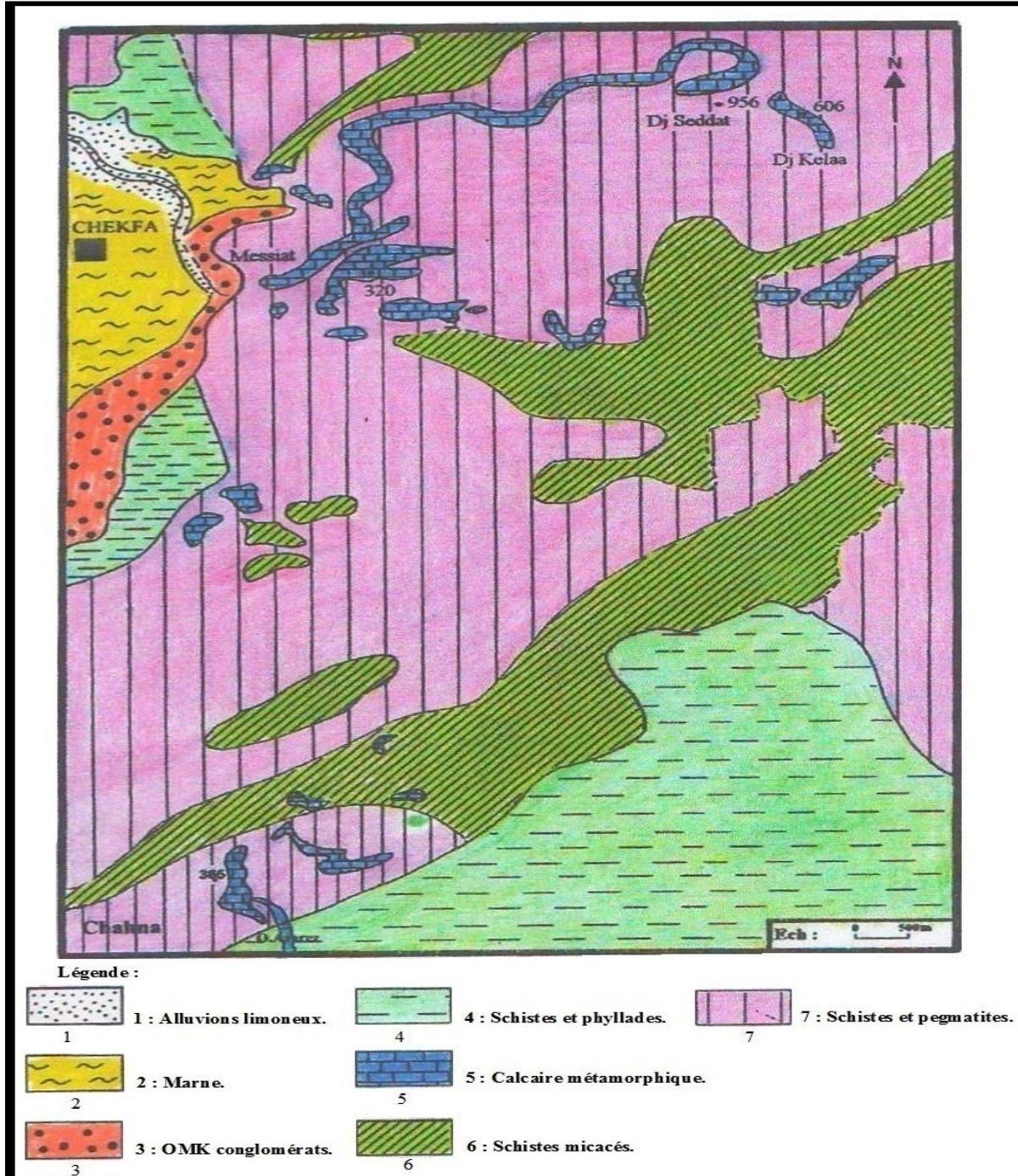


Fig. II. 1: Esquisse géologique de la région de Chekfa Y, Rouikha 2008



II.2 - Colonne lithostratigraphique du bassin néogène de Jijel :

De haut en bas on rencontre les formations suivantes (Figure II.2)

➤ Les formations quaternaires :

Les dépôts récents datant du quaternaire sont représentés dans la région de Jijel par plusieurs faciès généralement à caractères détritiques. Les plus vastes recouvrements occupent les zones basses, comme le littoral de la ville de Jijel, les berges des cours d'eau (Oued Kissir, Oued Mencha, Oued Djen-Djen et Oued Nil) où les terrasses récentes qui constituent de vastes plaines alluviales cultivables. On distingue trois types de dépôts quaternaires :

- Les sables côtiers : dunaires parfois consolidés.
- Les terrasses récentes.
- Les argiles de recouvrement et limons rouges.

II.2.1- Les formations Post-nappes :

Le néogène de notre zone d'étude montre deux types de sédiments : marine et continentale. L'ensemble des terrains néogènes reposent en discordance sur les terrains sous-jacents.

II.2.1.1- Pliocène :

Sur la majorité du territoire de la localité d'El Amir Abdelkader, le Pliocène est formé de sédiments continentaux qui comblent la dépression du bassin néogène de Jijel, ils sont représentés par des conglomérats grossiers polygéniques formés par des galets, cailloux et poudingues mêlés d'argiles rougeâtres. Son épaisseur d'après **Durand Delga (1955)** oscille entre 30 et 50 m.

II.2.1.2- Tortono-messinien :

Ces dépôts sont représentés par des séries marneuses bleues, par endroits, à passées calcaireuses discontinues renfermant des miches calcaires de couleur jaune ocre d'ordre décimétrique, parfois métrique, datés du Tortono-Messinien transgressives sur la molasse aquitano-serravallienne (**Djellit, 1987**).

La limite occidentale des affleurements des dépôts Post-nappes est située au Sud du Djebel Talouda. Elle s'étale sur le territoire des Beni-Caid et Chemechema en passant e par Zbiria et se termine dans le domaine Adouane Ali à l'Est. Ces faciès affleurent sur les collines de Harratene, Boukhertoum et Thourate (**Rouikha, 2008**).

A l'Est, sur le site de Harratene ces dépôts présentent plutôt un aspect jaunâtre à passées calcaireuses parfois blanchâtres. La présence d'horizons plus ou moins oxydés donne l'aspect rubané à ces marnes. Par contre au Sud-Ouest (Boukhanous et Djarf), cette série est plutôt grise à bleue très épaisse est fortement ravinée. Plus à l'Est les marnes bleues transgressent le



socle Kabyle dans la région de l'Amir abdelkader, couvrant les régions d'Achouat, Beni-Siar et Chekfa. La puissance de la série marneuse du Tortono-Messinien peut atteindre les 300 m d'épaisseur (**Djellit, 1987**).

II.2.2 - Les formations de l'Oligo- Miocène Kabyle (OMK)

Il forme la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle Kabyle.

- L'Oligo-Miocène Kabyle est constitué par des formations détritiques comportant trois termes :
 - Un terme de base, formé de conglomérats grossiers polygéniques reposant en discordance sur le socle Kabyle.
 - Un terme médien, composant des grés micacés à débris de socle associés à des pélites micacées.
 - Un terme sommital formé de sélexites.

l'OMK affleurent largement dans le bassin néogène de Jijel. (**Raoult 1974, 1975 ; Bouillin, 1977**).

II.2.3- La molasse olistostromique :

L'olistostrome est une formation tectono-sédimentaire à débris de flyschs maurétanien, massylien, numidien et grés-micacé reposant sur les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle. Ces formations, ont été décrites pour la première fois en Algérie par **Durand Delga, (1955)** au Sud de massif du Chenoua (région d'Alger).

- **Lithologie des différents olistolites :**

a - Le flysch à caractère maurétanien :

Cette formation démarre à la base par une alternance de marnes et de calcaire suivi d'une assise de bancs gréseux homométriques à patine verte attribués à l'Albo-Aptien et des conglomérats datés de l'Eocène supérieur-Oligocène. Ce flysch est présent sur la rive Est de Oued Kissir (**Bouillin et al. 1979**).

b - Le flysch à caractère nummulitique :

Ce flysch grés-micacé de couleur brun tabac est localement micro-conglomératique formant la couverture nummulitique du flysch maurétanien (**Rouikha, 2008**). Il affleure dans la région de Djebel Talouda, Bouyouadar, Sidi Saïd et se prolonge vers le Sud-Est de la ville de Jijel aux confins de la ferme Adouane Ali.



c - Le flysch à caractère massylien :

Ce type de flysch est d'âge Albo-Aptien, il est caractérisé par une alternance des schistes et des bancs de grès quartzitiques décimétriques, parfois centimétriques, surmontées par des micro-brèches calcaires à ciment pélitique et des marnes du sénonien. Il contient par endroits des phthanites de couleur noire le long de la route vers l'Oued Djen-Djen imposant le terme de phthanites ; **(Durand Delga, 1955)**.

d - Le flysch à caractère numidien :

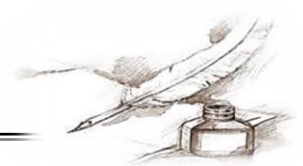
Généralement le flysch numidien occupe une position structurale la plus haute dans l'édifice structural Alpin. Ce flysch comporte de bas en haut :

- Des Argiles colorées dites «argiles sous 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 Burdigaliens inférieurs **(Durand Delga, 1955)**.
- Le sommet se termine par des silexites dont la partie supérieure atteint le Burdigalien basal **(Bouillin, 1977 ; Lahonder, 1979)**.

Le flysch numidien est attribué en partie à l'Aquitano-Burdigalien (depuis la base des grès aux argiles à silexites). Les argiles sous numidiennes sont en effet azoïques **(Bouillin, 1977)**.

II.2.4 -Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle :

Le substratum du bassin néogène de Jijel est constitué par les formations cristallophylliennes du socle Kabyle sur lesquelles reposent en discordance des conglomérats, elles sont constituées des schistes satinés et de quartzo-phyllades à intercalation calcaires centimétriques à métriques, ils apparaissent localement dans le lit d'Oued Djen-djen. Elles sont constituées à la base d'un complexe gneissique et au sommet d'un complexe phylladique. **(Djellit, 1987)**.



Torton-messinien	120-150 m		<p>Marne gris-bleus à miche calcaire sur montées par des conglomérats hétérogène peu consolidé</p>
Aquitano-serrallien	150-200 m		<p>Molasse à olistolites à caractères flyschoides –flyschs dissociés</p>
Oligocène supérieur –burdigalien	200-300 m		<p>Marnes jaunes à passées gréseuses micacées. Alternances de bancs métriques de grès lithiques micacés et granoclassés.</p>
	30-50 m		<p>Conglomérats grossiers compacts gris-noirs à élément de socle.</p>
Ante triasique	substratum inestunée		<p>Socle kabyle schistes gris bleus et gneiss oillés, micaschistes, marbres.</p>

Fig. II.2 - Colonne litho stratigraphique du bassin néogène de Jijel. (Rouikha 2008).

II.3-Géologie de site étudié:

➤ **Description lithologique des terrains de la région de Chakfa :**

- De haut en bas on rencontre les faciès suivants :

II.3.1/ les dépôts quaternaires :

Ils sont localisés essentiellement dans les basses vallées de l’Oued Nil et Oued Sayoud d’orientation orographique NS.



Ces dépôts sont représentés par :

- Des dépôts colluvionnaire, aux abords des berges côtés versants montagneux et constitués de cailloutis, galets de blocs argileux et matrice terrigène.
- Les terrasses fluviatiles anciennes : bordants les berges des cours d'eau sus-mentionnés, elles sont constituées d'agglomérats, a éléments, grossiers, hétéroclites issus de la destruction mécanique du socle situé en amont du bassin.
- Les dépôts alluvionnaires plus fin tapissent les plaines alluviales de Sbet au Sud et de Djimar boutaleb ou Nord. Elles sont recouvertes par des limons fins légèrement sableux formants des sols cultureaux.

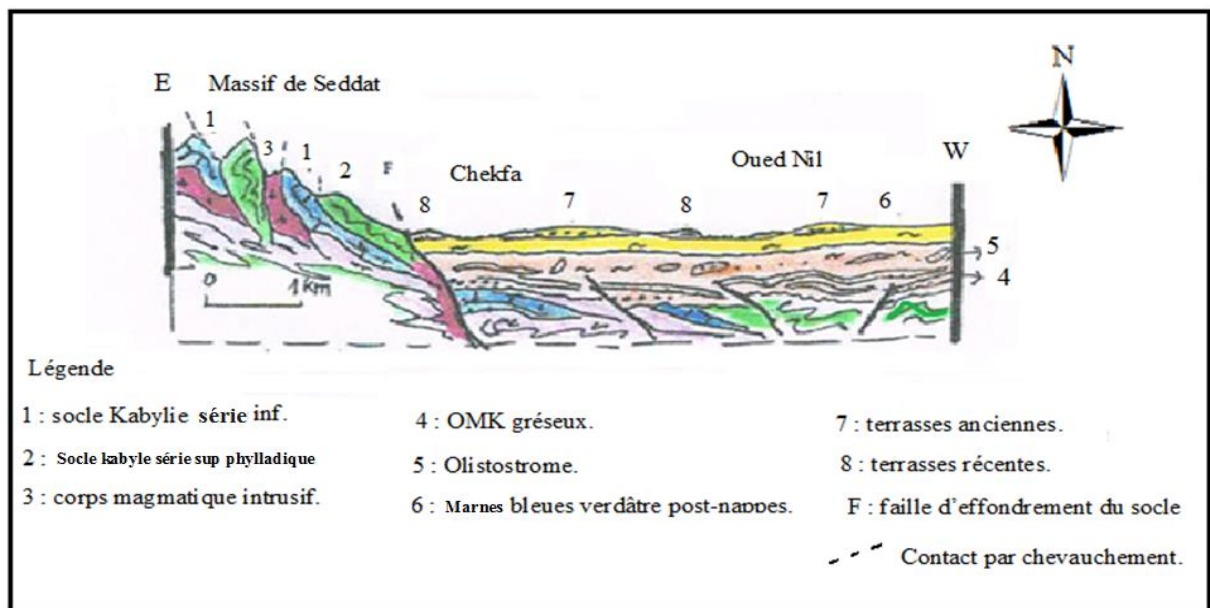


Fig. II.3 : Coupe géologique interprétative montrant la structuration tectonique dans la région de Chekfa petite Kabylie occidentale.

II.3.2 - Les dépôts néogènes :

a - Le Pliocène :

Il est représenté par des marnes jaune verdâtre localement sableuses admettant des passées gréseuses jaune ocre. Le sommet est plutôt conglomératiques formant de chapelet épais sur quelque colline.

b - Le miocène supérieur (Tortonno -Messinien) :

Constitués essentiellement de marnes bleutées à miches calcaires jaunes acres. Elles peuvent à atteindre une épaisseur de 200 à 300 m par endroits.

II.3.3/L'Oglio miocène kabyle :

La première transgression marine sur le socle kabyle s'était produite à l'oligocène supérieur (Durand,Delga .1955. Roult 1971, Boulla. 1977, Djellit.1987.)



Les premiers dépôts transgressifs et discordants sur le socle affleurent au de Sud-Ouest de la région d'étude sur les flancs des massifs avoisinants par contre les dépôts molassiques. Aquitano-serravallien, (**Djellit 1987**) affleurent plus au Nord de Khoula Aghrib et s'enfoncent davantage sous les marnes poste-nappes à Chekfa. Ces molasses sont constituées des unités tectono-sédimentaires de taille, de nature et d'âge variés, l'essentiel de leur matériel lithologique est représenté par des blocs de flyschs massylien, maurétanien, numidien et greso-micacé, le tellien y est faiblement représenté (**Rouikha, 2008**).

II.3.4 - Le socle kabyle :

Il forme le substratum effondré du bassin néogène côtier de Jijel. Les affleurements immédiats aux confins orientaux de Chakfa sont constitués de phyllades schisteuses gris bleutées, des passages de quartzits ainsi que de micas-schistes datés du cambro-ordovicien (**Djellit 1987**).

La série inférieure du socle Kabyle jurassique ont admettant les passages de marbre et cipolins et porphyroïdes formant déjà les monts de Djebel Seddat, Ou les carbonates métamorphisés formant une guirlande au sein de gneiss et schistes. (**Rouikha, 2008**).

A Chakfa dans les monts de Seddat ,la série inférieure du socle de petite Kabylie accidentale dans fait partie le site du P.O.S n° 03 admet par endroit des passages de marbre blancs, gris a grenat, et des calcaire peu métamorphisés formant une guirlande au sein des gneiss et schistes intrudés par des porphyrs aplo-pegmatitique (**Rouikha ,2008**).

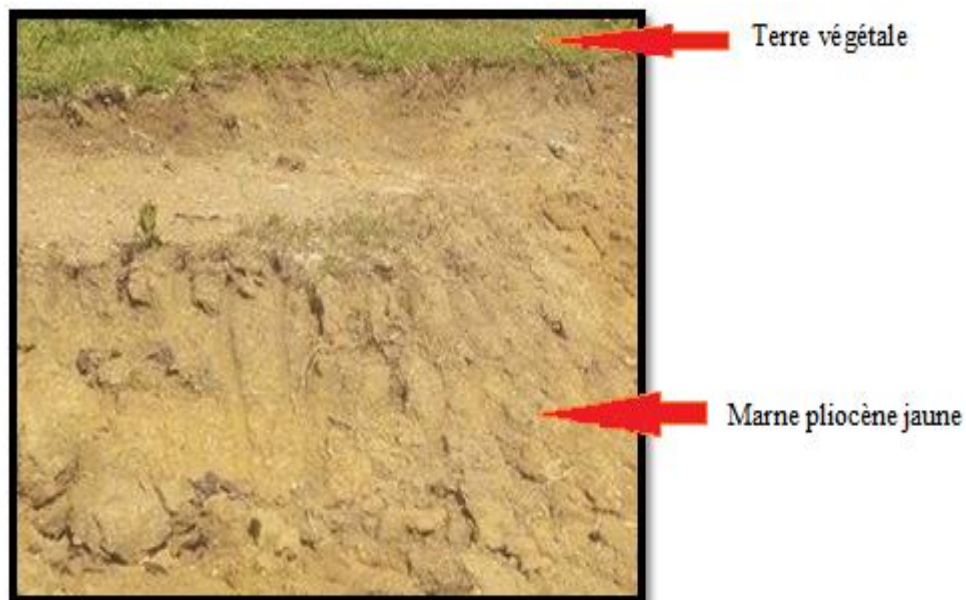


Photo II.1 : Marne pliocène jaune



II.4 - La tectonique :

La structuration géologique du massif de la Petite Kabyle occidentale est le résultat de plusieurs phases tectoniques (**Bouillin 1977 ; Djellit 1987**). La tectonique du massif de la Petite Kabyle s'est manifestée par plusieurs styles tectoniques :

a - Déformations cassantes :

La tectonique cassante est principalement marquée par de grands accidents tectoniques et par des failles normales décrochantes formant généralement deux réseaux de fractures suborthogonaux à orientation respective N10 et N110.

Le réseau subméridien N10 est responsable du compartimentage N-S du socle métamorphisé. Par contre le réseau N110 est responsable de l'effondrement de certaines zones formant des chaînons orientés Est-Ouest.

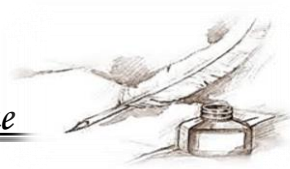
Le réseau hydrographique suit les zones d'effondrement issues de ces fractures profondes qui ont certainement rejouées durant l'orogène Alpin (**Rouikha, 2008**).

En effet le bassin des flyschs d'orientation E-W qui est largement chevauché par le socle Kabyle selon un contact frontal majeur serait le témoin certain de la dynamique récente de ces anciennes cicatrices.

b - Déformations ductiles :

Elles sont matérialisées par des plissements de différentes directions, visibles dans les formations du socle Kabyle et celles des couvertures sédimentaires. Sur le plan paléogéographique, la partie occidentale du massif de la Petite Kabylie est marquée par le retrait de la mer de la plus grande partie des terres. Les invasions marines ne vont atteindre que des aires limitées, notamment les dépressions côtières (bassin de Jijel, bassin de Oued Zhor et d'El-Milia), où vont se déposer les marnes bleues du Miocène terminal. Les zones montagneuses immergées ont subi une intense érosion et modelage qui leur ont donné l'aspect actuel (**Durand Delga, 1955**).

La déformation ductile ayant affecté le socle Kabyle est des plus remarquables dans la région de Jijel où les empreintes tectoniques témoignent d'un polyphasage structural certain. La déformation est représentée par la schistosité, la foliation, les microplis de différentes échelles et de différentes natures allant des plis en feuille de chêne au pli en fourneau, les bands froissés, ainsi que les structures sigmoïdales superposés au sein d'un même shear zone non constation de terrain.



IV.1 Introduction :

Indépendamment, des lois obligeant les maîtres de l'ouvrage publics ou privés à exécuter des études géologiques et géotechnique avant d'entamer la réalisation de l'ouvrage, tout constructeurs doit, dans son propre intérêt, prendre en compte la nature du sous-sol, l'aptitude du sol pour adapter son projet en conséquences, 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 constructions voisines (**Philipponnat, 2003**).

IV.2 Campagne de reconnaissance géotechnique :

Le laboratoire *Aiche Géo-Sol* à effectuer une campagne de reconnaissance géotechnique sur le site du POS N°03 de Chekfa. Cette campagne à portée sur la réalisation de :

- trente (30) sondages carottés ayant des profondeurs variant entre 10 et 15 m, ces sondages carottés ont été effectués par une sondeuse de type **ABYSS III**. Des échantillons de sol ont été récupérés et transférés au laboratoire pour identification et analyses.
- soixante-trois (63) essais aux pénétromètres dynamiques près des sondages carottés, ont été effectués avec un pénétromètre dynamique type **TECOINSA** et enfoncés jusqu'à 10 m de profondeur et poussées jusqu'au refus.
- et une série d'essai de laboratoire de type physique, mécanique et chimique.

La Figure IV.1 représente la carte d'implantation des différents essais et sondage de la campagne des reconnaissances géotechniques.

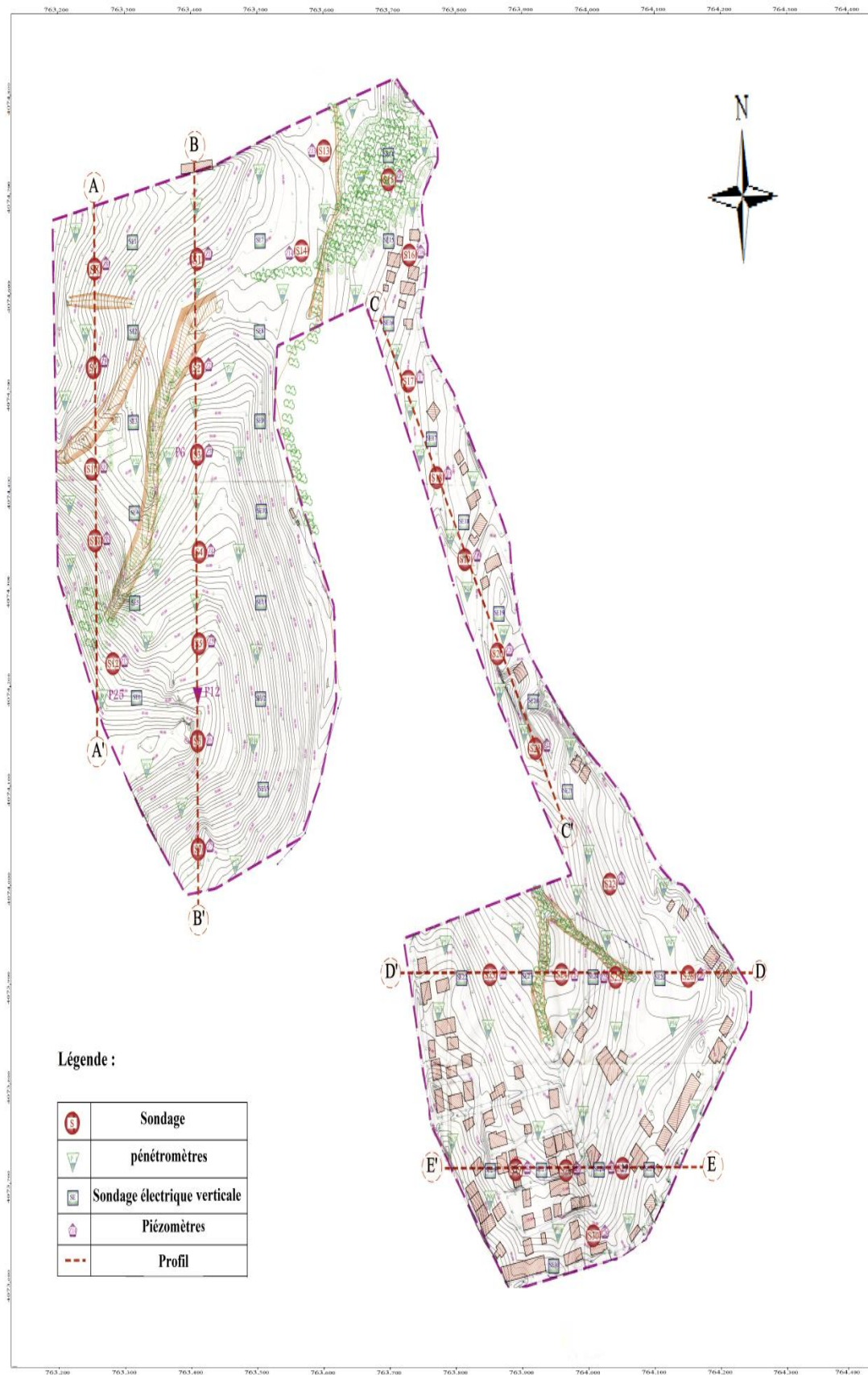
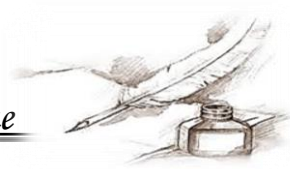


Fig. IV.1 : Carte d'implantation des essais et sondage des reconnaissances géotechniques POS N°03 (Chekfa –Jijel).



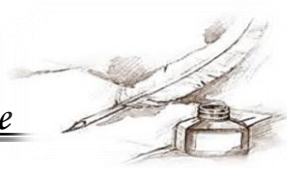
IV.2.1 Essais in-situ

IV.2.1.1 Les sondages carottés

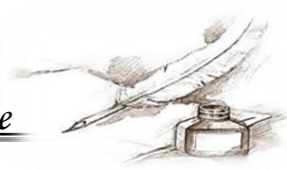
Trente (30) sondages carottés ont été réalisés sur le site du P.O.S N° 03 de Chekfa à une profondeur qui varie entre 10 et 15 m, à l'aide d'une sondeuse par carottage contenu, ces sondages ont été implantés de manière à couvrir toute la superficie du site en vue de mettre en évidence les différentes couches constituant le terrain et de déterminer leurs épaisseurs. Les résultats obtenus par ces sondages sont représentés dans le Tableau suivant :

Tableau IV.1 : Description des formations rencontrées à partir des sondages carottés.

Sondage	Profondeur	Lithologie
Sondage N° : 01	0,0-2,0 m 2,0-5,0 m 5,0-10 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 02	0,0-1,5 m 1,5-4,0 m 4,0-15 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneux. Marne.
Sondage N° : 03	0,0-2,2 m 2,0-4,3 m 4,3-10 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 04	0,0-0,5 m 0,5-1,5 m 1,5-15 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 05	0,0-2,5 m 2,5-5,0 m 5,0-10 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneux. Marne.
Sondage N° : 06	0,0-1,8 m 1,8-5,0 m 5,0-15 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 07	0,0-1,0 m 1,0-3,2 m 3,2-10 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 08	0,0-2,0 m 2,0-5,0 m 5,0-10 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 09	0,0-2,5 m 2,5-6,5 m 6,5-15 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 10	0,0-0,8 m 0,8-3,6 m 3,6-10 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 11	0,0-1,2 m 1,2-4,0 m 4,0-10 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneuse. Marne.



Sondage N° : 12	0,0-1,5 m 1,5-4,7 m 4,7-15 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 13	0,0-2,5 m 2,5-4,9 m 4,9-15 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 14	0,0-1,5 m 1,5-4,2 m 4,2-10 m	Limon Argileux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 15	0,0-2,3 m 2,3-4,5 m 4,5-15 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 16	0,0-1,8 m 1,8-5,2 m 5,2-10 m	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encrouement calcaires. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 17	0,0-2,0 m 2,0-6,5 m 6,5-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 18	0,0-1,8 m 1,8-5,0 m 5,0-10 m	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encrouement calcaires. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 19	0,0-2,3 m 2,3-5,8 m 5,8-10 m	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encrouement calcaires. . Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 20	0,0-1,2 m 1,2-4,6 m 4,6-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 21	0,0-2,5 m 2,5-5,0 m 5,0-10 m	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encrouement calcaires. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 22	0,0-2,1 m 2,1-5,7 m 5,7-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 23	0,0-2,2 m 2,2-6,0 m 6,0-15 m	Limon Argileux peu graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 24	0,0-0,7 m 0,7-4,6 m 4,6-10 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 25	0,0-1,9 m 1,9-4,2 m 4,2-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 26	0,0-2,3 m 2,3-4,8 m 4,8-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.



Sondage N° : 27	0,0-1,6 m 1,6-4,2 m 4,2-10 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 28	0,0-1,8 m 1,8-4,5 m 4,5-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 29	0,0-2,0 m 2,0-4,7 m 4,7-10 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.
Sondage N° : 30	0,0-1,5 m 1,5-5,2 m 5,2-15 m	Limon Argileux graveleux. Argile Marneuse. Marne.

Sur la base des résultats de ces sondages carottés, on peut conclure que l'ensemble du terrain de projet est constitué par une formation homogène, représenté essentiellement par une couche de couverture de limon argileux peu graveleux dans l'ensemble de POS et un limon argileux graveleux renfermant des encroutements calcaire dans la partie Est du POS d'une épaisseur variable entre 0,5 à 2,5m environ suivi par des argiles marneuses d'une épaisseur variable entre 1,5 et 4,5m ,l'ensemble reposent sur un substratum marneux de grande épaisseur.

La corrélation entre la lithologie décrite dans les sondages carottés nous a permis d'établir une coupe géotechnique du site étude comme le monde la Figure IV.2.

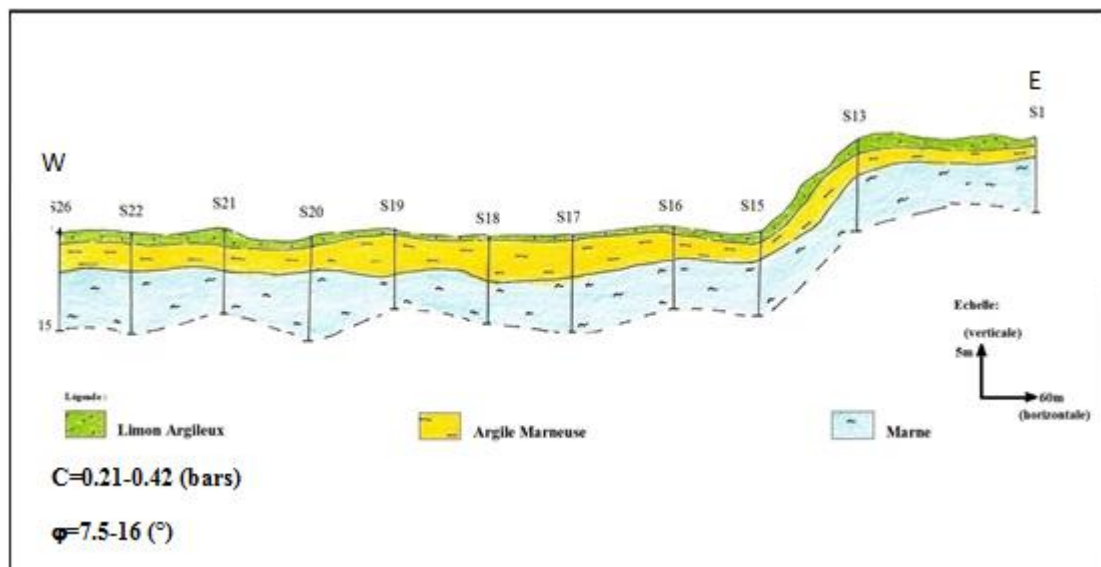
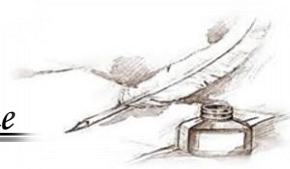


Fig. IV.2 : Coupes géotechniques au niveau du POS N°03 de Chekfa.



IV.2.1.2 Essais de pénétration dynamique :

Soixante-trois (63) essais de pénétration dynamique ont été exécutés. Les résultats de ces essais sont représentés sous forme de courbes indiquant la résistance dynamique du sol "Rd" en fonction de la profondeur. Ces résultats sont récapitulés dans le Tableau suivant:

Tableau. IV.2 : Résultats des résistances dynamiques à la pointe (Rd).

N°=Essai	valeur Rd min	valeur Rd max	côte de refus	Observation pour Rd
P1	35 bars	500 bars	9,0 m	moyenne
P2	35 bars	500 bars	8,8 m	moyenne
P3	40 bars	500 bars	8,4 m	moyenne
P4	40 bars	500 bars	9,2 m	moyenne
P5	90 bars	500 bars	7,2 m	très forte
P6	90 bars	500 bars	7,6 m	très forte
P7	85 bars	500 bars	7,6 m	forte
P8	85 bars	500 bars	7,0 m	forte
P9	55 bars	500 bars	8,0 m	moyenne à forte
P10	60 bars	500 bars	8,2 m	moyenne à forte
P11	65 bars	500 bars	7,8 m	moyenne à forte
P12	60 bars	500 bars	7,6 m	moyenne à forte
P13	70 bars	500 bars	8,0 m	forte
P14	75 bars	500 bars	8,2 m	forte
P15	75 bars	500 bars	7,4 m	forte
P16	70 bars	500 bars	8,0 m	forte
P17	85 bars	500 bars	8,0 m	forte
P18	80 bars	500 bars	7,6 m	forte
P19	80 bars	500 bars	8,2 m	forte
P20	75 bars	500 bars	8,4 m	forte
P21	90 bars	500 bars	6,0 m	très forte
P22	75 bars	500 bars	7,0 m	forte
P23	75 bars	500 bars	6,6 m	forte
P24	60 bars	500 bars	8,4 m	moyenne à forte
P25	90 bars	500 bars	5,4 m	très forte
P26	90 bars	500 bars	6,4 m	très forte
P27	75 bars	500 bars	6,0 m	très forte
P28	90 bars	500 bars	6,2 m	très forte
P29	90 bars	500 bars	7,0 m	très forte
P30	80 bars	500 bars	7,2m	forte
P31	80 bars	500 bars	8,4 m	forte



P32	90 bars	500 bars	7,8 m	très forte
P33	>100 bars	500 bars	3,6 m	très forte
P34	>100 bars	500 bars	4,4 m	très forte
P35	>100 bars	500 bars	4,0 m	très forte
P36	100 bars	500 bars	5,2 m	très forte
P37	100 bars	500 bars	7,0 m	très forte
P38	80 bars	500 bars	7,8 m	forte
P39	80 bars	500 bars	8,6 m	forte
P40	80 bars	500 bars	7,6 m	forte
P41	100 bars	500 bars	9,4 m	très forte
P42	80 bars	500 bars	9,6 m	forte
P43	85 bars	500 bars	8,8 m	forte
P44	90 bars	500 bars	9,2 m	très forte
P45	70 bars	500 bars	8,2 m	forte
P46	75 bars	500 bars	9,6 m	forte
P47	75 bars	500 bars	9,2 m	forte
P48	70 bars	500 bars	8,6 m	forte
P49	65 bars	500 bars	9,4 m	moyenne à forte
P50	85 bars	500 bars	6,8 m	très forte
P51	75 bars	500 bars	5,2 m	forte
P52	80 bars	500 bars	6,4 m	forte
P53	75 bars	500 bars	6,2 m	forte
P54	85 bars	500 bars	5,6 m	très forte
P55	60 bars	500 bars	9,6 m	moyenne à forte
P56	70 bars	500 bars	9,8 m	forte
P57	75 bars	500 bars	9,2 m	forte
P58	65 bars	500 bars	9,4 m	moyenne à forte
P59	80 bars	500 bars	8,6 m	forte
P60	80 bars	500 bars	9,2 m	forte
P61	80 bars	500 bars	8,2 m	forte
P62	70 bars	500 bars	7,4 m	forte
P63	70 bars	500 bars	7,0 m	forte

Les résultats enregistrés pour les essais de pénétration dynamique ont montés des valeurs de résistance variables, ce qui nous permet de dire ce qui suit :

Les essais (**P1,P2,P3,P4,P9,P10,P11,P12,P24,P49,P55,P58**) sont distribués dans différents endroits de notre POS (voir plant d'implantation des essais in situ), présentant une allure identique et montrant une résistance moyenne à forte. Cependant la résistance minimale est comprise entre 35 et 65 bars, tandis que la résistance maximale de refus est de l'ordre de 500 bars. Ces refus sont observé à des



profondeurs comprise entre 7,6 et 9,4m, ils sont dû à la forte compacité des marne rencontrées en profondeur.

Par contre, le deuxième groupe, qui est constitué par la majorité des essais restante réparties dans toute terrain de notre POS (voir plan d'implantation). Ces essais ont montrés des refus à des profondeurs variables comprises entre 3,6 et 9,8 m mais toujours au niveau de la couche des marnes.

Les résistances minimales sont eux même variables, elles sont comprises entre 70 et 100 bars. Par contre les résistances des refus sont supérieures à 500 bars.

Ces essais caractérisent un sol de compacité forte à très forte.

IV.2.2 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 :

IV.2.2.1 Paramètres physiques :

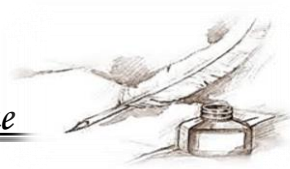
Les échantillons prélevés ont étaient soumis à des essais d'identification physique qui sont :

- teneur en eau naturelle (**W_n**)
- densité sèche et humide (**γ_d , γ_h**)
- degré de saturation (**S_r**)

Les valeurs des principaux paramètres physiques mesurés pour les formations rencontrées sont représentées dans le Tableau suivant :

Tableau IV.3 : Valeurs des principaux paramètres physiques mesurés.

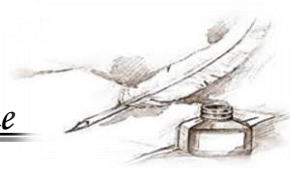
Sondage		Propriétés physiques			
N° Sond.	Prof. (m)	W (%)	γ_h (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	S _r (%)
S1	1,5-2,0	21	1,8	1,5	70
	2,5-3,0	26	1,95	1,55	93
	5,0-5,5	32	2,0	1,55	94
S3	1,7-2,2	23	1,8	1,5	74
	3,0-3,5	26	1,95	1,55	88
	6,0-6,5	31	2,0	1,55	92
S5	2,0-2,5	22	1,8	1,5	72
	3,5-4,0	25	2,15	1,75	92



	6,5-7,0	32	2,0	1,55	95
S7	2,5-3,0	24	2,15	1,75	87
	4,0-4,5	32	2,0	1,6	90
S8	1,5-2,0	20	1,8	1,5	68
	4,5-5,0	27	2,1	1,65	89
	7,5-8,0	33	2	1,50	94
S10	3,0-3,5	31	2,15	1,65	88
	5,0-5,5	33	2	1,5	94
S12	2,0-2,5	29	2,0	1,55	87
	6,0-6,5	33	2	1,5	93
S14	3,5-4,0	27	2,05	1,6	86
	5,0-5,5	32	2	1,55	89
S15	1,8-2,3	21	1,7	1,4	63
	4,0-4,5	32	2,0	1,55	85
S17	1,5-2,0	24	1,7	1,4	68
	6,0-6,5	33	2,0	1,6	90
S19	1,5-2,0	25	1,8	1,45	78
	5,0-5,5	31	1,95	1,55	92
	8,0-8,5	33	2,0	1,6	85
S21	2,0-2,5	26	1,7	1,4	72
	3,0-3,5	29	1,9	1,5	88
	4,5-5,0	32	2,0	1,6	84
S22	1,5-2,0	24	1,7	1,4	68
	5,0-5,5	31	2,15	1,65	87
S23	1,7-2,2	23	1,85	1,5	78
	5,5-6,0	30	1,95	1,5	89
S25	1,4-1,9	25	1,85	1,5	81
	3,0-3,5	30	1,95	1,5	90
	4,5-5,0	32	2	1,6	83
S28	1,3-1,8	24	1,85	1,5	79
	2,0-2,5	29	1,9	1,5	87
	4,5-5,0	32	2,1	1,6	83
S30	2,5-3,0	30	1,9	1,5	88

Il en ressort de ces résultats que :

- Les mesures des teneurs en eau ont été effectuées sur des différents échantillons qui ont donné les valeurs suivantes :
 - ❖ Pour les limons argileux : $W = 20$ à 28 %.
 - ❖ Pour les argiles marneuses : $W = 24$ à 33 %.
 - ❖ Pour les marnes : $W = 31$ à 33 %.
- Le degré de saturation est élevé pour l'ensemble des échantillons testés.



Ce qui montre un état hydrique naturel du sol humide à très humide.

- Les valeurs des densités sèches pour les limons argileux varient entre 1,4 à 1,5 t/m³. Par contre pour les argiles marneuses les valeurs de la densité sèche sont plus grandes, elles sont comprises entre 1,5 et 1,75 t/m³, alors que pour les marnes elles sont entre 1,5 et 1,6t/m³.
- Pour Les densités humides apparentes elles sont respectivement de l'ordre de :
pour les limons argileux : de 1,7 à 1,85 t/m³.
pour les argiles marneuses : de 1,9 à 2,1 t/m³.
pour les marnes de : 2 à 2,1 t/m³.

La classification géotechnique des sols étudiés nous donne les familles suivantes :

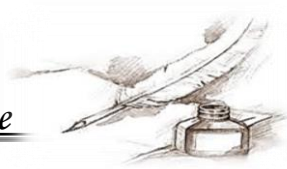
- ❖ Un limon argileux peu lâche.
- ❖ Une argile semi dense à dense.
- ❖ Une marne semi dense à dense.

IV.2.2.2 Les limites d'Atterberg :

Les valeurs des limites d'Atterberg sont regroupées dans le Tableau IV.4.

Tableau IV.4 : Valeurs des limites d'Atterberg (Géo-Sol).

Sondages		limites d'Atterberg		
N° Sond.	Prof. (m)	W _l (%)	I _p (%)	W _p (%)
S1	1,5-2,0	37	18	19
	2,5-3,0	47	23	24
	5,0-5,5	47	24	23
S3	1,7-2,2	38	19	19
	3,0-3,5	48	24	24
	6,0-6,5	46	23	23
S5	2,0-2,5	37	17	20
	3,5-4,0	48	24	24
	6,5-7,0	46	23	23
S7	2,5-3,0	46	23	23
	4,0-4,5	46	23	23
S8	1,5-2,0	39	20	19
	4,5-5,0	47	23	24
	7,5-8,0	45	24	21
S10	3,0-3,5	39	19	20
	5,0-5,5	49	26	23
S12	2,0-2,5	49	25	24
	6,0-6,5	47	23	24



S14	3,5-4,0	47	23	24
	5,0-5,5	48	25	23
S15	1,8-2,3	37	18	19
	4,0-4,5	47	23	24
S17	1,5-2,0	40	20	20
	6,0-6,5	49	23	26
S19	1,5-2,0	39	18	21
	5,0-5,5	46	22	24
	8,0-8,5	47	24	23
S21	2,0-2,5	40	20	20
	3,0-3,5	49	25	24
	4,5-5,0	48	24	24
S22	1,5-2,0	38	17	21
	5,0-5,5	47	23	24
S23	1,7-2,2	39	19	20
	5,5-6,0	47	25	22
S25	1,4-1,9	38	18	20
	3,0-3,5	49	25	24
	4,5-5,0	48	25	23
S28	1,3-1,8	40	20	20
	2,0-2,5	48	23	25
	4,5-5,0	46	23	23
S30	2,5-3,0	47	22	25

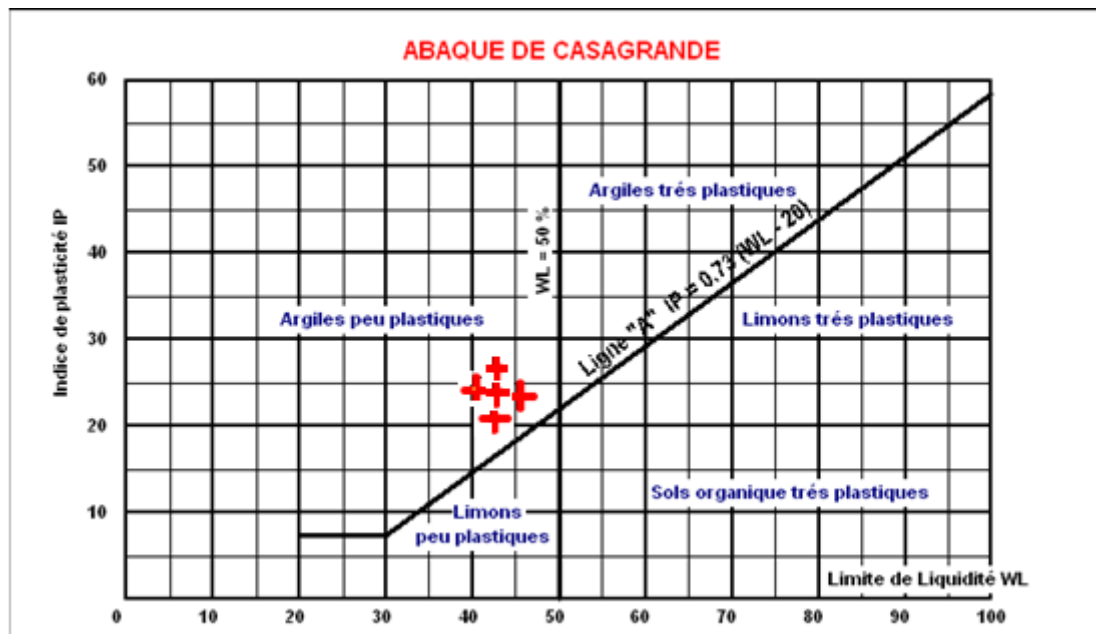


Fig. IV.3: Diagramme de classification des sols fins de Casagrande .



D'après les résultats des limites d'Atterberg, les limons argileux, ont donnés des valeurs de limite de liquidité comprises entre 37 et 40%. Les indices de plasticité étaient comprises entre 17 et 20 %.

L'abaque de plasticité range les sols en question dans la catégorie des limons peu plastiques, notés (Lp).

Concernant les argiles marneuses, les valeurs de limite de liquidité été élevées, elles varient entre 46 et 49%, l'indice de plasticité est de l'ordre 22 à 25%.

Pour les marnes, les valeurs de limite de liquidité sont plus élevées, elles varient entre 45 et 49% et l'indice de plasticité est de l'ordre 23 à 26%. D'après l'abaque de Casagrande il s'agit des argiles peu plastiques notées (Ap).

IV.2.2.3 Les Analyses chimiques :

L'analyse chimique des échantillons testés permet de donner des indications sur les teneurs en carbonates, gypses et en sulfates et par conséquent, le degré d'agressivité des sols étudiés sur les bétons des ouvrages enterrés. Les résultats des analyses chimiques des sols du site étudié sont reportés dans le Tableau suivant :

Tableau IV.5: Résultats des analyses chimiques.

Echantillons	% de carbonates CaCO_3	% de gypses $\text{CaCO}_42\text{H}_2\text{O}$	Sulfates $\text{SO}_4^- 10^3 \text{ mg/kg}$
S1 (1,5-2,0m)	6,52	Néants	Néants
S1 (2,5-3,0m)	12,56	Néants	Néants
S1 (5,0-5,5m)	36,22	Néants	Néants
S3 (1,7-2,2m)	7,36	Néants	Néants
S3 (3,0-3,5m)	15,40	Néants	Néants
S3 (6,0-6,5m)	42,01	Néants	Néants
S5 (2,0-2,5m)	7,33	Néants	Néants
S5 (3,5-4,0m)	20,36	Néants	Néants
S5 (6,5-7,0m)	56,65	Néants	Néants
S7 (2,5-3,0m)	23,23	Néants	Néants
S7 (4,0-4,5m)	58,25	Néants	Néants
S8 (1,5-2,0m)	6,23	Néants	Néants
S8 (4,5-5,0m)	15,15	Néants	Néants
S8 (7,5-8,0m)	54,23	Néants	Néants
S10 (3,0-3,5m)	23,65	Néants	Néants
S10 (5,0-5,5m)	46,58	Néants	Néants
S12 (2,0-2,5m)	15,14	Néants	Néants



S12 (6,0-6,5m)	48,47	Néants	Néants
S14 (3,5-4,0m)	21,36	Néants	Néants
S14 (5,0-5,5m)	55,64	Néants	Néants
S15 (1,8-2,3m)	8,23	Néants	Néants
S15 (4,0-4,5m)	15,15	Néants	Néants
S17 (1,5-2,0m)	5,66	Néants	Néants
S17 (6,0-6,5m)	21,23	Néants	Néants
S19 (1,5-2,0m)	5,47	Néants	Néants
S19 (5,0-5,5m)	25,14	Néants	Néants
S19 (8,0-8,5m)	59,41	Néants	Néants
S21 (2,0-2,5m)	4,55	Néants	Néants
S21 (3,0-3,5m)	20,20	Néants	Néants
S21 (4,0-4,5m)	54,32	Néants	Néants
S22 (1,5-2,0m)	7,44	Néants	Néants
S22 (5,0-5,5m)	23,26	Néants	Néants
S23 (1,7-2,2m)	7,66	Néants	Néants
S23 (5,5-6,0m)	27,63	Néants	Néants
S25 (1,4-1,9m)	6,98	Néants	Néants
S25 (3,0-3,5m)	21,36	Néants	Néants
S25 (4,5-5,0m)	44,65	Néants	Néants
S28 (1,3-1,8m)	9,21	Néants	Néants
S28 (2,0-2,5m)	23,24	Néants	Néants
S28 (4,5-5,0m)	58,47	Néants	Néants
S30 (2,5-3,0m)	23,25	Néants	Néants

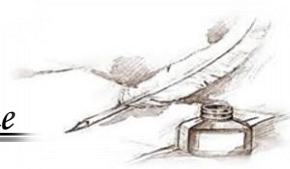
Les analyses chimiques ont décelées une présence faible à moyenne de carbonates, elles sont comprises entre :

- 10 à 30 % pour les argiles marneuses.
- 30 à 60% pour les marnes.
- < 10% pour les limons argileux.

Selon la norme NF P 18-011 du 06-92, l'agressivité des sols au niveau du site du POS N°03 est faible. Donc, l'utilisation de tous types de ciment pour l'infrastructure est possible.

IV.2.2.4 Les propriétés mécaniques des sols :

Les paramètres mécaniques permettent d'accéder, directement à la capacité portante des sols, compatibles avec des déformations acceptables.



Deux types d'essais ont été exécutés pour déterminer les paramètres mécaniques des sols étudiés qui sont :

- L'essai de cisaillement à la boîte de Casagrande.
- l'essai de compressibilité à l'œdomètre.

IV.2.2.4.1 Essai de cisaillement rectiligne :

Les caractéristiques intrinsèques (C , φ) ont été mesurées dans les couches des marnes et des marnes argileuses, selon les conditions de cisaillement, non consolidé, non drainé. Les valeurs obtenues sont reportées dans le Tableau suivant :

Tableau V.6 : Valeurs des caractéristiques intrinsèques C_{uu} et φ_{uu} .

Sondage		Cisaillement		
N° Sondage	Prof. (m)	Nature du sol	C_{uu} (bars)	φ_{uu} (°)
S1	1,5-2,0	Limon Argileux.	0,28	12
	2,5-3,0	Argile Marneuse.	0,38	11
	5,0-5,5	Marne.	0,37	8
S3	1,7-2,2	Limon Argileux peu graveleux.	0,32	13
	3,0-3,5	Argile Marneuse.	0,41	11
	6,0-6,5	Marne.	0,44	6
S5	2,0-2,5	Limon Argileux peu graveleux.	0,27	13
	3,5-4,0	Argile Marneuse.	0,41	11
	6,5-7,0	Marne.	0,4	8
S7	2,5-3,0	Argile Marneuse.	0,42	10.5
	4,0-4,5	Marne.	0,32	9
S8	1,5-2,0	Limon Argileux.	0,24	16
	4,5-5,0	Argile Marneuse.	0,37	11
	7,5-8,0	Marne.	0,43	8
S10	3,0-3,5	Argile Marneuse.	0,38	12
	5,0-5,5	Marne.	0,35	8
S12	2,0-2,5	Argile Marneuse.	0,41	11
	6,0-6,5	Marne.	0,39	7
S14	3,5-4,0	Argile Marneuse.	0,41	10
	5,5	Marne.	0,38	7.5
S15	1,8-2,3	Limon Argileux peu graveleux.	0,25	14
	4,0-4,5	Argile Marneuse.	0,36	8
S17	1,5-2,0	Limon Argileux graveleux.	0,23	12
	6,0-6,5	Argile Marneuse.	0,41	8



S19	1,5-2,0	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encroutement calcaires.	0,31	11
	5,0-5,5	Argile Marneuse.	0,41	11
	8,0-8,5	Marne.	0,35	8
S21	2,0-2,5	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encroutement calcaires.	0,24	12
	3,0-3,5	Argile Marneuse.	0,42	11
	4,5-5,0	Marne.	0,35	8
S22	1,5-2,0	Limon Argileux graveleux.	0,22	16
	5,0-5,5	Argile Marneuse.	0,33	9
S23	1,7-2,2	Limon Argileux peu graveleux.	0,23	13
	5,5-6,0	Argile Marneuse.	0,40	12
S25	1,4-1,9	Limon Argileux graveleux.	0,25	13
	3,0-3,5	Argile Marneuse.	0,40	11
	4,5-5,0	Marne.	0,36	9
S28	1,3-1,8	Limon Argileux graveleux.	0,25	13
	2,0-2,5	Argile Marneuse.	0,41	9
	4,5-5,0	Marne.	0,38	7
S30	2,5-3,0	Argile Marneuse.	0,36	10

- les valeurs de la cohésion pour les limons argileux sont comprises entre 0,22 et 0,32 bars et les valeurs de l'angle de frottement varient entre 11 et 16°.
- les valeurs de la cohésion pour les argiles marneuses sont comprises entre 0,25 et 0,42 bars et les valeurs de l'angle de frottement varient entre 8 et 14°.
- alors que pour les marnes, les caractéristiques intrinsèques sont les suivantes :
 - C_{uu} varie entre 0,32 à 0,44 bars.
 - φ_{uu} varie entre 6 à 9°.

Les valeurs des cohésions obtenues sont assez faibles. Elles varient de **0,00 à 0,50 bars**. Quant aux angles de frottement internes des sols ils sont élevés en rapport avec l'état induré des formations rencontrées. Ces résultats sont caractéristiques d'un sol plus au moins **cohérent, et moyennement résistant au cisaillement**.

Les Figures IV.3 et IV.4 montrent les variations de (C_{uu}) et (φ_{uu}) en fonction des formations rencontrées sur le site étudié. Cela permet aux concepteurs de mieux connaître le potentiel mécanique de chaque formation.

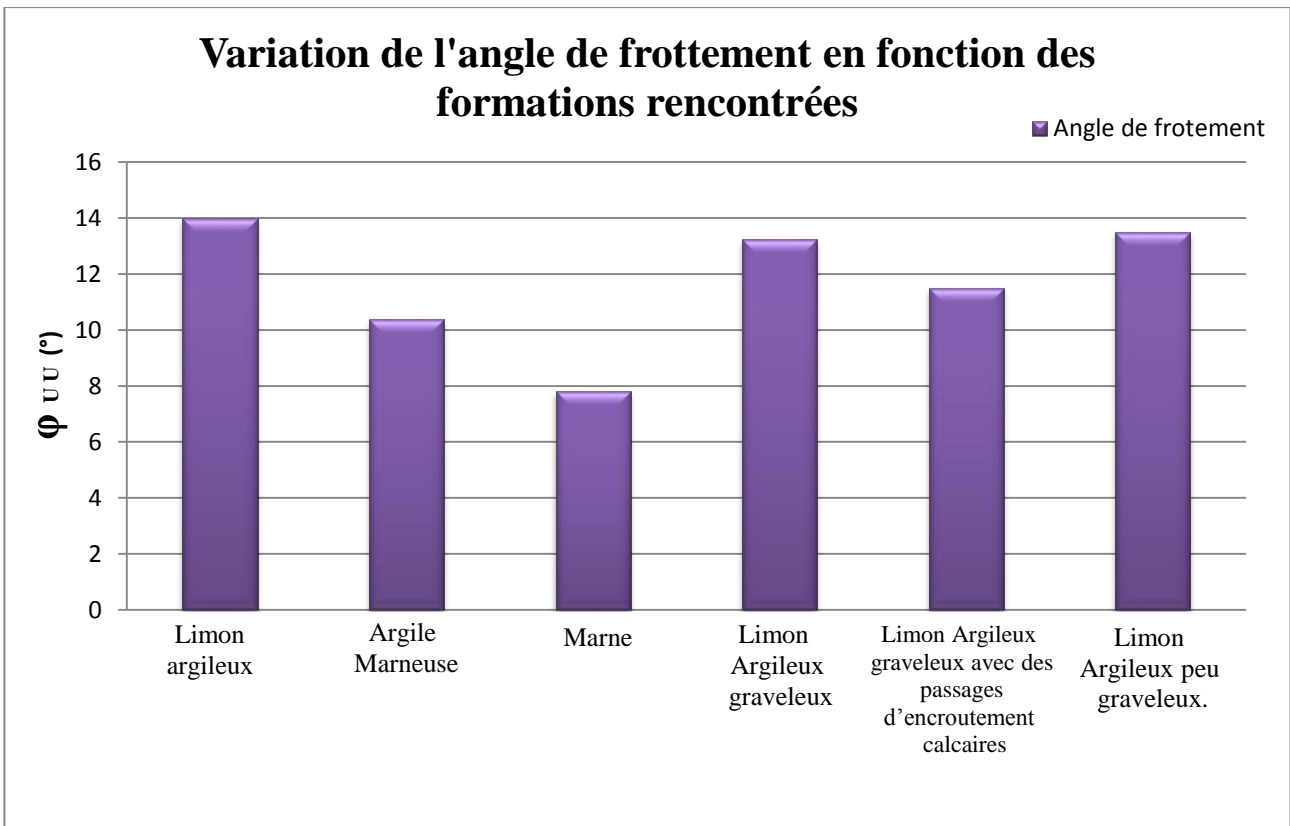


Figure IV.3 : Variation de l'angle de frottement en fonction des formations rencontrées.

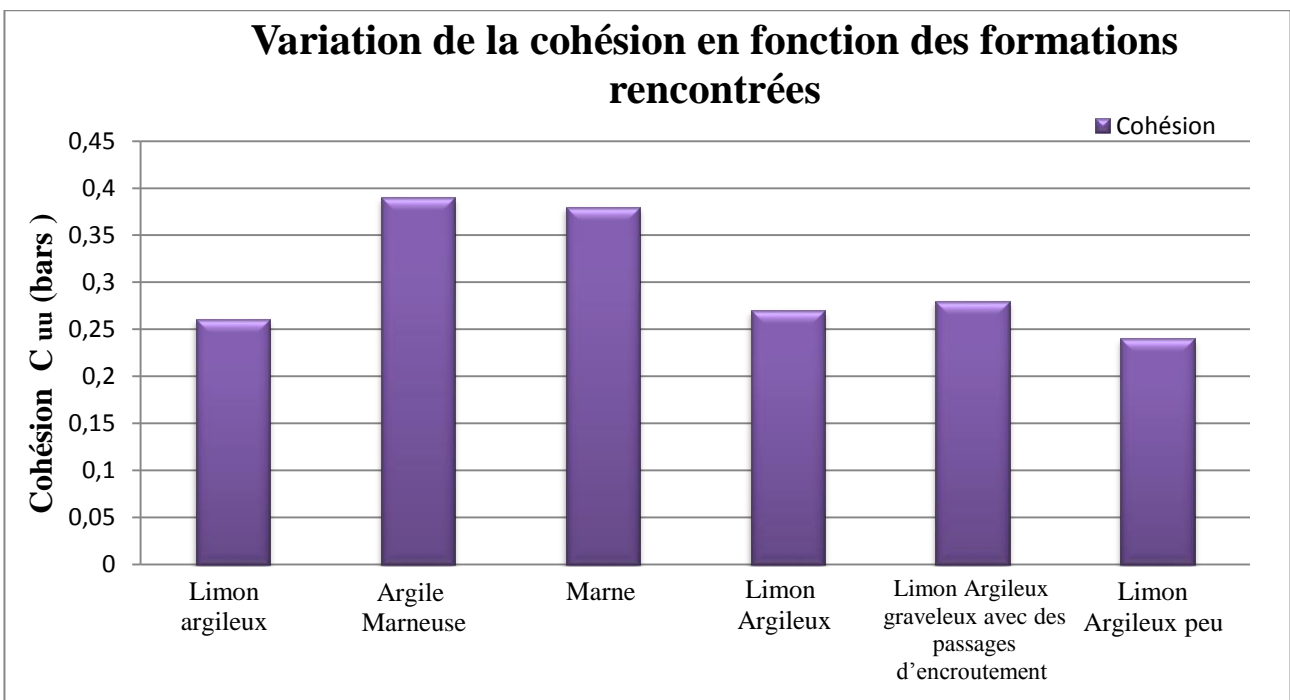
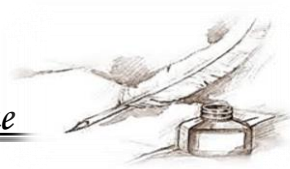


Fig. IV.4 : Variation de cohésion en fonction des formations rencontrée.



IV.2.2.4.2 Essai de compressibilité à l'œdomètre :

Les résultats des essais œdométriques sont exprimés dans le Tableau suivant :

L'essai œdométrique consiste à étudier la susceptibilité d'un sol au tassement au moyen d'un bâti œdométrique où une pastille de sol, préalablement saturé est soumise à un cycle de charge verticale sans contrainte, les essais ont été effectués sur les différents prélèvements.

Tableau IV.7 : Valeurs d'essais de compressibilités à l'œdomètre.

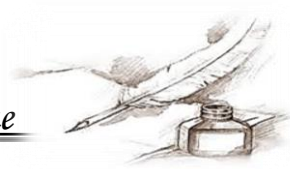
Sondage		paramètres de compressibilité			
N° Sondage	Prof. (m)	Nature du sol	Pression de consolidation σ_c (bars)	Coefficient de Compressibilité C_c (%)	Coefficient de Gonflement C_g (%)
S1	1,5-2,0	Limon Argileux.	1,48	21,86	2,23
	2,5-3,0	Argile Marneuse.	1,71	14,58	1,75
	5,0-5,5	Marne.	1,70	16,08	2,38
S3	1,7-2,2	Limon Argileux peu graveleux.	1,81	20,86	2,23
	3,0-3,5	Argile Marneuse.	1,70	18,34	3,07
	6,0-6,5	Marne.	2,08	17,34	1,31
S5	2,0-2,5	Limon Argileux peu graveleux.	1,82	21,36	2,15
	3,5-4,0	Argile Marneuse.	1,60	21,11	2,77
	6,5-7,0	Marne.	1,74	18,09	2,00
S7	2,5-3,0	Argile Marneuse.	1,61	22,87	2,46
	4,0-4,5	Marne.	1,90	18,85	2,23
S8	1,5-2,0	Limon Argileux.	1,73	21,36	2,15
	4,5-5,0	Argile Marneuse.	1,82	21,61	3,84
	7,5-8,0	Marne.	2,05	19,10	1,84
S10	3,0-3,5	Argile Marneuse.	1,73	14,32	1,81
	5,0-5,5	Marne.	1,83	15,83	2,54
S12	2,0-2,5	Argile Marneuse.	1,84	20,86	3,69
	6,0-6,5	Marne.	1,94	15,83	0,92
S14	3,5-4,0	Argile Marneuse.	1,68	20,61	2,69
	5,0-5,5	Marne.	1,79	18,34	2,15
S15	1,8-2,3	Limon Argileux peu graveleux.	1,51	2,86	1,91
	4,0-4,5	Argile Marneuse.	1,98	19,60	2,46



S17	1,5-2,0	Limon Argileux graveleux.	1,53	20,10	2,00
	6,0-6,5	Argile Marneuse.	1,66	21,61	2,46
S19	1,5-2,0	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encroutement calcaires.	1,51	22,11	2,31
	5,0-5,5	Argile Marneuse.	1,93	20,61	3,69
	8,0-8,5	Marne.	1,99	19,60	1,92
S21	2,0-2,5	Limon Argileux graveleux avec des passages d'encroutement calcaires.	1,86	20,86	2,31
	3,0-3,5	Argile Marneuse.	1,76	14,83	1,81
	4,5-5,0	Marne.	1,95	17,09	2,77
S22	1,5-2,0	Limon Argileux graveleux.	1,79	20,10	2,00
	5,0-5,5	Argile Marneuse.	1,95	15,58	1,54
S23	1,7-2,2	Limon Argileux peu graveleux.	1,72	20,61	2,08
	5,5-6,0	Argile Marneuse.	1,81	17,59	2,08
S25	1,4-1,9	Limon Argileux graveleux.	1,57	20,86	2,00
	3,0-3,5	Argile Marneuse.	1,93	19,35	3,46
	4,5-5,0	Marne.	1,97	19,35	2,45
S28	1,3-1,8	Limon Argileux graveleux.	1,51	21,11	2,23
	2,0-2,5	Argile Marneuse.	1,65	21,11	2,77
	4,5-5,0	Marne.	2,05	20,35	2,08
S30	2,5-3,0	Argile Marneuse.	1,61	23,12	2,61

Selon les valeurs du Tableau précédent, on peut dire que :

- Pour les Limons argileux :
 - $1,48 \text{ bar} < \sigma_c < 1,86 \text{ bars}$: sol **sur-consolidés**. (par rapport à la contrainte verticale σ_{v0}).
 - $20,10 \% < Cc < 22,11\%$: sol **moyennement compressibles**.
 - $Cg < 3 \%$: sol **non gonflants**.



➤ Pour les marnes :

- $1,7 \text{ bar} < \sigma_c < 2,1 \text{ bars}$: sols **sur-consolidés**. (par rapport à la contrainte verticale σ_{v0}).
- $16 \% < Cc < 20\%$: sols **moyennement compressibles**.
- $2 \% < Cg < 3 \%$: Sol **non gonflants**.

D'après les résultats des essais in situ et des essais en laboratoire on peut conclure que les sols ont des densités moyennes à élevées légèrement humides à très humides et peut plastiques .Ils présentent un caractère non gonflant et une compressibilité moyenne.

IV.3 - Calcul des fondations :

IV.3.1- Contraintes admissibles du sol de fondation :

IV.3.1.1 - Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique :

La contrainte admissible d'une fondation superficielle est égale à (α) de la valeur de la résistance dynamique en pointe minimale déduite de la formule de battage des Hollandais exprimée comme suit :

$$Q_{adm} = R_p \text{ min}/\alpha \quad (\text{IV.1})$$

Avec :

- Q_{ad} : Contrainte admissible du sol de la fondation superficielle.
 $R_d \text{ min}$: Résistance dynamique minimale de la pointe.
 α : Coefficient variant de 20 à 30.

Les valeurs de la contrainte admissible calculées pour des niveaux d'ancrage de la fondation compris entre 3 et 5m de profondeur sont reportées pour chaque essai dans le Tableau suivant :

Tableau. IV.8 : Calculs de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique.

Essai №	Rp (bars)	Contrainte admissible (bars)
1	35	1,2
2	35	1,2
3	40	1,3
4	40	1,3
5	90	3
6	90	3
7	85	2,8



8	85	2,8
9	55	1,8
10	60	2
11	65	2,1
12	60	2
13	70	2,3
14	75	2,5
15	75	2,5
16	70	2,3
17	85	2,8
18	80	2,6
19	80	2,6
20	75	2,5
21	90	3
22	75	2,5
23	75	2,5
24	60	2
25	90	3
26	90	3
27	75	2,5
28	90	3
29	90	3
30	80	2,6
31	80	2,6
32	90	3
33	100	3,3
34	100	3,3
35	100	3,3
36	100	3,3
37	100	3,3
38	80	2,6
39	80	2,6
40	80	2,6
41	100	3,3
42	80	2,6
43	85	2,8
44	90	3
45	70	2,3
46	75	2,5
47	75	2,5
48	70	2,3
49	65	2,1



50	85	2,8
51	75	2,5
52	80	2,6
53	75	2,5
54	85	2,8
55	60	2
56	70	2,3
57	75	2,5
58	65	2,1
59	80	2,6
60	80	2,6
61	80	2,6
62	70	2,3
63	70	2,3

IV.3.1.2 Capacité portante à partir des résultats des essais en laboratoire :

Le calcul par les formules statique de mécanique des sols 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} » (Songlerat et Costet 1983) :

✓ Pour une *semelle carrée* :

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

✓ Pour une *semelle filante* :

$$Q_{ad} = \gamma_1 \cdot D + \frac{\gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot (N_q - 1) + C \cdot N_c}{F_s} \quad (\text{IV.3})$$

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).

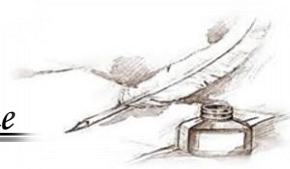
B, L : dimensions de la fondation, largeur et longueur (m).

C : cohésion du sol (t/m^2).

N_γ : 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.

Le Tableau IV.9 présente les valeurs des facteurs de portance en fonction de l'angle interne de frottement du sol selon le DTU¹ 13.1.

Tableau IV.9: Valeurs des facteurs de portance (extrait du D.T.U 13.1).

φ °	N_γ	N_q	N_c	φ °	N_γ	N_q	N_c
0	0,00	1,0	5,14	30	21,8	18,4	30,1
5	0,00	1,56	6,47	31	25,5	20,6	32,7
10	1,00	2,49	8,45	32	29,8	23,2	35,5
11	1,20	2,71	8,80	33	34,8	26,1	38,7
12	1,43	2,97	9,29	34	40,9	29,4	42,2
13	1,69	3,26	9,80	35	48,0	33,3	46,1
14	1,99	3,59	10,4	36	56,6	37,8	50,6
15	2,33	3,94	11,0	37	67,0	42,9	55,7
16	2,72	4,33	11,6	38	79,5	48,9	61,4
17	3,14	4,77	12,3	39	94,7	56,0	67,9
18	3,69	5,25	13,1	40	113,0	64,2	75,4
19	4,29	5,80	13,9	41	133,0	73,9	83,9
20	4,97	6,40	14,8	42	164,0	85,4	93,7
21	5,76	7,07	15,8	43	199,0	99,0	105,0
22	6,68	7,83	16,9	44	244,0	115,0	118,0
23	7,73	8,66	18,1	45	297,0	135,0	135,0
24	8,97	9,60	19,3	46	366,0	159,0	152,0
25	10,4	10,7	20,7	47	455,0	187,0	174,0
26	12,0	11,8	22,2	48	570,0	223,0	199,0
27	13,9	13,2	24,0	49	718,0	265,0	230,0
28	16,1	14,7	25,8	50	914,0	319,0	267,0
29	18,8	16,4	27,9				

Exemple numérique de calcul de la portance du sol étudié :

Sondage n 01 :

Pour les calculs nous avons utilisé les résultats de l'essai de cisaillement réalisé sur l'échantillon du sondage SC1 entre 3,0 et 5,0 m de profondeur.

✓ **Semelle carrée :**

$B = 1 = 1,5 \text{ m}$; $D = 3 \text{ m}$; $F_s = 3$.

$\gamma_1 = 1,87 \text{ T/ m}^3$.

$\gamma_2 = 1,95 \text{ T/ m}^3$.

$C = 0,38 \text{ bars} = 3,8 \text{ t/ m}^2$.

¹ DTU : Document Technique Unifié



$\varphi^\circ=11^\circ$ ce qui implique (Tableau IV.9) $N_\gamma = 1,20$. $N_q = 2,71$. $N_c = 8,80$.

Finalement :

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

$$Q_{ad} = 1,87 \cdot 3 + \frac{(1 - 0,2 \cdot 1,5/1,5) \cdot 1,95 \cdot 1,20 + 1,95 \cdot 3 \cdot (2,71 - 1) + (1 - 0,2 \cdot 1,5/1,5) \cdot 3,88 \cdot 8,80}{3}$$

$$Q_{ad} = 22,64 \text{ t/m}^2 = 2,26 \text{ bars.}$$

$$Q_{ad} = \mathbf{2,26 \text{ bars.}}$$

✓ *Semelle filante :*

$B = 1,5$; $D = 5 \text{ m}$; $F_s = 3$.

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

$$Q_{ad} = 1,87 \cdot 3 + \frac{1,95 \cdot 1,5/2 \cdot 1,20 + 1,87 \cdot 3 \cdot (2,71 - 1) + 3,88 \cdot 8,80}{3}$$

$$Q_{ad} = 20,53 \text{ t/m}^2 = 2,05 \text{ bars}$$

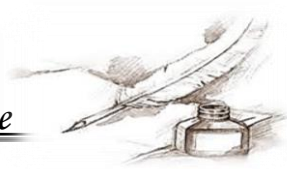
$$Q_{ad} = \mathbf{2,05 \text{ bars.}}$$

Pour le POS N°3 de Chekfa nous avons proposé plusieurs variantes.

Les résultats obtenus pour des semelles carrées et filantes, ancrées à 3m et 5m de profondeur pour tous les sondages, sont reportés sur le Tableau IV.10 suivant:

Tableau IV.10: Calcul des contraintes admissibles du sol de fondation à partir des résultats des essais de laboratoire.

Sondages N°=	Ancrage	D = 3 m	D = 5 m
	Largeur de la fondation B = 1,5 m	Q_{ad} (bars)	Q_{ad} (bars)
S1	Semelle carrée	2,26	2,46
	Semelle filante	2,05	2,27



S3	Semelle carrée	2,37	1,81
	Semelle filante	2,14	1,71
S5	Semelle carrée	2,63	2,97
	Semelle filante	2,42	2,13
S7	Semelle carrée	2,31	2,54
	Semelle filante	2,09	2,38
S8	Semelle carrée	2,27	2,49
	Semelle filante	2,06	2,30
S10	Semelle carrée	2,07	2,49
	Semelle filante	2,88	2,31
S12	Semelle carrée	2,43	2,47
	Semelle filante	2,20	2,30
S14	Semelle carrée	2,34	2,46
	Semelle filante	2,12	2,28
S17	Semelle carrée	2,03	2,58
	Semelle filante	1,87	2,39
S19	Semelle carrée	2,38	2,55
	Semelle filante	2,08	2,35
S22	Semelle carrée	1,92	2,42
	Semelle filante	1,75	2,26
S23	Semelle carrée	2,51	3,15
	Semelle filante	2,27	2,92
S25	Semelle carrée	2,37	2,62
	Semelle filante	2,14	2,43
S28	Semelle carrée	2,15	2,48
	Semelle filante	2,04	2,28

IV.3.1.3 Calcul des tassements en fondation des résultats de l'essai œdométrique :

La méthode utilisée pour l'évaluation des tassements consiste à subdiviser le terrain sollicité en tranches. Puisque le sol est sur consolidé on a donc utilisé la formule suivante :

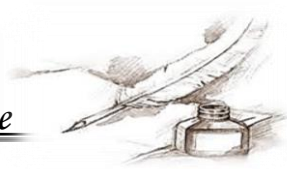
(a) si $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z < \sigma'_p$:

$$\Delta H_{(i)} = H_{(i)} (C_s / 1 + e_{0(i)}) \cdot \log [(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z) / \sigma'_{v0}]$$

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

$$\Delta H_{(i)} = [H_{(i)} (C_s / 1 + e_{0(i)}) \cdot \log (\sigma'_p / \sigma'_{v0})] + [H_{(i)} (C_c / 1 + e_{0(i)}) \cdot \log ((\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z) / \sigma'_p)]$$

Le tassement total sera la somme des tassements élémentaire de chaque couche



$$\Delta H = \Sigma \Delta H_i \quad (IV.4)$$

Avec :

ΔH : tassement total.

H : épaisseur de la couche concernée par le tassement.

e_0 : indice des vides initial qui correspond à σ_0 et H_0 .

$\Delta\sigma_z$: Accroissement de la contrainte vertical à une profondeur donnée.

$$\Delta\sigma_z = \frac{Q.L.B}{(Z+B).(Z+L)} \quad (IV.5)$$

σ_{v_0} : Contrainte verticale initiale à la profondeur (Z).

$$\sigma_{v_0} = \Sigma \gamma_i . h_i \quad (IV.6)$$

Exemple de calcul numérique (sondage 05) :

a) Semelle carrée :

D = 3m ; B = 1,5 m ; L = 1,5 m ; Q = 26,3 t/ m².

$\gamma_{h1} = 2,15 \text{ t/m}^3$	$H_1 = 2 \text{ m}$	$Z_1 = 1 \text{ m}$	$h_1 = 4\text{m}$
$\gamma_{h2} = 2 \text{ t/m}^3$	$H_2 = 2,5 \text{ m}$	$Z_2 = 3,25 \text{ m}$	$h_2 = 6,25 \text{ m}$

$$\sigma'_{v01} = 2,15 \text{ t/m}^3 (4 \text{ m}) = 8,6 \text{ t /m}^2$$

$$\Delta\sigma_{z1} = \frac{26,3 \times 1,5 \times 1,5}{(1+1,5).(1+1,5)} = 9,47 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta H_1 = \left[2 \left(\frac{0,0299}{1,748} \right) . \log \left(\frac{16}{8,6} \right) \right] + \left[2 \left(\frac{0,2111}{1,748} \right) . \log \left(\frac{18,07}{16} \right) \right] = 2,20 \text{ cm}$$

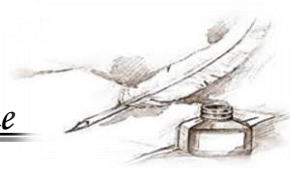
$$\sigma'_{v02} = 2 \text{ m} (6,25 \text{ t/m}^3) = 12,5 \text{ t /m}^2$$

$$\Delta\sigma_{z2} = \frac{26,3 \times 1,5 \times 1,5}{(1,5+3,25).(1,5+3,25)} = 2,62 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta H_2 = 2,5 \left(\frac{0,01}{1,491} \right) . \log \left(\frac{15,12}{12,5} \right) = 0,14 \text{ cm}$$

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = 2,20 + 0,14 = 2,34 \text{ cm}$$

$$\Delta H = 2,34 \text{ cm}$$



b) Semelle filante :

$$D = 3 \text{ m}; \quad B = 1,5 \text{ m}; \quad L = 15 \text{ m} \quad Q = 24,2 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma_{z1} = \frac{24,2 \times 1,5 \times 15}{(1+1,5) \cdot (1+15)} = 13,61 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta H_1 = \left[2 \left(\frac{0,0299}{1,748} \right) \cdot \log \left(\frac{16}{8,6} \right) \right] + \left[2 \left(\frac{0,2111}{1,748} \right) \cdot \log \left(\frac{22,21}{16} \right) \right] = 4,36 \text{ cm}$$

$$\Delta\sigma_{z2} = \frac{24,2 \times 1,5 \times 15}{(3,25+1,5) \cdot (3,25+15)} = 6,28 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta H_2 = \left[2,5 \left(\frac{0,01}{1,491} \right) \cdot \log \left(\frac{17,4}{6,28} \right) \right] + \left[2,5 \left(\frac{0,1809}{1,491} \right) \cdot \log \left(\frac{18,78}{17,4} \right) \right] = 1,75 \text{ cm}$$

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = 4,36 + 1,75 = 6,11 \text{ cm}$$

$$\Delta H = 6,11 \text{ cm}$$

Les résultats des tassements obtenus pour tous les sondages sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau V.11 : Valeurs des tassements.

Sondages N°=	Ancrage	D = 3m	D = 5m
	Largeur de la fondation B=1.5m	ΔH (cm)	ΔH (cm)
S1	Semelle carrée	0,58	1,85
	Semelle filante	2,09	5,80
S3	Semelle carrée	1,31	0,24
	Semelle filante	2,32	0,45
S5	Semelle carrée	2,34	2,63
	Semelle filante	6,11	5,70
S7	Semelle carrée	0,38	0,31
	Semelle filante	0,67	4,67
S8	Semelle carrée	0,82	0,33
	Semelle filante	2,08	2,90
S10	Semelle carrée	0,86	0,47
	Semelle filante	1,16	4,28
S12	Semelle carrée	0,83	0,31
	Semelle filante	2,17	2,91
S14	Semelle carrée	1,82	1,00



	Semelle filante	2,81	5,73
S19	Semelle carrée	0,80	1,67
	Semelle filante	1,17	2,30
S25	Semelle carrée	0,81	0,33
	Semelle filante	1,71	4,29
S28	Semelle carrée	1,19	0,31
	Semelle filante	2,84	3,68

IV.4 - zoning géotechnique :

Sur la base des données topographique morphologique, géologique et géotechnique on peut scinder le POS n° 3 de Chekfa en deux Zones à savoir Figure IV.5 :

Zone I : occupe trois endroits (nord, centre, et sud) de notre POS, elle s'allonge sur 22 ha environ.

Zone II : occupe presque la majorité de la superficie du POS elle s'étend sur une superficie de 31 ha environ de la surface totale du POS.

IV.4.1 selon la Topographie (Figure I.4).

Le POS est caractérisé par une déclivité variable de 0% a des valeurs supérieure à 30 %, elles sont répartie globalement en deux zones, I et II comme suit :

- Dans les deux Zones la majorité des valeurs des pentes variant entre **10 et plus 30%**, ces pentes nécessitent des travaux d'aménagement en vue de dégager des plates formes (assiettes) pour des projets éventuels.
- Dans la zone ou la valeur des pentes est entre 0-10%, ces endroits présentent une parfaite stabilité vis-à-vis les glissements de terrain.

IV.4.2 : selon la lithologie

La lithologie du POS n°3 à Chekfa, est constituée par un substratum homogène sur l'ensemble du site, il s'agit d'une marne sur une grande profondeur. Cette formation est recouverte par une formation d'argile marneuse puis des limons argileux peu graveleux en surface ayant des épaisseurs variables. Par conséquent le site peut être divisé en deux Zone I et II à savoir :

Zone I: occupe la partie nord, centre et sud de notre POS, est constituée par des limons argileux en surface reposant à partir de 2 à 2,5m environ sur des argiles marneuses puis des marnes en profondeur.

Zone II : occupe le reste de la surface du POS, est constituée par une mince couche de couverture de limon argileux (graveleux quelquefois), reposant sur des argiles marneuse ayant une épaisseur moyenne, reposant sur un substratum marneux en profondeur.



IV.4.3 selon les résistances au pénétration dynamique

C'est le même zoning précédent du fait que les résistances dynamiques reflètent la lithologie du terrain.

Zone I: avec des résistances dynamiques moyennes à fortes, comprises entre 35 et 100 bars. Par contre les résistances des refus sont supérieures à 500 bars.

Des refus à des côtes variables et profonds, ces refus sont du à la forte compacité de la marne rencontré en profondeur.

Zone II: les essais réalisés au niveau de cette zone ont indiqués des résistances dynamiques fortes à très fortes, tandis que la résistance maximale de refus est de l'ordre de 500 bars. Ces refus sont observés à des côtes variable de 4 à 9m environ, ces refus sont du à la forte compacité de la marne révélés en profondeur.

IV.4.4 Zoning selon l'aptitude des sols à recevoir des fondations Figure IV.5

Les deux zones I et II, présentent des aptitudes différentes à recevoir des fondations superficielles, en effet :

Zone I: qui est constituée par des limons argileux en surface, offre une moyenne capacité portante, les valeurs des contraintes admissibles sont comprises entre 1,72 et 1,92 bars, les tassements au niveau de cette zone sont admissibles (entre 1,72 et 1,92 cm).

Les fondations superficielles isolées, sont à ancrées à partir de 3m de profondeur, cette zone nécessite des travaux d'aménagement pour recevoir les fondations.

Zone II: elle est constituée par une mince couche de limon argileux reposant à partir de 2m environ sur des argiles marneuses. Cette zone offre une bonne capacité portante et les valeurs des contraintes du sol sont comprises entre 2,03 et 3,15 bars.

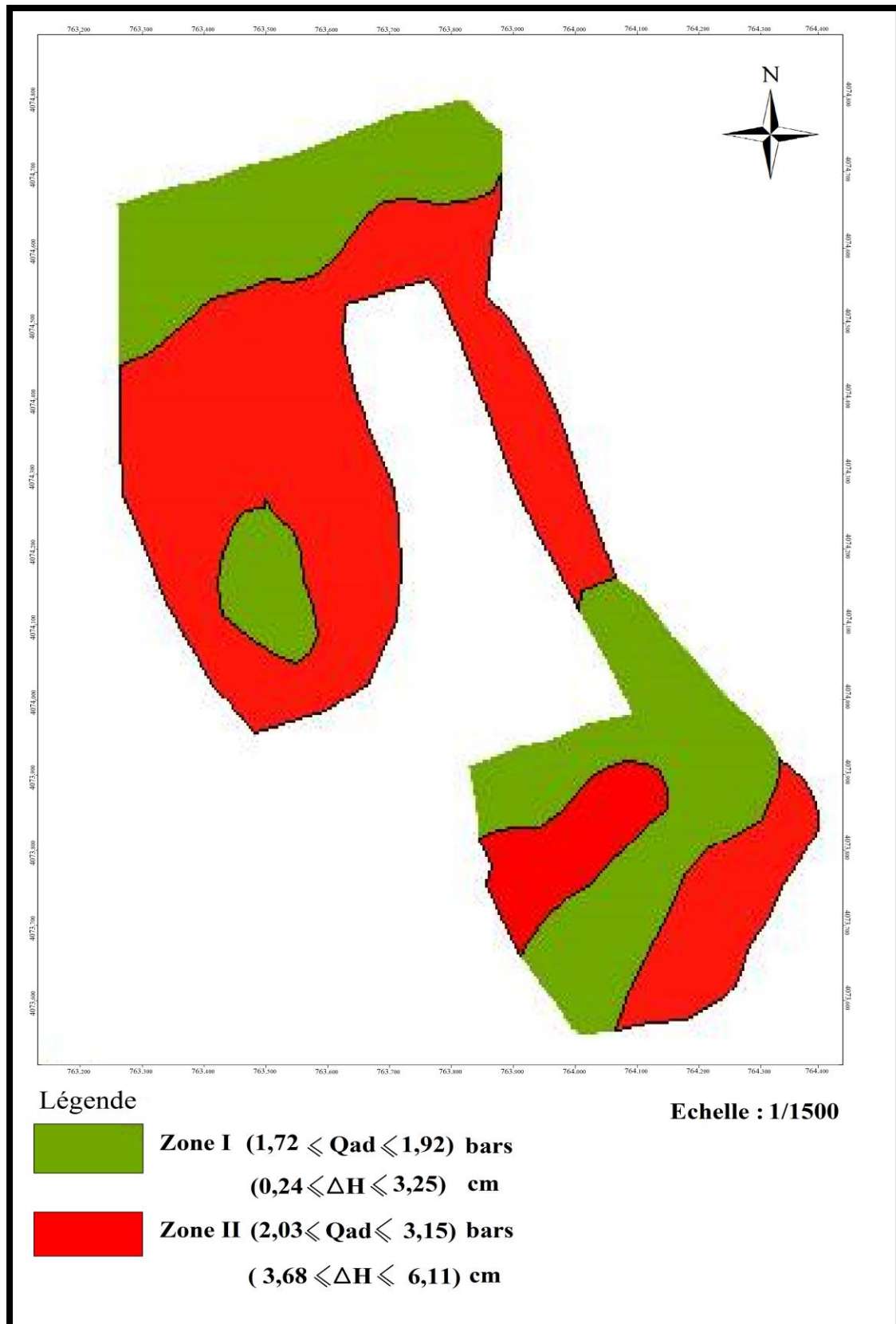


Fig. IV.5: Carte de zoning géotechnique proposée pour une profondeur d'ancrage de 3 à 5m



V.1. Conclusion générale :

La synthèse des résultats obtenus (essais in-situ et essais en laboratoire) ainsi que le calcul relatif aux fondations, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Le POS N°03 de Chekfa, s'étend sur une superficie de 52 ha. Sur le plan topographique, la globalité du site présente une topographie irrégulière, et la pente varie entre 0 et 31%.

Sur le plan hydrologique l'intensité du réseau hydrologique est faible, constitué par des petites chaabats dans différents endroits du POS.

Sur le plan géologique, le site du P.O.S appartient au bassin Néogène de Jijel.

Les résultats obtenus à partir des reconnaissances géotechniques montrent que le terrain présente les caractéristiques suivantes :

1 - Agressivité : Selon la norme NFP 18-011 du 06/92, les analyses chimiques des sols montrent une agressivité nulle par conséquent l'utilisation de tous types de ciment pour les infrastructures est possible.

2 - Résistance dynamique: Les essais au pénétromètre dynamique ont donné des valeurs de résistance dynamique de pointe moyenne à élevées.

3 - Portance : Les calculs de la contrainte admissible du sol Q_{ad} effectués à partir des essais in situ et ceux en laboratoire révèlent en général un sol de résistance moyenne à bonne à partir de 3 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

4 - Tassements : Les tassements obtenus à partir des résultats œudométriques demeurent admissibles dans la limite fixée à la contrainte admissible et ce pour les fondations en semelles isolées ou filantes.

5 - Stabilité : Du point de vue stabilité, aucun indice d'instabilité majeur à travers toute la superficie du site du POS N°03.

6 - Zoning géotechnique : nous proposons pour le P.O.S n°3 de Chekfa deux zones (Figure IV.5).

Zone I : avec $1,72 \leq Q_{ad} \leq 1,92$ bars et $0,24 \leq \Delta H \leq 3,25$ cm.

Zone II : avec $2,03 \leq Q_{ad} \leq 3,15$ bars et $3,68 \leq \Delta H \leq 6,11$ cm.

Pour des encrages des fondations superficielles allant de 3m à 5 m de profondeurs .

**V.2. Recommandations :**

Les recommandations qu'on peut proposer pour protéger le bâti existant et les futures infrastructures et constructions dans cette région peuvent être résumées comme suit :

- Décaper la couche de limon argileux et ancrer les fondations au niveau de la formation marneuse saine.
- Réaliser des terrassements en banquettes dans les zones à grande pente.
- Réaliser les travaux de terrassement et l'ouverture des fouilles en période estivale afin d'éviter les venues d'eau.
- Mettre en place des ouvrages de soutènement qui permettront de soutenir les talus qui seront probablement engendrés par les travaux de terrassement dans les zones eu pente
- Prévoir un système de drainage pour l'évacuation des eaux de surface en dehors du terrain d'assise.

DÉDICACE

Louange au dieu, qui me parvient à faire ce travail.

Je dédie ce Modest travail :

A la mémoire de celle que j'ai perdu dès l'enfance à la plus précieuse chose dans ce monde à celle qui a avalé tout ce qui est amer pour m'arroser une goutte d'amour Au grand cœur à l'âme de ma très chère mère. Que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A la mémoire de celui qui m'a laissé à mi-chemin et partit

A celui qui m'a comblé de gentillesse et d'amour, qui m'a compensé la tendresse de ma mère, ce travail est le fruit de ses sacrifices qu'il a consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années

A l'âme immaculée de mon adorable père. Que dieu l'accueille dans son vaste paradis et le bénisse de sa sainte miséricorde

A celle qui a beaucoup fatiguée. Beaucoup supportée. Qui est un symbole de courage et d'amour. À ma belle-mère.

A mes frères : ABD EL WAHID, ABD EL ALI, BADISS et ABD EL RAHMAN, KHALED, SIFEDDIN, ANTER, et surtout ma quatrième frère SAMIR

A mes sœurs : HOUDA, KARIMA et WARDA.

Aux petits anges: HADJER, YAHYA, ABD EL RAHIM.

A celle que j'ai partagée avec elle les nuits et les jours de ce travail au cours de cette année, mon binôme et mon amie NAIMA ainsi que sa famille.

A tous mes camarades, que j'ai vécus avec eux des moments agréables et merveilleux,

A tous ceux qui ont allumé une chandelle dans ma voie, qui m'ont permis d'atteindre cette étape dans ma vie.

Nous n'oublions pas tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, je leur serai reconnaissante à jamais.

BOUADAM NAWEL

Liste des tableaux

Tableau III .1 : Caractéristiques de la station pluviométrique d'Achouat (aéroport de Jijel).....	17
Tableau III.2 : Précipitations moyennes mensuelles de la période 2005-2015. (Station d'Achouat).....	18
Tableau III.3 : Taux des précipitations saisonnières.....	19
Tableau III.4 : Précipitations moyennes annuelles: période 2005-2015. (Station d'Achouat).....	20
Tableau III.5 : Températures moyennes mensuelles et saisonnières de la station d'Achouat, durant la période (2005/2015).....	20
Tableau III.6 : Précipitations et Températures moyennes mensuelles: période 2005-2015, (Station d'Achouat).....	22
Tableau III.7 : Calcul de l'évapotranspiration potentielle (Station d'Achouat, Période 2005/2015).....	24
Tableau III.8: Résultats de calcul de l'évapotranspiration réelle (Station d'Achouat, période 2005 /2015).....	25
Tableau IV.1 : Description des formations rencontrées à partir des sondages carottés.....	31
Tableau. IV.2 : Résultats des résistances à la pointe (Rp).....	34
Tableau IV.3: Valeurs des principaux paramètres physiques mesurés.....	36
Tableau IV.4 : Valeurs des limites d'Atterberg	39
Tableau IV.5: Résultats des analyses chimiques.....	40
Tableau IV.6 : Valeurs des caractéristiques intrinsèques (Cu) et (ϕ_u) mesurés.....	42
Tableau V.7 : Valeurs d'essai de compressibilité à l'œdomètre.....	45

Tableau V.8 : Calcul de la contrainte admissible du sol de fondation à partir des résultats des essais de pénétration dynamique.....	47
Tableau V.9: Valeurs des facteurs de portance (extrait du D.T.U 13.1).....	50
Tableau V.10: Calcul des contraintes admissibles du sol de fondation à partir des résultats des essais de laboratoire.....	51
Tableau V.11 : Valeurs des tassements.....	54

Listes des figures :

Fig. I.1 : Situation géographique de la commune de chekfa	1
Fig. I.2 : Situation géographique du POS N°03 de chekfa (image satellitaire).....	2
Fig. I.3 : histogrammes des pentes surfaciques.....	3
Fig. I.4 : Carte des pentes du site du POS N° 03 chekfa de 1/1500.....	4
Fig. I-5 : Réseau hydrographique.....	6
Fig. I-6 : Carte sismique de l'Algérie selon le RPA version 2003.....	7
Fig. II. 1: Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabyle (Andrieu et Djellit, 1989) légèrement modifiée.....	8
Fig. II.2 : Colonne lithostratigraphique du bassin néogène de Jijel.....	12
Fig. II.3 : coupe géologique interprétative montrant la structuration tectonique dans la région de chekfa petite Kabylie occidentale	13
Fig. III.1 : Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel (ANRH, 1996).....	17
Fig. III.2 : Courbe des précipitations moyennes mensuelles de la période (2005-2015), (Station d'Achouat).....	18
Fig. III.3 : Répartition saisonnière de précipitations enregistrées à la station d'Achouat, de la période (2005-2015).....	19
Fig. III.4 : Courbe des températures moyennes mensuelles, période (2005-2015), (Station d'Achouat).....	21
Fig. III.5: Diagramme ombrothémique (Station d'Achouat période (2005-2015).....	22
Fig. III.6: Bilan hydrologique par la méthode de Thornthwaite de la période (2005-2015) ; [Station d'Achouat].....	26
Fig. IV.1 : Carte d'implantation des essais de reconnaissance géotechnique Chekfa –Jijel.....	30
Fig. IV.1: Coupes géotechniques au niveau du POS N°03 de Chekfa	33

Fig.IV.3: Diagramme de classification des sols fins de Casagrande.....	38
Fig.IV.4: Variation de l'angle de frottement en fonction des formations rencontrées.....	44
Fig.IV.5 : Variation de cohésion en fonction des formations rencontrée.....	44
Fig.IV.5: Carte de zoning géotechnique proposée pour une profondeur d'ancrage 3 à 5m.....	57

Liste des photos :

Photo I.1: pente 0-10%	5
Photo I. 2: pente 11-20%.....	5
Photo I. 3: pente 21-30%	5
Photo I.4: pente sup31%.....	5
Photo II.1 : Marne pliocène jaune.....	13



Introduction Générale

A l'amont de tout projet d'aménagement ou de construction, l'étude géologique et géotechnique de l'assiette est d'une importance capitale, car c'est de ces paramètres que l'ouvrage tire sa pérennité. A travers la caractérisation géologique on détermine la nature, la géométrie et l'extension des différentes unités lithologiques ainsi que leurs relations mutuelles. Quant à l'étude géotechnique, elle permet de connaître les paramètres physico-mécaniques et hydrauliques du sol étudié, sa capacité portante, le tassement qui en résulte, ainsi que d'autres paramètres indispensables pour déterminer les conditions aux limites pour la stabilité des ouvrages.

La région de Chekfa représente l'une des communes les plus ancienne de la wilaya de Jijel. Cette dernière a été appelée lors des différents programmes de développement à recevoir différentes infrastructures relevant du domaine de l'équipement, éducation, santé ou autres, d'où la nécessité de chercher des terrains et des assiettes pour l'accueil de tels projet et ouvrages.

Le plan d'occupation des sols N°3 de Chekfa présente certaines zones à première vue vulnérables à la construction. A cet effet, une contribution à l'étude géotechnique d'urbanisation de ce POS s'avère nécessaire. La démarche consiste à l'établissement d'un zoning de qualité des sols selon les paramètres géotechniques (contraintes admissibles des sols de fondations, tassements sous contrainte limites et pentes) et de délimiter enfin les zones constructibles. Cette approche s'articule autour de quatre volets précédés d'un chapitre de généralités.

Un premier volet où les caractéristiques morphologiques, lithologiques et structurales des différentes unités sont traitées, c'est la reconnaissance géologique ; elle est abordée à travers la présentation du cadre géologique local et celui de la région de Chekfa. Un deuxième volet concerne l'hydro-climatologie, l'hydrogéologie ainsi qu'un aperçu sismique de la région est également abordés.

Un troisième volet été réservé aux reconnaissances géotechniques où certaines mesures de paramètres ont été abordées à savoir :

- Grandeurs mesurées sur le terrain lors des essais au pénétromètre dynamique.
- Grandeurs mesurées sur des échantillons au laboratoire (réalisées par le laboratoire Aiche Géo-sol).
- Des calculs des contraintes admissibles des sols et des tassements correspondants ont étaient effectués sur la base des résultats obtenus dans le cadre de la campagne des reconnaissances géotechniques.
- Les opérations effectuées ont aboutis à l'établissement d'un zoning et d'une carte des pentes du site dédié au POS N°3 de Chekfa (Wilaya de Jijel).

Le dernier volet sera réservé à la conclusion générale et quelques recommandations qui en découlent.



CHAPITRE IV :
Etude Géotechnique



Chapitre III :
Synthèse
Hydroclimatologique et
hydrogéologique

The background features a soft, light green gradient with abstract, flowing shapes that resemble the veins of a leaf or a gentle breeze. The colors transition from a pale, almost white green at the top to a slightly darker, more vibrant green at the bottom, creating a sense of movement and organic growth.

Chapitre I : Généralités



Chapitre II :
Cadre Géologie locale

The background features a soft, ethereal green color palette. On the left side, there are several overlapping, curved shapes that resemble the edges of leaves or petals, rendered in various shades of green from light to dark. These shapes flow towards the right, creating a sense of movement and depth. The overall effect is clean, fresh, and organic.

Annexes



Chapitre V :
Conclusion générale et
Recommandations



*Références
Bibliographiques*



- **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.*
- **Bouillin, J.P. (1979):** *La transversale de Collo et d'El-Milia (Petite Kabylie): une région- clef pour l'interprétation de la tectonique Alpine de la chaîne littorale d'Algérie. Thèse. Paris. Mém. Soc. Géol. France. Nouv. Série. L VII, n°135,84P.*
- **Bouillin, J.P. et Raoult, J.F. (1971):** *Présence sur le socle Kabyle du constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs; le Numidien peut être un néo-autochtone? Compte Rendu : Somm. Soc. Géol. France, 7 :117P. .*
- **Djellit. H, (1987) :** *évolution tectono-métamorphique de socle kabyle et polarité de mise en place des nappes de flysch en Petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse doctorat d'état, université de paris- sud, centre d'Orsay.*
- **Durand Delga, M. (1955) :** *Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat. Paris, Publ.serv.Carte géol. Algérie, 24,533P.*
- **Laboratoire Aiche géo-sol:** *Rapport d'étude géologique d'urbanisation du p.o.s. n°3 Chekfa wilaya de Jijel (phase I-phase II).*
- **Raoult, J.F. (1974):** *Géologie du centre de la chaîne Numidique (Nord du Constantinois, Algérie). Mem. Soc. Géol. France, 53, 121, 163P.*
- **Raoult, J.F. (1975):** *Evaluation paléogéographique et structurale de la chaîne Alpine entre le golf de Skikda et Constantine (Algérie orientale).Bull.Soc.Géol.France (7), XVIIIn°03, Paris.,P394-409*
- **Rouikha, Y. (2008) :** *Etude géologique et géomécanique des roches carbonatées de la région Chakfa-Chahna (wilaya de Jijel), mémoire de magistère, université de Jijel.*
- **Sanglerat G. (1981):***cours pratique de mécanique des sols Tome I-plasticité et calcule des tassements.3eEd.Dunod, paris, 277p.*
- **Sanglerat, G. et Costet, J. (1981) :** *Cours pratique de mécanique des sols, Tome I- Plasticité et calcul des tassements. 3e Ed. Dunod, Paris, 277 P*
- **Bockel, 1999.**
- **Yelles et al. (1999)**
- **Lahonder, 1979.**
- **Gausсен et Bagnouis (1953).**
- **Philipponnat, 2003.** « Fondations et ouvrages en terre », Éditions Eyrolles, 2003, 548 P.
- **Boulla. 1977.**

Résumé

A l'amont de n'importe quel projet d'aménagement ou de construction, la caractérisation géologique et géotechnique de l'assiette est d'une importance capitale car c'est de ces paramètres que l'ouvrage tire sa pérennité.

Comme la région de Chekfa, qui est l'une des communes les plus importantes de la wilaya de Jijel, a été appelée lors de différents programmes de développement à recevoir différentes infrastructures relevant du domaine de l'équipement, éducation, santé ou autres. Il a été signalé la nécessité de chercher des terrains et des assiettes pour l'accueil de tels projet de développement. Une contribution à l'étude géologique et géotechnique d'urbanisation du POS N°3 de Chekfa qui présente certaines zones à première vue vulnérables à la construction s'avère nécessaire. La démarche consiste à l'établissement d'un zoning de vulnérabilité des sols selon les paramètres géotechniques (contraintes admissibles, tassements sous contraintes limites et pentes) et de délimiter enfin les zones constructibles.

summary

Upstream of any development project or construction, geological and geotechnical characterization of the dish is of utmost importance because it is in these parameters that the book derives its durability.

As Chekfa region, which is one of the most important towns in the province of Jijel, was called at different development programs to receive various infrastructures in the field of equipment, education, health and others. It was reported the need to look for land and plates for the reception of such development project. A contribution to the geological and geotechnical study of urbanization of POS No. 3 Chekfa which presents some areas at first sight vulnerable to construction is necessary. The approach is to establish a soil vulnerability zoning according geotechnical parameters (permissible stress, settlement limits and slopes under stress) and finally demarcate the building areas.

ملخص

قبل الشروع في اي برنامج تهيئة عمرانية او بناء، تعتبر الخصائص الجيولوجية والجيوتقنية للموقع ذات اولوية قصوى لأنها العوامل التقنية التي يستمد منها اي مشروع استدامته.

منطقة الشقفة والتي تعتبر من اهم بلديات ولاية جيجل كانت قد استفادت من عدة مشاريع تنموية من خلال رصد عدة برامج متعلقة بالتهيئة العمرانية، السكن او المرافق العمومية، وعليه صار من الضروري تعيين القطع الارضية المناسبة لاستقبال هذه المشاريع التنموية.

لما سبق ذكره، اصبح من الضروري المساهمة في الدراسة الجيولوجية والجيوتقنية لمخطط شغل الراضي رقم ٠٣ لمنطقة الشقفة

مخطط العمل المتبع يعتمد على انجاز تقسيم لشغل الاراضي رقم ٠٣ للمنطق بالاعتماد على الخصائص الجيوتقنية للتربة مع تحديد الاماكن الصالحة للبناء. والمعطيات

Résumé

A l'amont de n'importe quel projet d'aménagement ou de construction, la caractérisation géologique et géotechnique de l'assiette est d'une importance capitale car c'est de ces paramètres que l'ouvrage tire sa pérennité.

Comme la région de Chekfa, qui est l'une des communes les plus importantes de la wilaya de Jijel, a été appelée lors de différents programmes de développement à recevoir différentes infrastructures relevant du domaine de l'équipement, éducation, santé ou autres. Il a été signalé la nécessité de chercher des terrains et des assiettes pour l'accueil de tels projet de développement. Une contribution à l'étude géologique et géotechnique d'urbanisation du POS N°3 de Chekfa qui présente certaines zones à première vue vulnérables à la construction s'avère nécessaire. La démarche consiste à l'établissement d'un zoning de vulnérabilité des sols selon les paramètres géotechniques (contraintes admissibles, tassements sous contraintes limites et pentes) et de délimiter enfin les zones constructibles.

Mots clés : Plan d'occupation de sol, Zoning, Contraintes admissibles, Tassements.

ملخص

قبل الشروع في اي برنامج تهيئة عمرانية او بناء، تعتبر الخصائص الجيولوجية والجيوتقنية للموقع ذات اولوية قصوى لأنها العوامل التقنية التي يستمد منها اي مشروع استدامته.

منطقة الشقفة والتي تعتبر من اهم بلديات ولاية جيجل كانت قد استفادت من عدة مشاريع تنموية من خلال رصد عدة برامج متعلقة بالتهيئة العمرانية، السكن او المرافق العمومية، وعليه صار من الضروري تعيين القطع الارضية المناسبة لاستقبال هذه المشاريع التنموية.

لما سبق ذكره ،اصبح من الضروري المساهمة في الدراسة الجيولوجية والجيوتقنية لمخطط شغل الراضي رقم ٠٣ لمنطقة الشقفة

مخطط العمل المتبع يعتمد على انجاز تقسيم لشغل الاراضي رقم ٠٣ للمنطق بالاعتماد على الخصائص والمعطيات الجيوتقنية للتربة مع تحديد الاماكن الصالحة للبناء.

الكلمات المفتاحية

مخطط شغل الاراضي، الدراسة الجيولوجية ، الخصائص والمعطيات الجيوتقنية للتربة .

summary

Upstream of any development project or construction, geological and geotechnical characterization of the dish is of utmost importance because it is in these parameters that the book derives its durability.

As Chekfa region, which is one of the most important towns in the province of Jijel, was called at different development programs to receive various infrastructures in the field of equipment, education, health and others. It was reported the need to look for land and plates for the reception of such development project. A contribution to the geological and geotechnical study of urbanization of POS No. 3 Chekfa which presents some areas at first sight vulnerable to construction is necessary. The approach is to establish a soil vulnerability zoning according geotechnical parameters (permissible stress, settlement limits and slopes under stress) and finally demarcate the building areas.

Keywords: POS, Zoning, Settlement.

Sommaire :

Résumé.....	i
ملخص.....	i
Introduction Générale	i

Chapitre I : Généralités

I.1 -Présentation de la zone d'étude :	1
I .2-Climat de la région :	2
I. 3- Végétation :	2
I. 4-Présentation morphologique :	3
I.5 Hydrologie du site étudié :	5
I.6- Aperçu sismique de la région d'étude :	6
I.6.1-Règles parasismiques Algériennes (RPA) :	7

Chapitre II : Cadre Géologie locale

II.1- Introduction :	8
II.2- Colonne lithostratigraphique du bassin néogène de Jijel :	9
II.2.1- Les formations Post-nappes :	9
II.2.1.1- Pliocène :	9
II.2.1.2-- Tortono-Messinien :	9
II.2.2- Les formations de l'Oligo- Miocène Kabyle (OMK) :	10
II.2.3- La molasse olistostromique :	10
a- Le flysch à caractère mauretaniien :	10
b- Le flysch à caractère nummulitique :	10
c- Le flysch à caractère massylien :	11
d- Le flysch à caractère numidien :	11
II.2.4 -Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle :	11
II.3-Géologie de p.o.s. étudié :	12
II.3.1/ les dépôts quaternaire :	12
II.3.2/les dépôts néogènes :	13
a / le Pliocène :	13
b / le miocène sup (Tortono -messinien) :	13
II.3.3/l'Oglio miocène kabyle :	13
II.3.4/ Le socle kabyle :	14

II.4-La tectonique	15
a). Déformations cassantes :	15
b). Déformations ductiles :	15

Chapitre III : Synthèse hydroclimatologique et hydrogéologique

III.1 Introduction :	16
III.2 Hydro-climatologie de la région étudiée :	16
III.2.1 Aperçu général sur le climat :	16
III.2.1.1.1 Précipitations :	17
• Pluviométrie moyenne annuelle :	17
a) Précipitations moyennes mensuelles :	18
b) Précipitations saisonnières :	19
c) Précipitations moyennes annuelles :	20
III.2.1.1.2 Températures :	20
III.2.1.2 Relation températures-précipitations :	21
III.2.1.3 Bilan hydrologique selon la méthode de Thornthwaite :	22
III.2.1.3.1-Calcul de l'évapotranspiration :	23
a) Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) :	23
b) Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR)	24
c) Bilan hydrique	24
III.1.2.3.2 Ruissellements et infiltrations :	27
a) Ruissellement (R) :	27
b) Infiltration(I) :	27
III.3 Hydrogéologie :	27
III.4 Conclusion.....	28

CHAPITRE IV : Etude Géotechnique

IV.1 Introduction :	29
IV.2 Campagne de reconnaissance géotechnique :	29
IV.2.1 Essais in-situ	31
IV.2.1.1 Les sondages carottés	31
IV.2.1.2 Essais de pénétration dynamique	34
IV.2.2 Essais de laboratoire :	36

IV.2.2.1 Paramètres physiques :	36
IV.2.2.2 Les limites d'Atterberg :	38
IV.2.2.3 Les Analyses chimiques :	40
IV.2.2.4 Les propriétés mécaniques des sols :	41
IV.2.2.4.1 Essai de cisaillement rectiligne :	42
IV.2.2.4.2 Essai de compressibilité à l'odomètre :	45
IV.3- Calcul des fondations :	47
IV.3.1- Contraintes admissibles du sol de fondation :	47
IV.3.1.1- Capacité portante à partir des essais de pénétration dynamique :	47
IV.3.1.2 Capacité portante à partir des résultats des essais en laboratoire :	49
IV.3.1.3 Calcul des tassements en fondation des résultats de l'essai œdométrique :	52
IV.4- zoning géotechnique :	55
IV.4.1 : selon la Topographie	55
IV.4.2 : selon la lithologie	55
IV.4.3 : selon les résistances au pénétration dynamique	56
IV.4.4 : Zoning selon l'aptitude des sols à recevoir des fondations	56

Chapitre V: Conclusion générale et Recommandations

V.1. Conclusion générale :	58
V.2. Recommandations :	59

Bibliographie

Annexe