



الشعبية الديمقراطية الجزائرية الجمهورية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Et Ecologie Végétale

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Ecologie fondamentale et appliquée

Intitulé :

***Contribution à l'évaluation des caractéristiques
physico-chimique et la qualité du sol dans la région
Constantine***

Présentée et soutenu par :

Le : /06/2022

• **MAKHLOUF KHADIDJA**

Jury d'évaluation :

Rapporteur	: BOUTERAA Mahdia	MA	ENSC AssiaDjebbar	Constantine3
Examineur 1	: BAZRI Kamel-eddine	MCA	Université des frères Mentouri	Constantine1
Examineur 2	: KERBOUA Fayçal	MA	ENSC AssiaDjebbar	Constantine3

***Année universitaire
2021 – 2022***

DÉDICACES

Du profond de mon coeur, je dédie ce travail :

A ma chère maman zahia

*Qui m'a éclairé le chemin de la vie par son grand soutien et leurs
encouragement, par son dévouement exemplaire et les énorme
sacrifices que tu as faits consentis durant mes études et qui ont toujours
aimé me voire réussir. Je le remercie pour tout ce qu'ils m'ont fait.*

A mes très chers frères yacine et malik et monçef et surtout mon cher zohir

A mes soueur meriem et sihem

*Je vous souhaite une vie pleine de succès, que DIEU vous garde pour
moi.*

A mon cher marie mourad

Qui m'a aidé et supporté durant les moments difficiles, que DIEU

Réunisse nos chemins pour un long commun serein

A mon fils mouayed

Que dieu le protège et fasse de lui l'un des justes descendants .

A toutes mes amies

Abir amel chahinez manel en qui j'ai

toujours trouvé le soutien et le réconfort, je vous aime

A mes chers enseignants...

A tous ceux qui me sont chers et proches...

*Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux de ma profonde
pour tout ce que vous avez fait pour moi*

khadidja .M

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions notre créateur « Allah » tout puissant qui nous a guidé, nous adonné la force, la santé et la volonté pour réaliser ce travail et arriver à ce stade scientifique.

Ce travail a été réalisé au sein de l'Université de Constantine 1, faculté des Sciences de la Nature et de la vie, département d'Ecologie et Biologie Végétale, et au sein des laboratoires de l'ARNH de Constantine.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements à notre encadreur Mme **M.BOUTARAA** pour avoir dirigé ce travail et pour nous avoir ouvert la porte de son équipe, pour Votre gentillesse, votre disponibilité, Votre attention, Et l'intérêt que vous avez porté à ce travail ;

Hommage respectueux .

Nous remercions les examinateurs **Mr BAZRI Kamel Eddine, Mr KERBOUA Fayçal** d'avoir bien accepter de juger ce travail, pour avoir accepté de présider et d'examiner ce travail; l'expression de nos respectueuses gratitude et le témoignage de nos profonds remerciements.

Sans oublié **Mr Saïd**, Chef de service du laboratoire d'analyses ainsi qu'au personnel de l'ARNH, qui nous ont accueillis dans leur laboratoire pour la réalisation des analyses des sols.

A toute personne qui de près ou de loin a participé et contribuer à la Réalisation de ce travail.

RÉSUMÉS

Résumé :

Le sol est une ressource renouvelable. Il se fait à partir de la roche sous-jacente (le granite, le calcaire, le basalte, le grès, le schiste...). Cette roche-mère s'altère, se transforme par les actions conjuguées de la vie animale et végétale, de l'eau, de l'air. La qualité du produit, c'est-à-dire la richesse, la fertilité, la potentialité du sol par rapport à la vie, est le résultat de la richesse des roches, de l'agressivité des climats (humidité, température) qui appauvrissent plus ou moins vite les sols, mais aussi des érosions naturelles qui régénèrent, rajeunissent en permanence les sols appauvris par la vieillesse.

Dans ce modeste travail nous avons étudié les caractéristique physicochimique de la région de Constantine, plus exactement en deux stations importante, que la grande majorité des agriculteurs et des grande entreprise présente leur demande à l'ANRH pour connaitre la qualité de leur station.

Les deux stations prisent comme un moyen d'échantillonnage, la station de Guettar el-aiche-elkhroub et Hamma bouziane dans la région de Constantine ainsi qu'une station de Constantine centre pour l'analyse du sulfate.

Les analyses effectuées pour ces deux stations sont le pH, la conductivité, ainsi que le bilan ionique (chlorure,sulfate), le phosphore, et calcaire total et calcaire active.

Les résultats obtenus montrent que la station de Guettar el-aiche est acide, le sol de la station de Hamma bouziane est alcalin avec une salinité peu modéré. En ce qui concerne le calcaire, les sols des deux stations sont fortement calcaires. Par conséquence, ces résultats vont faciliter les projets de Construction ainsi que les activités agricoles.

Mots clés : sol, Analyse physicochimique, bilan ionique, pH, conductivité

Abstract:

Soil is a renewable resource. It is made from the underlying rock (granite, limestone, basalt, sandstone, schist...). This bedrock is altered and transformed by the combined actions of animal and plant life, water and air. The quality of the product, that is to say the richness, the fertility, the potentiality of the soil in relation to life, is the result of the richness of the rocks, the aggressiveness of the climates (humidity, temperature) which impoverish more or less quickly the soils, but also natural erosions which regenerate, permanently rejuvenate the soils impoverished by old age. In this modest work we have studied the physicochemical characteristics of the Constantine region, more exactly in two important stations, that the vast majority of farmers and large companies present their request to the ANRH to know the quality of their station.

The two stations take as a means of sampling, the station of Guettar el-aiche-elkhroub and Hama bouziane in the region of Constantine as well as a station of Constantine center for the analysis of sulphate.

The analyzes carried out for these two stations are the pH, the conductivity, as well as the ion balance

(chloride, sulfate), phosphorus, and total limestone and active limestone.

The results obtained show that the station of Guettar el-aiche is acidic, the ground of the station of Hama bouziane is alkaline with a not very moderate salinity. With regard to limestone, the soils of the two stations are strongly calcareous. Consequently, these results will facilitate construction projects as well as agricultural activities.

Key words: soil, physicochemical analysis, ion balance, pH, conductivity

ملخص:

التربة مورد متجدد. إنه مصنوع من الصخور الأساسية (الجرانيت ، الحجر الجيري ، البازلت ، الحجر الرملي ، الشست ..) يتم تغيير هذا الأساس الصخري وتحويله من خلال الإجراءات المشتركة بين الحياة الحيوانية والنباتية والماء والهواء. إن جودة المنتج ، أي الثراء ، والخصوبة ، وإمكانات التربة بالنسبة للحياة ، هي نتيجة لثراء الصخور ، وعدوانية المناخ (الرطوبة ، ودرجة الحرارة) التي تفقر أكثر أو التربة بسرعة أقل ، ولكن أيضًا عوامل التعرية الطبيعية التي تتجدد وتجدد بشكل دائم التربة التي فقيرة بسبب الشيخوخة.

في هذا العمل المتواضع ، قمنا بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمنطقة قسنطينة ، وبشكل أكثر تحديدًا في محطتين مهمتين ، حيث تقدم الغالبية العظمى من المزارعين والشركات الكبيرة طلباتهم إلى ANRH لمعرفة جودة محطتهم. تستخدم المحطتان كوسيلة لأخذ العينات ، محطة قطار العيشة الخروب وحمة بوزيان بمنطقة قسنطينة وكذلك محطة مركز قسنطينة لتحليل الكبريتات.

التحليلات التي تم إجراؤها لهاتين المحطتين هي الرقم الهيدروجيني ، والتوصيلية ، وكذلك التوازن الأيوني (كلوريد ، كبريتات) ، فوسفور ، والحجر الجيري الكلي والحجر الجيري النشط)

بينت النتائج أن محطة قطار العيش حمضية وأرض محطة حما بوزيان قلوية وملوحة غير معتدلة. فيما يتعلق بالحجر الجيري ، فإن تربة المحطتين كلسية بشدة. وبالتالي ، فإن هذه النتائج سوف تسهل مشاريع البناء وكذلك الأنشطة الزراعية

الكلمات المفتاحية: التربة ، التحليل الفيزيائي الكيميائي ، التوازن الأيوني ، الأس الهيدروجيني ، التوصيلية

LISTE DES FIGURES

Liste des figures :

n° de la figure	liste de la figure	Page
figure 1	sol sablonneux	02
figure 2	sol argileux	03
figure 3	Sol humifère	03
figure 4	Sol calcaire	04
figure5	Diagramme de classification détaillée des textures (JAMAGNE, 1977).	05
figure 6	Description du réseau poreux du sol selon la partition texturale et structurale (BRUAND et TESSIER, 1996).	08
figure 7	Principaux types de dégradation des sols	15
figure 8	Érosion en une seule période hivernale en région limoneuse (Net 1)	16
figure 9	Vent de sable en région semi-aride très peu couverte par la végétation Région sud-ouest de l'Australie	16
figure10	Les différentes origines de la pollution des sols (Net3).	19
figure 11	Carte de localisation et de situation géographique de l'ANRH (2022)	21
figure 12	sigle de l'établissement ANRH	22
figure 13	Figure 12 : agitateur des sols	30
figure 14	Figure 13 : broyeur des sols	31
figure 15	Variation de pH des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	41
figure 16	Variation de pH des sols dans la station hamma Bouziane-Constantine	41
figure 17	Variation de conductivité des sols dans la station elkhroub-Constantine	42
figure 18	Variation de conductivité des sols dans la station hamma Bouziane-Constantine	43
figure 19	Variation de calcaire total des sols dans la station hamma bouziane-Constantine	44
figure 20	Variation de calcaire totale des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	45
figure 21	Variation de calcaire actif des sols dans la station hamma bouziane-Constantine	46
figure 22	Variation de calcaire actif des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	46
figure 23	Variation de MO des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	47
figure 24	Variation de MO des sols dans la station hamma bouziane-Constantine	48
figure 25	.Variation de sulfate des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	49
figure 26	variation de sulfate des sols dans station collège sadek hammani-Constantine	51
figure 27	Variation de chlorures des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	52
figure 28	Variation de P ₂ O ₅ des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	53
figure29	Variation de P ₂ O ₅ totale des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	54

**LISTE DES
TABLEAUX**

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux :

N° de tableau	titre de tableau	Page
tableau 1	Echelle de salinité du sol (USSS, 1981	10
tableau 2	le bilan ionique des échantillons de sol	29
tableau 3	les solutions fille de gélatine	32
tableau 4	les solutions de SO_4^{-2}	32
tableau 5	les solutions étalons de Cl^-	35
tableau 6	solutions étalons	37
tableau 7	Variation de pH des sols dans la région guettar el-aiche- Constantine elkhroub-	40
tableau 8	Variation de pH des sols dans la région hamma bouziane Constantine	40
tableau 9	Variation La conductivité des sols dans la région khroub-Constantine	42
tableau 10	La Variation de conductivité des sols dans la région hamma Bouziane-Constantine	43
tableau 11	Variation Calcaire totale des sols dans la région hamma Bouziane-Constantine	44
tableau 12	Variation de calcaire total des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	45
tableau 13	Variation de calcaire actif des sols dans la région hamma bouziane-Constantine	45
tableau 14	Variation de calcaire actif des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	46
tableau 15	Variation de MO des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	47
tableau 16	Variation de MO des sols dans la région hamma bouziane Constantine	48
tableau 17	Variation de sulfate des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	49
tableau 18	Variation de sulfate des sols dans la région saddek hammani-Constantine	50
tableau 19	Variation de chlorures des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	51
tableau 20	Variation de P_2O_5 des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	52
tableau 21	Variation de P_2O_5 des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine	54

**LISTE
DES ABRÉVIATIONS**

Liste Des Abréviations :

L'ANRH : Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques.

PH : Potentiel D'hydrogène.

CE : Conductivités Electriques.

NO₃⁻ : Nitrate.

NO₂⁻ : Nitrite.

PO₄³⁻: Phosphate.

SO₄²⁻: Sulfate.

Ca⁺⁺: Calcium.

Mg⁺⁺: Magnesium.

Na⁺ : Sodium

K⁺ : Potassium.

Cl⁻ : Chlorure .

Ppm : Partie Par Million

MES : Matière En Suspension

MO : Matière Organique

CaCO₃ T: Calcaire Totale

CaCO₃ actif :Calcaire Actif

P₂O₅ t : Phosphore Totale

P₂O₅ actif :Phosphore Assimilable

% : Pourcentage

Km : Kilomètres

Kg : Kilogramme

ml : Millilitre

C° : Degré Celsius

Liste des abréviations

Mm : Millimètre

Mg :Miliigramme

Min : Minute

Co2 : Dioxyde De Carbone

H2SO4 : Sulfate D'hydrogène

G : Gramme

Cm : Centimètre

Meq : Un Millième D'équivalent

L : Litre

M : Mètre

H2O : Monoxyde De Dihydrogène

Mmhos : Mili Mhos Par Centimètre

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	01

Chapitre 1: synthèse bibliographique

1. 1. Le Sol.....	02
1.1.1. Définition du sol	02
1.1.2. Différents type de sols.....	02
1 .2. Les Caractéristiques physico chimique du sol.....	04
1.2.1. Les caractéristiques physiques du sol.....	04
1.2.1.1. La Texture Du Sol.....	04
1.2.1.2. La Structure Du Sol.....	06
1.2.1.3. La Porosité Du Sol.....	06
1.2.1.3.1 Définition De La Porosité.....	06
1.2.1.3.2. Types De Porosité Des Sols.....	07
1.2.1.3.3. L'importance de la porosité.....	08
1.2.1.4. La Densité.....	08
1.2.1.4.1. Densité apparente du sol.....	08
1.2.1.4.2 Densité de particules de sol.....	09
1 .2.2. Les Caractéristiques chimiques du sol.....	09
1.2.2.1. La Conductivité Eléctrique.....	09
1.2.2.2. Le Ph	10
1.2.2.3. Les Anion.....	10
1.2.2.3.1. Les Chlorure.....	10
1.2.2.3.2.. Les Sulfate.....	10
1.2.2.3.3. Les Nitrate.....	11
1.2.2.3.4. Les Nitrite.....	11
1.2.2.3.5. Phosphores assimilables et phosphores total.....	12
1.2.2.4. Les Cation	12

Table des Matières

1.2.2.4.1. Le Calcium.....	12
1.2.2.4.2. Le Magnésium.....	13
1.2.2.4. 3. Le Sodium	13
1.2.2.4.4. Le Potassium.....	14
1.2.2.4.5. Matière organique.....	14
1.2.2.4.6. Calcaire total et le calcaire actif.....	14
1.3. Les Facteurs de dégradation des sols.....	15
1.3.1. Facteurs naturelles.....	15
1.3.1.1. L'eau.....	15
1.3.1.2. Le Vent.....	16
1.3.2. Facteurs anthropogènes	17
1.3.2.1. Le surpâturage.....	17
1.3.2.2. La pollution	17
1.3.2.2.1. Les activités agricoles	18
1.3.2.2.2. Pollution atmosphérique.....	18
1.4. Méthodes de protection des sols.....	19

Chapitre2: Matériels Et Méthodes

2.1. Présentation de l'établissement d'accueil (ANRH : Agence Régionale Des Ressources Hydrauliques).....	21
2.1.1 Situation géographique de l'établissement ANRH.....	21
2.1.2 Mission De L'ANRH.....	22
2.1.3 Les sujétions de service public de l'ANRH.....	22
2.1.4 L'organisation de la direction générale.....	23
2.1.4.1.Le laboratoire.....	23
2.1.4.2.Hydrogéologie.....	23
2.1.4.3 Hydrologie.....	24
2.1.4.4 Pédologie.....	24
2.1.4.5 Surveillance de la qualité des eaux.....	25
2.1.4.5.1 Eaux Superficielles.....	25
2.1.4.5.2 Eaux Souterraines.....	25
2.1.4.5.3 Ressources en sol.....	26
2.2 Durée et lieu du stage.....	28

Table des Matières

2.3 Les Analyses physico-chimique.....	28
2.3.1 Les Anlyses physique.....	28
2.3.2 Les analyses chimique.....	28
2.3.2.1 Le bilan ionique.....	28
2.3.2.1.1 Le mode opératoire du bilan ionique.....	29
2.3.2.2 Le sulfate.....	31
2.3.2.3 Calcaire totale et calcaire actif.....	32
2.3.2.4 Chlorure.....	34
2.3.2.5 Phosphores total et phosphores assimilable.....	35
2.3.2.6 Nitrates.....	36
2.3.2.6 Matières organique.....	38
2.3.2.7 Conductivité.....	38

Chapitre3 : Résultats et Discussion

3.1 Les Paramètres Physico-Chimique Du Sol.....	40
3.1.1 PH.....	40
3.1.2 Conductivité électrique.....	42
3.1.3 Calcaire totale et calcaire actif.....	44
3.1.4 Matière Organique.....	47
3.1.5 Sulfate.....	49
3.1.6 Chlorures.....	51
3.1.7 Phosphores assimilables et phosphores totale.....	52

Conclusion Générale Et Recommandation

Références Bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

Introduction :

Les sols ont longtemps été considérés comme une ressource inépuisable. Interface centrale des échanges entre atmosphère, hydrosphère et biosphère, réel épiderme de la Terre, le sol est pourtant une ressource précieuse et fragile. Ressource presque non renouvelable à l'échelle humaine puisque sa régénération peut prendre plusieurs milliers d'années (1000 ans pour un cm de sol). Suite aux dernières décennies particulièrement destructrices pour les sols, les consciences s'éveillent sur la nécessité de protéger ce capital SOL. Au contraire de l'eau et de l'air, la protection du sol est encore évasive sur le plan législatif, même si des initiatives émergent en faveur d'un urbanisme respectueux des sols et d'une agriculture responsable.

Le sol joue un rôle central de nos écosystèmes. Ses fonctions naturelles assurent la survie de tout être vivant, c'est pourquoi il est primordial de protéger les sols.

Il existe différents indicateurs ainsi que des analyses pouvant permettre d'identifier une pollution des sols et leurs caractères physicochimiques. En termes d'indicateur, le plus simple reste, par exemple, d'évaluer la teneur de polluants dans un escargot évoluant sur le sol en question. En règle générale, son examen va permettre de détecter la teneur de chrome ou de pesticides dans le sol. Pour des études plus poussées, il faut prévoir différentes analyses incluses dans ce que l'on appelle le diagnostic de pollution des sols.

Le développement des activités humaines influence de plus en plus fortement, et partout dans le monde, les fonctionnements et les propriétés des sols (**Ruellan, 1992**).

Vue l'importance du sol surtout dans les milieux urbains et plus exactement dans la ville de Constantine qui a connu dans ces dernière année une évolution dans le domaine de Construction urbain, en plus la majorité des citoyens ont tourné ver l'activité agricole.

Déterminer si le sol est apte pour les constructions ou l'agriculture, nous avons choisi deux stations dans la région de Constantine pour faire des recherches physicochimique dont les analyses vont être faite au niveau de l'ANRH .

Dans le but de traiter ces objectifs, ce travail est divisé en trois chapitres :

- ▶ **Le premier chapitre** est consacré à la bibliographie, qui concerne essentiellement ces caractéristiques physicochimiques, ces types ainsi que les facteurs de dégradation des sols.
- ▶ **Le deuxième chapitre** est consacré au matériels et méthodes
- ▶ **Le troisième chapitre** concerne les résultats et discussion

Et nous terminant ce travaille par une conclusion et les perspectives.

CHAPITRE 1

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Le sol

1.1.1 Définition du sol

Si l'on tient à la définition du dictionnaire, le sol est la «surface de la terre, aménagée ou non». Le sol est le résultat d'un très lent processus d'altération et d'évolution de la roche mère (l'ensemble des couches géologiques qui forment la croûte terrestre) grâce aux pluies, aux gaz de l'atmosphère, aux végétaux, aux composés organiques.

En agriculture, c'est la couche la plus superficielle de l'écorce terrestre que l'homme utilise pour la production des plantes et l'élevage des animaux.

1.1.2. Les différents types de sol

Il y a 5 différents types de sols. Il est constitué du sous-sol qui accueille les racines longues et une réserve d'humidité, la terre arable que l'on utilise pour les plantations. Il y a 4 types de terre arable

► Le **sable** : il est très peu compact et perméable.

L'**argile** : qui absorbe et retient l'eau.

► L'**humus** : qui correspond à la décomposition des matières organiques (feuilles, herbes...).

► Le **calcaire** : qui entre dans la composition du sable et de l'argile.

Selon la proportion/répartition de ces quatre éléments dans le sol, on parlera de sol Calcaire, sol argileux, sol humifère et sol sablonneux.

A – Le sol sablonneux :

Le sol sableux (nommé aussi sol siliceux) est constitué d'au moins 70% de sable, il est de couleur ni trop claire, ni trop foncée d'une texture assez riche et facile à travailler mais ne retient pas l'eau. Très difficile, voire impossible à compacter.

Le sol sablonneux se réchauffe assez rapidement du fait qu'il ne retient pas l'eau, il est sec et pauvre car il laisse filer les nutriments de la terre du fait qu'il est perméable à l'eau.



Figure 1 : sol sablonneux



Figure 2 : sol argileux

B- Le sol argileux : C'est un sol lourd, humide, collant, compact, qui retient l'eau, mais qui évite aussi le dessèchement.

C – Le sol humifère :

C'est un sol fertile, il est de couleur foncée et est plutôt compact, ressemblant au sol argileux mais avec un apport nutritif bien plus élevé.

Ce type de sol est assez gluant par temps de pluie et se tasse vite. Son défaut : son acidité qui peut limiter la plantation de certaines espèces.



Figure 3 : Sol humifère

D – Le sol calcaire :

De couleur clair, c'est un sol qui est sec et très souvent friable en été et peut devenir boueux lors de grosses averses ; l'eau y pénètre facilement, il s'assèche vite dès les premiers rayons de soleil. Il draine l'eau mais aussi les nutriments de la terre, donc moins d'apports nutritifs pour les plantes. Il se travaille assez bien dès le printemps.



Figure 4 : Sol calcaire

E – Le sol franc :

Ce type de sol est un mélange équilibré de ces 4 types de sol. C'est le sol idéal pour toutes sortes de cultures florales ou potagères.

1.2. Les caractéristiques physico chimique du sol**1.2.1. Les caractéristiques physiques du sol****1.2.1.1. La texture du sol**

Selon (HALITIM, 1988), la texture est définie comme un facteur déterminant de la fertilité des sols puisqu'elle influence les propriétés physiques (économie en eau et en air, structure, perméabilité, résistance à l'érosion ect ...) et chimiques (capacité des échanges) des sols.

La texture d'un sol est l'ensemble des propriétés qui découlent de la composition granulométrique du sol (teneur en pourcentage de sables grossiers et fins, de limons,

d'argile, d'humus et de calcaire), elle est déterminée par l'analyse granulométrique (HALITIM, 1988).

D'après (HELLER *et al*, 1993; DELAUNOIS *et al*, 2009), la texture est le diamètre moyen des particules du sol, ou la composition granulométrique.

► **La granulométrie** : est la répartition de l'ensemble des particules du sol en classes de tailles allant des pierres et cailloux de diamètre supérieur à 2cm aux particules argileuses qui font moins de 2 microns (CHAUDE et LECLE, 1999).

La texture permet d'apprécier les propriétés d'un sol à partir de la proportion des différentes fractions granulométriques (REBBERGE, 1964; PREVOST, 2006).

► **Le triangle de texture:**

Le triangle de référence est le triangle équilatéral, cette représentation s'appuie sur le fait quasi, dans un triangle équilatéral, ou même un point, des parallèles aux cotés, la somme des distance interceptés sur les coté est égale au côté du triangle. On procède de la manière suivante:

*Chaque côté du triangle est divisé en 100 parties égale un coté du triangle attribué à l'argile, un autre aux limons et le troisième aux sables, la somme de leurs pourcentage respectifs est égale à 100.

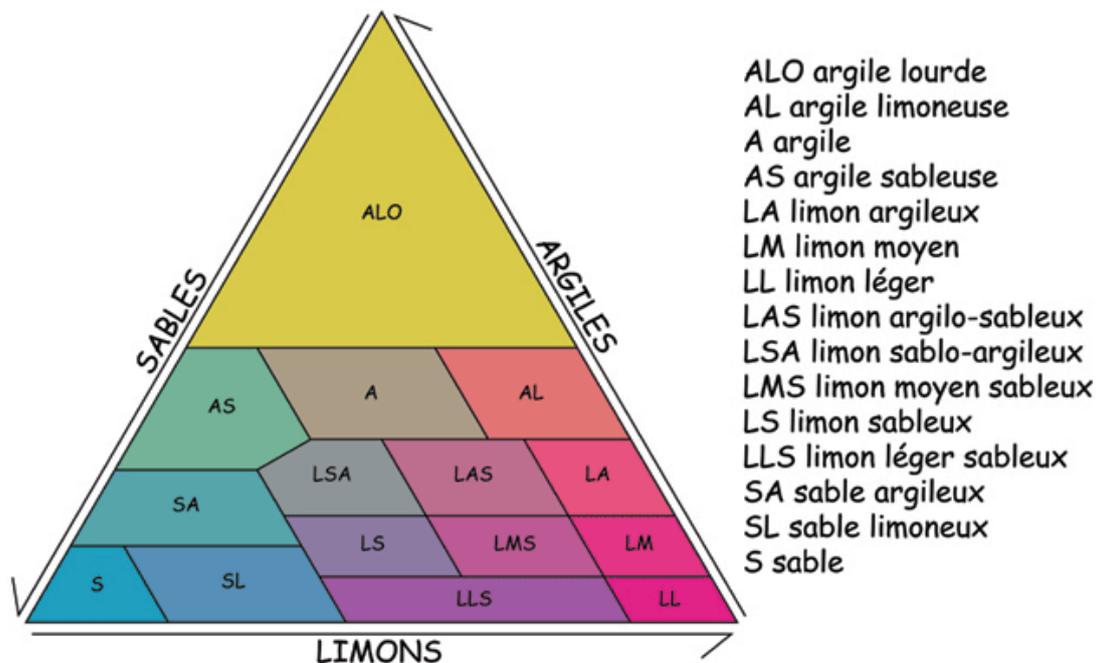


Figure 5: Diagramme de classification détaillée des textures (JAMAGNE, 1977).

*L'intérieur du triangle est divisé en cases, chacune d'elles représentant un type granulométrique de sol caractérisé par les proportions d'un ou deux éléments dominants (**Figure 5**).

*L'emplacement du point représentatif d'un sol dans le triangle ne donne qu'une indication simple (**HALITIM, 1988**). Discussion des propriétés physiques et chimiques des fractions granulométriques isolés sont à la compréhension du rôle principal des particules d'un certain diamètre, mais elles ne constituent qu'une discussion théorique, car les sols naturels ne se composent que très rarement d'une seule fraction granulométriques.

1.2.1.2. La structure du sol

La structure du sol constitue un facteur déterminant de fonctionnement des sols, de sa capacité à supporter la vie et à affecter la qualité de l'environnement, particulièrement à travers la séquestration du carbone et l'amélioration de la qualité de l'eau (**BRONICK et al, 2005**). Elle a une contribution vitale dans la production durable d'aliments et le bien-être de l'ensemble de la société. De fait, elle peut être considérée comme un concept qualitatif ou un indice de qualité, faisant référence à une propriété intégrative du sol (**AMEZTEKA, 1999**).

La structure peut être simplement définie, comme étant la manière dont sont disposées les particules du sol les unes par rapport aux autres (**HENIN, 1990; MUSY et al, 1991**).

La structure du sol est l'hétérogénéité spatiale des différents constituants ou propriétés du sol (**DEXTER, 1988**).

D'autres définitions font intervenir en plus de la disposition spatiale, la nature et l'intensité des liaisons établies entre les particules constitutives du sol (**MANICHON, 1982; STENGEL, 1990**).

► Stabilité structurale

La stabilité structurale désigne la résistance de la structure vis-à-vis des agents de dégradation. La formation d'agrégat solide et résistant à la dégradation par l'eau assure une bonne stabilité structurale au sol.

1.2.1.3. La porosité du sol

1.2.1.3.1. Définition de la porosité

La porosité du sol se définit comme étant l'ensemble des espaces lacunaires créés lors de la structuration du sol (**STENGEL, 1990; MUSY et al, 1991**).

Ces espaces vont influencer la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol et la capacité de ce dernier à la stocker. La porosité agit aussi sur le développement des racines des plantes ainsi que sur la circulation des organismes du sol (**LAMANDE, 2003**).

D'après (**HILLEL, 1984; PREVOST, 2006**), la porosité est définie comme le rapport du volume de l'espace poral V_p au volume V_t du sol en place ou volume apparent. Le volume V_p se détermine par différence entre le volume du sol en place et le volume des constituants solides V_s . D'où la formule de la porosité:

On l'exprime en général en % : **porosité % = $\frac{V_p}{V_t} \times 100$**

La porosité du sol se mesure à partir des densités du sol:

- La densité réelle (d_r), qui représente la masse volumique des éléments solides du sol (de l'ordre de 2,6g/cm³);
- La densité apparente (d_a), correspond à la masse volumique du sol en place ; elle est variable selon la nature et l'état structural du sol ; elle peut varier de 0,8 à 2 g/cm³ (mais sa valeur moyenne est de 1,3 g/cm³).

De ce fait, la porosité (en %) est égale à: **$P(\%) = \frac{d_r}{d_a} \times 100$**

La porosité totale comprend : la macroporosité espace rempli d'air correspondant aux pores de diamètre supérieur à 10 μm et la microporosité espace rempli d'eau.

Les pores ont les **deux origines texturale et structurale**.

1.2.1.3.2. Types de porosité des sols

A-Porosité texturale

La porosité texturale est directement liée à la texture du sol. Elle résulte de l'assemblage des particules élémentaires. Elle n'est pas modifiable, contrairement à la porosité structurale.

B-Porosité structurale

La porosité structurale dépend de la structure du sol. Elle résulte de l'association des agrégats entre eux. Elle est modifiable par les interventions sur le sol.

La porosité structurale permet à l'eau et à l'air de diffuser dans le sol. Plus la porosité structurale est élevée plus le transfert de l'eau, et donc la conductivité hydraulique, sont facilités.

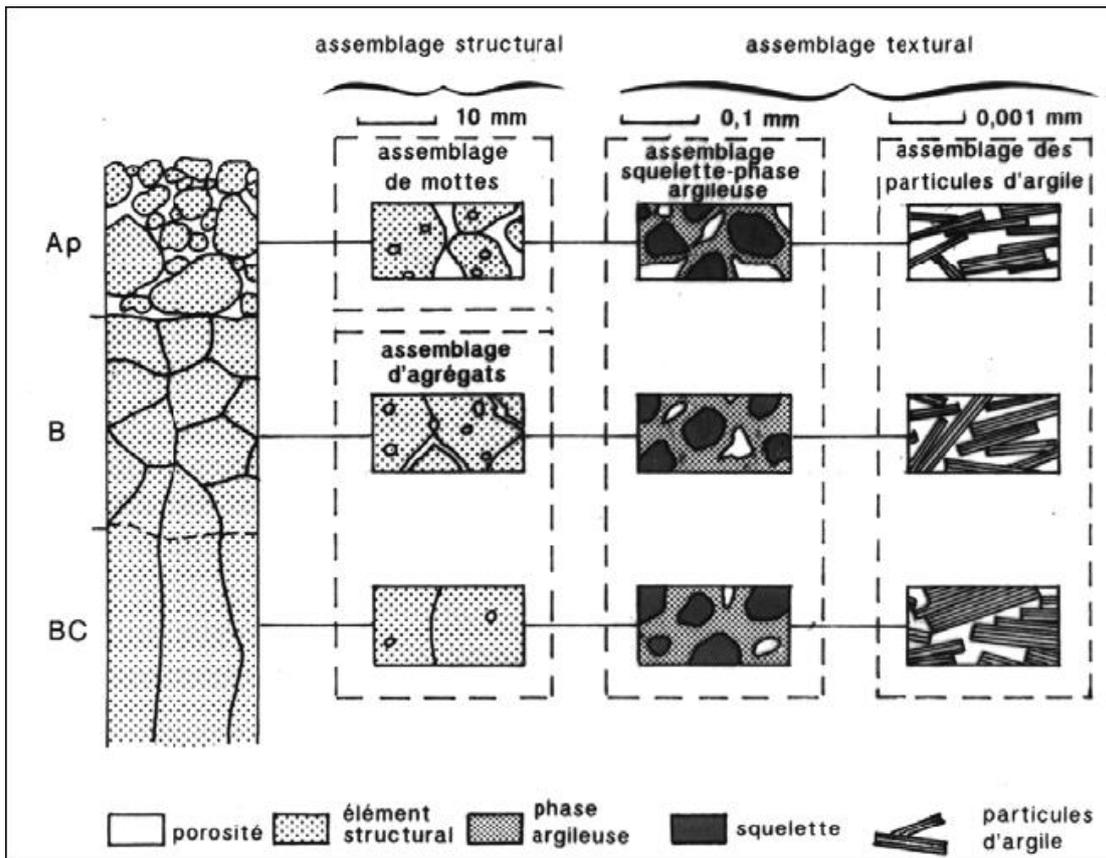


Figure 6: Description du réseau poreux du sol selon la partition texturale et structurale (BRUAND et TESSIER, 1996).

1.2.1.3.3. L'importance de la porosité

La porosité texturale joue un rôle essentiel dans la rétention de l'eau du sol et des échanges avec les racines des plantes (HENIN, 1990; CHOSSAT, 2005).

Selon (RAMADE, 2003), le rôle de la porosité d'un sol est essentielle aussi bien pour assurer le développement des plantes supérieures que celui de la microflore et de la faune édaphique.

1.2.1.4. La densité :

La densité est une masse par volume de sol tandis que la porosité est un pourcentage du volume total.

1.2.1.4.1. Densité apparente du sol

Densité en vrac dans un sol est une mesure du volume total des particules et de l'espace poral dans un échantillon. Les sables ont des densités plus élevées que les sols

argileux car les argiles ont des pores plus d'espace et sont plus légers en volume. Les sols limoneux, un mélange de sable, de limon et d'argile ont volumiques modérée entre celle

des sables et argiles. L'ajout de matière organique dans un sol est généralement un faible pourcentage qui n'influence pas significativement la mesure de la masse volumique. Les pédologues utilisent une des nombreuses méthodes pour déterminer la masse volumique d'un échantillon, y compris la méthode de la Motte, méthode de base, méthode d'excavation ou la méthode de rayonnement, qui toutes impliquent la détermination de la masse et le volume de l'échantillon.

1.2.1.4.2. Densité de particules de sol

Densité de particules de sol est la masse des particules solides dans un échantillon donné. Densité de particules n'inclut pas le volume de l'espace interstitiel. À la différence de masse volumique, la teneur en matières organiques d'un sol peut affecter considérablement sa densité de particules parce qu'il est généralement plus léger que le rock et les particules minérales. Par conséquent, sols comme terreau à plus forte teneur organique ont une plus faible densité de particules que les autres sols. De même, les sols superficiels sont généralement plus légers que les sols plus profonds en raison de la réduction de la matière organique avec la profondeur sous la surface de la terre. Un autre facteur qui influe sur la densité de particules de sol est le type de minéraux présent dans le sol depuis certains minéraux, tels que quartz et feldspaths, ont une masse plus faible que les minéraux denses comme magnétite et de hornblende. Les pédologues permet de calculer la densité de particules principe d'Archimède.

1.2.2. Les caractéristiques chimiques du sol :

1.2.2.1. La conductivité électrique

La conductivité électrique (salinité) est la mesure du degré de la salinité du sol étudié. La détermination de la conductivité électrique se fait sur extrait de sol (rapport sol / eau=1/5) à l'aide d'un conductimètre (**Delaunoy, 1976**). Les valeurs sont comparées à une étude de salinité, résumé dans le tableau (1).

Tableau 1: Echelle de salinité du sol (USSSL, 1981).

Conductivité électrique (ms/cm)	
0 – 0,6	Non salé
0,6 – 1,4	Peu salé
1,4 – 2,4	Salé
2,4 – 6	Très salé

1.2.2.2. pH du sol

Le pH exprime la réaction acide, neutre ou basique d'un corps selon qu'il renferme beaucoup ou peu d'ions H⁺ libres en solution. Au niveau du sol, le pH est variable et il influe sur les propriétés du sol. Ces variations sont cependant limitées car si, en chimie, le pH varie de 0 à 14 (7 étant la neutralité), le pH des sols a pour extrêmes 4,5 à 5 pour les sols plus acides et 8 pour les terres très basiques (**PREVOST, 2006**).

Selon (**CHAUDE et LECLE, 1999**), le pH est fortement influencé par la roche mère et la composition de la litière joue aussi un rôle en particulier à travers son rapport C/N

1.2.2.3. Les anion

1.2.2.3.1. Les chlorure

Le chlorure de sodium naturel ou « sel gemme » se rencontre presque uniquement dans des séquences salines nées de l'évaporation de bassins marins épicontinentaux ou de lacs salés. Il provient aussi, en très petites quantités, de la condensation de vapeurs volcaniques et d'efflorescence en régions arides. Les chlorures constituent dans les sols l'un des éléments que l'on groupe sous le terme de « sels solubles ».

1.2.2.3.2. Les sulfate

Les sulfates sont des sels d'acide sulfurique (H₂SO₄), des composés formés de l'anion sulfate (SO₄²⁻) et d'autres ions, l'ion magnésium, l'ion potassium ou l'ion cuivre, par exemple. On trouve des sulfates généralement dans les engrais.

Le niveau maximum de sulfate suggéré par l'OMS dans les lignes directrices de la qualité demandée pour l'eau destinée à la consommation, d'après les accords de Genève en

1993 est de 500 mg/L. Les normes de l'UE qui sont plus récentes, 1998, complètes et strictes que les normes de l'OMS suggérant un maximum de 250 mg/L en sulfates dans l'eau destinée à la consommation humaine, (**Net 1**).

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg /l) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé (**RODIER et al, 2009**).

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (**KEMMER, 1984**).

1.2.2.3.3. Les nitrate

Le **nitrate** (NO_3^-) est un ion produit au cours du cycle de l'azote, particulièrement soluble dans l'eau et responsable d'une pollution des eaux. La principale source d'azote réside dans l'atmosphère sous forme de di azote (N_2) qui représente un peu moins de 80% de la composition de l'air.

Les nitrates (ou azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique (**N inorganique**) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote global (**NGL**) ou azote total (**NT**) avec une autre composante, l'azote organique (**N organique**) (**RODIER et al, 2009**).

1.2.2.3.4. Les nitrites

L'ion **nitrite** est la base conjuguée de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide faible instable de formule HNO_2 . La formule de l'**ion nitrite** est NO_2^- .

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4 °C (**RODIER et al, 2009**).

1.2.2.3.5. Phosphore assimilable et le phosphore totale

Le phosphore (P) est un élément nutritif essentiel de la nutrition minérale des plantes au même titre que l'azote et le potassium. Il est toutefois un élément nutritif critique des plantes à cause de sa faible concentration dans le sol (teneur moyenne de 600 ppm de P total) et de sa faible solubilité (moyenne de 0,05 mg P L⁻¹ de solution du sol). Le phosphore existe dans le sol sous les formes inorganique et organique. Les formes inorganiques sont associées à des composés amorphes ou cristallins d'aluminium et de fer dans les sols acides et à des composés de calcium dans les sols alcalins. Les formes de P organique sont associées à la matière organique du sol.

La présence de phosphore dans les eaux naturelles provient du lessivage de certains minéraux et de la décomposition de la matière organique. Le rejet des eaux domestiques et industrielles ainsi que le drainage des terres agricoles fertilisées contribuent à en augmenter la concentration. Le phosphore n'est pas toxique pour l'homme, les animaux ou les poissons et c'est surtout pour ralentir l'eutrophisation des systèmes aquatiques que la teneur en phosphore est contrôlée. (CEAEQ, 2011).

Le dosage du phosphore assimilable est basé sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide phosphorique et de l'acide molybdique. Dans la solution d'oxalate d'ammonium contenant un phosphate, l'addition d'un réactif sulfo-molybdique et d'une solution d'acide ascorbique provoque par chauffage le développement d'une coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en ortho-phosphates (LAMBERT, 1975).

Le phosphore total est la teneur globale des organophosphates, des phosphates condensés et des formes organiques du phosphore présents dans l'eau.

1.2.2.4. Les cation

1.2.2.4.1. Le Calcium

Le Calcium, est un élément qui varie comme le Magnésium et leur concentration dans l'eau dépend aussi du substrat géologique traversé (BOUCHELAGHEM et al, 2004).

Le calcium se trouve en trois formes dans le sol :

1. Minéraux essentiellement carbonatés (calcite et dolomite) et sulfatés (gypse).
2. Adsorbé sur les particules argileuses et organiques (Capacité d'Echange Cationique).

Même en sol acide, l'ion calcium représente la fraction la plus importante des cations échangeables.

3. En solution dans le sol

La solubilisation de la roche calcaire dissocie le carbonate de calcium en cation Ca^{2+} dont il est question dans ce chapitre et en anion carbonate CO_3^- dont l'effet basique est traité dans la partie « Raisonner la fertilisation ».

1.2.2.4.2. Le Magnésium

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle. La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (KEMMER, 1984).

Dans le sol, le magnésium se rencontre sous 3 états :

1. Minéraux silicatés, argileux et carbonatés
2. Adsorbé sur les particules argileuses et organiques (Capacité d'Echange Cationique)
3. En solution dans le sol

Ces états sont très inégalement représentés puisque leur ratio s'établit à 1000 / 20 / 1

La teneur totale des sols en magnésium est habituellement de l'ordre de 0,2 à 0,8 %, soit 10 à 40 tonnes par hectare dans la couche labourée. Les 2/3 environ se trouvent dans la fraction argileuse.

Dans les sols très acides, en présence d'aluminium soluble, le magnésium peut être insolubilisé par précipitation avec des composés de l'aluminium. Il est libéré dès que le pH de l'eau remonte, suite à un chaulage par exemple.

Les pertes du sol en magnésium sont principalement dues aux exportations des cultures, au lessivage, au ruissellement et à l'érosion. C'est un élément plus mobile que le potassium dans le sol.

1.2.2.4.3. Le sodium

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Cet élément est origine de l'altération de la roche et du sol, des intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation (COUTURE, 2006).

Le sodium est un métal alcalin. Son origine peut être :

- Naturelle (mer, terrain salé...);
- Humaine (10 à 15 g NaCl dans les urines/jour);
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière) (RODIER, 2005).

Une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace les calcium et les magnésium adsorbés sur les argiles de sol et cause la dispersion des particules dans le sol (c.-à-d. si le calcium et le magnésium sont les cations prédominants adsorbés sur le complexe d'échange du sol, le sol tend à être facilement cultivé et a une structure perméable et granulaire).

1.2.2.4.4. Le Potassium

Le potassium est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature (**KEMMER, 1984**).

La teneur des sols en potassium se situe entre 0,3 et 3 %. Le potassium se trouve dans la solution du sol sous forme d'ions K^+ . Dans la fraction échangeable, les ions de potassium sont adsorbés à la surface négativement chargée du complexe argilo-humique (minéraux d'argile et Humus).

1.2.2.4.5. la matière organique :

Les sols cultivés renforment en moyenne 1 à 3 % de matière organique soit 40 à 120 t /ha sur 30 cm de profondeur .

La teneur en matière organique d'un sol dépend de la nature du sol et du travail effectué (annexe1).

1.2.2.4.6 .Le calcaire totale ($CaCO_3$ %) et calcaire actif

Pour les plantes, c'est la "réactivité" du calcaire qui est importante d'où la notion de Calcaire Actif. Celui-ci est quantifié par un test d'aptitude des carbonates à une dissolution rapide qui n'est pas appliqué lorsque le calcaire total < 5 %.

1.3. Les facteurs de dégradation des sols

La dégradation des sols dans le monde est principalement due aux activités humaines : agriculture intensive, irrigation, déforestation, surpâturage, pollutions industrielles. Un sol est jugé dégradé lorsqu'il a perdu une partie de ses fonctions, comme celle de nourrir les plantes ou les animaux, celle de filtrer les eaux ou encore celle d'abriter une importante biodiversité. Des dégradations légères aux plus graves, ce phénomène atteint environ 20 millions de km² soit près de 60 % des sols cultivables. Des sols non cultivés sont déjà dégradés par l'érosion hydrique ou éolienne, la salinisation ou la déforestation.

Aujourd'hui, des millions de personnes en subissent les conséquences. Elles seront près de deux milliards en 2020 si rien ne change (Net 2)

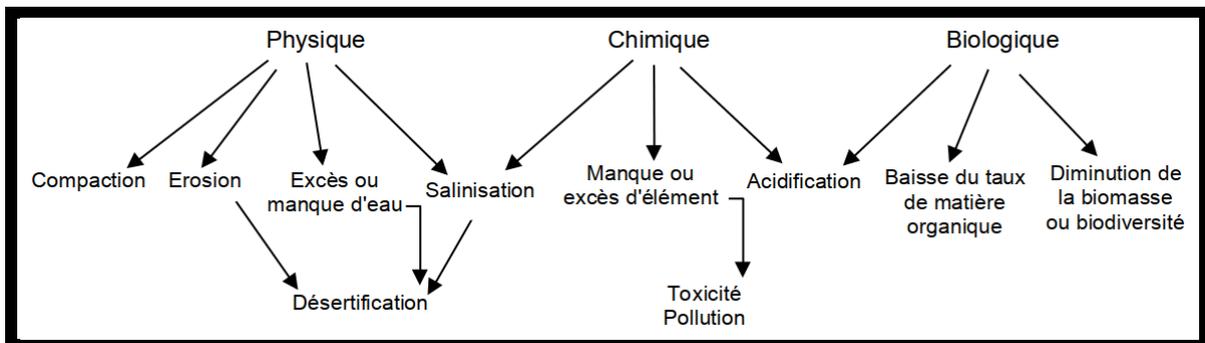


Figure 7 : Principaux types de dégradation des sols

1.3.11. Facteurs naturelles

1.3.1.1. L'eau

La première forme majeure de dégradation est l'érosion hydrique, processus par lequel l'eau de pluie détache et emporte les particules de sol. Elle est liée en grande partie au ruissellement, c'est-à-dire à l'écoulement à la surface du sol des eaux de pluie ou de celles de la fonte des neiges. L'érosion s'aggrave avec l'exploitation agricole qui empêche, pour diverses raisons, une pénétration optimale de l'eau dans le sol, ce qui augmente le ruissellement.



Figure 8 : Érosion en une seule période hivernale en région limoneuse (Net 1)

1.3.1.2. Vent

Dans le cas de l'érosion éolienne, c'est sous l'effet du vent que le sol se délite. Ce processus touche surtout les zones péri-désertiques, comme les grandes plaines des États-Unis, la frange du Sahel, l'Afrique du Nord (dont l'Égypte), le Soudan, le Moyen-Orient et les plateaux du nord de la Chine. Ainsi 45 % de la surface des terres sèches en Afrique subissent une activité éolienne traumatisante (Mainguet, 1995). Mais elle peut également affecter des zones tempérées. Là encore, l'exploitation par l'agriculture est un facteur aggravant : les particules d'un sol labouré vont se détacher plus facilement, puis être emportées par le vent.



Figure 9 : Vent de sable en région semi-aride très peu couverte par la végétation
Région sud-ouest de l'Australie.

Lors de l'érosion éolienne, l'effet du vent entraîne:

- La disparition d'une grande proportion de la couverture végétale
- La détérioration de la structure du sol
- L'érosion de la couche la plus riche en éléments nutritifs.

Généralement l'érosion éolienne se passe sur des surfaces sèches composées de particules grossières (Net2).

1.3.2. Facteurs anthropogènes

1.3.2.1. Le surpâturage

L'un des risques liés aux systèmes à l'herbe (pâturages extensifs), en particulier en zones arides et semi-arides, est la dégradation des sols due au surpâturage. Le surpâturage peut se définir comme une pratique qui consiste à faire paître trop de bétail durant une longue période sur des terres incapables de reconstituer leur végétation, ou bien, à faire paître des ruminants sur des terres qui ne sont pas adaptées au pâturage à cause de certains paramètres physiques, tels que la pente.

Le surpâturage dépasse la capacité de charge du pâturage. Par exemple, en Mongolie, un pays grand comme trois fois la France, 80 % de la perte de végétation au cours de la dernière décennie (2000-2010) sont dus au surpâturage. En vingt ans (1990-2010), le cheptel domestique (moutons, chèvres, chevaux, bovins, chameaux...) a quasi doublé passant de 26 à 45 millions. Le surpâturage a souvent pour conséquence l'érosion du sol, la destruction de la végétation et d'autres problèmes liés à ces processus, comme le tassement du sol. Or les racines se développent moins bien dans un sol tassé. L'ensemble des processus conduisent souvent à une situation de désertification (Clément, 2009).

1.3.2.2. La pollution

La pollution d'un sol est l'accumulation notable d'éléments minéraux, organiques ou de pathogènes dans celui-ci, en quantité telle que leur présence peut revêtir un danger pour les organismes vivants (plantes, animaux, Hommes) ou compromettre une ou plusieurs grandes fonctions du sol et l'usage qui est habituellement fait de ce milieu. Les origines sont d'abord agricoles par la fertilisation, les apports de lisiers et de boues, et les

pesticides, puis urbaines et industrielles par voie atmosphérique et industrielles directes pour les « sites pollués ». (Clément, 2009)

1.3.2.2.1. Les activités agricoles

Une pollution due à la fertilisation des sols provient de l'apport des phosphates. Ceux-ci contiennent, selon leur provenance, une certaine quantité de cadmium qui s'accumule dans l'horizon de surface. Les pays les plus touchés par cet élément sont ceux qui depuis longtemps ont fait des apports très importants de phosphates, comme la Belgique, les Pays-Bas, le nord de la France et le Japon. Cet élément est très toxique aussi bien pour les micro-organismes du sol que pour l'Homme (perturbations rénales). Il trouve également son origine dans les retombées atmosphériques (combustion du pétrole et du charbon) et dans les boues d'épuration.

La volonté de remplacer les engrais chimiques par des déchets recyclés a amené les pouvoirs publics occidentaux à inciter la valorisation agricole de ceux-ci et plus particulièrement celle des boues urbaines appelées aussi boues de station d'épuration. Ces boues sont issues de l'épuration collective des eaux usées et peuvent être utilisées comme engrais car elles renferment des éléments nutritifs, essentiellement de l'azote et du phosphore, du calcium ou du soufre, et un peu de potassium et de magnésium. Les boues de première génération contenaient des substances toxiques en particulier des quantités importantes de métaux lourds.

Depuis la fin des années 90, par mesure de précaution contre une pollution des sols et des eaux par les boues, des réglementations sur le contenu de ces boues ont été élaborées dans plusieurs pays occidentaux. Il n'en est malheureusement pas de même dans les pays du Sud où des apprentis sorciers préconisent l'utilisation des « composts urbains », c'est-à-dire de composts issus de déchets ménagers récoltés dans les villes, pour fertiliser les champs, particulièrement les maraîchages. **Net3**

1.3.2.2.2. Pollution atmosphérique

On sait que l'atmosphère, en plus de ses composants gazeux, contient des particules qui proviennent de sources naturelles (éruptions volcaniques, vents des déserts, etc.) ou liées aux activités humaines. Avec le développement des activités industrielles (XIX^e et XX^e siècles), à l'échelle de la planète, les émissions de certains métaux liées à ces activités dépassent les apports naturels. Les principaux métaux lourds concernés sont le plomb, le zinc, le cuivre, le cadmium, l'arsenic, le nickel et le manganèse. Ces éléments rejetés dans

l'atmosphère le plus souvent par les fumées industrielles, les habitations et les véhicules sont ramenés aux sols par les précipitations ou après être agglomérés. Par exemple, la contamination des sols et de la végétation le long des grands axes routiers (autoroutes) est maintenant bien démontrée. Bien que la figure 9 démontre les différentes origines de cette pollution entraînant par conséquence la dégradation du sol.

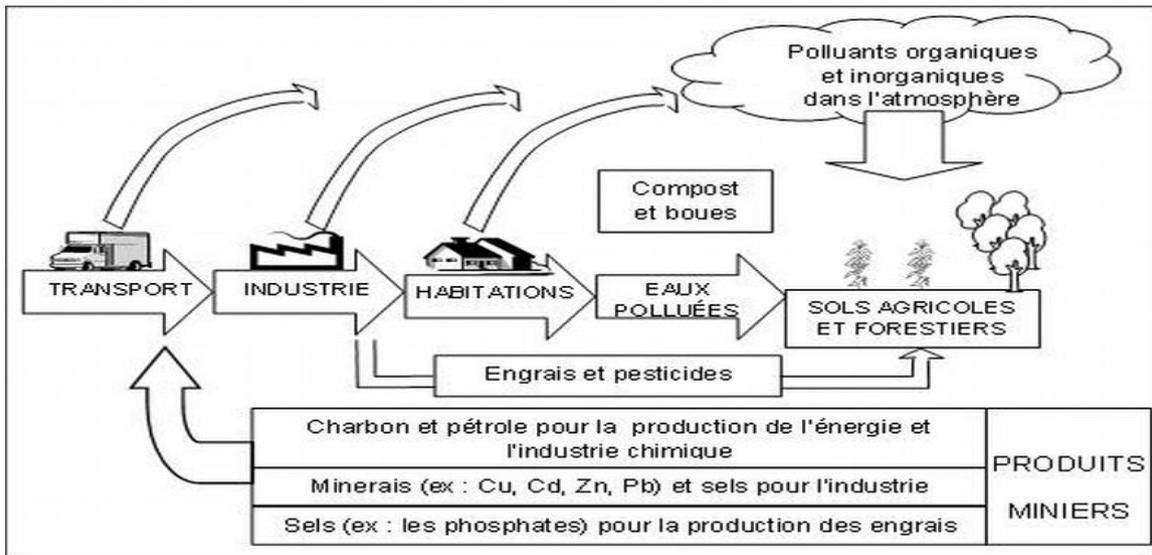


Figure10 : Les différentes origines de la pollution des sols (Net 3).

1.4. Méthodes de protection des sols

L'enjeu de l'urbanisme aujourd'hui est d'aménager la ville grâce à des techniques permettant de préserver ou restaurer les fonctions naturelles des sols.

Production alimentaire, filtre de l'air et de l'eau, réservoir de biodiversité... ces fonctions sont essentielles au bien-être des populations. Il est primordial de protéger les sols grâce à des aménagements adaptés.

Les sols participent à de nombreux phénomènes écosystémiques vitaux pour l'Homme et tout autre être vivant. Les fonctions naturelles du sol sont déterminantes pour le bien-être des populations :

- Production agricole végétale
- Production de biomasse pour l'énergie et matériaux
- Réservoir d'eau et régulateur des flux
- Filtre pour la qualité de l'eau
- Régulateur des gaz à effet de serre et du climat (stockage du carbone)
- Recyclage et transformation de matières organiques
- Habitats biologiques, réserves de gènes et réservoir de biodiversité

- Support des activités humaines (habitat, industries, infrastructures)
- Matières premières (gravier, sable, pierre, minerais, colorants...)
- Patrimoine géologique, paysager, archéologique

D'après (**PREVOST, 2006**), la stabilité structurale est très importante dans un sol et elle peut être maintenue grâce à certaines actions:

- ✓ -De protection contre les agents de dégradation (supprimer l'excès d'eau par le drainage du sol, éviter le travail du sol en période humide, ne pas laisser le sol nu trop longtemps);
- ✓ -D'amélioration de la structure (apporter du calcium ou de matière organique pour favoriser une bonne formation du complexe argilo-humique, travailler le sol correctement: labour, puis façons superficielles, adopter une rotation introduisant des prairies de graminées qui couvrent le sol en permanence et dont le système racinaire permet une bonne division du sol).

CHAPITRE 2
MATÉRIELS ET
MÉTHODES

2.1. Présentation de l'établissement d'accueil ANRH

2.1.1. Situation géographique de l'établissement ANRH

ANRH agence régionale des ressources hydrauliques (région-est) zone industrielle « palma ». Les principaux axes et lieu qui entoure l'établissement sont cités comme suit :

- ▶ Le stade Mohamed Hamlaoui, couramment appelé Stade Chahid Hamlaoui ou encore Stade du 17 juin , Stade Mohamed-Hamlaoui est située à 3½ km au nord-est de la zone industrielle.
- ▶ Le pont de Sidi Rached est un viaduc routier franchissant les gorges du Rhummel à Constantine en Algérie. Pont Sidi Rached est située à 3½ km au nord-est de la zone industrielle.
- ▶ chef-lieu de la wilaya de Constantine situé au Nord-Est de la zone industrielle.
- ▶ La nouvelle ville Ali Mendjeli, située dans la banlieue sud de Constantine. Ali Mendjeli est située à 9 km au sud de la zone industrielle.

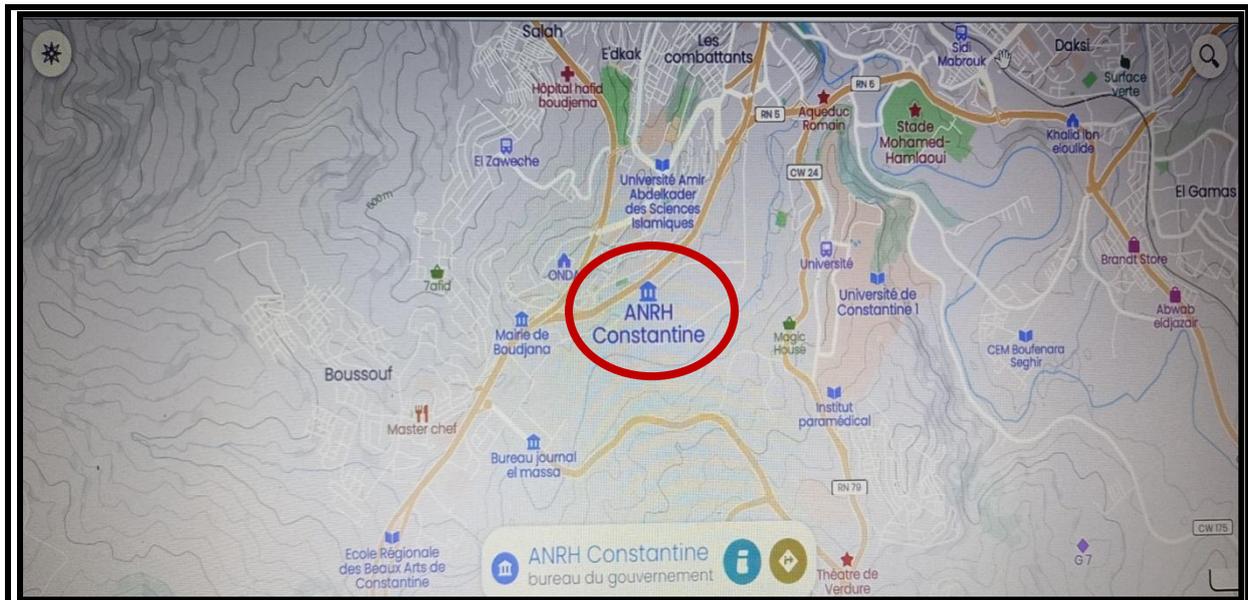


Figure 11 : Carte de localisation et de situation géographique de l'ANRH (2022)

2.1.2. Mission de l'ANRH :

- -Effectuer toutes prospections, analyses et études hydrologique, hydrogéologiques et pédologique.



Figure 12 : sigle de l'établissement ANRH

- Mener des actions de recherche et de développement technologique en lien avec son domaine de compétence.
- Assurer des prestations d'études, d'expertises, de suivi d'analyses de laboratoire, pour le compte des collectivités locales, des entreprises industrielles et de services, des exploitants agricoles et aquacoles et des tiers portant sur la mobilisation et les paramètres de traitement, d'utilisation et de protection des ressources en eau et en sols correspondant à leurs besoins particuliers.
- Fournir à toute personne qui en fait la demande, toutes données et informations relatives aux ressources en eau et en sols irrigables nécessaires à leurs activités, conformément à la législation en vigueur.
- Etablir l'inventaire et la cartographie des sols destinés à être mis en valeur par l'irrigation et de drainage et assurer le suivi de leur évolution.

2.1.3. Les sujétions de service public de l'ANRH :

Les sujétions de service public de l'ANRH mises à la charge de l'agence par l'état, sont les suivantes :

- Etablir l'inventaire des ressources en eau souterraines ainsi que les cartes thématiques liées à l'hydrogéologie et assurer la conception, l'installation et la gestion des réseaux de surveillance des aquifères
- tablir l'inventaire des ressources en eau superficielles et assurer la conception, l'installation et la gestion du réseau hydro-climatologique national ainsi que le traitement et l'archivage des données collectées
- Elaborer toutes études et projets de recherche appliqués portant notamment sur les phénomènes extrêmes tels que les sécheresses, les crues et les inondations en lien avec les expertises développées sur le changement climatique et initier, à ce titre, toutes actions de partenariat avec d'autres établissements, unités et centre de recherche
- Développer et mettre à jour les bases de données relatives aux ressources en eau et en sols et assurer leur intégration dans le système sectoriel d'information dont l'accessibilité est encadrée par des règles spécifique fixées par l'administration de tutelle
- Toutes autres sujétions liées à l'instruction des dossiers d'autorisation et de concessions d'utilisation des ressources en eau.

2.1.4. L'organisation de la direction Générale

2.1.4.1. Le laboratoire

a -Analyse des eaux

- -analyses physico-chimique
- -analyses des micro pollu ants organiques et inorganique(hydrocarbures et pesticides)
- -analyses hydrobiologiques
- -analyses bactériologiques

b -Analyses physico-chimique

- -analyses spéciales (métaux lourds)
- -interprétation des résultats d'analyses
- -Edition de la carte de la qualité des eaux

2.1.4.2. Hydrogéologie

- avis technique relatifs à la réalisation de nouveaux forages
- études d'implantation de forages d'eau
- suivi technique de réalisation ou bouchage des forages
- toutes interventions au niveau des forages(assistantes techniques)

- interprétations des opérations d'endoscopies
- inventaires des points d'eau et enquêtes sur les débit extraits (cordonnées -mesure de débit –mesure du niveau statique et dynamique –essais de pompage-prélèvement d'échantillons d'eau –analyse in situ : T°- PH-conductivité-oxygène dissous)
- mesures piézométrique et établissement de cartes iso valeurs avec interprétations
- détermination des caractéristiques hydrogéologiques (formation géologique, paramètres hydro dynamiques.....)
- établissement des études hydrogéologiques et notes de synthèse en hydrogéologie

2.1.4.3. Hydrologie :

- Réalisation des études générales des différents paramètres hydrologique
- Elaboration des études hydrologique particulières sur la base des résultats des études générales
- Sélection des sites favorables pour l'emplacement des barrages et les retenues collinaires
- Estimation des ressources superficielles
- Critique des études
- Fournitures de données pluviométriques journalières, mensuelles ,annuelles et journalières maximales
- Diffusion régulière de bulletins et synthèse pluviométrique
- Diffusion d'un flash pluviométrique pour événement pluvieux
- Elaboration et fourniture d'attestation d'intempérie
- Elaboration et fourniture de note d'intensité-durée-fréquence
- Fourniture de donné hydrométrique : les débit liquide et solide aux niveau des oueds ainsi que les apports
- Publication d'annuaires hydrologie

2.1.4.4. Pédologie :

- Etude pédologique à différentes échelles
- Etude hydrodynamique :
- Détermination des paramètres hydrodynamique du sol (perméabilités, conductivité, et RFU, RU)
- Evaluation des besoins en eau des différentes cultures
- Caractéristique des sols :

- Analyse physique (granulométrie, perméabilité et indice d'instabilité Is, Pf, densité), calcaire total et actif
- Analyse chimique (pH, CE, bilan ionique, complexe absorbant)
- Analyse biologique (matières organique, C, N, acides humiques et fulviques)
- Inventaire des sols d'Algérie
- Conseils en fumure :
- Etablissement d'un plan de fertilisation dont les éléments majeurs
- Eau d'irrigation
- Les analyses : Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{--} , CO_3H , NO_3 , conductivité électrique, résidu sec et pH

2.1.4.5. Surveillance de la qualité des eaux :

2.1.4.5.1. Eaux superficielles :

- Conception, installation et gestion du réseau hydro climatologique national

Ce réseau comprend :

- 200 stations hydrométriques
- 800 postes pluviométriques
- 200 pluviographes
- 60 stations climatologiques

L'agence a acquis 100 autres stations automatiques modernes équipées d'un système de transmission qui permettra l'obtention de l'information en temps réel.

- Traitement, mise en forme, archivage et diffusion des données hydro climatologique
- Elaboration de l'inventaire des ressources en eau superficielles
- Mise en place et gestion d'un réseau de prévision de crues

Les potentialités en eau de surface du pays :

- Pluviométrie moyenne annuelle : 100 milliards de m^3/an
- Potentialités en eau de surface : 9 milliards de m^3/an au niveau littoral .
- 1 milliards de m^3/an pour les hauts plateaux.
- 0,31 milliards de m^3/an pour chott melhrir

2.1.4.5.2 Eaux souterraines :

Suivre l'évolution de l'exploitation des nappes afin de prévenir toutes tentative de surexploitation se traduisant par :

- L'assèchement de nombreux puits
- La salinisation de l'eau dans les zones cotières et de chott.
- Le déséquilibre hydraulique des nappes

L'inventaire des ressources en eaux souterraines du pays :

A ce jour près de 11800 fiches de points d'eau (forage, puits , sources) sont inventoriés et archivés dans une banque de données ANRH

Tous les aquifères importants sont dotés de réseau témoins de surveillance sur lesquels se réalisent des mesures et prélèvement périodiques

Concevoir la conception, l'installation et la gestion des réseau de surveillance des nappes implantées au niveau de l'ensemble des aquifères important répartis à travers le territoire national

L'établissement des :

- Cartes hydrogéologique et des ressources en eaux souterraines .
- Cartes des piézométriques
- Cartes de qualité des eaux

Gestion des ressources en eau souterraines sur le plan quantitatif et qualitatif :

Pour les aquifères ayant déjà fait l'objet d'études complètes , le département élabore des modèles mathématiques, véritables outils de gestion permettant de :

- Vérifier la cohérence des données
- Préciser le bilan
- Préciser les zones productives
- Répondre aux besoins des planificateurs par la simulation des schémas d'exploitation prévisionnels

Etude géophysique

- Moyen d'investigation de l'hydrogéologue
- L'étude géophysique par prospection électrique constitue un outil primordial pour la reconnaissance souterraine des réservoirs susceptibles d'être aquifères.

2.1.4.5.3. Ressources en sol

En matière de cartographie par la télédétection, l'ANRH a mené des actions pilotes dans les régions suivantes à savoir :

- la partie amont de l'oued LAHAM (W .M'sila), sur une superficie de 58000 hectares
- le sous bassin versant de la mina (W. Relizane), sur une superficie de 500.000 hectares

- la région amont du barrage de Béni Haroun (W.Mila), sur une superficie de 82.000 hectares
- la région de Biskra, sur une superficie de 200.000 hectares ;
 - Etudes pédologiques détaillées
 - Identification des différents types de sols
 - Utilisation de la géomatique (télédétection, SIG, GPS) dans la cartographie des sols
 - Elaboration de la carte des zones homogènes ou sont regroupés les paramètres essentielles de mise en valeur en indiquant l'orientation culturale, priorités et les aménagements à entreprendre
 - Etudes des aptitudes culturales des sols.
 - Réalisation des études hydrodynamiques pour déterminer les caractéristiques hydrodynamique des sols irrigables (perméabilité, conductivité hydraulique, RFU).
 - Détermination des paramètres hydrodynamiques pour le dimensionnement des réseaux d'irrigation et de drainage
- **En matières d'expérimentation agricoles, le département de pédologie est chargée de :**
 - Déterminer les besoins en eau des cultures.
 - Etudes l'évolution de la salure des sols
 - Etude l'évolution des nappes superficielles et évolution des sols sous irrigation dans les périmètres irrigation.

2.1.4.6. D'autre service

- **Département de chimie des eaux**
- **département d'informatique**
- **Département de chimie des sols :**

2 .2. Durée et lieu du stage

Notre stage a été effectué au niveau de l'entreprise ANRH normalement d'une durée bien déterminé, mai malheureusement il n'était que d'une courte durée (15 jours) (Mars 2020). Cela est due à au pondémie du covid 19 ; une dangereuse contamination qui a touché l'Algérie comme tout les pays du monde, d'une part et d'autre part par des raisons sécuritaire dont les responsables nous ont autorisés que 3 séance par semaine selon les échantillons disponibles.

Ce stage était une occasion pour nous de découvrir le monde de l'entreprise et ses enjeux. La réalisation des analyses physicochimiques concernant les grandes entreprises en générale et les citoyens en particulier.

Ce stage nous a aussi permis de connaitre le matériel utilisé pour les analyses dont nous n'avons pas l'occasion de les faire tel que le sulfate ainsi que le bilan ionique du sol ou de l'eau. Notons aussi que peu d'échantillons ont été disponible au moment du stage.

2.3. Les analyses physicochimiques

2 .3.1. Les analyses physiques

La réalisation de ces analyses était impossible à cause de l'indisponibilité des échantillons d'une part et la courte période du stage dont les responsables nous on permit d'effectuer que les analyses chimiques et à cause aussi du covid 19.

2 .3.2. Les analyses chimiques

Pour ces analyses on a pu faire le maximum d'essai (tableau 1). Nous avons effectué le bilan ionique, le pH, la conductimètre, le sulfate, calcaire totale et calcaire actif.

2 .3.2.1. Le bilan ionique

Le tableau (2) représente les prises d'essai en fonction de 25°C.

Tableau (2) : le bilan ionique des échantillons de sol

C25°	bicarbonates	Sulfates	Chlorures	Calcium Magnésium	Sodium dilution	Potassium dilution
0-5	5	5	5	5	10	1
5-8	5	3	5	5	10	1
8-10	5	3	2	5	50	1
10-12	5	2	2	5	50	1
20-30	5	5	2	5	50	1
30-50	5	5	1	5	50	1
50	5	5	0,5	5	50	1

2.3.2.1.1. Le mode opératoire du bilan ionique

► **Pour les dilutions du sodium** : cela se fait de la manière suivante :

A. dilution10 : Prendre un pilulier de capacité 10 ml.

Ajuster à 10ml avec la pompe « Hughes hiloflow » ou manuellement avec une pipette.

B. dilution50 : Faire une prise d'essai de 1ml que l'on met dans une fiole de 50 ml.

Compléter avec de l'eau distillée.

C. à l'arrivée des sacs de terre : Nous les classons, en faire ensuite une liste, et signaler immédiatement les sacs avec numéros effacés ou anormaux. Ensuite on dispose la terre avec le sac dessus dans une grande capsule à fond plate marquée du numéro du sac et faire sécher à l'air.

Après ce temps, on vérifie que les terres sont bien sèches,

Les terres étant sèches, prélever et mettre de côté 10 à 12 mottes dans les sachets en papier marqués au numéro de chacun des sacs.

Le reste, est pesé avec les sacs, dont le poids est éliminé dans la pesée, en mettant par exemple un sac vide sur le plateau où l'on met les poids ; on enregistre le poids obtenu, c'est la terre totale.

D. Mettre la terre dans un grand mortier de porcelaine et commencer le pilonnage avec le pilon de porcelaine. Repasser au tamis, repilonner ainsi de suite jusqu'au moment où il ne reste plus que les graviers.

E. Les mettre dans un verre à collection portant le numéro de l'échantillon.

La terre 2 mm est très bien brassée avec une cuiller et remise en sac. On passe au 2e échantillon de la même manière.

Lorsque l'échantillonnage est déterminé, les graviers correspondants aux terres sont pesés et traités dans le verre à collection, pendant une heure, par 200cc d'eau, ou par trempage dans une cuvette pleine d'eau. Les graviers propres et débris de racine seront mis dans des capsules et placés sur bain de sable.

Le broyage au mortier peut-être remplacé par l'utilisation d'un broyeur-tamiseur spéciale



Figure 13 : agitateur des sols



Figure 14 : broyeur des sols

2.3.2.2. Le Sulfate

Les échantillon du sols ont été prélevés à partir 2 station guettar –el-aiche-elkhroub et collègue saddek hammani

► Dosage de sulfate SO_4^{-2}

1. Solution mère de gélatine

-20g de gélatine dans 400 ml l'eau distillée sous agitation à chaud \Rightarrow A

-100g de $(\text{BaCl})_2$ dans 400ml d'eau distillée sous agitation \Rightarrow B

-Mélanger les deux solution (A) et (B) et ajouter 1g de phénol

-On complète avec l'eau distillée sous agitation

2. solution fille de gélatine

Comme le montre le tableau (3)

Le tableau (3) : les solutions fille de gélatine

V(solution mère)	V eau (fille) ml
333	1000
167	500
33	100

3. solution standard de (SO_4^{-2}) (10g /l) : dissoudre 137,5g de $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ dans l'eau distillée, on complète avec l'eau distillée.

4. Solution de SO_4^{-2} (fiole de 1L)**Tableau (4) les solutions de SO_4^{-2}**

N=°	V	SO_4^{-2} (mg /l)
1	2	20
2	5	50
3	10	100
4	20	200
5	30	300
6	40	400
7	50	500

► On complète les fioles de 1L avec l'eau distillée

Mode opératoire :

5 ml de la prise d'essai (les suivis des échantillons) +15ml de gélatine

- agiter et laisser 30min
- mesurer au colorimètre (DR-200) à 495 mm

NB : il faut faire une dilution pour l'échantillon chargé

La lecture se fait directement après l'agitation

2.3.2.3. Calcaire totale et calcaire actif

Les échantillon des sols ont été prélevés à partir 2 station guettar –el-aiche-elkhroub et hamma bouziane

Il est le plus souvent, la valeur de calcaire déterminé par "Calcimètre de Bernard". Le principe de dosage est fondé sur la réaction caractéristique suivante :



C'est la mesure de CO₂ dégagé suite à l'action d'un excès d'acide Chlorhydrique sur un point connu de l'échantillon.

Le volume de CO₂ dégagé est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium existante dans l'échantillon analysé :

$$\text{Taux de CaCO}_3(\%) = \frac{P \cdot v}{P \cdot V} \times 100$$

P : Poids de prise d'essai de l'échantillon.

P' : Poids de CaCO₃.

V : Volume de CO₂ dégagé par l'échantillon.

v : Volume de CO₂ dégagé par CaCO₃

► **Calcaire actif**

Le calcaire actif est une partie de calcaire total qui se trouve dans le sol à des dimensions très fines.

Pour doser le calcaire actif, on a exploité la propriété de calcaire à se combiner aux oxalates pour précipiter sous forme d'oxalate de calcium.

Alors le principe de dosage se résume comme suit :

$$\text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaC}_2\text{O}_4$$

L'oxalate précipité est déterminé par l'infiltration et l'oxalate en excès est dosé par manganimétrie.

➤ **Réactifs :**

Solution N/5 d'oxalate d'ammonium :

Pesons 142g d'oxalate d'ammonium dans 10L

Ajoutons 30 à 36ml d'Ammoniaque pur pH=9,00 (à stabiliser)

➤ **Acide sulfurique (4N) :**

Verser H₂SO₄ 111ml/L

➤ **permanganate de Potassium N/5 :**

Pesons 6,32g verser dans un ballon avec 800cc d'eau distillée, porter à l'ébullition une heure laisser refroidir, filtrer sur laine de verre ,recueillir le filtrat dans une fiole jaugée, ajuster à un litre.

Titrer ensuite cette solution comme suit :

Dans un bécher mettre : 0.268g d'oxalate de sodium

0,284g d'oxalate d'ammonium

Ajouter 20cm³ d'eau et 1cm³ d'acide sulfurique, chauffer, amener la solution de permanganate jusqu'à teinte rose persistante, soit V, cm³ le volume nécessaire, le titre est :
 $t=4/V$

Technique du dosage :

-Nous pesons 10 g de terre, les mettre dans 250cm³ de solution d'oxalate d'ammonium/5, les mettre agiter pendant 4 heures.

- Centrifuger, ou filtrer , recueillir le liquide clair sur lequel on fera le dosage .

-Prendre 20 cm³ du centrifugat, ajouter 5 cm³ d'acide sulfurique 4N. Porter à l'ébullition

-doser avec KMnO₄ N/5, jusqu'à rose persistant

-faire un témoin dans les mêmes conditions avec l'oxalate d'ammonium.

Calculs :

1cm³ de KMnO₄ N. correspond à **még** de Ca c'est-à-dire à 50 mg de CaCO₃

$$\text{CaCO}_3\% = (V - V \text{ témoin}) * 6,25 * \text{titre KMnO}_4$$

2.3.2.4. Chlorures

Les échantillon du sols ont été prélevés à partir de station guettar –el-aiche-elkhroub

► Réactif

1- solution mère d'aluminium ferrique

[532 ml HNO₃ (d=1,33) ou 422,5ml HNO₃(d=1,42)]+60g d'aluminium ferrique on complète avec l'eau distillée

Laisser reposer 1 min

2- solution d'aluminium ferrique 100ml de la solution mère (1) d'aluminium ferrique.

On complète l'eau distillée (dilution 5 fois)

3-solution mère de thiocyanate saturée :

1g de thiocyanate mercurique dans l'eau distillée

On complète avec l'eau distillée

Agiter ½ heure, puis filtrer

4-Solution fille de thiocyanate mercurique :

100ml de la solution mère de thiocyanate(1) on complète avec l'eau distillée (dilution 5 fois)

5-solution standard de cl-(20g/l)

Sécher une quantité de Kcl=45g dans les toues

-dissoudre 41,97g de Kcl séché dans l'eau distillée

On complète avec l'eau distillée

6. Solution étalons de Cl^- (fiole de 1L)

Tableau (5) : les solutions étalons de Cl^-

N=°	V Cl^- 20g/l (ml)	[Cl^-] (mg/l)
1	2,5	50
2	5	100
3	10	200
4	20	400
5	30	600
6	40	800
7	50	1000

► Mode opératoire

5ml PE(les étalons suivis les échantillons) + 15 ml de la solution fille de thiocyanate mercurique(3) + de la solution fille d'aluminium ferrique(2)

-laisser 30 min après l'agitation

-mesurer au colorimètre (DR-200) à 450mm

NB : il faut faire une dilution pour l'échantillon chargée

PS= la lecture se fait directement après l'agitation

2.3.2.5. Phosphore total et phosphore assimilable

Les échantillon du sols ont été prélevés à partir 2 station guettar –el-aiche-elkhroub

- **Phosphore totale**

- **Réactifs**

Acide perchlorique à 60%

- **Technique de l'extraction**

-2 g (ou 5 g pour les sols pauvres) de terre tamisée à 2 mm sont mis dans un erlenmeyer de 250cm³

-ajouter 30 cm³ d' HClO_4 à 60%

-chauffer à ébullition jusqu'à décoloration de la solution (environ 40 mn). Bien rincer les parois

-après refroidissement ajouter 50cm³ d'eau

- filtrer, mettre dans un ballon jaugé de 250
- laver le résidu et compléter à 250cm³ avec de l'eau
- prélever 2 cm³ et compléter à 100 cm³

Cette solution est dosée ensuite par colorimétrie faire un témoin à blanc avec de l'eau

- **Phosphore Assimilable**

► **Réactifs**

Solution TRUOG ;

Dans un ballon de 10l dissoudre 30 de (NH₄)₂ SO₄

Ajouter 20 cm³ d'H₂SO₄ N compléter avec de l'eau distillée

► **Technique de l'extraction :**

Peser et mettre dans 2 flacons différents, 2g et 5g de terre tamisée à 22 mm

Ajouter dans chacun 400cm³ de solution de TRUOG

Agiter 30mn

2.3.2.6. Nitrate NO₃ :

► **Réactifs**

- 1) Solution NaOH (1M°) 40 g NaOH dans l'eau distillée plus agitation on complète avec L'eau distillée

- 2) solution de sulfate de cuire

2,6 g de CuSO₄ 5H₂O dans l'eau distillée plus agitation , on complete avec l'eau distillée puis on ajoute 40 ml M₂SO₄ (1N)

- 3) solution l'hydrazine (0,1M)

13g d'gydrazine dans l'eau distillée plus agitation on complete avec l'eau distillée

NB : conserve par le H₂SO₂

- 4) solution acide sulanique :

Veser un peut d'eau distillée+6g d'acide onlfanique (sous agitation)

Ajouter 200 ml de Hcl conontre. On complète avec l'eau distillée (sous agitation)

- 5) solution 2-Na-Naphtylamine :

-verser un peut d'eau distillée « froide »+6g de 2-Na-Naphytlamine(sous agitation)

-verser le quelque ml d'acide Hcl concentrée (sous agitation)

-verser le teste d'acide Hcl

On complète avec l'eau distillée

- 6) solution EDTA :

5g EDTA dans l'eau distillé plus agitation

On complète avec l'eau distillée

NB : EDTA destiner à complexer le fer et métaux lourds qui peuvent des interférences

7) solution d'acétate de sodium :

Pour $\text{NaCOO-CH}_3, 3\text{H}_2\text{O} = 272\text{g}$

Pour $\text{Na COO-CH}_3 = 164\text{ g}$

8) solution de nitrate de sodium(1g /l)

-sécher une quantité de KNO_3 (=2g) (dans les tués)

-dissoudre 1,631g de KNO_3 dans l'eau distillée .on complète avec l'eau distillée

9) solution étalons (fiolle de 100 ml) la gamme

Tableau (6) : solutions étalons

N =°	V no ₃ (ml)(1g /l)	[NO ₃ -](mg /l)
1	0	0
2	0,5	5
3	1	10
4	2	20
5	4	40
6	6	60
7	8	80
8	10	100

On complète les fioles de 100ml avec l'eau distillée

2) solution de travail :

A) mélange réducteur :

25 ml de solution de sulfate de cuivre (2) plus 25ml de solution d'hydragine (3)

On complète avec l'eau distillée

B) mélange colount :

-10 ml acétone +20 ml acide sulfurique (4) +20 ml solution EDTA (6) + 20ml solution d'acétate(7)

On complète avec l'eau distillée(à 980) on agite bien puis ajouter 20 ml de solution

2-naphtylamine(5) (sous agitation)

C) solution da NaOH (0,05 M) :

50ml de NaOH

On complète avec l'eau distillée

(dilution 2 fois)

Mode opératoire :

1 ml PE(les étalons suivis des échantillons)+5 ml NaOH(0,05M)+5ml du mélange réduction

NB : mélanger après chaque addition, laisser reposer 1heures dans l'obscurité (on ajoute les deux)

-ajouter 40 ml du mélange colorant en agitant laisser la coloration se développer (1 /4heures)

-mesurer au colorimètre (DR-2000) à 520 nm

2 .2.2.7. Matières organique :

Les échantillon du sols ont été prélevés à partir 2 station guettar –el-aiche-elkhroub et hamma bouziane

► réactifs :

1) solution KMnO_4 permanganate de potassium (solution mère) 1,8 g de KMnO_4 dans l'eau distillée

2) solution fille KMnO_4 (1/80N) :

100 de la solution mère de KMnO_4 (1,58 g /l) et compléter à 400 ml par l'eau distillée

3) sel de Mohr :

4,9 de sel de Mohr, ajouter 900ml d'eau distillée puis ajouter 5ml H_2SO_4 pur.

On complète avec l'eau distillée

► Mode opératoire :

1)100ml PE+5ml d'eau distillée +5ml acide sulfurique H_2SO_4

NB PE= blanc+ EH_1 EH_n

2) chauffer a ébullition

Plaque chauffante

On ajoute 5ml KMnO_4 pur (15 min) puis on laine jusqu'à l'ébullition

NB : coloration violet

3) On ajoute 20 ml de sel de Mohr

20ml sel de Mohr

NB : violet \rightleftharpoons incolore

2 .2.8 Conductivité :

Les échantillon du sols ont été prélevés à partir 2 station guettar –el-aiche-elkhroub et hamma bouziane

Mesure de la conductivité :

L'extrait recueilli dans des petits piluliers va servir directement à la mesure.

-Noter soigneusement la température

-l'électrode de conductivité est immergée, faire la mesure

-le résultat est exprimé en mmhos ramenés à 25 °

Calculs :

Le conductivité donne en lecture la résistance de la solution.

La conductivité est donnée par :

$$C_{25^\circ} = A/KR$$

Dont A : coefficient de t° pour corriger et ramener 0 25°

K : Constante de cellule

R : Résistance lue

CHAPITRE 3
RÉSULTATS ET
DISCUSSION

3.1. Les paramètres physico-chimiques du sol :

3.1.1. pH

Les résultats de mesures du pH (eau) et pH (KCl) sont enregistrés dans le tableau 9

Les valeurs du pH sol de l'échantillon 1 de 6,97 et l'échantillon 2 de 7.02 dans la région Guettar el-aiche-el khroub (figure14) et les valeurs du pH de l'échantillon 1 de 8,5 et l'échantillon 2 de 8,33 dans la région Hamma bouziane (fig15). Si l'on se réfère à l'échelle proposée par (Gaucher in Soltner, 1981), le pH des sols varie entre les moyennes acidités à alcalins.

Ces variations du pH peuvent être expliquées légèrement par phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des sols, ou par l'influence des eaux de ruissellement chargé généralement de diverses matières

Les sols des deux régions sont de bonne qualité. Toutes les valeurs sont aux alentours de 6,5 et 8,5 d'intervalle.

Tableau 7 : Variation de pH des sols dans la station Guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Echantillon	P ₁	P ₂
pH	6,97	7,02

Tableau8 : Variation de pH des sols dans la station Hamma bouziane -Constantine

Echantillon	P ₁	P ₂
pH	8,50	8,33

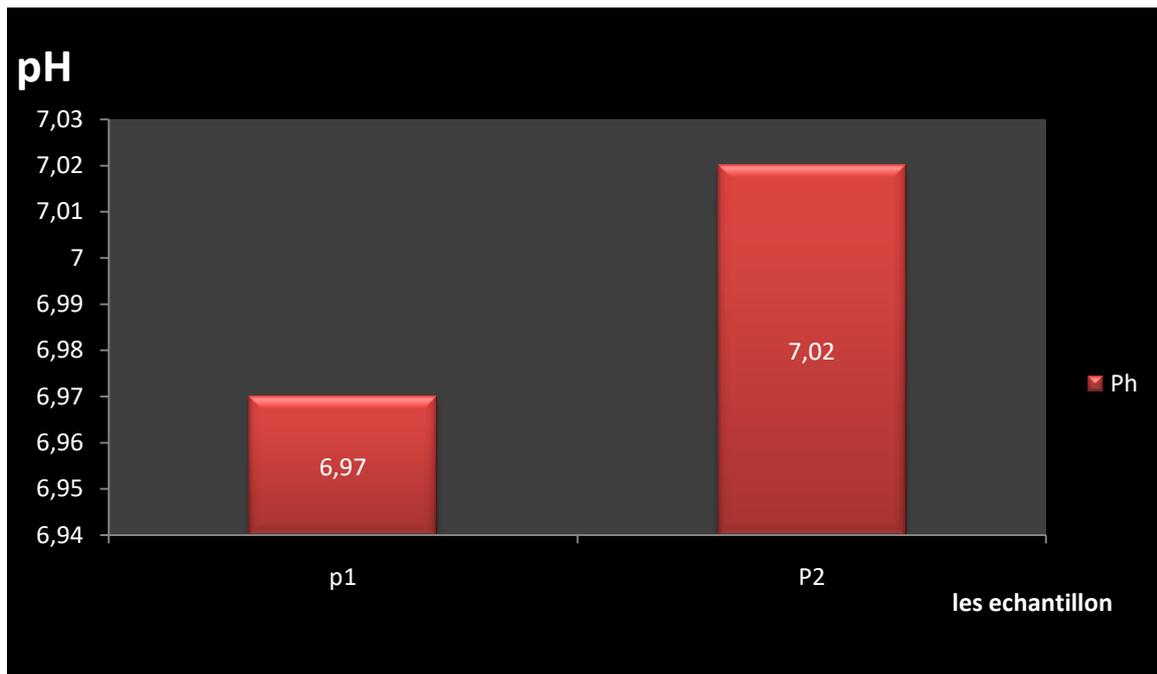


Figure 15: Variation de pH des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

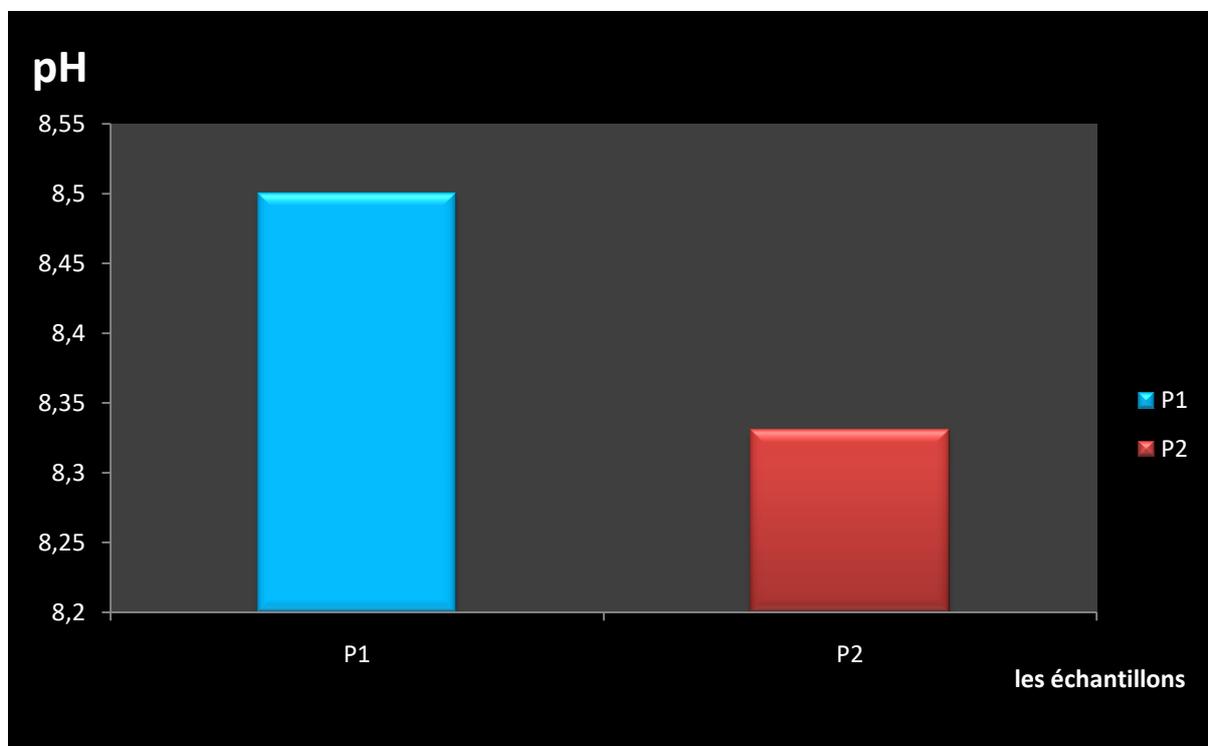


Figure 16 : Variation de pH des sols dans la station Hamma Bouziane-Constantine

3.1.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique donne une indication sur la teneur en électrolytes hydrosolubles (salinité) et a été mesurée sur un extrait aqueux de sol (1/5 p/v) par un conductimètre à électrode. Elle est effectuée après une demi-heure d'agitation et 5 min de repos.

Tableau 9: Variation de La conductivité des sols dans la station Guettar el-aiche-elkhroub Constantine

Echantillon	P1	P2
Conductivité(millimhos /cm)	0,724	0,759

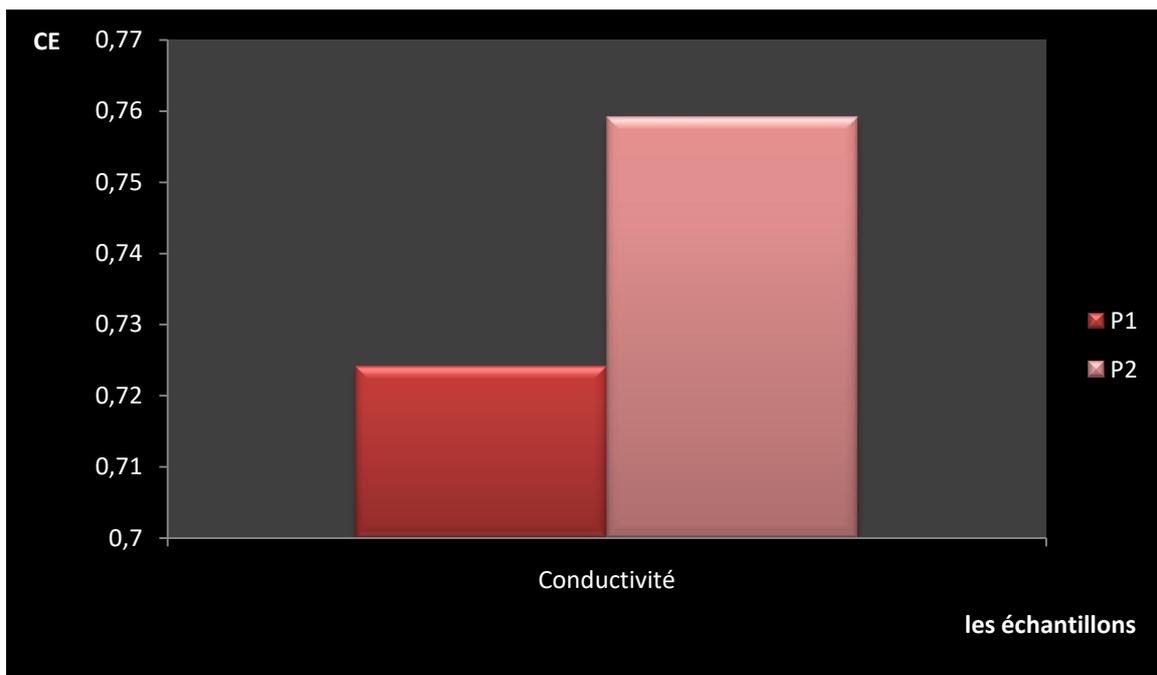


Figure17: Variation de conductivité des sols dans la station d'El khroub-Constantine

La figure16 et le tableau11 montrent que les sols de guettar el-aiche-elkhroub dans l'échantillon 1 sont caractérisés par une conductivité électrique de 0,724 ds/cm et dans l'échantillon 2 sont caractérisés par une conductivité électrique de 0,759 ds/cm.(tableau 11). Donc les deux échantillons montrent que la région de guettar el-aiche-elkhroub est d'une conductivité électrique peu salée.

Tableau 10 : Variation de La conductivité des sols dans la station de Hamma Bouziane-Constantine

Echantillon	P1	P2
Conductivité (millimhos/cm)	0,23	0,73

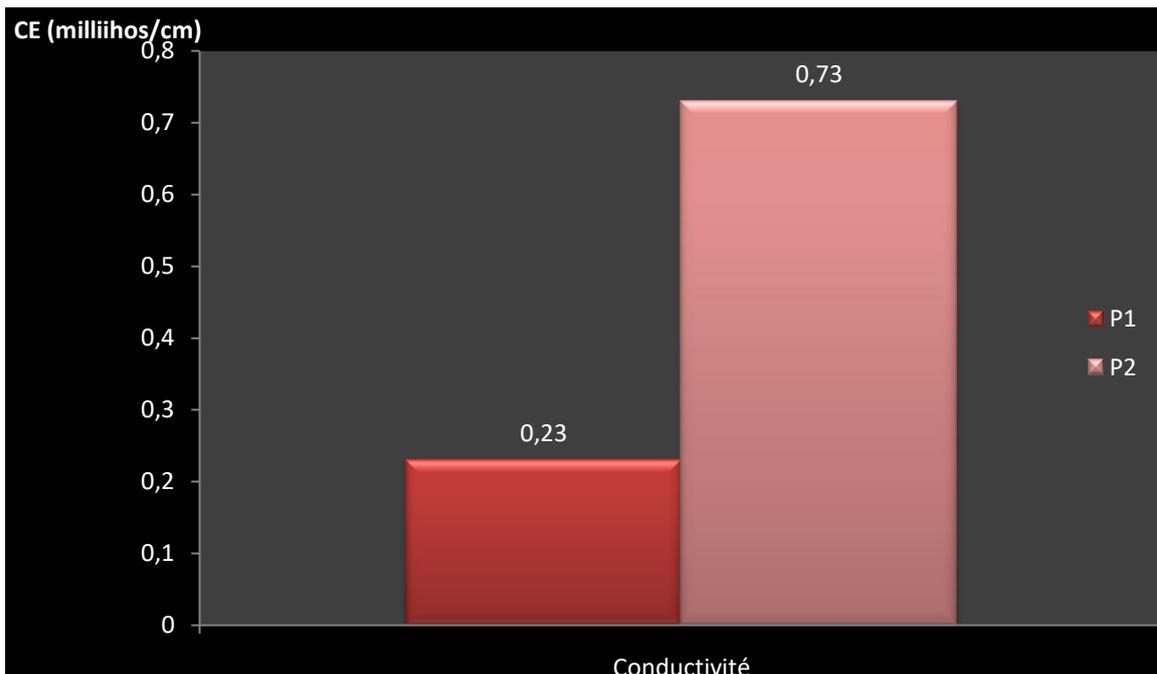


Figure 18 : Variation de conductivité des sols dans la station de Hamma Bouziane-Constantine

D'après les résultats enregistrés dans le tableau 12 nous remarquons que la conductivité électrique est d'une valeur de 0,23 ds/cm. Ceci est démontré par la figure 17. Si on se réfère aux normes internationales nous concluons que les sols de Hamma bouziane (l'échantillon 1) sont non salés. Dans l'échantillon 2 nous avons enregistré une conductivité électrique peu salée d'une valeur de 0,73 ds/cm (tableau 12). La mesure de la conductivité permet une bonne appréciation des concentrations globales des matières en solution extraites de sol.

3.1.3. Calcaire totale et calcaire active

► Calcaire total

Les résultats du calcaire total obtenu sont enregistrés dans le tableau 13.

Tableau 11 : Variation du Calcaire totale du sol dans la station de Hamma Bouziane-Constantine

échantillon	P1	P2
CaCO3 total%	35,34	34,20

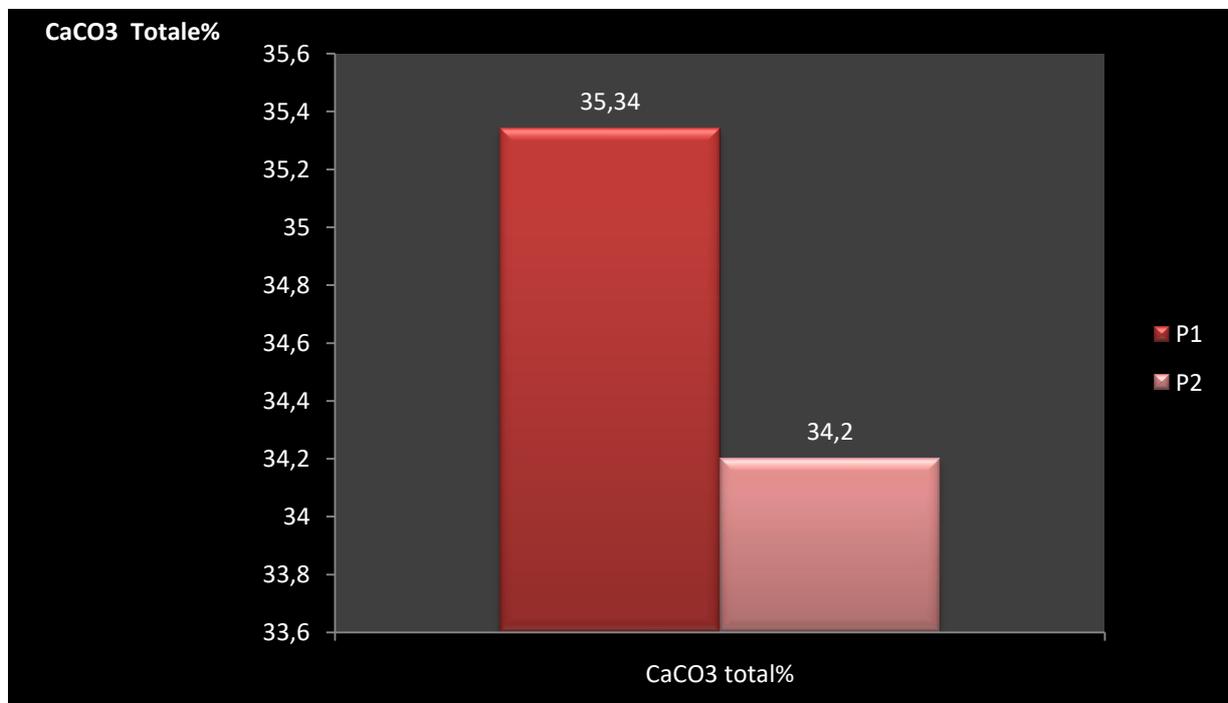


Figure 19. Variation du calcaire total des sols dans la station de Hamma bouziane-Constantine

A travers tous les horizons de notre station d'étude et avec des valeurs comprises entre 35.34% à 34.20 % (tableau 14) le sol est fortement calcaire (selon les normes proposées par **GEPPE in BAIZE, 1988**). La figure 18 montre clairement les variations du calcaire total de ces sols.

Tableau 12. Variation de calcaire total des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Echantillon	P1	P2
CaCO ₃ totale%	26,98	22,80

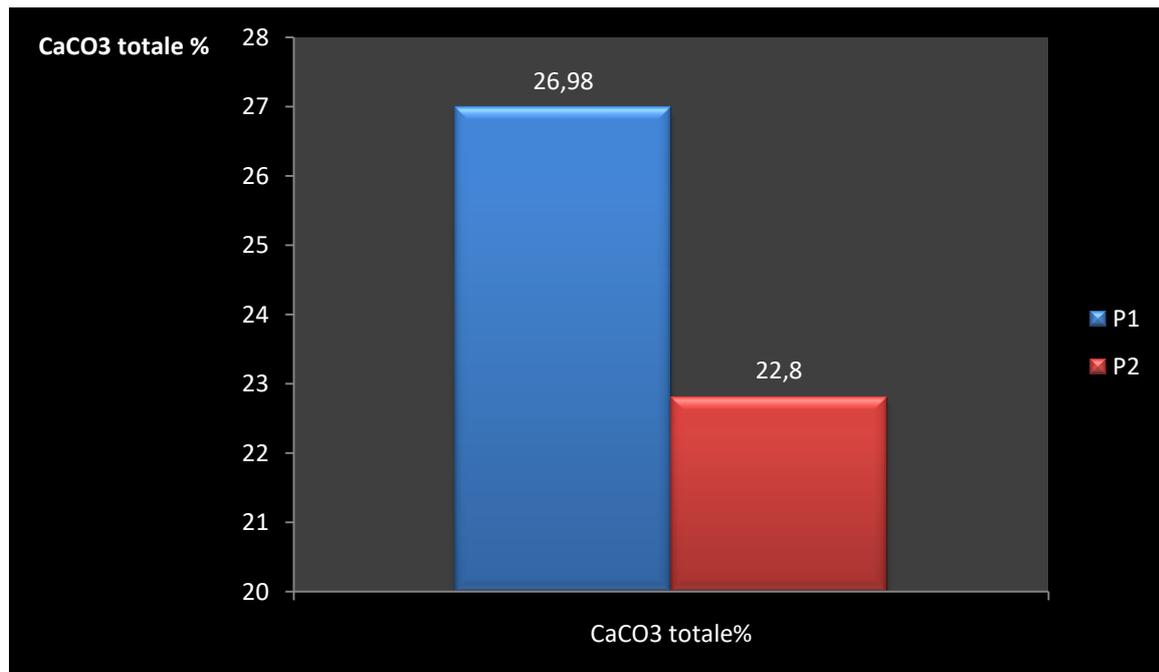


Figure 20 : Variation du calcaire totale des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

D'après le tableau 15 nous enregistrons les valeurs de 22.80% et 26.98% des deux échantillons consécutives P1 et P2. Les résultats sont clairement montrés par la figure 19. D'après **GEPPE in BAIZE, 1988**) notre station est fortement calcaire.

► Calcaire actif

Les résultats sont enregistrés dans le tableau 16.

Tableau 13. Variation du calcaire actif des sols dans la station Hamma bouziane-Constantine

Echantillon	P1	P2
CACO ₃ actif%	5.4	5.6

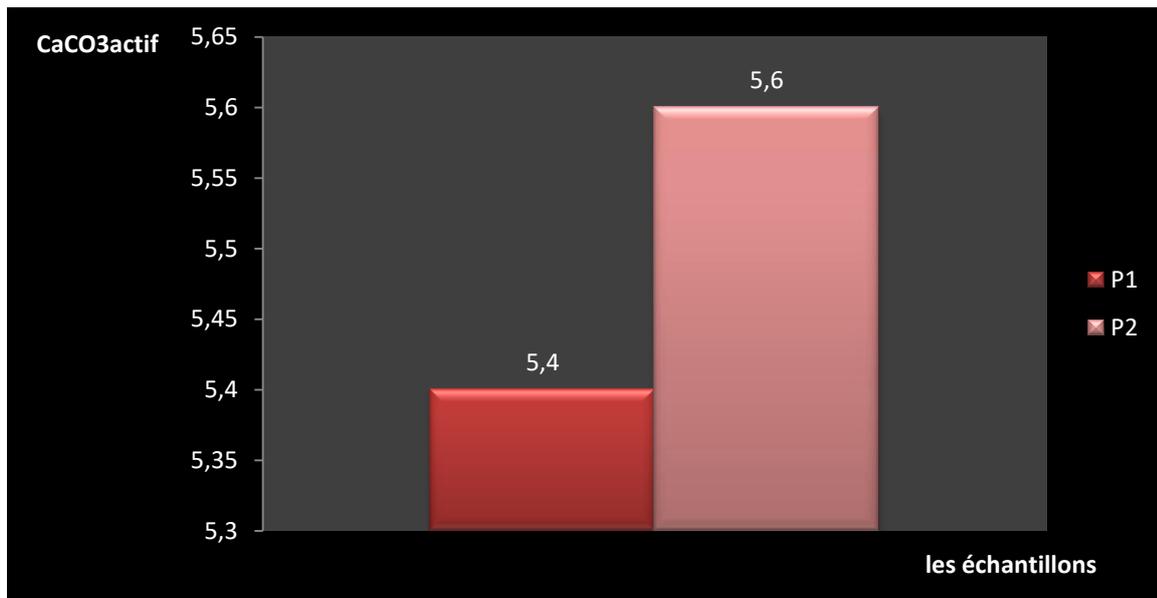


Figure 21. Variation du calcaire actif des sols dans la station Hamma bouziane-Constantine

Pour la station de Hamma bouziane les valeurs du calcaire actif sont d’une valeur de 5.4 pour l’échantillon 1 et 5.6 de l’échantillon 2. Comme le montre le tableau 16 et la figure 20.

Tableau 14. Variation du calcaire actif des sols dans la station guettar el-aiche-el khroub-Constantine

Echantillon	P1	P2
CACO ₃ %	9.10	11.10

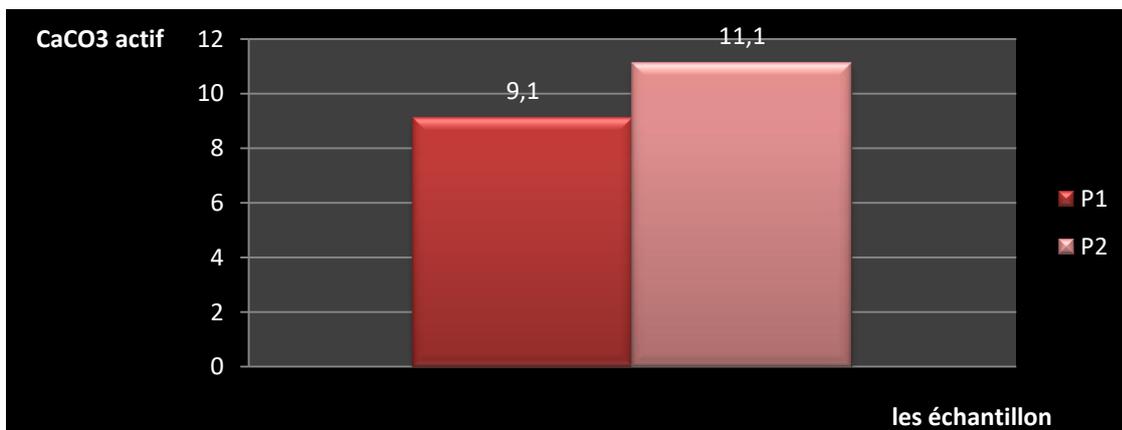


Figure 22. Variation de calcaire actif des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Les valeurs du calcaire actif sont enregistrées dans le tableau 18. Ils sont d'une valeur de 9.10 pour l'échantillon 1 et 11.10 pour l'échantillon 2.

On conclut que la station de guettar el aiche est moins calcaire que la station de Hamma bouziane. Figure 20 et 21.

3.1.4. Matière organique

La matière organique contenue dans le sol est formée essentiellement par de détritux de Végétaux. La matière organique joue un rôle physique dans le sol pour la cohésion, la structure, la porosité, la rétention ou le stockage de l'eau, etc....

► Station guettar el-aiche-elkhroub

Tableau15 : Variation de MO des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Echantillon	P1	P2
Matière organique %	4.88	4.51

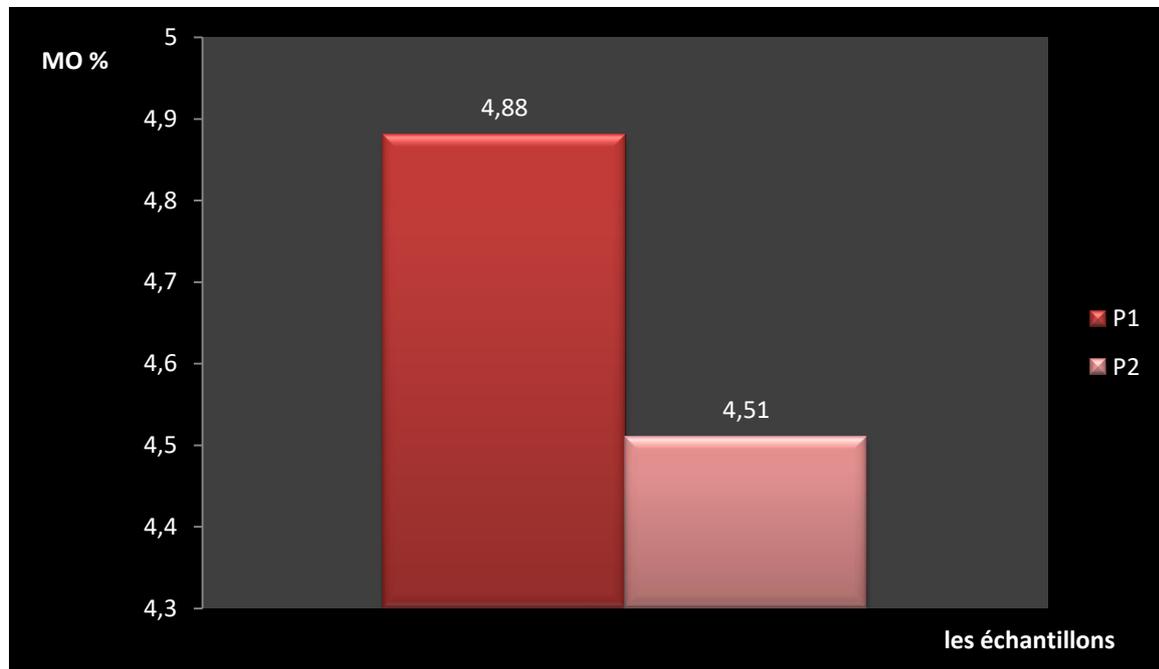


Figure 23. Variation de MO des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

La teneur en matière organique dans les sols étudiés est de 4.51% et 4.88 % pour les échantillons 1 et 2 dans la région de guettar el-aiche. Figure 22 et tableau 18. Ceci montre une variation large de la matière organique (DEJON et al, 1998 in Tir 2001).

► Pour la station de Hamma bouziane le tableau 19, la teneur en matière organique dans les sols étudiés est de 0.774% et 0.946 % pour l'échantillon 1 et 2 consécutive dans la région de hamma bouziane. Ceci ne montre aucune variation de la matière organique.

Tableau 16 : Variation de MO des sols dans la station Hamma bouziane Constantine

Echantillon	P1	P2
Matière organique %	0.774	0.946

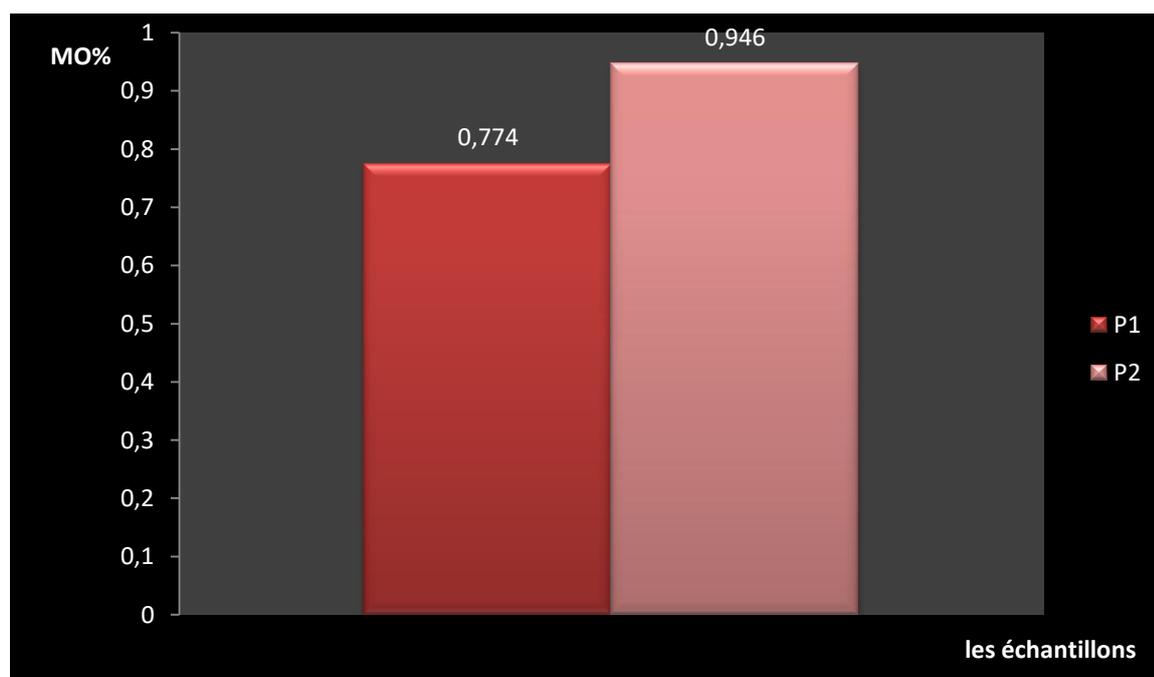


Figure 24 .Variation de MO des sols dans la station hamma bouziane-Constantine

3.1.5 .sulfate

► Station guettar el-aiche-elkhroub

D'après le tableau 20, nous enregistrons les valeurs du sulfate entre 5.04 et 5.27 consécutives pour l'échantillon 1 et 2 de la station de guettar el-aiche-elkhroub. La présence des sulfates résulte de la dissolution des formations gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les couches géologiques. Composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs : calcium, potassium et sodium (Brémond et Wuichard, 1973).

Tableau 17 : Variation de sulfate des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Echantillon	P1	P2
SO ₄ ⁻	5.04	5.27

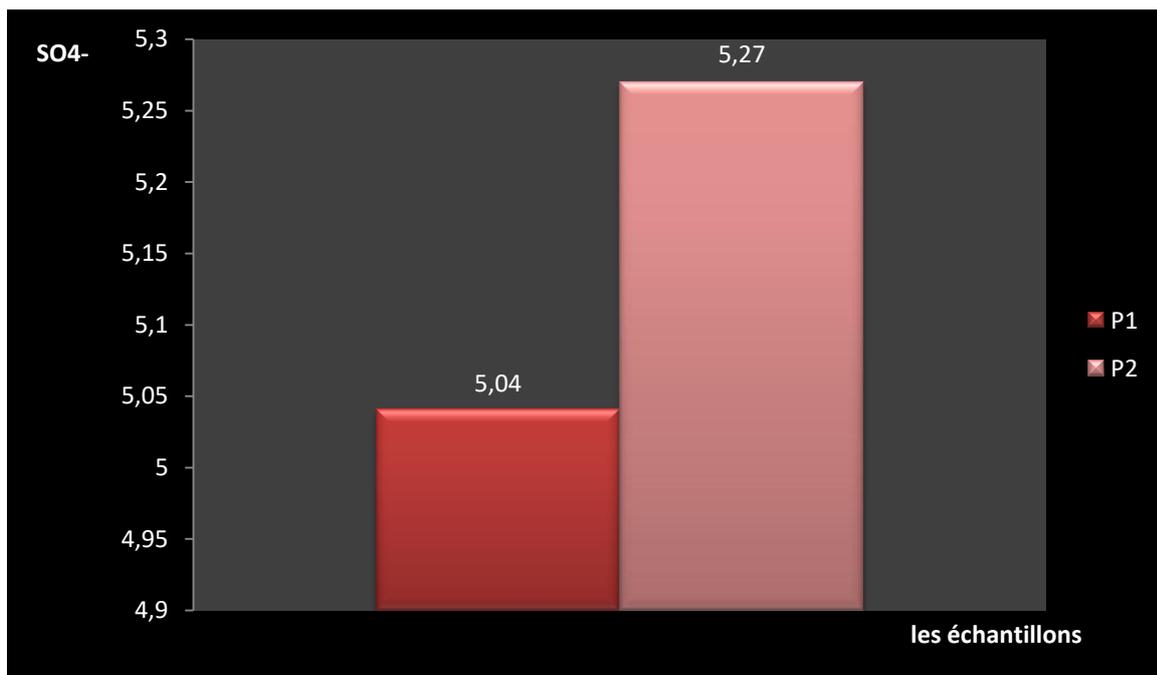


Figure25.Variation du sulfate des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

La figure 24 et le tableau 20 montrent que les teneurs en sulfates sont similaires à 5.04 et 5.27 dans les deux échantillons de la région guettar el-aiche.

► La station de Sadek Hammani

Pour le paramètre de sulfate nous avons eu des échantillons de la station de saddek Hammani, et nous n'avons pas eu les échantillons de la station de Hamma bouziane.

En vue de la réalisation d'un collège (Saddek hamani – Constantine, l'entreprise a opté de faire les analyses du sulfate pour démontrer la compatibilité ou non du sol.

Comme le montre le tableau 21, la figure 25 montrent que les teneurs en sulfates varient légèrement dans les 7 échantillons dans 1 collèges sadek hammani, la plus faible est de 2.18 mg/l a été enregistrée tandis que le teneur la plus élevée est de 11.16 mg/l.

Tableau 18 .Variation de sulfate des sols dans la station saddek hammani-Constantine

Echantillons	1	2	3	4	5	6	7
Poids vide+Extrait=V1	41,94	33,69	28,3	34,04	34,32	29,05	31,56
Poids vide=V2	9 ,79	9,83	9,92	9 ,83	9,74	9,79	9 ,77
V+V1+V2	32,15	23,86	18 ,38	24,21	24,58	19,26	21,79
F=100/V	3,11	4 ,19	5,44	4,13	4,06	5,19	4,59
F*r	6,22	5,87	2,18	3,10	11,16	3 ,63	10,33
SO ₄ ⁻ r=meq /L	2,00	1,41	0,40	0,75	2 ,75	0,70	2,25

Les origines du sulfate semblent toujours être la formation et l'accumulation de sulfure de fer (pyrite, marcasite, mackinawite, greigite. Ces sols sont souvent plus vulnérables à l'érosion, à la dégradation et à la salinisation. Lorsque le sol est riche en sulfate mais du pH acide ils deviennent plus vulnérables que les sols basique à de nombreuses pollutions (par les métaux lourds par exemple, qui sont plus mobiles et bio assimilables dans un substrat acide).

Pour le sol de guettar el-aiche-elkhroub nous avons enregistré une légère acidité donc la réalisation des projets de construction n'est pas vulnérable, la même observation est enregistré pour la station de saddek hammani.

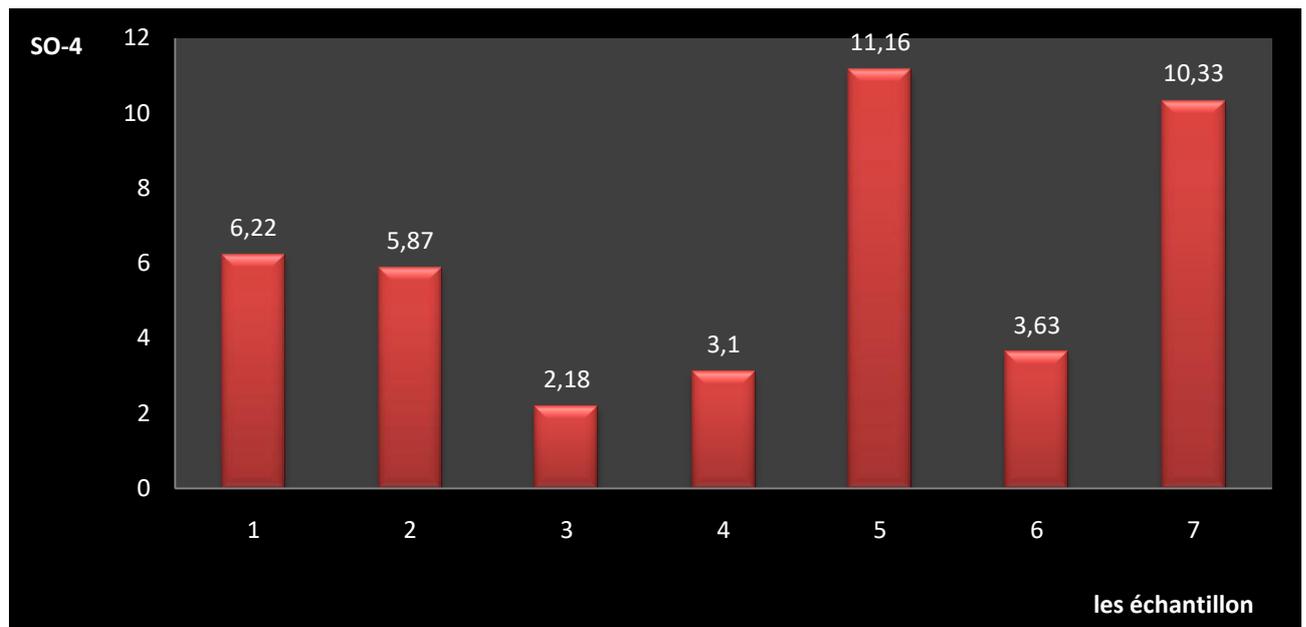


Figure 26:variation de sulfate des sols dans la station collèges sadek hammani-Constantine

3.1.6. Chlorures

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux extraites du sol.

Les résultats du chlorure sont porté sur le tableau 22, et la figure 26 montre bien ces variations. Les échantillons analysés concernent la station de guettar el-aiche-elkhroub. Cette variabilité diffère légèrement entre les échantillons prélevés.

La figure 26 montre que les teneurs en chlorures varient dans les deux échantillons P1 à 0.5 et P2 à 1.50.

Tableau19.Variation des chlorures des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

echantillon	P1	P2
cl ⁻	0.50	1.45

La salinisation d'un sol est son enrichissement en sels solubles tel que les chlorures, carbonates, sulfates - de sodium, magnésium et calcium. Le sol est considéré comme salé si la concentration dépasse 1 à 2 % dans les 20 cm supérieurs. Lorsque la texture du sol favorise la capillarité, et si la nappa aquifère est peu profonde, des sels, des bases et des composés

sodiques se déposent facilement dans la tranche des racines et ce mécanisme quand il est dû à des activités humaines se nomme salinisation secondaire, **Net 4.**

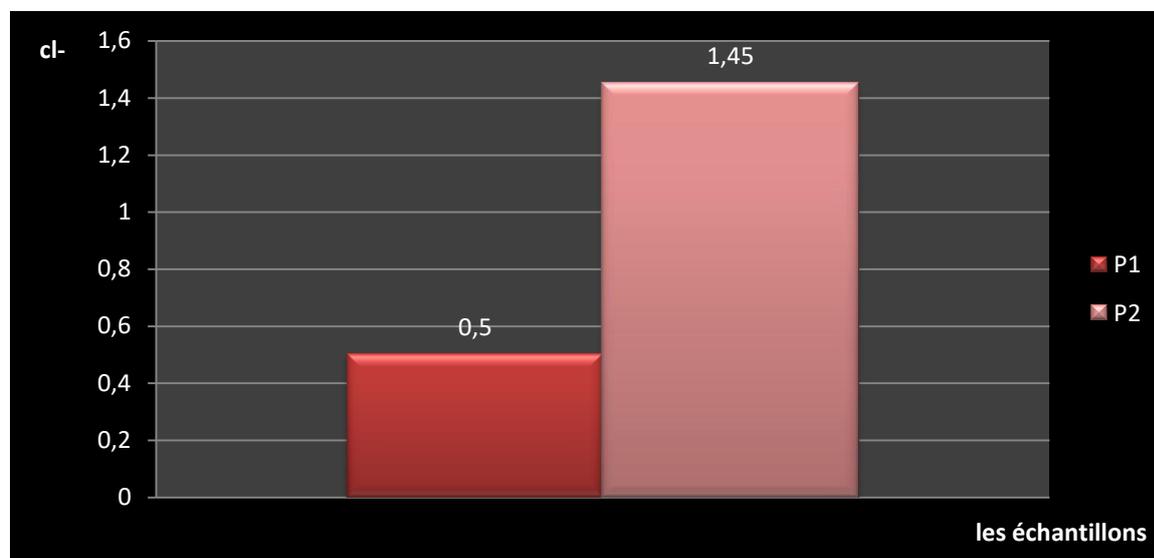


Figure 27. Variation de chlorures des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

3 .1.7 Phosphores assimilables et phosphores totale

Phosphore assimilables

La disponibilité du Phosphore assimilable du compost dans le sol dépend de la minéralisation de la matière organique, des réactions de fixation de cet élément, de la nature et de la qualité du compost mais aussi de la nature du sol et des conditions climatiques.

Tableau 20. Variation de P_2O_5 des sols dans la station guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Echantillon	P1	P2
P_2O_5 (ppm)	11	7

D'après le tableau 23, nous enregistrons des teneurs en phosphores assimilable variant dans les deux échantillons P1 et P2 à 11ppm et 7ppm consécutivement.

Les agronomes se sont préoccupés de la caractérisation du phosphore du sol. Leur objectif était d'établir un diagnostic du comportement des cultures, d'élaborer un pronostic sur la fertilité phosphorée d'un sol et des recommandations en matière de fertilisation.

Il est rapidement apparu que certaines formes du phosphore étaient difficilement accessibles aux plantes (phosphore apatitique). La notion de phosphore assimilable a alors été définie pour désigner la fraction de phosphore susceptible d'être absorbée par les racines (**Vanden Bossche, 1999 cité par ZEMOURA ABD EL KADER .2005**).

Ainsi, dans un premier temps, on s'est efforcé de corréler la production agricole à une quantité de phosphore dit « assimilable » extrait par un réactif chimique. (**ZEMOURA ABD EL KADER .2005**).

L'estimation du phosphore assimilable constitue un outil utile pour raisonner la fertilisation phosphatée des grandes cultures.

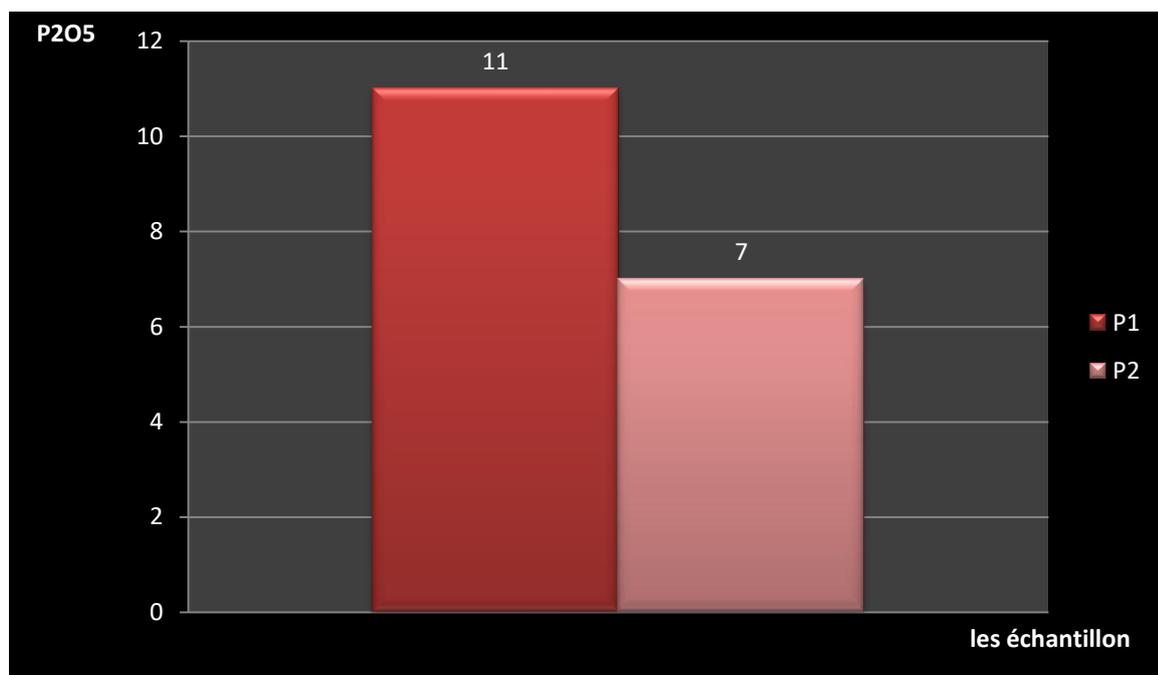


Figure 28. Variation de P_2O_5 des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

Phosphore totale

D'après le tableau 24 et la figure 27 qui a bien illustré les variations du phosphore totale, nous enregistrons les teneurs de phosphores totales similaires dans les deux échantillons dont

P1 à 0.184 et P2 à 0.126 de la station de guettar el-aiche. Selon **Calvet et Villemin, 1986** notre sol est classé comme pauvre en phosphore (**annexe1**).

Tableau 21. Variation de P_2O_5 des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-

Constantine

échantillon	P1	P2
P_2O_5 totale %	0,184	0,126

L'analyse du phosphore total des sols nécessite une transformation de formes relativement insolubles vers des formes solubles compatibles avec les méthodes de dosage calorimétrique. Diverses méthodes ont été proposées pour l'extraction du phosphore total par exemple la fusion Na_2CO_3 ,

En agronomie la fixation du phosphore (P) intervient lorsqu'il est appliqué au sol, quelle que soit la marque de l'engrais ou sa composition chimique. La fixation intervient lorsque P réagit avec d'autres minéraux pour former des composés insolubles et devient indisponible pour les cultures. Il y a adsorption du phosphore, souvent sous forme phosphate PO_4 .

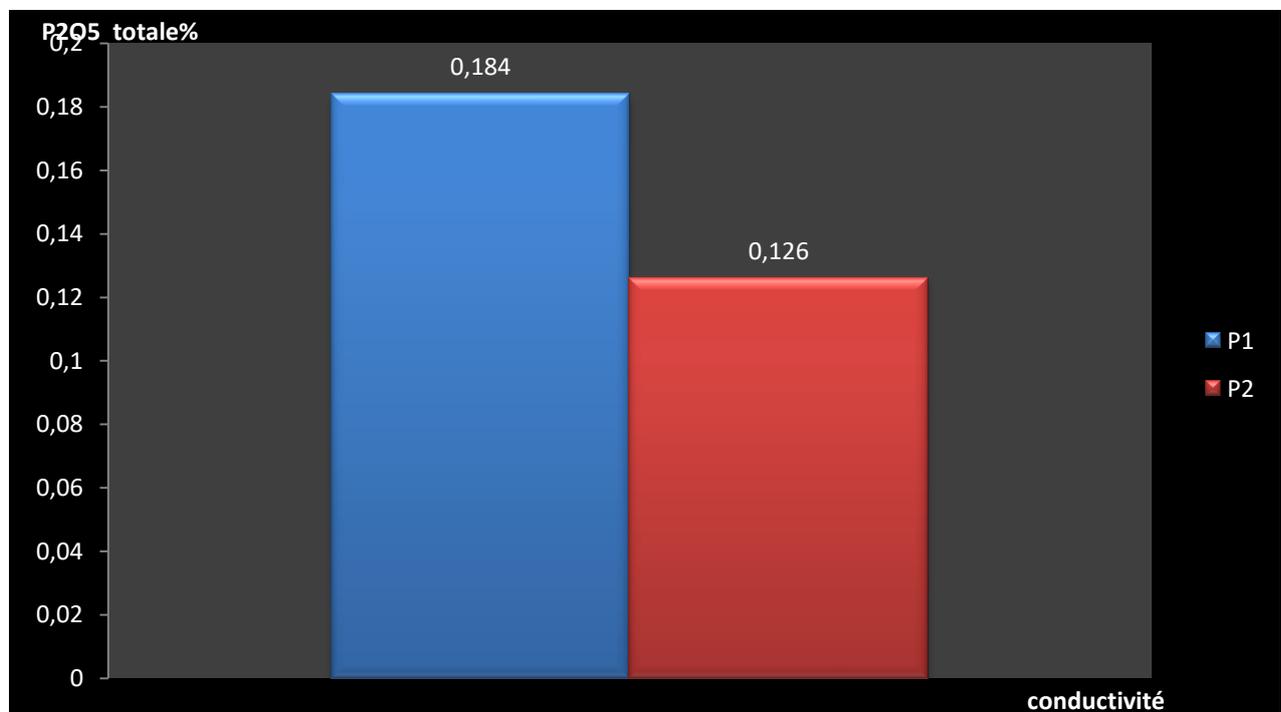


Figure 29. Variation de P_2O_5 totale des sols dans la région guettar el-aiche-elkhroub-Constantine

CONCLUSION

Conclusion générale

Les sols constituent une des ressources naturelles essentielles de la Terre, cependant ils sont souvent considérés comme acquis. La plupart des gens ne réalisent pas qu'ils sont en fait un véritable monde vivant servant de support à presque toute vie terrestre. Les sols et leurs fonctions au sein d'un écosystème varient fortement d'un endroit à un autre à cause de nombreux facteurs comme les différences de climat, les matériaux dont ils sont issus et la position du sol au sein de son environnement. Le sol a été défini comme un corps naturel comprenant des couches (horizons) qui sont composées de matériaux altérés minéraux, de matières organiques, d'air et d'eau.

Les scientifiques, ingénieurs, agriculteurs, constructeurs et autres professionnels prennent en compte les propriétés physique et chimique d'un sol, ainsi que sa température et son humidité pour prendre de tel ou tel décision.

Cependant, lors de notre étude, nous avons choisi deux stations dans la région de Constantine. La première station est celle de Guettar el aiche et l'autre est celle de Hamma bouziane. Les échantillons ont été traités au niveau de l'ANRH.

Les résultats physicochimique nous ont permis d'enregistré les résultats suivant :

- ✓ Le sol de la station de Guettar el aiche est acide alors que la station de Hamma bouziane est alcalin.
- ✓ Le sol des deux stations est peu salin
- ✓ Le sol de la station de Hamma bouziane est fortement calcaire alors que le sol de Guettar el aiche est moins calcaire.
- ✓ Pour la teneur en chlorures et au sulfates les deux stations ont enregistrés de faible teneurs.
- ✓ La teneur en matière organique est différente entre les deux stations dont nous avons enregistré une teneur élevé pour la station de Guettar el aiche alors qu'elle est faible dans la station de Hamma bouziane.

D'après les résultats obtenu ; nous constatons que les deux stations sont idéale pour réussir les travaux de construction ou les activités agricole.

Pour perspective, il est intéressant d'élargir le nombre de station ainsi que le type des analyses tels que les analyses biologiques et chimiques (métaux lourds).

LES REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographique

Aziable E, Tchegueni S .2014. Etude De La Disponibilité Du Phosphore Assimilable Des Compostes De Déchets Urbains Dans Deux Sols Différents .Laboratoire De Gestion,Laboratoire De Chimie Atmosphérique.Université De Lomé , Lomé. 10^{ème}éditions .Togo.

Bioschot F ,Hebert G. 1947 . Sur Le Dosage Du Calcaire Actifs Des Sols Par La Méthode A L'oxalate D'ammonium N°4 P522-529

Brunel P .Traite Pratique De Chimie Végétale .tome 2. P 382-387

Boudoudou H , Hassikou R ,Ouazzani Touhami A, Badoc A, Douira A.2009. Paramètres Physicochimiques Et Flore Fongique Des Sols De Rizières Marocaines. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, , 17-44 , 148 P

Bensabeur f .2018 .l'effet de l'incorporation de la matière organique sur les propriétés physico-chimique des sols salés de la plaine de la mina. mémoire de master en biologie phytotechnologies appliquées au sol pollués. réalite au inside de matmar relizane . relizane .106 P

Centre D'expertise En Analyse Environnementale Du Québec, 2011. Détermination Du Phosphore Total Dans Les Effluents : Digestion A L'autoclave Avec Persulfate, Méthode Colorimétrique Automatisée, Ma. 315 – P 2.0, Ministère Du Développement Durable, De L'environnement Et Des Parcs, , 11 P.

Charle Karemangingo. 2004. Problème Environnemental Lié Au Phosphore Dans Les Sols Du N.-B. Mapa- P001

Clément. M, 1972 , Les Principaux Sols Du Monde. Voyage Au Centre De L'épiderme De La Planète Terre. *Lavoisier, Editions Tech & Doc*, 233 P.

Douafer L. 2009. Evaluation De La Pollution Des Sols De Quelques Biotopes De L'est Algérien Par L'utilisation D'un Bioindicateur, *Helix Aspersa* (Mollusca, Gasteropoda): Inventaire, Activité Enzymatique Et Composition Physico-Chimique Du Sol. Mémoire De Magister En Biologie Et Physiologie Animale . Université Badji Mokhtar – Annaba. Pp113

Drouineau G.1942 .441-50 P

Introduction De Sol . Globe . 19 P

Laurent J ,Brossard M . 1991.Etude Comparée Da La Détermination Du Phosphore Total De Sols Tropicaux .Laboratoire De Matière Organique Des Sols Tropicaux,Orstom, Bp 8006 ,F-97259 Fort De France Cedex,Martinique N° 3 , 285 P

Mebarkia .A , Khellaf .N. 2020. Dynamique Des Eléments Nutritifs Dans Le Barrage De Bouhamdane Dans Le Nord-Est Algérien , 76 P

Mohamed Seghir .S,Yahi. H.2017. Caractérisation Physico-Chimique Des Sols Et Des Eaux D'irrigation De La Zone Kef Tiour Wilaya De M'sila ,mémoire de master académique en science du sol et environnement. Université Mohamed Boudiaf De M'sila 100 P

Monique M. 2009, *L'homme Et La Sécheresse*, 1995, Coll. Géographie

Laurent J ,Brossard M . 1991. Etude Comparée De La Détermination Du Phosphore Total De Sols Tropicaux .Laboratoire De Matière Organique Des Sols Tropicaux,Orstom, Bp 8006 ,F-97259 Fort De France Cedex,Martinique N° 3 , 285 P

Susint.J ,Avisse B,Oumedjbeur B,Yahyathene Y. Analyses Physico-Chimique Des Sols . Direction Des Etudes De Milieu Et La Recherche Hydraulique 38 P

Saadaoui A .Kerromi A.2017. Comparaison Physico-Chimique Et Biologique De Sols Régions De La Wilaya D'adjar : Tsabit ,Reggan,Et Ouled Aissa Timmi. Mémoire De Master Chimie De L'environnement . Université D'adjar. 86 P

Truog .1930 . The Determination Of Readily Available Phosphorus Of Soils .882 P

Virmant , Moulinier .Mazoyer.1966. Contribution A L'étude De Méthodes De Dosage De L'acide Phosphorique Assimilable Des Sols.agron .P 143-155

Viellefon.J. Compte Rendu Simplifié Du Symposium Sur Les Sols Acides A Sulfates Wageningen (Pays-Bas) , ; Cah. Orstom, Série Pédol., Vol.Xi, N°2, 1973:193-198 ; Août 1972 / Ird (Pdf, 6 Pages)

Zemoura. A .2005 . Etude Comparative De Quelques Méthodes De Dosage Du Phosphore Assimilable Des Sols Calcaires En Région Semi Aride W De Batna.

1954. Caractérisation Et Amélioration Des Sols Salés Et Des Sols Alcalins.Laboratoire De Riverside . Usa. 270 P

Sites d'internet

- Net 1 : <https://www.lenntech.fr/sulfates.htm#ixzz76xG89AOD>

-Net 2 : <http://www.alismiri.com/uploads/coursCES2.pdf>

-Net3 :<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/gestion-de-l-environnement-pollution/la-degradation-des-sols-en-france-et-dans-le-monde>

Net 4 : <https://www.futura-sciences.com/>

LES ANNEXES

Les annexes :

Annexe 01 : Normes d'interprétation du phosphore assimilable **Calvet et Villemin, 1986**

Taus de phosphore assimilable en ppm	< 30 ppm	30-50 ppm	50-100 ppm	100-200 ppm
	Très faible	pauvre	Moyennement pauvre	riche

Annexe 02: Classification des teneuses en matière organique (MO) dans le sol.

MO (%)	sol
< 1%	Taux très faible; sol très pauvre en MO
1,2%	Taux faible; sol pauvre en MO
2,4%	Bonne; sol riche en MO.
>4%	Très bonne; sol très riche en MO

(DEJON et al, 1998 in Tir 2001).

Annexe03: classification du sol selon la teneur on CaCO₃.

% CaCO ₃	Teneur
< 1%	Horizon non calcaire
1 à 5	Horizon peu calcaire
5-25	Horizon modéré calcaire
25-50	Horizon fortement calcaire
50 à 80%	Horizon très fortement calcaire
> 80%	Horizon excessivement calcaire

Année universitaire : 2021/2022

Présenté par :MAKHLOUF KHADIDJA

Intitulé : Contribution à l'évaluation des caractéristiques physico-chimique et la qualité du sol dans la région Constantine

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en écologie fondamentale et Appliquée

Résumé :

Le sol est une ressource renouvelable. Il se fait à partir de la roche sous-jacente (le granite, le calcaire, le basalte, le grès, le schiste...). Cette roche-mère s'altère, se transforme par les actions conjuguées de la vie animale et végétale, de l'eau, de l'air. La qualité du produit, c'est-à-dire la richesse, la fertilité, la potentialité du sol par rapport à la vie, est le résultat de la richesse des roches, de l'agressivité des climats (humidité, température) qui appauvrissent plus ou moins vite les sols, mais aussi des érosions naturelles qui régénèrent, rajeunissent en permanence les sols appauvris par la vieillesse.

Dans ce modeste travail nous avons étudié les caractéristique physicochimique de la région de Constantine, plus exactement en deux stations importante, que la grande majorité des agriculteurs et des grande entreprise présente leur demande à l'ANRH pour connaitre la qualité de leur station.

Les deux stations prisent comme un moyen d'échantillonnage, la station de Guettar el-aiche-elkhroub et Hamma bouziane dans la région de Constantine ainsi qu'une station de Constantine centre pour l'analyse du sulfate.

Les analyses effectuées pour ces deux stations sont le pH, la conductivité, ainsi que le bilan ionique

(chlorure,sulfate), le phosphore, et calcaire total et calcaire active.

Les résultats obtenus montrent que la station de Guettar el-aiche est acide, le sol de la station de Hamma bouziane est alcalin avec une salinité peu modéré. En ce qui concerne le calcaire, les sols des deux stations sont fortement calcaires. Par conséquence, ces résultats vont faciliter les projets de Construction ainsi que les activités agricoles.

Mots clés : sol, Analyse physicochimique, bilan ionique, pH, conductivité

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Biologie et Environnement.

Jury d'évaluation :

Rapporteur : BOUTERAA Mahdia MA ENSC AssiaDjebbar Constantine3

Examineur 1 : BAZRI Kamel-eddine MCA Université des frères Mentouri Constantine1

Examineur 2 : KERBOUA Fayçal MA ENSC AssiaDjebbar Constantine3

Date de soutnance : /06/2022