



**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES,**

**Département de l'Environnement**

**Diplôme Universitaire de Technologie  
Génie Minéral et Environnement  
DUT GME**

**STAGE TECHNIQUE DE FIN D'ÉTUDE**

**Analyses physico-chimique des sols agricoles  
des communs rurales de la région de Taza  
(Culture de viticole)**

**Réalisé (e) par :**

**EL ALAMI SOUAD**

**Lieu de Stage :**



**Encadré (e) par :**

**Pr. LAHRACH Abderrahim  
Dr. Omar SAIDI**

*Jury et Date de Soutenance : Le Mardi 23 Juin 2015*

*Pr. Naoual Rais*

*Pr. Lahcen Benaabidate*

*Pr. Abdelali Chaouni*

**Pr. Driss El Azzab**

**Pr. Abderrahim Lahrach**

**Année universitaire 2014 - 2015**

## Résumé

Avec toutes les informations recueillies durant cette période de stage, j'établi ce rapport qui expose les résultats et les explications obtenu en ce qui concerne l'analyse des sols agricoles prélevés a partir d'un verger de viticole situé a les communes rurales de la région de Taza.

Les résultats de ces analyses, m'a permis d'en déduire que la texture de ces sols plus ou moins comparables et favorable pour la culture des viticoles. Le pH est alcalin alors il faut le corriger par ce que la culture des raisins favorisent les sols acides, ceci est difficile dans des sols contiennent beaucoup de calcaire. Concernant la matière organique ; ils ya des échantillons contiennent des teneurs suffisantes en matière organique par contre il faut apporter la matière organique aux autres échantillons.

## **Dédicaces**

**A** ce qui est toujours mon meilleur exemple dans la vie : mes très chers parents et frères, pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et pour l'avenir qu'ils n'ont cessé d'offrir.

**A** ce qui m'a été toujours la garante d'une existence paisible et d'un avenir radieux : à famille EL ALAMI .

**A** toutes les personnes que j'ai senties redoutables de leur dédier ce modeste travail avec mes vifs remerciements et les expressions respectueuses de mes profondes grâces.

**Enfin**, je tiens à adresser mes vifs remerciements à mes collègues de la filière Génie minéral et environnement et toutes mes amies (e)s.

## Remerciement

Il est certainement difficile de témoigner ici, brièvement et derrière un clavier, de sa reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Je tiens tout d'abord à remercier **Dr. O. SAIDI**, Directeur du laboratoire d'analyses agricoles (AGRILABO), qui m'a permis d'effectuer ce stage au sein du laboratoire.

Je remercie chaleureusement Mme. N. BENZAHRA le responsable de laboratoire ,pour son soutien ,son aide et ses conseils durant la période du stage.

Que tout le personnel de AGRILABO et toutes les personnes que j'avis la chance de rencontrer : Mr. Hassan, Mr. Lahcen ,Mme Samira, Mme Amina, Mlle Soukaina, Mme Fatima; je trouve ici l'expression de ma gratitude et reconnaissance.

Mes respects et mes chaleureuses remerciement vont à mon encadrant **Pr. LAHRACH Abderrahim** qui m'a beaucoup encouragé et soutenu le long du stage.

Je tiens également à remercier Mes Professeurs pour leur disponibilité, leur assistance, et pour les renseignements qu'ils m'ont fournis durant notre formation.

Mes remerciements vont également à Pr. Rais Naoual , Pr. A Chaouni , Pr. Benaabidate et Pr. El Azzab Driss Pour avoir accepté de juger mon travail.

Enfin merci à tous

# Sommaire

**Liste des figures & Liste des tableaux.....**  
**Introduction générale.....**  
**Préambule.....**

## **Chapitre I : Vue Sur Laboratoire d'Analyse (AGRILABO)**

I. Présentation de laboratoire.....  
II. Activités.....  
III. Moyens matériels et moyens humains.....

## **Chapitre II : Synthèse bibliographique sur le sol**

I. Généralités.....  
II. Constituants du sol .....  
III. Formation du sol .....  
IV. Les horizons du sol .....  
VI- propriétés physico-chimiques du sol .....

## **Chapitre III: Expérimentations et Résultats**

I-Origin des échantillons de sols analysés.....  
II-Prélèvement et prétraitement des échantillons du sol.....  
II.1- Prélèvement.....  
II.2-Matériels et méthodes de prélèvement.....  
II.3-Prétraitement des échantillons du sol.....

II.3.1-Séchage.....

II.3.2-Broyage et Pilonnage.....

II.3.3-Tamisage.....

III-Analyses physico-chimiques des échantillons.....

1.Granulométrie (Texture de sol) .....

a. But et Principe.....

b. Matériel et Méthode.....

2. Calcaire total.....

a. But et Principe.....

b. Matériel et Méthode.....

3. pH eau, pH kcl.....

a. But et Principe.....

b. Matériel et Méthode.....

4. Matière organique.....

a. But et Principe.....

b. Matériel et Méthode.....

**Conclusion.....**

**Bibliographie.....**

# Liste des figures & Liste des tableaux

## ➤ Liste des figures :

**Figure 1 :** Proportions des constituant du sol.

**Figure 2 :** Profil de sol.

**Figure 3:** Complexe argilo-humique.

**Figure 4 :** Carte géographique de Taza .

**Figure 5 :** Exemple de la répartition des prises individuelles qui composent l'échantillon.

**Figure 7 :** Etapes de prélèvement avant l'envoi au laboratoire.

**Figure 8 :** Séchage des échantillons dans le four.

**Figure9 :** Broyage et pilonnage de l'échantillon.

**Figure 10 :** Tamis.

**Figure 11 :** Tares ou les boites.

**Figure 1 2:** les prélèvements.

**Figure 13:** La pesée des tares.

**Figure 14:** Diagramme en triangle pour la détermination de la texture des sols

**Figure 15 :** La Hotte aspirante.

**Figure 16 :** : Calcimètre de Bernard.

**Figure 17 :** Mesure du pH du sol a l'aide de pH mètre.

**Figure 18:** Agitation du mélange à l'aide d'un agitateur vortex.

**Figure 19 :** Le Digesteur.

**Figure 20:** La filtration.

**Figure 21 :** la lecture a l'aide du spectrophotomètre.

## ➤ Liste des tableaux

**Tableau 1 :** Texture du sol.

**Tableau 2-3 :**Résultats Granulométrie

**Tableau 4 :**Classification des sols en fonction du PH

**Tableau 5:** Gamme d'étalonnage

# INTRODUCTION GENERAL

Les sols constituent une ressource naturelle non renouvelable. La préservation de leurs usages productifs, de leur fonction environnementales et écologiques et la prise en compte de leur rôle dans l'aménagement et l'utilisation du territoire constituent un enjeu collectif pour le développement durable. Les sols évoluent lentement sous l'effet de grands facteurs naturels tels que le climat, la topographie, Le matériau parental et la végétation. Cette évolution peut être accélérée ou modifiée par les activités humaines telles que les aménagements fonciers, les pratiques agricoles, les épandages, les retombées atmosphériques et la pollution accidentelle qui perturbent l'équilibre de l'écosystème que constitue le sol.

Toute la vie terrestre dépend d'une fine couche de sol. Le premier mètre de la surface de la Terre alimente plus de six milliards de personnes, ainsi qu'un nombre immesurable d'insectes, de reptiles, d'oiseaux et d'animaux. Depuis quelques décennies, des pressions économiques et démographiques ont conduit à une dégradation et épuisement rapide et massive des sols sont des sérieux problèmes qui ont causé la diminution des produits agricoles, car ils entraînent une baisse des rendements des cultures. La baisse de fertilité des sols qui en résulte est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et des pesticides. L'agriculture itinérante et la mauvaise utilisation des ressources en sol.

Les analyses du sol jouent un rôle important en production végétale ainsi que dans la gestion des éléments nutritifs. Elles constituent en fait le meilleur moyen de bien planifier les applications d'engrais pour les exploitations agricoles qui utilisent des engrais commerciaux comme source principale d'éléments nutritifs.

A ce titre, l'analyse du sol est donc indispensable pour mener à bien la fertilisation raisonnée. En effet, ce présent document est le fruit du stage que j'ai effectué au sein du laboratoire d'analyses agronomiques à Fès « AGRILABO ». Il porte sur les analyses physico-chimiques du sol agricole des communs rurales de la Région de Taza.

Ce rapport sera présenté en Trois chapitres :

Dans le premier chapitre, je présenterai un bref aperçu sur le laboratoire AGRILABO et j'expliquerai les moyens matériels et moyens humains.

Dans le deuxième chapitre, je rappelle quelques données bibliographiques sur le sol et ses caractéristiques physico-chimiques.

Ensuite, j'ai présenterai un aperçu monographique de la région étudiée et les méthodes utilisés pour les analyses.

Dans le troisième chapitre, j'expliquerai leurs résultats obtenus avec des interprétations et des conseils de certains résultats.

## Préambule

**L**e stage est une période d'acquisition d'un savoir relative à une discipline donnée dans les Entreprises, pour l'intégration des future cadre afin qu'ils puissent se familiariser avec le travail, le professionnalisme et la vie active.

**M**a formation à la Faculté DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES «DUT Génie Minéral Et Environnement » se couronne par ce stage de deux mois au laboratoire d'analyse du sol « AGRILABO » qui a débuté le 17/04/2015 et a pris fin 17/06/2015.

**C**ette expérience m' a permis d'enrichir mes connaissances dans le domaine professionnel, de bien savoir le déroulement du travail, s'initier à la modélisation des problèmes pratiques, se sentir la responsabilité devant tout obstacle rencontré, ainsi que de tester mes capacités et mes connaissances.

# **Chapitre I**

## **Vue Sur Laboratoire d'Analyse (AGRILABO)**

## **I. Présentation de laboratoire :**

AGRILABO est un première laboratoire privé d'études et d'analyse agricole, agroalimentaire et environnementale, a été créé en 2005 à Fès. C'est le premier laboratoire de ce genre dans la région l'ouest du Maroc. Il comprend un laboratoire d'analyse et un bureau d'études et de recherches agricoles, agro-alimentaire et environnementales.

Le laboratoire AGRILABO assure six services :

- Service Commercial
- Service Echantillonnage et prélèvement et prétraitement des échantillons
- Service Analyse (physico-chimique, bactériologique)
- Service Fert conseils
- Service Etudes
- Service encadrement et formation

## **II. Activités :**

### **➤ Les activités appliquées sur laboratoire AGRILABO :**

- Analyses agronomiques : sols, plantes, eaux.
- Analyses agro-alimentaires.
- Analyses environnementales.
- Recommandation d'engrais.
- Etudes agronomiques, pédologiques, agro-alimentaires et sur l'environnement.

### **III .Moyens matériels et moyens humains**

#### **➤ Une équipe pluridisciplinaire :**

- Docteur spécialisé en phytiatrie, en physiologie végétale et en pédologie.
- Des ingénieurs agronomes de toutes spécialités.
- Des techniciens supérieurs préleveurs spécialisés dans les prélèvements et mobiles sur tout le territoire 24 h sur 24 h.
- Des techniciens et techniciennes supérieures spécialisés en analyses physico-chimiques et bactériologiques.

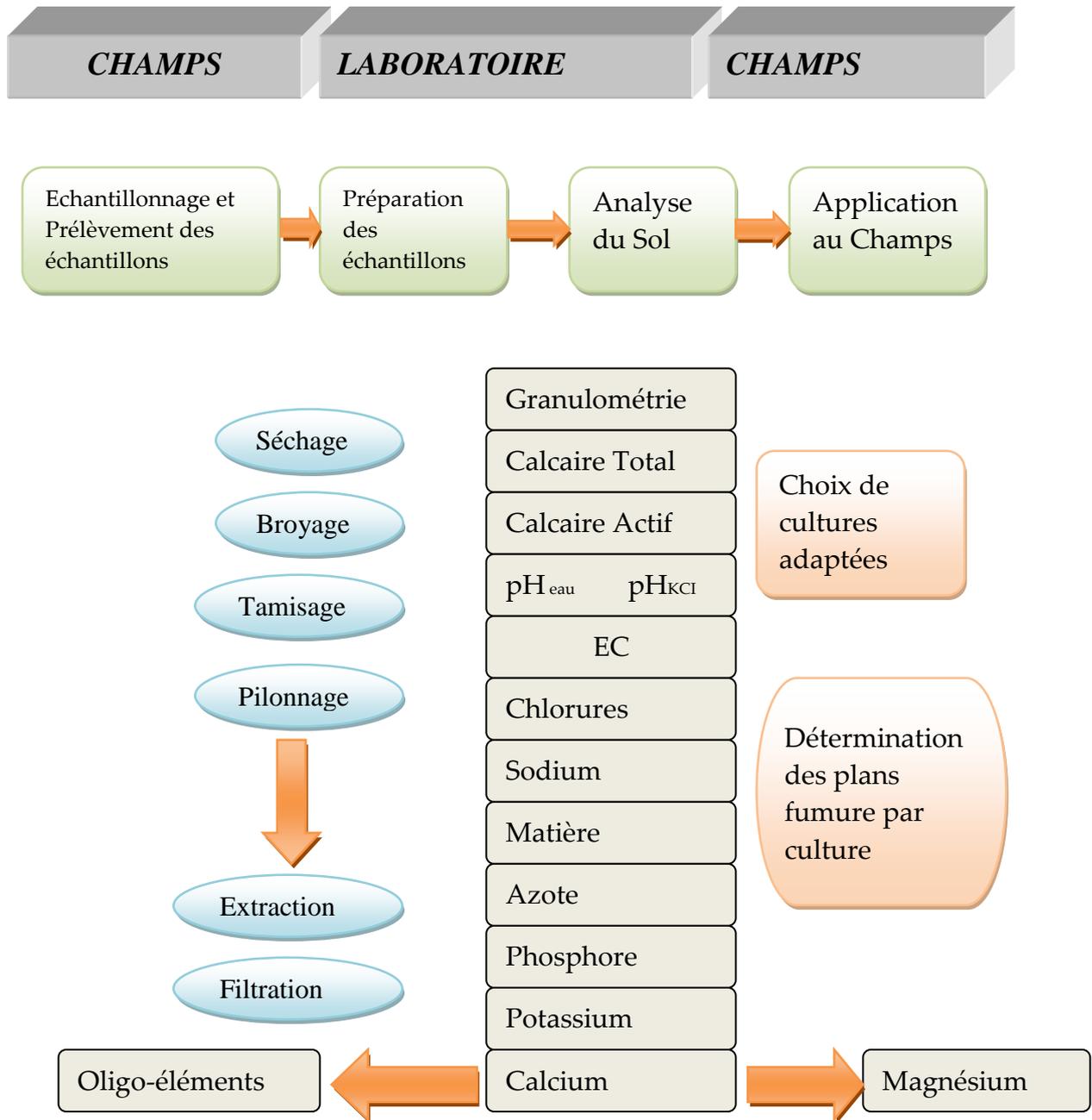
#### **➤ Un équipement moderne :**

Qui permet l'exécution des différents types d'analyses :

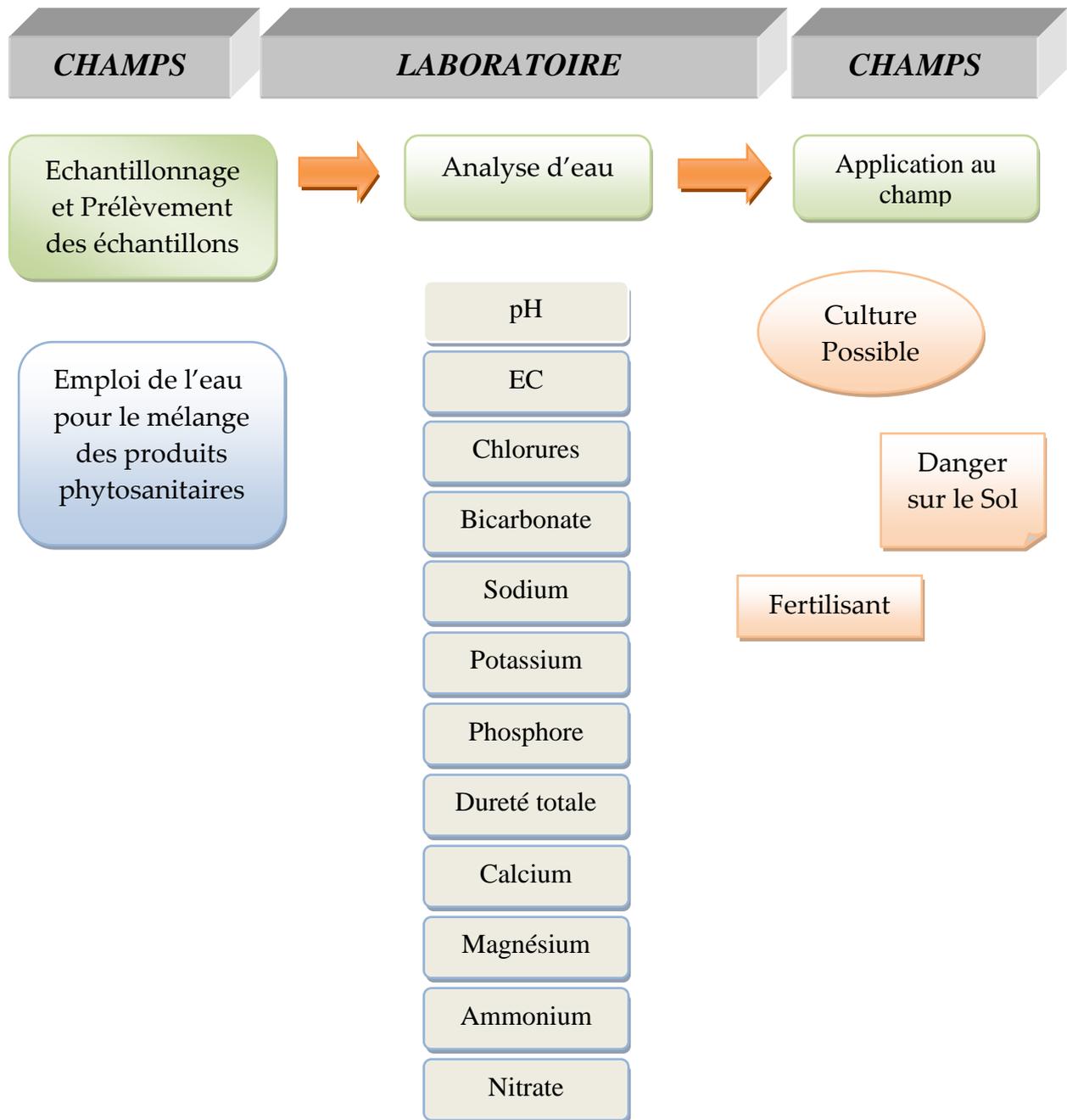
Spectrophotomètre d'absorption atomique, spectrophotomètre UV Visible, photomètre à flamme, pH mètre, Ec mètre (electroconductivimètre), digesteur minéralisateur,

Appareil kjeldhal, distillateur, balance de précision, centrifugeuse, bain-marie, agitateurs de toute sorte, Hotte aspirante, Burettes automatiques, verrerie, accessoires et plastiques nécessaires... etc.

#### IV. Organigramme d'analyses de sols :



## V. Organigramme d'analyses d'eau :



# **Chapitre II**

## **Synthèse bibliographique sur le sol**

## I. Généralités:

Le sol est défini comme une formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation ou de l'altération de la roche mère sous-jacente (appelée sous sol), Sous l'influence des divers processus physiques, chimiques et biologiques.

D'un point de vue agricole, le sol constitue un support pour les plantes cultivées ; il joue un rôle essentiel dans la nutrition hydrique et minérale des végétaux, il est le lieu d'une activité biologique qui favorise la biodisponibilité des éléments nutritifs. Le sol représente la couche superficielle de la croûte terrestre qui constitue une interface entre la biosphère et la lithosphère.

La science qui étudie les sols, leur formation, leur constitution et leur évolution, est la pédologie, cette dernière décrit les différents types de sols ainsi formés, en distinguant la couche arable et le sol sous-jacent.

L'agriculteur travaille la couche arable qui est la plus riche en matières organiques, elle est le siège d'une intense activité biologique. Sa composition est modifiée par la présence des cultures et les apports de fertilisants au cours des années.

La couche sous-jacente, entre la couche arable et la roche mère, contribue aussi à la nutrition de la plante en éléments minéraux et en eau. L'agronomie s'intéresse à ces deux couches à travers le profil cultural.

La composition d'un sol dépend de nombreux facteurs tels que : le climat, la nature de la roche mère, la pente, l'exposition, et des facteurs biotiques : couvert végétal, organismes vivants..... Sa formation est liée au facteur temps, c'est-à-dire, la durée nécessaire à la dégradation de ses éléments constitutifs organiques et minéraux.

## II. Constituants du sol :

Le sol est constitué de trois parties fondamentales très distinctes :

- La partie solide (matière organiques et éléments minéraux).
- La partie liquide (les solutions aqueuses).
- La partie gazeuse.

La proportion de ces parties est représentée selon la figure suivante :

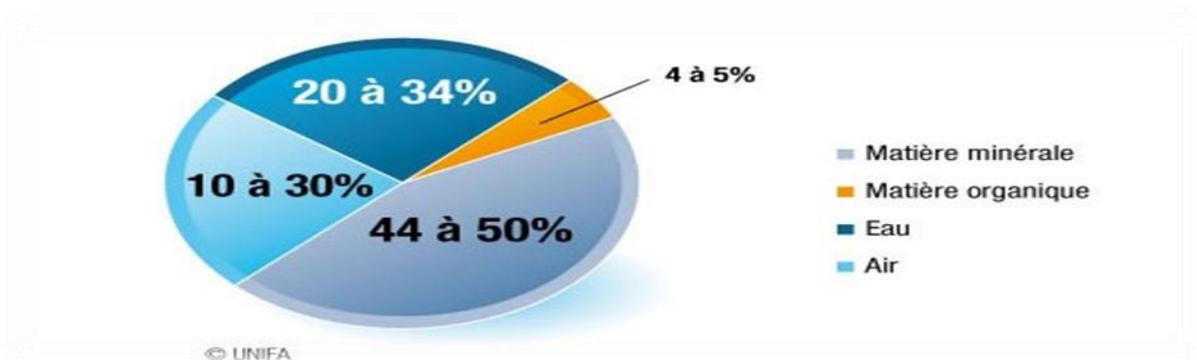


Figure1 : Proportions des constituants du sol

### III-Formation du sol :

Un sol est le résultat d'une altération superficielle d'une roche mère, et d'un enrichissement en matières organiques issue d'êtres-vivants, du fait de la décomposition de la litière par des organismes décomposeurs. On a ainsi trois facteurs entrant en jeu dans la formation d'un sol :

**La roche mère** : ses propriétés physiques ou sa composition chimique a une influence directe sur la nature et sur la rapidité de l'évolution d'un sol.

**Les végétaux** : fournisseurs de l'essentiel de la matière organique présente dans le sol, et qui influencent aussi son évolution.

**Le climat**: qui affecte les deux facteurs précédents, par la température en ce qui concerne l'altération de la roche mère, et les précipitations pour les phénomènes de migration se déroulant au niveau du sol.

On peut distinguer globalement trois étapes essentielles de formation du sol :

- **Altération de la roche mère** : elle est le résultat de processus physiques (gel, pénétration des racines...) qui fragmentent la roche, et de processus chimiques (action des eaux chargées d'acides) qui dissolvent les calcaires et hydrolysent les minéraux silicatés pour engendrer des complexes d'altération (argile, oxydes de fer, sels...) cimentant les grains résultant de la précédente fragmentation.

- **Incorporation de la matière organique par minéralisation de molécules organiques et humification**, c'est à dire édification d'acides humiques à partir des molécules issues de cette minéralisation.

- **Les horizons se différencient enfin sous l'action des eaux d'infiltration (lessivage)** : les éléments solubles sont entraînés et accumulés pour former des horizons dits d'accumulation.

Le sol est formé de plusieurs couches superposées que l'on peut observer sur la coupe verticale du sol. Chaque couche comporte un mélange, une proportion variables de : Composants organiques (restes d'animaux et de végétaux) et composants minéraux (provenant des roches du sous-sol) [1].

### IV.Les horizons du sol :

Il existe quatre horizons du sol principaux (Identifiés à l'aide d'un système alphabétique) :

a) **Horizon O** :

Cet horizon est organique (riche en humus) et comporte des débris végétaux qui sont partiellement décomposés et pratiquement non reconnaissables sur le terrain. Il contient 30 % de la matière organique.

b) **Horizon A** :

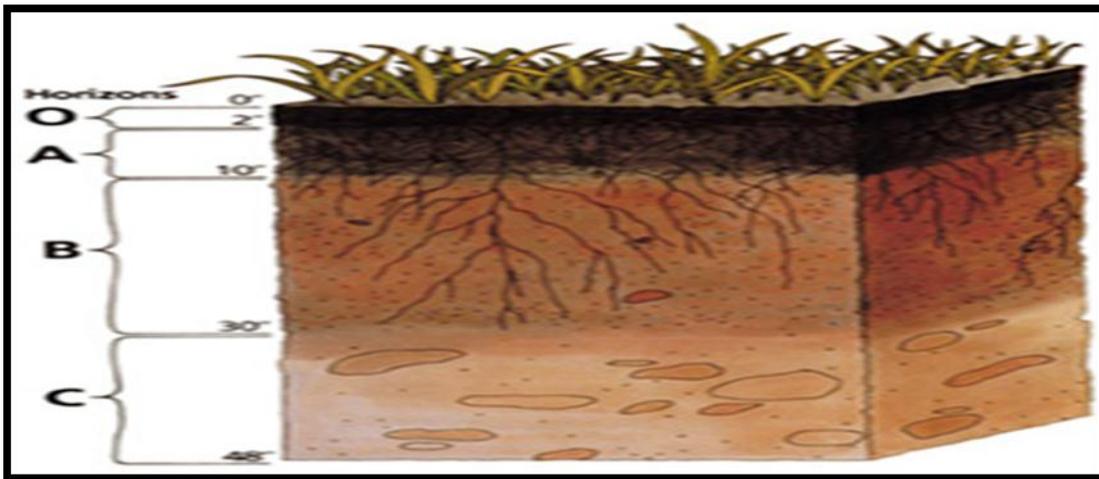
Cet horizon contient à la fois de la matière organique et de la matière minérale. Dans quelques rares cas, il résulte principalement de la pénétration de la matière organique dans le sol sous forme de constituants solubles. Mais, en général, il est le résultat d'un brassage mécanique par les organismes vivants dans le sol (vers, insectes) ou bien matérialise l'intervention d'outils dans le cas des sols cultivés.

**c) Horizon B :**

Il est enrichi en divers constituants, suivant les cas : argile, fer, matière organique, carbonate de calcium, etc. Ces constituants proviennent en majorité du lessivage par les eaux de percolation (eaux de pluies, irrigation) des horizons sous-jacents et en particulier de l'horizon O. Il est distingué par sa couleur, sa structure, la nature de ses constituants et sa granulométrie.

**d) Horizon C :**

Il résulte de l'altération de la roche mère dans lequel la transformation de celle-ci reste limitée si bien que nombre de ses caractères originels (litage, schistosité, minéraux) sont encore très visibles. Mais l'évolution minéralogique a déjà commencé ainsi que les pertes de matière sous forme d'ions solubles . [1]



**Figure 2 : Profil du sol**

Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier	Cailloux et graviers
< 0.002mm	0.02mm	0.05mm	0.2mm	2mm	> à 2mm

**Tableau 1 : Texture du sol [2]**

## VI- propriétés physico-chimiques du sol :

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 ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}^+$ ) 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 biodisponibles 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*).

Les engrais azotés minéraux apportent l'azote :

- Soit sous forme du cation ammoniacal  $\text{NH}_4^+$  qui peut se fixer sur le complexe argilo humique.
- Soit sous forme de l'anion nitrate  $\text{NO}_3^-$  qui n'est pas retenu par le complexe et est mobile dans la solution du sol.

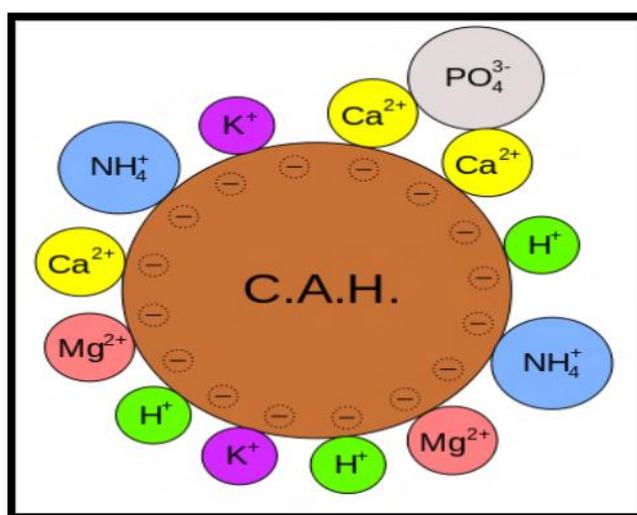


Figure 3 : Complexe argilo-humique.

### Remarque :

#### • L'importance Complexe adsorbant et sa saturation

Le complexe adsorbant d'un sol est saturé quand tous les ions  $\text{H}^+$  ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) sont remplacés par des cations échangeables tels que  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ .

La quantité maximum de cations qu'un sol peut fixer détermine la capacité d'échange cationique (C.E.C.).

Le taux de saturation est plus ou moins élevé selon que le complexe est plus ou moins saturé en cations échangeables.

Pour obtenir l'efficacité maximale de la fertilisation, l'agriculteur devra maintenir la capacité d'échange cationique du complexe en favorisant la formation d'humus et en saturant le complexe par des amendements basiques, le cas échéant.

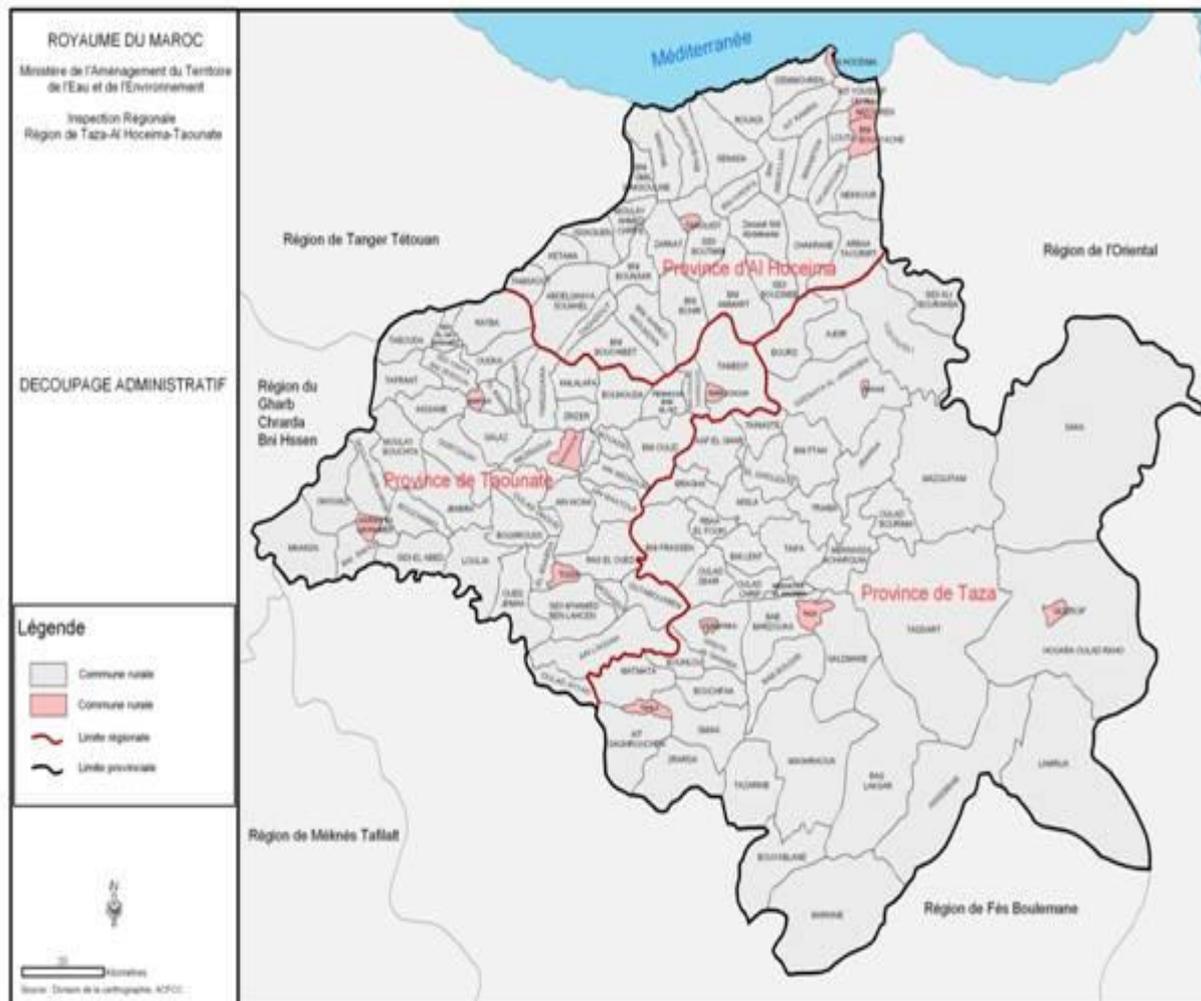
# Chapitre III

## Expérimentations et Résultats



## I-Origine des échantillons de sols analysés.

### 📍 Aperçu monographique de la région étudiée (TAZA).



**Figure 4:** Carte géographique de Taza .

Dans un verger de viticole de la région de Taza , quatre communes rurales :Gualdmane ,Msila , Bab Merzouqua et wled chrif ont été choisis pour en prélever des échantillons destinés à être analysés au laboratoire. Dans chaque point, deux échantillons ont été prélevés correspondant à la profondeur 0cm-30cm, 30cm-60cm.

## II-Prélèvement et prétraitement des échantillons du sol :

### II.1- Le prélèvement :

Le **prélèvement** d'un échantillon de sol est souvent la première étape du conseil agronomique en matière de fertilisation ou de l'expertise physique du sol. A cause de la variabilité, tant spatiale que temporelle, des propriétés physiques et chimiques des sols, la qualité du prélèvement est une étape décisive pour la fiabilité du conseil.

En agriculture, comme dans bien d'autres domaines, il est impossible de mesurer une ou plusieurs caractéristiques sur l'ensemble d'un groupe ou d'une parcelle. En effet, il n'est pas envisageable de transporter la totalité de la terre de sa parcelle ou d'emporter tout son silo pour réaliser une analyse...

Ⓢ **Remarque** : Ne pas prélever après un apport d'engrais.

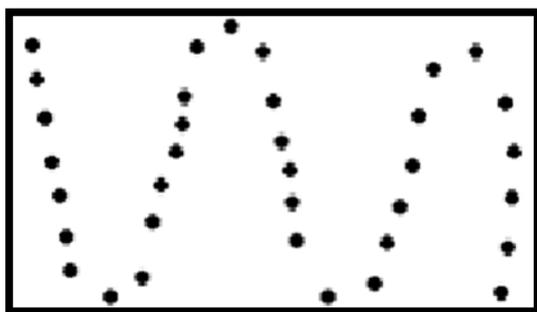
#### Échantillon représentatif

Pour qu'un échantillon soit représentatif, il faut :

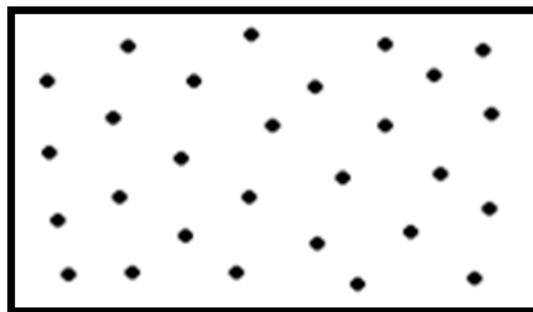
- prélever dans une zone homogène ;
- prélever toujours à la même saison ;
- adopter une méthode et la conserver pour les analyses suivantes ;
- attendre au minimum de 2 à 4 mois après un apport de fumier ou d'engrais.

#### Technique de subdivision de terrain pour le prélèvement d'échantillon

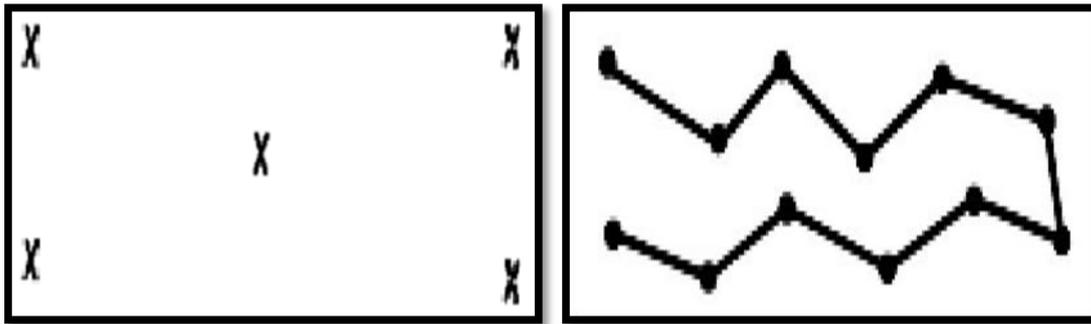
Tout d'abord, il faut subdiviser le terrain en unités homogènes de 100-150m<sup>2</sup> puis il faut choisir une des méthodes suivantes dites en diagonale, en zigzag, en « w » successifs, ou en serpentant



Prélèvement en W



Prélèvement en serpentant



Prélèvement en diagonal

Prélèvement en zigzag

**Figure 5:** Exemple de la répartition des prises individuelles qui composent l'échantillon.

- On fait le prélèvement en zigzag ou en diagonal lorsque la parcelle contient beaucoup des arbres, ou inversement pour en serpentant ou successif (w).

## II.2-Matériels et Méthodes de prélèvement :

Le prélèvement d'échantillons de sol nécessite plusieurs outils et matériaux. Une sonde d'échantillonnage du sol est utilisée pour extraire des carottes de sol. Il est également possible d'utiliser une pelle ou une tarière. Un seau propre en plastique est utilisé pour mélanger les échantillons. Enfin, de petits sachets de plastique ou de papier ligné ou des boîtes hermétiques sont nécessaires pour emballer les échantillons du sol. [3]



**Figure 6 :** Matériels de prélèvement

Le prélèvement d'échantillon consiste à effectuer les opérations suivantes :

- a) Traverser diagonalement le terrain, faisant l'objet de l'échantillonnage, en vue d'évaluer sa longueur, sa largeur, sa surface, son apparence, sa topographie, sa végétation...
- b) Subdiviser le terrain en unités homogènes de 100-150 m<sup>2</sup> environ représentatives de la parcelle.
- c) Fixer au hasard, dans ces unités homogènes, les endroits de prélèvements.

- d) Dégager la surface du sol (environ 1 cm de profondeur).
- e) Faire 12-15 trous par unité homogène de 10 cm à 1,20 m de profondeur (selon le type de culture et les éléments à analyser) en formant à l'aide de la pelle un trou donnant une forme en V; ou faire des trous à l'aide de la tarière, ce qui est plus pratique.
- f) Prélever 200-500 g sur les côtés, dans chaque unité homogène.
- g) Déposer chaque prélèvement dans un seau et mélanger.
- h) Déposer 500 g de sol du mélange dans un sachet en plastic (ne contenant pas des débris d'engrais ou de produits chimiques).
- i) Numéroter chaque échantillon (chaque sachet).
- j) Indiquer sur une étiquette toutes les informations correspondantes à chaque échantillon.
- k) Fermer les sachets pour les rendre hermétiques (éviter toute perte d'humidité).
- l) Envoyer les échantillons au laboratoire dans 3-4 jours qui suivent le prélèvement.
- m) Il faut garder les sachets ouverts dans un endroit bien aéré et loin de toute possibilité de contamination par d'autres produits.



**Figure 7:** Etapes de prélèvement avant l'envoi au laboratoire

## II.3-Prétraitement des échantillons du sol.

Les prétraitements nécessaires des échantillons du sol doivent être soumis à des analyses physico-chimiques des paramètres stables et non-volatils. Cette procédure décrit les trois types de prétraitement des échantillons : séchage, broyage et tamisage.

Lorsque l'échantillon de terre est trop volumineux, une homogénéisation est effectuée. Une partie suffisante représentative est gardée pour l'analyse. L'excédent est éliminé.

### II.3.1-Séchage

On met l'échantillon de terre dans un bac en aluminium. Puis on le sèche à une température de 40°C pendant une nuit (à une température plus élevée, il y a risque de refixation de certains éléments, et risque de volatilisation d'autres éléments).



**Figure 8 :** Séchage des échantillons dans le four.

### II.3.2-Broyage et pilonnage :

A la sortie de l'étuve, on broie l'échantillon avec passage forcé à travers une maille de 2 mm. On utilise un mortier et un pilon qui le transforme en une terre fine. Tous cela pour défragmenter les cristaux solides de taille assez grande obtenue après séchage.



**Figure 9 :** Broyage et pilonnage de l'échantillon

### II.3.3-Tamisage

La poudre obtenue au stade de broyage passé à travers un tamis avec de mailles de diamètre de 2mm. Finalement, on obtient une poudre fine.



Figure 10: Tamis

Cette poudre est remplie dans des boîtes en plastique.



Figure 11: Tares ou les boîtes

Le pourcentage de cailloux ou particules supérieure 2mm, est obtenu par le calcul suivant :

$$\% \text{ de cailloux} = \text{poids des cailloux en g} \times 100 / \text{poids de l'échantillon séché à } 40^{\circ}\text{C en g}$$

### III. Analyses physico-chimiques des échantillons :

#### 1. Granulométrie (Texture de sols) : (NFX31-107)

##### a. But et Principe :

Mise en suspension des particules minérales d'un échantillon de terre et stabilisation de cette suspension dans des conditions bien définies en particulier, destruction des agrégats.

Séparation des différentes classes de particules par sédimentation par gravité pour les fractions ( $<50\mu\text{m}$ ) et par tamisage pour les fractions supérieures.

Prélèvement des fractions fines par la méthode de la pipette.

Pesé du résidu solide après évaporation du liquide.

##### b. Matériels et Méthode :

###### ➤ Matériels :

- Agitateur rotatif.
- Balance de précision.
- Pipette de robinson.
- Tamis de 50  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ .
- Burette de 50 ml.
- Capsules à fond plat.
- Eprouvettes de 1L.
- Flacons en plastiques de 1L pour agitation.
- Thermomètre et chronomètre.
- Etuve de séchage.

###### ➤ Réactifs :

- Eau distille.
- Hexamètophosphate de sodium.

###### ➤ Mode opératoire :

- On pèse 30g de terre fine séchée et tamisée à 2mm dans un flacon de 1L. Puis on mouille la terre avec environs 200 ml d'eau distillée.
- On ajoute 30 ml d'hexamètophosphate de sodium et 250 ml d'eau distillée.
- On agite à l'aide d'un agitateur rotatif pendant 2h et on transvase dans une éprouvette de 1L et on complète à 1L avec l'eau distillée.
- Puis on agite à la main par renversement successif (environ 3min) pour optimiser les dispersions.
  
- On effectue un prélèvement à l'aide de pipette de robinson au bout de 4min 48s à 20 °C après Agitation et la mise en place de la pipette la couche de la suspension comprise entre la surface et 10 cm de profondeur ne contient plus que des particules de diam  $<0,02\text{mm}$  c'est-à-dire le Limon et de l'Argile.

La profondeur varie en fonction de la température de la salle.

On place l'éprouvette à sédimentation sous la pipette de Robinson 20 à 30°C avant la fin du délai de sédimentation, déterminé par la table en fonction de la température.

Au temps, voulu on aspire et on ouvre le robinet pour remplir doucement la pipette. On remonte la pipette et on vide le contenu dans une capsule tarée.



**Figure 12 : les prélèvements.**

- Après, de la même façon que pour le premier prélèvement, mais après un délai environ 8 heures en fonction de la température de la salle.
- Après les prélèvements des fractions Limon-Argile et Argile, le contenu des éprouvettes est versé sur les tamis de 50 et 200  $\mu\text{m}$ .  
Le tamis 200  $\mu\text{m}$  est placé sur le tamis 50  $\mu\text{m}$ .  
Un rinçage soigneux est effectué par jet d'eau, le contenu de tamis est également rincé par jet d'eau puis récupéré à l'aide d'une pissette dans les capsules numérotées.
- On évapore à sec et on sèche à l'étuve à 105 °C.
- Après séchage, les résultats de sables sont pesés. Les résultats obtenus sont multipliés par 100/30 pour les ramener en % de terre sèche.



**Figure 13 : La pesée des tares.**

➤ Expression des résultats :

• Calcul du % de Limon fin :

$$\% \text{ Limon} = (p - p') \times 50 \times 3,33$$

p : poids de l'Argile +Limon.

p' : poids d'Argile.

50 : rapport 10000ml /20ml.

3,33 : rapport 1l à ml/30g (100 pour ramener les résultats final à 100g. 30g : prise d'essai de sol).

• Calcul % d'Argile :

$$\% \text{ Argile} = (p' - \text{surchage d'hexamètophosphate de sodium}) \times 50 \times 3,33$$

• Calcul % de sable :

$$\% \text{ sable fin} = (\text{poids de la tare avec résidu} - \text{poids de la tare}) \times 3,33$$

$$\% \text{ sable grossier} = (\text{poids de la tare avec résidu} - \text{poids de la tare}) \times 3,33$$

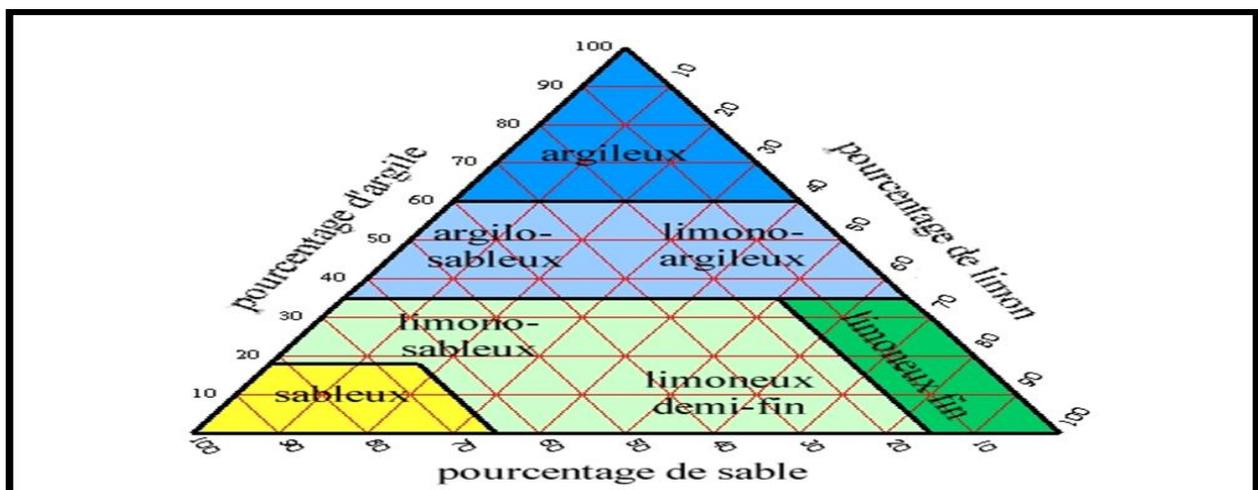


Figure 14 : Diagramme en triangle pour la détermination de la texture des sols [4]

Résultats :

Tableau 2-3 : Résultats Granulométrie

<b>Granulométrie</b>			
<b>Diagramme de Texture</b>	<b>Nombre des échantillons</b>	<b>Pourcentage %</b>	<b>Nombre Total des échantillons</b>
Argileuse	00	—	8
Argile Limoneuse	00	—	
Argile Lourde	00	—	
Argile Sableuse	00	—	
Argile Limono Sableuse	00	—	
Limoneuse	00	—	
Limon Argileuse	00	—	
Limon Argile Sableuse	02	25,00%	
Limon Sable Argileuse	00	—	
Limon Sableuse	02	25,00%	
Sable limoneuse	01	12,50%	
Sable Argileuse	02	25,00%	
Sable Argile limoneuse	01	12,50%	

Tableau 3 :

	<b>Valeur Min</b>	<b>Valeur Max</b>
<b>Argile</b>	06,79	24,94
<b>Sable Totaux</b>	26,20	75,88
<b>Limon Totaux</b>	09,24	51,24

➤ **Interprétation :**

le raisin préfère le sol sain et profond limoneux-argilo-sableux avec un sous sol perméable.

La teneur en argile dans les sols étudiées varie entre 07,14% et 24,94%. Dans ces conditions la migration en profondeur des éléments nutritifs est lente et les pertes par lessivage peu risquées.

Les sols étudiés donc plus ou moins favorable à la culture du Viticole.

## **2. Calcaire Total : (NFX 31-105)**

La détermination du carbonate de chaux total permet une classification des sols en différentes catégories : sols non calcaire, calcaires, franchement calcaires.

### **a. But et Principe :**

Evaluation du pourcentage de  $\text{CaCO}_3$  par la mesure volumétrique du  $\text{CO}_2$  dégagé à une température et une pression donnée, permet le calcul du pourcentage de  $\text{CaCO}_3$  selon la réaction suivante :



### **b. Matériels et Méthode :**

- Calcimètre.
- pilulier en verre à col large.
- tubes de 5 ml en plastique s'attachant aux piluliers.
- spatule, pissette, balance, Becher, eau distillée et eau de robinet.

➤ **Réactifs :**

- Hcl ½

Dans le fiole de 2L :

- verser 750 ml d'eau distillée.
- puis avec précaution et sous la
- hotte d'aspiration.



**Figure 15 : La Hotte aspirante.**

- Ajouter 1L d'Hcl concentré.
- Après refroidissement, jauger et agiter.
  
- Carbonate de calcium (pour analyse) :  $\text{CaCO}_3$ .
- Eau distillée.

➤ **Mode opératoire :**

❖ **Préparation des échantillons :**

La mesure de  $\text{CaCO}_3$  total set réalisé sur la terre pilonnée finement et tamisée à  $315 \mu\text{m}$ . On fait d'abord un test d'effervescence avec une pincée de l'échantillon de terre fine et pilonnée. Le poids de la prise d'essai de l'échantillon varie de 0.25 à 5 g selon l'effervescence observée dans Hcl. Plus l'effervescence est importante plus la prise d'essai doit être faible, puis on pèse les masses de terre adéquate dans les piluliers.

❖ **Préparation de la mesure :**

On mouille légèrement la terre pesée dans les piluliers ave une pissette remplie d'eau distillée. On rempli les tubes au  $\frac{2}{3}$  avec du HCL  $\frac{1}{2}$  et les mettre dans les piluliers, sans les renverser sur l'échantillon de terre. On met le robinet en position vertical et on bouche les piluliers. On verse l'acide sur l'échantillon de terre et simultanément à l'aide de robinet de vidange on maintient le niveau d'eau dans le tube non gradué et on agite pendant 15 min. On équilibre en permanence les niveaux d'eau dans les deux tubes et après stabilisation du volume de gaz dégagé, on note le volume dégagé.



**Figure 16 : Calcimètre de Bernard.**

➤ **Expression des résultats :**

$\% \text{ CaCO}_3 = (\text{masse de CaCO}_3 \text{ en g fois } 100 / \text{vol de CaCO}_3 \text{ en ml}) \times (\text{volume d'écha en ml} / \text{masse d'ech en g}).$

➤ **Normes:**

- <1% .....horizon non calcaire.
- 1 à 5% .....horizon peu calcaire.
- 5 à 25% .....horizon modérément calcaire.
- 25 à 50% .....horizon fortement calcaire.
- 50 à 80% .....horizon très fortement calcaire.
- >80% .....horizon excessivement calcaire.

### **3. pH eau, pH kcl : (AFNOR X31-103/AFNOR X31-104) :**

#### **a. But et Principe :**

Mesure électrométrique du pH au moyen d'une électrode combinée.

#### **➤ Matériel :**

- Balance.
- pH mètre.
- Pissette et flacons ou Erlen de 100ml.
- Agitateur magnétique.
- Le sol séché.

#### **➤ Réactifs :**

- Eau distillée.
- les étalons.
- pH 4, pH 7 et pH 9.
- chlorure de potassium KCl.

#### **➤ Mode opératoire :**

#### **❖ Extraction :**

- Dans un Erlen on pèse 10g de l'échantillon de sol séché et on ajoute 25ml de l'eau distillée.
- On agite jusqu'à l'homogénéisation puis on le laisse pendant une nuit et on mesure le pH
- En parallèle, on ajout 25 ml de chlorure de potassium.



**Figure 17 : Mesure du pH du sol a l'aide de pH mètre.**

➤ **Expression des résultats :**

**Tableau 4 : Classification des sols en fonction du PH :**

Valeur du Ph	Qualification du sol
<à5	Fortement acide
Entre 5 et 6	Franchement acide
Entre 6 et 6.6	Légèrement acide
Entre 6.6 et 7.4	Neutre
Entre 7.4 et 7.8	Légèrement alcalin
> à 7.8	Alcalin

**4.Matière Organique : (NFX 31-109) :**

**a. But et principe :**

Oxydation de la matière organique d'un échantillon de terre pour essai dans des conditions bien définies, par une quantité en excès de potassium en milieu sulfurique à 135°C.

Dosage spectrométrique des ions chromiques  $Cr^{3+}$  formés. La teneur en Matière Organique est évaluée par le carbone organique ainsi déterminé.

**b. Matériels et Méthode :**

- spectrophotomètre monofaisceau.
- Agitateur vortex.
- Digesteur.
- Tubes à minéralisation jaugée à 75 ml.
- pissette.
- flacons en plastique de 150 ml pour filtration.
- Entonnoirs en plastique de 100 ml.
- Fiole jaugée de 100 ml.
- Papier filtre bande bleue diam.150 mm.

➤ **Réactifs :**

❖ Solution dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) à 8 % :

Dans une fiole Jauger de 1L :

- peser 80 g de bichromate de potassium.
- dissoudre à chaud dans 1L d'eau distillée et agiter.

**Tableau 5: Gamme d'étalonnage :**

Points gamme			Solution de (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) à 8%	mg de C dans 5 ml	%C	%MO
	Anhydre	Hydraté				
T <sub>0</sub>	0	0	Dissoudre le glucose dans 100ml	0	0	0
T <sub>1</sub>	0,125	0,137		2,5	0,5	0,862
T <sub>2</sub>	0,250	0,275		5,0	1,00	1,724
T <sub>3</sub>	0,500	0,550		10,0	2,00	3,445
T <sub>4</sub>	0,750	0,825		15,0	3,00	5,172

➤ **Mode opératoire :**

❖ **Préparation des échantillons :**

Dans un tube de minéralisation, introduire 0,5 g de terre pilonnée et tamisée à 325 µm.  
Ajouter :

- 5 ml de solution de bichromate de potassium à 8%.
- 7,5 ml d'acide sulfurique concentrée.

❖ **Préparation des étalons :**

Dans un tube de minéralisation : pipeter 5 ml des étalons T<sub>0</sub> à T<sub>4</sub>. Ajouter :

- 7,5 ml d'acide sulfurique.
- Homogénéiser à l'aide d'un agitateur vortex.



**Figure 18 : Agitation du mélange à l'aide d'un agitateur vortex.**

Puis :

- Vérifier la température du digesteur (elle doit être à 135°C).



**Figure 19 : Le Digesteur.**

- placer immédiatement le portoir dans le bloc chauffant.
- laisser réagir exactement 30 mn.
- Retirer le portoir du bloc.
- Ajouter environ 50 ml d'eau distillée.
- Refroidir les tubes dans un bain d'eau.
- Les tubes étant à une température ambiante, ajuster à 75 ml, homogénéiser.

➤ **Filtration :**

Une fois ajuster, les tubes sont mis au repos pendant une nuit. Après, on procède à une filtration pour chaque tube sur papier filtre diam 150 mm, les filtrats sont recueillis dans des erlens de 100 ml.



**Figure 20 : La filtration.**

## ❖ Dosage colorimétrique :

Allumer le spectrophotomètre 15 mn avant les mesures.

- Régler la longueur d'onde à 587 nm.
- Sélectionner le mode « **ABSORBANCE** ».

### Lecture :

- Verser dans la cuve du spectrophotomètre le point  $T_0$  de la gamme d'étalonnage.
- Amener la lecture de l'absorbance à ZÉRO.
- Verser un à un les autres points de la gamme soit  $T_1$  à  $T_4$ .
- Noter la densité optique affichée.
- Mesurer le blanc de la série, puis les échantillons.



**Figure 21 : la lecture a l'aide du spectrophotomètre.**

➤ **Expression des résultats :**

Le calcul détermine la concentration en matière organique exprimée en % de terre fine. Le coefficient de conversion du taux de carbone en taux de matière est de : 1,724.

$\%M = \text{Léch. Coefficient.}$

$\%C = \%M / 1,724.$

- L'éch : absorbance de l'échantillon, coefficient :  $(C_i/L_i) / 4.$
- $C_i$  : concentration,  $L_i$  : absorbance de la gamme et
- $i$  : c'est le nombre de point de la gamme.

➤ **Normes :**

MO > 1.5% sol moyennement riche.

MO 1 à 1.5% sol moyen.

MO < 1% sol pauvre.

-De bonnes teneurs en MO coïncident avec les taux d'argile ci-dessous :

0 à 10% d'argile.....1.5 à 2% MO

0 à 30% argile .....2 à 2.5% MO

>30% argile.....2.5 à 3% MO

## Les résultats

<i>Direction Provinciale d'Agriculture du TAZA</i>							
<i>Type d'analyse</i>	<i>Intervalle de valeur donne</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Valeur Max</i>	<i>Valeur Min</i>	<i>Pourcentage %</i>	<i>Nombre Total d'échantillons</i>	<i>Moyenne</i>
<i>pH eau</i>	<5,8	—	8,12	7,03	—	8	7,57
	5,8---6,5	—			—		
	6,5---7,3	2			25,00%		
	7,3---7,8	4			50,00%		
	7,8---8,0	—			—		
	>8,0	2			25,00%		
<i>Calcaire Total</i>	<3	4	34,00	Traces	50,00%	8	17,00
	3---5	—			—		
	5---10	—			—		
	10---25	2			25,00%		
	25---50	2			25,00%		
	>50	—			—		
<i>Matière Organique</i>	<1	1	2,95	0,82	12,50%	8	1,88
	1---2	6			75,00%		
	2---3	1			12,50%		
	>3	—			—		
<i>pH KCl</i>	<5,8	—	7,67	6,62	—	8	7,14
	5,8---6,5	—			—		
	6,5---7,3	4			50,00%		
	7,3---7,8	4			50,00%		
	7,8---8,0	—			—		
	>8,0	—			—		

### Interprétation : *ph H2O, ph KCL* :

Le pH varie entre 7,03 et 8,12, indiquant que le sol est neutre a alcalin .

Alors que le raisin s'adapte avec le sol acide donc il faut corriger le pH du sol. Ceci est difficile dans un calcaire.

## Conclusion

Mon stage a été effectué au sein du laboratoire agricole AGRILABO, il avait pour objectif d'effectuer une caractérisation physico-chimique d'échantillons de sols agricoles de la commune rurale dans la région de Taza. Dans le but d'évaluer sa fertilité et sa qualité. J'ai ainsi l'opportunité de développer diverses techniques analytiques permettant de contrôler les différents paramètres physico-chimiques du sol, tels que la détermination du taux de Calcaire Total, pH, Matière organique, granulométrie. Ces différentes déterminations contribuent à évaluer le sol mais restent insuffisantes pour juger l'état de fertilité car d'autres paramètres doivent être pris en considération comme par exemple la capacité d'échange cationique.

## Bibliographie

- Manuel et registre concernant les modes opératoire de laboratoire « AGRILABO »
- Livre des études statistiques de la région étudiée de laboratoire « AGRILABO »
- Rapport de stage des étudiants (Taybi mohammed et Bakri youness) « FPT 2011 »
- Rapport de stage des étudiants (Youness boukarai et Brahim ghazal « FPT 2010 »

[1]- <https://sites.google.com/site/bioecosciences/notions/le-sol---les-fractions>

[2]- <http://bv.alloprof.qc.ca/science-et-technologie/la-terre-et-l'espace>

[3]- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Sol\\_%28p%C3%A9dologie%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/Sol_%28p%C3%A9dologie%29)

[4]- <http://espacepurlavie.ca/texture-du-sol>