

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret–

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie

Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Agroécologie

Présenté par :

ABED Samira

DJEMIL Saida

HAMICHE Mabrouka

**Etude de la qualité des terres agricoles avoisinées  
et irriguées par les eaux du barrage de Dahmouni**

Soutenu publiquement le 30 /09/2021

**Jury:**

**Président:** Dr. SAFA Omar

**Encadrant:** Dr. SOUDANI Leila

**Examineur:** Dr. MOKHFI Fatima

**Grade**

MCB

MCB

MCB

Année universitaire 2020-2021

## **Remerciements**

*Tout d'abord nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à notre promotrice Mlle .SOUDANI Leila pour avoir accepté de diriger ce travail, qu'elle trouve ici, l'expression de nos profondes reconnaissances, nos immenses gratitudee et nos grands respects, pour tous ses efforts, son savoir, ses idées et son encouragement.*

*Nous remercions Mr .SAFA Omar pour l'attention qu'il a bien voulu porter à ce travail en acceptant de présider le jury.*

*Nos remerciements vont également à Mme .MOKHFI Fatima pour avoir acceptée de juger le travail de prés.*

*Nous remercions aussi le personnel du laboratoire Sciences des Sols et Eaux **Salima** et laboratoire Biochimie **Khadija** de l'université de Tiaret.*

*Tous nos remerciements vont également à mes amis **Djellaoui Madjid** et **Benchaib Maarouf** qui ont tenté de nous porter de l'aide et du soutien.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma très chère et douce mère, Mon très cher père*

*Je la dédie également :*

*A mes frères Mohammed et Karim et ma sœur Mahdjouba*

*A mes collègues et, Salima, Khadija, fatima.*



*Samira*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents **Mohamed** et **Mimouna** pour tous leurs sacrifices, leurs amours, leurs tendresses et leurs prières tout au long de mes études.*

*A mes adorables sœurs et à mes chers frères pour leurs encouragements permanents, et leurs soutiens moraux*

*A mes familles **Djemil** et **Kadi***

*Pour leurs soutiens tout au long de mon parcours*

*Universitaire.*

*A ma très chère sœur **Fatima** et tous mes chères amies, **Salima**, **Fatima**, **Khadija**, **Fathia**, **Hanane**, **Mabrouka**, **Amel***

*Pour leurs soutiens et leurs bénédictions*

*A toute personne ayant contribué de près ou de loin la réalisation de ce travail.*



## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à ma chère maman la personne qui a beaucoup sacrifié pour moi, sans elle je n'aurais eu la volonté d'atteindre ce niveau. Merci du fond du cœur*

*A mon cher père **Hadj** qui m'a toujours aider et soutenir dans les moments difficiles*

*Et mon marie et mes enfants pour encouragements.*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à finaliser ce mémoire et qui m'ont contribué dans ma formation.*



## *Table des matières*

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Liste abrégations .....	iii

### **Introduction**

### **Partie bibliographique**

#### **Chapitre 1 : Généralités sur le sol**

1. Définition.....	3
1.1. Composantes du sol.....	3
1.1.1. Diverses phases du sol.....	3
1.1.1.1. Phase liquide du sol .....	3
1.1.1.2. Phase gazeuse du sol .....	3
1.1.1.3. Phase solide du sol .....	4
1.1.1.3.1. Eléments grossiers .....	4
1.1.1.3. 2.Terre fine .....	4
1.1.2. Fractions constitutives du sol .....	5
1.1.2.1. Fractions minérales.....	5
1.1.2.2. Fractions organiques .....	5
1.2. Caractéristiques et propriétés physiques des sols.....	6
1.2.1. Propriétés physiques du sol.....	6
1.2.1.1. Structure .....	6
1.2.1.2. Texture .....	7
1.2.1.2.1. Perméabilité du sol à l'eau et à l'air .....	7
1.2.1.2.2. Rétention de l'eau.....	7

1.2.1.3. Porosité.....	7
1.2.1.4. Connectivité .....	8
1.2.2. Propriétés chimiques d'un sol .....	8
1.2.2.1. Capacité d' échange cationique .....	8
1.2.2.2. pH .....	8
1.2.2.3. Sels .....	9
1.2.2.3.1. Sodium .....	9
1.2.2.3.1. Gypse .....	9
1.2.2.4. Matière organique (MO) .....	10
1.2.3. Propriétés biologiques d'un sol .....	11
1.3. Phosphore dans les sols .....	12
1.3.1. Phosphore minéral .....	12
1.3.2. Phosphore organique du sol .....	13
1.3.3. Phosphore adsorbé sur les constituants des sols.....	13

## **Chapitre 2**

### **Généralités sur l'irrigation**

2.1. Définition .....	16
2.2. Provenance de l'eau d'irrigation .....	16
2.3. Irrigation dans le monde.....	17
2.4. Importance de l'irrigation.....	17
2.4.1. Avantages .....	17
2.4.1.1. Apport sur le plan économique .....	18
2.4.1.2. Satisfaction .....	18
2.4.1.2.1. Irrigation un rempart à la famine.....	18

2.4.2. Inconvénients .....	19
2.5. Qualité de l'eau d'irrigation .....	21
2.5.1. Cinq principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation ont été Dégagés.....	21
2.6. Normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation.....	22
2.7. Irrigation en Algérie .....	23
2.7.1. Des grands périmètres irrigués (GPI) .....	23
2.7.2. Petite et Moyenne Hydraulique ou PMH .....	24

## **Partie Expérimentale**

### **Chapitre 3**

#### **Présentation de la zone d'étude**

3.1. Description de la zone d'étude .....	26
3.1.1. Limites géographiques de la commune Dahmouni.....	26
3.1.2. Caractéristiques de la zone d'étude .....	26
3.2. Localisation du site d'étude.....	27
3.3. Caractéristiques du barrage .....	28
3.4. Aperçu pédologique .....	29
3.5. Aperçu géologique .....	29
3.6. Aperçu climatologique .....	29

### **Chapitre 4**

#### **Matériel et méthodes**

4. Matériel et méthodes .....	30
4.1. Echantillonnage et choix du prélèvement .....	30
4.1.1. Eau .....	30

4.1.2. Sol .....	31
4.2. Méthodes .....	32
4.2.1. Préparation des échantillons du sol .....	33
4.2.1.1. Séchage.....	33
4.2.1.2. Broyage et tamisage .....	33
4.3. Analyses physiques .....	34
4.3.1. Taux d'humidité .....	34
4.3.2. Analyse granulométrique .....	34
4.4. Analyses chimiques.....	35
4.4.1. pH .....	35
4.4.2. Conductivité électrique .....	36
4.4.3. Calcaire total .....	37
4.4.4. Calcaire actif .....	38
4.4.5. Dosage du carbone organique .....	39
4.4.6. Sels solubles .....	40
4.4.7. Phosphore .....	40

## **Chapitre 5**

### **Résultats et Discussion**

5. 1.Résultats des analyses physico-chimiques d'eau d'irrigation .....	42
5. 2.Résultats des analyses physico-chimiques du sol .....	42
5.2.1. Granulométrie .....	42
5.2.2. Humidité.....	42

5.2.3. pH .....	44
5.2.4. pH <sub>kcl</sub> .....	45
5.2.5. Conductivité électrique .....	46
5.2.6. Calcaire total .....	47
5.2.7. Calcaire actif .....	48
5.2.7. Matière organique .....	49
5.2.8. Sels solubles.....	50
5.2.9. Phosphore .....	51
<b>Conclusion</b> .....	53
<b>Références bibliographiques</b> .....	54
<b>Annexe</b> .....	60
<b>Resumé</b>	

## ***LISTE DES ABREVIATIONS***

**A** : Argileux.

**Al** : Argilo-limoneux.

**As** : Argilo-sableux.

**C** : Carbone.

**CA** : Calcaire actif.

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonates de calcium.

**CEC** : Conductivité électrique.

**DHT** : Direction de l'hydraulique de la wilaya de Tiaret.

**CT**: Calcaire total.

**FAO** : Food and Agriculture Organization.

**GIP** : Groupement d'intérêt public.

**Hcl** : Acide chlorhydrique.

**L**: Limoneux.

**La** : Limono-argileux.

**Laf** : Limono-argileux-fin.

**Las** : Limono-argileux-sableux.

**Lf** : Limoneux fins.

**Lfa**: Limoneux fins argileux.

**Ls** : Limono-sableux.

**Ltf** : Limoneux très fins.

**MO** : Matière organique.

**MOF**: Matière organique fraîche.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrites.

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**P** : Phosphore.

**S** : Phosphate.

**S** : Sableux.

**SI** : Sablo-imoneux.

## ***LISTE DES FIGURES***

<b>Figure 1:</b> Complexité externe et interne du sol .....	6
<b>Figure 2:</b> Présentation de barrage de Dahmouni .....	26
<b>Figure 3:</b> Photo montrant la localisation du barrage de Dahmouni.....	28
<b>Figure 4:</b> Histogramme des pluviométries moyennes, mensuelles.....	30
<b>Figure 5:</b> Températures moyennes mensuelles Tiaret .....	31
<b>Figure 6:</b> Points de prelevements du sol.....	31
<b>Figure 7:</b> Protocole expérimenta.....	32
<b>Figure 8:</b> Séchage des échantillons de sol.....	33
<b>Figure 9:</b> Broyage et tamisage des échantillons .....	33
<b>Figure 10:</b> Echantillons de sol pesés et séchés à l'étuve .....	34
<b>Figure 11:</b> Analyse granulométrique par la méthode de la pipette de Robinson.....	35
<b>Figure 12:</b> Mesure du pH d'un échantillon de sol à l'aide d'un pH mètre .....	36
<b>Figure 13:</b> Mesure de la conductivité électrique du sol par conductimètre .....	37
<b>Figure 14:</b> Mesure du calcaire total par le calcimètre de Bernard .....	38
<b>Figure 15:</b> Dosage du calcaire actif .....	39
<b>Figure 16:</b> Dosage du carbone organique.....	39
<b>Figure 17:</b> Dosage des sels solubles... ..	40
<b>Figure 18:</b> Dosage de phosphore.....	41
<b>Figure 19:</b> Représentation graphique des valeurs de pH kcl .....	46
<b>Figure 20:</b> Présentation graphique de CE.....	47
<b>Figure 21:</b> Présentation graphique de calcaire total.....	48
<b>Figure 22:</b> Présentation graphique de calcaire actif.....	49

**Figure 23** : Présentation graphique de chlore et bicarbonate .....51

**Figure 24**: Présentation graphique de phosphore ..... 52

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<b>Tableau 1</b> : Rôles de matière organique dans le sol.....	11
<b>Tableau 2</b> : Superficies des GPI.....	24
<b>Tableau 3</b> : Prises des prélèvements .....	30
<b>Tableau 4</b> : Résultats obtenu par les analyse d'eau .....	42
<b>Tableau 5</b> : Résultats des granulométries.....	43
<b>Tableau 6</b> : Taux de l'humidité du sol.....	44
<b>Tableau 7</b> : pH du sol.....	45
<b>Tableau 8</b> : Matière organique du sol.....	49

# *Introduction*

# *INTRODUCTION*

---

## **Introduction**

Le sol n'est plus considéré comme un milieu inerte et stable, c'est le support de vie sur terre, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants (**Albert, 1932**).

Les pédologues définissent le sol comme un corps naturel qui a subi une évolution, résultat d'une dégradation de la roche mère. Ils considèrent le sol avec ses horizons pédologiques. Ils classifient les sols en regard de leur environnement naturel avec une attention particulière à leur utilisation pratique en agriculture et foresterie (**Pierrick, 2014**).

L'agriculture, de façon générale, est une grande consommatrice d'eau, qui dans les conditions arides et semi arides, vient souvent à manquer. Mais, il arrive que la quantité de l'eau exigée ne soit pas toujours disponible. Dans le but de sauver voire d'améliorer leurs rendements, les exploitants agricoles se trouvent contraints à recourir à différentes sources d'eaux pour l'arrosage de leurs cultures. Il se trouve que sur certains sites, ils sont contraints d'utiliser des eaux usées non traitées, pouvant provenir via les barrages aussi bien des ménages que des industries (**Bouarouj ,2012**).

L'étude des sols agricoles en Algérie constitue une préoccupation majeure des spécialistes algériens en science du sol. Toutefois, chaque étude pédologique d'une région nécessite un effort d'investigation très important (investigation sur le plan humain, logistique, financier et scientifique) qui commencent toujours par l'étape de connaissance du matériel d'étude, l'objectif de notre travail est la caractérisation de la qualité physico-chimiques des sols irrigués par les eaux de barrage de Dahmouni (wilaya de Tiaret).

La présentation de travail s'articule sur deux parties, la première, étant la synthèse bibliographique où nous avons évoqué dans un premier chapitre, les caractères généraux du sol agricole et notions générales sur l'irrigation. La deuxième partie subdivise en trois chapitres : le premier c'est une présentation de la zone d'étude. Le deuxième concerne la méthodologie de travail. Enfin la troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus,

*Partie*  
*Bibliographique*

# *Chapitre I*

## *Généralités Sur le sol*

**Chapitre 1 : Généralités sur le sol****1. Définition**

Le sol est la formation superficielle qui recouvre l'écorce terrestre. Il se forme sous l'effet de l'altération de la roche mère (ou minéraux primaires) soumise à des agressions physico-chimiques, mécaniques, climatiques (température, humidité...) et biologiques (**Rahaoui ,2009**).

Il occupe une position clé dans la biosphère continentale car il contribue de manière primordiale aux cycles biogéochimiques des éléments majeurs et des éléments traces. Le sol est donc un écosystème complexe, un bioréacteur et un filtre indispensable à la vie sur terre (**locatelli , 2013**).

Le sol est un corps naturel de constitution minérale et organique, différencié en horizons d'épaisseur variable, qui diffère du matériau sous-jacent par sa morphologie, ses propriétés physiques et chimiques, sa composition et ses caractéristiques biologiques (**Calvet, 2013**).

**1.1. Composantes du sol**

Un volume de sol est constitué d'éléments solides, liquides et gazeux (**MoreL , 1996**).

**1.1.1. Diverses phases du sol****I.1.1.1. Phase liquide du sol**

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol », occupe une partie plus ou moins importante de la porosité du sol, est constituée d'eau où se trouvent diverses substances organiques et minérales dissoutes et des particules en suspension.

La composition de la solution du sol varie selon :

- Le climat,
- Les apports anthropiques (fertilisants, produits de traitement phytosanitaire...etc.)
- L'activité biologique du sol (exsudats racinaires, produits de synthèse et de dégradation microbienne ...etc.).

**1.1.1.2. Phase gazeuse du sol**

Dans un sol bien aéré, les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont

- L'azote (78 à 80%) ;

- L'oxygène (18 à 20%) ;
- Le dioxyde de carbone (0,2 à 3%).

D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides ou les HAP peuvent également être détectées dans l'atmosphère du sol. Ces gaz peuvent exister dans le sol :

- Soit à l'état libre;
- Soit dissous dans la solution du sol.

Cependant, dans certaines conditions (d'hydro-morphie par exemple), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral du sol est alors occupé par l'eau et le sol est dit saturé (**Calvet, 2003**).

### **1.1.1.3. Phase solide du sol**

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale qui comprend

#### **1.1.1.3.1. Eléments grossiers**

Ce sont les éléments > 2mm et on les classe par dimensions :

- 0,2 cm à 2 cm : graviers ;
- 2 à 5 cm : cailloux ;
- 5 à 20 cm : pierres ;
- > 20 cm : blocs.

Leur expression se fait en pourcentage, qu'on donne sur le terrain en fonction du volume et en laboratoire en fonction de la masse (sur un échantillon de sol, au laboratoire, on estime le pourcentage après passage au tamis de 2mm).

#### **1.1.1.3. 2. Terre fine**

La terre fine est la fraction de terre qu'il reste lorsqu'on retire les éléments grossiers (donc < 2 mm, au tamis). On peut classer les éléments de la terre fine par dimensions :

- 2mm à 0,2 mm : sable grossiers ;
- 0,2 mm à 50 µm : sable fins ;
- 50 µm à 20 µm : limons grossiers ;
- 20 µ à 2 µ : limons fins ;
- < 2 µ : argiles.

Elle comprend aussi une fraction organique dont le taux varie selon le type de sol et les conditions de pédogenèse. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins de 1% à 20% de la masse du sol (**Calvet, 2003**).

### **1.1.2. Fractions constitutives du sol**

Le sol contient deux fractions intervenant principalement dans la sorption des polluants à savoir les fractions organiques et minérales.

#### **1.1.2.1. Fractions minérales**

Il existe trois catégories majoritaires dans le sol :

- **Les silicates** sont des oxydes de silice qui ont des structures très diverses (Unités isolées (olivine  $(\text{Fe, Mg})_2 [\text{SiO}_4]$ ); Chaîne (pyroxène  $(\text{Mg, Fe})_2(\text{SiO}_3)_2$ ) ; Feuillet (smaltite) et sont souvent associés à des cations métalliques tels que l'aluminium, le fer ou le magnésium.
- **Les oxydes, oxy-hydroxydes et hydroxydes** les plus importants et les très abondants dans les sols sont : La gibbsite (oxyde d'aluminium  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), La goethite et l'hématite (oxydes de fer  $(\text{FeO-OH})$ ,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ), la birnessite et la lithiophorite (oxydes de manganèse).
- **Les carbonates** les plus abondants sont les carbonates de calcium (Calcite) et les carbonates de magnésium (Dolomite  $(\text{Ca, Mg}) (\text{CO}_3)_2$ ). Ceux-ci peuvent Co-précipiter avec d'autres métaux (exemple : calcite magnésienne) ou former un revêtement sur d'autres minéraux (coating) en changeant ainsi leurs propriétés de surfaces (**Sposite, 2008**).

#### **1.1.2.2. Fractions organiques**

En ce qui concerne la matière organique ou phase organique du sol, elle correspond à tout ce qui est constitué de carbone organique, qu'il soit vivant ou non vivant (insectes, plantes, humus, microorganismes...etc.).

L'humus est un terme qui regroupe l'ensemble de la matière organique non vivante du sol et qui peut être classé en deux catégories (**Fig 1**) (**Pansu et al, 2001**).

➤ **Substances non humiques**

Correspondent à la fraction de matière organique dont les caractéristiques

Bio- physicochimiques sont reconnaissables (exemple : les hydrates de carbone, les protéines, les acides aminés, les lipides,...etc.).

➤ **Substances humiques**

Sont issues de la transformation chimique ou biologique (altération, polymérisation,...etc.) de la matière organique du sol.

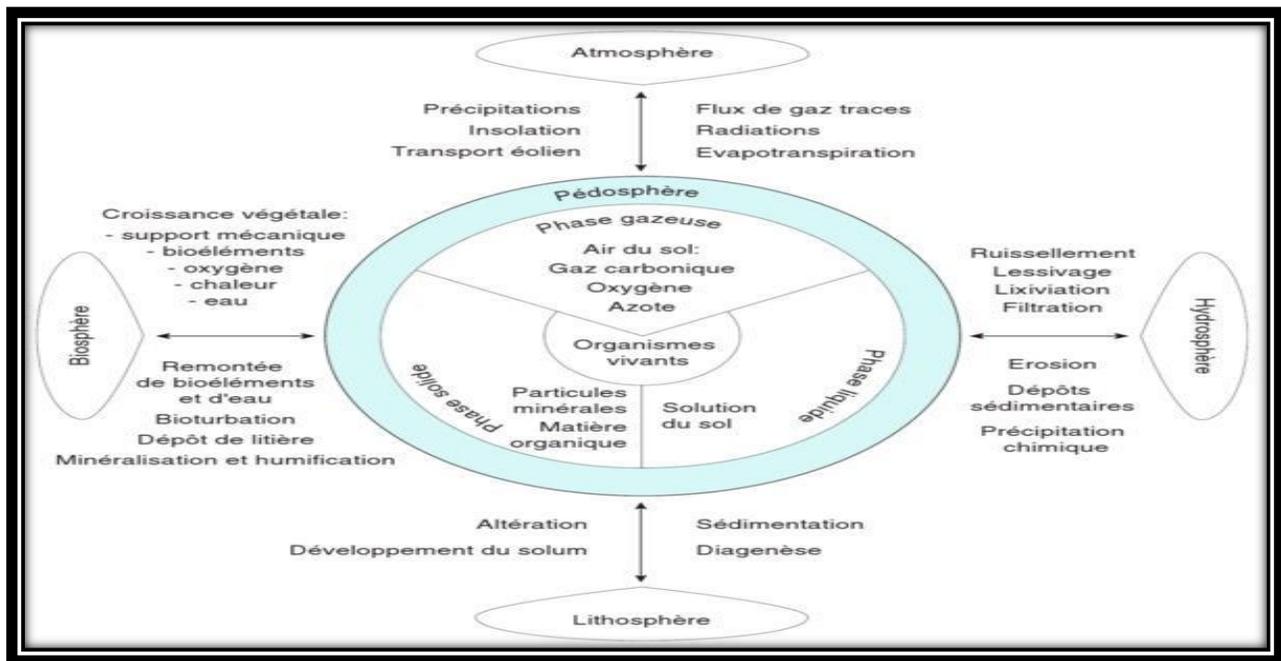


Figure 1: La complexité externe et interne du sol ( Gobat et al ,.2010)

**I.2.Caractéristiques et propriétés physiques des sols**

**I.2.1. Propriétés physiques du sol**

**I.2.1.1. Structure**

La structure d'un sol est l'assemblage, a un moment donnée, de ses constituants solide. La stabilité structurale dépend de la matière organique des sols.

Le complexe argilo-humique joue un rôle structurale, ce rôle est plus ou moins important selon les teneurs en eau du sol et varie en fonction du type d'argile. La matière organique augmente la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des

eaux dans le sol, les échanges gazeuses entre le sol et l'atmosphère. Une bonne structure va assurer une grande facilité de circulation d'eau, donc laisse s'écouler l'excès, assure une bonne aération des racines, une bonne germination, une pénétration profondes des racines et une bonne exploration par les racines des ressources nutritives du sol (**Soltner ,D,2004**).

### **1.2.1.2. Texture**

La texture du sol est à la base de toutes les autres propriétés, c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (**Gobalj ,2010**).

La texture constitue un caractère fondamental du sol, car elle influe sur :

#### **1.2.1.2.1. Perméabilité du sol à l'eau et à l'air**

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère retenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau exprimée en Cm<sup>3</sup>/h. Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (**Redlica,1978**).

Cependant, son degré de décomposition a une influence sur cette dernière ; plus la matière organique est décomposé, plus la perméabilité est faible et vice-versa.

#### **1.2.1.2.2. Rétention de l'eau**

Sous forme de vapeur ou liquide, l'eau occupe environ un quart du volume d'un sol, quand ce dernier est saturé, l'eau qui percole à travers une tranche du sol le fait sous l'influence de la gravité (**Kolleremilian, 2004**).

La teneur en air est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partages l'espace portal (**Blanc, 1985**).

#### **1.2.1.3. Porosité**

La porosité d'un sol est une grandeur physique qui exprime le rapport entre le volume occupé par ses pores et son volume totale.

Considérons un échantillon de matériau terreux. Soient  $V_t$  le volume total de cet échantillon qui est qualifié d'apparent puisque c'est le volume qui est directement aperçu et  $V_s$  le volume occupé par les particules du sol. La porosité totale  $\theta_t$  est définie par l'équation (**Calvet, 2003**).

**1.2.1.4. Connectivité**

Elle exprime l'importance des connexions entre les pores qui est un déterminant de la continuité de la phase gazeuse, donc de l'écoulement de l'air (**Boudoucho, 2009**).

**1.2.2. Propriétés chimiques d'un sol****1.2.2.1. Capacité d' échange cationique**

La capacité d'échange cationique (CEC ou T pour capacité totale) d'un sol est la quantité de cations que celui-ci peut retenir sur son complexe adsorbant à un pH donné.

La capacité d'échange cationique (CEC) est une mesure du pouvoir d'un sol à retenir et échanger des cations. Il s'agit d'un indicateur relatif du potentiel de fertilité d'un sol. Les sols ayant une CEC élevée peuvent retenir davantage de cations et possèdent une plus grande capacité à les échanger que les sols ayant une faible CEC (**Kessel, 2015**).

Les cations qui sont le plus souvent mentionnés dans un rapport d'analyse de sol sont les suivants: le potassium ( $K^+$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ) et le calcium ( $Ca^{2+}$ ). Certains rapports indiquent aussi l'hydrogène ( $H^+$ ) et le sodium ( $Na^+$ ). Les cations sont des ions d'éléments nutritifs chargés positivement.

Les cations sont retenus sur des sites chargés négativement que l'on retrouve à la surface de particules de matière organique et d'argile.

La matière organique possède plus de sites d'échanges que les particules d'argile. Ces sites sont des sources importantes de tous les cations assimilables par les végétaux. Les cations ne sont pas retenus fortement à ces surfaces. En fait, ces surfaces réalimentent constamment la solution de sol en cations à mesure que ces derniers sont prélevés par les plantes.

**1.2.2.2. pH**

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

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

### **1.2.2.3. Sels**

Les sels solubles sont tous les sels plus solubles à l'eau que le gypse. Leur concentration globale est généralement exprimée par la conductivité électrique qui représente en réalité la conductivité électrolytique (**Halitim, 1988**).

Les plus fréquents dans les régions arides et semi- arides sont surtout les chlorures et les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium (**Servant, 1978 ; Halitim, 1988**).

Les sels les plus fréquents sont ceux à base de sodium, gypse et calcaire qui exercent les effets suivants sur les sols :

**1.2.2.3.1. Sodium** ; en excès dans le complexe absorbant du sol, peut dégrader la structure. Ces sols à structure diffuse sont souvent dénommés sols à alcali ou sodique (**Aubert, 1983**).

**1.2.2.3.1. Gypse** ; il est généralement admis qu'en petites quantités, le gypse a un effet favorable sur les propriétés fonctionnelles des sols et la croissance des plantes. En sols très argileux et très dispersés, le gypse améliore l'infiltration, diminue l'érosion et augmente la floculation (**Ventura et al., 2001**).

En sols sodiques, le gypse améliore la structure en déplaçant les ions  $\text{Na}^+$  du complexe absorbant et les remplacer par les ions  $\text{Ca}^{+2}$ , il s'agit de la désalinisation du sol (**Zahow ;Amerhein, 1992; Batra et al ., 1997**).

En sols acides, le gypse change les propriétés de ces sols en déplaçant les ions Al et diminuant la toxicité par cet élément (**Sumner, 1993 ; Farina al, 2000**).

Le calcaire, le constituant essentiel de calcaire est le carbonate de calcium, cristallisé sous forme de calcite à symétrie rhomboédrique (**Deos Horta, 1979; Djili ;Daoud, 1999; Djili, 2000**).

Le calcaire fournit le calcium qui provoque la floculation des colloïdes minéraux et organique du sol, action nécessaire à l'établissement d'un état structural, et permet au sol de créer les réserves, en éléments nutritif (**Eliard, 1979**).

**1.2.2.4. Matière organique (MO)**

Selon **Halitim, (1988)**, 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 (**Huber et al, 2011**).

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.

Tableau 1: Rôles des matières organiques dans le sol

Rôle	Action	Bénéfice
<b>Physique = cohésion</b>	Structure, porosité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pénétration de l'eau</li> <li>- Stockage de l'eau</li> <li>- Limitation de l'hydromorphie</li> <li>- Limitation du ruissellement</li> <li>- Limitation de l'érosion</li> <li>- Limitation du tassement /compactage</li> <li>- Réchauffement</li> </ul>
	Rétention en eau	- Meilleure alimentation hydrique
<b>Biologique = énergisant</b>	Stimulation de l'activité biologique (vers de terre, biomasse microbienne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégradation, minéralisation, réorganisation, humification</li> <li>- Aération</li> <li>- Croissance des racines</li> </ul>
<b>Chimique = nutritif</b>	Dégradation, minéralisation	- Fournitures d'éléments minéraux (N, P, K, oligo-éléments...)
	CEC	- Stockage et disponibilité des éléments minéraux
	Complexation ETM	- Limitation des toxicités (Cu par exemple)
	Rétention des micropolluants organiques et des pesticides	- Qualité de l'eau

Source: Laboratoire CELESTA, gestion MOS, in (Huber et al, 2011).

### 1.2.3. Propriétés biologiques d'un sol

L'existence des sols nécessite la présence d'une activité biologique qui constitue un facteur majeur de leur évaluation et influe sur nombre de leurs propriétés des sols interagissent également sur les conditions de l'activité biologique qui s'y développe. Un équilibre s'instaure alors, pour les conditions énergétiques données (température, précipitation, gravité), entre les conditions des sols, qu'ils soient minéraux ou organique (biotope), et les organismes vivants qu'on y trouve (biocénose).

Ces organismes vivants, nombre et très divers, trouvent dans les sols une grande diversité de biotopes permettant leur développement, adaptés à leur tailles et leur besoins (Calvet, 2013).

**1.3. Phosphore dans les sols**

Le P dans le sol existe sous deux formes principales (minérale et organique) qui se répartissent selon deux phases : phase liquide (le P en solution) ; phase particulaire (le P lié à la phase solide). Entre les ions de la solution du sol et les ions maintenus à la surface des adsorbants existent des échanges constants qui aboutissent à un état d'équilibre. Lorsqu'une cause extérieure vient rompre cet équilibre (apport d'engrais, prélèvement par les racines), les modifications de concentration dans l'une ou l'autre phase du système provoquent un transfert vers l'autre phase. Le pouvoir tampon du sol correspond à l'aptitude du sol à s'opposer aux variations de concentration du P dans la solution du sol (Maire, 2005).

La phase liquide ou les ions dissous dans la solution correspondent à une absence de liaison avec les constituants du sol (Jaillard et al., 1993). Pour le P, il est question d'ions phosphoriques  $\text{PO}_4^{3-}$  appellation générique désignant les divers ions issus de l'acide ortho phosphorique. Sous la dénomination d'ions phosphates, on désigne deux formes d'ions:  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  et  $\text{HPO}_4^{2-}$  qui sont en équilibre, ce dernier fonction du pH. La concentration du P minéral dissous dans la solution est comprise entre 0.08 et 2.31 mgP/l dans le contexte français (Morel et al., 2000), soit quelques dizaines à quelques centaines de g P/ha.

L'adsorption des ions phosphates à la surface de certaines particules (particules d'oxy-hydroxy de fer et d'aluminium, sels de calcium) résulte de différents mécanismes de fixation correspondant à des adsorptions physiques et chimiques mettant en jeu des liaisons de nature électrostatique entre les ions et les constituants solides (Jaillard et al., 1993).

**1.3.1. Phosphore minéral**

Les concentrations en phosphore dans les sols s'échelonnent de  $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$ , pour les sols sableux du Sahel, à  $3000 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  dans les cas extrêmes (Bonneau et al., 1994). Le phosphore du cycle géochimique naturel provient de l'altération des roches (Larsen, 1967). Il est présent en quantité variable dans les minéraux silicatés et, surtout, il entre dans la composition de près de 200 minéraux phosphatés.

Le principal minéral phosphaté des sols est l'apatite  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}_2$ , où X représente OH, F ou Cl. Le fluor apatite est la forme la mieux représentée dans les roches ignées et métamorphiques. Occasionnellement, Na et Mg peuvent se substituer à Ca. De même la substitution de certains groupements phosphates par des carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  conduit à de nombreuses apatites carbonatées. Dans un environnement calcaire, l'apatite est un minéral très stable et se présente souvent dans la taille des sables, ce qui la rend difficilement reconnaissable (**Frossard et al., 1995**). Dans ce type de sol l'apatite est à ce point prépondérante. En effet, c'est un minéral facile à synthétiser à basse température, en milieu alcalin. Dans les sols plus acides, l'apatite est fréquemment présente sous forme d'inclusions minérales (**Norrish et al., 1983**).

### **1.3.2. Phosphore organique du sol**

La concentration en phosphore organique d'un sol peut varier de quelques traces dans les régions arides à quelques centaines de ppm dans les sols forestiers (**Sanyal et al., 1991**). Le phosphore organique peut constituer de 2 à 65% du phosphore total dans les horizons de surface (**Harrison, 1987**). Cependant, la nature du phosphore organique demeure mal connue en raison de sa propension à s'associer avec les autres constituants des sols, ce qui en gêne la séparation (**Sanyal et al., 1991**).

Initialement, l'étude de cette fraction du phosphore des sols reposait sur des extractions chimiques. Ces méthodes n'autorisent pas l'identification de la nature des composés extraits. Elles permettent plutôt de qualifier le phosphore organique des sols en fonction de sa sensibilité ou sa résistance à différents extraits (**Perrott et al., 1989**).

Le fractionnement du phosphore organique par extractions chimiques a aussi été réemployé en préalable à une séparation par chromatographie ou électrophorèse (**Anderson, 1980**).

### **1.3.3. Phosphore adsorbé sur les constituants des sols**

Dans la plupart des sols, les formes minérales recensées précédemment ne représentent qu'une partie du phosphore total présent dans le matériau. L'étude a montré que le phosphore est plus généralement dispersé dans la matrice. Il se trouve alors adsorbé à la surface des particules constitutives du sol: argiles, matières organiques,

oxydes ou hydroxydes de fer ou d'aluminium. Les phénomènes d'adsorption et de désorption présentent des cinétiques rapides par rapport aux réactions de précipitation ou de dissolution. Pour cette raison, ils contrôlent les concentrations de phosphore dans la solution du sol et par conséquent, sa mobilité et sa disponibilité (**Vanden ; Bossche, 1999**).

# *Chapitre 2*

## *Généralités Sur l'irrigation*

**2.1. Définition**

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-arides (El-Asslouj et al, 2007).

**2.2. Provenance de l'eau d'irrigation**

De tout temps, les sociétés humaines ont déployé des trésors d'imagination pour détourner de multiples manières l'eau nécessaire à leur culture et irriguer leurs champs. Certaines méthodes se contentent de mobiliser les eaux de crues des rivières ou les eaux de pluie. Elles interviennent peu sur le cours des rivières et déplacent peu les eaux dans l'espace. Au bord de certains grands fleuves africains par exemple, les paysans cultivent les terrains susceptibles d'être légèrement inondés par les eaux grossies du fleuve à la saison des pluies, qu'ils ensemencent juste avant la montée des eaux. Très utilisée en Asie, mais également en Afrique, notamment pour la culture du riz, la construction de tout un réseau de petits canaux et de digues permet de récolter les eaux de crue des rivières, de les distribuer en contrôlant leur niveau dans chaque parcelle et de les y retenir. En Inde et au Brésil, se développe également l'usage de petites retenues d'eau, dites collinaires, édifiées en amont des vallées. Ces petits barrages en terre, de faible profondeur, récupèrent et stockent, pendant la saison des pluies, les eaux de ruissellement et les eaux de pluie, lesquelles peuvent ensuite être utilisées au profit des cultures (Ollier ; Poirée, 1983).

Le même auteur déclare qu'il existe d'autres méthodes consistent à pratiquer de véritables détournements d'eau. Le recours aux puits, notamment, permet de prélever toute l'année l'eau de certaines nappes souterraines, en d'autant plus grandes quantités que l'on sait aujourd'hui forer jusqu'à de grandes profondeurs et pomper l'eau mécaniquement.

Une autre pratique consiste à détourner l'eau des rivières, et à la transporter par canaux, parfois très loin de son lieu de prélèvement, jusqu'à des régions moins bien dotées où elle manque. Enfin, une technique qui s'est beaucoup développée au cours du XXe siècle est la construction, sur le cours des rivières, d'immenses barrages capables de stocker d'énormes réserves d'eau. De tels aménagements offrent un accès quasi permanent à l'eau (Ollier ; Poirée, 1983).

### **2.3. Irrigation dans le monde**

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Elle n'intéresse que 273 millions d'hectares dans le monde éparpillés très irrégulièrement sur tous les continents. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays qui irriguent le plus ne sont pas les pays au climat aride ou semi-aride (**Bouaroudj, 2012**).

Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation. Aussi, toutes les surfaces cultivées sont-elles irriguées. Mais, comme il ne peut y avoir d'irrigation sans eau, les surfaces cultivées demeurent réduites en superficie, limitées par la faiblesse des ressources en eau, et localisées là où ces ressources sont disponibles. C'est le cas de pays comme l'Égypte par exemple où l'agriculture s'est développée sur les bords du Nil, ou de certains pays de l'Amérique latine comme le Mexique. À l'inverse, dans les régions qui reçoivent suffisamment d'eau de pluie, la superficie des terres cultivées peut être très importante, surtout si le relief le permet (**Milos, 1971**).

Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement que l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes multiples, ou encore d'augmenter les rendements. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation peut donc être conséquente. C'est ce qui se passe au Japon, en Chine, en Inde et au Pakistan (**Milos, 1971**).

Des facteurs autres que la situation géographique interviennent également, qui doivent être pris en compte pour expliquer la répartition mondiale de l'irrigation. Par exemple, l'irrigation nécessitant des infrastructures parfois très onéreuses, la richesse des pays considérés est un élément important. Il explique notamment qu'en Afrique ou au Brésil l'irrigation soit moins développée (**FAQ, 2012**).

En conséquence, les pays qui irriguent le plus sont ceux situés dans le sud-ouest asiatique, lesquels rassemblent plus de 60 % des terres irriguées de la planète, et certains pays du pourtour méditerranéen, comme l'Italie ou la Grèce (**FAQ, 2012**).

**2.4. Importance de l'irrigation****2.4.1. Avantages**

Tant qu'on ne saura pas faire pleuvoir où et quand on veut, l'irrigation restera le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus (et même dix en zone aride) de production (**Plauchu, 2003**).

**2.4.1.1. Apport sur le plan économique**

Depuis les années 60 la pratique de l'irrigation est à l'origine d'une augmentation de la production alimentaire globale dans l'ensemble des pays du tiers monde (**Deregt, 1990**). Répondant ainsi à une demande de produits alimentaires qui a considérablement augmentée par suite de l'essor démographique qui s'est manifesté dans la plupart des pays en voie de développement où, dans certains, la population double tous les 25 ou 30 ans L'irrigation n'a pas été seulement un atout dans l'augmentation de la production, elle a favorisé l'extension des surfaces agricoles mais également une diversification de produits plus large consommation que dans le passé.

**2.4.1.2. Satisfaction**

Tous les pays cherchent à satisfaire la demande nationale, mais ceux qui le peuvent s'efforcent d'exporter leurs surplus agricoles ou la totalité de certaines productions qui ne trouvent pas ou peu de débouchés sur le marché national. Certaines cultures de plantations irriguées, souvent héritage d'une colonisation, donnent des produit qui doivent être nécessairement exportés, c'est le cas par exemple de l'Algérie ou le Maroc qui doivent trouver des clients pour leurs agrumes (**Conac, 1978**).

**2.4.1.2.1. Irrigation un rempart à la famine**

L'irrigation bien maîtrisée est un rempart utilisé de longue date pour endiguer la sous-alimentation et renforcer la sécurité alimentaire des sociétés, la preuve en est que:

Le boom de la production agricole mondiale entre 1950 et 1990 doit beaucoup à l'irrigation (**FAO, 1975**). Entre ces deux années le rendement en céréales a plus que doubler et la récolte a presque triplée. Au début des années 50 on a étendu la surface cultivée, mais le boom, sans

précédent historique, de la croissance des rendements et de la production est associé au doublement des surfaces irriguées, soutenue à partir des années 60 par la mise au point de nouvelles variétés de riz et de blé réagissant de manière optimale aux engrais et à l'eau (Tiercelin, 1998).

La surface minuscule à l'échelle de la planète, fournit 55% des produits alimentaires de base, dont le riz et le blé. «...C'est l'irrigation qui a le plus contribué à l'accroissement de la production agricole enregistré dans une grande partie de l'Asie, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient» (Maton, 2006).

En conclusion, nous pouvons dire que l'usage de l'irrigation présente de nombreux avantages. Il permet d'augmenter la superficie des surfaces cultivées, en particulier dans les zones arides,

D'assurer parfois deux récoltes (ou plus) au lieu d'une seule dans l'année, notamment dans certaines zones tropicales humides, d'améliorer les rendements, et d'une façon générale d'intensifier et stabiliser la production en se libérant des variations climatiques.

Enfin, les techniques modernes d'irrigation permettent aussi dans le même temps de fertiliser les sols.

### 2.4.2. Inconvénients

L'irrigation présente deux inconvénients majeurs pour les milieux aquatiques. Elle est grande consommatrice d'eau et peut accélérer la désertification de certaines régions.

L'agriculture irriguée rencontre de nos jours de nouveaux problèmes tels que le risque de salification qui peut être apprécié par la conductivité électrique (CE) et celui de l'alcalinisation des sols. Cette dernière, due aux échanges ioniques, concerne surtout le sodium, le calcium et le magnésium, entre l'eau et les argiles du sol; il est évalué par le coefficient d'absorption du sodium

Selon le même auteur l'infiltration de l'eau se fait mal et si l'apport est trop important, une grande partie de l'eau stagne ou ruisselle le long des pentes lors qu'il sont trop sec .En s'évaporant, l'eau stagnante laisse en dépôt les sels qu'elle contient, favorisant une salinisation des sols qui deviennent progressivement incultes et doivent être abandonnés; c'est un phénomène que l'on observe surtout dans les régions arides et semi- arides. Quant au ruissellement de l'eau, il favorise l'érosion des sols, surtout lorsqu'ils sont secs.

À l'inverse, des sols trop imbibés sont néfastes pour la plupart des végétaux dont ils asphyxient les racines. Les sols doivent donc être convenablement drainés afin de permettre à l'eau en excès de s'évacuer.

L'irrigation est l'activité qui consomme le plus d'eau, elle absorbe plus de 85 % de l'eau maîtrisée par l'homme (**Horning, 1973 ., Plauchu, 2004**).

D'importantes quantités d'eau sont en effet nécessaires pour compenser les pertes des plantes et des sols par évapotranspiration. En outre une majeure partie de l'eau d'irrigation retourne directement dans l'atmosphère, où elle est momentanément perdue pour d'autres usages. Cela est d'autant plus vrai que plus une plante dispose d'eau, plus son évaporation n'est importante. Il existe cependant une limite à ce phénomène au-delà de laquelle un apport supplémentaire d'eau n'augmentera pas la transpiration végétale. Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités justes nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées et l'irrigation contrôlée.

Quoi qu'il en soit, pour irriguer les champs, il faut de l'eau et beaucoup d'eau, une eau que l'on doit parfois aller chercher très loin.

Au niveau mondial, les prélèvements en eau de l'irrigation représentent aujourd'hui environ 70 % des prélèvements totaux, ce qui est énorme (**Plauchu, 2004**).

À l'échelle locale de la consommation l'immodérée d'eau d'irrigation le même auteur signale que parfois il conduit à une réduction considérable des volumes disponibles. Ainsi, le lac Tchad, autrefois la plus grande réserve d'eau douce du continent africain, est aujourd'hui 20 fois plus petit qu'il n'était il y a 35 ans. Les agriculteurs des pays limitrophes puisent en effet toujours plus d'eau pour irriguer leurs champs et lutter contre la sécheresse grandissante de cette région du globe. En outre, toute cette eau ne parvient pas aux plantes car les pertes sont importantes, surtout lorsqu'il s'agit de techniques d'irrigation traditionnelles. Or, celles-ci sont employées sur les deux tiers des surfaces irriguées du globe.

Ces pertes sont dues soit à des fuites sur canalisations, soit à l'évaporation de l'eau qui stagne sur les sols. On estime qu'en Afrique, environ 40 à 60 % de l'eau d'irrigation est ainsi perdue.

Mal conduite, l'irrigation peut également avoir des conséquences dramatiques sur les sols, surtout dans les régions au climat sec et chaud où l'on irrigue toute l'année. En effet, si l'eau d'irrigation n'est pas drainée, elle stagne dans les champs, et s'évapore lentement, laissant en dépôt les sels dissous qu'elle contient. Cet excès de sels stérilise progressivement les terres qui doivent être abandonnées.

### **2.5. Qualité de l'eau d'irrigation**

Il arrive que, devant la rareté des ressources conventionnelles, les exploitants agricoles sont amenés à se rabattre sur différentes sources d'eaux pour l'irrigation de leurs cultures. Sur certains sites, ils utilisent des eaux usées non traitées, pouvant provenir aussi bien des ménages que des industries ou pompées directement des oueds. La réutilisation agricole des eaux usées a toujours existé et est aujourd'hui une pratique largement répandue sur le pourtour sud de la Méditerranée, de l'Espagne à la Syrie (**Couture, 2006**).

En effet, le bassin méditerranéen est une région où la pénurie en eau est particulièrement ressentie. C'est aussi l'une des régions où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée. Dans ce contexte, les eaux usées sont valorisées comme une ressource supplémentaire en eau et comme apport appréciable en fertilisants.

Cependant cette réutilisation engendre des risques pour l'environnement et pour les populations en contact permanent avec les eaux usées ou consommant les produits agricoles irrigués avec ces eaux ; d'où: - il est recommandé, voire impératif aux autorités, de mesurer l'impact de cette réutilisation sur la qualité physico-chimique du sol; - d'évaluer quantitativement et qualitativement le flux de pollution provenant des eaux usées.

#### **2.5.1. Existe quelque principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau selon Couture, (2006), il existe d'irrigation ont été dégagés.**

- **Salinité:** contenu total en sels solubles.
- **Sodium:** proportion relative des cations sodium ( $\text{Na}^+$ ) par rapport aux autres.
- **Alcalinité et dureté:** concentration d'anions carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) en relation avec la concentration en calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et en magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).
- **Concentration en éléments qui peuvent être toxiques.**
- **PH:** de l'eau d'irrigation.

Les deux premiers critères sont d'importance majeure car un excès de sels augmente la pression osmotique de l'eau du sol et provoque des conditions qui empêchent les racines d'absorber l'eau. Ces conditions provoquent une sécheresse physiologique.

Même si le sol semble avoir beaucoup d'humidité, les plantes flétrissent parce que les racines n'absorbent pas suffisamment d'eau pour remplacer celle perdue par évapotranspiration. Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), de sodium ( $\text{Na}^+$ ), les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires. La salinité peut se mesurer de deux façons, soit par les matières dissoutes totales (MDT) exprimé en mg/l ou, plus couramment, par la conductivité électrique. La conductivité électrique est exprimée en milli siemens/centimètre (ms/cm) qui est l'équivalent de 1 de siemens par mètre (ds/m) et en moyenne, à 640 ppm de sel (**Couture, 2006**).

- **Sodium**

Proportion relative des cations sodium ( $\text{Na}^+$ ) par rapport aux autres. Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Cet élément origine de l'altération de la roche et du sol, des intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation.

Le problème principal avec une grande quantité de sodium est son effet sur la perméabilité du sol et sur l'infiltration de l'eau. Le sodium remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les particules d'argile et provoque la dispersion des particules du sol. Il y a donc éclatement des agrégats du sol ce qui provoque un sol dur et compact lorsqu'il est sec et excessivement imperméable à l'eau. La perméabilité des sols sableux peut ne pas se détériorer aussi vite que les sols plus lourds lorsqu'irrigués avec une eau de forte teneur en sodium, cependant un problème potentiel existe (**Couture, 2006**).

**2.6. Normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation**

L'agriculture représente le plus gros consommateur des ressources en eau. Ces ressources, suivant les régions dont elles proviennent, et leur contact éventuel avec des sources de pollution ont des caractéristiques très diversifiées.

De plus, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies, les agriculteurs, notamment dans les régions continentales, s'intéressent à l'utilisation des eaux usées. C'est ainsi que des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation ont été établies. Une eau est conforme à l'irrigation est une eau dont les caractéristiques respectent les valeurs limites imposées par des textes de lois et inscrites dans des tableaux de normes. L'exemple du, tableau 1 donne les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation (**Maynard ;Hochmuth, 1997**).

Les normes varient selon les pays, mais dans la majorité des pays on fait référence, à quelques exceptions près, aux cinq critères de qualité sus cités.

**2.7. Irrigation en Algérie**

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques (**Kadi, 1997**). Globalement, la superficie irriguée actuellement est de l'ordre de 420.000 ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.666.715 ha soit près de 5% de la surface agricole utile (SAU) (**Messahel et al ., 2003**).

Les 320.000 ha irrigués dans le Nord du pays (soit 4,6% de la SAU) se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements et par le mode de gestion, il s'agit:

**2.7.1. Grands périmètres irrigués (GPI)**

Selon l'Office National des Irrigations et du Drainage. La plupart périmètres sont irrigués à partir de barrages et de forages dans le Nord du pays. Dans le Sud ces périmètres est assurée à partir de forages profonds dans les grandes nappes souterraines de l'albien. Leur superficie totale équipée actuelle est de l'ordre de 200.000 ha 5TAB2 (**Benblidia, 2011**).

Tableau 2 : Superficies des GPI équipées, irrigables et irriguées par grande région

(Benbli, 2011)

Régions	Superficies Equipées (ha)	Superficies irriguées (ha)	Superficies équipées (ha)	Superficies équipées %	Superficies équipées %	Superficies équipées %
Oranie	28.930	13.500	9459.50	15.2	46.7	32.7
Cheliff	75.438	61.383	11513.54	39.6	81.4	15.3
Algérois	440.88	34.963	3717.11	23.1	79.3	8.4
Constantinois	34.612	30.446	8460.42	18.1	88.0	24.4
Sahara	7660	6939	6772	4.0	90.6	88.4
<b>Total</b>	<b>190.728</b>	<b>147.231</b>	<b>39922.57</b>	<b>100</b>	<b>77.2</b>	<b>20.9</b>

### 2.7.2. Petite et Moyenne Hydraulique ou PMH

Il s'agit d'exploitations petites et moyennes constituées de petits périmètres et aires d'irrigation qui se sont remarquablement développés depuis une dizaine d'années à l'initiative de l'Administration et surtout, à

L'initiative de producteurs privés. La PMH englobe toutes les formes de développement de l'irrigation autres que celles délimitées dans le cadre des GPI dont la gestion relève de l'ONID

Les aides et subventions accordées par l'Etat aux exploitants dans le cadre du PNDAR (Plan de développement agricole (2000-2006) ainsi que la libéralisation de réalisation de forages et de creusement de puits ont permis à la PMH d'occuper une superficie de 720.000 ha en 2008 alors qu'elle n'était que de 350.000 ha en 2000.

La PMH grâce à ses cultures principales, maraîchage (32 %) et arboriculture (44 %) contribue efficacement à la satisfaction des besoins en fruits et légumes frais de la population. Il

faut noter cependant que ce rapide développement de la PMH s'est accompagné de prélèvements importants et mal contrôlés sur les ressources en eau souterraines et même de surexploitations de quelques grandes nappes (**Benblidia, 2011**).

*Partie*

*Expérimentale*

# *Chapitre 03*

*Présentation de la zone d'étude*

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des terres agricoles avoisinées et irriguées par les eaux du barrage Dahmouni situé dans la wilaya de Tiaret.

### 3.1. Description de la zone d'étude

#### 3.1.1. Limites géographiques de la commune Dahmouni

La commune de Dahmouni appartient à la wilaya de Tiaret, elle est limitée au nord par la commune de Sidi Hosni, au sud par Nahr Ouassel et la commune de Bouchakif, à l'est par la commune de Sabaïne, à l'ouest par la commune d'Oued Lili et de Tiaret (fig 2). Ainsi la commune couvre une superficie d'environ 164,25 Km<sup>2</sup>.

C'est une commune à vocation agricole où les terres occupent un total de 13670 ha. Elles sont occupées essentiellement par la pratique de la céréaliculture en association avec la jachère (Ladjal, 2013).



**Figure 2:** Présentation de barrage de Dahmouni ( Madnane, 2015)

#### 3.1.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Cette région possède un réseau hydrographique très important. Ce réseau est formé de deux grands bassins versants, à savoir : le Cheliff et les hauts plateaux oranais. Ils sont subdivisés en quatre sous bassins versants, drainés par 889 Km d'oueds pérennes et 1049 Km de cours d'eau intermittents qui sont comme suit : Oued Touil, Oued Mina, Oued Tiguiguest, Oued Rhiou, Oued

Souslem, Oued Mechti, Oued Abed, Oued Taht Et Tounkira.

Trois barrages ont été réalisés qui sont : le barrage Dahmouni, le barrage Boughara et le barrage Bakhadda (**Mekkakia, 2001**).

### **3.2. Localisation du site d'étude**

Le périmètre hydroagricole de Dahmouni se situe dans la région Nord-Ouest de l'Algérie, dans les hauts plateaux de Serous, au sein de la wilaya de Tiaret.

Le barrage de Dahmouni, construit en 1987, se situe sur l'Oued Ouassel, affluent d'Oued Chéelif, à environ 8Km au Nord-Est de la ville de Dahmouni et à 20Km à l'Est de Tiaret (fig 3).

Les eaux de cet ouvrage sont destinées à l'irrigation de 4000 hectares en aval et en amont du barrage des cultures suivantes :

- Marai chère
- Arboriculture
- Céréaliculture

Le périmètre est scindé en trois parties qui sont :

Partie 1 : irrigation de 1214 ha en amont du barrage, rive gauche ;

Partie 2 : irrigation de 1326 ha en amont du barrage, rive droite ;

Partie 3 : irrigation de 1684 ha de la partie avale de l'Oued ;

Ces eaux sont également destinées à l'alimentation en eau industrielle (ALI) du complexe de Fatia.

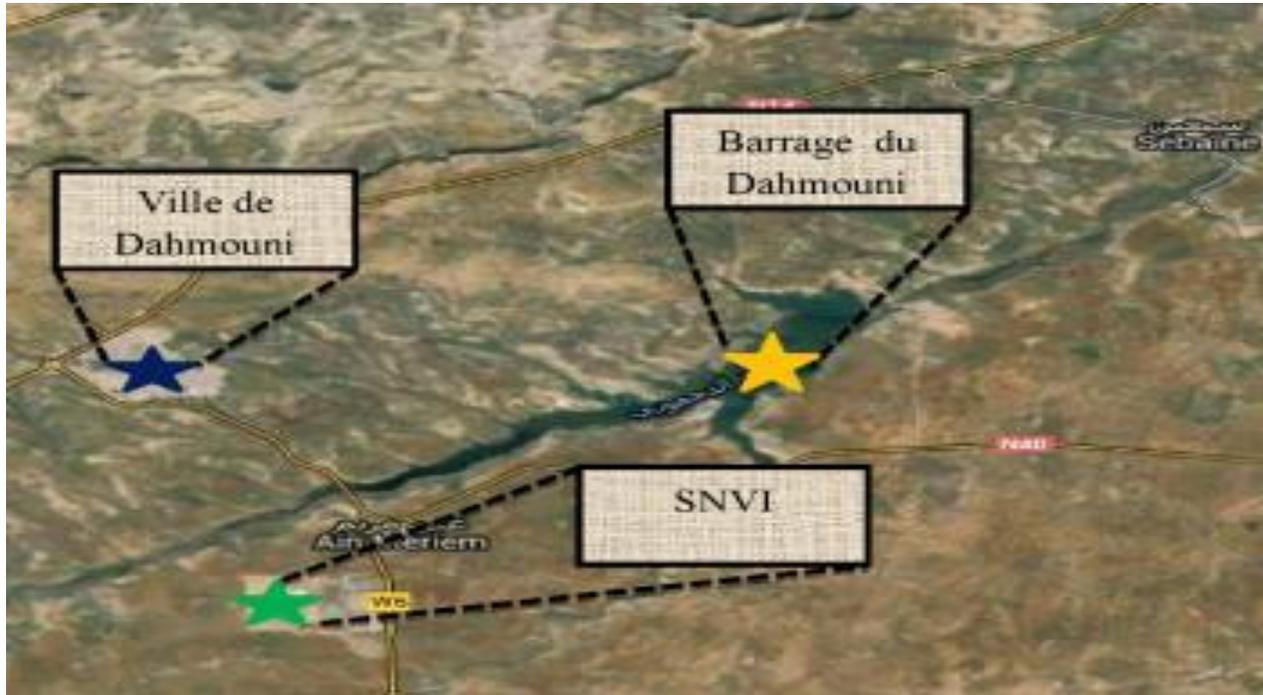


Figure 3: Localisation du barrage de Dahmouni ( Madnane, 2015)

### 3.3. Caractéristiques du barrage

- ❖ Capacité théorique : 42 millions m<sup>3</sup>
- ❖ Superficie du bassin versant : 425 km<sup>2</sup>
- ❖ Superficie du lac : 15 km<sup>2</sup>
- ❖ Volume régularisé : si 1 millions m<sup>3</sup>
- ❖ Niveau minimale d'exploitation (Nme) : 912,40m
- ❖ Volume totale de la retenue : 40,58 hm<sup>3</sup>
- ❖ Volume utile de la retenue : 36,44 hm<sup>3</sup>
- ❖ Digue en terre
- ❖ Hauteur 35m
- ❖ Longueur de la crête 885m

La partie en aval du barrage est elle-même facilement accessible à partir de la route nationale N° 14 d'une multitude de routes et de pistes (DHW Tiaret, 2005).

**3.4. Aperçu pédologique :**

Selon la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tiaret **DHT (2005)**, les sols sont siliso-calcaire, argileux et siliceux moyennement profond, perméable, poreux (porosité variant entre 42,74 et 47,14%), d'une densité oscillant entre 1,93 et 1,44 g/cm<sup>3</sup> et ils sont à bon drainage interne.

**3.5. Aperçu géologique**

Le barrage de Dahmoni se situe sur des formations présentant une alternance de marne grise à jaunâtres, de marne sableuse, de grès marneux, de grès quartzeux de miocène. Ces formations ont un pendage de 6° environ vers le sud, en direction de l'appui rive droite. Les dépôts alluviaux s'étendent sur la totalité des 100 à 125 m de la largeur du fond de la vallée. Ils ne dépassent pas 5 m de l'appui rive droite sont recouvertes de dépôts du quaternaire composé d'argile limoneuse en croûtes, de graviers, de graviers limoneux, de conglomérats tendres à durs et de limons sableux à argileux avec des teneurs variables en carbonate de calcium (**Guerchi et Bouzar ,2010**).

**3.6. Aperçu climatologique**

La région de Tiaret se situe entre les isohyètes 35mm au sud et 470mm au nord. Elle se caractérise principalement par un climat continental à hiver froid humide et à été chaud et sec. (**Soudani ,2011**).

- **La pluviométrie**

L'étude de facteur pluviométrique, sa répartition sur toute l'année et son intensité est très importante puisqu'il représente un facteur abiotique d'importance significative sur l'évolution et la répartition des espèces dans le milieu naturel. (**Sbihi et al., 2016**).

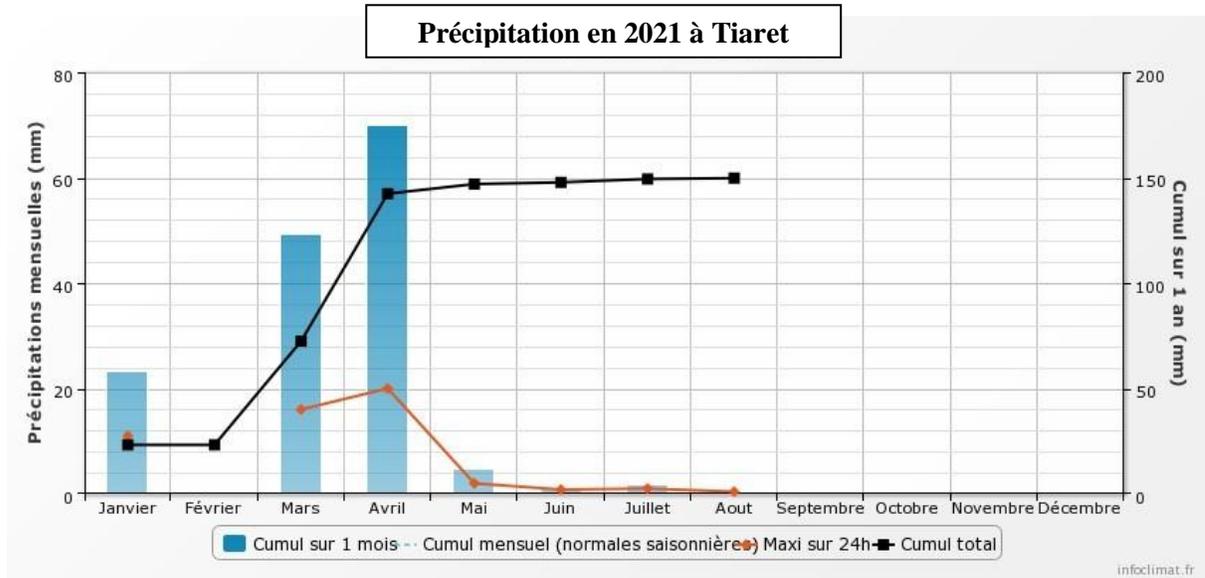


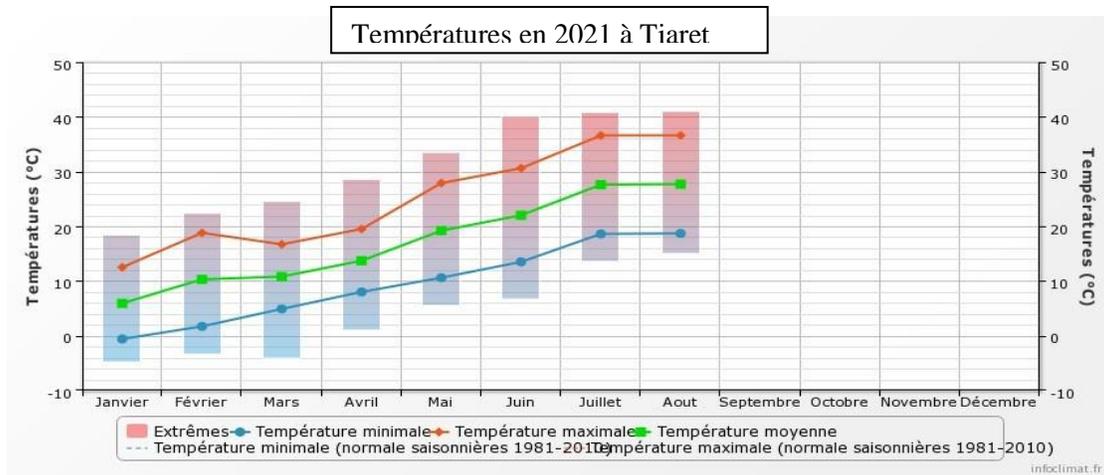
Figure 4: Pluviométries moyennes mensuelles DE Tiaret . (<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/tiaret/valeurs/60511.html>)consulté

Le 30 /08/21

Les précipitations moyennes les plus faibles sont enregistrées en mai avec 4 mm seulement. En avril, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 69 mm

- **Température**

La température est l'un des éléments les plus importants pour caractériser le type de climat et déterminer son régime d'humidité. Les conditions de température varient à la courbe de la journée et selon l'intensité de l'insolation. (Sbihi et al., 2016).



**Figure5:** Températures moyennes mensuelles Tiaret (2021)

(<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/tiaret/valeurs/60511.html>) consulté le **30 Aout**.

Avec une température moyenne de 28°C, le mois d'Aout est le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 6°C à cette période.

- **Vent**

Le vent est l'un des facteurs les plus caractéristiques du climat, et la connaissance de sa force et de sa direction s'avère aussi nécessaire du faire qu'il accélère l'évaporation.

Il possède un régime de déplacement variable en fonction de l'altitude. la pression atmosphérique et les saisons. C'est un facteur climatique qui entraine aussi des variations de températures et d'humidité, et exerce une action mécanique et physiologique sur les arbres forestiers. Les vents dominants pour la région de Tiaret sont ceux d'une direction nord-ouest, les vents d'une direction sud-est sont les moins fréquents et peuvent atteindre une vitesse variant de 13 ; 2à 14,9 m/s (Sbihi et al., 2016).

# ***CHAPITRE 4***

## ***Matériels Et Méthodes***

**4. Matériel et méthodes****4.1. Echantillonnage et choix du prélèvement****4.1.1. Eau**

Selon (Rodier, 2009), le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier ses caractéristiques.

Pour effectuer le prélèvement, nous avons choisi 4 échantillons par prises dans le barrage du Dahmouni durant en 25 mai 2021 (tab 1) et nous avons prélevé un échantillon par prise, par les étapes suivantes :

1. Rincer la bouteille en polyéthylène, trois fois avec l'eau du barrage.
2. Plonger la bouteille dans l'eau.
3. Répéter l'action à chaque prélèvement.
4. Ramenés rapidement au laboratoire.
5. Conserver au réfrigérateur à 4C° (pour éviter la modification de leurs caractéristiques).

**Tableau 3:** Prises des prélèvements

	Prises des prélèvements
P1	Prise de fond
P2	Prise surface milieu du barrage
P3	Prise surface au niveau de la digue
P4	Prise 5 mètre de profondeur

4.1.2. Sol

Avant de commencer l'échantillonnage, nous devons examiner le terrain du point de vue de son uniformité (ex. l'uniformité de son niveau, genre de sol, de végétation, amendements appliqués, etc.). Il faut les prélever dans les mêmes conditions physiques ( $t^{\circ}$ , humidité) et toujours le même jour (Dari, 2013).

L'échantillon doit représenter le mieux possible le sol de la parcelle. Cela n'est pas facile mais nécessaire pour que les résultats soient corrects. Il faut déterminer les endroits d'échantillonnage de la manière la plus aléatoire possible, en se déplaçant dans l'entièreté de la parcelle et qui peut être arpentée en "W" successifs, en serpentant ou en diagonale ou en zigzag (fig 6) (Skalli, 2015). On a réalisé le prélèvement grâce à une tarière sur six points de la parcelle en forme de diagonale chaque point on a prélevé Cinque échenillions, Au totale en a 30 échantillons ont été posés dans un sachet. Pour chaque type de parcelle le prélèvement a été effectué de profondeurs (20cm-30cm). Chaque échantillon a été clairement identifié par une référence inscrite sur une étiquette accrochée sur le sac lui-même.

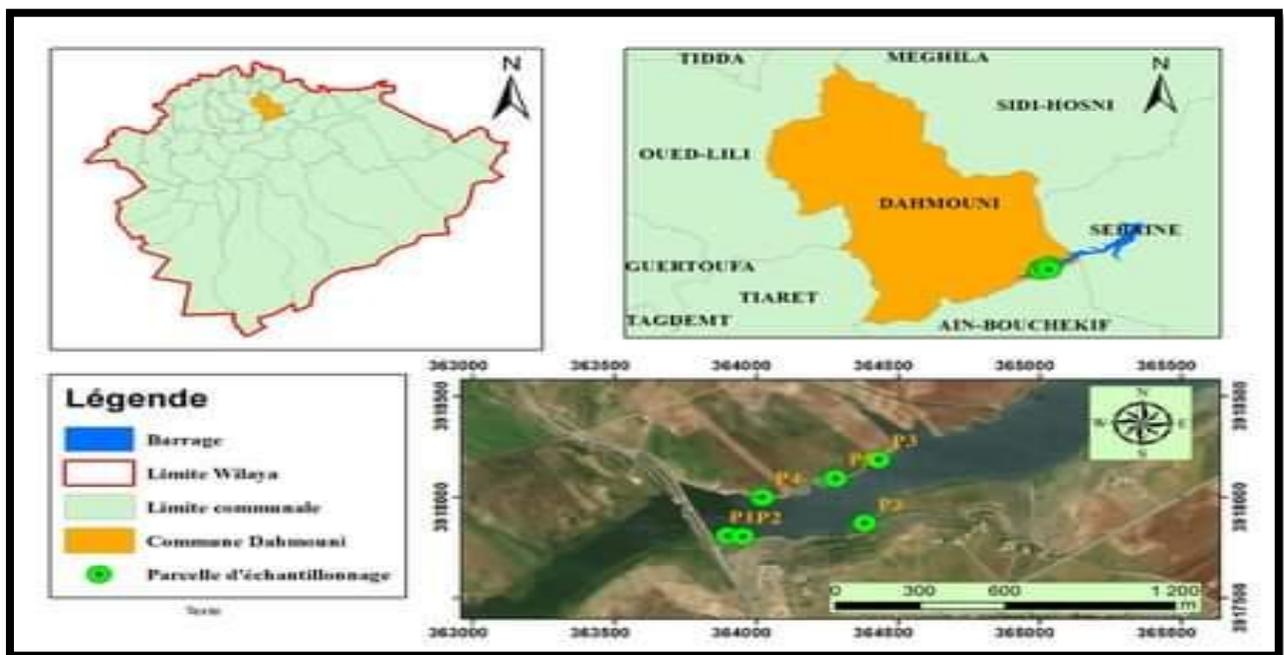


Figure 6 : Points de prelevements du sol

4.2. Méthodes

Le protocole expérimental pour les échantillons d'eau et du sol, est représenté dans la fig7

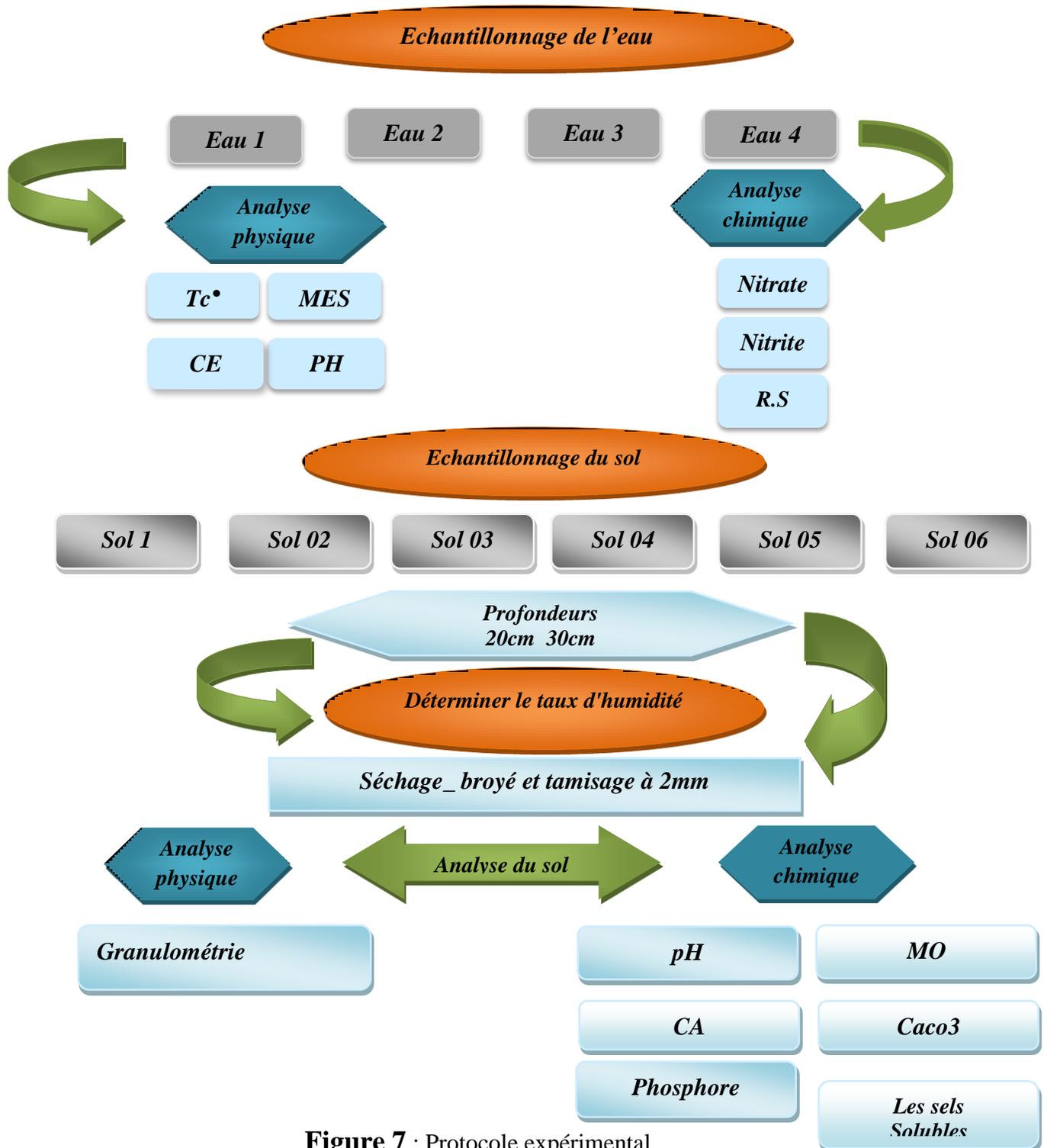


Figure 7 : Protocole expérimental

**4.2.1. Préparation des échantillons du sol****4.2.1.1. Séchage**

On met l'échantillon de terre dans un bac et on le laisse sécher à l'aire libre une nuit.



**Figure 8:** Séchage des échantillons de sol (Cliche Djemil, 2021)

**4.2.1.2. Broyage et tamisage**

Les échantillons ont été broyés à l'aide d'un pilon et un mortier, ils ont ensuite été passés dans un tamis de 2mm de diamètre. On a conservé les échantillons de terre fine dans des sachets pour pouvoir servir aux différentes analyses du sol.



**Figure 9:** broyage et tamisage des échantillons (Cliche Djemil, 2021)

**4.3. Analyses physiques****4.3.1. Taux d'humidité**

L'humidité du sol est le facteur prioritaire du rendement. La première amélioration à apporter est donc l'irrigation ou le drainage, ou quelquefois les deux (Guét, 2003).

L'humidité du sol est un facteur essentiel du régime d'infiltration, car les forces de succion sont aussi fonction du taux d'humidité du sol (Musy et Higy, 2004).

**❖ Principe**

C'est la perte de poids après séchage à 105°C exprimée en pourcentage (ou en pour mille) par rapport à la terre séchée à l'air % (Dari, 2013).



**Figure 10:** Echantillons de sol pesé et séché à l'étuve (Cliche Djemil, 2021)

**4.3.2. Analyse granulométrique****❖ Principe**

La texture d'un sol est révélée par son analyse granulométrique dont le principe est basé sur la vitesse de sédimentation des particules séparées et dispersées par destruction de la matière organique par une attaque à l'eau oxygénée. Le fractionnement de ces particules se fait par l'intermédiaire de la pipette de Robinson qui permet la détermination des fractions argileuses et limoneuses fines. Ensuite, les sables fins et grossiers sont mesurés par tamisage (Benfardia ; Chenine, 2014).



**Figure 11** : Analyse granulométrique par la méthode de la pipette de Robinson

(Cliché Djemil , 2021)

#### 4.4. Analyses chimiques

##### 4.4.1. pH

Généralement, pour mesurer le pH, on ajoute de l'eau au substrat dans un rapport volumique donné ; on définit ainsi le pH (H<sub>2</sub>O). Dans la pratique des solutions de KCl ou de CaCl<sub>2</sub> peuvent aussi être utilisées pour l'extraction et la mesure de pH (KCl) ou pH (CaCl<sub>2</sub>). Comme des réactions d'échange ont lieu entre les cations K<sup>+</sup> ou Ca<sup>+</sup> apportés et les ions H<sup>+</sup> présents sur la capacité d'échange du substrat, il y'aura une quantité d'ions H<sup>+</sup> plus grande dans la solution à l'équilibre et ainsi le pH sera plus faible. La différence entre les valeurs de pH (H<sub>2</sub>O) et pH (KCl) est de l'ordre de 0,5 à 1 unité pH. Il est donc nécessaire de faire suivre l'indication pH par H<sub>2</sub>O ou KCl. La connaissance du pH est intéressante pour la conduite de la fertilisation et la satisfaction des exigences des plantes (Lemaire et al ., 2003).

##### ❖ Principe

Le pH du sol est mesuré dans un rapport sol/solution = 1/2.5. Une première mesure est faite avec de l'eau déminéralisée. La seconde est effectuée avec une solution molaire de chlorure de potassium (PETARD, 1993). (Voir le protocole dans l'annexe).



**Figure 12:** Mesure du pH d'un échantillon de sol à l'aide d'un pH mètre (Cliché Djemil, 2021)

#### 4.4.2. Conductivité électrique

La phase liquide du sol est une solution contenant divers ions qui confèrent au sol une certaine conductivité électrique. Elle dépend également des minéraux et des constituants organiques qui ont plutôt des propriétés isolantes. D'une façon générale, la conductivité électrique d'un matériau terreux dépend de sa composition, de sa structure, et de sa teneur en eau (Calvet, 2003).

##### ❖ Principe

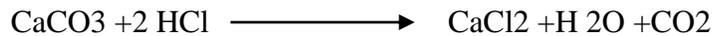
La détermination de la salinité d'un sol est fondée sur le principe de l'extraction d'un électrolyte dont on mesure la concentration en éléments dissous. Au laboratoire, l'électrolyte est extrait sous vide à partir d'un échantillon de sol préalablement séché à l'air, tamisé à 2 mm et porté à une teneur en eau donnée, celle-ci variant selon le mode de préparation de l'extrait. Une des techniques d'extraction couramment utilisée est l'extrait dilué : le rapport entre la quantité de sol et la quantité d'eau peut varier selon les laboratoires, mais il est en général de 1/5 : la masse d'eau ajoutée est égale à 5 fois la masse de sol (10g), soit un volume d'eau d'environ 50ml (Montoroi, 1997). (Voir l'annexe).



**Figure 13** : Mesure de la conductivité électrique du sol par le conductimètre (Cliche Djemil, 2021)

#### 4.4.3. Calcaire total

Le calcaire est du carbonate de calcium ; il se présente sous la forme de particules plus ou moins grosses ; du point de vue purement granulométrique ces particules sont 32



analogues aux autres grains de sable mais du point de vue chimique elles sont différentes. En effet, les plus fines et les plus poreuses d'entre elles peuvent libérer du calcium qui tend à neutraliser les acides et donc à rendre les terres plus basiques (Pousset, 2002).

#### ❖ Principe

Le calcaire total a été déterminé par la méthode volumétrique à l'aide du Calcimètre de Bernard. L'échantillon est attaqué à l' HCl 37%, on mesure le volume de CO<sub>2</sub> dégagé ; un mol de CO<sub>2</sub> correspondant à un mol de CaCO<sub>3</sub>. Le CO<sub>2</sub> dégagé est comparé à celui obtenu par le poids connu de carbonate de calcium pur (Bedjadj, 2011). (Voir l'annexe).



**Figure 14:** Mesure du calcaire total par le calcimètre de Bernard (Cliché Djemil, 2021)

#### 4.4.4. Calcaire actif

La fraction de calcaire d'un sol capable de libérer assez facilement du calcium est appelée calcaire actif. Notez bien que le lien entre calcaire total et calcaire actif n'est pas automatique : une terre peut être riche en calcaire total et relativement pauvre en calcaire actif. L'excès de calcaire actif nuit à certaines plantes (par exemple aux arbres fruitiers), mais une présence modérée de calcaire actif améliore la solidité du complexe argilo-humique et donc la stabilité de la structure (Pousset, 2002).

#### ❖ Principe

Le  $\text{CaCO}_3$  actif (%) est déterminé par la méthode Drouineau - Gallet en utilisant l'oxalate d'ammonium qui se combine au calcium du calcaire facile à dissoudre (calcaire actif) pour former des oxalates de calcium insolubles. L'excès d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique (Benseghir, 2006). (Voir le protocole dans l'annexe)



Figure 15 : Dosage du calcaire actif (Cliché Djemil, 2021)

#### 4. 4.5. Dosage du carbone organique

##### ❖ Principe

Le carbone organique est dosé par la méthode ANNE II e carbone organique d'une prise d'essai est oxydé par du bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique, l'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution de sel de Mohr qui réduit le bicarbonate en présence de diphenylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert. (Dari, 2013). (Voir l'annexe).

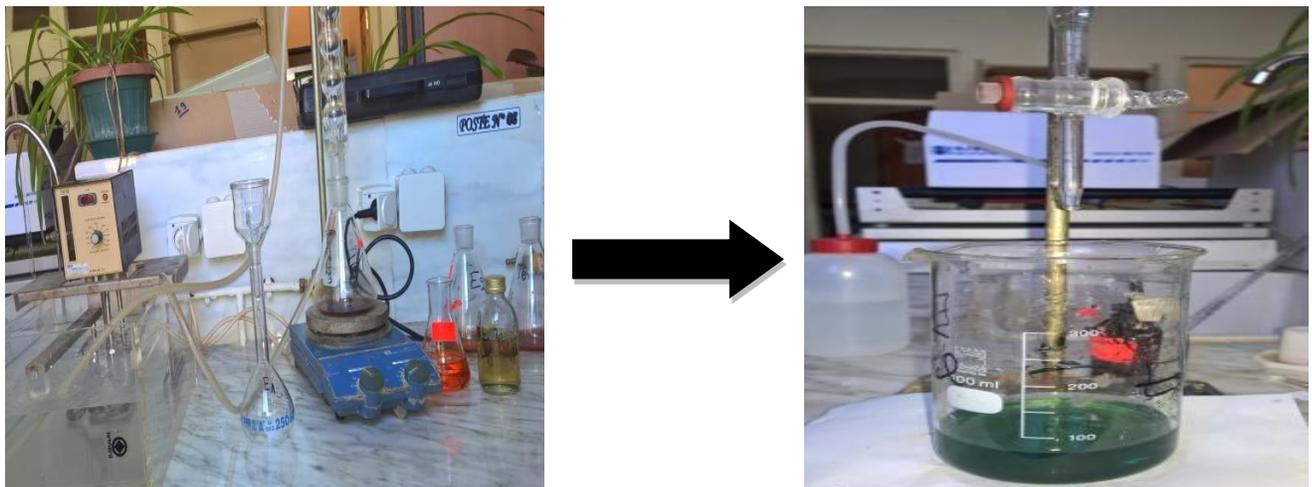
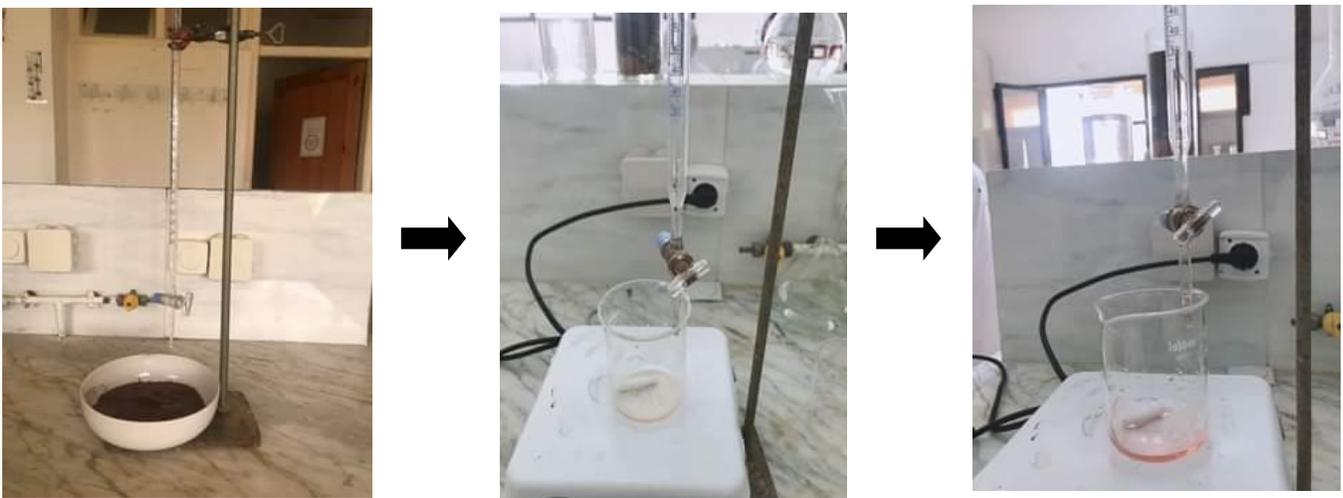


Figure 16: Dosage du carbone organique (Cliché Djemil ,2021)

#### 4.4.6. Sels solubles

##### ❖ Principe

Le dosage de la salinisation des sols est un processus anthropogénique, alors que la salinité du sol est un élément naturel et un facteur écologique constitué par la teneur en sel (NaCl : représente un facteur limitant de première importance car, au-delà d'environ 5 pour 1 000, il interdit le développement des plantes) des eaux ou des sols. C'est un facteur limitant de nombreux écosystèmes. L'excès de sel dans les sols empêche le développement d'une végétation normale, seules quelques plantes halophiles pouvant y croître. À l'opposé, la carence en sel des sols peut entraver le développement de certaines populations animales. On a ainsi pu mettre en évidence que la déficience en chlorure de sodium édaphique s'accompagnait de très faibles densités de population de campagnols dans les prairies naturelles (**Ramade ,2008**) (Voir l'annexe).



**Figure 17:** Dosage des sels solubles (Cliché Djemil, 2021)

#### 4.4.7. Phosphore

##### ❖ Principe

Le phosphore est dosé par la méthode **Joret-Hébert (1955)**. Le sol est agité à froid dans une solution aqueuse d'oxalate d'ammonium à pH = 7, à la température de 20 °C et sous agitation bien définie dans un rapport déterminée pris e d'essai /solution. Le respect du pH doit être rigoureux, une variation du pH conduit à une variation de la quantité dissoute du phosphore. Le dosages et

fait par spectrophotométrie à 825nm du complexe phosphorons-lybdi que réduit par l'acide ascorbique en milieu sulfurique à chaud. (Voir l'annexe).



**Figure 18 : Dosage de phosphore (Cliché Djemil, 2021)**

# ***CHAPITRE 5***

## ***Résultats et Discussion***

## Chapitre 5 : Résultats et discussions

## 5. 1.Résultats des analyses physico-chimiques d'eau d'irrigation

L'étude expérimentale a été réalisée sur quatre échantillons d'eau, les résultats des paramètres physiques chimiques sont illustrés dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Résultats obtenus pour les analyses d'eau

Paramètres	Min	Max	Moyenne	Norme
T c°	12.8	19.8	21	22
PH	6.55	8.63	8.14	6.5-8.4
Conductivité électrique us/cm	1135	1328	1365	3000
Matière en suspension mg/l	9	39	22	25
Nitrate mg/l	56.30	56.25	56.45	10
Nitrite mg/l	2.56	2.50	2.70	<1
Résidu .Sec mg/l	1167	1162	1164	/

D'après les résultats obtenus dans cette étude et en se référant aux normes d'OMS et des eaux d'irrigation, nous déduisons que du barrage de Dahmouni manifeste des critères de pollution en sachant que cette dernière est en relation avec les rejets urbains, la nature du terrain et le climat. Cette pollution nécessiterait une étude plus approfondie accompagnée d'une analyse microbiologique confirmant ou infirmant ses risques sur la qualité des eaux.

## 5. 2.Résultats des analyses physico-chimiques du sol

## 5.2.1. Granulométrie

D'après le Tableau 5, on constate que les six sols étudiés ont presque les mêmes proportions en sables et en argile ,et un pourcentages en limons varie entre 40% et 44% .

Tableau 5: Résultats de granulométries.

Précédents Particules%		SOL 1	SOL 2	SOL 3	SOL 4	SOL 5	SOL 6
Sables	Grossiers	14.01%	9.41%	12.73%	12.30%	10.73%	14.48%
	Fins	17.57%	16.89%	21.18%	19.56%	18.32%	20.32%
Limons	Grossiers	22.88%	20.57%	19.77%	18.51%	21.61%	19.98%
	Fins	23.58%	28.80%	23.23%	22.76%	25.68%	23.31%
Argile		21.96%	24.33%	23.09%	26.87%	23.66%	21.91%

La texture du sol étudiés est de type limono-sableux ce qui est en accord avec la nature du sol de la zone d'étude.

D'après le triangle des textures

- Le sol 1 est de texture limono-sableux.
- Le sol 2 est de texture limono-sableux.
- Le sol 3 est de texture limono-sableux.
- Le sol 4 est de texture limono-sableux.
- Le sol 5 est de texture limono-sableux.
- Le sol 6 est de texture limono-sableux.

### 5.2.2. Humidité

L'eau joue un rôle essentiel dans tous les phénomènes physiques, chimiques qui se produisent dans le sol. Elle pourra entrer en compétition avec les molécules organiques pour l'adsorption sur les matériaux solide, entraînant une baisse de l'adsorption des polluants lorsque le taux d'humidité du sol augmente (Sayyad, G et al., 2010)

Le tableau 6 montre les résultats obtenus pour trente échantillons du sol

Tableau 6: Le taux d'humidité des sols étudiés

Sols Statistiques	Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4	Sol 5	Sol 6
valeur min	15.00%	19.60%	21.81%	20.37%	16.38%	18.04%
valeur max	15.92%	22.23%	23.88%	22.56%	17.04%	18.91%
moyenne	15.59%	20.60%	22.88%	21.56%	16.74%	18.32%

Les taux d'humidité des échantillons de sol varient entre 15% à 23%. Cette valeur dépend fortement des conditions climatiques au moment des prélèvements au printemps, l'eau n'était pas totalement infiltrée ainsi que la présence des matières organiques dans le sol qui empêche l'évaporation de l'eau en plus l'effet de l'irrigation.

D'après Brabant, en général, la capacité de rétention d'eau d'un volume de sol augmente avec la quantité d'argile et de limon qu'il contient (**Brabant, 1991**).

### 5.2.3. pH

Le pH fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols, car la spéciation, la mobilité et la disponibilité des éléments de traces métalliques sont liées à la valeur du pH (**Hlavackova, P., 2005**).

Tableau 7: pH des sols étudiés

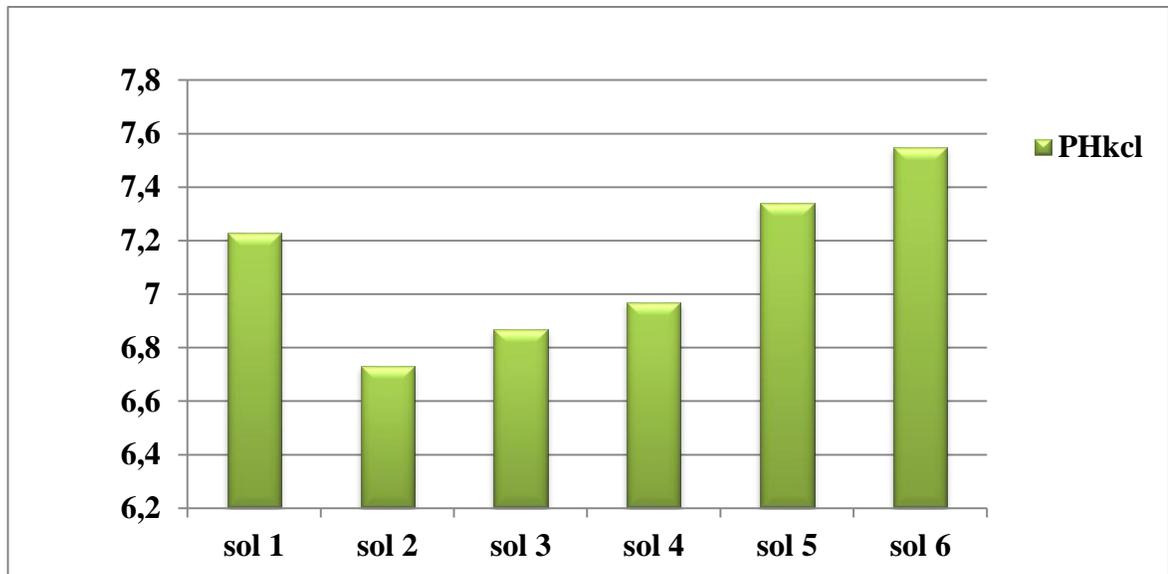
SOL	Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4	Sol 5	Sol 6
Statistique						
valeur min	7.50	7.74	7.83	7.82	8.26	8.39
valeur max	8.23	7.60	7.54	7.75	8.66	8.71
moyenne	8.12	7.70	7.83	7.82	8.23	8.27

D'après les valeurs des pH enregistrées dans le tableau 7, il ressort que ces valeurs sont comprises entre 7.50 et 8,85. Le sol présente un pH alcalin selon les normes de (Feller .2016 ;demarsily, 2016) (annexe 1), cette alcalinité peut être attribuée à la présence des carbonates.

Des études similaires ont montré que les sols ayant des valeurs de pH très élevées présentent de fortes teneurs en carbonates, favorisant ainsi l'ensemble des modes de fixation des métaux (Moral, 2003).

#### 5.2.4. pH<sub>kcl</sub>

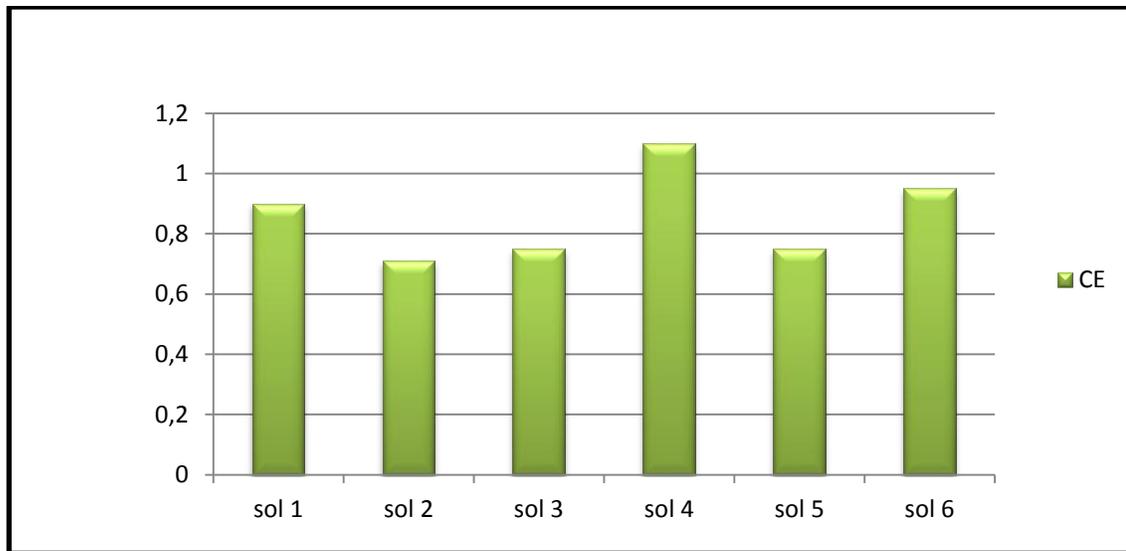
Cependant les valeurs de pH<sub>KCl</sub> sont inférieures aux valeurs mesurées pour le pH<sub>eau</sub>, ceci est dû au fait que l'acidité réelle prend en compte uniquement les ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> libérés dans la solution par le sol, alors que l'acidité potentielle (K<sup>+</sup>) prend en compte également les ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> échangeables et adsorbés par la matière organique contenant dans le sol (Moral,R, 2002).



**Figure 19:** Représentation graphique des valeurs de pH<sub>kcl</sub>.

### 5.2.5. Conductivité électrique

Selon la figure 19, il n'y a pas une variation entre la conductivité électrique des différents échantillons du sol. Les valeurs de la conductivité électrique, des échantillons de sols, enregistrées sont comprises entre 600 et 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  cette distribution montre plusieurs degrés de salinité du sol jusqu'au sol extrêmement salé selon les normes de Feller et Demarsily, (2016). Elles révèlent une forte force ionique ces valeurs élevées indiquent une présence de sels solubles et un caractère minéral dans le sol. (Annexe 02)



**Figure 20:** Présentation graphique de CE

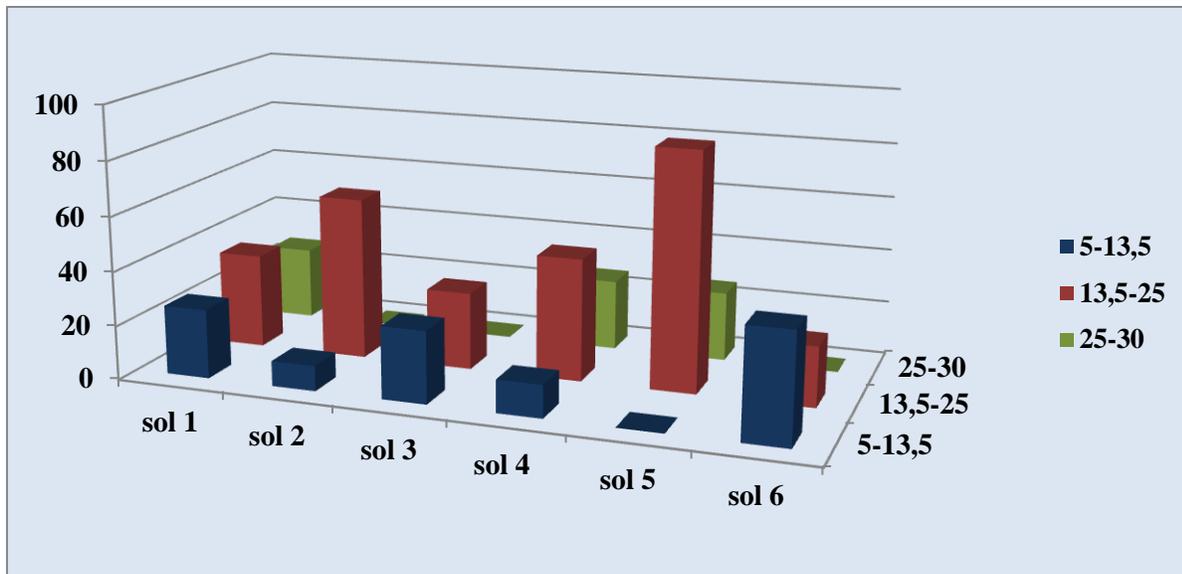
Ces résultats préliminaires, peuvent dès lors indiqués la présence des polluants minéraux.

Cette élévation de la CE dans les sols déperis est due certainement aux eaux utilisées pour l'irrigation. Plus la concentration des sels dissous est importante, plus là CE est élevée (**Calvet, 2003**).

#### 5.2.6. Calcaire total

Le calcaire total est un facteur influençant fortement le métabolisme de certain végétaux dit calcifuge et qui est l'ensemble des éléments nutritifs dans le sol (**Michel et al., 2011**).

La figure 21 permet de montrer la distribution des classes de calcaire total pour les six sols. Nous remarquons la présence de deux strates de calcaire total : modérément et fortement calcaire selon les normes d'appréciation du calcaire total du sol proposé par **Baize, (1988)** (annexe 04).



**Figure 21:** Présentation graphique de calcaire total

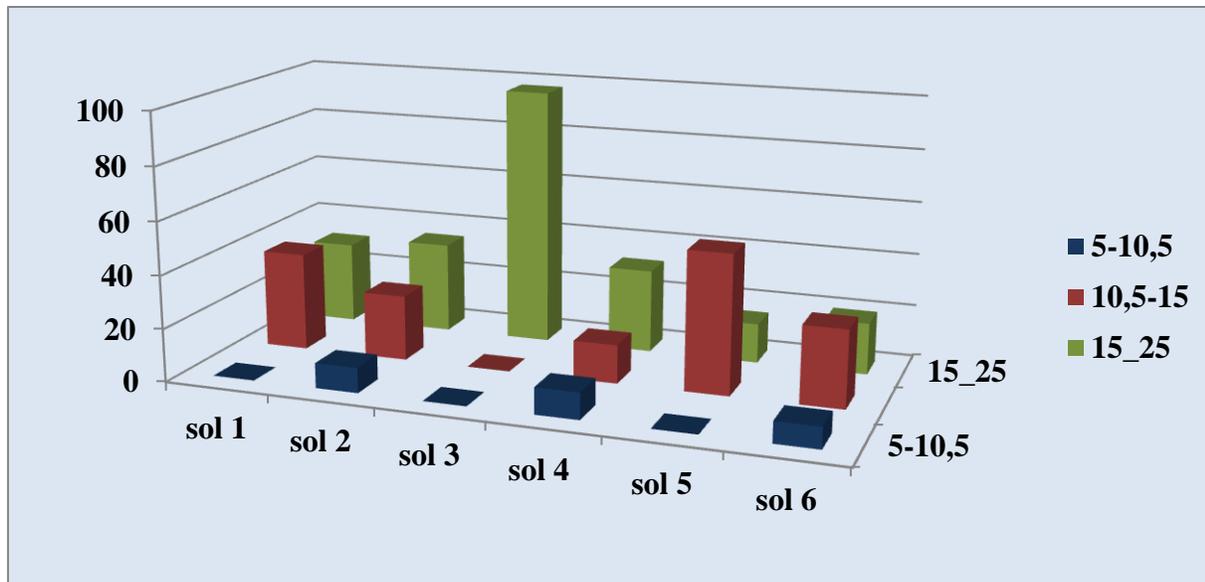
Le fait d'avoir trouvé du calcaire dans nos sols est probablement dû à la présence d'une dalle calcaire en profondeur, car selon **Schwartz et al, (2005)**, les sols formés sur des roches calcaires sont riches, voir êtres riches en calcium

### 5.2.7. Calcaire actif

Le calcaire actif correspond au calcaire fin qui entre dans les réactions du sol qui est présente dans la terre fine (**Baize, 1988**).

La figure 21 présente les caractéristiques du calcaire actif pour les six sols.

Les résultats des analyses du calcaire actif sont donnés dans le tableau.06. Pour les six sols en contient plus de 16% de calcaire actif. D'après **Pousset (2002)**, On considère généralement que des problèmes sérieux peuvent commencer à apparaître à partir de teneurs en calcaire actif voisines de 50%, donc, on peut déduire que nos sols sont dans la norme, et il ne risque pas d'avoir de problèmes liés au calcaire actif.



**Figure22** : Présentation graphique de calcaire actif

Le calcaire actif pour les six sols une forte arithmétique comprise entre (10.5et 16.5). Nous constatons une distribution de deux classes de calcaire actif varie de (10.5-15) et (15-25).

**5.2.7. Matière organique**

La quantité de la matière organique dans le sol permet d’évaluer son incidence sur certains processus d’évolution des sols.

Le tableau 10 représente les résultats de la matière organique pour les six sols.

**Tableau 8:** Matière organique des sols étudiés

Sol	Sol1	Sol 2	Sol 3	Sol 4	Sol 5	Sol 6
<b>Statistique</b>						
<b>valeur min</b>	2.52%	3.09%	3.73%	3.35%	3.09%	2.03%
<b>valeur max</b>	2.58%	3.96%	4.90%	4.91%	3.99%	2.72%
<b>Moyenne</b>	2.50%	4.01%	4.13%	4.30%	3.50%	2.31%

Les résultats présentés dans le tableau 8, montrent deux strates de matière organique se rencontrent à travers les échantillons du sol. D'après les normes de **Morand, (2001)** ces deux strates sont (annexe 03) : sol moyennement teneur en matière organique, et sol fertile. Etant donné que ces sols ont presque contiennent beaucoup de végétation donc riche d'apport organique.

La fertilité des sols est due certainement aux apports ajoutés de la matière organique et/ou aux cultures agricoles que les nous avons observé lors de notre sortie.

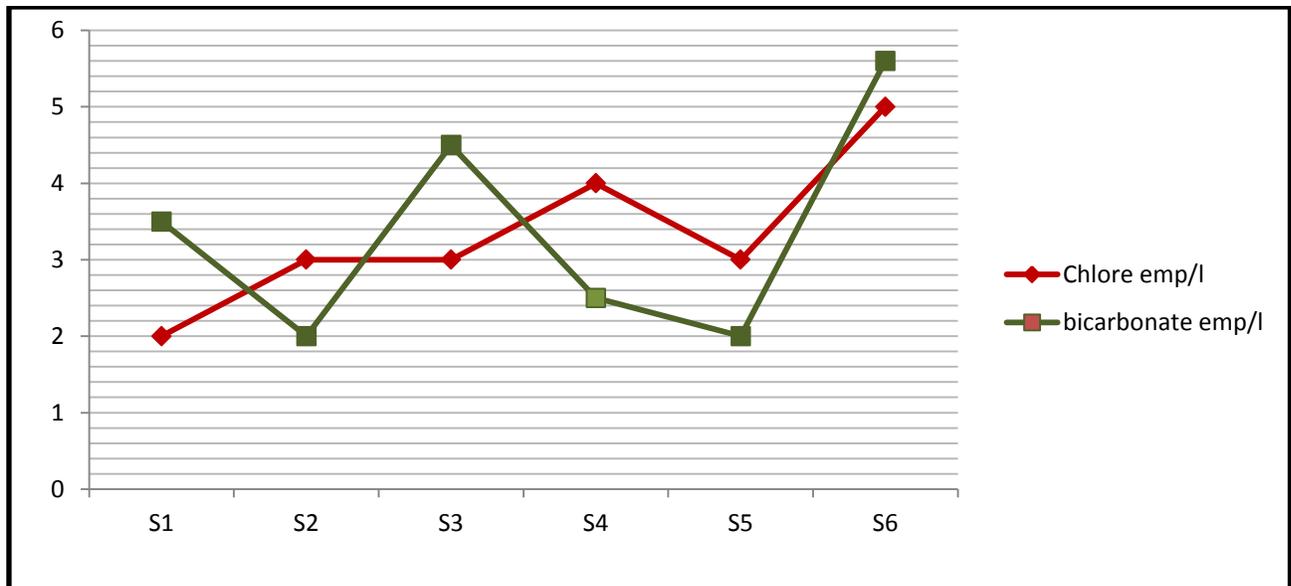
Une forte salinité cause une action d'inhibition sur l'activité des micro-organismes dans le sol, ce qui ralentit l'évolution et la dégradation de la matière organique (**Gallel, 1980**).

Il faut noter aussi que différents travaux de recherche ont montré que plus la teneur en argile du sol n'est élevée, plus le taux de matière organique souhaitable n'augmente (**CRA, 2012**), ce qui est tout à fait cohérent avec les résultats que nous avons obtenu.

#### **5.2.8. Sels solubles**

Selon la figure 23, les résultats présentés pour le chlore et bicarbonate dans le sol varient entre (2 et 5.9 emp/l). Selon (**Ramade 2008**) Cette élévation des sels dans les sols dépeuplés est due certainement aux eaux utilisées pour l'irrigation. (annexe 05)

La montée d'excès de sel dans les sols empêche le développement d'une végétation normale, seules quelques plantes halophiles pouvant y croître. À l'opposé, la carence en sel des sols peut entraver le développement de certaines populations animales. On a ainsi pu mettre en évidence que la déficience en chlorure de sodium édaphique s'accompagnait de très faibles densités de population de campagnols dans les prairies naturelles. (**Ramade, 2008**).



**Figure 23 :** Présentation graphique de chlore et bicarbonate

Selon **Norman (1990)**, les régions semi-arides du monde ont fait l'objet d'une attention particulière ces dernières années. Cette attention a été largement provoquée par les sécheresses où toutes les zones reçoivent des précipitations insuffisantes, mal distribuées et irrégulières. Les problèmes de ces zones sont en particulier des problèmes de salinité, d'alcalinité, d'érosion éolienne et de mécanisation.

### 5.2.9. Phosphore

Les résultats présentés dans La figure 24, montrent que le phosphore est inférieur par rapport les normes de **Joret-Hébert (1955)**. (annexe 06)

La spéciation du phosphore inorganique de la phase solide est plus complexe. Schématiquement, on peut distinguer sur la phase solide des minéraux phosphatés plus ou moins cristallisés et les groupements phosphates adsorbés aux constituants du sol.

Selon les résultats de la figure 20, le sol contiens de phosphore cette élévations dans les sols cultivés est généralement sous forme de groupement phosphate ( $PO_4$ ). Par la suite, P désignera donc phosphate. La bio géochimie du P est extrêmement complexe non seulement à cause du nombre et de la nature des formes minérales et organiques rencontrées dans les phases

liquide et solide du sol mais également pour les différences de processus chimiques, physiques et biologiques intervenant dans leurs transformations dans les conditions naturelles (Morel , 2002).

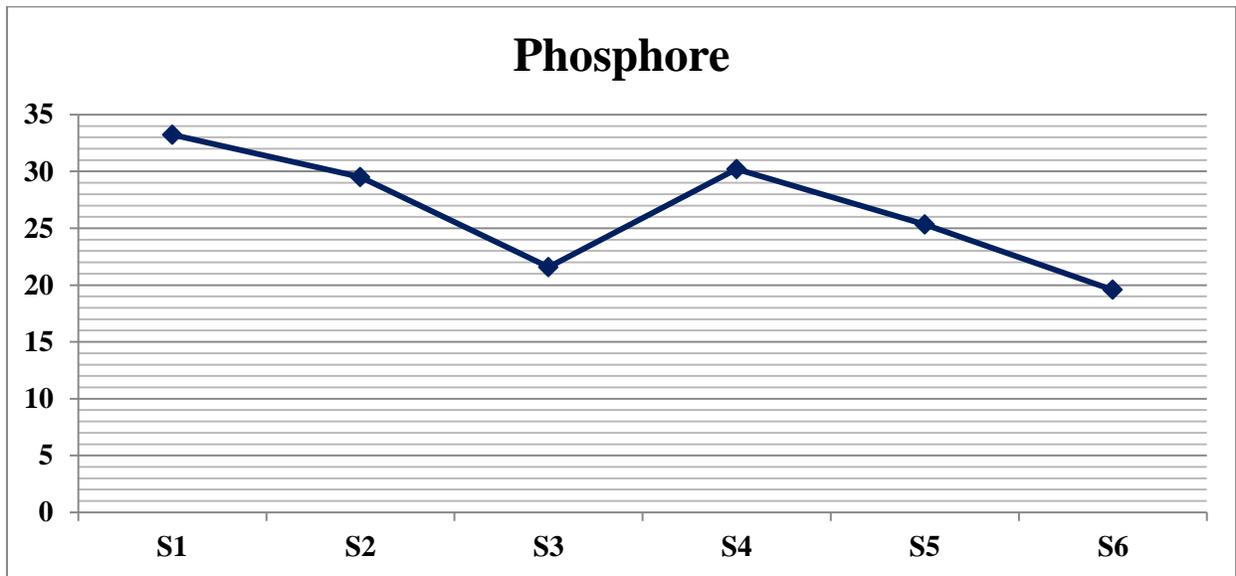


Figure 24 : Présentation graphique de phosphore

Comme en a des sols calcaires la dynamique du phosphore est un problème extrêmement complexe, l'état du phosphore est certainement complexe à la suite des réactions du phosphore avec  $\text{CaCO}_3$ .

En effet, les phosphates introduits dans ces sols calcaires se trouvent en majeure partie plus ou moins rapidement engagés dans des composés phosphocalciques de moins en moins solubles ( Arvieu, 1980 ).

# *Conclusion*

## *Conclusion*

---

La commune de Dahmouni c'est une zone semi-aride fait partie des zones céréalières de la Wilaya de Tiaret, connus sous le nom des hauts plateaux de l'ouest d'Algérie, entre la limite nord de la steppe sud algéroise et les piémonts de l'Ouarsenis.

Cette étude a été menée pour étudier les caractéristiques physico-chimiques des sols entourés et irrigués d'eau de barrage Dahmouni.

Au total, 30 échantillons du sol et quartes pour l'eau été prélevés pour des analyses y sont effectuées et déduites : l'humidité, le taux de calcaire total et actif, le pH, la conductivité électrique, la matière organique, la texture du sol, les sels et phosphore. Pour d'eau : température, résidu sec .ph. Conductivité électrique, matière oxydable, nitrate et nitrite.

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques d'eau , montrent que cette dernière présente un pH de 8.5, une conductivité plus ou moins importante de 1242,33pS/cm et un pourcentage plus ou moins élevé de salinité de 50,69 % confirmé les données que les eaux de l'ensemble des stations dans la catégorie admissible.

Sur l'ensemble des échantillons du sol prélevés la texture du sol est de type limono-sableux avec des taux d'humidité important confirme que le sol est un sol riche en fraction limoneux et une moyenne quantité d'eau. Ce sont tous des sols alcalins (7,5-8.85), la matière organique dans la majorité est riche (de 2 à 5%) cela est dû certainement aux apports ajoutés de la matière organique et de l'eau de irrigation. La conductivité électrique est élevée (de 600-1000 us /cm) cela est dû certainement aux eaux utilisées pour l'irrigation. Des fortes teneurs en calcaire ont été mesuré où la valeur du calcaire totale dépasse 15%, avec une salinité dans 25 échantillons qui dépasse les (3.5 emp/l), pour tous les sols son peu de phosphore ne dépassé pas (33 ppm) car notre sol est calcaire.

Le constat établi est que la pratique de l'irrigation se fait de façon anarchique sans aucune étude préalable d'évaluation de la qualité des eaux, les agriculteurs irriguent plusieurs types de cultures sans le moindre contrôle

A l'avenir, il serait nécessaire que l'eau de barrage de Dahmouni subisse un traitement avant son utilisation.

*Références*  
*bibliographiques*

- ❖ **ADE** Manuel d'analyses physicochimiques et bactériologiques. Bilan annuel des eaux. Tiaret, 20p.
- ❖ **ADE. 2005.** Manuel d'analyses physicochimiques. Bilan annuel des eaux. Tiaret, 48p.
- ❖ **Arvieu JC. Et BouvierO., 1974.** Les processus chimiques de l'évolution des phosphates en sol calcaire. BullAFES.n°4pp.207-224
- ❖ **Aubertg.1950.**les sols des régions semi-arides d'affrique elle remise en valeur-inencyclo pédie colonial vol .A.O.F.
- ❖ **Baize, D. 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie, PARIS. 2<sup>ème</sup> édit INRA.257p.
- ❖ **Bedjadj S., 2011.** Contribution à l'étude des caractéristiques microbiologiques des sols dans la région de Ouargla (Cas de l'exploitation de l'université de Ouargla).Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques option mise en valeur des sols sahariens. Université Kasdi Merbah Ouargla .Pages: 06, 07,14, 37. 59P
- ❖ **Benfardia H., Chenine A., 2014.** . Effet de la nature du sol sur l'efficacité d'un dispositif de bio dépollution à l'aide des bactéries hydrocarbonates. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'un master académique en biologie spécialité microbiologie appliquée. Université Kasdi Merbah Ouargla.Page:22. 43P.
- ❖ **Benseghir A., 2006.** Contribution à l'étude de l'état nutritionnel par la méthode du diagnostic foliaire de trois variétés d'abricotier (*Prunus Armenia ca L.*) en zone aride (Commune de Doucen, W. Biskra). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, option cultures pérennes .Université de Biskra. Page: 22. 43P.
- ❖ **Blanc D., 1987.** Les cultures hors sol.2<sup>ème</sup> édition.editionsINRA.Paris.413P.
- ❖ **Brabant P., 1991.** Le sol des forêts claires du Cameroun : exemple d'étude d'un site représentatif en vue de la cartographie des sols et de l'évaluation des terres. Tome 1. Editions ors tom. Paris. 533P.
- ❖ **Blancd.1985.** Les Structures Hors Sol INRAEdL ou is.Paris.409p.

- ❖ **Boudouch.O.2009.** «Étude De Dépollution Des Sols Par Extraction Sous Pression Réduite .Application Au Traitement Des Composes Organique Volatiles». Thèse De Doctorat .Institut National Des Sciences Appliquées De Lyon.
- ❖ **Bonneau et Souchier, 1994.** «constituants et propriété du sol» .Ed Masson, Paris.
- ❖ **Bouaroudj, S. 2012.** Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation. Mémoire de magistère en écologie. Faculté de science de la nature et de la vie. Université Mentouri, Constantine, 75p.
- ❖ **Calvet R., 2003.** Le sol, Propriété set fonctions : Constitution et structure, phénomène sa uxinter faces. Tome1.Vol1.Editions France agricole. Paris.457P.
- ❖ **Calvet R., 2003.** Le sol, Propriétés et fonctions: Phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales. Tome2. Vol2. Editions France agricole. Paris. 513P.
- ❖ **Calvet R., 2013.** Lesol.2emeédition.EditionsFranceAgricole.Paris.678P.
- ❖ **Couture, I. 2006.** Analyse d'eau pour fin d'irrigation MAPAQ. Montérégie-Est AGRI-VISION 2003-2004, 8p.
- ❖ **Couture I. 2006.** (a)Analyse d'eau pour fin d'irrigation MAPAQ Montérégie-Est AGRI-VISION 2003-2004. 8p
- ❖ **Dari R., 2013.** Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides, exemple d'un sol salé sous deux types de cultures. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques, option mise en valeur des sols sahariens .Université Kasdi Merbah Ouargla.Pages:03, 34,53. 53P.
- ❖ **Durand J .H., 1983.** Les sols irrigables, Etude pédologique. Presses Universitaire de France. Editions Agence de Coopération Culturelle et Technique. Paris.339P.
- ❖ **Djilik.2000.**Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie.Thèse doctorat INA., 243p.
- ❖ **Dht. 2005.** Direction de l'hydraulique de la wilaya de Tiaret. Etude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de Dahmouni ; risque et contrôle de la salinité des sols. Mars, 2005. ed. cobra et scet-tunisie.

- ❖ **D.H.W. 2005.** Direction de l'Hydraulique de la Wilaya. Documents techniques. Tiaret.
- ❖ **SkalliA., 2015.** Analyse physico-chimique des sols agricoles. Mémoire  
De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de licence sciences et techniques, option  
Géo ressources et environnement. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Page : 16.43P.
- ❖ **El Asslouj J ; e Kholtei S ; El Amrani N et Hilali A. 2007.**Analyse de la qualité physico-  
chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux  
usées. Afrique SCIENCE 03(1) (2007) 109 - 122
- ❖ **FAO 1975.** Food Alimentation Organisation Les besoins en eau des cultures.  
Bull.FAO n° 24. Rome.
- ❖ **FELLERC, DEMARSILY G .2016.**Le sol une merveille sous nos pieds. ED : Paris :  
Belin pour la science, 255p.
- ❖ **Gobat J.M., Aragno M., Matthey W., 2010.** Le sol vivant. 3<sup>ème</sup> édition. Presse  
polytechnique et UniversitaireromandsLausanne.Italie.817P.
- ❖ **Guet G., 2003.** Mémento d'agriculture biologique : guide pratique à usage professionnel.  
2<sup>ème</sup> édition. Editions AGRIDECISIONS. Paris. 417P.
- ❖ **Guides méthodologiques.2001.** Pour L'analyse Des Sols Pollués, R.Jeannot,B. Lemiére,S.  
Chiron Avec La Collaboration De F.Augustin,D. Darmendrail. ÉditionsBRGM .
- ❖ **Gallel, T.1980.** Transfert sels-matière organique en zone arides méditerranéennes thèse de  
doctorat ès-science, université de Nancy-I, 202p.
- ❖ **Huber G., Schaub C., 2011.** La fertilité des sols : L'importance de matière organique  
.Chambre régionale de l'agriculture.Bas-Rhin.42P.
- ❖ **Hlavackova, P.,** Evaluation du comportement du cuivre et du zinc dans une matrice de  
type sol à l'aide de différentes méthodologies. Thèse de Doctorat, L'Institut National des  
Sciences Appliquées de Lyon, 207p, 2005.
- ❖ **Halitim.A(1988):**les sols des régions arides d'Algérie.Ed.OPU.Alger.374p.
- ❖ **HarrisonA.F., 1987** Soil organic sphorus: are viewof worl dlitterature.  
CAB International, Walling ford.257pages.

- ❖ **Horning H M., 1973.**Rôle de l'aménagement rationnel de l'eau d'irrigation au niveau des exploitations. Séminaire régional FAO/PNUD Damas. 7-13 décembre 1971.pp 10-21.
- ❖ **ITA (Institut de technologie agricole), 1977.** Laboratoire du sol : Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol 3<sup>ème</sup>et 4<sup>ème</sup>année.Mostaganem. 78P.
- ❖ **Kadi A 1997.**La gestion de l'eau en AlgérieHydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, 42(2) April 1997 191.
- ❖ **Kolleremilian.**TraitementDesPollutionsIndustrielles.EditionDUNODParis.P277-347, 2004
- ❖ **Lemaire F., Dartigues A., Charpentier S., Rivière L.M., Morel P., 2003.**Cultures en pots et conteneurs : principes agronomiques et applications. 2<sup>ème</sup>édition.EditionsINRA. Paris. 232P.
- ❖ **LemièreB., SeguinJ.J ., Le Guern C.,Guyonn et D.,Baranger P.,Darmend rail D .&ConilP .,2001.**Guide Sur Le Comportement Des Polluants Dans Les Sols Et Les Nappes. Applications Dans Un Contexte d'Evaluation Détaillée Des Risques Pour Les Ressources En Eau .Bureau De Recherches Géologiques Et Minières, 122 Pp.
- ❖ **Locatelli A., 2013.** Prévalence de pathogènes humains dans les sols français, effet du facteur spéos climatique, biologiques et du mode d'utilisation des sols. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences de la vie spécialité écologie microbienne. UniversitédeBourgogne.Page:07. 144P.
- ❖ **Ladjal, R. 2013.** Problématique de la mobilisation et de la préservation des ressources hydriques dans le Sersou « bassin Cheliff amont Boughazoul. Mémoire de magister en hydraulique. Faculté de Technologie. Université Abou BakrBelkaid, Tlemcen, 125p.
- ❖ **Montoroi J.P., 1997.**Etude et gestion des sols. Conductivité électrique de lasolution du sol et d'extraits aqueux de sol : application à un sol sulfaté acide salé deBasse-Casamance (Sénégal). Article scientifique 4, (4). Editions AFES. Montpellier. P : 279-298.
- ❖ **Morel R., 1996.** Les sols cultivés. 2eme édition. Lavoisier TEC&DOC. Paris.389P.
- ❖ **Musy A., Higy C., 2004.** Hydrologie: 1 Une science de la nature. Editions Presses polytechniques et universitaires romandes. Collection gérer l'environnement. Lausanne. 314P .

- ❖ **Marc Bonnard,** Relations «Biodisponibilité-Genotoxicité-Ecotoxicité» Des Hydrocarbures Aromatiques Poly cycliques (Hap) Dans Les Sols De Friches Industrielles Avril 2010.
- ❖ **Morand, D-T. 2001.** Soil landscape of the wood burn 1.100000 sheet. Department of land and water conservation. sydney. 273p.
- ❖ **Maynard D.N.et G.J. Hochmuth. 1997.** Knotts Handbook for Vegetable growers. 582p.
- ❖ **Messahel1 M; Benhafid M.S et Cherif M 2003.** Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie.
- ❖ **Milos H. 1971.**Leau et l'environnement Bull. FAO. 8 :32-38pp. Rome.
- ❖ **Norrish K. et Rosser H., 1983Mineralphosphate.Dans :** Sols , australien view point, édité par J. Lenaghan et G. J. Katsantoni, pages 335-36.CSIRO Academic Press, australia.
- ❖ **ONA. 2008.** Office national d'assainissement, Tiaret.
- ❖ **Pansu, M. And Gautheyrou, J., 2001.** L'analyse Du Sol Minéralogique, Organique Et Minérale. Edition Springer.
- ❖ **Petard J., 1993.** Les méthodes d'analyse.Tome1,Analyse de sols .Notes techniques. Laboratoire commun d'analyses N°5. Document de travail. Editions ORSTOM (Office de la recherche scientifique et technique outre-mer).NouvelleCalédonie.196P.
- ❖ **Pousset J., 2002 .**Engrais verts et fertilité des sols.2<sup>ème</sup>Edition.EditionsAgridécisions.Paris. 305P.
- ❖ **Rahaoui F., 2009.** Etude de la mobilité de certains ETM dans un sol en domaine routier, approche expérimentale et théorique. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister en spectro chimie et méthodes d'analyses (SMA). Université de Tlemcen .Page : 03.
- ❖ **Rodier, J. 1978.** Analyse de l'eau.
- ❖ **Rodier, J. (1984).** L'analyse de l'eau, 7ème Edition, Ed. Dunod, Paris.
- ❖ **Sayyad, G., Afyuni, M., Mousavi, S.-F., Abbaspour, K. C., Richards, B. K &SchulinR.,** Transport of Cd, Cu, Pb and Zn in a calcareous soil under wheat and safflower cultivation-Acolumn study. Geoderma, vol. 154pp. 311-320, 2010.

- ❖ **Sbihi, A ., Touati, Z ., Zoubir, Y.2016.** Détermination des éléments traces métallique (Pb, Zn, Cu) dans la biocénose du barrage dahmouni de la wilaya de Tiaret, Thèse Master, Pathologie des écosystèmes, Tiaret.
- ❖ **Schwartz C., Muller J.C., Decroux J., 2005.** Guide de la fertilisation raisonnée. Editions France Agricole. Paris. 414P.
- ❖ **Sposito.G.1997.**TheChemicalCompositionOfSoils.TheChemesteryOfSoils. OxfordUniversityPress.New-York:P3-27
- ❖ **Soudani, L. 2011.** Détection de la pollution des eaux par le zinc à l'aide d'une espèce barbus dans le barrage de Dahmouni Thèse de Doctorat en écologie végétale et l'environnement, université d'Ibn Khaldoun Tiaret.
- ❖ **Sposito, G.,**The Chemistry Of Soils. Oxford University Press, NewYork.2008.
- ❖ **Soltner,D:** Distribution Liquid Et Voie Métabollique Chez Quatres Bactéries Gram négative Hydro carbono claste. Variation En Fonction De Sources De Carbone. Docteur De L'université PARIS6 2004.
- ❖ **Tiercelin, J-R. 1998.**Traité d'irrigation, Lavoisier TEC & DOC, Paris, 1011p [cfppa.reunion.free.fr/cfppa/cdr/irri\\_books.htm](http://cfppa.reunion.free.fr/cfppa/cdr/irri_books.htm).

**Biblionet :**

1- ([http://raf.dessins.free.fr/2bgal/img.php?id\\_img=5782](http://raf.dessins.free.fr/2bgal/img.php?id_img=5782)). Téléchargé le 19-mai-2021.

2-(<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/tiaret/valeurs/60511.html>).

Téléchargé le 20-Aout-2021

# *Annexes*

### Annexe I: Modes opératoires

#### I.1. Analyses physico-chimiques du sol

##### I.1.1. Détermination du taux d'humidité

Cette analyse ne nécessite pas le broyage et le tamisage des échantillons. L'analyse du taux d'humidité des échantillons doit se faire le même jour que leur prélèvement, ceci est un renseignement important pour la connaissance de l'état hydrique du sol. Le protocole est simple et se fait comme suite :

- Peser à l'aide d'une balance de précision, une capsule en verre vide.
- Faire le tarage du poids de la capsule et peser 20g d'échantillon de sol.
- Mettre à l'étuve à 105°C, pendant 24 heures.
- Peser la capsule contenant l'échantillon séché, après l'avoir laissée refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur.

##### ▪ Calculs

$$H = (P_{air} - P_{105^{\circ}C}) / P_{air} \times 100$$

**H** : Taux d'humidité en %.

**P air** : Poids de la terre séchée à l'air.

**P 105°C** : Poids de la terre après séchage à l'étuve.

##### I.1.2. Analyse granulométrique

- Dans un erlen, peser 20g de terre fine.
- Ajouter 50 ml d'eau oxygénée, et laisser agir toute une nuit, afin que toute la matière organique soit détruite.
- Ajouter 20ml d'eau oxygénée, et mettre sur un bain de sable sous la haute, jusqu'à disparition de la mousse.
- Pour la dispersion des éléments argileux, on utilise 25ml de la solution de pyrophosphate de sodium (20g par litre d'eau distillée) si le sol est non calcaire. Si au contraire on a un sol calcaire, on utilise 50ml de la solution de Calga(39,2métaphosphate de sodium  $\text{NaPO}_3$  + 10g de carbonates de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  par litre d'eau distillée).
- Agitation mécanique pendant 2 heures.

- Verser la suspension dans un tamis de 0.05mm et rincer avec l'eau distillée, et récupérer la solution dans un bac qu'on va verser ensuite dans un cylindre grâce à un entonnoir.
- Compléter la solution versée dans le cylindre avec de l'eau distillée jusqu'au trait de 1 litre.
- Mettre le sable restant sur le tamis de 0.05mm dans un creuset à poids connu, et
- mettre à l'étuve à 105°C/ 15heures.
- Pour la fraction < 0.05mm, on agite le cylindre et on fait le prélèvement au milieu grâce à la pipette de Robinson.
- Pour la fraction de < 0.02 mm, on agite le cylindre, et on laisse reposer pendant 4min et 40 secondes, ensuite on prend un prélèvement à 10cm grâce à la pipette de Robinson
- Pour la fraction < 0.002mm, on agite le cylindre, et on laisse reposer pendant 4heures et 39 minutes, ensuite on prend un prélèvement à 6cm grâce à la pipette de Robinson.
- Les prélèvements sont mis dans des creusets à poids connus, puis ils sont séchés à
- l'étuve à 105°C/15heures.
- Après avoir ressorti tous les échantillons de l'étuve, on les laisse refroidir dans un dessiccateur, et on les pèse. On pèse également l'échantillon de sable, puis on le tamise à 0.2 mm, et on pèse le sable grossier qui reste dans le tamis, et le sable fin qui est passé à travers les mailles du tamis.
- Faire les calculs et déterminer la texture du sol grâce au triangle des textures.
  - Calculs

$$(1) = \text{Argiles} + \text{sels solubles} = [(\text{sol sec de 6cm} + \text{tare}) - \text{tare}] \cdot 100$$

$$(2) = \text{LF} + \text{A} + \text{sels solubles} = [(\text{sol sec de 10cm} + \text{tare}) - \text{tare}] \cdot 100$$

$$(3) = \text{LG} + \text{LF} + \text{A} + \text{SS} = [(\text{sol sec du milieu} + \text{tare}) - \text{tare}] \cdot 100$$

$$(4) = \text{Sables} = (\text{sable} + \text{tare}) - \text{tare}$$

$$\text{Sable grossier} = (\text{sable grossier} + \text{tare}) - \text{tare} \quad \text{Sable fin} = \text{sable} (4) - \text{sable grossier}$$
$$\text{grossier} = (3) - (2)$$

$$\text{Limon fin} = (2) - (1)$$

$$\text{Argile} = (1) - \text{sels solubles} (2,5\text{g Calgon ou } 0,5\text{g pyrophosphate de sodium}).$$

On calcule la somme (S) et contrôle si on retrouve les 20g de terre avec lesquelles on a travaillé.

Calculer les pourcentages en multipliant tous les résultats par 100/20.

### I.1.3. Mesure du pH

#### pH eau

- - Peser 20g de terre fine dans un bécher de 250ml - Ajouter 100ml d'eau distillée au sol.
- Agiter pendant 5min.
- Laisser reposer pendant 30 minutes.
- Allumer le pH mètre et faire l'étalonnage.
- - Mettre l'électrode du pH mètre au contact du surnageant de la solution. - Lire la valeur obtenue.

#### pHKCl

- Dans la même solution précédente, ajouter 50ml de KCl (0,1g par litre d'eau distillée).
- Agiter pendant 5min.
- Laisser reposer pendant 30 minutes.
- - Mettre l'électrode du pH mètre au contact du surnageant de la solution. - Lire la valeur obtenue.
- Rincer l'électrode du pH mètre avec de l'eau distillée avant et après chaque utilisation et essuyer avec du papier Joseph.

### II.1.4. Mesure de la conductivité électrique

- Peser 10g de sol dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Agiter pendant 5min.
- Laisser reposer pendant 30 minutes.
- Allumer le conductimètre, et rincer l'électrode par l'eau distillée et essuyer par du papier joseph.
- Mettre l'électrode dans le surnageant de la solution, et lire la valeur affichée

### II.1.5. Mesure du calcaire total

- Peser 1g de terre fine dans un erlen de 250ml.
- Tenir l'appendice latéral à l'aide d'une pince métallique, et la remplir par l'HCl à 37% au 3/4.
- Sécher les parois de l'erlen avec du papier joseph pour éviter le contact HCl-terre

- Ouvrir l'ampoule du calcimètre et ajuster le niveau du calcimètre à zéro.
- Relier l'erlen au calcimètre, en prenant soin de bien fermer l'ouverture.
- Lire le volume du CO<sub>2</sub> dégagé (V<sub>0</sub>).
- Répandre l'acide sur la terre, et lire le niveau du volume de CO<sub>2</sub> dégagé sur le calcimètre. (V<sub>1</sub>).
- Pour le témoin, on remplace la terre par 0,3g de CaCO<sub>3</sub> et on lit le volume V<sub>0</sub> lorsqu'on relie l'erlen avec le calcimètre, et le V<sub>1</sub> après le contact du HCl avec le CaCO

- **Calculs**

$$\text{CaCO}_3 \% = \frac{V_s \times m_{\text{CaCO}_3}}{V_t \times m_{\text{sol}}} \times 100$$

**msol** = 1g

**mCaCO<sub>3</sub>** = 0.3g

**V<sub>s</sub>** = V<sub>1 sol</sub> - V<sub>0 sol</sub>

**V<sub>t</sub>** = V<sub>1 témoin</sub> - V<sub>0 témoin</sub> V<sub>0</sub> = Volume initial

**V<sub>1</sub>** = Volume lu

### I.1.6. Dosage du calcaire actif

Le dosage du calcaire actif ne s'effectue que pour les échantillons ayant 5% ou plus de calcaire total.

- Peser 1g de terre fine dans un erlen de 250ml.
- Ajouter 100ml de la solution d'oxalate d'ammonium (14,2g par litre d'eau distillée).
- Agitation mécanique pendant 2 heures.
- Filtrer 2 fois à l'aide de papiers filtres.
- Récupérer 20ml du filtré, et mettre dans un bécher de 250ml.
- Ajouter 100ml d'eau distillée.
- Ajouter 5ml d'acide sulfurique.
- Chauffer la solution à 60°C.

- Titrer par la solution de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  (6,32g par litre d'eau distillée), jusqu'à coloration rose persistante.
- Pour le témoin, on suit les mêmes étapes mais sans ajouter l'échantillon de terre.

### Calculs

$$\text{CaCO}_3 \text{ actif } \% = 5. (N - n)$$

**N** : nombre de ml de  $\text{KMnO}_4$  utilisés pour le témoin.

**n**: nombre de ml de  $\text{KMnO}_4$  Utilisés pour l'échantillon de terre fine

### I.1.7. Dosage du carbone organique

- Dans un erlen à col rodé, peser 1g de terre fine.
- Ajouter 10ml de solution de bichromate de potassium (8g par 100ml d'eau distillée).
- Ajouter 15ml d'acide sulfurique.
- Relier l'ouverture de l'eren au réfrigérant, en s'assurant de bien la fermer
- Allumer l'appareil.
- Chauffer grâce à un agitateur chauffant
- Lorsque la solution commence à bouillir, on compte 5minutes, ensuite on éteint l'appareil et l'agitateur chauffant et on laisse l'eren refroidir.
- Détacher l'eren du réfrigérant.
- Mettre la solution dans une fiole jaugée de 100 ml, et compléter avec l'eau distillée jusqu'au trait de 100 ml.
- Agiter la fiole 10 fois.
- Laisser reposer 30min.
- Avec une pipette graduée, prélever 20 ml du surnageant, et mettre dans un bécher de 500 ml.
- Ajouter 1,5g Naf, et 3 gouttes de l'indicateur de couleur diphénylamine baryum sulfonâtes (0,5g dans 100ml acide sulfurique +20ml eau distillée et garder dans un flacon brun).
- Titrer par la solution de sel de mohr 78,4278g dans 20ml acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et compléter à 1 litre par l'eau distillée), la solution brune au départ, deviendra bleu foncée, puis il y'aura rapidement un virage de couleur au vert foncé.

- Lire le nombre de ml de la solution de sel de mohr utilisé.
- Pour le témoin, on suit les mêmes étapes, sans ajouter l'échantillon de terre fine.

### Calculs

Le calcul se fait par l'équation suivante :

$$C\% = (V' - V) \times 0,3$$

$V'$  : quantité en ml de la solution de sel mohr utilisée pour le témoin.

$V$  : quantité en ml de la solution de sel mohr utilisée pour les échantillons de terre.

Pour calculer la teneur en matière organique du sol (MO %, ou g/100 g de sol sec), la teneur en carbone du sol (C %, ou g/100 g de sol sec) est multipliée par un coefficient de valeur 1,72 (VAN DE KERCHOVE et al., 2006).

$$\text{Matière organique \%} = C \% \times 1,72$$

### I.1.7. Dosage du sel soluble

- **Réalisation de l'extrait de pâte saturée** (Procédure opérationnelle Pop S26del'US49, Analyses du CIRAD de Montpellier–France)
- Dans une capsule de porcelaine on pèse 200g de sol. Ensuite, à l'aide d'une éprouvette graduée remplie d'eau distillée, on humecte le sol et on le mélange à l'aide d'une spatule, en ajoutant avec précaution de l'eau jusqu'à l'obtention d'une pâte satisfaisant les conditions suivantes :
  - ✓ Elle doit couler lentement, lorsqu'on incline la capsule;
  - ✓ Sa surface doit être brillante;
  - ✓ Elle doit se détacher librement de la spatule.
- On note le volume d'eau versé.
- On rassemble cette boue au fond de la capsulée ménageant un trou de 2 à 3cm<sup>3</sup>.Après une heure, si de l'eau s'est rassemblée dans le creux, le point de saturation a été dépassé, il convient d'ajouter de la terre (on notant le poids) et de renouveler les trois tests précédents.

- On laisse reposer pendant 4 heures en couvrant d'un papier filtre humide ou d'un film plastique fin pour éviter l'évaporation.
- On procède ensuite à la centrifugation de la pâte saturée, pendant 15 minutes, à 2400tours/minute, dans des supports de godets (de 250 ml) préalablement tapissés de film plastique pour éviter les pollutions.
- Après séparation par centrifugation, on récupère l'aliquote et on mesure, ensuite, la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre de paillasse.
- On procède, ensuite à une filtration de l'aliquote, sur papier filtre sans cendre, afin d'éliminer les fragments de matière organique. La solution doit être parfaitement limpide.
- Les volumes récupérés sont généralement faibles mais les solutions sont concentrées. A cet effet, on effectue des dilutions (1/50 ou 1/100) après avoir mesuré la conductivité électrique. Cette solution est destinée aux analyses du bilan ionique (cations et anions solubles).
- Les chlorures sont dosés par titrimétrie avec du nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$  en  $\text{meq.L}^{-1}$ ) en présence de chromate de potassium ;
- Les carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$  en  $\text{meq.L}^{-1}$ ) et les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$  en  $\text{meq.L}^{-1}$ ) sont dosés par titrimétrie avec du  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

### **I.2. Détermination des paramètres physico-chimique d'eau**

#### **I.2.I. Détermination des paramètres chimiques**

##### **I.2.1.1. Mesure de la température de l'eau**

La température est déterminée in situ à l'aide d'un thermomètre simple :

- Faire plonger le thermomètre dans l'eau du barrage, à l'endroit du prélèvement.
- Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité inférieure du thermomètre reste immergée dans l'eau.
- Le résultat est donné directement en °C

### 1.2.1.2. Mesure de pH

Le pH a été mesuré in situ avec un pH mètre.

### 1.2.1.3. Conductivité électrique et salinité et le taux des sels dissous

Rincer plusieurs fois la cellule, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient avec de l'eau à examiner, appuyer sur le bouton de la CE puis appuyer sur le bouton de salinité et le bouton de TDS en prenant soin que l'électrode de platine soient complètement émergées. Lire directement les valeurs notées sur l'appareil, la conductivité électrique en pS/cm, et la salinité en pourcentage et le TDS en mg/l (ADE, 2005).

## I.3. Détermination des paramètres chimiques

### I.3.1. Détermination des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Nous avons suivi les étapes suivantes :

- Prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 1ml du réactif mixte ;
- L'apparition de la coloration pourpre indique la présence des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) ;
- Faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde  $\lambda = 543$  ;
- Le résultat sera donné directement en mg/l.

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec une solution de dichlorhydrate (N-1-naphtyl-éthylène diamine) donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage colorimétrique (**Rodier, 1978**).

### 2.4. Détermination des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'être dosé par colorimétrie (**Rodier, 1978**).

Les étapes sont :

- Prendre 10ml d'eau à analyser dans une capsule de 60ml ;
- Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium ;

- Ajouter 1ml de la solution de salicylate de sodium ;
- Evaporer à sec à 75-80°C (ne pas surchauffer ni chauffer trop longtemps) ;
- Laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu par 2ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré en ayant soin de F humecter complètement ;
- Attendre 10 minutes puis ajouter 15ml d'eau bidistillée ;
- Ajouter 15ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune ;
- Effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 420nm.

### 2.7. Résidu sec (R. S)

On prélève 100ml d'eau à analyser puis filtrer pour éliminer les matières en suspension. Verser dans un bêcher puis sécher à une température de 110°C.

#### ❖ Expression des résultats

$$R.S = P \times 10^4 \text{ en mg/l.}$$

P : résultat de la différence entre le poids de bêcher vide et après la filtration et le séchage de l'eau.

**Annexe III:** Echelles d'interprétation des résultats

**Annexe 01 :** Échelle de pH des sols (feller et demarsily, 2016).

<b>Gamme de pH</b>	<b>Appréciations</b>
Inférieur à 4,5	Extrêmement acide
<b>4,6 – 5,2</b>	Très acide
<b>5,3 – 5,5</b>	Acide
<b>5,6 – 6,0</b>	Modérément acide
<b>6,1 – 6,6</b>	Légèrement acide
<b>6,7 – 7,2</b>	Neutre
<b>7,3 – 7,9</b>	Légèrement alcalin
<b>8,0 – 8,5</b>	Alcalin
<b>Supérieur à 8,6</b>	Très alcalin

**Annexe 02 : Classification du degré de salinité (feller et demarsily, 2016)**

<b>Conductivité Électrique (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	<b>Degré de salinité</b>
2,50	Non salé
2,50-5,00	Légèrement salin
5,00-10,00	Salé
10,00-20,00	Très salé
>20,00	Extrêmement salin

**Annexe 03 : L'échelle de MO % (Orand, 2001).**

<b>MO%</b>	<b>Nom de classe</b>
0.5 à 1 %	Très faible en MO
1 à 2 %	Faible en MO
2 à 3 %	Moyenne (ou modérée) en MO
3 à 5 %	Elevée en MO
> à 5 %	Très élevée en MO

**Annexe 04 :** Normes d'appréciation du calcaire total du sol (Baize, 1988).

<b>Caco3 Total %</b>	< 1	Non calcaire
	1 à 5	Peu calcaire
	5 à 25	Modérément calcaire
	25 à 50	Fortement calcaire
	50 à 80	Très fortement calcaire
	Plus de 80	Excessivement calcaire

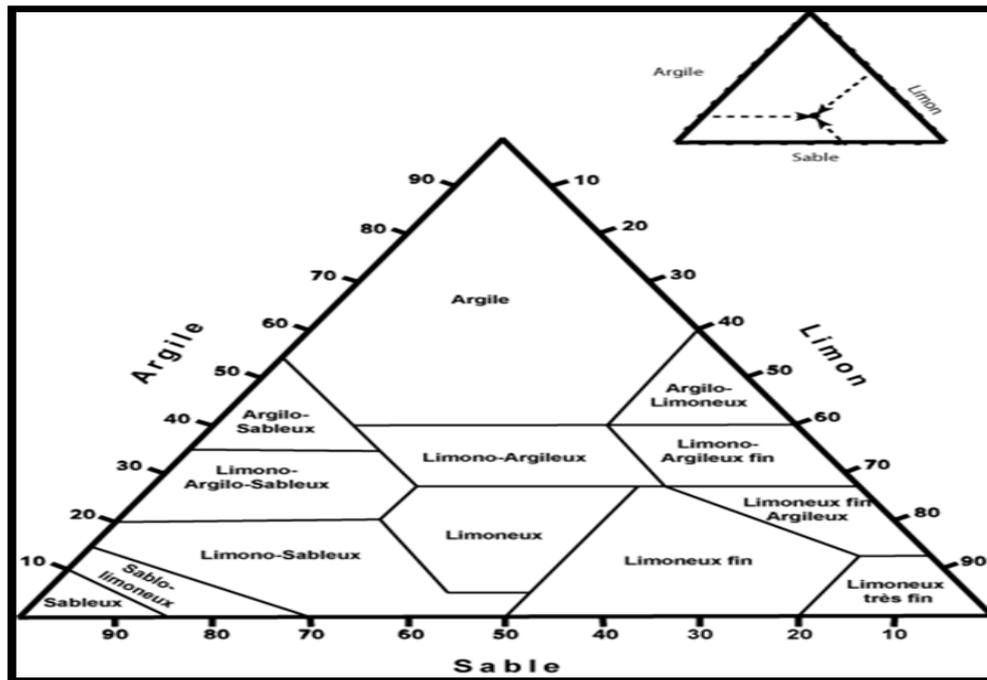
**Annexe 05:** Classes de la qualité des sols selon leur CE (**Ramade 2008**)

<b>Classe</b>	<b>CE (µs/cm) à 25°C</b>	<b>Qualité des sols</b>	<b>Effet sur le rendement</b>
<b>Classe I</b>	0 à500	Non salé	Négligeable
<b>Classe II</b>	500 à1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des  Cultures très sensibles au sel
<b>Classe III</b>	1000 à2000	salé	Diminution du rendement de la plupart des cultures
<b>Classe IV</b>	2000 à4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement  Satisfaisant
<b>Classe V</b>	Plus de 4000	Excrément sale	Seules quelques cultures satisfaisants

Annexe 06 : norme Joret-Hébert de phosphore

Phosphore en ppm	Niveau
<100	Très faible
100à140	Faible
140à180	Médiocre
180à220	Normal
>220	Elevé

Annexe 06 : Triangle de texture (Doucet, 2006).



## Résumé

Notre étude a été réalisée pour objectif de connaître la qualité physicochimique des terres agricoles irriguées par les eaux du barrage.

Au total 30 échantillons du sol ont été prélevés à 30 cm. Sur chacun des prélèvements des analyses physico-chimiques y sont effectuées et déduites : l'humidité, le taux de calcaire total et actif, le pH, la conductivité électrique, la matière organique, la texture du sol, les sels et phosphore.

Les analyses montrent que les sols de cette région sont limono-sableux, alcalins, salés et dotés d'une très bonne capacité de rétention en eau, la conductivité électrique est élevée. Le sol est très riche en matière organique (de 2 à 6%), il est fortement calcaire et peu de phosphore.

Le constat établi est que la pratique de l'irrigation se fait de façon anarchique sans aucune étude préalable d'évaluation de la qualité des eaux, les agriculteurs irriguent plusieurs types de cultures sans le moindre contrôle.

**Mots clés :** Eaux, sol, irrigation, paramètres physico-chimiques, barrage Dahmouni

قمنا بدراستنا بهدف معرفة الجودة الفيزيائية والكيميائية للأراضي الزراعية المروية بمياه السد تم أخذ مجموع 30 عينة من التربة مأخوذة بعمق 30 سم لكل منها و تم فحص و استنتاج تحاليل الفيزيائية و الكيميائية الرطوبة محتوى الجير الكلي والنشاط الناقلية الكهربائية و المواد العضوية نسيج التربة الاملاح و الفسفور.

الحقيقة الراسخة انا ممارسة الري تتم بطريقة عشوائية دون دراسة اولية لتقييم جودة المياه ويسقي المزارعون عدة انواع من المحاصيل دون ادنى رقابة.

**الكلمات المفتاحية:** المياه، التربة، الري، التحاليل، الفيزيائية والكيميائية، سد الدحموني

---