



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Option : science de sol

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en science de sol

Thème :

Caractérisation physique des sols d'Ouest de la Wilaya de Skikda

Présenté par :

- Djeribi Yasser
- Belmerabet Achraf Zakaria

Membres de Jury :

Hannachi. A	MCA	Président	Université 20 Août 1955 Skikda
Hamrakrouha. S	MAA	Examinatrice	Université 20 Août 1955 Skikda
Bala. S	MCB	Promotrice	Université 20 Août 1955 Skikda

Année universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

En Nous remercions ALLAH qui a nous aidé et nous a donné le courage durant toutes ces longues années d'étude.

Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice Mme.

Bala Sihem

Nous tenons également à remercier Messieurs les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre

soutenance :

Monsieur (Hannachi Abdelhakim)

Madamme(Hamrakrouha Saida))

Nous remercions également nos parents pour l'encouragement et la motivation tout au long de nos études.

Nous remercions tous le personnel qui travaillent à Direction du gouvernorat de la forêt d'Al-Hadaieaken particulier Mme

(Dahmene Houda) pour leur aide et leurs conseils.

Enfin, Nous remercies tous nos proches et amis pour leur encouragement au cours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma chère mère **Malika**

A mon cher père **Hayder**

Qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard de me
soutenir

Et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs

A mon frère **Abdelrahmane**

A ma chère sœur **Rayane**

Pour son soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de
mes études

A mon encadreur Mme **Bala sihem**

Pour son aide et son encouragement durant toute la période de
Préparation du mémoire de fin d'étude

Yasser

Dedicaces

A L'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite, à toi mon père « BOUJMAA ».

A maman « MOUNIRA » pour son amour qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, son sacrifier et sa tendresse.

A mes sœurs « MIRA ET HIBA », pour l'amour qu'elles me réservent je leurs souhaite une vie pleine de bonheur et de succès.

A mes frères « MOUHAMED ET KHALED » pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mes chères amies pour leur aides et supports dans les moments difficiles, au nom de l'amitié qui nous réunit, et au nom de nos souvenirs inoubliables a tout ceux qui me sont chers.

Un spécial dédicace à une personne qui a été très paternaliste avec moi : l'encadreur Mme « **BALA SIHEM** ». Veuillez Trouver dans ce modeste travail mes sincères gratitudees et reconnaissances.

A ma famille et toutes les personnes que j'aime.

Achraf

Table de matières

Table des matières	PAGE
Introduction générale	01
CHAPITRE I	
1. Généralité	04
2. Les Trois Fractions du Sol	05
2.1. Fraction solide	05
2.2. Fraction liquide	05
2.3. Fraction gazeuse	05
3. Caractéristiques physiques du sol	05
3.1 Texture	05
3.1.1 Classification des textures	05
3.1.1.1. Texture sableuse	06
3.1.1.3 Texture argileuse	06
3.1.1.4 Texture équilibrée	06
3.2 Granulométrie	07
3.2.1 Importance de la texture en agriculture	08
3.3 Notion de la structure en science du sol	09
3.3.1 Définition	09
3.3.2 Description de la structure	09
3.3.2.1 Assemblages élémentaires	09
3.3.2.2 Agrégats	10
3.3.3 Type de la structure	10
3.3.3.1 structures construites	10
3.3.3.2 Les structures particulières	11
3.3.3.3. Structures massives ou continues	
3.3.3.4. Structure grumeleuse	11
3.3.3.5 – structure prismatique	11
3.4. Porosité	12
3.4.1 Densité réelle (Dr)	12
3.4.2 Densité apparente (Da)	12
3.4.3. Porosité capillaire et non capillaire	12
3.4.4 Porosité texturale et structurale	12
4. L'eau dans le sol	13

Table de matières

4.1 Humidité	13
4.2 Rétention du l'eau dans le sol	13
4.3 Les états de l'eau dans le sol	14
4.3.1. L'eau de gravité	14
4.3.1.1 l'eau utilisable	14
4.3.1.2 l'eau inutilisable	14
4.3.2 L'eau capillaire	15
4.3.2.1 l'eau capillaire absorbable	15
4.3.2.2 l'eau capillaire non absorbable	15
4.3.2.3 L'eau de constitution	16
4.4 Point de flétrissement	16
4.5 L'eau utile	16
4.6. Relation entre tenure en eau et potentiel matriciel	16
4.7 Réserve utile et variations de stock	17
5. Perméabilité	17
5.1 Définition	17
5.2 Loi de darcy	18
CHAPITRE II	
1.1. Situation géographique de la wilaya de Skikda	20
1.1.1. Situation Régionale	20
1.1.2. Situation géographique	21
1.1.2.1. Situation géographique d'Ain Zouit	21
1.1.3. Situation géographique de la carrière (stora)	21
1.2. Caractéristiques du milieu	22
1.2.1. Climat	22
1.2.1.3. Température	23
1.2.1.4. Humidité de l'air	24
1.2.1.5. Evapotranspiration	24
1.2.1.6. Vent	25
1.2.1.7. Insolation	25
1.2.2. Synthèse climatique	26
1.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen	26
1.2.2.2. Climagramme d'Emberger	27

Table de matières

1.2.3.Pédoclimat	29
1.3.Caractéristiques géologiques	29
1.3.2. Description des formations géologique du terrain d'étude (Ain Zouit)	29
1.3.2.1.Terrains sédimentaires	29
1.3.2.2. Terrains azoïques (Formations métamorphiques)	30
1.3.3. Cadre géologique régionale	31
1.3.4. LES ZONES INTERNES	32
1.3.4.1. Le socle kabyle	32
1.3.4.2. La dorsale kabyle	32
1.3.4.3.Le domaine des flyschs	32
1.3.4.4. L'Oligo–Miocène Kabyle	32
1.3.4.5. Le Numidien	33
1.3.4.6 Les Olistostromes	33
1.3.4.7. Les zones externe	33
1.3.5.1. Les nappes telliennes	33
1.3.5.2. Les nappes ultra-telliennes	33
1.3.5.3. Les nappes péni-telliennes	33
1.3.6. Géologie de la zone d'étude	34
1.3.5.1 Les dunes anciennes	34
1.3.5.2. Les alluvions	34
1.3.6. Tectonique	35
1.4. Relief et Géomorphologie de la zone d'étude	35
1.5. Cadre régional	37
1.5.1. Les Djebels	37
1.5.2. Les collines	37
1.6. Le cadre local	37
1.6.1. Les piments	37
1.6.2. La plaine alluviale	37
1.6.3. Les terrasses anciennes et moyennes	37
1.6.4. Les terrasses récentes	38
1.6.5.Les alluvions	38
1.6.6. Végétation	38
1. Matériels et méthodes de travail	38

Table de matières

2.1. La méthodologie du travail	38
2.1.1. Travaux préliminaires	39
2.1.2. Réalisation des profils	39
2.1.3. Description du sol	39
2.1.3.1. Les données générales	39
2.1.3.2. Les conditions atmosphériques	39
2.1.3.3. Les données concernant le milieu	39
2.1.4. Echantillonnage du sol	40
2.2. Analyses physiques	41
2.2.1. Granulométrie	41
2.2.2. Densité apparente	41
2.2.3. Densité réelle	41
2.2.4. Humidité à l'état de saturation	41
2.3. Analyses chimiques et biologiques	42
2.3.1. Matière organique	42
2.3.2. pH	42
2.3.3. Conductivité électrique	43
2.4. Classification des sols (classification française (CPCS ,1967	43
2.4.1. Unités majeures	43
2.4.2. Les unités mineures	44
CHAPITRE III	
1. Description morphologique et analytiques des sols des profils	46
1.1. Description morphologique et analytiques des sols du profil 01	46
1.1.1. Description morphologique du sol du profil 01	46
1.1.2. Résultats analytiques des sols du profil 01	48
1.1.3. Données synthétiques des sols profil N°01 :	48
1.2. Description morphologique et analytique du profil 02	49
1.2.1. Description morphologique et analytique des sols du profil 02	49
1.2.2. Résultats analytiques des sols du profil 02	51
1.2.3. Données synthétiques des sols du profil N°02	51
1.3. Description morphologique et analytique des sols du profil 0 3	51
1.3.1. Description morphologique des sols du profil 03	51

Table de matières

1.3.2. Résultats analytiques des sols du profil 03	53
1.3.3. Données synthétiques des sols du profil N°03 :	54
1.4. Description morphologique et analytique des sols du profil 04	54
1.4.1. Description morphologique des sols du profil 04	54
1.4.2. Résultats analytiques du profil 04	57
1.4.3. Données synthétiques du profil N°04	57
2.Caractérisation physique des sols	57
2.1.Granulométrie	57
2.2.Densité Réelle	58
2.1.Densité Apparente (Da)	59
2.4. Porosité (%)	59
2.5. Charge en Cailloux (%)	60
2.6. Humidité à l'état de saturation (%)	61
2.7. Analyse Comparative des Profils	61
2.6. Discussion Générale	62
Conclusion	63
Conclusion Générale	66
Bibliographie	71

Liste des abréviations

% : Pourcentage

µm : Micromètre

AS : Argile sableuse.

CE : Conductivité électrique

Cm : Centimètre.

D.S.A : Direction des services agricoles

Da:Densité apparente.

Dr : Densité réelle.

E : L'épaisseur

Evap : L'évaporation

g : gramme

H : Humidité

h : heure

Hr : L'humidité relative

Hv : Humidité volumique

K : Perméabilité

Log : Logarithme décimale

LSA : Limon sablo-argileux.

m : Mètre

mm : Millimètre

pF : Point de flétrissement

Pt : Porosité totale

RU : Réserve utile

SA : Sable argileux.

SL : Sable limoneux.

T° : Température

Tab : Tableaux

V : Vitesse

Liste des figures	PAGES
Figure 1 : Répartitions des constituants des sols	04
Figure 2 : triangle de texture. Stevens, R.1983	05
Figure 3 : Représentation des tailles comparatives des particules de sable, limon et argile (Hillel, 2004).	05
Figure 4: Principaux types de structure (Gobat et al., 1998)	06
Figure 5 : Classification des structures en fonctions de la forme des éléments structuraux (Girard et al, 2011)	07
Figure 6: Porosité texturale et porosité structurale	10
Figure 7: Courbes de rétention typiques de sols argileux, limoneux et sableux [D'après Bruand et Coquet, 2005]	14
Figure 8 : Compartiments d'eau selon sa position par rapport aux particules	15
Figure 9: Présentation Communal de la région de Skikda.	15
Figure 10: situation géographique de la zone de ain zouit (googlemaps)	16
Figure 11: situation géographique de la zone de la carrière	17
Figure 12: La Pluviométrie de la wilaya de Skikda (2005-2015)	18
Figure 13: Graphe de la Température Moyenne De Skikda (2005-2015).DSM, 2016	19
Figure 14 : Valeurs mensuelles des humidités (2005-2015)	19
Figure 15: L'évaporation Moyenne Mensuelle (2005-2015)	20
Figure 16 : La Vitesse du Vent (2005-2015)	21
Figure 17 : L'évapotranspiration moyenne durant la période (2005-2015)	22
Figure 18 : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015)	23
Figure 19 : Diagramme De Gaussen pour (2005 à 2015)	25
Figure 20: Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'Emberger pour la région de Skikda durant la période 2005 - 2015	26
Figure 21: carte géologique de région de Skikda (J . M VILA 1977)	27
Figure 22 : Schéma géologique de la région de SKIKDA (D'après Durand. Delga, 1969)	27
Figure 23: Localisation des profils étudiés (Google Earth)	29
Figure 24: colonnes de sédimentation	30
Figure 25: chambre à pression	30
Figure 26: Effet récence du sol après ajout d'eau oxygéné	31
Figure 27: Conductivité électrique	33

Tableau 1: Perméabilité de quelques sols en cm / heure	21

Introduction générale :

L'attrait scientifique pour l'étude du sol réside dans son rôle capital pour l'homme et les Continents et de ce fait, le support de vie de l'homme. Bien que l'homme soit en permanence En contact avec le sol, ce dernier reste encore à bien des égards une boîte noire dont le Fonctionnement n'est encore que partiellement connu.

Les pédologues définies le sol comme un corps naturel qui a subi une évolution, résultat d'une Dégénération de la roche mère. Il considère le sol avec ses horizons pédologiques. Il classifie Les sols en regard de leur environnement naturel avec une attention particulière à leur Utilisation pratique en agriculture et foresterie (Pierrick, 2014).

L'étude des sols d'Algérie constitue une préoccupation majeure des pédologues algériens.

En effet, les grandes potentialités en terres agricoles qu'on dispose exigent une connaissance De ce patrimoine en vue de le préserver et le mieux gérer.

Des études sur la région de Skikda mènent à caractériser ses sols et comprendre leur Comportement (Bensaid, 1986, Belaisaoui 2004 et Bounouara, 2018). Toutefois, ces études Restent rares. Dans notre étude nous venons de suivre ses travaux pour comprendre l'actuelle Couverture pédologique et classification des sols. Vouloir savoir ainsi les caractéristiques Physiques qui influençant le type de sol dans notre région d'étude ? Le travail consiste donc à Une caractérisation physique des sols d'Ouest de de la wilaya de Skikda, cas des communes d'Ain Zouit (Sidi Zerzour, Sidi Abdalah, La grande plage et La carrière). Cette caractérisation est portant sur la description sur terrain de tous les paramètres qui participent à la distinction du sol et une étude analytique. Le croisement des caractéristiques morphologiques et analytiques permet de bien connaître le sol, de le classer selon un système de classification (Cpcs, 1967).

Les Objectifs de cette étude sont :

- la détermination des propriétés physiques des sols d' Ain Zouit , la grande plage et la Carrière ;
- la détermination des types des sols dans ces régions selon leur classification.

Pour répondre à notre objectif quatre profils pédologiques ont été réalisés, dont une Description morphologique et une étude analytique ont été faites.

Notre travail est divisé en trois chapitres.

- Premier chapitre : sera réservé à la synthèse bibliographique ;
- Deuxième chapitre : sera réservé à la présentation de la zone d'étude, en analysant plus en détail les facteurs agissant sur la formation et la répartition des sols de la zone

d'étude, notamment : le climat, la géologie, la géomorphologie, le réseau hydrographique et la végétation.

- Troisième partie : Résultats et discussion.
- On terminera par une conclusion.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

1. Généralité

Le sol est une interface entre la lithosphère et l'atmosphère c'est le produit de la désagrégation physique d'un substrat en minéraux hérités et de l'altération chimique de ses dernières sous l'effet de l'eau et de la matière organique plus en moins transformée stabilisée dans des couches supérieures du solum (Baise et Jabiol, 1995).

En place, ce que nous appelons « terre » constitue un matériau meuble, avec la présence de cailloux et des graviers, souvent humide, accompagné de corps organiques (feuilles, racines, vers de terre, insectes...), la matière minérale fine et imprégnée d'humus. On peut dire donc que le sol est constitué essentiellement de deux fractions : une fraction minérale qui résulte de l'altération par des processus naturels (physiques, chimiques, et biologiques) de la roche mère sous-jacente, et une fraction organique plus en moins décomposée selon les types de sols (Derdour, 1999).

Les constituants minéraux représentent la presque totalité des constituants du sol, en effet la fraction organique des sols ne dépasse généralement 5% du total des constituants des sols cultivés (Figure 01) souvent cette valeur ne dépasse guère les 1 à 29 pour des nombreux sols à travers le monde (Soltner, 2000).

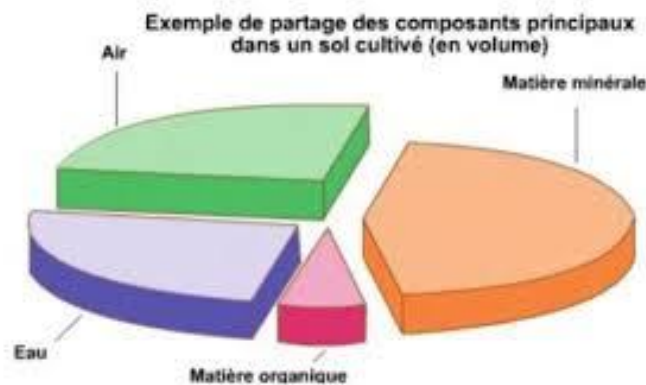


Figure 01 : Répartitions des constituants des sols(Soltner, 2000)

2. Les Trois Fractions du Sol

Voici les trois fractions principales d'un sol :

2.1. Fraction solide :

- Comprend toutes les particules minérales et organiques présentes dans le sol, comme le sable, le limon, l'argile et la matière organique en décomposition.

2.2. Fraction liquide :

- Consiste en l'eau présente dans les espaces poreux du sol, essentielle pour le transport des nutriments et le soutien des processus biologiques.

2.3. Fraction gazeuse

- Comprend l'air qui remplit les pores du sol, nécessaire à la respiration des racines des plantes et à la décomposition de la matière organique.

Ces trois fractions (solide, liquide et gazeuse) sont cruciales pour comprendre la structure et les processus écologiques d'un sol. (International, 2000).

3. Caractéristiques physiques du sol

3.1 Texture

Une phase solide (qui est minérale et organique), une phase liquide ou solution du sol (qui correspond à l'eau et l'élément dissous, et une phase gazeuse (composée d'oxygène, de dioxyde de carbone).

Les propriétés physiques sont celles qui résultent des apports entre les éléments solide, liquide et gazeuse, capable de diffuser parmi eux (Chamayou et Legros 1989).

Elle est d'abord directement liée à la notion de composition granulométrique, la texture d'un sol est la représentation de la taille des particules qui compose le sol.

Elle est généralement décrite par les classes texturales basée sur les pourcentages de sable, limon et argile qui contiennent le sol ou sur les distributions de la grosseur des particules de sol.

Mais la texture est aussi un jugement global sur la composition granulométrique porté sur le terrain grâce à des sensations tactiles mais aussi optique et auditives, en l'absence de toutes analyses. (Baise, 2000).

3.1.1 Classification des textures

La classification des textures des sols se réfère à la répartition des tailles de particules minérales (sable, limon, argile) dans un sol. Voici les principales classifications basées sur la proportion relative de ces particules (Agriculture.U. S,2017) :

3.1.1.1. Texture sableuse

- Contient principalement des particules de sable (tailles de 0,05 à 2 mm).
- Exemples de classifications : Sable grossier, sable moyen, sable fin.

3.1.1.2 Texture limoneuse

- Contient une proportion élevée de particules de limon (tailles de 0,002 à 0,05 mm).
- Exemples de classifications : Limon sableux, limon argileux.

3.1.1.3 Texture argileuse

- Contient une proportion élevée de particules d'argile (tailles inférieures à 0,002 mm).
- Exemples de classifications : Argile sableuse, argile limoneuse.

Ces classifications sont souvent utilisées pour évaluer la texture d'un sol, ce qui est crucial pour déterminer ses propriétés physiques (comme la rétention d'eau, la perméabilité) et ses capacités agronomiques (comme la fertilité et la gestion des cultures).

3.1.1.4 Texture équilibrée

La mesure où elle présente la plupart des qualités des trois types précédents, sans en avoir les défauts exemple de granulométrie favorable à la culture 25% d'argile, 30 à 35% de limons, 40 à 45% de sables.

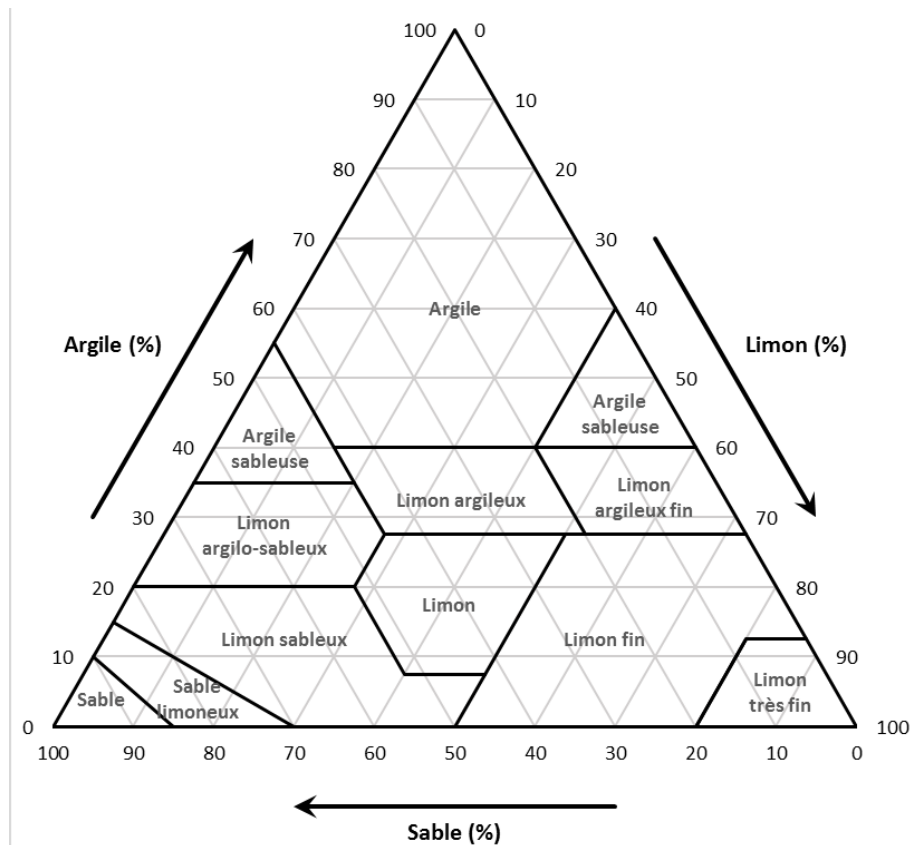


Figure 2 : triangle de texture (Stevens,1983)

3.2 Granulométrie

L'analyse granulométrique concerne exclusivement des particules minérales de petite dimension, ce qui nécessite d'isoler ces dernières après avoir traité les matériaux de grande dimension (Figure 03). Ces opérations sont effectuées sur un matériau séché à l'air ou à l'étuve, mais dont la teneur en eau doit être connue pour pouvoir exprimer les résultats correctement (Calvet, 2013).

Selon Prone (2003), l'échelle de la dimension des particules est la suivante :

Éléments grossiers cailloux, pierres, blocs $d < 20$ mm

Graviers $2\text{mm} < d < 20$ mm

Terre fine $< 2\text{mm}$

Sables grossiers $200\ \mu\text{m} < d < 2\text{mm}$

Sables fins $50\ \mu\text{m} < d < 200\ \mu\text{m}$

Limons grossiers $20\ \mu\text{m} < d < 50\ \mu\text{m}$

Limons fins $2\ \mu\text{m} < d < 20\ \mu\text{m}$

Argiles $d < 2\ \mu\text{m}$

La figure suivante représente les différentes tailles des particules du sol

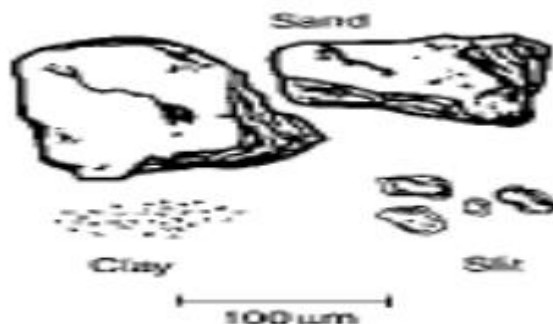


Figure 3 : Représentation des tailles comparatives des particules de sable, limon et argile (Hillel, 2004).

3.2.1 Importance de la texture en agriculture

Au sens strict, la classe texturale d'un sol décrit la répartition de la granulométrie de ces particules minérales. Ce pendant, la plasticité, la rigidité, la perméabilité, la fertilité du sol, par exemple, peuvent être en relation avec la texture dans une région géographique, mais on ne peut pas généraliser ces corrélations pour tous les sols du monde car la texture ne prend pas compte la composition chimique et minéralogique des particules minérales. Les sables et les limons de certains sols sont composés principalement de quartz (SiO_2), leur fertilité est généralement reliée à leur teneur élevée en quartz. La capacité d'un sol à supportés la machine agricole ou un troupeau dépend de sa texture et de son contenu en eau. (Derdour, 1999).

La texture du sol intervient dans le raisonnement de la fertilisation. Dans les sols sableux se pose le problème de la lixiviation des éléments nutritifs et des engrais par les eaux de pluie ou d'irrigation à cause de leur grande perméabilité de et de leur faible capacité d'échange. Donc, dans ces sols les apports d'engrais doivent être fractionnés et étalés au maximum tout le long du cycle végétation. Dans le cas des textures très argileuses des problèmes de drainage et de traficabilité en condition trop humide peuvent se poser. D'autres problèmes liés à : l'aération, au travail du sol, le transfert de chaleur, la structuration (fissuration) et à l'irrigation sont étroitement liés à la texture du sol (Derdour, 1999).

3.3 Notion de la structure en science du sol

3.3.1 Définition

La structure du sol se réfère à l'arrangement et à l'organisation des agrégats de sol ainsi qu'à la distribution des pores et des vides dans le sol. Elle influence la capacité du sol à permettre la circulation de l'eau, de l'air et des racines, ainsi que la disponibilité des nutriments pour les plantes (Bradyet Weil ,2016).

3.3.2 Description de la structure

3.3.2.1 Assemblages élémentaires

- L'analyse micromorphologie des sols par l'observation microscopique de lames minces (Figure 05), permet de décrire les entités souvent (Michel et al, 2011) :
- Le squelette constitué de particules observables isolément.
- Le plasma : masse dans le ver de terre, les divers types de pores inter et intra-agrégats.
- Les tarit pédologique on inclusion. Tels que les divers revêtements, les concrétions calcaires et ferrugineuses les boulettes fécales, les débris de matière organique.
- La micromorphologie permet de déterminer trois grands types d'assemblage élémentaire des sols.

Selon les modalités de floculation du plasma et sol liaison existant entre les particules du squelette du sol.












Faces arrondies	Avec agrégat			Sans agrégat	
	Faces planes			Organique	Minérale
	Angles vifs	Allongement vertical	Allongement Horizontal		
grenue		prismatique		Fibreuse	particulaire
	Polyédrique		lamellaire		
Grumeleuse		columnaire			
			squameuse		Massive
		Cubique			
			Plaquettes Obliques		

Figure 04 : Classification des structures en fonctions de la forme des éléments structuraux (Girard et al, 2011).

3.3.2 Agrégats

La description macroscopique dès que des agrégats porte principalement sur leur forme et leur taille mais on peut compléter par des notions de couleur, d’aspect des faces d’agrégats, de cohésion et de compacité ou de relation avec les marques visibles de l’activité biologique. (Baize et Jabiol, 1995) .

3.3.3 Type de la structure

Il paraît logique de classer les structures en fonction de leur mode de formation (Peingme et Lyon, 2014) :

Les différents types des structures sont représentés dans la figure 05.

3.3.3.1 structures construites

Par l’agglomération de particules élémentaires initialement individualisées ; c’est le cas des structures grumeleuses présentés dans les horizons avec matière organique et forte activité biologique. Par exemple les sous prairies ou couverts végétaux.

- structure grumeleuse
- structure prismatique

3.3.3.2 Les structures particulières

Qui sont des particules de sol sans cohésion entre elle, tels que des sables, gravies etc.

3.3.3.3. Structures massives ou continues

Absence d'agrégats, horizon cohérent, pouvant être plus ou moins induré par ciments.

3.3.3.4. Structure grumeleuse

C'est une structure constituée d'agrégats arrondis poreux. Elle est assez caractéristique des horizons superficiels et organiques, sous végétation de graminées.

3.3.3.5 – structure prismatique

Les agrégats prismatiques, souvent de grande taille si on les compare aux agrégats grumeleux, sont constitués d'ensembles aux sur faces sommairement pales verticales, séparées par des arêtes moyennement marquées.

Selon Gobat et al. (1998), les différentes formes de structure sont les suivantes :

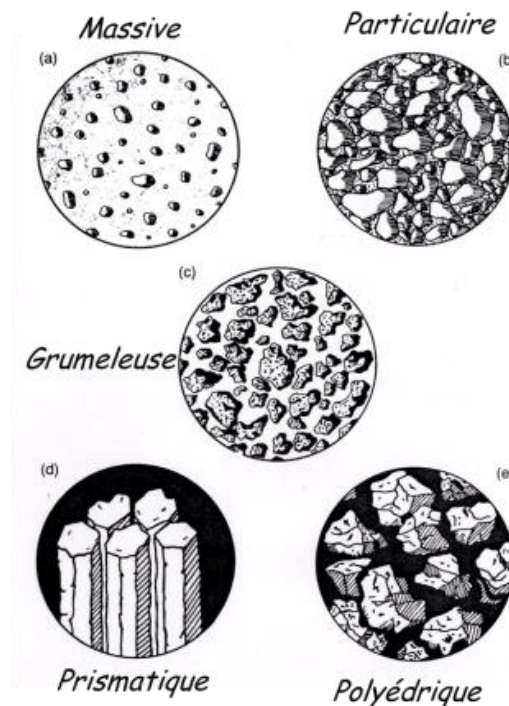


Figure 5: Principaux types de structure (Gobat et al., 1998)

3.4. Porosité

La porosité totale se subdivise en fonction de la taille des pores, en porosité fine et en porosité grossière qui, le plus souvent est occupée par de l'air : ces différentes formes de porosité sont établies en fonction des états de l'eau : capacité au champ, point de flétrissement (Duchaufour,2001). La porosité est le volume d'un sol qui n'a pas ses constituants solides. Elle correspond dans aux vides du sol qui peuvent être remplis par de l'air, en proportion variable selon les constations climatiques de volume du sol occupé par ces vides.

Elle calculée à l'aide de la mesure de la densité apparente (D_a) et de la densité réelle (D_r) par la formule suivante (Girard et al 2011).

$$PT (\%) = (1 - D_a / D_r) \times 100$$

3.4.1 Densité réelle (D_r)

La fraction solides, indépendante de vides pour les sols silicatés, pauvres en matière organique, elle varie peu 2,6 et 2,7 g/cm³: on peut la mesure avec précision à l'aide d'un pycnomètre. (Duchaufour,1988).

3.4.2 Densité apparente (D_a)

La densité apparente du sol est définie comme la masse du sol par unité de volume total, exprimée en kg/m³ ou en g/cm³. Elle est calculée en divisant la masse sèche du sol par le volume total occupé par le sol, y compris les vides (Brady et weil , 2016) .

3.4.3. Porosité capillaire et non capillaire

L'espace poral peut encore être en deux parties d'une manière différente. Au lieu de se référer à un critère Dimensionnel ou à un critère l'origine, on se réfère à la rétention de l'eau dû à l'action des forces capillaires(Calvet,2003).

3.4.4 Porosité texturale et structurale

L'espace poral d'un bloc de terre peut être divisé en deux parties définies selon l'origine des pores qui les constituent, des pores de petites dimensions situés à l'intérieur des assemblages, principalement des agrégats et des ports situés entre les agrégats et les mottes, qui eux sont généralement de plus grande dimension. Correspond la porosité appelée structural (Calvet, 2003).

La figure suivante représente les deux types de porosité texturale et structurale.

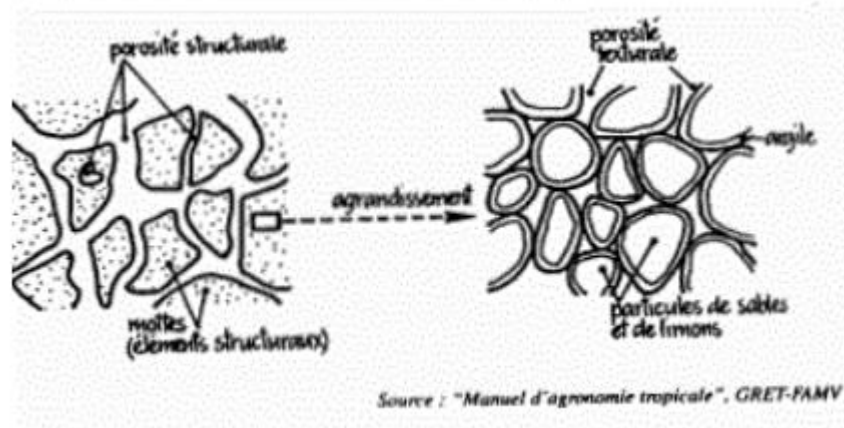


Figure 06 : Porosité texturale et porosité structurale

4. L'eau dans le sol

L'eau est un constituant tout à fait particulier des sols. En effet, à la différence des autres constituants, elle peut se déplacer au sein de la couverture pédologique et la quantité présente en un point donné est susceptible de variations parfois importantes et rapides. En outre, les propriétés physico-chimiques de l'eau font que sa présence, ou son absence, influence significativement sur le comportement des sols (Girard et al, 2011).

4.1 Humidité

L'humidité du sol est une mesure importante pour la détermination du potentiel de production d'une culture, elle est aussi importante pour la modélisation des bassins de drainage ou l'humidité dans le sol reflète la qualité d'eau présente dans les deux premiers mètres du sol.

L'humidité représente le rapport entre le poids d'eau contenu dans un certain volume de sol et le poids des grains solides contenus dans le même volume.

Ces quantités sont exprimées en :

- Masse (masse d'eau par masse de sol sec) : on parle d'humidité pondérale.
- Volume (masse d'eau par volume de sol humide) : on parle d'humidité volumique.

L'humidité exprime en g/g ou cm/cm. Elle est plus souvent exprimée en pourcentage (Lozatet Clement, 2002).

4.2 Rétention de l'eau dans le sol

Définition

C'est une retenue dans le sol dans les pores et par interaction avec les minéraux argileux

(Figure 07). La quantité d'eau retenue à un endroit et un moment donné dépend principalement de plusieurs facteurs : la nature des constituants, la structure du sol, et l'ayant chimiques, précipitation et la température. Il y a deux grands caractères de la rétention de l'eau dans le sol ; la teneur en eau et l'énergie potentielle de l'eau (Calvet, 2003).

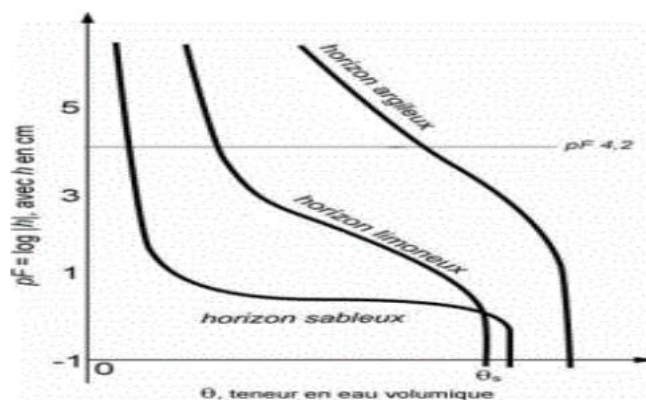


Figure 04: Courbes de rétention typiques de sols argileux, limoneux et sableux (Bruand et Coquet, 2005).

4.3 Les états de l'eau dans le sol

On distingue trois états de l'eau dans le sol, selon la force avec laquelle il la retient et selon sa disponibilité pour les plantes (Figure 08) l'eau de gravité, l'eau inutilisable (Jean, Michel et al., 2003).

4.3.1. L'eau de gravité

N'existe dans les sols que dans les heures ou les jours qui suivent une précipitation, ou en cas de nappe phréatique permanente.

Quand les forces à la gravitation s'équilibrent avec la force de rétention du sol, le point de ressuyage est atteint ; l'eau restante est conservée dans le sol et constitue la capacité au champ.

4.3.1.1 l'eau utilisable

Remplit les pores de diamètre compris entre 0,2 et 50 μm ou forme des films de 5 à 10 nm à la surface des particules. Les racines l'absorbent jusqu'au point de flétrissement temporaire, réversible puis jusqu'au point de flétrissement permanent qui est atteint lorsque la force de rétention de l'eau par le sol égale la force de succion maximale exercée par la plante.

4.3.1.2 l'eau inutilisable

Seule une évaporation intense permet de l'éliminer. Mais même à des températures élevées, il reste toujours un peu d'eau dans le sol, autour de certains minéraux dont elle assure

l'hydratation.

4.3.2 L'eau capillaire

Est liée par des forces d'adsorption moins intense que les précédentes et par des forces de capillarité retenant l'eau entre des particules solides cette eau est susceptible de se déplacer dans les sols selon des gradients énergétiques et de participer à l'alimentation hydrique des plantes ou des autres organismes vivant dans les sols (Michel et al. ,2011).

4.3.2.1 l'eau capillaire absorbable

C'est l'eau retenue par le sol ressuyé sous forme de films épais autour des particules du sol outans des pores de taille moyenne.

Cette eau absorbable par les racines est appelée l'eau de la réserve utile ; elle constitue la source essentielle de l'alimentation en eau des plantes, en saison sèche (Mathieu et Pieltain, 2008). Elle est susceptible de mouvoir par diffusion capillaire. Lorsque toute cette eau est Consommée par les plantes, on atteint le stade dit « point de flétrissement ». (Mathieu et Pieltain, 2008).

4.3.2.2 l'eau capillaire non absorbable

L'osque la plante se filtre on dit couramment que le sol (sec) en réalité l'eau est encore Présente dans le sol mais elle remplit l'espace capillaire les plus fins du sol, elle ne circule que difficilement et elle est retenue trop énergétiquement par les particules du sol. (Mathieu et Pieltain, 2008).

L'eau capillaire non absorbable par les racines. Elle se trouve retenue avec une énergie que la Plupart des plantes ne sont plus de l'extraire (Gallali, 2004).

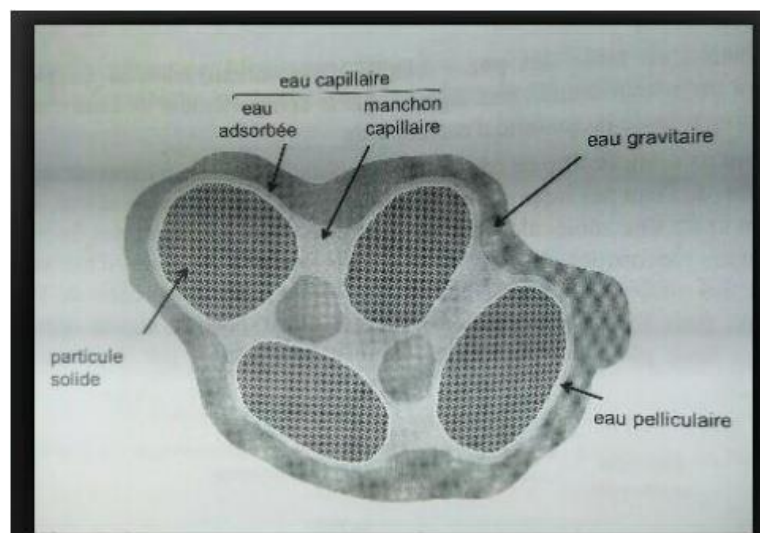


Figure 5 : Compartiments d'eau selon sa position par rapport aux particules

4.3.2.3 L'eau de constitution

C'est l'eau engagée dans les édifices géochimique et biochimiques des constituants du sol. Elle ne disparaît qu'à très haute température et n'est pas de réalité physique dans le sol. (Gallali, 2004).

4.4 Point de flétrissement

Les gradients de potentiel hydrique qui apparaissent en période et végétation, entre le végétal et l'atmosphère, à l'intérieur même du végétal, et entre le végétal et le sol, sont à l'origine des déplacements de l'eau depuis sans absorption au niveau de la racine jusqu'à sa transpiration au niveau de la feuille (Michel et al 2011).

Quand une plante se développe sur un sol qui n'a pas reçu des précipitations depuis un certain temps, elle commence à flétrir d'abord pendant les heures chaudes de la journée, mais recouvre sa turgescence pendant la nuit ; au bout d'un certain temps, le reste toujours flétrit car sa force de succion n'est plus suffisante pour extraire l'eau du sol.

Il semble que cette succion limite soit à peu près la même pour tous les plantes cultivées (Baise, 2000).

4.5 L'eau utile

C'est la quantité d'eau stockée par le sol après une période de pluies, on peut l'exprimer en % (de poids ou du volume). On mieux, en hauteur d'eau (exprimée en millimètres), ce qui a l'avantage de permettre des comparaisons avec la pluviométrie et l'évapotranspiration, également exprimées en millimètres. (Duchaufour, 1988).

La teneur en eau utile pour plante représente alors la différence entre la teneur en eau à pF 2.5 (capacité de rétention et l'humidité à pF 4.2 (point de flétrissement de la plante). Donc c'est l'eau réellement utilisable par les plantes. (Mathieu et Pieltain, 1998).

4.6. Relation entre teneur en eau et potentiel matriciel

Le pF n'est pas identique pour tous les sols ; elle dépend énormément de sa constitution : structure, texture, matière organique.

Pour la valeur faible du pF c'est-à-dire inférieurs à 2.5 la quantité d'eau retenue dépend beaucoup de la distribution des pores et par conséquent elle est fortement influencée par la structure du sol. Pour les particules et elle trouve ainsi plus influencée par la texture et par la surface spécifique du matériau du sol. On sait aussi que le comportement de l'eau dans le sol et ses rapports immédiats avec les plantes dépend essentiellement de ses différents états.

On ne peut donc interpréter la teneur en eau d'un sol un moment donné qu'en fonction du pF qui correspond à cette humidité. (Mathieu et Pieltain, 1998).

4.7 Réserve utile et variations de stock

La Réserve Utile (RU) d'un sol correspond à la quantité d'eau comprise entre l'humidité à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement.

La capacité au champ est le volume maximal d'eau retenu par les forces de capillarité d'un sol (plus la quantité d'eau dans ce dernier est faible, plus les forces de capillarité ne sont élevées).

Le point de flétrissement correspond à la teneur en eau d'un sol en dessous de laquelle la plante ne peut plus vaincre la tension exercée par les forces de capillarité et satisfaire ses besoins en eau. La réserve utile dépend de la profondeur d'enracinement de la plante, de la densité apparente, de là dans la tranche du profil prospectée par les racines.

La RU (en mm) se calcule par l'équation suivante (Beauchamp, 2006) :

W_{cc} : humidité à la capacité au champ (mm).

W_{pfp} : humidité au point de flétrissement (mm),

D_a : densité apparente et h : épaisseur du sol (mm).

La réserve utile est composée de deux fractions : la RFU (Réserve Facilement Utilisable) et la RS (Réserve de Survie). Au-delà de cette dernière, le point de flétrissement permanent est atteint. Le rapport RFU/RU est variable de 1/3 à 2/3 (Duchaufour, 2000).

En climat tempéré, la RU s'épuise progressivement pendant la période végétative et se reconstruit en hiver. Les variations de stock de la RU dépendent donc des précipitations et de l'évapotranspiration :

- Lorsque les précipitations sont supérieures à l'Evapotranspiration Réelle (ETR), la RU se remplit,
- Lorsque les précipitations sont inférieures à l'ETR, la RU ne peut se remplir.

Quand la capacité maximale de la RU est dépassée, une partie de l'eau descend vers la nappe : c'est le phénomène de drainage.

5. Perméabilité

5.1 Définition

La perméabilité (k) correspond à la conductivité hydraulique ce paramètre hydraulique est le volume d'eau qui percole pendant de temps limiter à travers limité de surface d'une section a elle exprime la quantité d'eau qui traverse un sol à l'état saturé en unité de temps (lozet et clement ,2002). C'est _à dire la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité en cm par second (on par heure, sil la vitesse est lent.

La perméabilité du sol est la facilite plus ou moins grande avec laquelle le sol se laisse pénétrer et traverser par l'eau et Lair (tableau 01). Elle est fonction de la porosité du sol mais il n'y a aucune relation de proportionnalité, un sol peut être très poreux et peu perméable à l'eau (argile) on peut-on moyennement poreux mais très perméable c'est le cas du sable (lozet et clement,2002).

Tableau 1: Perméabilité de quelques sols en cm / heure

Types de sol	Perméabilité
Sols sableux	5 à 10 cm / heure
Sols limoneux, argileux en profondeur	Horizon A, mull grumeleux : 50 cm / heure Horizon A, Moder massif : 2 cm / heure Horizon B colmaté par l'argile : 0,5 à 1cm / h
Alluvion perméable	1 à 12 cm / heure

5.2 Loi de darcy

La loi de darcy est la loi fondamentale de l'hydraulique des sols, elle relie le débit qui circule dans un sol saturé à la charge hydraulique que lui est appliquée elle a été établie expérimentalement pour un écoulement unidimensionnel dans un milieu homogène et isotrope. (mathieu et pieltain, 1998).

Elle relie les différentes variables de la vitesse de filtration par la relation :

$$Q = k \cdot H/L \cdot S$$

Ou $Q = K \cdot I \cdot S$

I : gradient hydraulique

S : coefficient de perméabilité

H : charge d'eau

L : longueur de colonne de terre

Chapitre II

Matériel et méthodes D'étude

1.1. Situation géographique de la wilaya de Skikda

1.1.1. Situation Régionale

La wilaya de Skikda est située au nord-est du pays, sur le littoral méditerranéen (Figure 09). Elle est limitée par :

- La méditerranéen au Nord.
- Les wilayas de Constantine, Mila et Guelma au sud.
- La wilaya de Jijel à l'ouest.
- La wilaya d'Annaba à l'Est.

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 510km à l'ouest de la capital, Alger. La wilaya s'étend sur une superficiel 4118km².

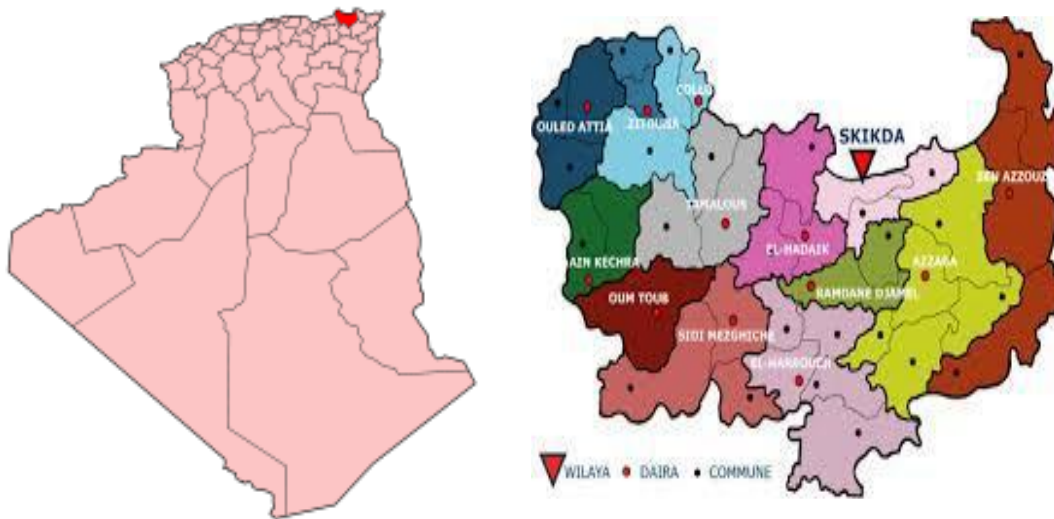


Figure 01: Presentation Communal de la region de Skikda.

1.1.2. Situation géographique

Deux régions ont été choisies pour cette étude : Ain Zouit (Sidi Zerzour, la grande plage et Sidi Abdellah) et la carrière, caractérisés par diversité pédologique des sols.

1.1.2.1. Situation géographique d'Ain Zouit

Notre première zone d'étude se situe au nord-ouest de la wilaya de Skikda, elle est limitée à l'ouest par Tamalous, à l'est par Skikda, au nord par la mer méditerranéenne et en fin au sud par el Hadaik (Figure 10).



Figure 2: situation géographique de la zone d'Ain Zouit (googlemaps)

1.1.3. Situation géographique de la carrière (stora)

La zone de la carrière est située au nord de la wilaya de Skikda (Figure 11), sur le littoral maritime. Elle est bordée au nord par la mer Méditerranée et est attenante aux communes de Filfila (à l'est), d'El Hadaiek et Hamadi Krouma (au sud) et de Aïn Zouit (à l'ouest et au sud-ouest).

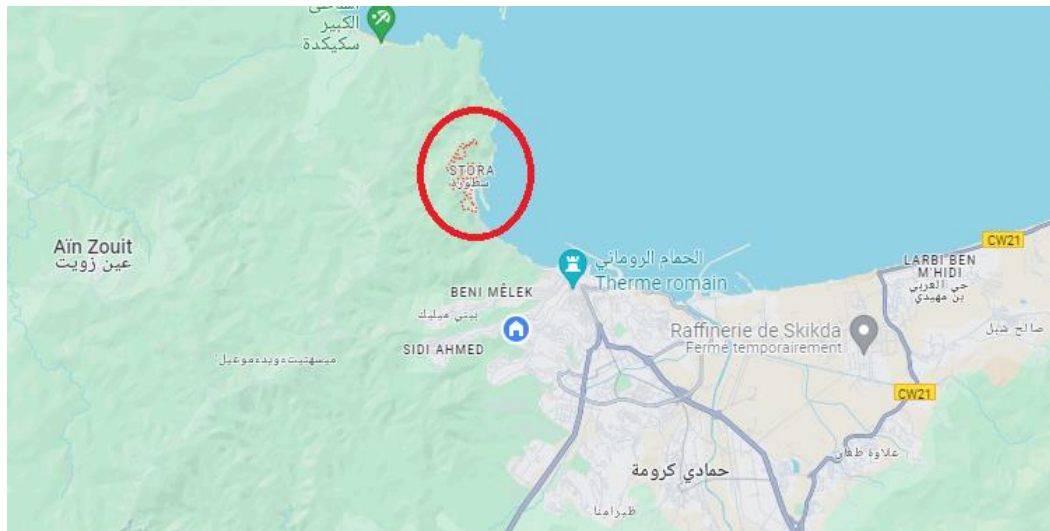


Figure 3: situation géographique de la zone de la carrière

1.2. Caractéristiques du milieu

L'étude du milieu naturel est une étape très importante dans chaque étude pédologique, cette étude concerne certains facteurs comme : le climat, la végétation, La géomorphologie, pédoclimatique, et la géologie.

1.2.1. Climat

Le climat de la zone d'étude est typiquement méditerranéen (type de climat tempéré ou "tempéré chaud" ou "subtropical"), il est influencé par la proximité de la mer et se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

La région est très pluvieuse en hiver, le volume des précipitations est relativement élevé au Nord et sur les plus hauts sommets, il dépasse 800 mm/ an.

Les différences de température sont grandes, les températures d'hiver les plus basses sont de 9 C° et en été elles dépassent 35C°.

1.2.1.1. Données climatiques

Le climat est un agent puissant de la pédogénèse, on remarque que les domaines pédologiques Coïncident avec les données climatiques (sols des zones arides, sols des climats méditerranés...). Les principaux paramètres retenus sont la température de l'air, les précipitations, l'évapotranspiration et le vent. On s'est basé sur les données climatiques recueillies, au niveau de la station météorologique de Skikda (port). Ce dernier est la plus proches de la région d'étude et les tableaux de ces données sont représentées dans l'annexe.

1.2.1.2. Précipitations

La (figure12), montre une grande irrégularité des précipitations mensuelles moyennes, et

varient de 1.72mm (Juillet) à 129.37 mm (Décembre).

Il ressort ainsi que les pluies commencent à tomber en automne, et continuent en grande quantité en hiver puis diminuent en été.

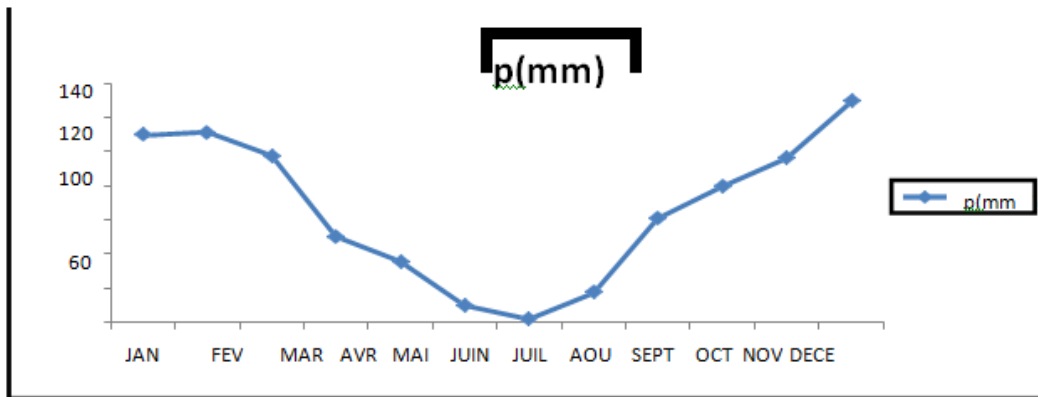


Figure 4: Pluviométrie de la wilaya de Skikda (2005-2015)

1.2.1.3. Température

On constate d'après le tableau 1 de l'annexe 1, que la température maximale varie entre 15.75 et 29.09 °C et que la température minimale varie entre 8.68 °C et 22.77 °C (figure 13).

En été la température reste relativement modérée.

En hiver ; Elles sont toujours inférieures à 15°C, ce qui peut provoquer des dégâts sur les végétaux.

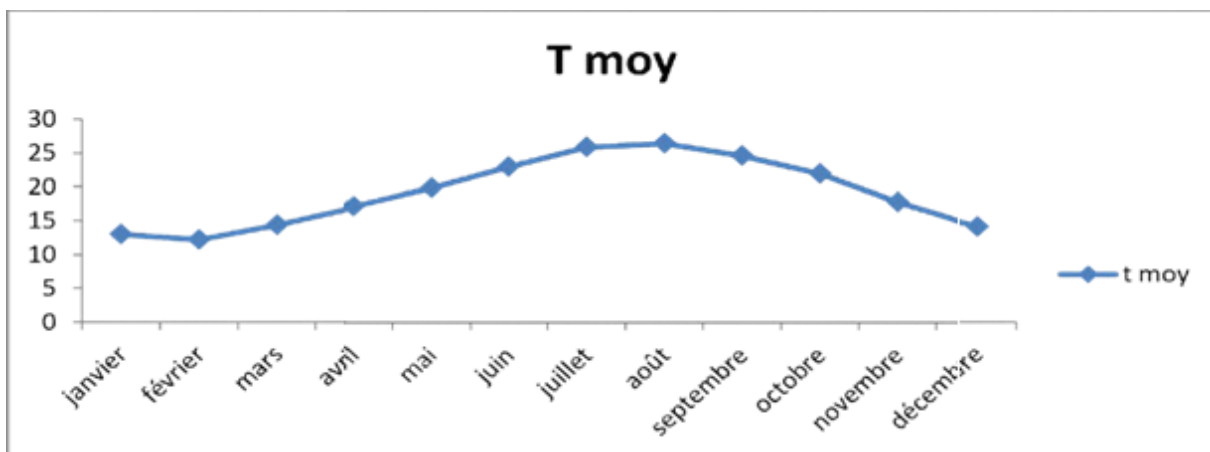


Figure 5: Graphe de la Température Moyenne De Skikda (2005-2015).

1.2.1.4. Humidité de l'air

La moyenne maximale est enregistrée pendant le mois d'Avril ou elle atteint 71.50 % ,la plus faible est celle du mois du juillet avec 67.73% comme valeur moyenne mensuelle (Figure14) . Au cours de l'année, l'humidité de l'air reste relativement élevée, elle prend une valeur de 70.10%comme moyenne annuelle.

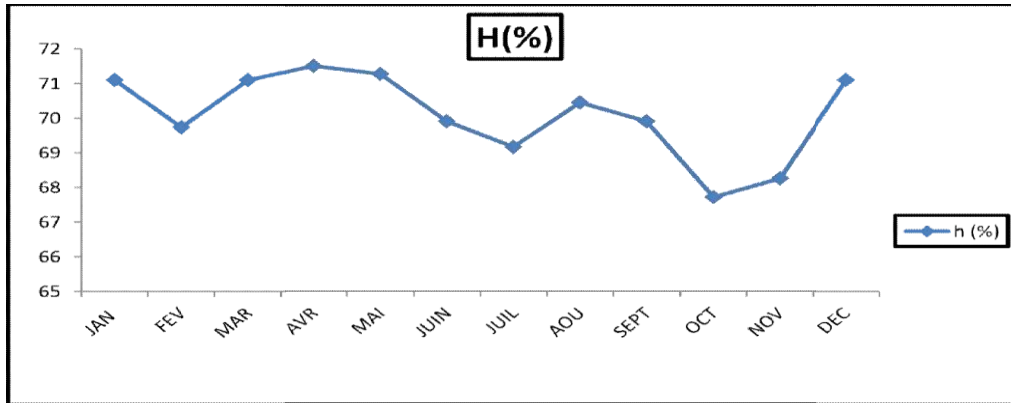


Figure 6 : Valeurs mensuelles des humidités (2005-2015)

1.2.1.5. Evapotranspiration

D'après la (Figure 15), l'étendue de l'évaporation au niveau de la région peut atteindre un maximum de 90.91 mm durant le mois d'Avril, et un minimum de 45.76 mm durant le mois de Février. L'évaporation moyenne annuelle est de l'ordre de 67.54 mm et atteint un total de 810 MM.

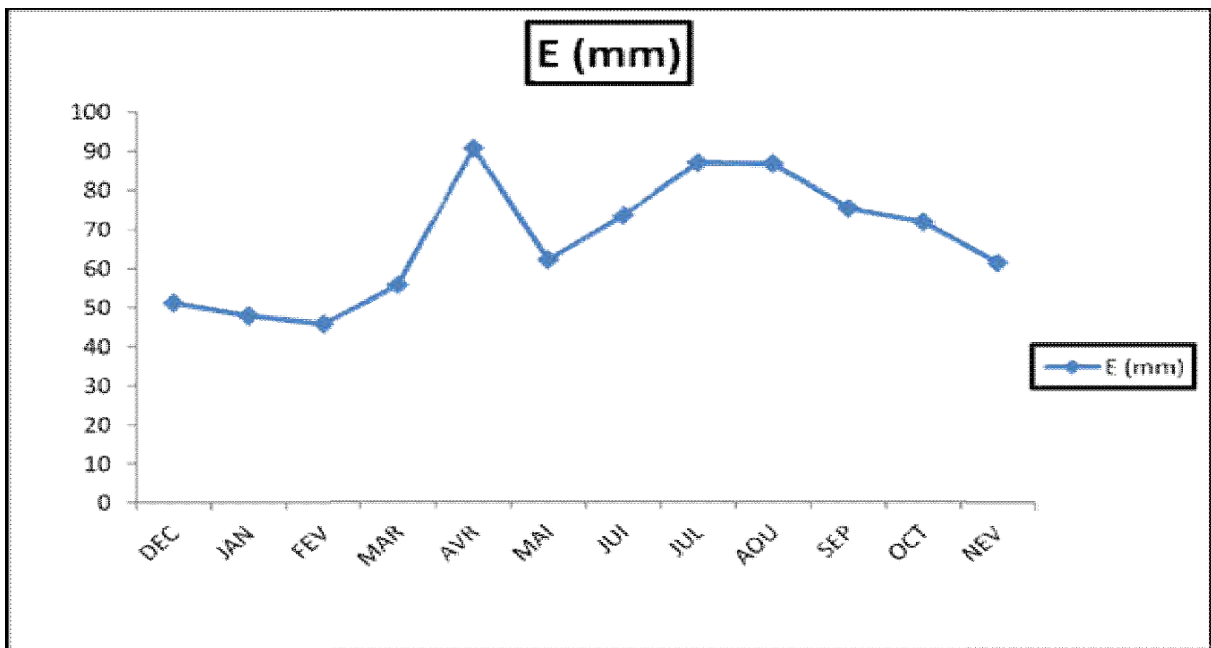


Figure 7:Evaporation Moyenne Mensuelle (2005-2015)

1.2.1.6. Vent

D'après la (Figure 16), la vitesse maximale moyenne du vent est enregistrée durant le mois d'Octobre avec 6.59 m/s, et une vitesse minimale moyenne de 2.83/s durant le mois d'Aout.

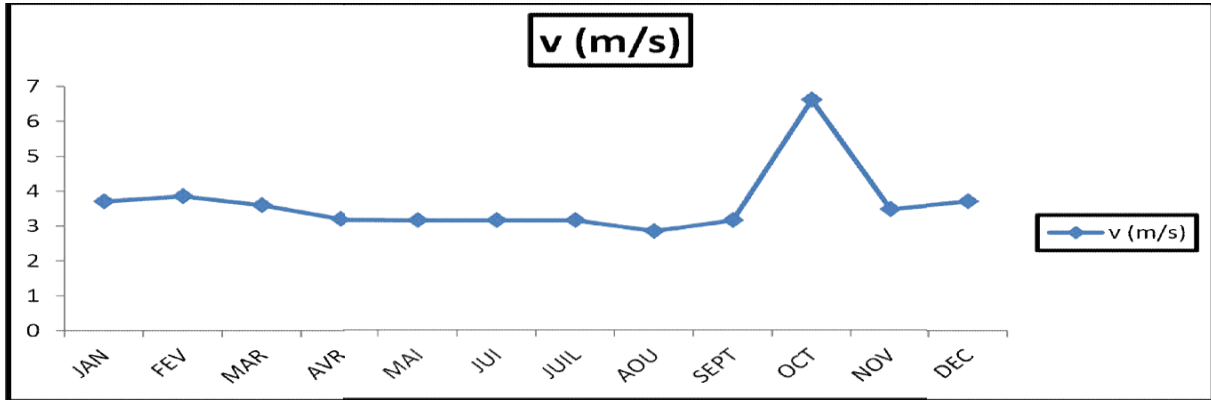


Figure 8 : Vitesse du Vent (2005-2015)

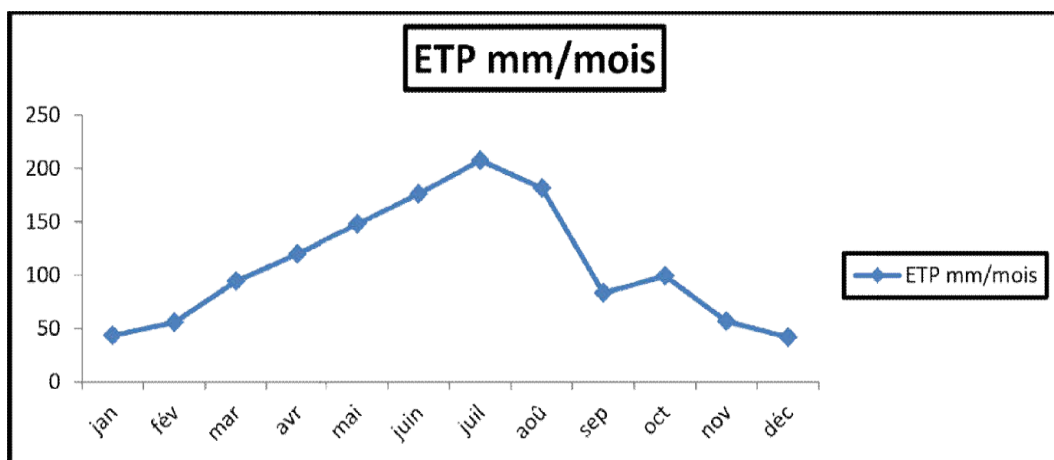


Figure 9 : Evapotranspiration moyenne durant la période (2005-2015)

1.2.1.7. Insolation

La(Figure18), montre que le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est d'environ 234.77 heures. Ce qui correspond approximativement à 7.5 heures par jour. Le phénomène est régulier passant d'un minimum en décembre de 127.41 heures à un maximum en Juillet de 353.71 heures.

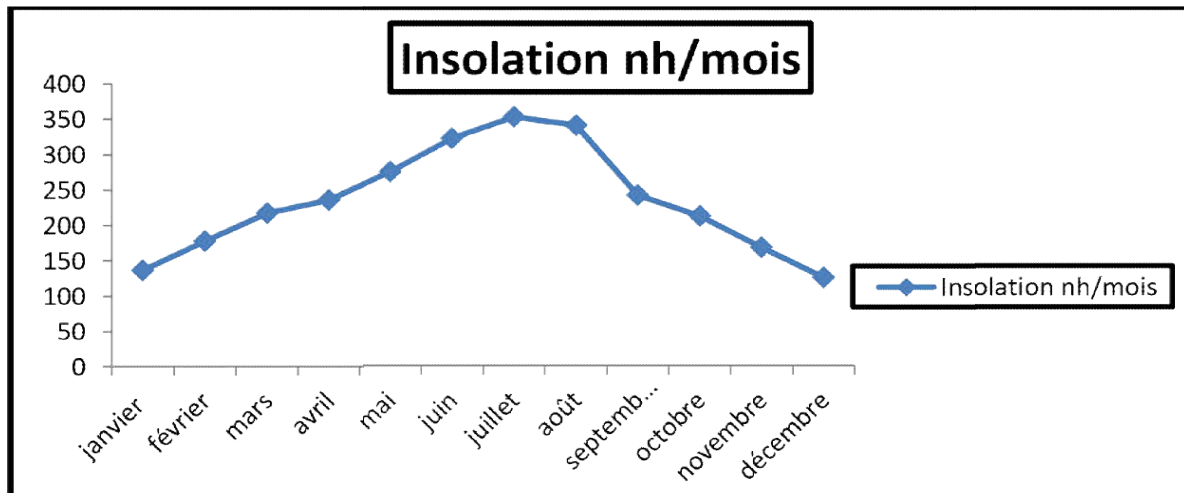


Figure 10 : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015)

1.2.2. Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste à déterminer la période sèche et la période humide par le biais du diagramme ombrothermique de Gausson ainsi que l'étage bioclimatique de la région d'étude grâce au Climagramme pluviométrique d'Emberger.

1.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Gausson

L'analyse des températures et des précipitations permet de mettre en évidence la durée des périodes pluvieuses et des périodes sèches par la courbe ombrothermique de Gausson. Pour Gausson, un mois est sec si le rapport entre les précipitations mensuelles P exprimées en millimètre et la température moyenne $T^{\circ}\text{C}$ exprimée en Celsius est inférieur ou égal à 2 ($P \leq 2$).

Le diagramme pluviométrique est établi pour les années 2005 jusqu'à 2015.

Le diagramme ombrothermique de Gausson (figure 19) présente deux périodes humides, la première débute de janvier et se termine au mi-mars, la seconde s'étend de novembre jusqu'à décembre. Une seule période sèche qui s'étale sur six mois, de mi-mars à fin septembre. C'est le parfait type méditerranéen.

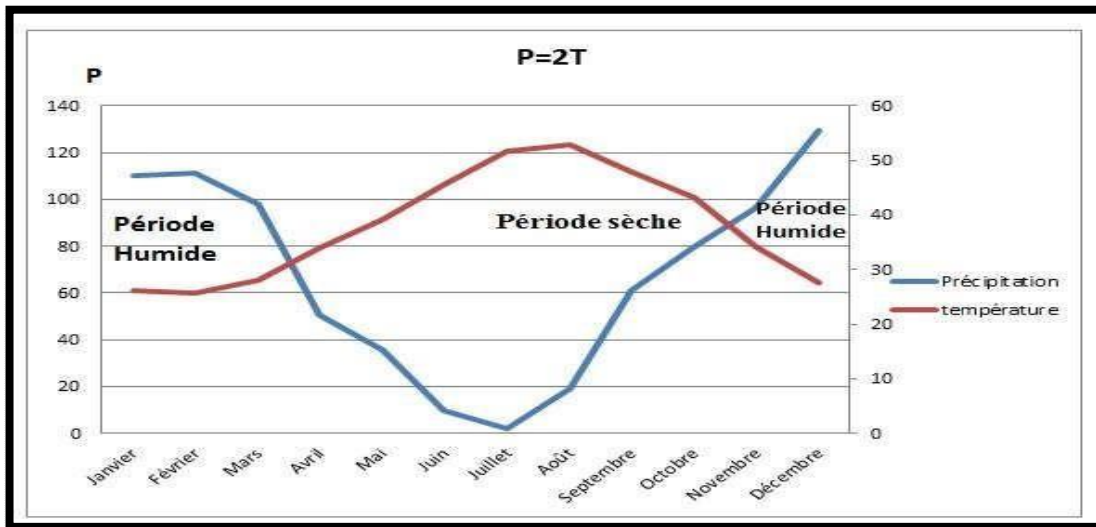


Figure 11 : Diagramme De Gausse pour (2005 -2015)

1.2.2.2. Climagramme d’Emberger

La formule du quotient pluviométrique d’Emberger a été modifiée par Stewart (1969) et est comme suit :

$Q2 : 3.43.P/(M-m)$ Equation 1, avec :

Q: Quotient pluviométrique d’Emberger

P : Pluviométrie annuelle en mm

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (C)

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (C).

$$Q2 : 3.14(800.6)/(29.68-8.60)=119.25$$

En rapportant cette valeur sur le Climagramme d’Emberger (Figure 20) nous notons que la région de Skikda se situe dans l’étage bioclimatique subhumide à hiver chaud.

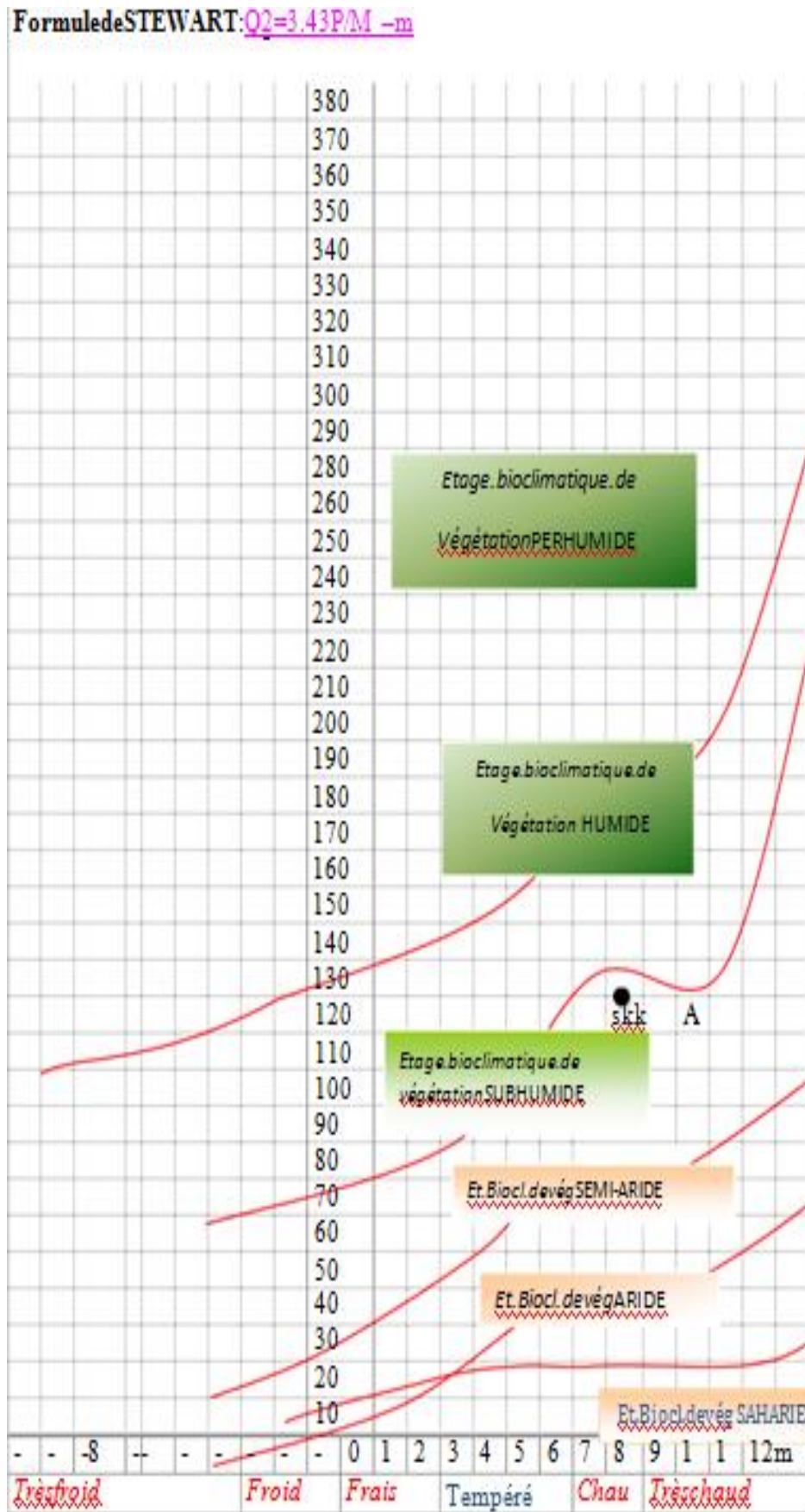


Figure 12: Climagramme du quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger pour la région de Skikda durant la période 2005 - 2015

1.2.3.Pédoclimat

Le pédoclimat a une importance considérable sur l'altération, l'étude de la pédogenèse et la classification (Duchafour, 2001).

Le régime hydrique du sol de la zone d'étude a été estimé par la méthode Newhall (Tavernier et van Wambek,1976),il ressort des données climatiques de la zone d'étude, que le régime hydrique du sol est de type **Xérique** et le régime thermique du sol est un régime de type **Thermique** (Belaissaoui2004).

Conclusion

La région de Skikda appartient au climat méditerranéen chaud en été, froid et humide en hiver, donc elle se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud.

Le pédoclimat est caractérisé par un régime de température de type thermique et un régime hydrique de type xérique.

1.3.Caractéristiques géologiques

1.3.1. Introduction

L'analyse de l'environnement géologique est fondamentale à l'étude hydrogéologique. La géologie permet d'identifier les matériaux et les structures des formations susceptibles d'éconduire l'eau des précipitations en profondeur. Elle permet aussi de déterminer le type d'aquifère.

1.3.2. Description des formations géologique du terrain d'étude (Ain Zouit)

Notre région d'étude est caractérisée par des différentes formations géologiques. D'après la carte géologique de Skikda établi par Joleaud (1912). On distingue de haut en bas 2 types de terrains (figure 21) :

1.3.2.1.Terrains sédimentaires

Des formations récentes du quaternaire

- Alluvions actuelles : représentées par des sables qui correspond les plages de la région
- Dunes actuelles
- Cordon littoral récent
- Alluvions récentes : constituées de limons et de galets
- Dunes récentes
- Alluvions anciennes des vallées : d'âge pléistocène ce sont des terrasses de limons et de cailloux roulés
- Plages émergées

- Dunes anciennes (niveau moyen)
- Dunes anciennes (niveau inférieur): se trouvent le long de la cote de la zone d'étude, elles sont constituées de sable.

Des formations du Néogène Oligocène

- Grés de Numidie : Ce sont grés jaunâtre à grains fins.
- Argiles et grés : reformant de minces lits de grés jaunes, qui constituent le passage graduel de grés numidiens et les argiles.
- Pouding et grés, les éléments de poudings sont des cailloux ; de gneiss, de schiste et surtout de quartz.

1.3.2.2. Terrains azoïques (Formations métamorphiques)

- Schistes et phyllades :Sont constituées par des grés bleuâtres, argileux ou satinés recoupés par de nombreux filonnets.
- Schistes micacés :c'est le passage de schiste argileux aux micaschistes et le gneiss schisteux
- Schistes granulitisés (gneiss)
- Calcaires cristallins
- Micaschiste
- Micaschistegranulitisés (gneiss schisteux) :Affleure au centre de la région d'Ain zouit
- Micaschiste granulitisés (gneiss glanduleux) :Affleure à l'est de la région d'Ain zouit
- Granulite gneissique :Affleure au nord-ouest de la région d' Ain zouit
- Granulite et pegmatite
- Amphibolite

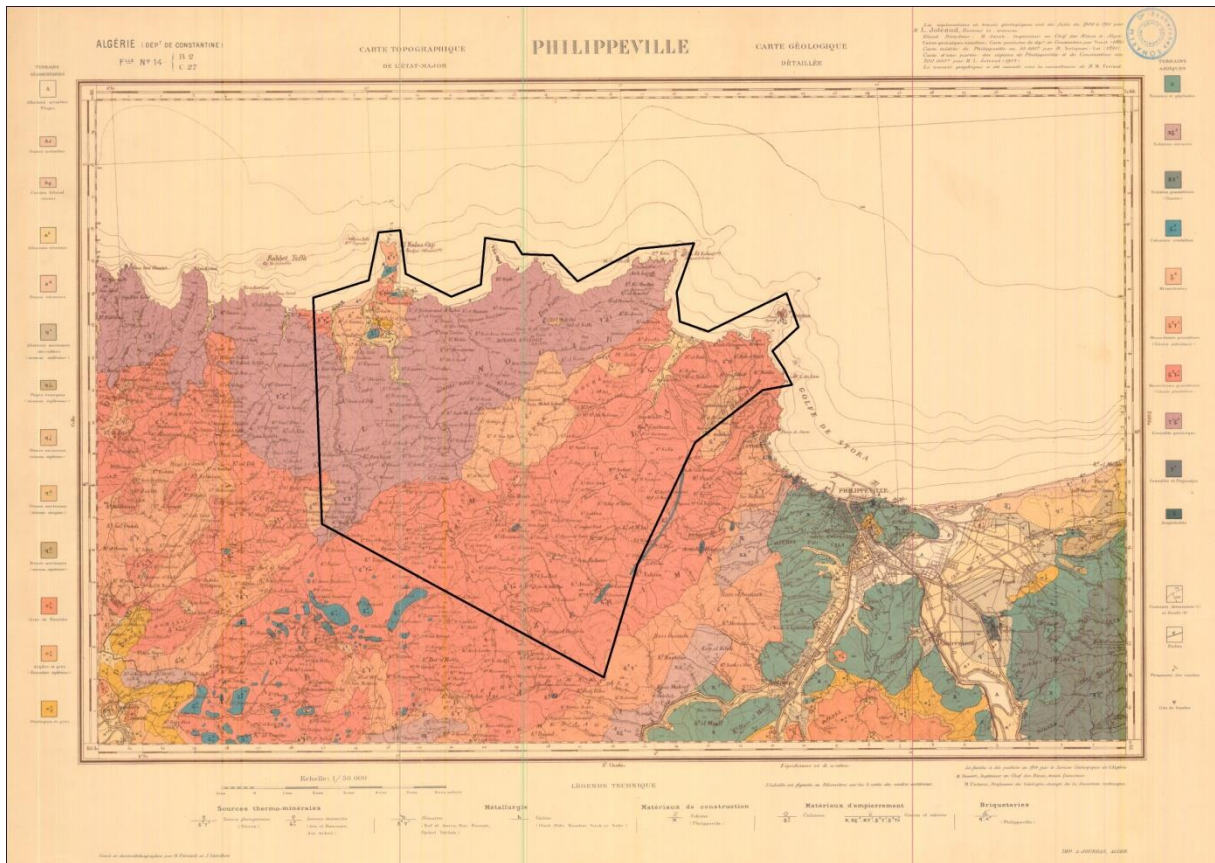


Figure 13 : Carte géologique de SKIKDA établi par Joleud (1912).

1.3.3. Cadre géologique régionale

Le massif de la petite Kabylie fait partie de la chaîne des Maghreb des (Durand–Delga, 1955 ; 1969; 1980, Bouillin, 1971; 1977, Wildi, 1983.). La mole néritique Constantinois s'étend sur plus de 150 Km le long du littoral, limitant la partie sud du bassin versant (Kef Toumiette, Kef Hahouner) est représenté par la chaîne de calcaire massif du Crétacé dirigé d'Est (Edough) en Ouest (Babors), les flancs Ouest et Nord-Est du bassin présentent des terrains anciens métamorphiques.

Le cadre structural étant très complexe, peut être défini par la superposition de plusieurs unités structurales.

1.3.4. LES ZONES INTERNES

1.3.4.1. Le socle kabyle

Le socle de la petite Kabylie est composé d'un ensemble des roches métamorphiques, méso zonales, à cata zonales et d'ensemble de roches peu ou pas métamorphiques.

Sur le plan structural, l'ensemble métamorphique est constitué par la superposition de trois édifices tectoniques (Mahdjoub, 1991) avec de bas en haut :

Edifice de Bougaroun,

Edifice de Beni-Ferguène,

Edifice supérieur.

Les massifs anciens métamorphiques occupent une grande partie du bassin du Saf-Saf. Du côté Ouest, ils s'étendent de Stora jusqu'au col de Staiha, ils affleurent également au Sud d'El-Harrouch et au Nord de Aine Bouziane, ils sont formés de phyllades, de micaschistes et de porphyroïdes.

Dans la partie Nord-Est du bassin (Dj.Filfila), ils sont essentiellement dominés par des schistes et des marbres.

1.3.4.2. La dorsale kabyle

La dorsale kabyle est constituée essentiellement par des formations épaisses de calcaire. Raoult(1974) a subdivisé la dorsale Kabyle en trois sous-unités superposées du Nord vers le Sud :

Dorsale interne,

Dorsale médiane,

Dorsale externe.

Elle affleure au Sud-ouest du bassin versant de l'oued Saf-Saf (Dj.Rhedir, KefSebargoude, Kef Toumiette).

1.3.4.3. Le domaine des flyschs

Il est composé de terrain d'âge Crétacé à Eocène à dominance carbonatée, parmi les quels on reconnaît deux séries stratigraphiques bien individualisées : la série du flysch Mauretaniien et celle du flysch Massilien (Raoult, 1969 ; Bouillin et Al., 1970).

1.3.4.4. L'Oligo-Miocène Kabyle

C'est une série sédimentaire correspondant à la couverture stratigraphique transgressive initiale du socle Kabyle (Raoult, 1974; 1975). Elle est constituée par:

Un conglomérat à la base, Des grés micacés à débris provenant du socle, Des selexites à radio laires.

1.3.4.5. Le Numidien

La nappe numidienne comporte à sa base des argiles à Tubotomaculum dont le sommet est daté de l'Oligocène supérieur. Ces argiles sont surmontées par des bancs de grés à quartz roulé d'âge Aquitainien à Burdigalien inférieur basal.

Les formations numidiennes occupent les sommets des unités structurées précédentes.

Elles affleurent au niveau de Zerdzas , Kef Toumiette et de Dj.BouAbed, ainsi qu'au niveau de la plus part des koudiets du centre du bassin.

1.3.4.6 Les Olistostromes

Décrits pour la première fois en Petite Kabylie par Bouillin et Raoult (1971), les Olistostomes sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs intercalés avec des passées grés-micacées d'âge Aquitainien et Burdigalien inférieur.

1.3.4.7. Les zones externe

Elles sont constituées par des nappes de flyschs comportant des terrains datés du Crétacé à l'Eocène. Ces formations qui ont subies une tectonique tangentielle majeure d'âge fini-Lutétien ou fini-Oligocène (Bouillin, 1977), reposent particulièrement sur l'autochtone saharien.

1.3.5.1. Les nappes telliennes

Elles sont composées d'un empilement de nappes pelliculaires d'âge Crétacé à Eocène (Durand-Delga, 1969).

1.3.5.2. Les nappes ultra-telliennes

Elles sont représentées par des sédiments clairs du Néocomien à l'Eocène. Elles sont mises en place par des diverticulations (Lahondère, 1987). Elles affleurent au Sud-Ouest de Kef Toumiette et de Djebel Bou Abed. L'affleurement de la série ultratellienne se localise au Nord de Kef Hahouner. Cette série comporte des marno-calcaires à ammonites, pyrites et des marno-calcaires microbréchiques.

1.3.5.3. Les nappes péni-telliennes

Elles sont composées essentiellement de formations à tendance néritique d'âge Cénomaniens à Jurassiques. Ce sont les nappes les plus basses structurellement.

1.3.6. Géologie de la zone d'étude

Le quaternaire couvre la majeure partie du bassin versant. D'après les coupes géologiques établies dans le terrain d'étude par ALGEO, il est formé par des dunes anciennes et des alluvions.

1.3.5.1 Les dunes anciennes

Rencontrées au Nord Est de la plaine de Skikda, le long de la côte. Elles sont constituées par trois niveaux : inférieur, moyen et supérieur.

1.3.5.2. Les alluvions

On distingue trois types (figure 22) :

Alluvions actuelles : limons du lit majeur de Saf Saf ,de Zeramna et de la plaine formée par le confluent de ces deux Oueds représenté par des sables ,des limons du lit moyen et des sables des plages.

Alluvions récentes: d'âge Néoplatonicien, se sont des limons et des cailloux roulés du fond des vallées.

Alluvions anciennes : se sont des terrasses de limons et de cailloux roulés qui drainent de 15 m à 50 m le lit de l'Oued Saf Saf et Zeramna jusqu'à El Harrouche

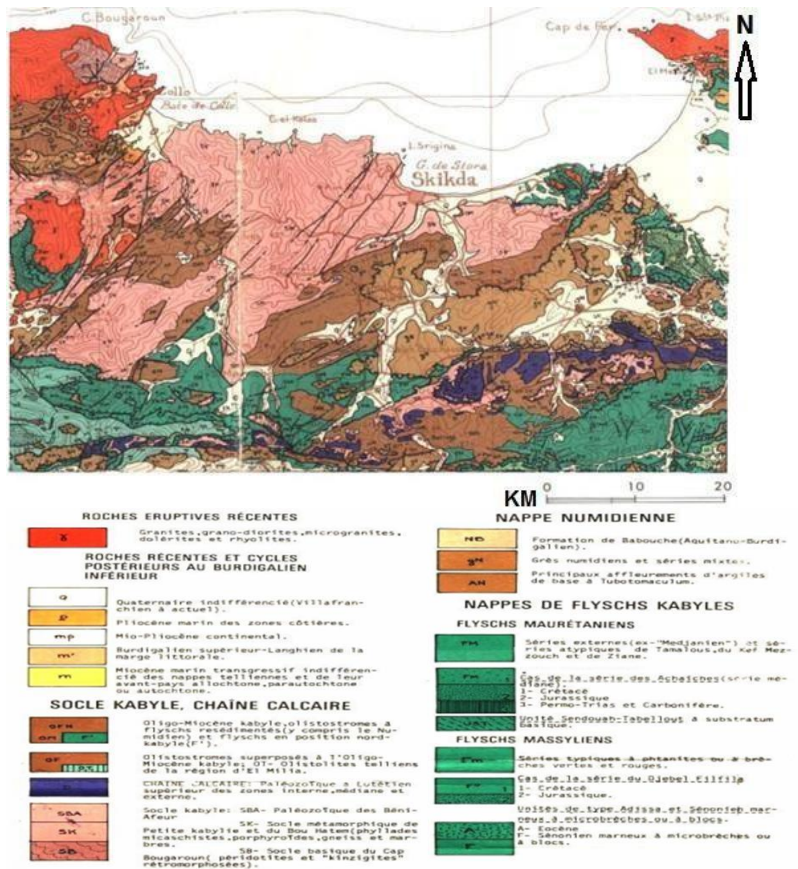


Figure 14: carte géologique de région de Skikda (J . M VILA 1977)

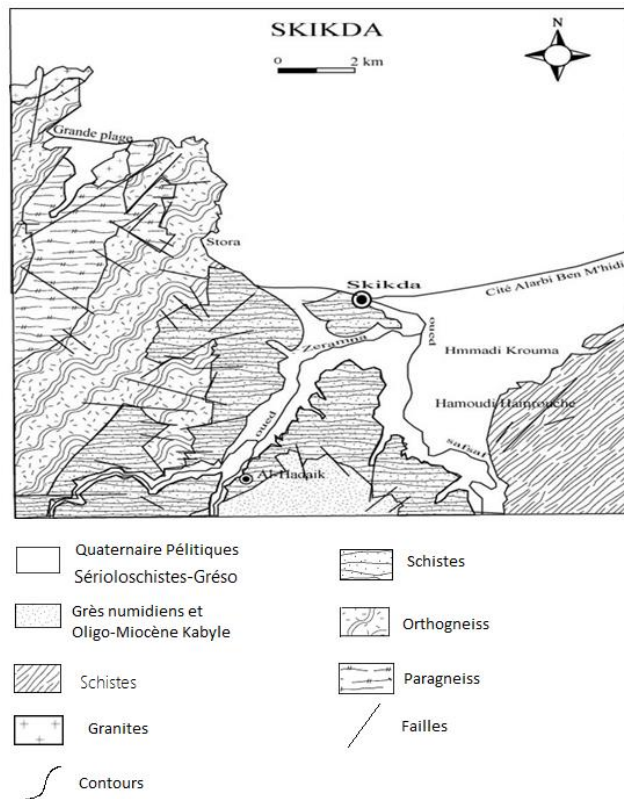


Figure 15 : Schéma géologique de la région de SKIKDA (D'après Durand. Delga, 1969)

1.3.6. Tectonique

Le bassin versant de l'oued Saf-Saf est affecté par une néotectonique responsable de la structure actuelle. D'après Raoult (1974), les phases tectoniques les plus importantes sont :

Les mouvements tectoniques précoces (Crétacé-Paléocène)

La dorsale kabyle est affectée par de nombreuses petites failles durant le Jurassique et la Néocomien – Barrémien. L'action de ces mouvements s'étend aussi au niveau de dorsale médiane (Dj.BouAbed: Crétacé supérieur).Dj.Bougrina est entouré par le flysch mauritanien et présente deux importantes failles, l'une d'une grande extension NW-SE. Dans la dorsale externe, la zone de Tengout a été fortement tectonisée pendant le Dracono-Cénomanién. Une partie de la dorsale externe est charriée sur la série du Rhédir.

Laphasefini-Lutéienne (Lutéiensupérieur-PriabonienduDj.TengoutetduDj. Rhédir) :

Cette phase est caractérisée par une tectonique tangentielle qui est post Paléogène.

La phase Oligocène et Miocène (Oligocène terminal-Aquitanién)

Elle est caractérisée par de nombreux plis et failles, cette phase est responsable de l'accident d'El Kantour et de la position structurale de la série de Filfla.

Conclusion

Du point de vue géologique, la région d'étude présente des terrains allant du Paléozoïque au Quaternaire. La diversité lithologique et l'évolution structurale des massifs limitrophes de la plaine de la zone d'étude « elhadaiek

», Ont conditionné dans de larges mesures, l'accumulation de matériaux détritiques alluvionnaires qui représente un intérêt hydro-géologique important.

1.4. Relief et Géomorphologie de la zone d'étude

La majorité des terres de la commune d'El -Hadaiek sont à relief accidenté.

L'utilisation des données géomorphologiques ou topographiques tant leur intérêt est général.

Elles interviennent de différentes façons (Bensaid,1986). :

Elles permettent de formuler des hypothèses sur la répartition des affleurements des couches géologiques.

Elles conditionnent les transports latéraux d'eau et de matières et donc finalement la pédogénèse et la répartition des sols dans les paysages (figure).

1.5. Cadre régional

La zone est caractérisée par un relief très accidenté, une cote abrupte et déchiquetée, un réseau dense de ravins profonds, ses montagnes ont par excellence un relief jeune, encore en pleine évolution morphologique (Belaïssaoui, 2004).

La vallée de Skikda est traversée par l'oued Zeramna. Durant le plioquaternaire, l'oued a creusé son lit dans les anciennes nappes charnière de flyschs. Sa partie Nord est denture par le socle kabyle, et le dorsal au sud. Les parties Est et Ouest sont limitée par des montagnes gréseuses, de faible altitude, faisant suite à ces montagnes, arrivent les collines qui se rattachent à la zone d'apport alluvial par les piments (Belaïssaoui, 2004).

1.5.1. Les Djebels

A l'Est nous avons le massif de filfila (586m) constituée de gneiss et marbres, et à l'Ouest le massif de M'sioun (500 m), leur altitude varie entre 400 et 700 m), ce sont en général des formations tertio- secondaires argilo-gréseux (Belaïssaoui, 2004).

1.5.2. Les collines

Situées au pied de montagnes et font jonction avec les plaines alluviales. La plupart de ces formations sont attaquée par l'érosion (Belaïssaoui, 2004).

1.6. Le cadre local

La zone d'étude présente une morphologie simple constituée essentiellement de paiements, terrasses alluviales. Les pentes sont généralement douces, ne dépassant pas les 4% (Bensaid, 1986.)

1.6.1. Les piments

Dans la zone d'étude on rencontre les piments de bas versant, leurs dimensions sont réduites, ils rattachent les collines à la plaine alluviale, leurs pentes sont comprises entre 1et 4%.

1.6.2. La plaine alluviale

Cette plaine renferme trois types de terrasses :

1.6.3. Les terrasses anciennes et moyennes

Il est très difficile de séparer ces deux types de terrasses plio- quaternaires. Ces terrasses ont été décrites, depuis logements, comme des terrasses du quaternaire ancien (Dutil,1958 in Bensaid,1986).

1.6.4. Les terrasses récentes :

Ces terrasses, d'âge pléistocène-holocène, sont réparties tout le long de l'oued, elles s'étendent sur de grandes surfaces de faible pente de 0-4% (Bensaid, 1986).

1.6.5. Les alluvions

Ils s'accumulent sur la plaine ou pente n'est nulle ou qu'as Nulle et correspondent aux forment matériaux fins (sable) qui le lit actuel de l'oued (Bensaid, 1986).

Conclusion

La zone d'étude à la morphologie différente :

La première partie est située en haut (collines) attaquée par l'érosion (le sol peu évolué d'érosion) ;

La deuxième partie située en bas (plaine alluvial) est une formation de dépôt récent des matériaux apportés par les eaux.

1.6.6. Végétation

Au niveau de la zone d'étude, la végétation est variée avec la géomorphologie et la topographie, on distingue (Younes et Daoudi., 2011) :

Les maquis, représente un stade de dégradation de la forêt, constitué par des

Arbustes et des arbres ne dépassant pas 7m de haut. Ces maquis recouvrent les piémonts et les collines, des espèces végétales qu'on peut rencontrent sont :

Olivier (*Olea europea*),

Lentisque (*Pestisialentiscus*),

1. Matériels et méthodes de travail**2.1. La méthodologie du travail**

La méthodologie du travail que nous avons adapté pour notre étude comprend quatre phases indispensables :

- Travaux préliminaires.
- Travail sur terrain.
- Analyse de laboratoire.
- Classification des sols.

2.1.1. Travaux préliminaires

Concernent les informations de reconnaissance comme les cartes.

2.1.2. Réalisation des profils

C'est une opération fondamentale ou on doit rafraîchir le profil choisi pour bien démarquer les horizons, accrocher le ruban mètre au sommet du profil afin de mesurer chaque horizon.

2.1.3. Description du sol

La description des sols nécessite l'utilisation d'un langage simple et précis, pour le faire il faut utiliser une fiche de description.

2.1.3.1. Les données générales

Numéro du profil : Le numéro du profil est indispensable pour se référer, semémoriser et situer par suit l'observation ; il faut utiliser de numérotation simple etpratique.

Localisation : Ici, il faut donner le maximum de précision, car elle permet de retrouverl'emplacement du sol étudié.

La date : Il est important d'indiquer la date d'observation, elle sert de repère dans leclassement des échantillons prélevée et éviter la confusion entre deux numérations deséchantillons.

L'altitude : Cette donnée ne permettra par la suite de comparer les profils entre eux etmieux comprendre la pédogénèse.

2.1.3.2. Les conditions atmosphériques

Les conditions du milieu et les caractéristiques du sol peuvent subir des variations sensibles suivent les, saisons, sec ou humide et préciser les conditions atmosphériques au moment de l'observation ou pendant la période précédente la description.

2.1.3.3. Les données concernant le milieu

Ces données regroupent : la géomorphologie, la végétation, la roche mère et matériaux Organeaux, aspect de la surface du sol ; (microrelief, présence de pierres, présence des roches,

Érosion...).

2.1.4. Echantillonnage du sol

Deux régions ont été choisies pour cette étude : Ain Zouit (Sidi Zerzour, Grande plage et Sidi Abdellah) et La carrière, caractérisés par une diversité, pédologique et occupation des sols. Selon le type de végétation, la topographie et le type de sol, quatre profils pédologiques ont été réalisés dans ces régions, au total 13 échantillons prélevés. Les prélèvements des sols et les analyses de laboratoire sont faits par les étudiants DJERIBI YASSER ET BELMERABET ACHRAF, encadrés par Mme BALA SAHIMA,

Ces profils pédologiques font l'objet d'une description morphologique avec identification des horizons (figure 23). Un échantillon de 1.5 à 2Kg de sol a été prélevé de chaque horizon de la profondeur jusqu'au surface pour les profils 01, 02, 03 et 04. Les échantillons du sol ont été ramenés au laboratoire de physique et chimie du sol de l'université du 20 août 1955 Skikda, séchés à l'air libre, broyés et tamisés à l'aide d'un tamis à 2mm.

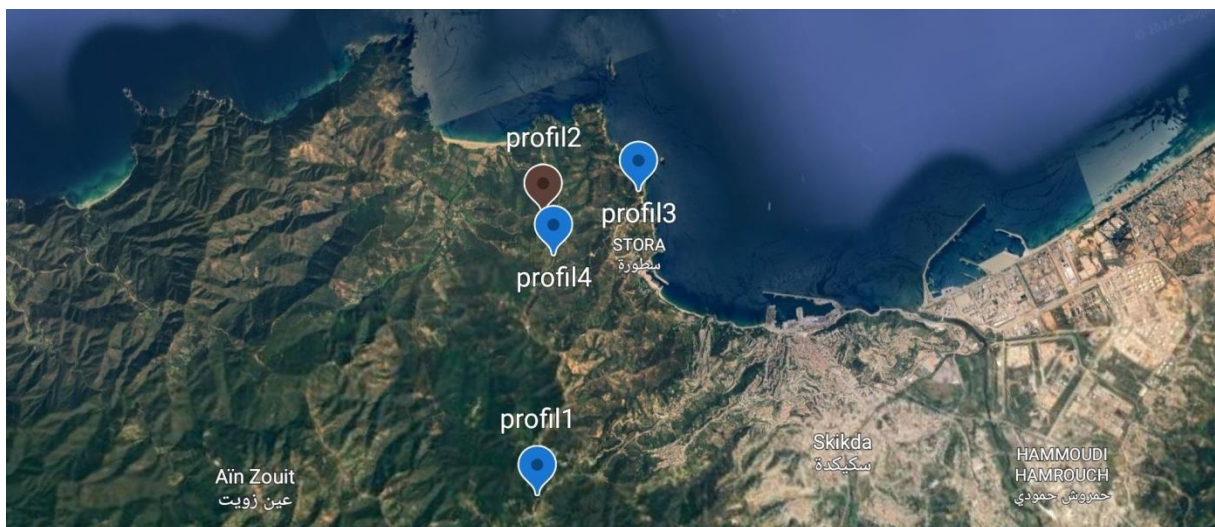


Figure 24: Localisation des profils étudiés (Google Earth)

2.2. Analyses physiques

2.2.1. Granulométrie

En utilisant la méthode de siphonage (figure 24) on a suivi les étapes suivantes :

Attaque à froid a fin de détruire la MO à l'aide de l'eau oxygéné.

Attaque à chaude utilisant le bain de sable jusqu'à disparition de la mousse.

Dispersion des particules avec l'hexamétaphosphate de sodium.

Agitation pendant deux heures.

Après 24 h de chute on procède au premier prélèvement des argiles.

Après on fait séparer les sables fins et les sables grossier par le tamisage avec un tamis de 200um pour le sable grossier et un de 50um pour le sable fin.

Séchage à 105°C dans l'étuve.



Figure 16: colonnes de sédimentation

2.2.2. Densité apparente

La mesure de la masse volumique du sol, est un indicateur du tassement du sol et de la porosité totale du sol. Elle a été mesurée par la méthode du cylindre calibré (Baize, 2000)

2.2.3. Densité réelle

- Méthode de pycnomètre

2.2.4. Humidité à l'état de saturation

- La plaque de porcelaine est mise à tremper dans une cuvette pendant 24h.
- Siphonner l'eau contenue dans la cuvette.

- Placer les anneaux sur la plaque et les remplir de terre et tasser légèrement.
- Remettre l'eau dans la plaque a mis hauteur des anneaux, laisser les terres s'imbiber.
- Glisser les échantillons dans des tares afin de les peser.
- Les remettre dans l'étuve à 105°C et peser après séchage.
- Calculer le taux d'humidité en % de terre séchée à 105°C.

2.3. Analyses chimiques et biologiques

2.3.1. Matière organique

En suivant la méthode de calcination

Prendre le poids de la tare vide "Mo", ajouter 10g de sol séché, noter le poids final.

Sécher l'échantillon de sol pendant une nuit (24h) à l'étuve à 105°C.

Puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10mn et noter le poids final "M1".

Calciner le sol au four à moufle à 250°C pendant 4 heures.

Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la tare contenant le sol calciné "M2".

Calciner une autre fois le sol au four à moufle à 450°C pendant 4 heures.

Laisser refroidir et peser la tare contenant le sol calciné "M3". La matière organique est calculée par la formule suivante :

$$MO\% = \frac{M2 - M3}{M1 - Mo} * 100$$

2.3.2. pH

Le pH est déterminé par la méthode électromètre à l'aide d'un pH mètre à l'électrode de verre (figure 25) étalonné avec une solution tampon de pH connu. Le rapport terre/eau est de 1/2.5.



Figure 25 : l'analyse de pH

2.3.3. Conductivité électrique

La détermination se fait à l'aide d'un conductimètre (figure 26), sa Conductance mesurée entre des électrodes et exprimée en us/cm. Le rapport terre/eau est de 1/5.



Figure 26 : Conductivité électrique

2.4. Classification des sols (classification française (CPCS ,1967

La classification française assez de considérer le milieu, les processus et les caractères Simultanément.

2.4.1. Unités majeures

-La classe : regroupe les sols en commun les points suivants :

- Le degré d'évolution et développement du profil.
- Le monde d'altération en relation avec l'évolution des minéraux.
- La nature et la distribution de la matière organique sur l'évolution des minéraux.
- La Dominique de certains processus physico-chimique telles que l'hydromorphe, la salinité...etc.

- Sous-classe : différencie les unités de la même classe par les mêmes pédoclimatique qui s'exprime par les régimes de température et l'humidité, avec l'apparition d'autre processus de lessivage et l'acidification.

-Le groupe : et défini par les caractères morphologiques du profil correspond à des processus d'évolution du sol : différenciation de certains horizons résultant du lessivage du calcaire des éléments colloïdaux ...

- Le sous-groupe : distraction basée sur l'intensité du processus définissant le groupe, ainsi par la manifestation des processus secondaires indique par certains éléments nouveaux du profil (concrétion, taches, élargissement de la structure).

2.4.2. Les unités mineures

- La famille : est définis par la granulométrie, la calcaire, le PH, et la roche mère.
- La série : ensemble des sols qui présentant sur un matériau original de composition lithologique définie, et dans des positions comparables de paysage, le même type de profil. La série est dénommée le lieu où elle a été caractérisée.
- La phase : partie de la série ayant des caractéristiques des phases. Une signification importante dans le comportement des sols et leurs utilisations.

Les unités mineures sont définies à partir des critères interprétables pour l'utilisation pratique. L'une d'elle, la série de sol, est très intéressante du point de vue agronomique, les critères de distinctions retenues présentes des conséquences pour la conduite culturale.

Les deuze classe de la classification française (CPCS,1967) sont :

1. Classe des sols minéraux bruts
2. Classe des sols peu évolués
3. Classe des vertisols
4. Classe des andosols
5. Classe des sols Calcimagnésiques
6. Classe des sols isohumiques
7. Classe des sols brunifiés
8. Classe des sols podzolisés
9. Classe des sols à sesquioxyde de fer et manganèse
10. Classe des sols ferralitiques
11. Classe des sols hydromorphes
12. Classe des sols sodiques

Matériels utilisés

Voir l'annexe.

Chapitre III

Résultat et discussion

1. Description morphologique et analytiques des sols des profils

La description des profils, nous permettra de caractériser ces sols et d'avoir une idée globale de la nature des sols de notre zone d'étude.

La description des profils, nous permettra de caractériser ces sols et d'avoir une idée globale de la nature des sols d'Ain zouit et la carrière.

1.1. Description morphologique et analytiques des sols du profil 01

1.1.1. Description morphologique du solduprofil01

- **Nom du profil** : Ain Zouit 01(Sidi Zerzour)
- **Numéro du profil** : 01
- **Date de prélèvement** : 29/04/2024
- **Localisation** : 36°52'21''N 6°50'28'' E / Altitude : 392.16 m
- **Physiographie** : Bas de Montagne
- **Topographie** : Pente : 08 %
- **Drainage** : Bon.
- **Végétation** : Chêne liège, Lentisque, La bruyère arborescente
- **Matériaux parentaux** : Argile jaunâtre
- **Classification CPCS (1967)** : Sol brun méditerranéen

Horizon H1 : (0 –20 cm)

Litière + Charbon, friable, frais, couleur à l'état sec 10 YR 2/1 (black), couleur à l'état humide 10YR 2/1(verydarkbrown),10% d'éléments grossiers, pas d'effervescence à l'HCl, transition ondulé nette.

Horizon H2 : (20- 35 cm)

Friable, frais, couleur à l'état sec 10 YR 3/3 (darkbrown), couleur à l'état humide 10YR 2/1 (black), texture argileuse, structure grumeleuse, poreux, peu d'élément grossiers (9%), beaucoup de moyenne racines, présence des galeries, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière nette.

Horizon H3 : (35- 85 cm)

Peu compact, sec, couleur à l'état sec 10YR 6/3 (palebrown), couleur à l'état humide 10YR 3/4 (darckyellowishbrown), texture argilo - sableuse, structure polyédrique moyenne, poreux (macro-pores) avec des galeries, présence de 14% d'élément grossier, pas de racines, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière graduelle.

Horizon H4 : (85- 100 cm)

Peu compact, sec, couleur à l'état sec 10 YR 6/4 (light yellowishbrown), couleur à l'état humide 10YR 5/4 (yellowishbrown), texture limoneuse, structure polyédrique moyenne, peu

poreux, présence de 10 % 'élément, pas de racines, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl,.

La figure suivante présente la photo du profil 01.



Figure 27: Photographie du profil 01 (Ain Zouit, Sidi Zerzour)

1.1.2. Résultats analytiques des sols du profil01

Les données analytiques sont représentées dans le tableau suivant

Tableau 01 : résultats analytiques physique du profil

Horizon		P1H1	P1H2	P1H3	P1H4
Profondeur(cm)		(0–20cm)	(20-35cm)	(35-85cm)	(85-100cm)
Da (g/cm3)		1.22	1.5	1.97	2.06
Dr (g/cm3)		1.355	2.855	2.240	2.095
Granulométrie (%)	Argile (%)	18	40	9	21
	Limon(%)	48	12	39	41
	Sable fin(%)	22	25	21	20
	Sable grossier(%)	12	23	31	18
Classe texturale		Limoneuse	Argilo-limoneuse	Limoneuse	Limoneuse
M.O(%)		9.8413	4.4574	0.5774	0.7352
CE (mmhos/Cm)1/5		0.1742	0.1487	0.0846	0.0906
pH eau(1/2.5)à25°c		6.93	5.8	6.25	6.7
Salinité		0	0	0	0
TDS (mg/l)		168	140	79	85

1.1.3. Données synthétiques des sols profil N°01 :

D’après les données synthétiques du profil n°01, il ressort que :

Ce profil se présente au Bas de Montagne, et la pente est moyennement faible

Le sol est un sol forestier (Chêne liège, Lentisque, La bruyère arborescente).

La structure de ce profil est grumeleuse en surface et polyédrique moyenne dans les horizons sous-jacents et la texture est limoneuse. Le sol du profil est un sol brun méditerranéen

Le pH est acide à neutre (5.8- 6.93), et le sol de ce profil est non salé, la MO est très élevée au surface et diminue en profondeur, poreux dans l’ensemble du profil.

1.2. Description morphologique et analytique du profil 02

1.2.1. Description morphologique et analytique des sols du profil 02

- **Nom du profil** : Grande plage (Ain Zouit)
- **Numéro du profil** : 02
- **Date de prélèvement** : 29/04/2024
- **Localisation** : 36°55'01''N 6°51'43'' E / Altitude : 229.81m
- **Physiographie** : Bas de Montagne
- **Topographie** : Pente : 04 %
- **Drainage** : Bon.
- **Végétation** : Lentisque
- **Matériaux parentaux** : Argile, schiste
- **Classification CPCS (1967)** : Sol brun méditerranéen

Horizon H1 : (0 – 18 cm)

Meuble, frais, couleur à l'état sec 10 YR 5/3 (brown), couleur à l'état humide 10YR 5/2 (very dark yellowishbrown), texture argileuse, structure grumeleuse à polyédrique moyenne, poreux (micro-pores) avec présence de galeries, présence de 10 % d'éléments grossiers, en racinement dense (racines moyennes), présence de galerie de faune, pas d'effervescence à l'HCl, transition ondulénette.

Horizon H2 : (18- 35 cm)

Friable, frais, couleur à l'état sec 10 YR 5/2 (greyishbrownish), couleur à l'état humide 10YR 2/2 (very dark brown), texture argileuse, structure polyédrique fine à moyenne, poreux avec de quelques fissures, présence d'élément grossiers (14%), présence de quelques fines racines, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière graduelle.

Horizon H3 : (35- 130 cm)

Friable, frais, couleur à l'état sec 10YR 5/4 (yellowishbrown), couleur à l'état humide 10YR 4/3 (brown), texture limono-sableuse, structure polyédrique fine, présence de 20% d'élément grossier, enracinement moyen (racines moyennes), peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière graduelle.

La figure n29 présente la photo du profil 02.



Figure 28 : Photographie du profil 02 (Ain Zouit, Grande plage)

1.2.2. Résultats analytiques des sols du profil 02

Les données analytiques sont représentées dans le tableau suivant

Horizon		P2H1	P2H2	P2H3
Profondeur(cm)		(0–18cm)	(18-35cm)	(35-130cm)
Da (g/cm3)		1.64	1.62	1.46
Dr (g/cm3)		2.137	2.423	2.239
Granulométrie (%)	Argile (%)	28	15	02
	Limon(%)	15	29	42
	Sablefin(%)	23	23	11
	Sablegrossier(%)	33	33	45
Classtexturale		Limono-argilo-sableuse	Limono-sableuse	Limono-sableuse
M.O(%)		9.9202	2.5631	2.0528
CE(mmhos/Cm)1/5		0.33	0.19	0.16
pHeau(1/2.5)à25°c		7.03	6.69	7.41
Salinité		0	0	0
TDS		305	178	156

1.2.3. Données synthétiques des sols du profil N°02

Ce profil se présente au Bas de Montagne et la pente est faible (04%)

Le sol est un sol forestier (Lentisque). Ce sol est un sol brun méditerranéen .

La structure de ce profil est grumeleuse en surface à polyédrique pour les autres horizons avec une texture Limono-argilo-sableuse pour le premier horizon et Limono-sableuse pour les deux derniers horizons.

Le pH est neutre (6.69-7.41), le sol de ce profil est non salé, le taux de matière organique est élevé en surface et moyen en profondeur et poreux.

1.3. Description morphologique et analytique des sols du profil 03

1.3.1. Description morphologique des sols du profil 03

- **Nom du profil :** La carrière (Forêt, Stora)
- **Numéro du profil :** 03
- **Date de prélèvement :** 02/05/2024
- **Localisation :** 36° 54'55''N 6°52'58'' E / Altitude : 12.37m

- **Physiographie** : Colline
- **Topographie** : Pente : 10 %
- **Drainage** : Bon.
- **Végétation** : Myrte, Ficus, L'arbousier, Troène ,L'ancien rose.
- **Matériaux parentaux** : Marne
- **Classification CPCS (1967)** : Sols à sesquioxyde de fer.

Horizon H1 : (0 – 20 cm)

Meuble, frais, couleur à l'état sec 10 YR 5/4 (yellow ish brown), couleur à l'état humide 10YR 4/3 (brown), poreux, texture argilo-sableuse, structure grumeleuse, présence d'éléments grossiers 50% , pierres ,graviers et cailloux), enracinement moyen (racines fines), pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière.

Horizon H2 : (20- 50 cm)

Friable, frais, couleur à l'état sec 10 YR 6/4 (light yellowishbrown), couleur à l'état humide 10YR 5/6 (darkyellowishbrown), poreux, limono-sableuse, structure particulière à polyédrique fines, quelques fissures,33% d'élément grossier, présence de quelques racines moyennes, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière nette.

Horizon H3 : (50- 130 cm)

Friable, frais, couleur à l'état sec 7.5 YR 7/8 (yellowish), couleur à l'état 7.5 YR 5/8 (yellowishred), texture sablo-limoneuse, structure particulière, peu poreux,peu d'élément grossiers (9%), pas de racine, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl.

La figure suivante présente la photo du profil 03.



Figure 29 : Photographie du profil 03(La carrière)

1.3.2. Résultats analytiques des sols du profil 03

Les données analytiques sont représentées dans le tableau suivant

Horizon		P3H1	P3H2	P3H3
Profondeur(cm)		(0–20cm)	(20-50cm)	(50-130cm)
Da (g/cm ³)		1.99	1.85	1.67
Dr(g/cm ³)		2.671	2.153	2.251
Granulométrie (%)	Argile (%)	10	03	03
	Limon(%)	44	17	19
	Sable fin(%)	22	40	38
	Sable grossier(%)	24	40	40
Classe texturale		Limoneuse	Sablo-limoneuse	Sablo-limoneuse
M.O(%)		3.0482	3.9219	2.7909
CE(mmhos/Cm)1/5		0.1227	0.1233	0.1117
pHeau(1/2.5)à25°c		5.52	7.02	7.22
Salinité		0	0	0
TDS		114	115	104

1.3.3. Données synthétiques des sols du profil N°03 :

Ce profil se trouve dans une colline avec une pente moyenne (10%)

Le sol est un sol forestier (Myrte, Ficus, L’arbousier, Troène, L’ancien rose.).

La structure de ce profil est grumeleuse en surface est particulière dans les deux horizons sous-jacents et la texture de ce sol est Limoneuse en surface et Sablo-limoneuse pour les autres horizons. Ces sols sont des sols à sesquioxyde de fer.

Lesol de ce profil est acide à neutre (5.52-7.22), non salé, le taux de matière organique est élevé, poreux dans l’ensemble du profil.

1.4. Description morphologique et analytique des sols du profil 04

1.4.1. Description morphologique des sols du profil 04

- **Nom du profil :** SIDI ABDELLAH
- **Numéro du profil :** 04
- **Date de prélèvement :** 02/03/2024
- **Localisation :** 36°54’35’’ N 6°51’40’’ E / Altitude : 229 m.

- **Physiographie** : Colline
- **Topographie** : Pente : 15%.
- **Drainage** : Bon.
- **Végétation** : Lentisque, eucalyptus.
- **Matériaux parentaux** : grés
- **Classification CPCS (1967)** : Sols brunifiés.

Horizon H1 : (0- 15cm)

Avec (0-2cm) de litière, meuble, friable, frais, couleur à l'état sec 10YR 5/3 (brown), couleur humide 10YR 3/3(darkbrown), texture argileuse, structure grumeleuse, poreux, quelques fines racines, Présence d'éléments grossiers (30%), beaucoup de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition nette.

Horizon H2 : (15-50cm)

Peu friable, frais, couleur à l'état sec 10YR 5/4 (yellowishbrown), couleur à l'état humide 10YR 3/3 (brown), texture argileuse, structure polyédrique moyenne, poreux, présence de quelques fissures, matière organique moyenne, peu de racines moyennes, 40% de cailloux, pas d'effervescence à l'HCl, transition graduelle.

Horizon H3 : (50- 100cm)

Friable, frais, couleur à l'état sec 10YR 6/4 (light yellowishbrown), couleur à l'état humide 10YR 5/8 (yellowishbrown), poreux (macro-pores), texture sableuse, structure particulaire, 34% d'éléments grossierscailloux et pierres), présence de quelques fines racines, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl.

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure n° 31



Figure 30 : Photographie du profil 04 (Ain Zouit, Sidi Abdellah)

1.4.2. Résultats analytiques du profil 04

Les données analytiques sont représentées dans le tableau suivant

Horizon		P4H1	P4H2	P4H3
Profondeur (cm)		(0-15cm)	(15-50cm)	(50-100cm)
Da (g/cm ³)		1.57	1.73	2.03
Dr (g/cm ³)		2.320	2.571	2.220
Granulométrie %	Argile (%)	15	05	33
	Limon(%)	28	38	15
	Sable fin(%)	40	40	15
	Sable grossier(%)	17	17	37
Classe texturale		Limono-sableuse	Limono-sableuse	Limono-sablo-argileuse
M.O(%)		0.8848	2.7028	2.1103
CE(mmhos/cm)1/5		0.1026	0.0828	0.1178
pHeau(1/2.5)à25°c		7.16	7.33	6.18
Salinité		0	0	0
TDS		97	77	109

1.4.3. Données synthétiques du profil N°04

Ce profile se présente dans une colline avec une pente élevée (15%)

Le sol est un sol forestier (Lentisque, eucalyptus..) et classé comme un sol brunifié.

La texture de ce sol est généralement Limono-sableuse et la structure des sols de ce profil est argileuse dans les deux premiers horizons et le dernier est limoneux-sableuses

Ces sols sont neutre à acide (7.16-6.18),non salés, la MO% est élevée, poreux dans l'ensemble du profil.

2. Caractérisation physique des sols

2.1. Granulométrie

D'après les figures (30.31.32.33 et 34), il ressort que la texture du sol est Limoneuse pour le premier profil avec un taux maximal de limon de 48%,Limono-sableuse pour le deuxième et

le quatrième profil avec un taux maximal de limon de 42%, et Sablo-limoneuse pour le troisième profil avec un taux de sable 80 %

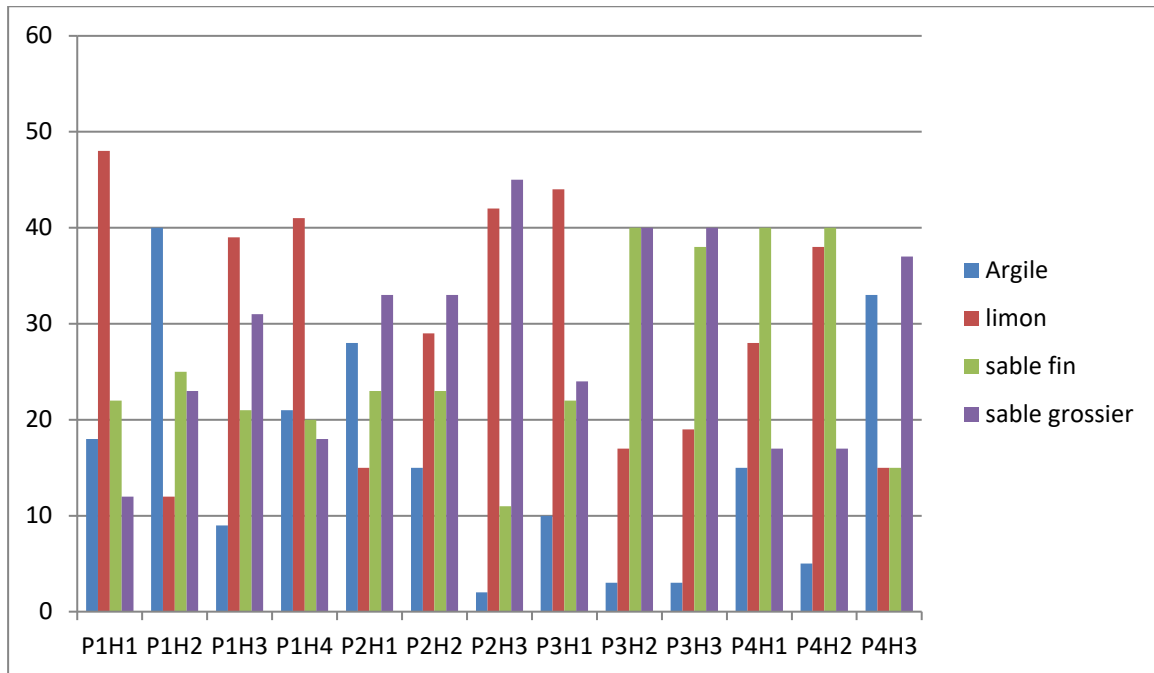


Figure31 : Diagramme de granulométrie pour les 4 profils

2.2.Densité Réelle

- **Gamme de valeurs** : La densité réelle des sols des profils (figure) varie entre 1,3 et 2,7g/cm³.
- **Profils remarquables** :
 - P1 H2 a la densité la plus élevée, ce qui indique une structure plus compacte.
 - P1 H1 a la densité la plus basse, indiquant une structure plus poreuse.

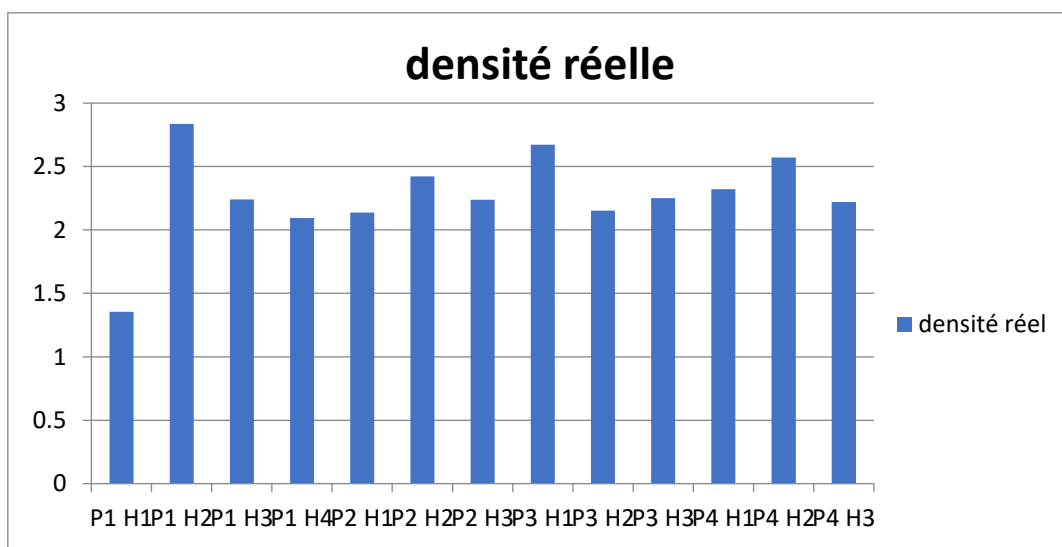


Figure 32 : Diagramme de densité réel pour les 4 profils

2.2.Densité Apparente (Da)

- **Gamme de valeurs** : La densité apparente des sols des profils (**figure**) varie entre 1,22 et 2,06 g/cm³.
- **Profils remarquables** :
 - **P1 H4** a la densité apparente la plus élevée (2,06g/cm³), ce qui indique une structure plus compacte avec moins de vide.
 - **P1 H1** a la densité apparente la plus basse (1,22g/cm³), indiquant une structure plus poreuse ou avec plus de vide.

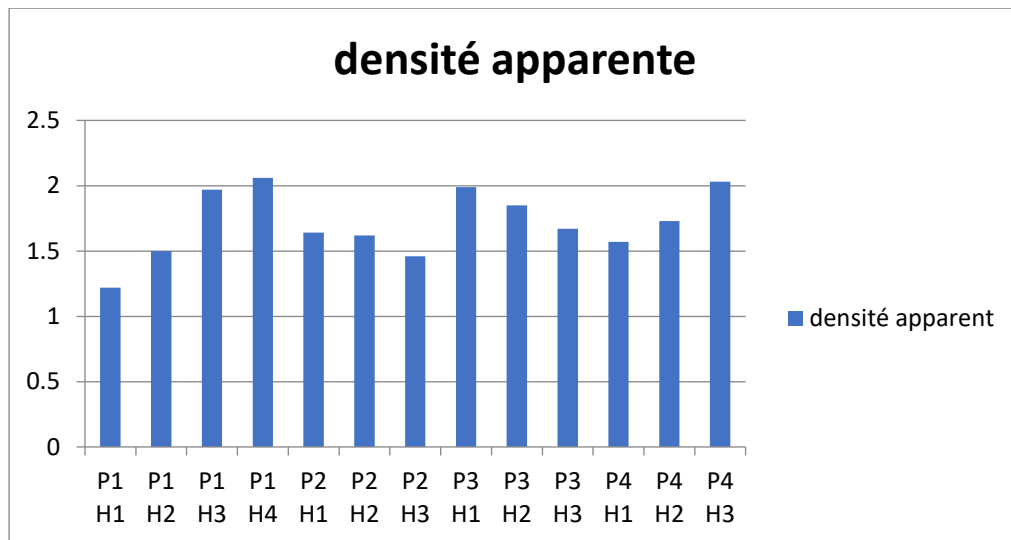


Figure 33: Diagramme de densité apparent pour les 4 profils

2.4. Porosité (%)

- **Gamme de valeurs** : La porosité des profils (figure ;;) varie de 1,67 % à 47,09 %.
- **Profils remarquables** :
 - **P1 H2** présente la porosité la plus élevée, ce qui signifie une structure très poreuse.
 - **P1 H4** a la porosité la plus basse, indiquant une structure très compacte ou massive.

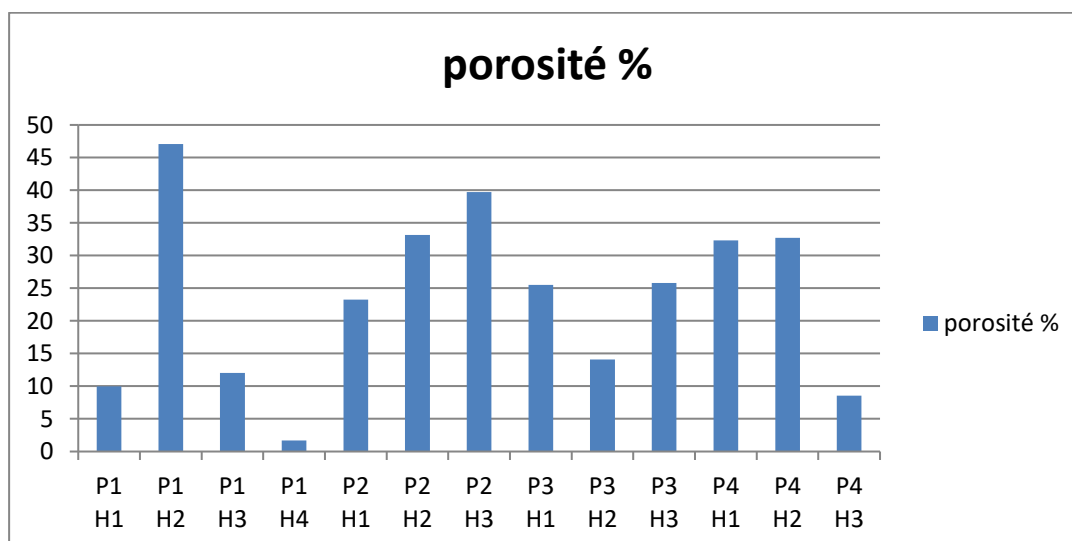


Figure 34: Diagramme de pourcentage de la porosité pour les 4 profils

2.5. Charge en Cailloux (%)

- **Gamme de valeurs** : La charge en Cailloux (figure ;;) varie entre 0 % et 52,57 %.
- **Profils remarquables** :
 - **P3 H1** a la charge en Cailloux la plus élevée, facilite la rétention en eau par le sol.
 - **P1 H4** a la charge en Cailloux la plus basse, suggérant une très faible capacité de rétention du sol.

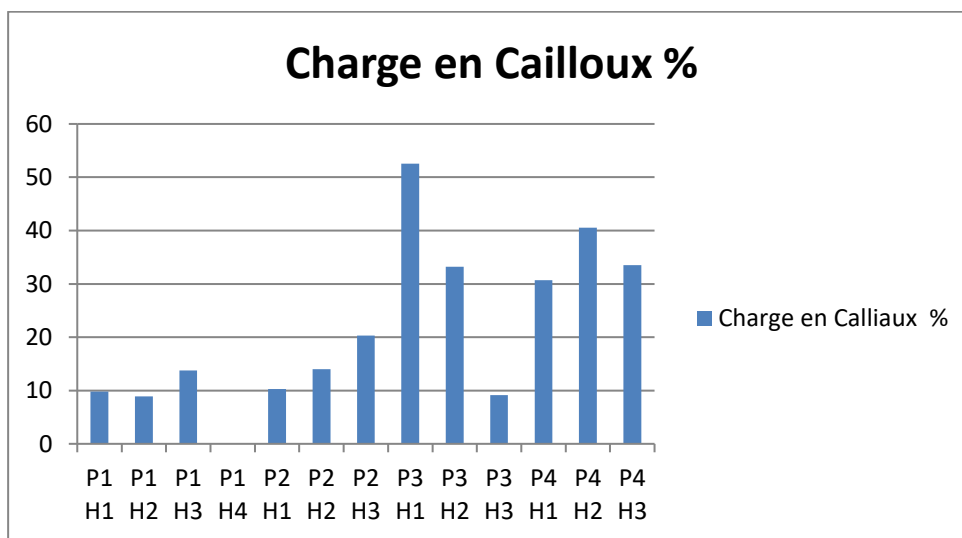


Figure 35 : Diagramme de pourcentage de la Charge en Cailloux pour les 4 profils

2.6. Humidité à l'état de saturation (%)

- **Gamme de valeurs** : L'humidité à l'état de saturation (figure ;;) varie de 8,49 % à 20,003 %.
- **Profils remarquables** :
 - **P2 H1** a l'humidité la plus élevée, indiquant une grande capacité de rétention d'eau.
 - **P3 H3** a l'humidité la plus basse, suggérant une faible capacité de rétention d'eau.

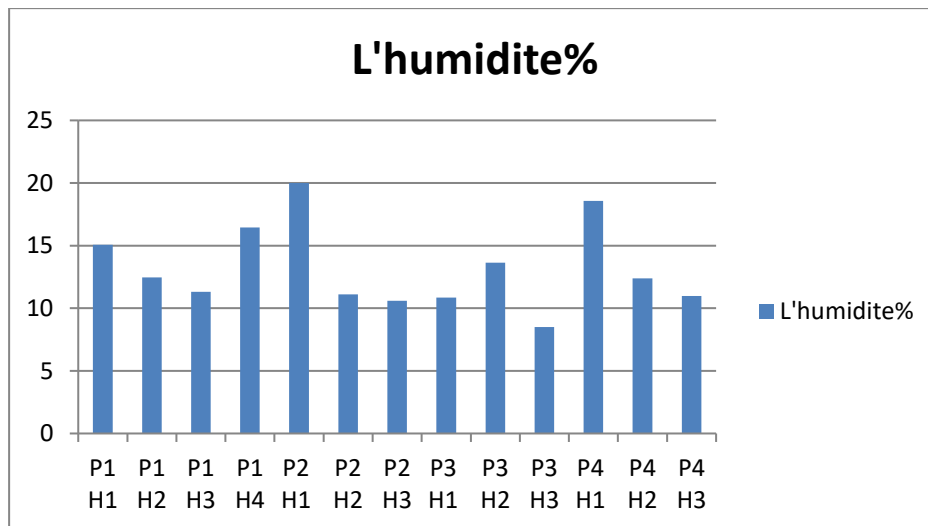


Figure 36: Diagramme de pourcentage d'humidités pour les 4 profils

2.7. Analyse Comparative des Profils

Profil P1

- **Densité réelle** : Varie de 1,3 à 2,3 g/cm³.
- **Densité apparente** : Varie de 1,22 à 2,06g /cm³.
- **Porosité** : Varie de 1,67 % à 47,09 %.
- **Charge en Cailloux** : Varie de 0 % à 13,77 %.
- **Humidité à l'état de saturation** : Varie de 11,32 % à 16,44 %.

Profil P2

- **Densité réelle** : Moyenne par rapport aux autres profils.
- **Densité apparente** : Relativement homogène avec des valeurs intermédiaires.
- **Porosité** : Varie de 23,26 % à 39,74 %.
- **Charge en Cailloux** : Varie de 10,27 % à 20,32 %.
- **Humidité à l'état de saturation** : Varie de 10,59 % à 20,003 %.

Profils P3

- **Densité réelle** : Relativement élevée.
- **Densité apparente** : Variations modérées.
- **Porosité** : Varie de 14,07 % à 25,81 %.

- **Charge en Cailloux** : Varie de 9,13 % à 52,57 %.
- **Humidité à l'état de saturation** : Varie de 8,49 % à 13,63 %.

Profils P4

- **Densité réelle** : Relativement élevée et uniforme.
- **Densité apparente** : Varie de 1,57 à 2,03.
- **Porosité** : Varie de 8,55 % à 32,71 %.
- **Charge en Cailloux** : Varie de 30,69 % à 40,52 %.
- **Humidité à l'état de saturation** : Varie de 10,99 % à 18,57 %.

2.6. Discussion Générale

1. Corrélation Entre Densité et Porosité :

- Il y a une relation inverse entre la densité et la porosité. Une porosité plus élevée correspond souvent à une densité plus faible.

2. Impact de la Charge en Cailloux

- Les profils avec une charge en Cailloux élevée, comme **P3 H1**, diminuent la capacité de rétention de l'eau par le sol.

3. Humidité :

- Les variations d'humidité entre les profils montrent des différences significatives dans la capacité de rétention d'eau, ce qui peut influencer les propriétés physiques du sol et la durabilité de ce patrimoine.

Les résultats des profils montrent des variations significatives en termes de densité, porosité, charge en Cailloux et d'humidité. Ces variations influencent les propriétés physiques des sols. Une compréhension approfondie de ces propriétés peut aider à optimiser les matériaux pour des applications spécifiques, en tenant compte des exigences de densité, de porosité, de capacité de rétention de particules et de rétention d'eau.

Conclusion

L'étude des sols de La région d'Ain Zouit et La carrière montre que :

Les sols d'Ain Zouit (Sidi Zerzour) sont caractérisées par une texture Limoneuse, un taux de matière organique est très élevé en surface (9.8%) et faible en, un pH neutre en surface à acide pour les autres horizons , absence de la salinité avec une porosité moyenne.

Les sols du deuxième profil d'Ain Zouit (grande plage) sont caractérisés par une texture limono-sablo-argileuse en surface et en Limono-sableuse pour les autres horizons, un pH neutre, la matière organique est très élevée en surface (9.9%) à moyenne en profondeur, absence de salinité, une porosité importante le long du profil,et a une humidité forte dans le premier horizon (20,003%) et la plus faible c'est au niveau de le troisième horizon dans le (10,59%).

Les sols du troisième profil de la carrière sont caractérisés par une texture variante entre Limono-sableuse en surface et Sablo-limoneuse en profondeur , un taux de matière organique élevé au long du profil, sol acide en surface et neutre en profondeur, sols non salés ,moyennement poreux au milieu à poreux en surface et en profondeur.

Les sols du quatrième profil d'Ain Zouit (Sidi Abdellah) sont caractérisés par une texture Limono-sableuse pour les deux premiers horizons et Limono- sablo-argileuse concernant le dernier horizon, une teneur en matière organique faible en surface et moyennement élevée pour les horizons sous-jacents, un pH neutre pour les premiers horizons et acide pour le dernier horizons, sols non salés avec une porosité importante concernant les deux premiers horizons.

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

L'objectif de notre travail de mémoire est d'étudier les caractéristiques physiques des sols de la région d'Ouest de Skikda tel que la zone d'Ain Zouit et La zone de la carrière qui font partie de la wilaya de Skikda.

D'après cette étude, il ressort que la zone d'étude est située dans un étage bioclimatique subhumide à hiver chaud.

Selon les résultats morphologiques et analytiques, nous avons observés deux types de sols : sols bruns méditerranéens pour les trois profils d'Ain Zouit (Sidi Zerzour, La grande plage et Sidi Abdellah) et des sols à sesquioxyde de fer pour le premier profil de la carrière.

Pour les différents types de sols nous avons remarqué une certaine hétérogénéité de la texture ; Limoneuse pour le site de Sidi Zerzour, Limono-sableuse pour le site de la grande plage et Sidi Abdellah et Sablo -limoneuse pour les sols de la carrière. Les sols sont en générale neutre à acide, non salés, non calcaire et fertile. Ils sont poreux ceci peut expliquer par la présence de certaine taux l'argile qui caractérisée par la présence d'une proportion élevée des macro-pores.

En perspective il y a lieu d'étudier les caractéristiques chimiques et biologiques de ces sols. Ainsi dans le souci d'une agriculture durable, il est nécessaire de pouvoir analyser, comprendre, prévenir et par conséquent gérer l'évolution des sols sous culture ou sous forêt.

Bibliographie

Bibliographie

✚ Liste des référencés

- ✚ .T, G. (2004). *clés du sol* . tunis: centre de publication universitaire TUNISIE.
- ✚ ;, D. (1999). *les constituants du sol, cours de pédologie général programme 1er année*. El Harrache: ESANIA.
- ✚ Agriculture, U. S. (2017). *Soil texture*. Washington, D.C.: Natural Resources Conservation Service.
- ✚ B, B. D. (1995). *Guide pour la description des sols collection Techniques p 332*. paris: INRA.
- ✚ Baise.D. (2000). *Guide des analyses en pédologie p224*. paris,: pédologie 2ème édition INRA.
- ✚ Brady.N, & Weil.R. (2016). *The Nature and Properties of Soils*. new jersey: Pearson Education.
- ✚ Calvet.R. (2003). *le sol : propriétés ET Fonctions*. paris: Tome 1 : constitution ET structure.
- ✚ Calvet.R. (2013). *le sol 608p*. paris: Edition France Agricole 2 édition.
- ✚ Clement.M, L. e. (2002). *Dictionnaire de science du sol*. Paris: 4ème édition Lavoisier.
- ✚ Duchaufour. (2001). *introduction à la science du sol p314* . paris: 6ème édition paris. .
- ✚ Duchaufour. (1988). *Pédologie , 224p*. Paris: 2ème édition Paris.
- ✚ girard, & al. (2011). *GIRARD eLes produits organiques utilisables en agriculture en Languedoc. Roussillon - Tome 1*.
- ✚ H, C., & P, I. J. (1989). *les bases physiques, chimiques et minéralogique*. paris: Agence de coopération culturelle et technique ; Presses Universitaires de France.
- ✚ H., D. (1995). *Les constituants du sol, cours de pédologie générale programme 1ère année* . El harache: ensania.
- ✚ H., P. (2014). *Définition issu de Sante-Médecine*. Sol pédologie.
- ✚ Hillel.D. (2004). *Introduction TO soil physics*. New York: Ed-Acadenic pess.
- ✚ International, A. S. (2000). *ASTM D2487-00 Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System)*. Pennsylvanie: ASTM International.
- ✚ Lyon, P. e. (2014). *Géorgsmation*. valles.
- ✚ Mathieu.C, & .F, P. (1998). *Dictionnaire de sciences du sol*. paris: Editions Dunod.
- ✚ N.Brady, & R.Weil. (2016). *The Nature and Properties of Soils*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- ✚ Stevens.R. (1983). *A new sand-siltxlay triangle for textural nomenclature*. Stockholm: Geologiska Fireningens.

Anexe

Annexe

Calcul de Da des profiles

PROFILE	Densité apparent
P1 H1	1,22
P1 H2	1,5
P1 H3	1,97
P1 H4	2,06
P2 H1	1,64
P2 H2	1,62
P2 H3	1,46
P3 H1	1,99
P3 H2	1,85
P3 H3	1,67
P4 H1	1,57
P4 H2	1,73
P4 H3	2,03

Calcul de Dr des profiles

PROFILE	Densité réel
P1 H1	1,355
P1 H2	2,835
P1 H3	2,24
P1 H4	2,095
P2 H1	2,137
P2 H2	2,423
P2 H3	2,239
P3 H1	2,671
P3 H2	2,153
P3 H3	2,251
P4 H1	2,32
P4 H2	2,571
P4 H3	2,22

Calcul de pourcentage de Charge en Calliaux des profiles

PROFILE	Charge en Calliaux %
P1 H1	9,78
P1 H2	8,92
P1 H3	13,77
P1 H4	0
P2 H1	10,27
P2 H2	14,02
P2 H3	20,32
P3 H1	52,57
P3 H2	33,2
P3 H3	9,13
P4 H1	30,69
P4 H2	40,52
P4 H3	33,54

Calcul de Porosite des profiles

PROFILE	Porosité %
P1 H1	9,96
P1 H2	47,089
P1 H3	12,053
P1 H4	1,67
P2 H1	23,256
P2 H2	33,14
P2 H3	39,744
P3 H1	25,49
P3 H2	14,073
P3 H3	25,81
P4 H1	32,32
P4 H2	32,71
P4 H3	8,55

Calcul de pourcentage d'humidité des profils

PROFILE	L'humidité%
P1 H1	15,08
P1 H2	12,45
P1 H3	11,32
P1 H4	16,44
P2 H1	20,003
P2 H2	11,097
P2 H3	10,59
P3 H1	10,86
P3 H2	13,63
P3 H3	8,49
P4 H1	18,57
P4 H2	12,38
P4 H3	10,99

Matériels utilisés

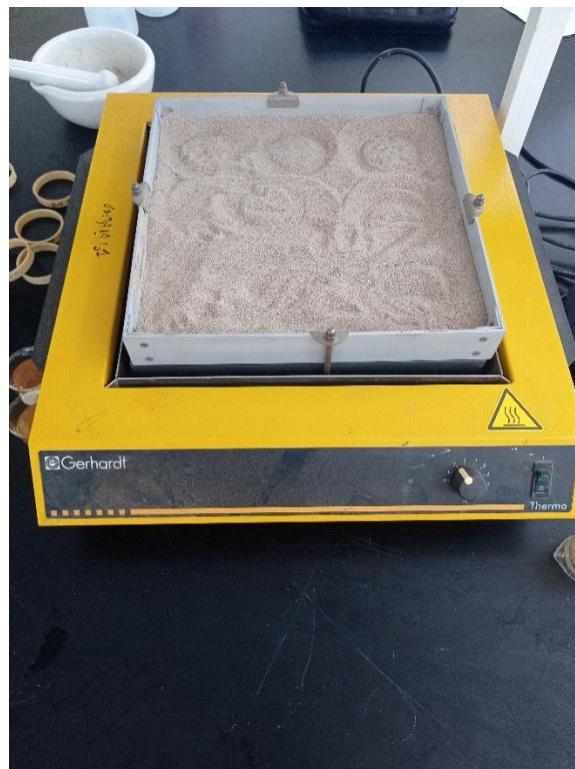


Figure 32 : bain de sable



Figure 33 : four à moufle



Figure 34 : étuve



Figure 35 : dessiccateur



Figure 36 : balance



Figure 37 : balance de précision



Figure 38 : agitateur mécanique



Figure 39 : agitateur magnétique

Résumé

Cette étude a pour objectif de caractériser les sols d'Ouest de Skikda cas de la région d'Ain Zouit (Sidi Zerzour, La grande plage et Sidi Abdellah) et la carrière du point de vu physique et leur classer.

Selon les résultats morphologiques et analytiques, nous avons observés deux types de sols : sols bruns méditerranéen pour les trois profils d'Ain Zouit (Sidi Zerzour, La grande plage et Sidi Abdellah) et des Sols à sesquioxyde de fer pour le premier profil de la carrière.

Pour les différents types de sols nous avons remarqué une certaine hétérogénéité de la texture ; Limoneuse pour le site de Sidi Zerzour, Limono-sableuse pour le site de la grande plage et Sidi Abdellah et Sablo -limoneuse pour les sols de la carrière. Les sols sont en générale neutre à acide, non salés, non calcaire, poreux et fertiles.

Mots clés :

Sol-caractéristiques physiques-Ouest de Skikda.

Summary:

This study aims to characterize the western soils of Skikda in the Ain Zouit region (Sidi Zerzour, La Grande Plage and Sidi Abdellah) and the quarry from a physical point of view and classify them.

Keywords :

Soil-physical characteristics-West of Skikda.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى توصيف الترب الغربية لولاية سكيكدة بمنطقة عين الزويت (سيدي زرزور، الشاطئ الكبير وسيدي عبد الله) والمحجر من الناحية الفيزيائية وتصنيفها.

Résumé

وفقا لنتائج المورفولوجية والتحليلية، لاحظنا نوعين من التربة: تربة البحر الأبيض المتوسط البني للملاح الثلاثة لعين الزويت (سيدي زرزور، الشاطئ الكبير وسيدي عبد الله) وتربة سيسكيوكسيد الحديد للمقطع الأول للمحجر. بالنسبة لأنواع الترب المختلفة لاحظنا تجانس معين في القوام، مع سيطرة الطينية على ترب عين زويت والرملية الطميية على تراب المحجر. تكون التربة عمومًا محايدة للحمضية وغير المالحة وغير الكلسية والخصبة. فهي مسامية. الكلمات الدالة: الخصائص الفيزيائية للتربة - غرب سكيكدة.

According to the morphological and analytical results, we observed two types of soils:

Mediterranean brown soils for the three profiles of Ain Zouit (Sidi Zerzour, La grande plage and Sidi Abdellah) and iron sesquioxide soils for the first profile of the quarry. .

For the different types of soils we noticed a certain homogeneity of the texture, with a dominance of clay for the soils of Ain Zouit and sandy-loamy for the soils of the quarry. The soils are generally neutral to acidic, non-salty, non-calcareous and fertile. They are porous.