

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

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la technologie*

*Département Génie de l'Environnement*

# *Mémoire*

*Présenté pour obtenir*

**LE DIPLOME DE MASTER**

FILIERE : Génie des procédés

**Spécialité : Gestion des changements environnementaux en méditerranée**

Par

➤ **BENMESSAOUD SANA**

*Intitulé*

*Les stocks de carbone organique du sol de la région de Monti  
(ITALIE)*

*Soutenu le : 19-09-2022*

*Devant le Jury composé de :*

| <i>Nom &amp; Prénom</i> | <i>Grade</i> | <i>Qualité</i>    | <i>Etablissement</i> |
|-------------------------|--------------|-------------------|----------------------|
| <i>M.H.Faid</i>         | <i>MCA</i>   | <i>Présidente</i> | <i>Univ-BBA</i>      |
| <i>M. A.Hellati</i>     | <i>MCA</i>   | <i>Encadreur</i>  | <i>Univ-BBA</i>      |
| <i>M.A.Dilmi</i>        | <i>MCB</i>   | <i>Examineur</i>  | <i>Univ-BBA</i>      |

*Année Universitaire 2021/2022*

# Remerciements

*Avant tout je remercie Dieu qui m'a donné la force et le courage  
pour réaliser ce modeste travail*

*Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Monsieur HELLATI Abdelhak, Directeur de thèse et Professeur à l'université de Bordj Bou Arreridj, pour avoir accepté de diriger ce travail tout au long de sa réalisation, je le salue également pour ses précieux conseils, remarques et corrections qui ont permis l'élaboration de ce manuscrit.*

*Je tiens à remercier également le laboratoire de l'analyse du sol à Sassari pour l'utilisation importante de leurs matériels et le soutien que j'y ai reçu.*

*Je tiens également à remercier, les membres de jury d'avoir accepté d'honorer notre soutenance de leur prudence, qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.*

*Je tiens à remercier particulièrement tous les membres du Département de génie d'environnement Pour leurs soutiens et leurs aides je remercie aussi tous nos amis pour leurs aides, leurs patiences, leurs compréhensions et leurs encouragements, particulièrement.*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail*

# *Dédicace*

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute Notre existence*

*Je dédie ce modeste travail aux deux bougies qui ont éclairé ma vie.*

*À ma mère qui m'a toujours encouragé à aller de l'avant, pour son amour inestimable, pour sa confiance, ses sacrifices et toutes les bonnes valeurs qu'elle a su m'inculquer ;*

*À celui qui m'a toujours encouragé et qui m'a appris le sens de la vie, à papa Abdelhalim.*

*A mes frères: Bassem, Mohammed, Wassim.*

*Et mon fiancé : Mehdi*

*Qui m'a assisté dans les moments difficiles et m'a pris doucement par la main pour traverser ensemble des épreuves pénibles....*

*A mes chères amies : Samira, Safa, Dounia, Yousra, Hayet, Hanene, Kaouthar, Ismahene, Sara, Manal, Khaoula, Soumia, IKram, Mouna.*

*A la fin, je dédie ce travail à tous les étudiants de ma promotion du Parcours de formation Master pro «Gestion du changement environnemental en méditerranée» et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*« Je réitère la bénédiction de DIEU pour continuer la mission qui M'a été confié ».*

# *SOMMAIRE*

## SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| Liste des figures  |           |
| Liste des tableaux   |           |
| Liste des abréviations   |           |
| Introduction générale.....   | 01        |
| <b>PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>                                 |           |
| <b>CHAPITRE I : Les Sols, Généralités</b>                                      |           |
| I.1. Introduction.....   | 05        |
| I.2. Définitions de sol.....   | 05        |
| I.3. Importance et fonction du sol.....  | 06        |
| I.4. Composition de sol.....   | 07        |
| I.4.1. La fraction minérale.....   | 07        |
| I.4.2. La fraction organique.....  | 07        |
| I.5. Type de sol.....  | 08        |
| I.5.1. Le sol argile.....  | 08        |
| I.5.2. Le sol sable.....   | 08        |
| I.5.3. Le sol limon.....   | 08        |
| I.5.4. Le sol Humus.....   | 09        |
| I.6. Les propriétés physico-chimiques du sol.....                              | 09        |
| I.6.1. Capacité d'échange cationique et anionique.....                         | 09        |
| I.6.2. pH du sol.....  | 10        |
| I.6.3. Matière organique.....  | 11        |
| <b>DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPERIMENTALES</b>                                  |           |
| <b>CHAPITRE II : Matériels et Méthodes</b>                                     |           |
| II.1. Présentation de la zone d'étude.....                                     | 14        |
| II.2. Sélection des sites d'échantillonnage et prélèvement d'échantillons..... | 15        |
| II.3. Les analyses au laboratoire.....   | 17        |
| II.3.1. Les analyses physico-chimiques.....                                    | 17        |
| II.3.1.1. Mesure du pH.....  | 17        |
| II.3.1.2. Mesure de la conductivité électrique (CE).....                       | 18        |
| II.3.2. Analyse chimique.....  | 20        |
| II.3.2.1. Détermination de la capacité d'échange cationique CEC.....           | 20        |
| II.3.2.2. Dosage du phosphore assimilable (méthode Olsen).....                 | 25        |
| II.3.2.3. Analyse d'éléments C.H.N.....  | 29        |
| II.3.2.4. Dosage du Carbonates.....  | 31        |
| <b>CHAPITRE III : Résultats et Discussions</b>                                 |           |
| III .1. Résultats et discussions.....  | 33        |
| III.1.1. Les analyses physico-chimiques.....                                   | 33        |
| III.1.1.2. pH.....   | 33        |
| III.1.1.2. La conductivité.....  | 34        |
| III.1.2. Analyse chimique.....   | 36        |
| III.1.2.1. La capacité d'échange cationique CEC.....                           | 36        |
| III.1.2.2. Phosphore assimilable.....  | 38        |
| III.1.2.3. Analyse d'éléments C.H.N.....                                       | 39        |
| <b>Conclusion générale.....</b>  | <b>42</b> |
| <b>Références bibliographiques</b>   | <b>/</b>  |
| <b>Résumé</b>  | <b>/</b>  |

# ***LISTE DES FIGURES***

**LISTE DES FIGURES**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figure I.1:</b> Couche du sol.....   | <b>05</b> |
| <b>Figure I.2:</b> Le sol en tant que réservoir, tampon et transformateur vis-à-vis des polluants. . .  | <b>06</b> |
| <b>Figure I.3:</b> Les constituants d'un sol.....   | <b>07</b> |
| <b>Figure I.4:</b> Le sol argile.....   | <b>08</b> |
| <b>Figure I.5:</b> Le sol sable.....  | <b>08</b> |
| <b>Figure I.6:</b> Le sol limon.....  | <b>08</b> |
| <b>Figure I.7:</b> Le sol humus.....  | <b>09</b> |
| <b>Figure I.8 :</b> schéma présentation de complexe adsorbant.....  | <b>10</b> |
| <b>Figure II.1:</b> Localisation de la zone d'étude.....  | <b>14</b> |
| <b>Figure II.2:</b> Le Vigne.....   | <b>16</b> |
| <b>Figure II.3:</b> Chêne-liège naturel ( <i>Quercus suber</i> ).....   | <b>16</b> |
| <b>Figure II.4:</b> le pH mètre.....  | <b>18</b> |
| <b>Figure II.5:</b> Les photos montrant (a) Agitateur à mouvement alternatif ; (b) Conductimètre et cellule ; (c) La solution de référence KCl ; (d) Les échantillons ; (e) La Centrifugeuse.....   | <b>20</b> |
| <b>Figure II.6:</b> Le spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme.....  | <b>23</b> |
| <b>Figure II.7:</b> Les photos montrant (a) les flacons et les tubes de centrifugation ;(b) papier filtrent ;(c) mesure de la masse du tube + l'échantillon (B) ;(d) la solution (10%) trichlorure de lanthane ( $LaCl_3$ ) ;(e) les échantillons de Na et K ; (f) les échantillons de Ca et M..... | <b>24</b> |
| <b>Figure II.8 :</b> Titrage EDTA.....  | <b>25</b> |
| <b>Figure II.9 :</b> le spectrophotomètre (agilent CARY 60).....  | <b>28</b> |
| <b>Figure II.10:</b> Les photos montrant (a) le balance ; (b) les échantillons après et avant la filtration ; (c) le changement de couleur ; (d) filtre à membrane de 0.45 $\mu m$ .....  | <b>29</b> |
| <b>Figure II.11:</b> Schématisation d'un analyseur élémentaire.....   | <b>30</b> |
| <b>Figure II.12 :</b> Les photos montrant (a) capsule en plastique ; (b) cône en feuille d'étain ;(c) analyseurs élémentaires.....  | <b>30</b> |
| <b>Figure II.13:</b> La rectifieuse.....  | <b>31</b> |
| <b>Figure III.1 :</b> la variation du ph de différents échantillons de sol.....   | <b>33</b> |
| <b>Figure III.2 :</b> la variation du la conductivité de différents échantillons de sol.....  | <b>35</b> |
| <b>Figure III.3.a :</b> Variation de la CEC de différents échantillons de sol.....  | <b>37</b> |
| <b>Figure III.3.b :</b> Variation des teneures des cations de différents échantillons de sol.....   | <b>37</b> |
| <b>Figure III.4 :</b> Variation des teneures de phosphore de différents échantillons de sol.....  | <b>38</b> |

# **LISTE DES TABLEAUX**



**LISTE DES TABLEAUX**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tableau 01</b> : Localisation des échantillons de sol.....          | <b>15</b> |
| <b>Tableau 02</b> : Les mesures du pH.....                             | <b>33</b> |
| <b>Tableau 03</b> : Les mesures de la conductivité.....                | <b>34</b> |
| <b>Tableau 04</b> : Résultats des analyses chimique de sol.....        | <b>36</b> |
| <b>Tableau 05</b> : Résultats des analyses les matières organique..... | <b>39</b> |

**LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**μS/cm** : microséismes par centimètre

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium

**C** : Carbone de la matière organique ou du CO<sub>2</sub>

**C/N** : Rapport entre le carbone total et l'azote total

**CE** : Conductivité électrique

**CEC**: Capacité d'échange cationique

**CO**: Carbone organique

**E.D.T.A**: Acide éthylène diamine tétra-acétique.

**ETM** : Eléments traces métalliques

**HAP** : Hydrocarbure aromatique polycyclique

**K<sup>+</sup>** : Potassium.

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium

**Mg/kg** : Milligramme par kilogrammes

**mg/l** : Milligramme par litre

**meq/l**: Milli équivalent par litre.

**mol**: Mole

**Na<sup>+</sup>** : Sodium

**N**: Azote

**pH** : Potentiel d'hydrogène

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** : phosphore assimilable

**g/kg** : Grammes par kilogrammes

# **Introduction Générale**

### **Introduction générale :**

Les matériaux terreux dans lesquels poussent les plantes sont connus sous le nom de sol, qui vient du mot latin "solum". Le sol est défini comme un corps indépendant dans la nature avec une morphologie unique de la surface jusqu'à la matière mère, exprimée par le profil de l'échantillon. Le sol est la fine couche qui recouvre la surface de la terre et qui se forme lors de l'altération des roches. Le sol est principalement composé de matières organiques, de minéraux et d'organismes vivants. Presque toutes les plantes tirent leurs nutriments du sol, qui constitue la principale source de nourriture pour tous les organismes vivants. Le sol a la capacité d'éliminer les impuretés, de détruire les maladies qui causent des effets nocifs et de dégrader les contaminants. Le sol absorbe principalement l'oxygène et le méthane qui libèrent le dioxyde de carbone et l'oxyde nitreux. Le sol fournit un support physique à tous les autres facteurs tels que l'air, l'eau, la modération de la température, les nutriments et la protection contre les toxines nocives. La conservation de la matière organique morte en nutriments pour les plantes a lieu dans le sol. La plupart des êtres vivants dépendent du sol pour leur existence. Le sol est la ressource la plus précieuse qui doit être conservée correctement car il s'abîme facilement et est emporté par le vent. Si nous comprenons que le sol est une source importante de vie, nous éviterons de détruire l'un des principaux éléments constitutifs de notre environnement et de notre sécurité alimentaire. Le sol est composé de divers éléments ; la composition du sol et la proportion de ces éléments influencent grandement les propriétés physiques du sol, notamment sa structure et sa porosité. Ces propriétés influencent les mouvements de l'air et de l'eau dans le sol et donc la capacité du sol à fonctionner. Le sol joue un rôle important dans la quantification des paramètres physiques, chimiques et biologiques qui ont un impact sur la productivité et la durabilité de l'agriculture. [1]

L'étude des paramètres physicochimiques du sol est importante à l'agrochimiste pour les cultures, la croissance des plantes et le sol gestion. L'analyse du sol est le seul moyen de déterminer l'état des nutriments dans le sol et la seule façon de développer engrais recommandation. Résultat de l'essai physicochimique l'analyse fournit des informations sur la capacité du sol à fournir minéraux nutritifs. [2]

Notre étude vise la détermination et la connaissance des propriétés physico-chimiques des sols le pH avec les ions métalliques comme : le carbone, le phosphore, le soufre et la concentration de Ions métalliques importants qui sont utiles à des activités agricoles saines et riches comme K, Na, Mn, Ca de la région de Sassari-Italie.

Le présent document est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre comporte l'étude bibliographique qui porte essentiellement sur une définition du sol, leurs propriétés et les types de sol

Le deuxième chapitre, concerne la caractérisation du milieu physique, objet de cette étude et la méthodologie du travail qui consiste au choix de la méthode adoptée et le matériel utilisé pour la réalisation du présent travail.

Le troisième chapitre englobe les résultats obtenus et leurs discussions, ce chapitre constitue l'essentiel de ce mémoire.

Enfin, nous terminons ce travail avec une conclusion générale dans laquelle nous présentons l'essentiel des résultats.

**PREMIÈRE PARTIE :**  
**ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I :**  
**Les Sols, Généralités**

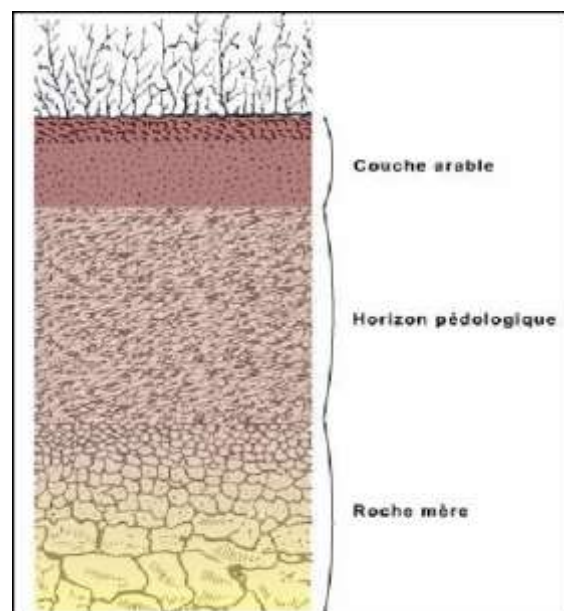
**I.1. Introduction :**

Le sol est un élément vital, un milieu de nutriments et de matériaux non consolidés, qui constitue la couche de vie des plantes. Il s'agit d'un élément de base du maintien de la vie dans la biosphère. L'étude physico-chimique des paramètres est importante pour les agronomes, Chimistes agricoles pour la croissance des plantes et la gestion des sols. [3-4].

La fertilité du sol dépend de la concentration de N, P, K, des matières organiques et inorganiques, de la conductivité. Les propriétés physico-chimiques telles que la teneur en eau, la gravité spécifique L'azote est un engrais nécessaire à la croissance des plantes. Le potassium est utilisé pour la floraison, il est également nécessaire pour la construction des protéines, la photosynthèse, la qualité des fruits et la réduction des maladies, et le phosphate est utilisé pour la croissance des racines des plantes. Le calcium est un élément essentiel de la paroi cellulaire des plantes, qui assure le transport normal et la rétention d'autres éléments. [5-8]

**I.2. Définitions de sol :**

Le sol est formé de plusieurs couches (horizons), l'ensemble de ces horizons que l'on distingue sur une coupe se nomme "SOLUM"



**Figure I.1 :** Couche du sol

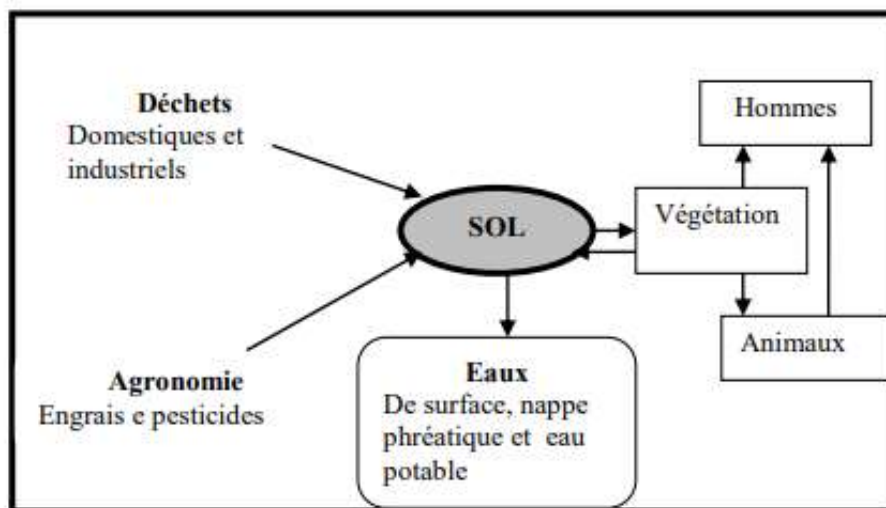
Le sol correspond à la couche supérieure meuble de la croûte terrestre. En dehors des constituants primaires issus de la roche mère (silicates, carbonates), le sol comprend des constituants secondaires minéraux (argiles, oxydes, hydroxydes), des constituants organiques formés à partir des résidus végétaux et animaux (humus), d'eau, d'air et d'organismes vivants.



Ces divers constituants ont des propriétés de surface et de charge qui leur confèrent de remarquables capacités de rétention. Cependant le sol est un milieu vivant, complexe et dynamique, en évolution constante sous l'effet de différents paramètres tels que le climat, la topographie, la végétation et l'action de l'homme. Il joue un rôle d'interface entre les phases liquides et gazeuses dans l'environnement où il intervient comme système source, système transformateur, et système de transfert des éléments en trace. [9]

### I.3. Importance et fonction du sol

Par rapport au diamètre de la terre, le sol, enveloppe externe de la terre, est extrêmement mince. Il constitue la base et l'espace de vie pour les hommes, les animaux, les plantes et les microorganismes : Le sol est un bien qui nécessite une très haute protection. En tant que partie du cycle naturel, le sol remplit de nombreuses fonctions. D'abord, c'est un endroit où poussent les plantes. Ensuite il remplit la fonction de grenier de substances nutritives ; il contient les substances nutritives organiques et inorganiques nécessaires à la vie :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3$  et  $\text{H}_2\text{PO}_4$  qui alimente les plantes et les animaux.



**Figure I.2 :** Le sol en tant que réservoir, tampon et transformateur vis-à-vis des polluants.

Le sol perd continuellement une partie de ses substances nutritives à travers les plantes, mais aussi par émission de gaz, par lessivage avec l'eau, l'effritement ou l'érosion. Ces pertes sont compensées par la minéralisation provenant des substances organiques mortes, par l'érosion des roches et par l'apport de l'atmosphère (fixation de l'azote).

Une autre fonction importante de sol est la régularisation de l'écoulement et l'infiltration des eaux issues des précipitations. Dans ce contexte, la fonction du sol en tant que filtre devient importante, il enlève de l'eau les composés dissous et les lie à ses composants solides, des substances organiques et également des polluants. [10]

#### I.4. Composition de sol :

Le sol est en majeure partie constitué en masse, comme en volume, de particules minérales de taille et de nature minéralogique différentes (figure I.3) Secondairement, il est formé de constituants organiques allant de fragments de végétaux ou d'animaux à des macromolécules organiques complexes .Le sol est un corps vivant composé de deux fractions:

##### I.4.1. La fraction minérale :

La fraction minérale est principalement constituée de minéraux primaires (quartz, micas, feldspaths...) et de minéraux secondaire, les oxydes métalliques ou les argiles, rapporte que la fraction minérale n'intervient pas ou peu dans la sorption des polluants organiques sauf quand la teneur en carbone organique du sol est faible.

##### I.4.2. La fraction organique :

La fraction organique est formée en grande partie de cellulose, d'hémicellulose, de lignine et de tanins en plus faibles pourcentages, venant de la matière décomposée. Cette matière organique contient également de petites quantités de protéines et des fragments d'hydrates de carbone, des composés aminés, phénoliques ou aromatiques issus de l'activité biologique attestent que cette fraction intervient fortement dans la sorption des composés organiques tels que les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique). [11-14]

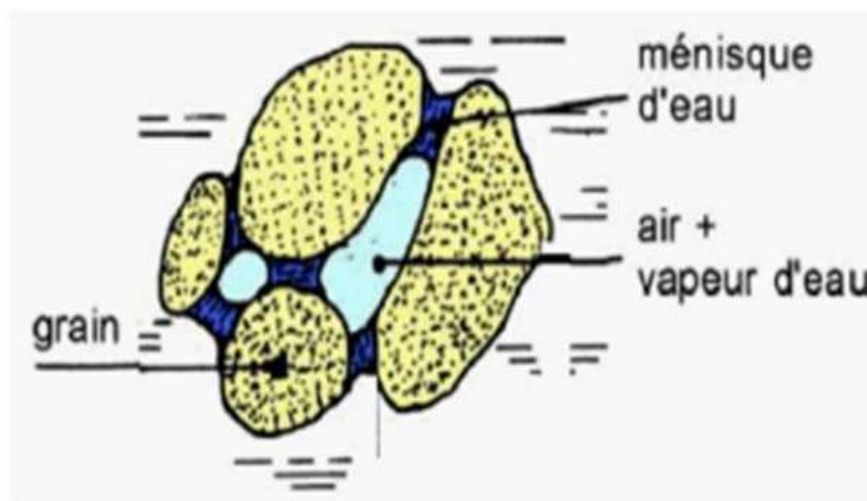


Figure I.3 : Les constituants d'un sol

**I.5.Type de sol :**

**I.5.1. Le sol argile :**

**a. Texture:** il contient surtout de l'argile, il est lourd et compact dont les particules demeurent collées entre elles comme de la pâte à modeler; un sol compacté sera alors difficilement drainé; souvent désigné sous le nom de « glaise ».



**Figure I.4 :** le sol argile

**b. Structure:** Peu de place pour la circulation de l'eau et de l'air, il retient bien l'eau et les éléments nutritifs. sensibilité à l'érosion par le vent, car si la surface est sèche, cette couche superficielle peut être littéralement pulvérisée; tendance à être alcalin.

**c. Culture:** Sol très fertile car il est riche en éléments nutritifs; il ne doit pas être gorgé d'eau afin de ne pas affecter la croissance végétale; convient à la culture de la tomate, de l'orge, du soya, etc.

**I.5.2. Le sol sable :**

**a. Texture:** Contient surtout du sable; sol très poreux qui ne retient pas l'eau; sèche et se réchauffe en peu de temps.



**Figure I.5:** le sol sable

**b. Structure:** Glisse entre les doigts en raison de l'absence de cohésion entre les particules; très sensible à l'érosion par le vent et au lessivage.

**c. Culture:** Ne convient pas aux végétaux ayant besoin de beaucoup d'eau; convient à la culture de l'asperge, de la carotte, de la pomme de terre, des cactus, etc.

**I.5.3. Le sol limon :**

**a. Texture:** Contient surtout du limon; adhésion partielle des particules du sol qui se désagrègent en petits morceaux sous l'effet de l'environnement; porosité moyenne.



**Figure I.6 :** Le sol limon

**b. Structure:** Particules relativement serrées permettant à l'air et à l'eau de circuler plus ou moins facilement; sujet à la

formation superficielle d'une croûte sèche qui limite l'infiltration d'eau, tout en favorisant le ruissellement; très pentes grande sensibilité à l'érosion par l'eau, surtout là où les sont abruptes.

**c. Culture:** Convient à la culture du blé, du maïs, des betteraves, etc.

#### **I.5.4. Le sol Humus :**

**a. Texture:** Contient surtout de la matière organique; particules foncées relativement lâches qui glissent entre les doigts; permet à l'eau de s'écouler facilement.

**b. Structure:** Peut retenir une grande quantité d'eau sans devenir collant comme le sol argileux; retient bien les engrais; peut être sensible à l'érosion par le vent.

**c. Culture:** Souvent utilisé pour la culture des légumes. [15]



**Figure I.7 :** Le sol humus

#### **I.6. Les propriétés physico-chimiques du sol :**

##### **I.6.1. Capacité d'échange cationique et anionique :**

Elles mesurent la capacité d'un sol à retenir et fournir des éléments nutritifs à une culture :

- **CEC:** la capacité de retenir des cations
- **CEA:** la capacité de retenir des anions

Un sel minéral en dissolution dans l'eau du sol s'y trouve en partie à l'état dissocié, scindé en deux ions : l'anion, chargé négativement ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4 \text{H}^{2-}$ ) et le cation, chargé positivement ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , etc.). Les cations continuellement en mouvement représentent les éléments minéraux à l'état échangeable et sont bio disponibles pour la plante. L'hydrogène ( $\text{H}^+$ ) est le cation le plus énergiquement retenu par le complexe argilo humique. Le complexe argilo humique possède la propriété de retenir à sa surface les cations de la solution du sol (pouvoir adsorbant). [16]

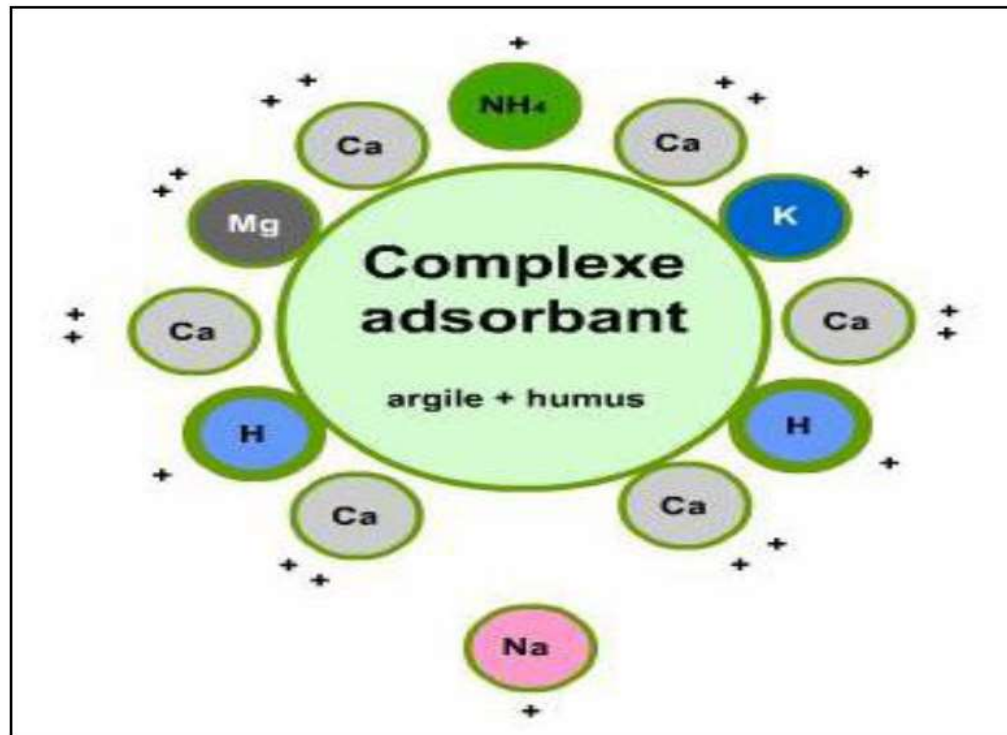


Figure I.8 : schéma présentation de complexe adsorbant

### I.6.2.pH du sol

Le pH d'un sol est une mesure de l'acidité du sol, ou la concentration hydrogène ( $H^+$ ).

Le pH est important pour plusieurs raisons :

- La disponibilité des éléments nutritifs ;
- Les problèmes de toxicité.

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, 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. [17-18]

**I.6.3. Matière organique :**

La matière organique est une substance qui n'a pas une composition chimique bien définie, elle comprend en proportions variables selon les situations écologiques les éléments suivants :

- Des débris organique pour ou non décomposés
- Des matières humifères ou en voie d'humification à des stades divers d'évolution
- En matière agricole, il convient de faire la distinction entre la matière organique fraîche et celle humifiée. C'est cette dernière qui joue un rôle important dans la fertilité des sols par l'évolution biochimique qu'elle y subit et par les propriétés physico-chimiques qui en découlent. [19]

La matière organique du sol joue trois rôles essentiels:

- Energétique, comme source de carbone;
- Physique, comme élément majeur de la structure du sol;
- Nutritionnel, pour l'alimentation des plantes.

Ces trois rôles dépendent des types de composés organiques, de leur quantité et de leur transformation. [20]

**DEUXIÈME PARTIE :**  
**ÉTUDE**  
**EXPERIMENTALES**

# **CHAPITRE II :**

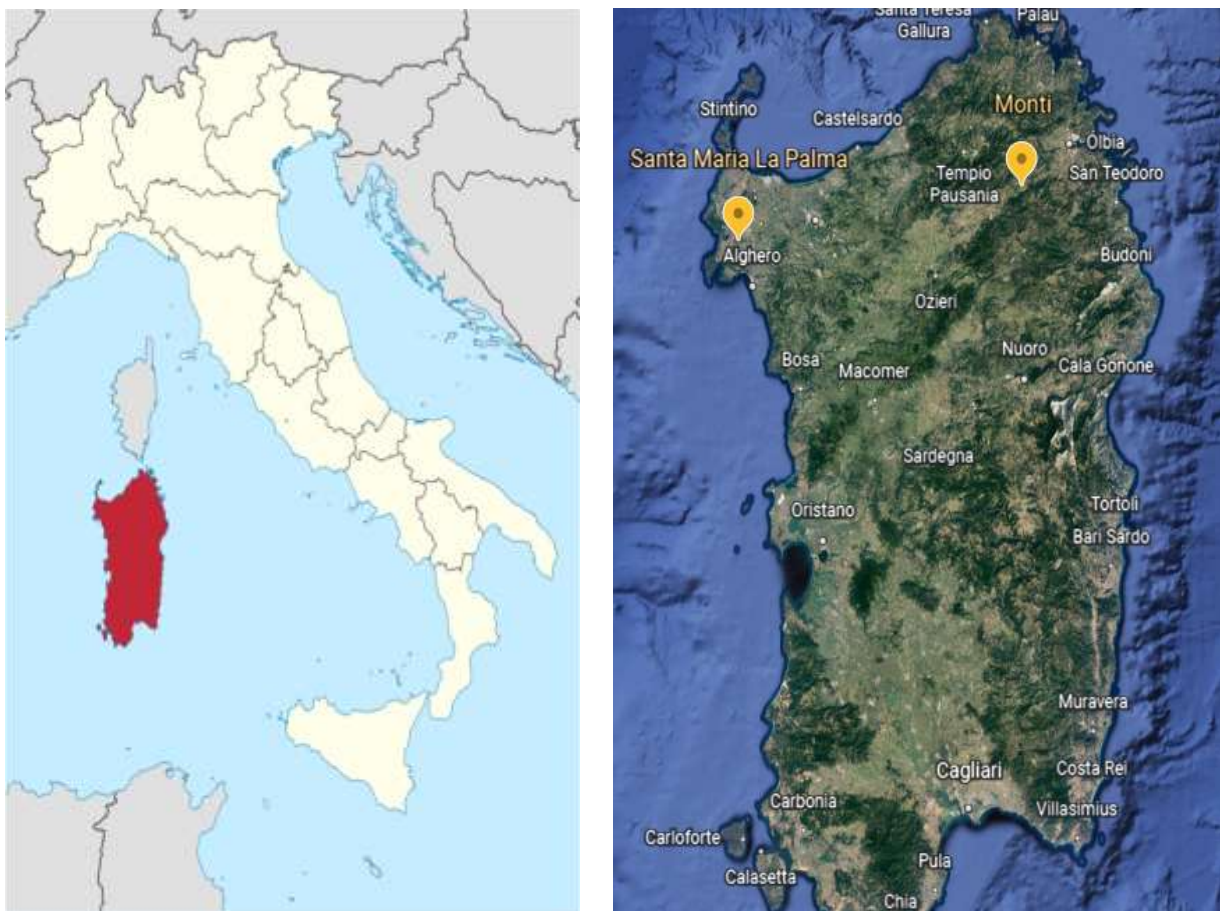
## **Matériels et Méthodes**



**II.1. Présentation de la zone d'étude :**

La Sardaigne est une île de la mer Méditerranée et une région italienne, qui se trouve à l'ouest de l'Italie continentale, au sud de la Corse. Son chef-lieu est la ville de Cagliari.

La Sardaigne est la deuxième plus grande île de la mer Méditerranée (après la Sicile et avant Chypre), avec une superficie de 24 100 km<sup>2</sup> (9 305 mi<sup>2</sup>). Elle est située entre 38° 51' et 41° 18' de latitude nord (respectivement Isola del Toro et Isola La Presa) et 8° 8' et 9° 50' de longitude est (respectivement Capo dell'Argentiera et Capo Comino). À l'ouest de la Sardaigne se trouve la mer de Sardaigne, une unité de la mer Méditerranée ; à l'est de la Sardaigne se trouve la mer Tyrrhénienne, qui est également un élément de la mer Méditerranée [21].



**Figure II.1:** Localisation de la zone d'étude

**II.2.Sélection des sites d'échantillonnage et prélèvement d'échantillons**

Les caractéristiques physiques et chimiques du sol déterminent à des fins agricoles. Afin de se faire une idée qualité du sol la méthodologie utilisée pour obtenir données fiable et utiles comprenne la sélection des sites d'échantillonnage, la collecte de sol échantillons et méthode d'analyse. Les échantillons de sol de différents étaient recueillis des champs agricoles. Pour éviter la contamination de surface du sol a été recueilli par préparer des trous en forme de V sur la surface du sol puis une coupe de 2 cm d'épaisseur de sol à partir de la profondeur d'environ 20 cm a été recueilli et apporté au laboratoire et les échantillons ont été séchés à l'air et tamisés et fractions fines. [22]

Les échantillons ont été prélevés dans des sacs de polyéthylène/seau en plastique, les échantillons proviennent d'utilisations différentes des terres, de quatre Régions de la Sardaigne, district de l'Italie soit :

**Tableau 01** : Localisation des échantillons de sol

| <b>La région</b>            | <b>Echantillon</b> | <b>Profondeur</b> |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>Mores</b>                | E1                 | 0-15 cm           |
|                             | E2                 | 15-30 cm          |
| <b>Alghero</b>              | E3                 | 0-15 cm           |
|                             | E4                 | 15-30 cm          |
| <b>Santa maria la palma</b> | E5                 | 0-15 cm           |
|                             | E6                 | 15-30 cm          |
| <b>Monti</b>                | E7                 | 0-20 cm           |
|                             | E8                 | 0-20 cm           |



**Figure II.2:** Le Vigne



**Figure II.3:** Chêne-liège naturel (*Quercus suber*)

**II.3. Les analyses au laboratoire :**

Les analyses ont été effectuées pour les échantillons des sols au laboratoire de pédologie, département des sciences Agronomiques, faculté d'agriculture à l'Université de Sassari.

**II.3.1. Les analyses physico-chimiques :**

L'analyse physico-chimique comporte en général une analyse de la granulométrie (argiles, limons et sables), du pH, de la capacité d'échange cationique et de la teneur en différents éléments : carbone organique, azote total, calcaire, phosphore, potassium, calcium, sodium, et oligo-éléments (zinc, cuivre, fer, manganèse et bore). Cette analyse permet de caractériser les potentialités du sol en termes de réserve en eau et en éléments nutritifs. Les teneurs en éléments servent de base aux calculs du chaulage, des fumures de fond (phosphore et potassium) et des apports d'oligo-éléments.

Les échantillons du sol ont été broyés, tamisés à 2 mm et conservés dans des tubes en plastiques (sauf ceux destinés à la détermination des densité pour calculer la porosité totale de chacun des échantillons prélevés).

**II.3.1.1. Mesure du pH :**

Le pH des sols, qui traduit l'acidité des sols s'échelonne de 1 à 14, il nous renseigne sur la nature des roches sur lesquelles s'est formé le sol. Le pH (abréviation de "potentiel Hydrogène") indique un degré d'acidité (de 0 à 6,5) ou d'alcalinité (de 7,5 à 14) d'une solution, 7 indiquant la neutralité. [23]

- Calibrer le pH-mètre à pH 7,0, puis vérifier pH 4,0.
- Peser 10 g de sol sec tamisé à 2 mm et ajouter 25 ml d'eau distillée (ou 25 ml de KCl 1 M si le pH (KCl) est à déterminer) dans un bécher de 100 ml. Agitation mécanique pendant 2 heures. Agiter le bécher à la main avant de mesurer le pH. Placez l'électrode dans la suspension et lisez la lecture après que la valeur soit stable.





**Figure II.4:** le pH mètre

### **II.3.1.2. Mesure de la conductivité électrique (CE) :**

#### **a-Principe :**

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles. Si  $R$  est la résistance de la colonne d'eau en Ohms,  $S$  sa section en  $\text{cm}^2$  et  $l$  sa longueur en cm. La salinité globale de la pâte saturée est déterminée par la mesure de la (CE) exprimée en  $\text{ms/cm}$  et corrigée à une température  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . [24]

La conductivité électrique indique la quantité d'ions solubles (sel) dans le sol.

La détermination de la conductivité électrique (CE) s'effectue à l'aide d'une cellule de conductivité en mesurant la résistance électrique d'une suspension sol/eau de 1:5.

#### **b- Réactifs :**

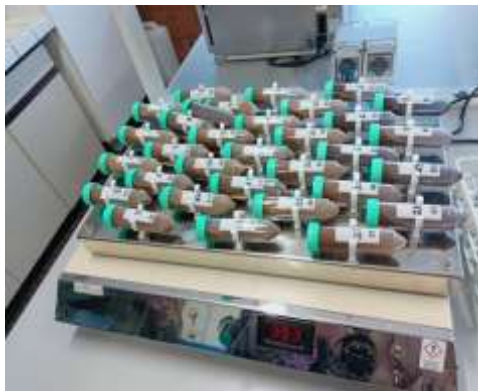
##### **1-Eau distillée ou désionisée**

L'eau doit avoir une conductivité électrique de  $< 1\ \mu\text{S/cm}$  et avoir une concentration de  $\text{CO}_2$  pas plus que l'équilibre de l'atmosphère.

##### **2-Solution de référence de chlorure de potassium 0,01M**

Dissoudre 0,746 g de KCl AR (préalablement séché à  $105\text{ }^\circ\text{C}$  pendant 2 heures et porter le volume à 1 L avec de l'eau désionisée exempte de  $\text{CO}_2$ . Cette solution a une conductivité électrique de  $1,413\ \text{dS/m}$  à  $25\text{ }^\circ\text{C}$ .

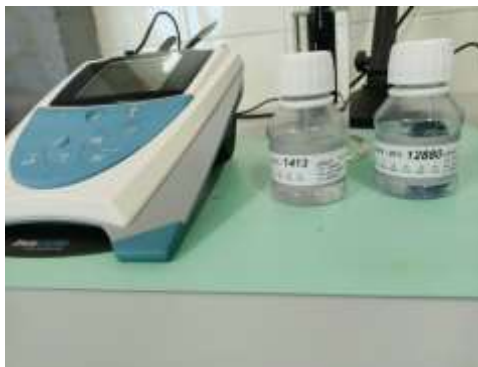
- Peser 5 g de sol séché à l'air ( $\leq 2$  mm) dans une bouteille. Ajouter 25 ml d'eau déminéralisée, couvrir avec les bouchons des bouteilles et placer horizontalement dans un agitateur alternatif. Agiter mécaniquement pendant 2 h à 15 tr/min pour dissoudre les sels solubles, placer les échantillons dans la centrifugeuse pendant 10 minutes. Étalonnez le conductimètre à l'aide de la solution de référence KCl (1,413 dS/m et 12,880 dS/cm) conformément aux instructions du fabricant pour obtenir la constante de cellule.
- Rincer soigneusement la cellule. Mesurez la conductivité électrique de la solution de KCl 0,01M à la même température (25°C) que les suspensions de sol
- Rincer la cellule de conductivité avec la suspension de sol. Remplir la cellule de conductivité sans perturber le sol sédimentaire. Lorsque le conductimètre est stable, enregistrez la valeur affichée sur le conductimètre. Rincer les cellules avec de l'eau déminéralisée entre les échantillons.



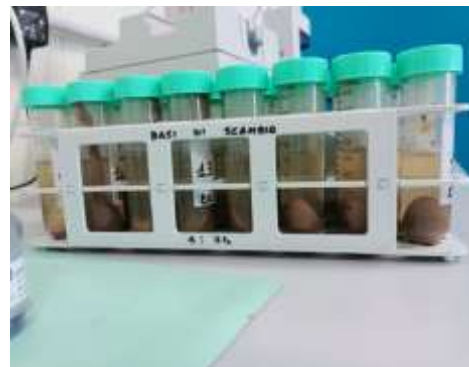
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

**Figure II.5 :** Les photos montrant (a) Agitateur à mouvement alternatif ; (b) Conductimètre et cellule ; (c) La solution de référence KCl ; (d) Les échantillons ; (e) La Centrifugeuse

### II.3.2. Analyse chimique :

#### II.3.2.1. Détermination de la capacité d'échange cationique CEC :

##### a-Réactifs :

- Solution d'hydroxyde d'ammonium [30% ( $\rho = 0,892$ )].
- Solution d'acide chlorhydrique (1 mole / l)

Ajouter avec précaution, dans une fiole jaugée de 1000 mL contenant environ 400 ml de  $H_2O$ , 83 ml d'acide chlorhydrique (HCl) [37% ( $\rho = 1.186$ )]. Mélangez et, après refroidissement, préparez jusqu'à volume avec  $H_2O$ .

- Solution tamponnée de chlorure de baryum pH 8,2

Transférer dans un bécher de 1000 ml, contenant environ 800 ml de  $H_2O$ , 100 g de chlorure de baryum ( $BaCl_2 - 2 H_2O$ ) et 22.5 mL de triéthanolamine [ $N(CH_2OHCH_2)_3$ ] [98% ( $\rho = 1.124$ )]. Secouez jusqu'à ce que solubilisation complète du sel et ajustement du pH à 8,2 par addition de la solution (1 moles / l) d'acide chlorhydrique. Transférer la solution dans une fiole jaugée de 1000 ml et faire au volume avec  $H_2O$ .

- Solution (5 moles /l) de sulfate de magnésium

Dissoudre 12,324 g de sulfate de magnésium ( $MgSO_4 - 7H_2O$ ). Ajuster au volume avec  $H_2O$ .

- Solution (2,5cmol/l) de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA)

Dissoudre 9,305 g du sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA) dans H<sub>2</sub>O dans une fiole jaugée de 1000 ml.

Acide éthylènediamine-tétraacétique (EDTA). Ajuster au volume avec H<sub>2</sub>O.

- **Solution tampon pH 10**

Dissoudre dans une fiole jaugée de 1000 ml, contenant environ 500 ml de H<sub>2</sub>O, 54 g d'ammonium chlorure. Ajouter 350 ml de solution d'hydroxyde d'ammonium [(30%) ( $\rho = 0,892$ )]. Faire jusqu'à volume avec H<sub>2</sub>O.

- **Indicateur**

Homogénéiser, dans un mortier à porcelaine, 20 g de chlorure de sodium et 0,2 g de noir d'ériochrome T (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>7</sub>S).

- Transférer dans un tube de centrifugation à bouchon vissé de 50 ml 2 g de l'échantillon broyé bien, déterminez la masse du tube + l'échantillon (A), Ajouter 30 ml de la solution de chlorure de baryum (BaCl<sub>2</sub> - 2 H<sub>2</sub>O) pH 8,2. Fermer le tube. Continuez à remuer pendant 1 heure dans agitateur. Centrifuger à 3000 rpm-1 pendant 10 min et filtrer la solution claire dans une fiole volumétrique de 250 ml par papier filtre (Whatman® No 41) à diamètre 90 mm.
- Répétez le traitement deux autres fois en transférant les solutions claires a même fiole jaugée de 250 ml (3 fois directement l'un après l'autre sans stockage).
- Laver l'échantillon avec 30 ml l'eau distillés, agitation 10 min, centrifuger 10 min et filtration dans la même fiole (Après avoir jeté le surnageant, mesurer à nouveau la masse du tube + l'échantillon (B)), on ajoute l'eau jusqu'à 250 ml
- Préparez la solution de test à blanc en la transférant dans une cuvette on ajoute 90 ml la solution de chlorure de baryum plus l'eau distillée jusqu'à 250 ml (chaque fois 30 ml même que les échantillons).
- Nous prélevons des échantillons de chaque solution et remplissons dans un tube de centrifugation (seulement le blanc nous prenons deux tubes)



**b-Détermination de la teneur en échange de calcium et de magnésium :**

- Prélever et transférer 0.5 ml du filtrat dans un tube jaugé de 15 ml, 0.2 ml de la solution (10%) trichlorure de lanthane ( $\text{LaCl}_3$ ), Ajouter l'eau jusqu'à 10 ml. Si la dilution (1 :20) n'est pas suffisante, diluer davantage la solution, en veillant à ce que la teneur en lanthane de la solution reste toujours égale à 10 g /l.
- Préparez le test à blanc on prendre 2.5 ml de la solution et 0.4 ml  $\text{LaCl}_3$ , on ajoute l'eau jusqu'à 50 ml.
- Pour les solutions standards, nous prenons 2.5 ml de la solution de test à blanc et 0,4 ml  $\text{LaCl}_3$  plus 0.25 multivistandar par absorption atomique en acide nitrique à 2 % et on ajoute l'eau jusqu'à 50 ml (Préparer deux solution juste ajouter dans la deuxième solution 0.5 ml de multivistandar par absorption atomique en acide nitrique à 2 % au lieu de 0.25 ml).

**c-Détermination du taux d'échange de potassium et de sodium :**

- Prélever et transférer 1 ml du filtrat dans un tube jaugé de 15 ml, 0.2 ml de la solution (10%) trichlorure de lanthane ( $\text{LaCl}_3$ ), Ajouter 9 ml d'eau. Si la dilution (1 :10) n'est pas suffisante, diluer davantage la solution, en veillant à ce que la teneur en lanthane de la solution reste toujours égale à 10 g /l.
- Préparez le test à blanc on prendre 5 ml de la solution et 0.4 ml  $\text{LaCl}_3$ , on ajoute l'eau au trait de jauge de la fiole 50 ml.
- Pour les solutions standards, nous prenons 5 ml de la solution de test à blanc et 0,4 ml  $\text{LaCl}_3$  plus 0.25 multivistandar par absorption atomique en acide nitrique à 2 % et on ajoute l'eau distillée jusqu'à 50 ml (Préparer deux solution juste ajouter dans la deuxième solution 0.5 ml de multivistandar par absorption atomique en acide nitrique à 2 % au lieu de 0.25 ml).

**d-Préparation des courbes d'étalonnage :**

Préparez la courbe d'étalonnage pour chaque métal dans le spectrophotomètre d'absorption atomique, en utilisant une flamme laminaire oxydante air-acétylène.

Définir les conditions de l'instrument de manière à assurer la proportionnalité entre l'absorbance et la concentration des solutions étalons de travail. Utilisez une lampe spécifique pour chaque élément, en sélectionnant les longueurs d'onde suivantes :

Calcium 422, 7 nm

Magnésium 285, 2 nm

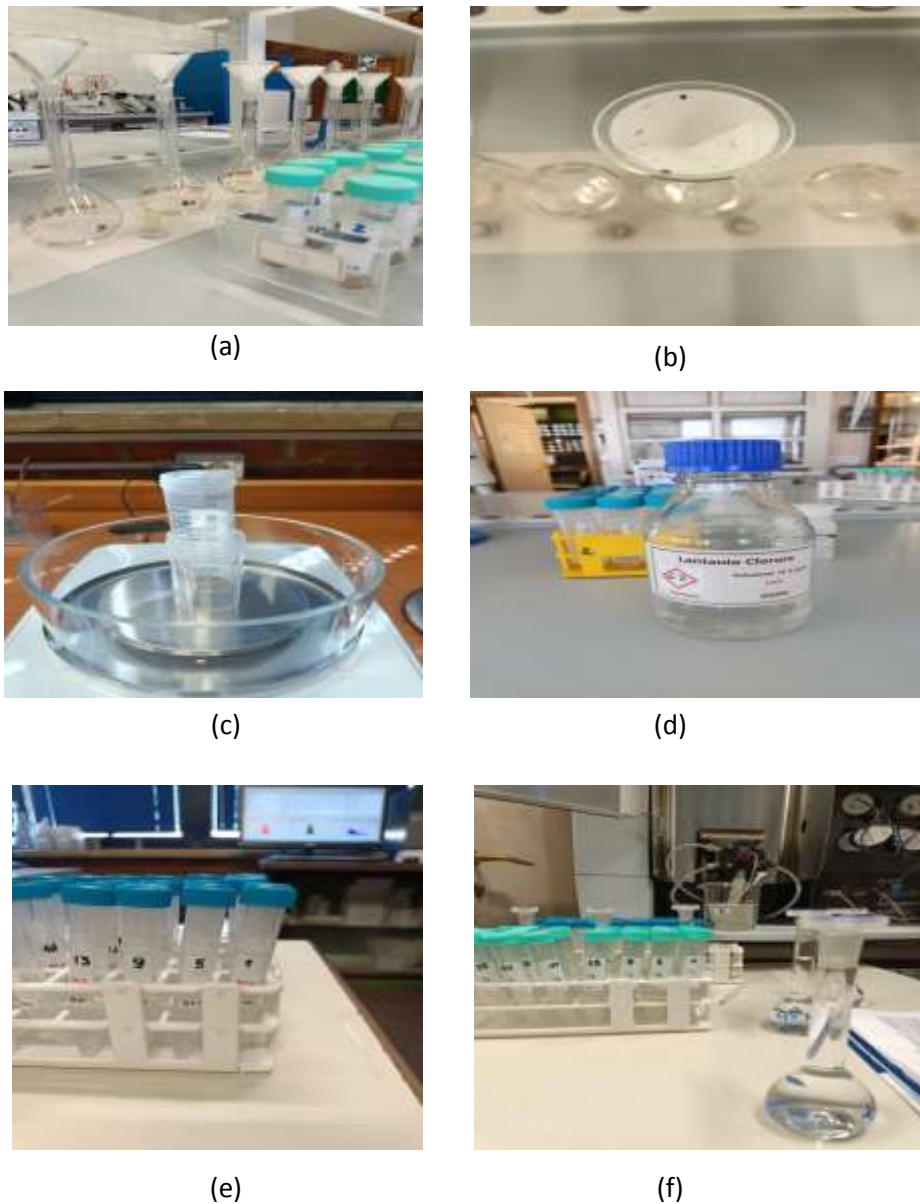
Potassium 766, 5 nm

Sodium 589.0 nm

Déterminer les valeurs d'absorbance des solutions étalons de travail et préparer pour chaque métal courbe d'étalonnage.



**Figure II.6 :** le spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme

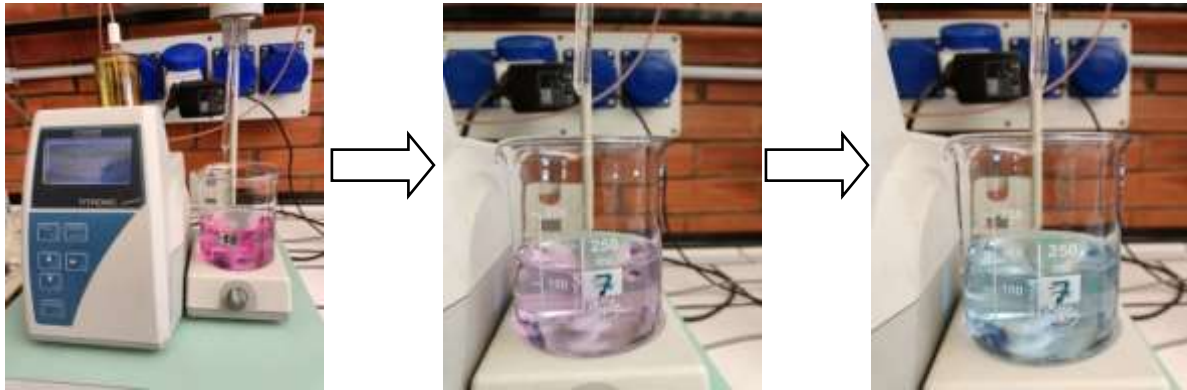


**Figure II.7 :** Les photos montrant (a) les flacons et les tubes de centrifugation ;(b) papier filtrant ;(c) mesure de la masse du tube + l'échantillon (B) ;(d) la solution (10%) trichlorure de lanthane ( $\text{LaCl}_3$ ) ;(e) les échantillons de Na et K ; (f) les échantillons de Ca et Mg.

**e-Titre de L'E.D.T.A (Ethylène diamine tétra acétique) :**

- Ajouter 25 ml de sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ) sur le sol reste dans le tube de centrifugation, Fermez le tube et agitez à la main jusqu'à ce que l'échantillon soit complètement dispersé. Maintenir l'agitation pendant 30 minutes puis centrifuger 5 min. Prélever et transférer dans un bécher (200 ml) 5 mL de la solution claire ajouter l'eau distillés jusqu'à 100 ml, 5 mL de la solution tampon de pH 10 [Chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_2\text{OH}$  (30%) 350 ml/l -  $\text{NH}_4\text{Cl}$  54 g/l)] et une pointe de spatule indicatrice (Noir ériochrome Indicateur de couleur T (NET)).

- Préparez la solution de test à blanc en la transférant dans un bêcher 5 ml de sulfate de magnésium et on ajoute 100 ml d'eau distillés, 5 ml de la solution tampon de pH 10 et une pointe de spatule de l'indicateur (deux pour le blanc).
- Titrer les solutions de blanc et d'échantillon avec la solution (0,025 M / 9,23 g/l) d'EDTA jusqu'à obtenir une couleur bleue.



**Figure II.8 :** Titrage EDTA

### II.3.2.2. Dosage du phosphore assimilable (méthode Olsen) :

#### a-Réactifs

- **Solution (2,5 moles /l) d'acide sulfurique**

Ajouter avec précaution, dans une fiole jaugée de 1000 mL contenant environ 500 ml de H<sub>2</sub>O, 140 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) [96% (ρ= 1,835)]. Mélanger et, après refroidissement, compléter au volume avec H<sub>2</sub>O.

- **Solution (1 mole /l) d'hydroxyde de sodium**

Dissoudre 40 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) dans du H<sub>2</sub>O dans une fiole jaugée de 1000 ml. Mélanger et, après refroidissement, compléter au volume avec H<sub>2</sub>O.

- **Solution (0,5 moles /l) de bicarbonate de sodium**

Dissolvez 42 g de bicarbonate de sodium (NaHCO<sub>3</sub>) dans un bêcher contenant environ 900 ml de H<sub>2</sub>O. Ajouter goutte à goutte la solution (1 mole/l) d'hydroxyde de sodium et ajuster le pH à 8,5. Transférer dans une fiole jaugée de 1000 ml et compléter au volume avec H<sub>2</sub>O. Pour

éviter le contact direct de la solution avec l'air atmosphérique, ajoutez une couche d'huile minérale.

- **Charbon actif**

La pureté de ce réactif doit être vérifiée en effectuant une extraction avec la solution (0,5 moles/l) de bicarbonate de sodium. En présence de phosphore, laver plusieurs fois avec la même solution jusqu'à ce que les niveaux de P soient indétectables par spectrophotométrie.

- **Solution (0,25%) de p-nitrophénol**

Dissoudre 0,25 g de p-nitrophénol ( $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ) dans  $\text{H}_2\text{O}$  dans une fiole jaugée de 100 ml.

- **Solution de molybdate d'ammonium (40 g/l)**

Dissoudre dans  $\text{H}_2\text{O}$ , dans une fiole volumétrique de 1000 ml, 40 g de molybdate d'ammonium [ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} - 4\text{H}_2\text{O}$ ]. Ajuster au volume avec  $\text{H}_2\text{O}$ . Conservez la solution dans un récipient en verre sombre.

- **Solution de tartrate d'antimoine de potassium**

Dissoudre dans  $\text{H}_2\text{O}$ , dans une fiole jaugée de 100 ml, 0,2728 g de tartrate d'antimoine et de potassium. [ $(\text{K}(\text{SbO}) - \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 - \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O})$ ]. Ajuster au volume avec  $\text{H}_2\text{O}$ .

- **Solution (0,1 moles /l) d'acide ascorbique**

Dissoudre 1,76 g d'acide ascorbique ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) dans  $\text{H}_2\text{O}$  dans une fiole jaugée de 100 ml. Ajuster au volume avec  $\text{H}_2\text{O}$ . Préparez la solution au moment de l'utilisation.

- **Réactif sulfomolybdique**

Mélanger, au moment de l'emploi, 12.5 ml de la solution (2,5 moles/l) d'acide sulfurique, 3.75 ml de la solution (40 g/l) de molybdate d'ammonium, 7.5 mL de la solution (0,1 moles/l) d'acide ascorbique et 1.25 ml de la solution de tartrate d'antimoine et de potassium.

- **Solution standard (1000 mg /l) de phosphore (P)**

Transférer dans une fiole jaugée de 1000 ml, contenant environ 500 ml de H<sub>2</sub>O, 4.3938 g de potassium dihydrogénophosphate (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) séché dans un four à 40°C. Après solubilisation du sel, compléter au volume avec H<sub>2</sub>O.

- **Solution standard diluée de phosphore (P)**

Prélever à l'aide d'une burette de précision et transférer dans une fiole jaugée de 1000 ml 10 ml de la solution (1000 mg/l) de phosphore. Ajuster au volume avec H<sub>2</sub>O. Dans cette solution, la concentration de phosphore est de 10 mg/l.

- Transférez 2 g de l'échantillon de sol fin dans un tube de centrifugation. Ajouter 0.5 g de charbon actif et 40 mL (V<sub>1</sub>) de la solution (0.5 moles/l) de bicarbonate de sodium NaHCO<sub>3</sub> à pH 8.5. Agiter avec un agitateur mécanique pendant 30 minutes puis centrifuger 10 min et passer à travers un filtre à membrane de 0.45 µm. Prélever à l'aide d'une burette de précision et transférer, dans un tube de plastique jaugée de 15 ml, 5 ml de la solution claire (V<sub>2</sub>) contenant 2 à 40 µg de P, Ajouter 3 gouttes de la solution de p-nitrophénol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>3</sub>) virer la couleur de l'indicateur au jaune, Nous ajoutons 0.1 ml par 0.1 ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à chaque tube jusqu'à ce que la couleur jaune disparaissent les gouttes d'acide sulfurique doivent couler le long des parois intérieures de la fiole jaugée pour éviter le développement rapide de CO<sub>2</sub> et la perte consécutive de la solution
- Préparer le test à blanc en suivant la même procédure, en omettant l'échantillon de sol, et on ajoute 5 ml de bicarbonate de sodium au lieu 40 ml.
- Pour les solutions standards, nous prenons 0.5 ml de la solution standard diluée de phosphore (P) (10 mg/l) 5ml de bicarbonate de sodium, Ajouter 3 gouttes de la solution de p-nitrophénol et d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu'à ce que la couleur jaune disparaissent (Préparer deux solution juste ajouter dans la deuxième solution 1 ml de la solution standard diluée de phosphore (P) au lieu de 0.5 ml).
- On ajoute l'eau distillée jusqu'à 8.5 ml au les solutions standards et blanc et les échantillons.
- Et d'abord nous ajoutons 1.5 ml du réactif sulfomolybdique à solutions standards (1 et 2) et la solution blanc nous attendons 10 minutes si la couleur change à bleu et la 2 éme standard sont plus foncé que le premier et le blanc reste blanc, ce qui signifie que le

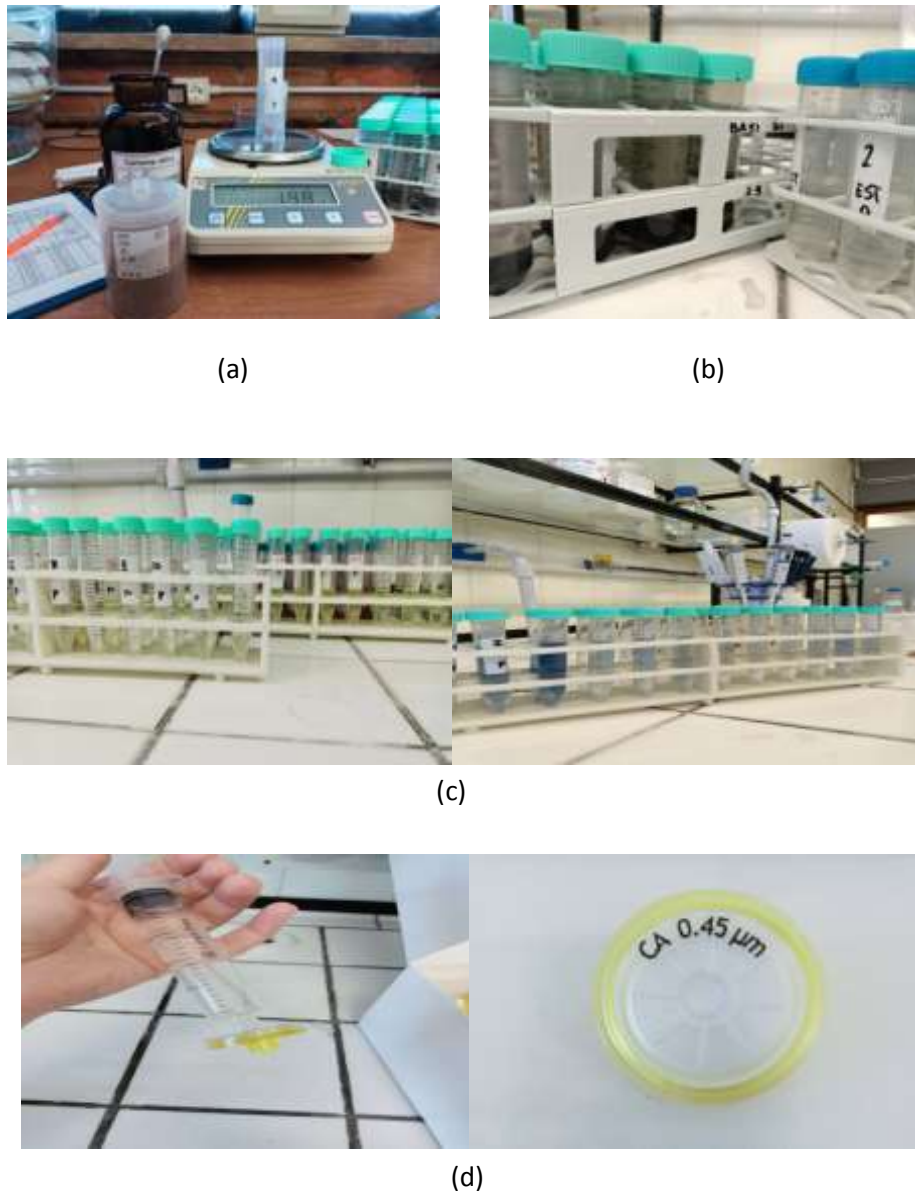


mélange est bon, nous l'ajoutons au reste des échantillons. Après 10 minutes, lisez la valeur d'extinction 882 nm sur le spectrophotomètre contre un blanc qui contient tous les réactifs sauf la solution de phosphore.

- Analyse spectrophotométrique Analyse spectrophotométrique. Initialiser et faire fonctionner l'instrument d'analyse selon les instructions du fabricant. Calibrer l'instrument en utilisant les standards de calibration de l'analyse. Analyser le blanc de méthode, l'étalon de référence et le matériau de référence. Analyser l'étalon de contrôle de dérive, le lot d'inconnus, puis le double de l'étalon de contrôle de dérive et les doubles d'inconnus. Les concentrations de l'analyste doivent se situer dans la plage des normes d'étalonnage. Les analyses dont les concentrations sont inférieures au point d'étalonnage le plus bas peuvent nécessiter une nouvelle analyse à un niveau de dilution réduit ; ou, dans le cas où cela n'est pas applicable, rapporter comme < LMR. Les substances à analyser dont la concentration dépasse le point d'étalonnage le plus élevé doivent être diluées et ré-analysées. Enregistrer le facteur de dilution.



**Figure II.9 :** Le spectrophotomètre (agilent CARY 60)



**Figure II.10 :** Les photos montrant (a) le balance ; (b) les échantillons après et avant la filtration ; (c) le changement de couleur ; (d) filtre à membrane de 0.45  $\mu\text{m}$

### II.3.2.3. Analyse d'éléments C.H.N :

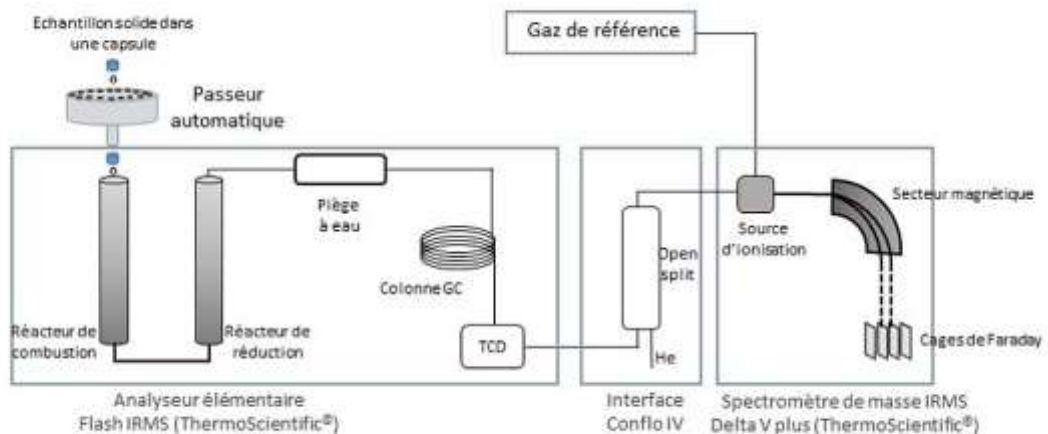
Les différents analyseurs élémentaires disponibles dans le commerce fonctionnent essentiellement sur la base de la méthode Dumas (1831).

La méthode analytique originale est fondée sur l'oxydation complète et instantanée de l'échantillon par "flash combustion" entraînant la conversion de toutes les substances organiques et inorganiques en produits gazeux. On fait passer les gaz de combustion, en courant d'hélium, sur une couche de catalyseur appropriée, pour compléter le processus d'oxydation, puis sur une couche de cuivre, pour chasser l'excès d'oxygène et pour réduire les



oxydes d'azote à l'azote moléculaire (N<sub>2</sub>). Ensuite, le mélange gazeux est séparé par chromatographie en phase gazeuse et un détecteur de conductivité thermique est détecté par CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O et SO<sub>2</sub> (Figure II-11).

Le carbonate de calcium éventuellement présent dans l'échantillon peut être éliminé avant l'analyse par HCl.



**Figure II.11** : Schématisation d'un analyseur élémentaire

- Peser, dans un cône en feuille d'étain, une quantité de l'échantillon de sol, séché à l'air et tamisé à 0,2 mm, 0,1100 g ( $\pm 1\mu\text{g}$ ). Placez le cône dans une capsule en plastique, Fermez les capsules et placez-les dans l'échantillonneur de l'analyseur élémentaire.
- Pour la détermination de la quantité de carbone, hydrogène et d'azote dans l'échantillon, suivre les instructions et utiliser les conditions d'analyse spécifiées pour l'appareil utilisé (900 °c).



(a)



(b)



(c)

**Figure II.12** : Les photos montrant (a) capsule en plastique ; (b) cône en feuille d'étain ;(c) analyseurs élémentaires

**II.3.2.4. Dosage du Carbonates :**

L'analyse du carbone du sol est faite s'il pH est supérieur à 7 Nous prélevons une quantité de sol de 2 mm (pH supérieure à 7) pour la broyer à 0,2 mm dans la rectifieuse (Retsch MM 400) pendant 20 secondes.

Le plus important est de prélève même quantité dans tous les échantillons pour qu'il y ait un équilibre dans la broyeuse.

Consiste à mélanger un échantillon de sol (0,2 mm) avec de l'acide chlorhydrique, S'il n'y a pas de bulles d'air (Cele signifie qu'il n'y a pas une réaction), il n'est pas nécessaire de faire les analyses. Comme dans les échantillons que nous avons.



**Figure II.13 :** La rectifieuse

# **Chapitre III :**

## **Résultats et Discussions**

## III .1.Résultats et discussions :

## III.1.1.Les analyses physico-chimiques :

## III.1.1.2.pH :

Les résultats du pH sont mentionnés dans le tableau 02, où les valeurs varient entre 6,22 et 7,34.

Tableau 02 : Les mesures du pH

| Les échantillons |      |         |      |                      |      |       |      |      |
|------------------|------|---------|------|----------------------|------|-------|------|------|
| Mores            |      | Alghero |      | Santa maria la palma |      | Monti |      |      |
|                  | E1   | E2      | E3   | E4                   | E5   | E6    | E7   | E8   |
| pH               | 7,06 | 7,16    | 7,34 | 6,72                 | 6,73 | 6,75  | 6,70 | 6.22 |

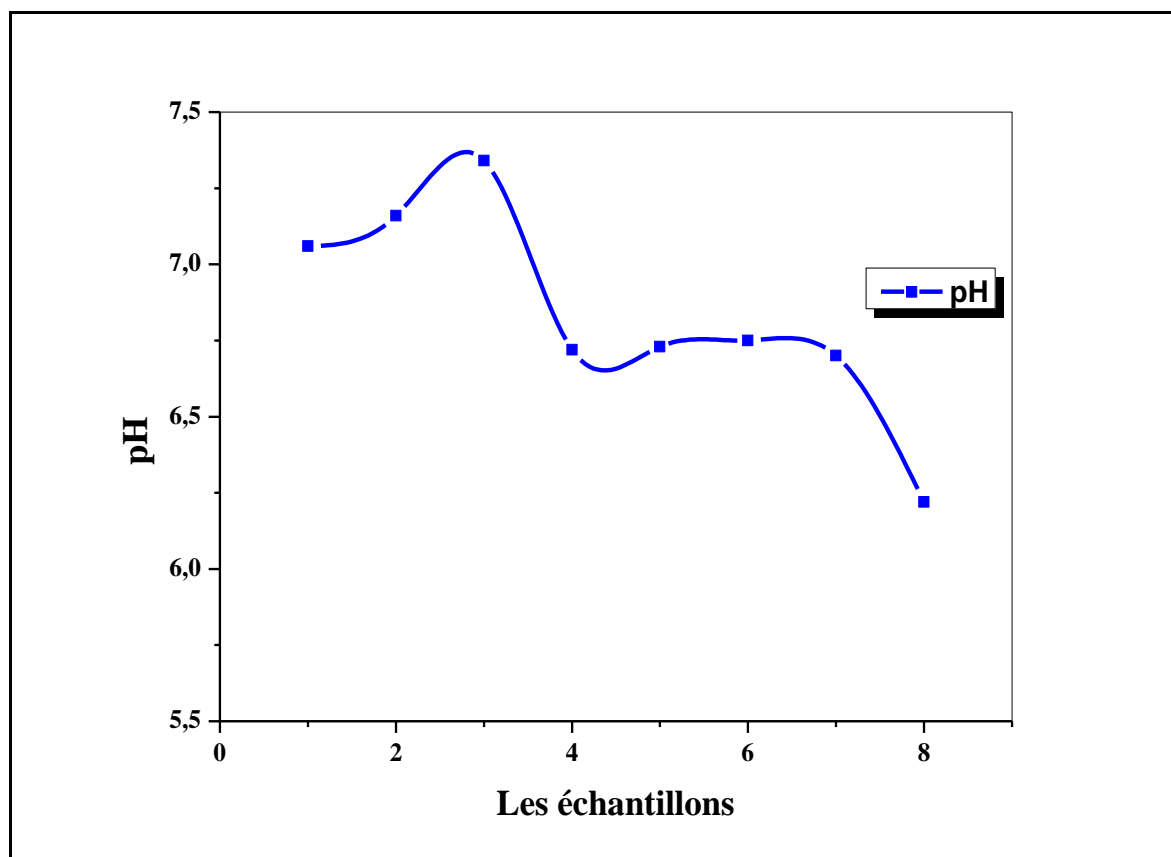


Figure III.1 : la variation du ph de différents échantillons de sol

La propriété la plus importante du sol est son niveau de pH, qui a des effets sur tous les autres paramètres du sol. C'est pourquoi le pH est pris en compte lors de l'analyse de tout type de sol. Si le pH est inférieur à 6, on dit qu'il s'agit d'un sol acide, s'il est compris entre 6 et 7,5, c'est un sol normal et s'il est supérieur à 7,5, c'est un sol alcalin.

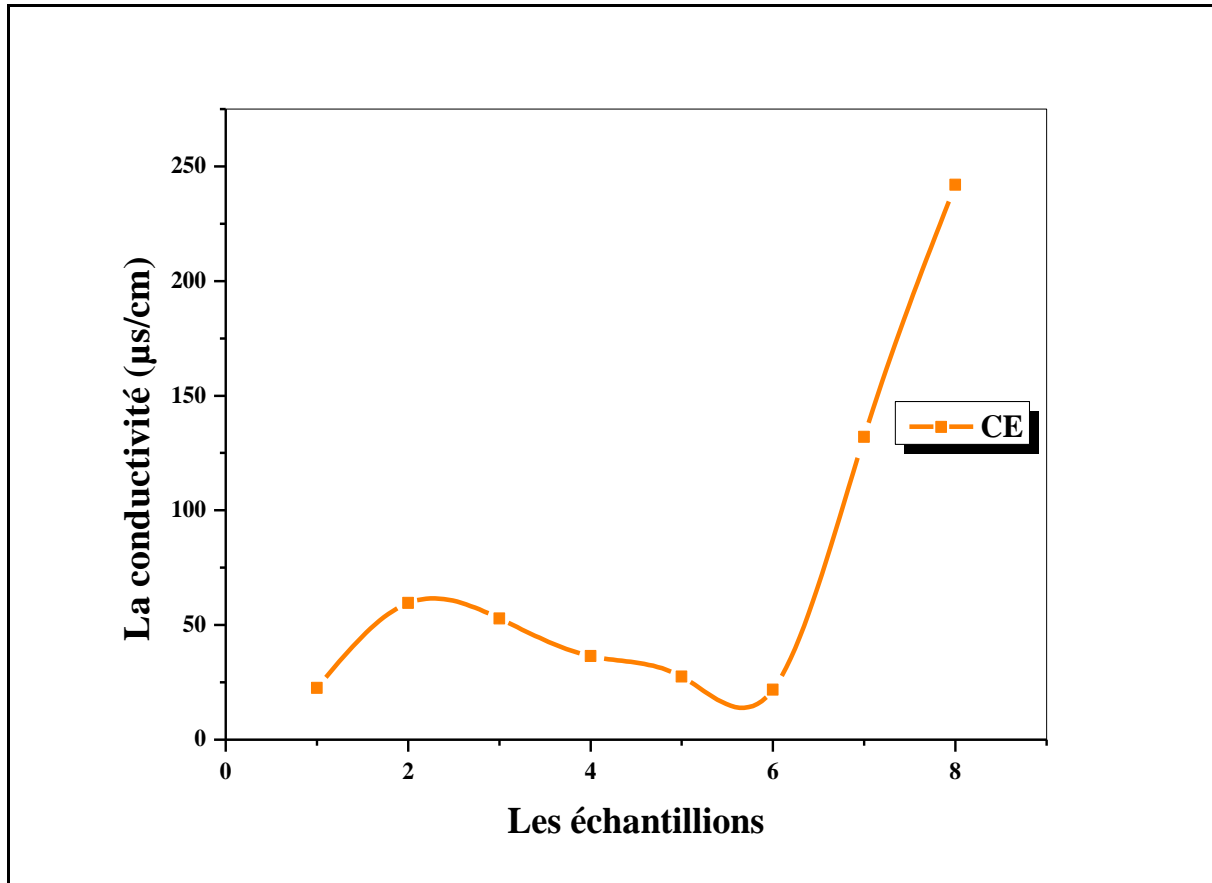
Le pH est le premier indicateur de toute évolution physico-chimique des sols. La variation de pH (naturelle ou anthropique) semble être le facteur dont l'action sur la mobilité des métaux lourds est la plus déterminante. Les valeurs du pH mesurées durant les quatre régions de prélèvements montrent que la valeur minimale de pH a été observée dans la quatrième région (Monti) 6,22, et la valeur maximale a été signalée dans la deuxième région (Alghero) 7,34 avec une moyenne de 6,83. Ces valeurs du pH se situent entre 6,22 et 7,34 sont presque neutres et étaient optimales pour la croissance des cultures.

### III.1.1.2. La conductivité:

L'analyse de conductivité représente différentes valeurs, où les valeurs varient entre 21,74 et 242  $\mu\text{S/cm}$ . (Tableau 03)

**Tableau 03 :** Les mesures de la conductivité

|                                    | Les échantillons |       |         |      |                      |       |       |     |
|------------------------------------|------------------|-------|---------|------|----------------------|-------|-------|-----|
|                                    | Mores            |       | Alghero |      | Santa maria la palma |       | Monti |     |
|                                    | E1               | E2    | E3      | E4   | E5                   | E6    | E7    | E8  |
| <b>CE 25°C</b>                     | 22,59            | 59,60 | 52,80   | 36,4 | 27,47                | 21,74 | 132   | 242 |
| <b><math>\mu\text{S/cm}</math></b> |                  |       |         |      |                      |       |       |     |



**Figure III.2:** la variation de la conductivité de différents échantillons de sol

La conductivité électrique est également une propriété très importante du sol, elle est utilisée pour vérifier la qualité du sol. C'est une mesure des ions présents dans la solution. Le sol de tous les échantillons de sol a été trouvé pour être moyen à élevé. La conductivité la plus élevée parmi tous les échantillons a été trouvée dans la région de Monti, soit 21,74  $\mu\text{S/cm}$  et la plus élevée est de 242  $\mu\text{S/cm}$ . Les facteurs influençant la conductivité électrique comprennent la quantité et le type de sels solubles, la porosité, la texture du sol, l'humidité et la température du sol. Un niveau élevé de précipitations peut chasser les sels solubles du sol et réduire la conductivité électrique. Des pratiques d'irrigation efficaces, qui lessivent les sels solubles du sol et au-delà de la profondeur d'enracinement, peuvent diminuer la conductivité électrique. L'ajout de matières organiques, comme le fumier et le compost, augmente la conductivité électrique en ajoutant des cations et des anions et en améliorant la capacité de rétention d'eau.

**III.1.2. Analyse chimique :**

Pour l'analyse chimique de chaque sol, nous avons regroupé ces résultats dans le tableau suivant.

**Tableau 04 : Résultats des analyses chimique de sol.**

| Elément à analyser                                | Les échantillons |      |         |      |                      |       |       |       |
|---|------------------|------|---------|------|----------------------|-------|-------|-------|
|   | Mores            |      | Alghero |      | Santa maria la palma |       | Monti |       |
|   | E1               | E2   | E3      | E4   | E5                   | E6    | E7    | E8    |
| Na <sup>+</sup> (mg /l)                           | 0,04             | 0,07 | 0,02    | 0,04 | 0,02                 | 0,04  | 0,43  | 0,11  |
| K <sup>+</sup> (mg /l)                            | 0,12             | 0,15 | 0,11    | 0,13 | 0,13                 | 0,14  | 0,51  | 0,83  |
| Ca <sup>+2</sup> (mg/l)                           | 0,56             | 1,16 | 1,78    | 1,64 | 2,62                 | 0,57  | 6,86  | 9,36  |
| Mg <sup>+2</sup> (mg/l)                           | 0,11             | 0,09 | 0,14    | 0,27 | 0,08                 | 0,05  | 2,26  | 2,26  |
| CEC (mg/l)  | 0,83             | 1,47 | 2,05    | 2,08 | 2,85                 | 0,80  | 10,06 | 12,56 |
| EDTA  | 9,68             | 9,61 | 9,23    | 9,06 | 10,01                | 10,13 | /     | /     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (mg/kg) | 0,09             | 0,42 | 1       | 0,17 | 0,24                 | 0,21  | 18    | 9     |
| Carbonates (g/kg)                                 | 0                | 0    | 0       | 0    | 0                    | 0     | 0     | 0     |

**III.1.2.1. La capacité d'échange cationique CEC :**

La capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol est la quantité totale de cations que ce sol peut adsorber sur son complexe et échanger avec la solution du sol environnante dans des conditions de pH bien définies.

La moyenne de la capacité d'échange cationique (CEC) du sol est de 4,08 mg/l (Tableau 03). Cette valeur est moyenne, ce qui est dû aux faibles teneurs en argile et en matière organique dans le sol étudié. Les valeurs de la CEC varient entre 0,80 mg/l enregistrées durant la troisième région (E6) et une valeur maximale de l'ordre de 12,56 mg/l enregistrée dans la quatrième région (E8) (Figure III-3-a).

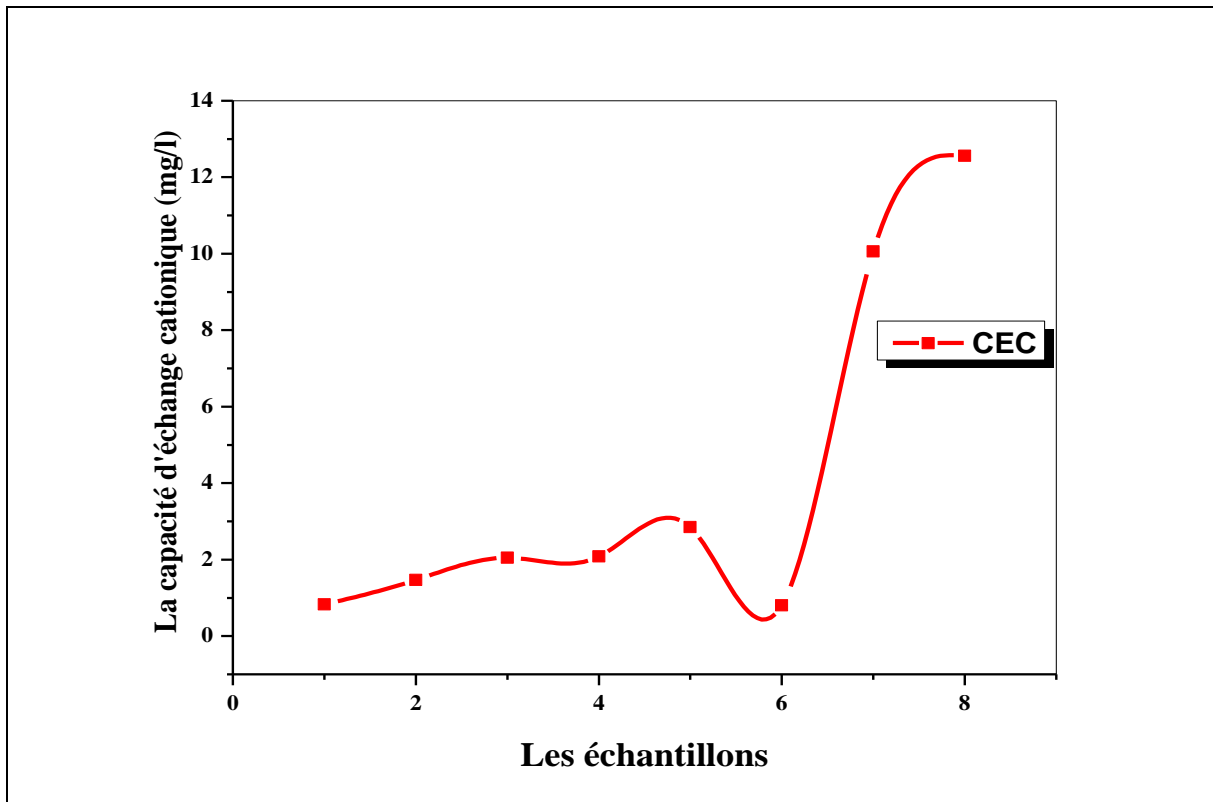


Figure III.3.a : Variation de la CEC de différents échantillons de sol

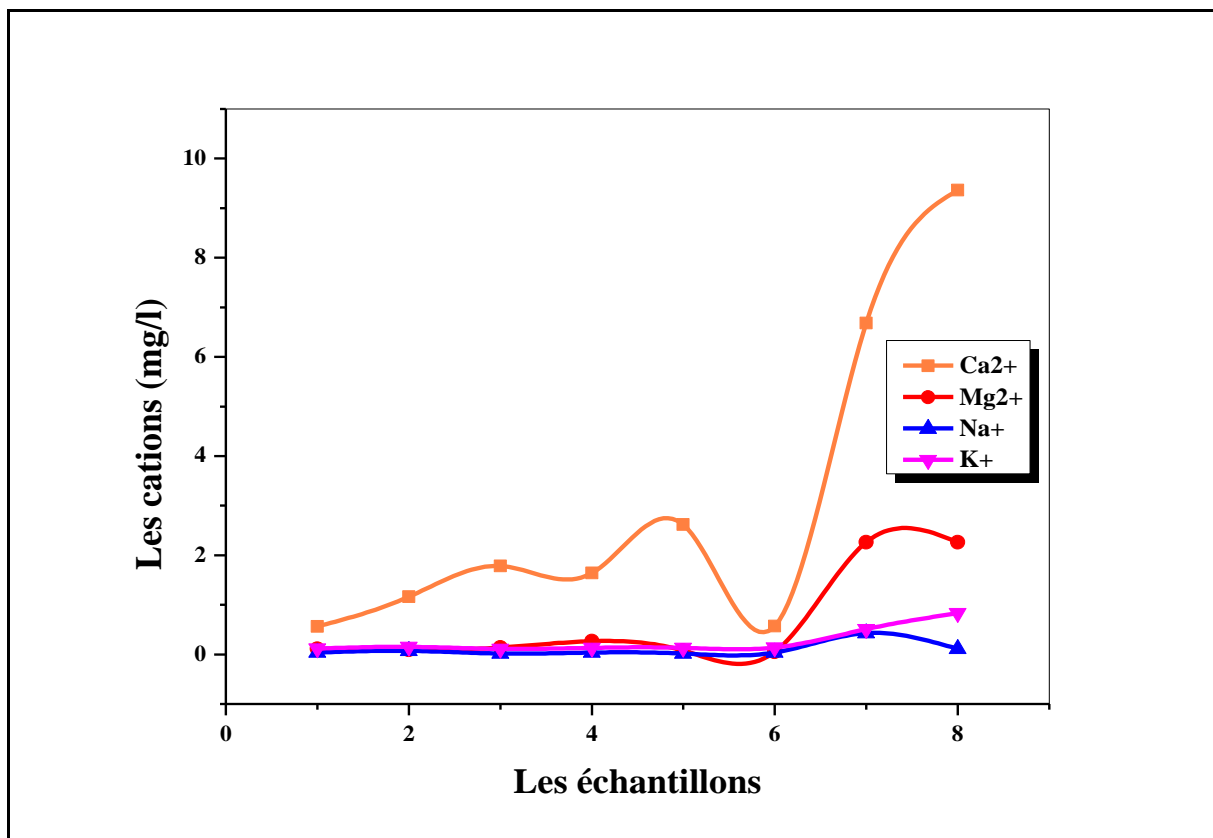


Figure III.3.b : Variation des teneurs des cations de différents échantillons de sol



Pour les analyses des cations de nos échantillons, nous observons que sol le plus riche en cations est celui de la région de Monti. Par contre le sol de Alghero et santa maria la palma est moins riche. Concernant les teneurs en sodium  $\text{Na}^+$  et potassium  $\text{K}^+$  ; nous avons enregistré des faibles valeurs de sodium et potassium de 0,02 et 0,11 mg/l, respectivement dans la région de Alghero (E3). Les fortes valeurs observées en  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (0,43 et 0,83 mg/l respectivement) sont enregistrés dans la région de Monti (E7, E8). Pour les teneurs en calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ , nous remarquons que la région de Monti a toujours des fortes valeurs 9,36 mg/l pour le  $\text{Ca}^{2+}$  et 2,26 mg/l pour le  $\text{Mg}^{2+}$ , par rapport les autres régions (Figure III-3-b).

### III.1.2.2. Phosphore assimilable :

Le phosphore est l'élément le plus important présent dans chaque cellule vivante. C'est l'un des micronutriments les plus importants pour la croissance des plantes. Le phosphore limite le plus souvent la présence de nutriments dans les noyaux végétaux et agit comme un stockage d'énergie.

Les valeurs de phosphore disponibles varient entre 0,09 mg/kg et 18 mg/kg. Cela indique que tous les échantillons ont une teneur en phosphore modérée (Tableau 04).

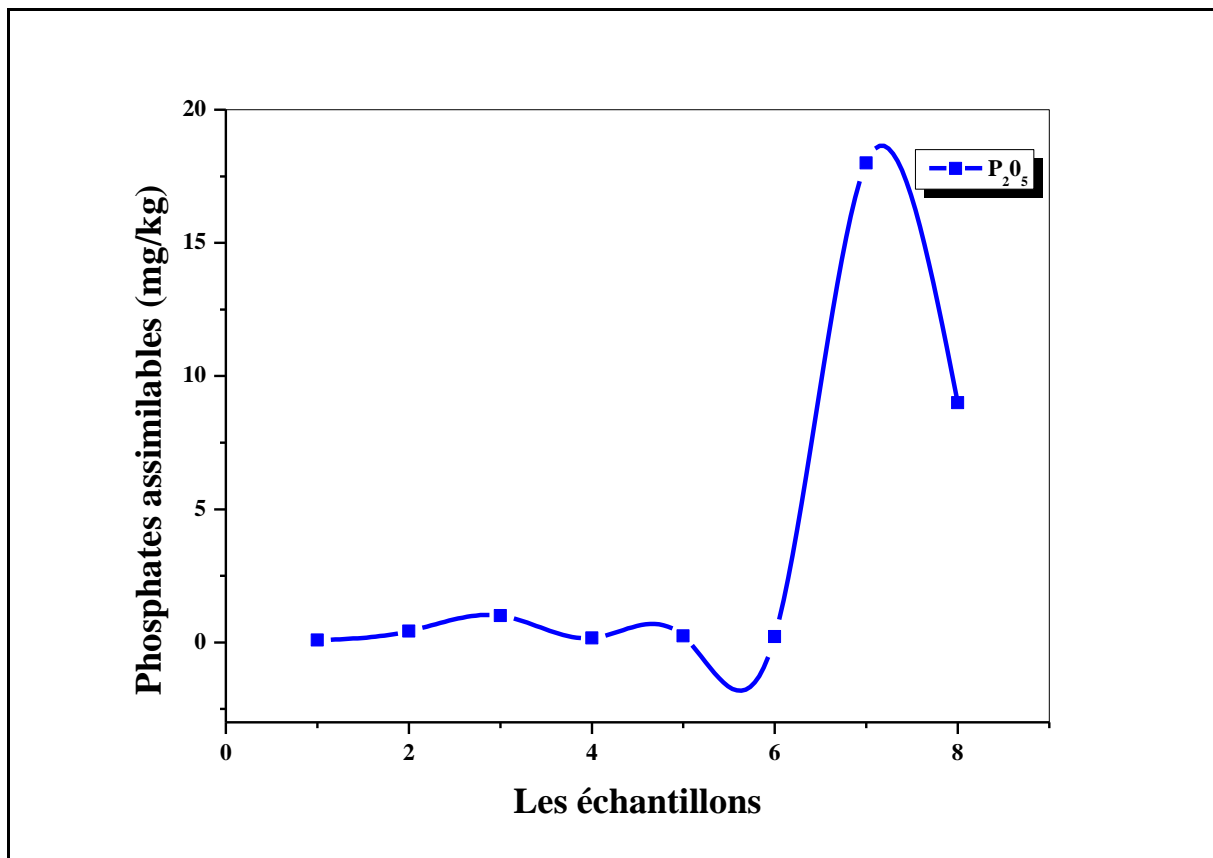


Figure III.4 : Variation des teneurs de phosphore de différents échantillons de sol

La teneur en phosphore disponible de tous les échantillons s'est avérée être inférieure aux limites souhaitées. Parmi tous les échantillons de sol, le phosphate le plus élevé a été trouvé à 18 mg/kg dans la région de Monti (E7). Le niveau élevé de la teneur en phosphore est dû à l'application d'engrais ou à la zone côtière.

La meilleure façon d'augmenter la teneur en phosphate est d'augmenter les matières organiques et l'humus. Il est difficile d'éliminer le phosphore du sol, mais on peut remédier aux excès en utilisant des engrais à faible teneur en phosphore (ou sans phosphore) jusqu'à ce que les niveaux baissent. C'est aussi une bonne idée de cesser d'utiliser des plantes accumulant du phosphore comme paillis.

### III.1.2.3. Analyse d'éléments C.H.N :

Les matières organiques présentent différents groupes fonctionnels qui permettent la complexation des ETM avec des substances humiques insolubles intégrées à la matrice du sol. [25]

**Tableau 05** : Résultats des analyses les matières organique

| Elément à analyser        | Les échantillons |      |
|---------------------------|------------------|------|
|                           | E7               | E    |
| <b>C organique (g/kg)</b> | 8,90             | 33,0 |
| <b>N total (g/kg)</b>     | 0,7              | 2,2  |
| <b>Rapport C/N</b>        | 13               | 15   |

#### ➤ Le carbone organique :

Selon les résultats obtenus durant la région de Monti (E7, E8), nous constatons que les teneurs en carbone organique varient entre 8,90 et 33 g/kg avec une moyenne de 20,95 g/kg. La valeur maximale est observée durant le huitième échantillon (Tableau 05).

#### ➤ L'Azote total :

Les teneurs en azote total obtenues au cours de notre étude varient entre une valeur minimale de l'ordre de 0,7 g/kg observée dans le septième échantillon, et une concentration maximale de 2,2 enregistrée dans le huitième échantillon et une moyenne de 1,45 (Tableau 05).

D'après les résultats obtenus, cette diminution est due aux activités biologiques et la mobilité de l'azote dans le sol sous l'effet des eaux de précipitations totales qui provoque son lixiviation dans le sol.

➤ **Le rapport carbone sur azote ou C/N :**

Le rapport carbone sur azote est un **indicateur de la capacité d'un produit organique à se décomposer**. Lorsqu'une plante ou amendement organique est déposé au sol, il est dégradé par les micro-organismes, Or ceux-ci ont besoin d'azote pour leur constitution.

Le rapport C/N varient entre 13 et 15, Ces valeurs est inférieur à 25 donc les micro-organismes vont libérer l'azote en excès, à disposition des plantes.

# **Conclusion générale**

### **Conclusion général :**

Notre travail est focalisé surtout sur la comparaison physico-chimiques de sols de quatre régions de Sardaigne : Monti, Mores, Alghero et Santa maria la palma. Les analyses physico-chimiques de ce travail ont été effectuées en laboratoire pédagogique de l'université de Sassari.

Après une étude analytique nous avons conclu que les sols de la région Monti sont des sols granitiques (Inceptisols).

Nous avons également fait les analyses physico-chimiques de chaque région. Ces analyses montrent que, le pH présente des valeurs entre 6 et 7,5, indiquent leur neutralité et était optimal pour la croissance des cultures, et la conductivité la plus élevée parmi tous les échantillons a été trouvée dans la région de Monti (E8) de 242  $\mu\text{S}$ , la conductivité électrique d'une solution de sol augmente avec la concentration d'ions.

Les résultats de d'analyse chimique montrent que l'échantillon le plus riche en cations est celui de la région de Monti. Par contre l'échantillon de Alghero est le moins riche. Nous avons enregistré des faibles valeurs en  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  de 0,02 et 0,11 mg/l, respectivement dans la région d'Alghero (E3). Les fortes valeurs observées (0,43 et 0,83 mg/l respectivement) dans la région de Monti (E7, E8), pour les mêmes éléments. Pour les teneurs en calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ , nous remarquons que la région de Monti a toujours des fortes valeurs en  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  de 9,36 et 2,26 mg/l respectivement, par rapport les autres régions. La teneur en phosphore disponible de tous les échantillons s'est avérée être inférieure aux limites souhaitées. Le phosphate le plus élevé a été trouvé à 18 mg/kg dans la région de Monti (E7).

Le rapport C/N montre une minéralisation très lente de la matière organique disponible.

D'après les résultats, il est révélé qu'il y avait une légère variation dans certains paramètres physico-chimiques parmi la zone d'étude Il est évident que la plupart des valeurs des paramètres physico-chimiques tombent sous la limite permise. Les qualités des échantillons de sol étaient acceptables de la majorité des paramètres physico-chimiques, mais pour certains sites, les sols doivent être traités avant de l'utiliser pour la culture des plantes et a conclu que la qualité des échantillons de sol dans la zone d'étude est presque adapté pour la culture des plantes, l'utilisation agricole, ce type de travail, il sera bénéfique pour les agriculteurs à améliorer la fertilité du sol et la qualité des cultures. Les données obtenues indiquent clairement que la zone est bonne pour l'agriculture est Monti.

# **Références bibliographiques**

**Références ET bibliographiques:**

[1] M.G. Pramod, P.K. Amruta, study on physico chemical parameters of soil sample, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 8. 2021.

[2] P.R. Ganorkar, P.G. Chinchmalatpure, Physicochemical assessment of soil In Rajura bazaar in Amravati district of Maharashtra (India) International journal of chemical environment and pharamstical research.4. 2013. 21-36.

[3] L.J. Somwanshi, S.K. Akuskarint, Int.J.chem.Sci. 6. 2008. 255-261.

[4] K. Kanimozhi, A. Panneerselvam, Archives of Applied Science Research. 3. 2011. 525-536.

[5] A.K. Gupta, M.L. Varshaney; *Practical Manual for Agricultural Chemistry. Kalyani Publisher.* 1994. 3-26.

[6] N.N. Garba, A. Isma'lla, U.K. Asma, Z.N. Garba, B.I. Tijjini, *European Journal of Applied Engineering and Scientific Research..* **2013**. 2. 23-27.

[7] K.P. Kordlaghari, S.N, Sisakht, A. Saleh, Annals of Biological Research. 2013. 4. 105-108.

[8] K.K. Borah, B. Bhuyan, H.P. Sharma, Archives of Applied Science Research. 2009. 1. 159-164.

[9] T. Kebir, Étude de contamination, d'accumulation et de mobilité de quelques métaux lourds dans des légumes, des fruits et des sols agricoles situent près d'une décharge industrielle de l'usine al zinc de la ville de ghazaouet, Université abou bekr belkaid, Tlemcen. 2012.

[10] Mémoire de fin d'étude : stage d'agriculture réalisé par Mahwachi Sahbi esam - technicien supérieur. 2008.

[11] P. Stenggel, Le Sol. Éditorial. Institut Des Sciences De La Terre D'orléans. 2009.

## *Références ET bibliographiques:*

---

- [12] A. Ibrahim Mirsal, Soil Pollution. Origine, Monitoring And Remédiation. Springer Verlag Berlin Heidelberg. 2004.
- [13] Ph. Duchaufour, Pédologie (Sol, Végétation, Environnement) Ed. Masson, Paris. 11-12. 1991.
- [14] S. Gabet, Remobilisation D'hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Hap) Présents Dans Les Sols Contaminés A L'aide D'un Tensioactif D'origine Biologique, Thèse De Doctorat, Université De Limoges. 2004.
- [15] L.J.J. Lemièrre, C. Senguin, D. Guern, Ph. Guyonnet, Guide Sur Le Comportement Des Polluants Dans Les Sols Et Les Nappes, Service Public Brgm. 2000.
- [16] <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/les-types-de-sols-s1330>. Consulté le 13-09-2022.
- [17] G. Prevost. La Pierre sculptée. 2006.
- [18] J. Chaude, R.C. Leclercq, Ecophysiologie végétale. 1999.
- [19] R. Huber, Origins: Speculations on the cosmos, Earth and mankind. 2011.
- [20] A. Halitim, Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. O. P. U, Alger. 1988.
- [21] P.K. Gupta, Soil, Plant, and Water and Fertilizer analysis. 2nd Ed. Agrobios, (India). 2007.
- [22] Voyage en Sardaigne - Description statistique, physique et politique de cette île, avec des recherches sur ses productions naturelles et ses antiquités, par le comte Alberto La Marmora, compte rendu de Humbert Ferrand.
- [23] S. Maurice, les méthodes d'analyses des sols aux s.s.c. de Bondy Orstom. b. dabin. o. r.s.t.0.m<sup>e</sup> fonds documentaire, rapport de stage.
- [24] S. Maurice, les méthodes d'analyses des sols aux s.s.c. de Bondy Orstom. b. dabin. o. r.s.t.0.m<sup>e</sup> fonds documentaire, rapport de stage.



## *Références ET bibliographiques:*

---

[25] P. Madejón, A. Pérez-de-Mora, P. Burgos, F. Cabrera, N.W. Lepp, E. Madejón, Do amended, polluted soils require re-treatment for sustainable risk reduction? Evidence from field experiments. *Geoderma*. 159. 2010. 174-181.

## Résumé

L'objectif de ce travail c'est la comparaison physicochimiques de sols de quatre régions de Sardaigne-Italie: Monti, Mores, Alghero et Santa maria la palma. Les analyses physico-chimiques de ce travail ont été effectuées en laboratoire pédagogique de l'université de Sassari. Cette étude physico-chimique du sol est basée sur divers paramètres comme le pH, la conductivité électrique (CE), le carbone organique total, l'azote disponible (N), le phosphore disponible (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). On a prélevé et analysé huit échantillons représentatifs pour déterminer leur teneur en le phosphore, pH, conductivité, sodium et potassium. La valeur de pH était de 6,22 à 7,34, la teneur en carbone organique variait de 8,90 à 33 g/kg, le phosphore se situait entre 0,09 et 18 mg/kg, la conductivité variait de 21,74 à 242 µS, La gamme de sodium se situait entre 0,02 et 0,43 mg/l et le potassium, entre 0,11 et 0,83 mg/l.

D'après les résultats des analyses physico-chimiques de chaque région. Nous remarquons que la région de Monti est l'échantillon la plus riche en cations, et la bonne zone pour l'agriculture.

**Mots clés:** Analyses physico-chimiques, sol, les ions métalliques, Sardaigne

## Abstract

The objective of this work is the physicochemical comparison of soils of four regions of Sardinia-Italy: Monti, Mores, Alghero and Santa Maria La Palma. The Physico-chemical analyses of this work have been carried out in the pedagogical laboratory of the University of Sassari. This Physico-chemical study of the soil is based on various parameters such as pH, electrical conductivity (EC), total organic carbon, available nitrogen (N), available phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Eight representative samples were collected and analyzed for phosphorus, pH, conductivity, sodium and potassium. The pH value ranged from 6.22 to 7.34, organic carbon content ranged from 8.90 to 33 g/kg, phosphorus ranged from 0.09 to 18 mg/kg, conductivity ranged from 21.74 to 242 µS, Sodium range was 0.02 to 0.43 mg/l and potassium ranged from 0.11 to 0.83 mg/l.

According to the results of the Physico-chemical analysis of each region. We notice that the Monti area is the richest sample in cations, and the good area for agriculture.

**Key words:** Physico-chemical analyses, soil, metal ions, Sardinia

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو المقارنة الفيزيائية الكيميائية للتربة في أربع مناطق من سردينيا - إيطاليا مونتي وموريس وألغيرو وسانتا ماريا لا بالما. وقد أجريت التحليلات الفيزيائية - الكيميائية لهذا العمل في المختبر التربوي التابع لجامعة ساساري. تستند هذه الدراسة الفيزيائية الكيميائية للتربة إلى بارامترات مختلفة مثل الأس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي (EC) وإجمالي الكربون العضوي والنيتروجين المتاح (N) والفوسفور المتاح (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). تم جمع وتحليل ثماني عينات تمثيلية للفوسفور والأس الهيدروجيني والتوصيل والصوديوم والبوتاسيوم. وكانت قيمة الأس الهيدروجيني 6.22 إلى 7.34، وتراوح قيمة الكربون العضوي من 8.90 إلى 33 غرام/كغ، وتراوح قيمة الفوسفور من 0.09 إلى 18 ملغ/كغ، وتراوح التوصيلية من 21.74 إلى 242 ميكروسيمنس، وترات نسبة الصوديوم من 0.02 إلى 0.43 ملغ/ل، وتراوح نسبة البوتاسيوم من 0.11 إلى 0.83 ملغ/ل.

وفق نتائج التحليلات الفيزيائية و الكيميائية المتحصل عليها لكل منطقة. نلاحظ أن منطقة مونتي هي أغنى عينة من الكاتيونات، والمنطقة المناسبة للزراعة.

**الكلمات المفتاحية:** التحليلات الفيزيائية و الكيميائية، التربة، أيونات المعادن، سردينيا