

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Centre Universitaire El Wancharissi de Tissemsilt**  
**Institut des Sciences et Technologies**  
**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Spécialité:** Ecologie et Environnement

**Option:** Protection des Ecosystèmes

### **Thème**

**Impact de l'utilisation non raisonné des engrais minéraux azotés sur la pollution de l'environnement (sol et eau)**

**Présenté par:**

- Melle. AISSAOUI Khadidja
- Mr. CHOUAF Houssam

**Devant le jury:**

- |                       |       |                |           |
|-----------------------|-------|----------------|-----------|
| - Mme. BOUKIRAT Dyhia | M.A.B | C.U.Tissemsilt | Président |
| - Mme. NAIMI Souhila  | M.A.A | C.U.Tissemsilt | Encadreur |
| - Mr. MELIANI Kaddour | M.A.A | C.U.Tissemsilt | Examineur |

**Année universitaire: 2019- 2020**

## Remerciements

Nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné assez de force et de courage pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à :

Notre promotrice **Mme SOUHILA NAIMI** pour nous avoir encadrés, son orientation, ses conseils et la disponibilité qu'elle nous a témoignés pour nous permettre de mener à bien ce travail.

Nous remercions également **Mme BOUKIRAT Dyhia** pour son soutien et le partage du savoir et des informations, mais aussi pour son aide, ses conseils et ses recommandations. Merci d'avoir pris le temps de corriger ce travail.

Nous remercions **Mr. MELIANI Kaddour** pour avoir accepté d'examiner et juger ce travail, pour tout ce qu'il a pu nous apprendre, sans son honorable présence il nous aurait été difficile de mener à bien ce travail; qu'il trouve ici l'expression de notre grande reconnaissance.

Nous remercions aussi **Mr. MEKID Tahar**, ingénieur du laboratoire Ressources Naturelles de ADE pour son aide et sa gentillesse.

Nous remercions aussi **Mr. GUENDOUZ Marwan**, ingénieur au laboratoire de l'INSID ksar chellala.

Et à toute personne qui nous a aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à :*

*Ma chère mère*

*Mon père*

*Mon frère et ma sœur*

*Toute ma famille*

*A ma chère amie ma binôme (AISSAOUI Khadidja)*

*Tous mes amis sans exception sur tout mon ami FOUJIL Ismail*

*Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation*

*Tous mes amis de l'Ecologie*

*Houssein*

## *Dédicace*

**Je dédie ce modeste travail :**

**A mes très chers parents à qui je dois tout,**

**Je les Remercier pour leurs encouragements, aides et sacrifices Qu'ils ont  
fait pour moi que Dieu les protège**

**A mes chères et adorables sœurs ; Amina, Souad, Louiza et mes frères ;  
Anwar, Samir, Mohamed et Miloud**

**A mon binôme CHOUAF Housseem et sa famille**

**A mon cousin; Mr. SBAA Cherif**

**A tous ceux qui m'aiment et qui sont les plus chères pour moi.**

**A tous les collègues de la promotion de l'Ecologie.**

**AISSAOUI Khadidja**

# Sommaire

**Remerciements**

**Dédicace**

**Sommaire**

**Liste des abréviations**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Introduction** ..... 1

## **I - Partie bibliographique**

### **Chapitre I : L'azote dans le sol**

1.1. Importance de l'azote..... 3

1.2. Les sources d'azote :..... 3

1.2.1. Les amendements organiques..... 4

1.2.2. L'azote endogène du sol..... 4

1.2.3. Les engrais minéraux ..... 4

1.3. Les formes d'azote dans le sol ..... 4

1.3.1. L'azote total..... 5

1.3.2. L'azote minéral ..... 5

1.3.2. L'azote organique ..... 6

1.4. Formes d'azote absorbées par les plantes ..... 6

1.5. Cycle de l'azote..... 6

1.5.1. Fixation biologique ..... 7

1.5.2. La minéralisation..... 7

1.5.3. La nitrification..... 7

1.5.4. La dénitrification ..... 7

1.5.5. La lixiviation ..... 7

1.5.6. La volatilisation..... 8

1.5.7. L'organisation .....	8
1.6.Évaluation de l'azote du sol.....	8
1.7. Impacts environnementaux .....	8

## **Chapitre II : La fertilisation agricole**

2.1. Généralités.....	10
2.2. La fertilisation minérale .....	10
2.2.1. Engrais azotés.....	11
2.2.2. Engrais potassiques .....	12
2.2.3. Engrais phosphatés.....	12
2.3. La fertilisation organique .....	12
2.3.1. Le compost .....	12
2.3.2. L'Engrais vert.....	13
2.3.3. Le vermicompostage (lombricompostage).....	13
2.3.4. Le fumier .....	13
2.4. Les engrais biologiques.....	14
2.5. Les différents engrais azotés .....	14
2.5.1. L'Urée .....	14
2.5.2. Engrais à libération lente.....	15
2.5.3. Solutions azotées .....	15
2.5.4. Nitrate d'ammonium (33.5-0-0).....	15
2.5.5. Nitrate d'ammonium calcique (27-0-0).....	15
2.6. Effets des engrais sur l'environnement .....	15
2.7. Effets des engrais minéraux sur le sol .....	16
2.7.1. Effet sur le pH et la salinité.....	16
2.7.2. Effet de la fertilisation minérale sur la teneur du sol en nitrates à la récolte .....	17
2.7.3. Effet de la fertilisation azotée minérale sur l'émission de protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O)....	17
2.8. L'influence des nitrates sur la pollution de l'environnement.....	18
2.8.1. Eutrophisation .....	18

2.8.2. Marées vertes.....	19
2.9. Production et consommation des engrais dans le monde.....	19
2.10. Utilisation des engrais en Algérie .....	20
2.10.1. La fertilisation des terres :.....	20
2.10.2. La production des engrais en Algérie.....	21

### **Chapitre III : La pollution de l'environnement**

3.1. Définition de la pollution .....	23
3.2. Les sources de la pollution.....	23
3.3. Principaux polluant de l'eau.....	23
3.3.1. La Pollution physique.....	23
3.3.2. La pollution chimique : .....	24
3.3.3. La pollution biologique .....	24
3.4. Pollution des sols.....	25
3.4.1. Définitions.....	25
3.4.2. Formes de pollution.....	25
3.4.3. Micropolluants des sols.....	26
3.4.3.1. Micropolluants inorganiques.....	26
3.4.3.2. Micropolluants organiques.....	26
3.5. Devenir des micropolluants organiques dans le sol .....	27

## **II-Partie expérimentale**

### **Chapitre I : Présentation de la wilaya**

1. Présentation de la wilaya de TISSEMSILT .....	28
1.1. Situation Géographique.....	28
1.2. Le climat.....	29
1.3. Forêts et boisement dans la wilaya.....	31
1.4. Le relief: .....	31
1.5. L'agriculture.....	31
2. Choix de la zone d'étude.....	32

## **Chapitre II : Matériels et méthodes**

2.1. Prélèvement et méthodes d'analyse des eaux .....	34
2.1.1. Détermination de la température .....	35
2.1.2. La mesure du pH .....	35
2.1.3. La conductivité électrique .....	35
2.1.4 .Turbidité.....	35
2.1.5. Détermination de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	35
2.1.6. Détermination des nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) et des nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	36
2.2. Les analyses physico-chimiques du sol.....	36
2.2.1. Objectif.....	36
2.2.2. Prélèvement des échantillons .....	36
2.2.3. Analyse granulométrique du sol (Texture de sols).....	38
2.2.4. La conductivité électrique .....	38
2.2.5. La détermination du pH.....	38
2.2.6. Détermination de la matière organique .....	39
2.2.7. Détermination du calcaire total .....	40

## **Chapitre III : Résultats et discussions**

3.1. Analyse de l'eau: .....	43
3.1.1. Résultats des analyses de l'eau: .....	43
3.1.2. Interprétation des résultats .....	43
3.1. 2.1. La température (C°).....	44
3.1.2.2. Le pH.....	45
3.1.2.3. La conductivité électrique .....	45
3.1.2.4. La turbidité .....	46
3.1.2.5. Les nitrates .....	46
3.1.2.6. Les nitrites .....	47
3.1.2.7. Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	47
3.2. Analyse du sol .....	47



3.2.1. Résultats des analyses du sol.....	47
3.2.2. Interprétations des résultats .....	48
<b>Conclusion générale</b> .....	52
<b>Références bibliographiques</b> .....	54
<b>Glossaire:</b> .....	59
<b>Annexes</b> .....	62
<b>Résumé</b>	
المخلص	
<b>Abstract</b>	

## Liste des abréviations

<b>N :</b>	l'azote
<b>P :</b>	le phosphore
<b>K :</b>	le potassium
<b>% :</b>	le pourcentage
<b>FAO :</b>	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>CE :</b>	Conductivité électrique
<b>ADE :</b>	Algérienne des eaux
<b>INSID :</b>	Institut national des sols, irrigation et drainage
<b>DSA :</b>	Direction des services agricoles
<b>MES :</b>	Matières en suspension
<b>NO<sub>2</sub> :</b>	Nitrite
<b>NO<sub>3</sub> :</b>	Nitrate
<b>NH<sub>4</sub> :</b>	Ammonium
<b>pH :</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>TDS :</b>	Taux des sels dissous
<b>PCB :</b>	Polychlorobiphényles
<b>HAP :</b>	Les hydrocarbures aromatiques polycycliques
<b>COV :</b>	Le composé organique volatil
<b>O<sub>3</sub> :</b>	l'Ozone
<b>μS/cm :</b>	micro siemens par centimètre
<b>UTN</b>	unité de turbidité néphélométrique
<b>MAP</b>	Le phosphate mono-ammoniac

## Liste des tableaux

Tableau 01: Types et caractéristiques des engrais minéraux.....	11
Tableau 2: Effets des engrais sur la salinité et sur le pH du sol .....	17
Tableau 03: Les principaux pays consommateurs d'engrais dans le monde.....	20
Tableau 04 : Présentation des parcelles échantillonnées .....	37
Tableau 05: Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau.....	43
Tableau06 : Les normes de quelques paramètres physico-chimique d'analyse d'eau .....	43
Tableau 07 : Les normes de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson.....	44
Tableau 08 : Résultats de la granulométrie des échantillons des sols. ....	47
Tableau 09 : Résultat d'analyse physico-chimique des échantillons des sols.....	48
Tableau 10 : la matière organique dans les sols .....	49
Tableau 11 : Classification du sol en fonction de pH.....	49
Tableau 12 : Classification des sols d'après leurs teneurs en calcaire .....	49
Tableau 13 : Echelle de salinité du sol .....	50

## Liste des figures

Figure 01: Le cycle de l'azote : voies d'introduction, de transformation et de pertes en Agriculture Biologique .....	06
Figure 02: Eutrophisation d'un lac.....	19
Figure 03 : Production des engrais en Algérie . .....	22
Figure 04: Localisation des daïras dans la wilaya de Tissemsilt.....	28
Figure 05: Température mensuelles de Tissemsilt .....	29
Figure 06: Précipitations mensuelles de la wilaya de Tissemsilt .....	30
Figure 07: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt.....	30
Figure 08: image satellite des points de prélèvement du sol et de l'eau .....	32
Figure 09: la vallée d'AMMARI (source d'eau). .....	33
Figure 10: Protocole expérimentale des analyses des eaux.....	34
Figure 11: protocole expérimentale des étapes d'analyse du sol.....	37
Figure 12: Pipette de ROBINSON .....	38
Figure 13: Calcimètre de BERNARD .....	41
Figure 14: Histogramme de variation de température .....	44
Figure 15: Histogramme de variation de conductivité électrique.....	45
Figure 16: Histogramme de variation de turbidité.....	46

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction

L'environnement de l'homme est très important, sa protection relève donc de l'intérêt de tous. C'est après les catastrophes que l'on prend conscience des dégâts infligés par l'homme à l'environnement. **(Bouffard, 2000)**.

Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé.

La pollution est une dégradation de la qualité de l'eau, son analyse chimique révèle la présence de certains éléments en solution ou en suspension. Ce sont la qualité et la quantité de ces éléments qui, d'une part définissent une eau, et d'autre part précisent et limitent son emploi **(Kassim ,2004)**.

Ainsi, Une utilisation rationnelle des engrais azotés est nécessaire pour préserver les eaux contre la pollution par les nitrates. La lutte contre ce type de pollution impose le respect des bonnes pratiques agricoles.

Toutefois, cela dépend dans une grande mesure de la perception que les agriculteurs ont de leurs propres pratiques et de leurs impacts sur l'environnement. Ainsi, la prise de conscience constitue une étape indispensable dans le changement du comportement des agriculteurs par rapport aux respects des bonnes pratiques agricoles. **(Salhi et al, 2009)**.

Le sol est également un écosystème à part entière réunissant une quantité et une variété immense d'organismes vivants ; Ces derniers remplissent des fonctions écologiques essentielles. Le sol est caractérisé par différents facteurs microbiologiques, physiques, chimiques et mécaniques, il est donc le support d'une activité biologique intense. Il en résulte que le sol est une ressource essentielle pour les sociétés humaines et les écosystèmes : une ressource économique pour la production alimentaire en étant à la base de 90% de l'alimentation humaine et animale, et comme un support de toute activité humaine. Le sol subit des pressions de plus en plus importantes (production agricole, développement urbain et industriel, problèmes environnementaux naturels...). En effet, l'activité humaine produit de nombreux polluants de nature différente, qui résultent par conséquent plusieurs types de pollutions : physiques, chimiques, biologiques. **(Bliefert et Perraud, 1997)**

La pollution du sol a comme origines principales : les activités agricoles via les engrais, les pesticides, les pratiques agricoles et la pollution atmosphérique. En fait, les polluants

## Introduction

---

atmosphériques ne séjournent pas indéfiniment dans l'air. Les précipitations et les mécanismes de dépôt sec des particules les ramènent à la surface du sol. **(Eijsackers, 1983 in Douafer et Soltani ,2009).**

Un sol est considéré pollué lorsque la dégradation de sa qualité par l'apport anthropique d'élément toxique peut porter atteinte à la santé humaine ou/et à l'environnement.

La présence d'un polluant dans le sol n'est pas en soi un danger. Le risque apparaît dès que ce polluant peut être mobilisé et agit sur l'environnement (faune, flore) ou sur l'homme. **(Dubey et Dwividi, 1988 in Douafer et Soltani ,2009).**

La wilaya de Tissemsilt est une région à vocation agricole par excellence. Elle recèle d'importantes potentialités de terres, la surface agricole utile (SAU), est de l'ordre de 145 456 ha (DSA ,2018) dont 45.000 hectares sont en jachère inexploitées depuis plusieurs années (DSA, 2019). L'extension des surfaces cultivées est inévitable pour développer la production agricole. Mais il faudrait en même temps faire le point sur les pratiques agricoles actuelles surtout sur les grandes cultures afin de s'assurer qu'elles ne nuisent pas à l'environnement. C'est dans ce contexte que nous avons essayé de contribuer par notre étude , pour montrer l'importance de faire des analyses de sol et de l'eau dans le cadre du contrôle de la fertilisation et ses conséquences sur le sol et l'eau (souterraine et de subsurface) .

Dans ce mémoire nous avons adopté le plan suivant :

- Une introduction générale.
- Une première partie qui traite de l'étude bibliographique, avec trois sous chapitres.
- Le deuxième partie qui est la partie expérimentale et comporte 3 sous chapitres :

Chapitre 1: qui fait la présentation de la wilaya et de la zone d'étude,

Chapitre 2: qui expose la méthodologie du travail et les méthodes d'analyse,

Chapitre 3: qui aborde les résultats des analyses et leurs interprétations

- Une conclusion générale.

# **I - Partie bibliographique**



# **Chapitre I :**

## **L'azote dans le sol**

L'azote, nutriment très important, est un constituant d'importance primordiale dans la synthèse de la biomasse de la faune, et comme le phosphore, le potassium et à un degré moindre le soufre, cet élément chimique exerce une grande influence sur les niveaux de rendement des espèces cultivés (**Duthil, 1973**).

### **1.1. Importance de l'azote**

L'azote est essentiel à la croissance des plantes et du rendement des cultures. Il favorise la croissance végétative, accentue la coloration verte liée à l'abondance de la chlorophylle, augmente la densité foliaire des couverts végétaux. Il tend à prolonger la durée du fonctionnement des organes verts, à retarder la sénescence et la maturation ; il contribue souvent à un affaiblissement des résistances mécaniques de la plante (verse des céréales) et à leur conférer une plus grande sensibilité à certaines maladies cryptogamiques. (**Motrot-gaudry, 1997**).

D'après **Ghouar (2006)**, une plante qui est approvisionnée suffisamment en azote se développe rapidement et donne beaucoup de feuilles et de tiges. Par contre, **Simon et al (1989)**, notent qu'il y a des répercussions sur la plante lorsque l'azote se trouve en excès:

- Par l'augmentation de la sensibilité à la sécheresse dans les situations à faibles disponibilités en eau, dans le sens où la production de la biomasse consécutive à l'azote absorbé, se traduit par une plus grande consommation d'eau.
- Peut entraîner un retard de maturité : la période végétative va être allongée au détriment de la phase reproductrice.
- Favoriser le développement des maladies cryptogamiques.

### **1.2. Les sources d'azote :**

D'après **Grégorich, 2003 in Meridja (2008)**, les écosystèmes terrestres comportent trois principaux réservoirs d'azote représentés par le sol, les plantes et l'atmosphère. La plus grande partie de l'azote de la biosphère (79%) se trouve dans l'atmosphère. La colonne d'air située au-dessus d'un hectare de terrain contient quelque 76 millions de kg d'azote, soit environ un million de fois la quantité utilisée chaque année par les plantes qui croissent sur cette surface.

Cependant, pratiquement tout cet azote se trouve sous forme de N<sub>2</sub>, un gaz inerte qui n'est pas directement assimilable par les plantes. Ainsi, l'air avec ses 79% d'azote constitue le principal volant du cycle de l'azote. En effet, les orages favorisent la transformation de l'azote

atmosphérique c'est à dire l'azote moléculaire N<sub>2</sub> en azote assimilable par seulement l'action de certains micro-organismes du sol dont certains genres bactériens et quelque algues (**Calleja, 1971 in Meridja, 2008**).

### **1.2.1. Les amendements organiques**

Les résidus de récoltes, les composts, sont des sources de matières organiques de qualité différentes, chaque type d'amendements organiques influe selon sa nature sur la fourniture de l'azote et sur les propriétés physicochimiques et biologiques du sol (**Bado, 2002**).

Les résidus organiques laissés sur le sol après les récoltes constituent une litière temporaire. Dans les systèmes de culture traditionnelle, des résidus de récolte sont consommés par les animaux pendant la saison sèche (**Powel et Saleen, 1987 in Mihoub, 2008**).

Les amendements organiques incorporés aux sols sous forme de fumier ou de compost viennent également enrichir la fraction légère et constituent une source d'azote et d'humus (**Stevenson, 1984**).

### **1.2.2. L'azote endogène du sol**

La première source d'azote utilisée par les plantes est représentée par l'azote Du sol. En absence de tout apport d'engrais, les plantes non fixatrices utilisent l'azote du sol durant leur cycle biologique. Même, les plantes Fixatrices d'azote atmosphérique utilisent d'abord l'azote de la semence et du sol durant la première phase de la croissance ; l'azote du sol est essentiellement sous forme organique et c'est par un processus microbien de minéralisation que cette forme relativement complexe de l'azote du sol libère l'azote utilisable (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) par les plantes (**Bado, 2002**).

### **1.2.3. Les engrais minéraux**

L'azote du sol et des amendements organiques ne suffit pas pour l'obtention des rendements optimaux, c'est pourquoi les engrais minéraux azotés sont utilisés comme complément d'azote pour augmenter les rendements et intensifier la production végétale (**Bado, 2002**).

## **1.3. Les formes d'azote dans le sol**

Selon **Villain (1989)**, l'azote est présent dans le sol sous trois formes : élémentaire, organique et minérale et dans les trois phases : gazeux, liquide et solide.

**1.3.1. L'azote total**

C'est l'ensemble de toutes les formes d'azote minéral et organique présentent dans un échantillon du sol, excepté l'azote gazeux (essentiellement représenté par le N<sub>2</sub> de l'air). L'azote total représente un pourcentage variant dans de larges limites.

La teneur des sols cultivés (horizon de surface) en azote total est comprise entre 0.1% et 0.5%.

L'azote total permet d'établir le classement suivant : ( **Calvet et Villemin, 1986**)

- 1- Sol très pauvre avec  $N < 0,05$  %
- 2- Sol pauvre avec  $0,05\% > N > 0,1\%$ .
- 3- Sol moyen avec  $0,1\% > N > 0,15\%$ .
- 4- Sol riche avec  $0,15\% > N > 0,25\%$ .
- 5- Sol très riche avec  $N > 0,25\%$ .

**1.3.2. L'azote minéral**

C'est la forme d'azote assimilable par la plante qui se présente sous forme d'ion ammoniacque NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ; Nitreux NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (peu nombreux) et nitrique (NO<sub>3</sub>). Cet azote minéral dans le sol ne dépasse pas 5% de l'azote total (**Dommergues et Mangenot, 1970**). Les ions ammonium se trouvent soit adsorbés sur le complexe adsorbant sous forme échangeable ou rétrogradée à l'intérieur des feuillets d'argile, soit libres en faibles quantités dans la solution du sol (**Villain, 1989**).

L'autre forme de l'azote minéral est la forme nitrique (NO<sub>2</sub>) et nitrate (NO<sub>3</sub>), c'est la plus soluble, elle n'existe dans le sol que a l'état transitoire ; elle est absorbée par les plantes, ou éliminée par drainage (lixiviation par l'eau). Ses mouvements dans le sol sont étroitement liés à la dynamique de l'eau et interviennent dans les techniques de fertilisation. L'importance de la forme minérale d'azote réside dans le fait qu'elle soit la plus exportée par les végétaux, néanmoins, environ 30% d'azote minéral apporté à la flore sont transformés en azote organique par le micro-organisme essentiellement sous forme d'amino-sucres, d'autres parties sont perdues par lixiviation et surtout par volatilisation (**Herbert 1979 in Bonneau et Souchier, 1979**).

### 1.3.2. L'azote organique

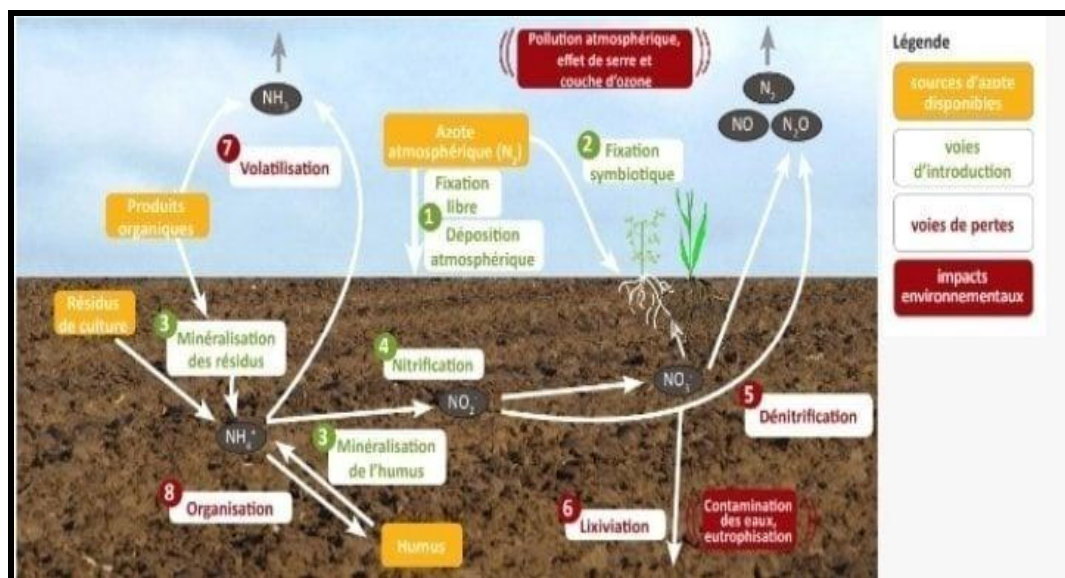
L'azote organique constitue 85 à 95 % de l'azote total du sol. Cette fraction peut être composée jusqu'au 50% d'acides aminés et d'une proportion réduite de sucres aminés. Le reste est constitué par des formes difficilement identifiables ou des composants de la partie des hétérocycles des molécules humiques qui sont stables et de dégradation lente. Les réserves minéralisables à court terme sont issues de la matière Organique fraîche, les fractions les plus labiles de la matière organique humifiée, de la biomasse morte et des chaînes peptidiques (Campbell, 1978 in Mihoub, 2008).

### 1.4. Formes d'azote absorbées par les plantes

Selon Soltner (2003), dans les sols agricoles, l'azote se situe à une proportion de 95 % sous forme organique. L'azote sous forme minérale, forme essentiellement assimilable par les végétaux, ne représente que 100 à 200 Kg par hectare dans les régions tempérées. Les plantes absorbent les formes ioniques solubles dans la solution du sol seulement qui se trouvent sous formes :

1. Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) constituant la forme préférentielle d'absorption de l'azote par les cultures.
2. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ): une grande partie de l'ammonium dans le sol est convertie en nitrate par les microorganismes du sol et d'autres parties sont absorbées directement par les racines.

### 1.5. Cycle de l'azote



**Figure 01** : Le cycle de l'azote : voies d'introduction, de transformation et de pertes en Agriculture Biologique (COMIFER, 2013).

**1.5.1. Fixation biologique**

\* La fixation libre et la déposition atmosphérique Ces processus permettent de capter une partie de l'azote de l'air :

- par les bactéries du sol qui le fixent et permettent ainsi son incorporation dans des composés organiques - par les pluies et les particules se déposant au sol.

\* La fixation symbiotique

Il s'agit de la fixation du diazote de l'air ( $N_2$ ) par les légumineuses.

**1.5.2. La minéralisation**

La minéralisation La minéralisation transforme l'azote organique (apporté par les fertilisants, les résidus de cultures ou issu de l'humus du sol) en ammonium ( $NH_4^+$ ) sous l'effet de l'activité microbienne. Cependant, l'ammonium est moins facilement assimilable par la plante que le nitrate ( $NO_3^-$ ) car il se fixe sur les minéraux du sol alors que le nitrate est très mobile dans l'eau. Le nitrate va être produit par la nitrification.

**1.5.3. La nitrification**

La nitrification de l'ammonium par les bactéries du sol. En l'absence d'oxygène (compactage du sol ou eau stagnante), des phénomènes de dénitrification.

**1.5.4. La dénitrification**

La dénitrification a lieu, produisant du protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), du monoxyde d'azote ( $NO$ ) ou du diazote ( $N_2$ ) à partir de l'ammonium. Un tiers de la minéralisation de l'azote du sol se produit à l'automne lorsque le sol est peu couvert. Cela entraîne un risque de perte d'azote important sur cette période.

**1.5.5. La lixiviation**

La lixiviation L'eau du sol peut entraîner le nitrate en profondeur, surtout en hiver lorsque la pluviométrie est importante.

**1.5.6. La volatilisation**

La volatilisation Des pertes par voie gazeuse ( $\text{NH}_3$ ) peuvent avoir lieu lors de l'application. Cela concerne en moyenne 20 % de l'azote ammoniacal des fumiers et des lisiers. Ce processus est favorisé par un pH du sol élevé et par un climat chaud.

**1.5.7. L'organisation**

L'organisation Il s'agit de l'absorption de l'ammonium par les bactéries du sol. L'azote fixé sera reminéralisé sur des temps plus ou moins longs. (Marie, 1992).

**1.6.Évaluation de l'azote du sol**

Les procédures utilisées en laboratoire pour quantifier l'azote du sol peuvent être groupées en trois catégories :

a. Les procédures qui déterminent l'azote total : La plus commune est la méthode Kjeldahl. L'inconvénient de ces méthodes est qu'en termes de dynamique, elles ne donnent pas d'information sur la disponibilité de l'azote.

b. Les méthodes d'incubation : bien qu'il n'y ait pas encore une technique universellement acceptée, plusieurs auteurs s'accordent sur l'intérêt de ces méthodes pour fournir un indicateur de la capacité du sol à fournir de l'azote.

c. La quantification de l'azote inorganique : extraction avec solution de KCl ou  $\text{CuSO}_4$ , méthode traditionnellement utilisée, elle nécessite pour une bonne interprétation d'être accompagnée d'informations relatives à la date de prélèvement de l'échantillon (stade de la culture, conditions météorologiques), à la conservation des échantillons, etc. (Mathieu et Pieltain, 2003).

**1.7. Impacts environnementaux**

Les fuites d'azote vers l'environnement peuvent avoir des conséquences importantes sur les milieux.

1-L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) joue un rôle dans l'eutrophisation et l'acidification des milieux et dans la formation de particules atmosphériques responsables de la pollution de l'air. 95 % des émissions d'ammoniac seraient d'origine agricole.

2-Le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) est un puissant gaz à effet de serre. 80 % de ces émissions seraient dues à l'agriculture.

3-Le monoxyde d'azote (NO) participe à la pollution de l'air.

4-Le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) contribue à l'eutrophisation des eaux et à l'émission de N<sub>2</sub>O.

D'après **Soltner, (2003)** : L'excès d'azote peut avoir les effets suivants sur les cultures:

1. Retarder la phase maturité.
2. Entraîner des problèmes de verse des céréales.

Les symptômes de carence des plantes en azote peuvent être :

1. Rabougrissement de la plante entraînant un retard de croissance,
2. Diminution du nombre des talles.
3. Coloration verte pâle des feuilles due à la perturbation de la synthèse chlorophyllienne, jaunissement prématuré.
5. Baisse de rendement



# **Chapitre II :**

## **La fertilisation agricole**

**2.1. Généralités**

La fertilisation est le processus consistant à apporter à un milieu de culture tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires au développement de la plante. Ces éléments peuvent être de deux types, les engrais et les amendements. La fertilisation est pratiquée soit en agriculture, en jardinage et également en sylviculture.

Les engrais sont toute matière fertilisante organique ou minérale incorporée au sol pour en accroître ou en maintenir la fertilité, apportant notamment aux végétaux les éléments qui leur sont directement utiles (**Anonyme, 2003**).

D'après **Anonyme (2003)**, les engrais permettent :

- d' Améliorer la qualité des cultures vivrières et celle des cultures de rente.
- Améliorer la fertilité des sols.
- Augmenter la production.
- Apporter aux plantes cultivées les éléments nutritifs dont elles ont besoin.

**2.2. La fertilisation minérale**

L'agriculture Algérienne s'oriente vers l'intensification de la production agricole. Parmi les facteurs de cette dernière, l'utilisation propice des engrais minéraux qui occupe une place cruciale (**Halilat, 1993 in Soufia, 2018**).

La fertilisation consiste à apporter des éléments minéraux, afin de satisfaire les besoins de la culture et qui doit être raisonnée (**Prevost, 1999 in Soufia, 2018**).

Les engrais minéraux sont des matériaux, naturels ou manufacturés, qui contiennent des éléments fertilisants essentiels pour la croissance et le développement optimaux des plantes. Ils sont principalement composés des éléments dont la plante a le plus besoin, c'est-à-dire l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) (**FAO, 1987**).

Il existe donc des engrais azotés, des engrais phosphatés et des engrais potassiques. Dans une moindre mesure, il y a aussi des engrais soufrés, des fertilisants calciques et magnésiens et des engrais destinés à combler les carences en oligo-éléments (**FAO, 1987**).

Tableau 01: Types et caractéristiques des engrais minéraux (Lhoussaine, 2000)

Engrais	Formule Chimique	Teneur en%				
		N	P205	K20	CaO	S
Engrais simples						
Ammonitrate	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	33,5				
Sulfate d'ammonium	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21				24
Urée	CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46				
Superphosphate simple (SSP)	Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O		18		18-21	12
Superphosphate triple (TSP)	Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 2. H <sub>2</sub> O		45		3-14	1
Sulfate de potasse	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			48-50		17
Chlorure de potasse	KCl			60		
Engrais composés						
Mono-Ammonium	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	11	55		2	1-3
Phosphate						
Di-Ammonium phosphate (DAP)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	18	46			
Ammonium Sulfo- Phosphate (ASP)	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	19	38			3-14
Nitrate de potassium	KNO <sub>3</sub>	13		44	0,5	0,2
Nitrate de calcium	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16			34	
14-28-14C		14	28	14		
13-26-13 S		13	26	13		

### 2.2.1. Engrais azotés

Les engrais azotés proviennent de la synthèse de l'ammoniac à partir de l'azote de l'air et d'hydrogène. Cette réaction chimique consomme beaucoup d'énergie. C'est pourquoi les usines de synthèse de l'ammoniac sont situées dans les régions où l'énergie est disponible à un prix favorable. Il est parfois possible d'utiliser les gaz provenant de gisement de pétrole au lieu de les brûler dans des torchères. Le prix de l'unité d'azote sous forme d'engrais varie comme le prix de l'énergie. L'ammoniac gazeux peut être utilisé comme engrais mais il doit être conservé dans des

cuves réfrigérées et sous pression et être injecté directement dans le sol. Pour fabriquer des engrais plus faciles à utiliser (**Stevenson, 1984**).

### **2.2.2. Engrais potassiques**

Selon **Hervé (2013)**, la potasse est un élément particulièrement favorable à la coloration et à la qualité des fruits. Elle augmente la résistance des plantes aux maladies et au froid. Les engrais potassiques sont très solubles dans l'eau et se fixent bien dans le sol, sauf dans les sols très sableux.

### **2.2.3. Engrais phosphatés**

Les engrais phosphatés sont fabriqués à partir des roches phosphatées qui sont extraites de la terre. Le phosphore présent dans ces roches n'est pas disponible pour les plantes surtout dans les sols basiques. Pour rendre le phosphore soluble, ces roches sont attaquées avec l'acide sulfurique pour produire de l'acide phosphorique.

Les processus de fabrication aboutissent au superphosphate simple ou triple qui est utilisé directement comme engrais phosphaté. Ils sont aussi utilisés en combinaison avec d'autres sources d'azote ou de potassium pour fabriquer des engrais composés (**Lhoussaine, 2000**).

## **2.3. La fertilisation organique**

Les matières organiques constituent une source importante d'éléments minéraux non seulement en éléments majeurs, mais aussi en oligo-éléments (**Soltner, 2003**)

Ces éléments sont utilisés par les plantes pour satisfaire leurs besoins au cours de leurs cycles de développement. Ainsi, ils favorisent une bonne croissance des plantes et une forte résistance aux maladies (**Moughli, 2000 in Soufia, 2018**).

### **2.3.1. Le compost**

Le compost est une matière brunâtre qui ressemble à du terreau, il provient de la décomposition contrôlée des matières organiques par des millions d'organismes vivants, depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux vers de terre (**Smeesters, 1993 in soufia, 2018**).

Une source importante de matière organique produite par la dégradation ou la décomposition de la matière organique fraîche par les micro-organismes (**Petit et Jobin, 2005 in soufia, 2018**). D'insectes et de vers de terre dans des conditions bien définies.

**2.3.2. L'Engrais vert**

C'est une culture à croissance rapide enfouie sur place et destinée avant tout à améliorer le sol. Ce type d'engrais a un effet important sur la protection du sol, on le considère comme une source de matières organiques jeunes; source d'éléments nutritifs pour les plantes essentiellement en azote (**Soltner, 2003**).

Les plantes utilisées comme engrais verts devraient (**Warman, 1981 in Chafi, 2010**):

- être cultivées à coût minime.
- être facilement établies.
- produire rapidement des pousses
- établir rapidement une bonne couverture vivante.
- être capable de pousser sur des sols pauvres.

**\* Les avantages des engrais verts : (CPVQ, 1993 - la voie agricole, 2003 ; in Chafi, 2010):**

- protègent la surface du sol et améliorent la structure du sol.
- assimilent les éléments nutritifs du sol autrement lessivés qui seront disponibles pour la culture suivante.
- fournissent l'azote (cas des légumineuses).
- accroissent l'activité microbienne du sol.
- et l'action mécanique de leurs racines améliore l'aération du sol.

**2.3.3. Le vermicompostage (lombricompostage)**

Cette méthode est plus rapide que le compostage, c'est le passage du substrat par les intestins des vers de terre qui sont riches en microorganismes et en régulateurs de croissance. Ainsi, les vers de terre, par un type d'alchimie biologique, sont capables de transformer nos déchets en or (**Nagavallema et al ; in Barouche et Boularas, 2014**).

**2.3.4. Le fumier**

Le fumier est le mélange des déjections animales et de litière. Il est riche en éléments nutritifs et représente la base de la fertilisation en agrobiologie (**Petit et Jobien, 2005 in Barouche, et Boularas, 2014**).

Le fumier joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité du sol soit par l'apport des éléments nutritifs, soit par l'amélioration des propriétés physico-chimiques du sol.

#### **2.4. Les engrais biologiques**

L'agriculture biologique est un système d'administration de production écologique qui met en valeur la biodiversité.

Selon **Silguy (1997 in Barouche et Boularas, 2014)**, l'agriculture biologique assure la production d'aliment avec des méthodes de cultures respectueuses à l'environnement en excluant des pesticides et des engrais chimique de synthèse. Pour **Claude (1973)**, l'agriculture biologique est basée sur le maintien des lois de la vie qui consistent à nourrir non pas directement les plantes avec des engrais solubles mais les êtres vivants du sol qui élaborent et fournissent aux plantes tous les éléments dont elles ont besoin. Le meilleur exemple qui nous renvoie vers cette définition est la fixation symbiotique d'azote atmosphérique par les microorganismes du sol.

#### **2.5. Les différents engrais azotés**

##### **2.5.1. L'Urée**

Il est le principal fertilisant azoté utilisé dans le monde, plus de 53% de la production d'ammoniac est orientée vers l'urée. La capacité mondiale de production de l'urée est passée de 78 millions de tonnes en 1993 à 121 millions en 2010. La part des autres produits fabriqués à base d'ammoniac reste relativement faible (**Wood and Cowie, 2004 in Makhlouf, 2015**).

L'urée est fabriquée à partir de la synthèse de l'ammoniac et du CO<sub>2</sub>. Le CO<sub>2</sub> résultant de la synthèse d'ammoniac est réutilisé comme matière première (**EFMA, 2000 in Makhlouf, 2015**).

Il existe deux formes d'urée industrielle :

- Urée perlée, 1-4 mm.
- Urée granulée, 3-5mm.

L'urée perlée constitue la forme majoritaire produite. Cependant, les améliorations industrielles ont permis la fabrication de la forme granulée, de diamètre plus important, elle permet une meilleure utilisation par les agriculteurs (**MAAP, 2010 in Makhlouf, 2015**).

**2.5.2. Engrais à libération lente**

L'avantage de ces types d'engrais est de synchroniser la disponibilité de N avec le prélèvement par la plante pour ainsi favoriser l'efficacité de l'utilisation de l'azote. Une gamme de produits a été créée, sous forme de substances organiques de faible solubilité, minéraux peu solubles ou engrais enrobés (Shaviv et Mikkelsen, 1993).

**2.5.3. Solutions azotées**

Ces types d'engrais peuvent être obtenus à la suite de mélanges d'ammoniac, de nitrate d'ammonium, d'urée et d'eau et contiennent en moyenne entre 28 et 32 % de N. En général, ces engrais sont appliqués en post levée.

**2.5.4. Nitrate d'ammonium (33.5-0-0)**

Cet engrais contient 33,5 % d'azote, dont 50 % sous forme ammoniacale et 50 % sous forme nitrique. Il est appliqué en bandes ou à la volée.

Son action est très rapide puisqu'il contient les formes ammonium et nitrates absorbées par les plantes. Il est susceptible d'être perdu par lessivage ou par dénitrification, notamment en raison de sa forme nitrique. (Fertecon, 2007).

**2.5.5. Nitrate d'ammonium calcique (27-0-0)**

Il s'agit du nitrate d'ammonium granulé avec de la chaux. Il contient 27 % de N, 5 % de calcium et 2,5 % de magnésium selon le type de chaux utilisé dans sa fabrication. Il peut être appliqué à la volée, en bandes, en pré-semis ou post levée. Ayant les mêmes propriétés que le nitrate d'ammonium, il est alors susceptible d'être perdu par lessivage ou par dénitrification. (IFA, 2011).

**2.6. Effets des engrais sur l'environnement**

L'utilisation des engrais pour augmenter les rendements des cultures a été l'objet de préoccupations environnementales. Parmi les effets négatifs attribués aux engrais, nous pouvons citer:

- La pollution des rivières et les eaux côtières, ce qui peut entraîner l'eutrophisation et affecter la vie des poissons et autres vies aquatiques ;

- La pollution de l'atmosphère à travers la dénitrification et la volatilisation de l'ammoniac et contribuent ainsi au réchauffement global de la terre.

-La pollution du sol par des métaux lourds toxiques, tel que le Cadmium (présent dans les phosphates naturels)

-La pollution des eaux souterraines, ce qui affecte la potabilité de l'eau et augmente les dangers de santé (NO<sub>3</sub>).

Ces effets négatifs des engrais sont le résultat de leur mauvaise utilisation plutôt que de leurs propriétés intrinsèques. Actuellement, ces problèmes se posent surtout dans les pays industrialisés à forte utilisation des engrais.

Ils peuvent avoir aussi des effets négatifs indirects liés à :

- La pollution émise par l'industrie de production des engrais.

- L'utilisation d'énergie non renouvelable.

- L'épuisement des ressources minérales.

-La pollution provoquée par la mécanisation de l'agriculture intensive, et les épandages.

## **2.7. Effets des engrais minéraux sur le sol**

### **2.7.1. Effet sur le pH et la salinité**

La dissolution des engrais minéraux dans le sol a plusieurs effets sur les propriétés du sol, parmi lesquels la salinité et le pH du sol sont les plus apparents. Ces effets varient avec les engrais. Le tableau 02 ci-dessous donne l'indice global et partiel de la salinité de différents engrais.

**Le tableau 02** présente également l'effet d'une utilisation continue de différents engrais sur le pH du sol. L'effet acidifiant peut réduire la productivité des cultures dans les sols acides. Par contre, dans les sols calcaires, cette acidification peut contribuer à améliorer la disponibilité de certains éléments nutritifs tels que le phosphore, le fer, le manganèse et le zinc (**Lhoussaine, 2000**).



**Tableau 2:** Effets des engrais sur la salinité et sur le pH du sol (Lhoussaine, 2000)

Les engrais	Teneur % (A)	Indice globale de salinité (B)	Indice partiel de salinité(C= B/A)	Effet a long terme sur le ph du sol
Ammonitrate	33,5	104,7	2,99	Modérément acide
Sulfate d'ammoniaque	21%	69,0	3,235	Fortement acide
Urée	46%	75,4	1,618	Modérément acide
Super Phosphate Triple	45%	10,1	0,224	Pas d'effet
Super Phosphate Simple	18%	7,8	0,433	Pas d'effet
Chlorure de potasse	60%	116,3	1,936	Pas d'effet
Sulfate de potasse	48	46,1	0,853	Pas d'effet

### 2.7.2. Effet de la fertilisation minérale sur la teneur du sol en nitrates à la récolte

Des études effectuées au Québec au cours des années 1990 ont révélé que la quantité résiduelle sous forme de nitrates dans des sols cultivés en céréales se situe généralement entre 2 et 10 % de la dose appliquée. La quantité de nitrates résiduels dans le sol peut provenir aussi de la minéralisation de la matière organique du sol. D'autres études plus récentes ont clairement révélé que les nitrates résiduels varient avec la saison de croissance, le type d'engrais utilisé ainsi que la quantité de N appliquée (Bélanger et al, 2003).

### 2.7.3. Effet de la fertilisation azotée minérale sur l'émission de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)

La sur fertilisation minérale azotée entraîne des pertes de N sous forme de N<sub>2</sub>O, un puissant gaz à effet de serre. Les conditions climatiques (surtout la pluviométrie), le type de sol, la quantité et le type d'engrais utilisé constituent les principaux facteurs qui peuvent influencer ces pertes (Bremner et al, 1981).

## 2.8. L'influence des nitrates sur la pollution de l'environnement

Les fertilisants agricoles, le fumier, les rejets domestiques d'eaux usées et la décomposition d'organismes végétaux et animaux figurent parmi les sources les plus importantes de nitrates et nitrites. Compte tenu de leur très grande solubilité dans l'eau, les sels de nitrates et de nitrites peuvent migrer facilement dans le sol et se retrouvent dans les eaux souterraines servant de sources d'approvisionnement en eau potable (**Baker, 2000**).

Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) constituent le stade final de l'oxydation de l'azote présent dans la nature sous différentes formes. En agriculture, ils sont utilisés principalement pour fertiliser les cultures (engrais minéraux et organiques, déjections animales). Si les nitrates sont appliqués en trop grande quantité ou au mauvais moment, les excès non absorbés par les plantes sont lessivés par les pluies et rejoignent les eaux souterraines et les eaux superficielles et dans ce cas l'excès de nitrates peut être considéré comme dangereux pour la santé humaine. Les concentrations élevées en nitrates et nitrites dans l'eau constituent un problème de pollution (**Baker, 2000**).

### 2.8.1. Eutrophisation

Les nitrates sont considérés comme étant la deuxième cause d'eutrophisation des plans d'eau pouvant mener à un développement incontrôlé des plantes aquatiques et, par conséquent, à l'étouffement de l'écosystème aquatique (**figure 02**). De plus, les nitrates étant solubles dans l'eau, ils migrent aisément vers les nappes phréatiques lorsque les niveaux excèdent les besoins de la végétation (**Santé Canada, 1992**).

La pollution des eaux par les nitrates peut avoir plusieurs conséquences. En effet, elle provoque un phénomène de dystrophisation (eutrophisation accéléré).

La dystrophisation est un phénomène qui résulte du rejet de matières organiques fermentescibles dans les eaux ou de leur enrichissement par les minéraux nutritifs - nitrates et phosphates - provenant de l'agriculture et des effluents domestiques rejetés (**Capbancq et al, 2002**).

Les principales phases de la dystrophisation des eaux d'un lac :

- Les rejets d'effluents domestiques et/ou d'eaux riches en engrais car ayant lessivé les terres de cultures vont augmenter la teneur du lac en nitrates (et phosphates).

- L'apport de matières organiques fermentescibles contenues dans ces effluents va provoquer une consommation de l'oxygène dissous tandis que les algues prolifèrent par suite de l'enrichissement des eaux en sels minéraux nutritifs.



**Figure 02:** Eutrophisation d'un lac (2009)

### **2.8.2. Marées vertes**

C'est un type particulier d'eutrophisation marine côtière provoqué par un enrichissement excessif des eaux en nutriments. Il s'agit de la prolifération massive d'algues vertes, généralement du genre *Ulva*, au printemps et en été. Ces algues s'accumulent ainsi sur l'estran en quantité très importantes.

### **2.9. Production et consommation des engrais dans le monde**

La consommation mondiale d'éléments fertilisants s'est élevée à 179,4 millions de tonnes en 2007 : 61.6% d'azote, 23% de phosphates, et 15.3% de potasses. En 2007, les principaux pays consommateurs sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 03:** Les principaux pays consommateurs d'engrais dans le monde (Anonyme, 2010).

Pays	Millions de tonnes
Chine	46,6
États –Unis	29,2
Inde	22,6
Brésil	11,3
Canada	4,7
France	3,8
Indonésie	3,7
Pakistan	3,6
Viet Nam	2,7
Pologne	2,7
Allemagne	2,3
Turquie	2,2
Espagne	2,0
Australie	1,8
Argentine	1,8
Thaïlande	1,8
Russie	1,7
Mexique	1,6
Égypte	1,6

La production mondiale d'engrais devrait se développer au cours des prochaines années, ce qui permettra de mieux satisfaire la demande croissante.

Les prix élevés des produits de base pour l'alimentation constatés au cours des dernières années ont stimulé la production et par voie de conséquence entraîné une utilisation accrue des engrais. Malgré une demande en produits agricoles, pour l'alimentation et pour les biocarburants, qui devait rester soutenue, la FAO prévoit que l'offre d'engrais dépassera la demande mondiale.

## 2.10. Utilisation des engrais en Algérie

### 2.10.1. La fertilisation des terres :

Dans la majorité des terres fertilisées la consommation est la plus importante pour les engrais azotés et Potassiques suite à une intensification des cultures maraîchères. Malgré ça les pourcentages des terres fertilisées restent faibles et stables, autour de 45 unités d'élément nutritifs/hectare (FAO, 2005).

L'agriculture Algérienne ne consomme que 100 000 tonnes d'éléments fertilisants alors que selon la moyenne mondiale, la consommation devrait se situer à 850 000 tonnes par an (ASMIDAL, 2004).

Ainsi, l'utilisation des engrais en Algérie a connu trois périodes distinctes :

- Une période post-indépendance (1961-1970) où les engrais étaient peu utilisés.
- Une période où l'utilisation des engrais était très importante (1971-1986), c'est une période de développement de l'industrie chimique et le développement des hydrocarbures, coïncident avec l'application de la réforme agraire et la Nationalisation des terres, autrement dit, les engrais produits en Algérie, étaient subventionnés et à prix réduit appliqués sur des terres qui appartenaient à l'état.
- Une période de restructuration du secteur agricole et de libération du marché (1988-2002) : la restitution des terres Nationalisées a abouti à une redistribution des terres, c'est une période qui a vu une augmentation des prix des engrais coïncidant avec une dévaluation de la monnaie locale.

L'utilisation des engrais a très fortement chuté entre 1987 et 1997 à cause de l'absence des subventions, ce qui a provoqué la hausse des charges supportée par les exploitations. La chute brutale de l'utilisation des engrais a été marquée entre 1995 et 1998, probablement à cause de l'absence d'ammonitrate sur le marché (pour des raisons de sécurité).

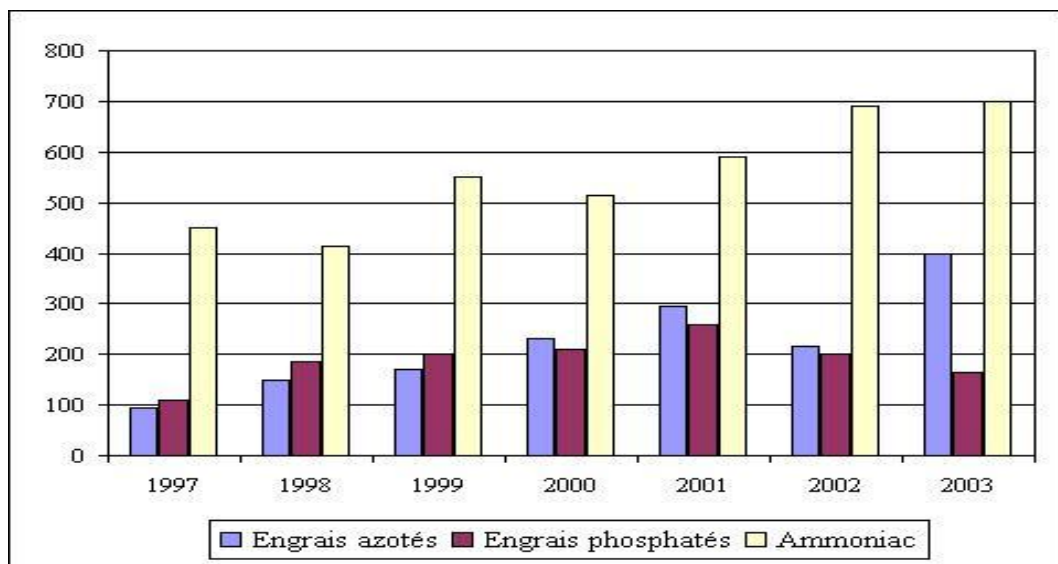
A partir de 1999, une reprise de l'utilisation des engrais s'amorce grâce au soutien apporté à la fertilisation des céréales et se confirme en 2000 (**Bedrani et Chehat, 2001 in Chafi, 2010**).

### **2.10.2. La production des engrais en Algérie**

Les fertilisants chimiques en Algérie, ne rencontrent pas de déficit dans cette matière vu les ressources phosphatées importantes qui permettent la satisfaction de ses besoins en cet élément et aussi pour l'exportation (**FAO, 2005**).

Concernant l'azote, les ressources en gaz de l'Algérie permettent la couverture de ses besoins et la possibilité d'exporter le gaz et les engrais azotés. (Voir titre 2.2.1. engrais azoté)

ASMIDAL n'est par le seul pourvoyeur d'engrais mais des sociétés privées ont investi le marché national malgré que leur impact soit encore très limité. En 2004, l'ASMIDAL a mis à la disposition de ses clients une gamme des produits fertilisants qui sont présentés dans la figure 03.



Unité : Tonnes

**Figure 03:** Production des engrais en Algérie 1997-2003. (FAO, 2005)

La figure 03 représente la production des engrais en Algérie (engrais azoté, engrais phosphaté et l'ammoniac). on remarque que la production de l'ammoniac très élevée pour toutes les années entre 1997-2003 surtout en 2003 (700T).

# **Chapitre III :**

La pollution de l'environnement

(Eau et sol)

### 3.1. Définition de la pollution

D'après **Ramade, 1989 in Stengel et Gelin, (1998)** la pollution est une modification défavorable du milieu naturel. Elle atteint les composantes physiques, chimiques ou biologiques. Elle apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. La pollution comprend des notions à la fois qualitatives et quantitatives (**Viala, 1998**).

### 3.2. Les sources de la pollution

Selon **Viala(1998)**, Les principales sources de pollution actuellement sont:

**A- les activités agricoles** ; les engrais et les pesticides sont massivement utilisés à l'heure actuelle en vue d'augmenter et intensifier les rendements agricoles.

**B- production de l'énergie** ; elle fait appel aux combustibles fossiles, l'énergie nucléaire et la pollution thermique.

**C- Les activités de l'industrie chimique** ; l'industrie chimique peut rejeter, notamment dans l'air et dans les eaux, des quantités plus ou moins importantes de produits les plus divers.

### 3.3. Principaux polluant de l'eau

#### 3.3.1. La Pollution physique

La pollution physique est due essentiellement aux substances en suspension (matières solides) (**Boyd, 1970 in Gaamoune, 2010**). Bien que sa forme commune et la pollution thermique, elle peut englober également plusieurs autres aspects : couleur, transparence, pH dont on peut citer:

- Les déchets solides divers (objets d'origines variés) qui posent des problèmes d'esthétique.
- Les matières colorantes modifiant la transparence du milieu.
- La pollution thermique due au rejet des eaux utilisées pour le refroidissement des installations industrielles diverses.
- Les matières en suspension désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent.



### 3.3.2. La pollution chimique :

Les industries chimiques continuent à synthétiser des milliers des substances chaque année. Plusieurs de ces produits sont spécifiquement conçus pour être toxiques et persistants. Cependant, les contaminants les plus nuisibles à la santé sont les produits chimiques d'origines naturelles qui se trouvent habituellement dans les eaux souterraines. (**Roberts et al, 2007 in Gaamoune, 2010**).

Selon **Fawell et Nieuwenhuijsen, (2003)**, on classe les groupes des polluants chimiques selon leur type d'action comme suit :

#### 1 - Le groupe des matières inhibitrices englobant :

-L'arsenic provient des pesticides, des produits de conservation du bois et de l'exploitation minière.

-Le sélénium: se trouvant surtout au voisinage des mines.

-L'uranium : se trouve dans les eaux souterraines, associé aux roches granitiques et aux autres dépôts minéraux.

- Le fer et le manganèse: peuvent survenir à des concentrations élevées dans certaines eaux de source en conditions anaérobies.

-Les métaux lourds, et les solvants, tels que le tri et tétrachloréthane, qui se trouvent parfois dans les eaux souterraines et les hydrocarbures en particulier les huiles de pétrole

2- Un autre ensemble qui regroupe : l'azote organique et ammoniacal, le phosphore et les composés organohalogénés.

3 – les sels minéraux

4 - Les hydrocarbures aromatiques à faible poids moléculaires à des concentrations inférieures à 30 µg/l (**Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003 in Gaamoune 2010**).

5- Le PCB (biphénylpolychlorés), autre fois largement utilisé comme lubrifiant et liquide de refroidissement (**Angel 2007 in Gaamoune 2010**).

### 3.3.3. La pollution biologique

La pollution biologique est l'introduction d'espèces exogènes ou d'organismes génétiquement modifiés dans un milieu.

L'être humain est le plus grand pollueur biologique de la planète : les contaminants fécaux sont parmi les polluants biologiques des sources d'eau potable ; par conséquent l'homme et les animaux domestiques sont souvent contaminés par des microbes pathogènes.

Les bactéries présentes dans la matière organique peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et animale. Telles que les streptocoques (**Bridgman, 2001 in Gaamoune, 2010**), *Cryptosporidium*, *Escherichia coli*, etc.

En outre la pollution virale de la biosphère peut aussi avoir des effets dévastateurs et selon les estimations, il y en a dix fois plus de virus sur la Terre que l'ensemble des cellules vivantes (**Trevors et Saier, 2007 in Gaamoune, 2010**).

### **3.4. Pollution des sols**

#### **3.4.1. Définitions**

La pollution et la contamination sont deux expressions couramment employées pour désigner l'accumulation anormale et exogène, généralement due à une activité humaine, d'éléments ou de composés minéraux, organiques ou d'agents pathogènes dans un milieu donné dont la qualité se trouve affectée (**Chassin et al, 1996**).

Une substance toxique désigne une substance naturelle ou de synthèse, minérale ou organique présentant une nocivité pour les organismes vivants, pouvant être absorbée par voie foliaire ou racinaire chez les plantes, par inhalation, ingestion ou contact chez les animaux, elle provoque une intoxication des organismes affectés en perturbant une fonction vitale pouvant entraîner la mort (**Ramade, 2000**).

#### **3.4.2. Formes de pollution**

On distingue deux types de pollution des sols (**Jeannot et al, 2000 in Noumeur, 2008**)

- **La pollution localisée** : Elle se distingue par la présence ponctuelle dans les sols de substances dangereuses: déversements, fuites ou dépôt de déchets.

- **La pollution diffuse** : Elle implique des polluants à faible concentration sur de grandes surfaces, ils proviennent généralement d'épandages de produits: engrais ou pesticides, retombées atmosphériques.

Pour chacun de ces types, on distingue deux origines de pollution:

• **La pollution accidentelle** : Déversement ponctuel et momentané de substances polluantes.

- **La pollution chronique** : survenant sur de longues durées, telles que les fuites sur des conduites enterrées, les lixiviats issus de dépôts de déchets.

### 3.4.3. Micropolluants des sols

#### 3.4.3.1. Micropolluants inorganiques

Il s'agit d'un ensemble d'éléments ou de composés dont l'accumulation est responsable d'une pollution du sol. Généralement, ils sont non biodégradables, accumulatifs et toxiques quand ils sont présents en grande quantité (**Boucheseiche et al, 2002**).

Les micropolluants minéraux métalliques et non métalliques les plus rencontrés sont le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, le sélénium, le zinc, l'arsenic, le molybdène, le cobalt, le bore et le thallium (**Mérian, 1991**).

Les micropolluants minéraux sont présents naturellement à des concentrations généralement basses dans les sols. Ils proviennent en grande partie de l'altération de la roche mère du sous-sol (**Jeannot et al 2000 ; in Noumeur, 2008**).

Les activités anthropiques peuvent conduire à une augmentation de ces concentrations naturelles. L'accumulation des métaux lourds dans l'environnement est liée à leur utilisation comme matières premières pour de nombreux produits industriels ou comme catalyseurs chimiques. On les trouve également dans des produits tels que les pesticides ou les engrais qui sont distribués sur une large surface. Ils sont aussi apportés sous forme de déchets urbains ou industriels, solides, liquides ou gazeux (**Eshighi Malayri, 1995**).

#### 3.4.3.2. Micropolluants organiques

Ce sont en grande majorité des produits de synthèse issus de l'activité anthropique. Ils proviennent principalement de trois ensembles d'activités industrielles (production d'énergie, métallurgie, industries chimiques...), urbains (transport, traitement des déchets,...) et agricoles (utilisation de produits phytosanitaires) (**Boucheseiche et al 2002**).

##### A. Polychlorobiphényles (PCB)

Ce sont des substances chlorées très stables, largement utilisées dans la production des condensateurs, transformateurs, fluides hydrauliques, lubrifiants, pesticides, encres d'imprimeries et dans les peintures (**Barriuso et al 1996 in Noumeur, 2008**). Ils peuvent être dégradés à haute température (1200°C), leur combustion peut générer des dioxines et des furanes, substances cancérigènes et mutagènes.

**B. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

Les HAP résultent de la combustion incomplète de la matière organique. Ils sont peu solubles dans l'eau et s'adsorbent fortement sur les particules organiques du sol, ce qui diminue considérablement leur biodisponibilité.

**C. Les composés organiques volatils (COV)**

Le terme de composés organiques volatils (COV) englobe un grand nombre de composés appartenant à différentes familles chimiques: alcanes, alcanes substitués, alcènes, alcools, composés aromatiques (benzène), esters, cétones. Les COV font l'objet de nombreuses utilisations en tant que solvants, dégraissants, dissolvants, conservateurs, agents de nettoyage. Ils entrent donc, seuls ou en mélange, dans un grand nombre de procédés d'industries manufacturières utilisatrices de solvants, d'application et de fabrication de peinture, de préparation de caoutchouc, les imprimeries, les papeteries, la pharmacie, la parfumerie, les industries agro-alimentaires. **(Lalanne ,2006).**

**3.5. Devenir des micropolluants organiques dans le sol**

La contamination du sol par les substances xénobiotiques est devenue un problème sérieux dans le monde, non seulement par la détérioration de la qualité du sol mais aussi par la contamination des ressources en eau par ruissellement ou par lixiviation **(Fdil, 2004).**

La manifestation du caractère polluant de composés organiques est étroitement liée à leur devenir dans les sols.

Quand une substance est apportée au sol, elle est répartie entre les trois phases, solide, liquide et gazeuse.

Cette répartition détermine la mobilité de la substance et, en conséquence, son transport dans l'air et les eaux, ainsi que sa biodisponibilité **(Calvet, 2000).**

Outre la toxicité propre du polluant, qui dépend de sa concentration et de la nature de la cible considérée, sa rétention par le sol et sa persistance sont les deux facteurs fondamentaux conditionnant le caractère polluant et/ou sa manifestation.

## **II-Partie expérimentale**

# **Chapitre I :**

## Présentation de la wilaya

## 1. Présentation de la wilaya de TISSEMSILT

### 1.1. Situation Géographique

La wilaya de Tissemsilt est située au nord de l'équateur entre 30 et 32° de latitudes et 3° de longitude est avec un décalage de 12 minutes par rapport au fuseau horaire universel (Andi, 2013).

Issue de la réorganisation territoriale de 1984, la Wilaya de Tissemsilt se situe dans le grand massif de l'Ouarsenis, elle s'étend sur une superficie de 3151,37 Km<sup>2</sup> (DSA, 2020).

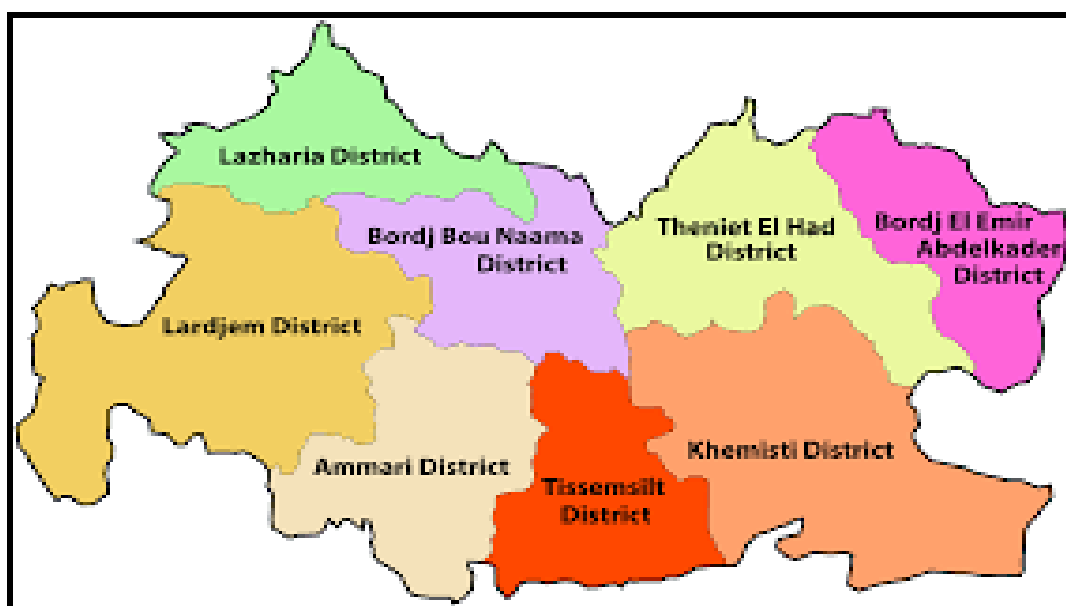


Figure 04: Localisation des daïras dans la wilaya de Tissemsilt(DSA, 2020).

#### Elle est limitée

- Au nord par les Wilayas de Ain Defla et Chlef.
- A l'est par la Wilaya de Médéa.
- A l'ouest par la Wilaya de Relizane.
- Au sud-ouest par la Wilaya de Tiaret.
- Au sud par la Wilaya de Djelfa.

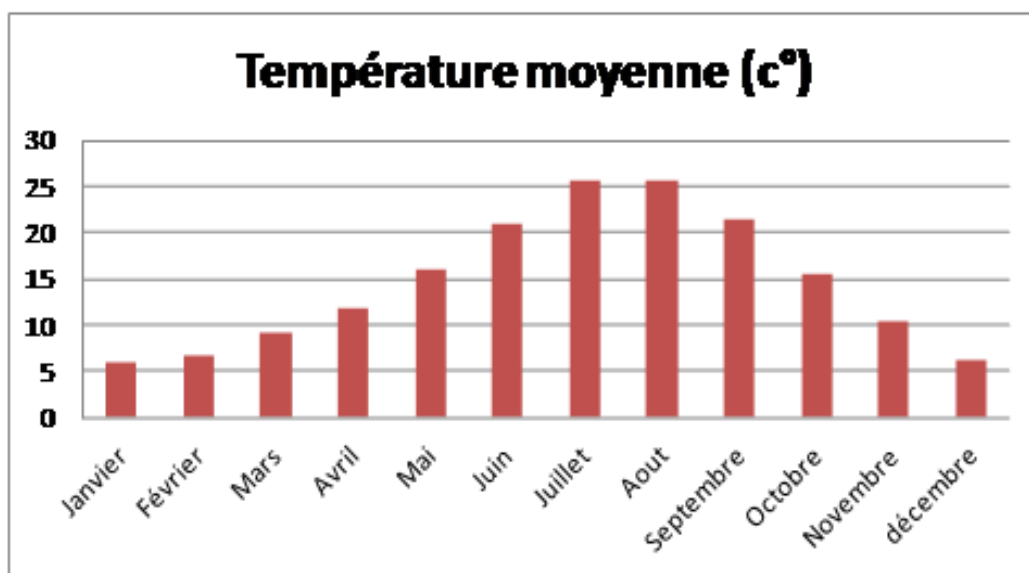
La Wilaya occupe une position géostratégique importante, constituant un véritable carrefour entre l'ouest et l'est et entre le nord et le sud du pays, enclave incontournable située à :

- ✓ 300 Km au Sud Est d'Oran
- ✓ 119 Km au Sud-Ouest de Chlef

- ✓ 60 Km à l'Est de Tiaret
- ✓ 180 Km à l'Est de Relizane (DSAT2020).

## 1.2. Le climat

La région de Tissemsilt fait partie de l'étage bioclimatique du semi-aride, particularité du climat méditerranéen, par un hiver froid humide et un été chaud et sec, la température moyenne hivernale est comprise entre 0° est 6°C et celle estivale oscille entre 32 °C et 40 °C. Quant à la pluviosité moyenne annuelle, elle oscille entre 300 et 600mm de pluies, avec cependant un pic de 800mm enregistrée aux monts de l'Ouarsenis où on note également la chute de neige dont la hauteur moyenne se situe dans une fourchette comprise entre 0.5 et 50cm d'épaisseur, accompagnée parfois de verglas(DSA ,2020).



**Figure 05:** Température mensuelles de Tissemsil (DSA, 2019).

- Au mois de Juillet et Août, la température moyenne est de **25.2°C** est ce fait 2 mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. la température moyenne est de **5.3°C** à cette période.



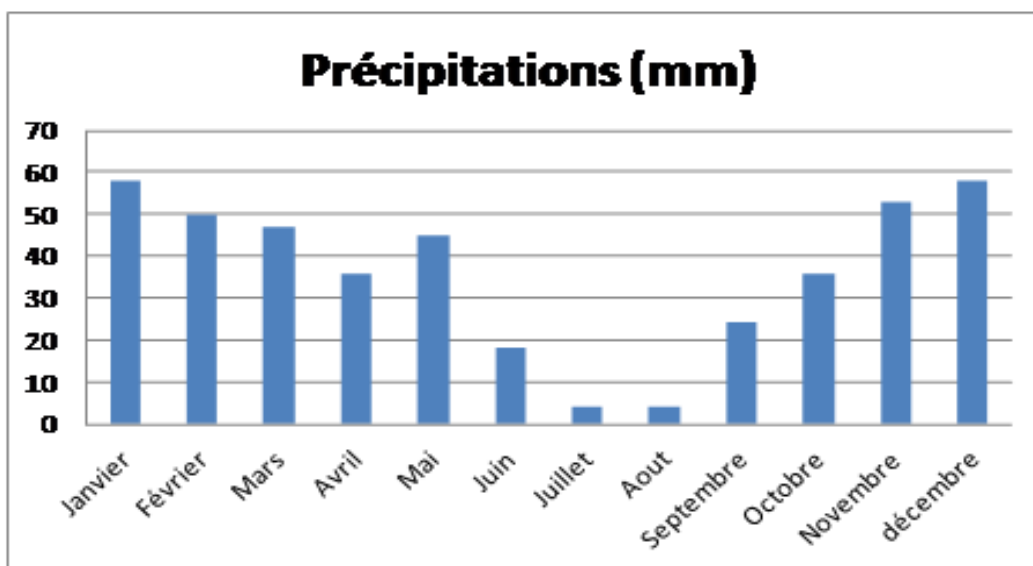


Figure 06: Précipitations mensuelles de la wilaya de Tissemsilt (DSA, 2019).

- Au mois de Janvier et Décembre, les précipitations sont les plus élevées (58 mm) et les précipitations sont au plus bas au mois de Juillet et Août (5 mm).

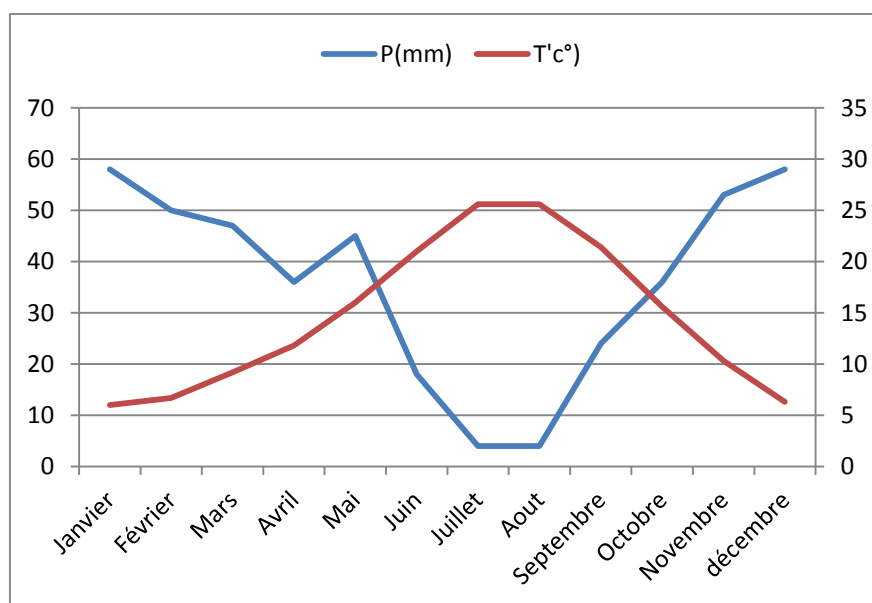


Figure 07 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (2019)

Le Diagramme Ombrothermique permet d'avoir une idée sur les périodes sèches et humides d'une région donnée. Selon ce diagramme, la période sèche est au début de mai jusqu'à mi-septembre, et la période humide du mois d'octobre jusqu'à Avril.

### **1.3. Forêts et boisement dans la wilaya**

La superficie forestière naturelle (forêts, maquis) occupe au total 60.714 ha, ce qui correspond à un taux de 19 %. Les principales essences existantes au niveau des massifs forestiers sont : le Pin d'Alep, le chêne vert, le cèdre, le chêne liège, le chêne zeen, le reste est constitué de maquis et de broussailles. Il y'a lieu de signaler que notre wilaya dispose d'un Parc National de Cèdres s'étendant sur une superficie de 3.423 Ha **(DSA, 2020)**.

### **1.4. Le relief:**

Dans la wilaya de Tissemsilt, le relief se distingue par :

1. La zone de montagne : 44% de la surface totale
2. La zone de piémonts : 32%
3. La zone de plaines : 18%
4. Zone agro-pastorale (Selmana, El Farcha): 06%

On retrouve sur toute la partie du nord de la wilaya un massif montagneux forestier : Djebel GHILAS (1.621m), Djebel EL MEDDAD (1.787m) et surtout KEF SIDI AMAR dont l'imposante pyramide (1.985 m). A relever que 60% du territoire de la wilaya se trouve à des altitudes comprises entre 800m et 1.200m. **(DSA, 2020)**.

### **1.5. L'agriculture**

La Wilaya de Tissemsilt est à vocation d'agrosylviculture, elle dispose d'une SAU de 145.465 has et d'une superficie irriguée de près 2850 has sur un potentiel en sol irrigable de 15.000 has.

Le secteur agricole, à travers la production de céréales, de fourrages et d'élevage, revêt une importance capitale dans la wilaya de Tissemsilt au regard de sa vocation agro-sylvicole. En effet, cette spécificité est déterminée grâce aux conditions climatiques favorables ainsi qu'à la diversité de ses terres (plaines, steppes et monts) .Depuis des années, la population de Tissemsilt a su maîtriser ce genre d'activités, aidée en cela par l'immensité de ses terres aussi bien celles irriguées que celles pastorales pour l'élevage ovin, bovin, caprin, équin ainsi que la production de viandes rouge et blanche. De vastes superficies de terres sont également exploitées pour les cultures des fruits et légumes saisonniers **(Andi, 2013)**.

## 2. Choix de la zone d'étude

Nous avons choisi la Daïra de AMMARI parce que c'est une zone productive, potentielle ou la céréaliculture prédomine. Le choix s'est porté sur une exploitation d'un multiplicateur de céréales (EAC) qui utilise la fertilisation minérale depuis plusieurs années en sec.

Dans la région de AMMARI, les pluies sont irrégulières et souvent torrentielles, la sécheresse est présente généralement entre Mars et Août. Cette région apparentée à toute la région du Sers où connaît des taux d'humidité relativement élevés surtout le matin ou ils sont supérieurs à 70% pendant sept 07 mois de l'année (Avril à Octobre).

Elle est traversée par un cours d'eau; Oued **LARDJEM** au nord de la commune et possède une retenue collinaire à Zaouia d'une capacité de 92500m<sup>3</sup>.

Pour les eaux souterraines, la commune d'AMMARI possède 15 sources éparpillées sur le côté nord et sud du territoire ainsi que 22 puits.

Dans la zone d'étude, nous avons choisi 4 sites différents pour l'échantillonnage du sol et un site pour l'eau.



**Figure 08:** image satellite des points de prélèvement du sol et de l'eau (Google Maps)



**Figure 09:** la vallée d'AMMARI (source d'eau).

# **Chapitre II :**

## Matériels et méthodes

2.1. Prélèvement et méthodes d'analyse des eaux

L'objectif de cette partie de l'étude consiste à identifier la qualité des eaux de source d'AMMARI pour voir s'il y a une quelconque intrusion des engrais azotés qui entraîne une pollution de cette source.

Nous avons fait le prélèvement de l'eau d'un seul échantillon dans une bouteille de 250 ml à une profondeur de **15 cm**. Cet échantillon ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de l'Algériennes des eaux de Tissemsilt.

Le protocole expérimental est comme suit:

L'objectif de cette partie de l'étude consiste à identifier la qualité des eaux de source d'AMMARI pour voir s'il y a une quelconque intrusion des engrais azotés qui entraîne une pollution de cette source.

Nous avons fait le prélèvement de l'eau dans des bouteilles de 250 ml à une profondeur de **15 cm**. Ces échantillons ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de l'Algériennes des eaux de Tissemsilt.

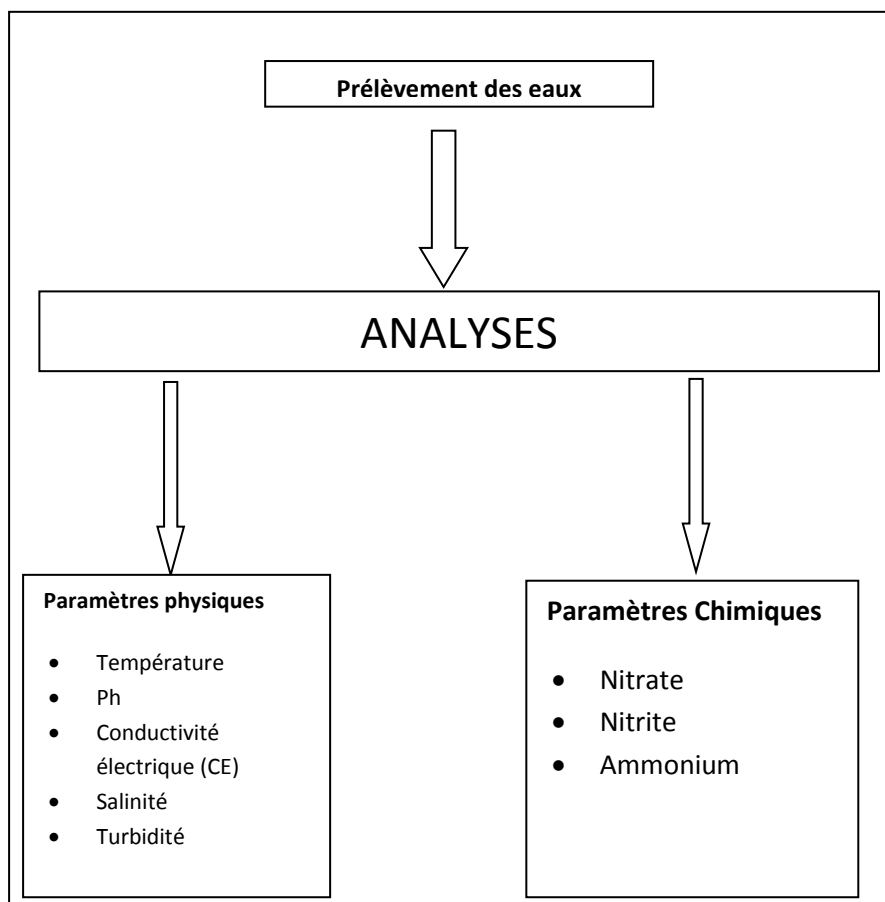


Figure 10: Protocole expérimentale des analyses des eaux.

**2.1.1. Détermination de la température .**

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels, sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH et pour connaître l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (**Rodier, 2005**).

Elle renseigne sur l'origine et l'écoulement de l'eau. et mesurée par le thermomètre.

**Mode opératoire :**

La température est déterminée à l'aide d'un appareil multi-paramètre au niveau de laboratoire:

-Faire plonger le thermomètre dans l'eau

-Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité de l'électrode reste immergée dans l'eau.

**2.1.2. La mesure du pH**

**Principe :** Le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14.

La valeur du pH dépend de l'origine de l'eau et de la nature géologique de son cours. (**ADE, 2013**). Il a été mesuré grâce à un appareil multi-paramètre (voir photo dans annexe).

**2.1.3. La conductivité électrique**

**Principe :** consiste à mesurer le courant électrique passant entre deux électrodes, ou entre une électrode et la masse métallique d'un réservoir, quand le produit, nécessairement conducteur, vient toucher et fermer le circuit. Pour cela on utilise un appareil appelé conductimètre (voir annexe).

**2.1.4 .Turbidité**

**Principe :** La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un néphélémètre. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de  $90^\circ$  par rapport au faisceau de lumière incident.

**2.1.5. Détermination de l'azote ammoniacal ( $NH_4^+$ )**

**Principe :** La mesure spectrométrique s'effectue sur un composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorites en présence de nitropruciate de sodium (**ADE, 2013**).

**2.1.6. Détermination des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) et des nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

**Principe :** Pour la détermination des ions nitrates et nitrites, les nitrates sont d'abord réduits en nitrites en milieu alcalin par l'intermédiaire du sulfate d'hydrazine en présence de sulfate de cuivre, qui agit comme catalyseur. Ensuite, les nitrates réduits et les nitrites originaux réagissent avec le sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui se combine en milieu acide avec le dihydrochlorure de N-(1-naphthyl)-éthylènediamine pour former un composé rosé à violet, dont l'absorbance à 520 nm est proportionnelle à la concentration des ions nitrites et nitrates.

**2.2. Les analyses physico-chimiques du sol****2.2.1. Objectif**

Les analyses de sol jouent un rôle important en production végétale ainsi que dans la gestion des éléments nutritifs. Elles constituent en fait le meilleur moyen de bien planifier les applications d'engrais pour les exploitations agricoles qui utilisent des engrais ainsi que pour le diagnostic de la fertilisation. Dans notre cas l'apport d'azote (MAP) a été effectué en fumure de fond avant le semi au mois de Décembre et les échantillons de sol prélevés en Février. Notre objectif était de voir le taux d'azote à ce moment-là. Malheureusement, vu la situation actuelle (confinement et difficulté de déplacement suite à la propagation de la maladie du COVID 19), l'analyse de l'azote totale n'a pas été faite.

**2.2.2. Prélèvement des échantillons**

Des prélèvements composites du sol ont été réalisés à l'aide d'une tarière à une seule profondeur de 0-20 cm, un seul échantillon moyen pour chaque site. Les échantillons sont, après avoir séchés, conservés dans des sachets en plastiques, étiquetés et envoyés au laboratoire (INSID Ksar Chellala) pour les analyses physico-chimiques. Ces analyses concernent : la granulométrie, pH, Conductivité électrique (CE), matière organique (MO) et le calcaire total. Les échantillons ont été prélevés de 04 parcelles dont on présente les caractéristiques dans le tableau suivant:



Tableau 04: Présentation des parcelles échantillonnées

Parcelles	P01	P02	P 03	P04
Les coordonnées	N35 36'30.14'' EST 1°34'3.77''	N 35° 36'32.92'' E 1° 34' 45.24''	N 37°36'26.57 '' E1° 35'0.06''	N 35 36' 29.79 E 1° 35' 16.53''
Culture	ORGE	JACHERE TRAVAILLEE	LENTILLE	BLE
Précédent cultural	Lentille	Blé	Blé	Blé
Fertilisation	Sans fertilisation	Fertilisation campagne précédente	Fertilisation campagne précédente	MAP engrais de fond
Photos				

Le protocole expérimental des analyses de sol est comme suit:

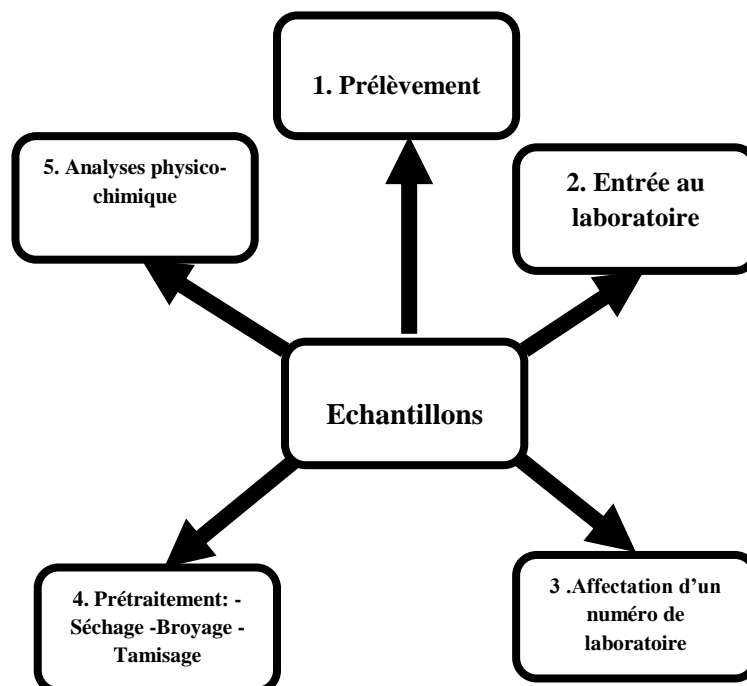
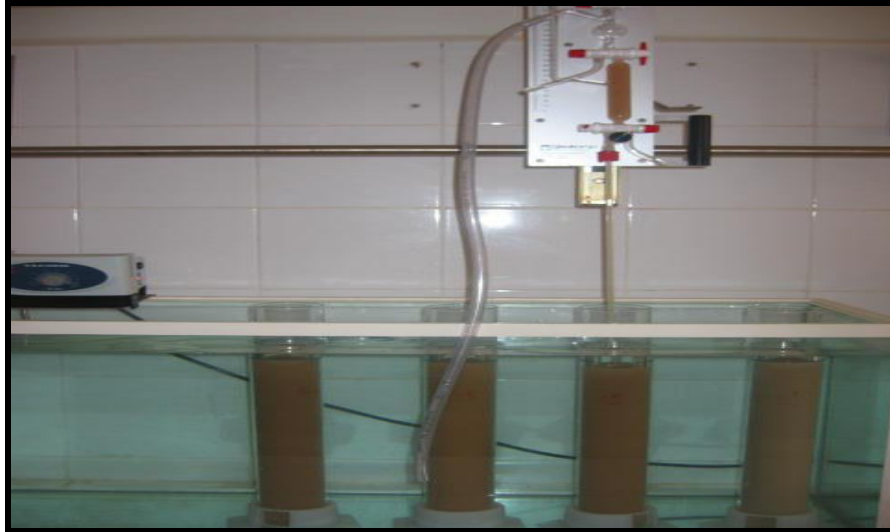


Figure 11: protocole expérimentale des étapes d'analyse du sol

### 2.2.3. Analyse granulométrique du sol (Texture de sols)

**Principe :** L'analyse granulométrique consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, pour la fraction sableuse et la sédimentation dans l'eau avec la pipette de Robinson pour les fractions fines. La composition granulométrique est exprimée en pour-cent (%).



**Figure12:** Pipette de ROBINSON (INSID ; 2020).

### 2.2.4. La conductivité électrique

**Principe:** Basée sur l'extraction des sels d'un échantillon, solubles dans l'eau, dans des conditions bien définies et dans un rapport sol sec/eau égal à 1/5 (m/m). Deux électrodes en platine maintenues en parallèle dans une colonne d'extrait aqueux de sédiment permettent de mesurer le courant conduit par les ions présents. L'appareil utilisé est le conductimètre.

D'après united states salinity laboratory, U.S.S.L établie.1981, les valeurs sont comparées à une norme de salinité, résumée dans le tableau 13

### 2.2.5. La détermination du pH

#### Matériel

- Sol séché et tamisé
- Eau distillée
- Bécher de 100 m.
- Balance (précision de 0,1 g)

-Fiche de relevée de données du pH du sol

- Crayon ou stylo

- Cylindre gradué de 100 m

- Tige d'agitation en verre ou autre

- Bécher de 100 m

-Le pH-mètre.

-Balance (précision de 0,1 g)

-Fiche de relevée de données du pH du sol.

### **Mode opératoire**

1. Dans un bécher, on mélange 40 g de sol séché et tamisé avec 40 ml d'eau distiller (ou une quantité mais toujours en proportion 50-50 avec le sol).
2. Remuer le mélange sol/eau avec une tige en verre ou autre pendant 30 secondes puis attendre pendant trois minutes et répétez cinq fois ce cycle remuer/attendre.
3. Ensuite, laissez le mélange reposer jusqu'à ce qu'une couche surnageant (liquide plus clair au-dessus du sol) se forme (environ 5 minutes).
4. Mesurer le pH de la couche surnageant en utilisant le pH-mètre.
5. Plongez le pH-mètre calibré dans la couche surnageant et relevez la mesure du pH.

### **2.2.6. Détermination de la matière organique**

#### **But et principe:**

La détermination de la teneur en matière organique à été obtenu par le dosage du carbone organique.

Le taux de la matière organique :  $(\%) \text{ MO} = 1.72 \times \text{C}$

Ou : MO : matière organique.

C : le carbone organique.

#### **Dosage du Carbone par la méthode ANNE :**

##### **Réactifs :**

- Dichromate de potassium (08%).
- Acide sulfurique pur.

- Sel de Mohr (0.25N)
- Diphénylamine (0.5%).
- Acide phosphorique pur (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

**Mode opératoire :**

- Peser 1g de sol broyé et tamisée a 0.2mm dans un erlenmeyer de 500ml.
- Ajuster 10ml de Dichromate de potassium.
- En suite ajouter rapidement 20ml d'acide sulfurique et agiter bien.
- Laisser reposer pendant 30min.
- Ajouter 200ml d'eau distillé.
- Prélever 20ml et introduire dans un erlenmeyer de 250ml, dilué à 150ml.
- Ajouter 1ml de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> et 3 gouttes de diphénylamine.
- Titrer en agitant avec la solution de sel de Mohr (0.2N), la couleur obtiennent bleu vert.

Soit : (N : le nombre de millilitre de sel de Mohr versés). Procéder à un témoin en remplaçant la terre par 1g de sable calciné (en trois répétitions).

**Calcul :** (%) C = 0.9975 x t( N – n )

**2.2.7. Détermination du calcaire total**

**Principe :** Le dosage du calcaire total contenu dans un échantillon de sol est déterminé par gazomètre,

Il est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) au contacte de l'acide sulfurique (HCl)



Il s'agit de comparer le volume de CO<sub>2</sub> dégagé par le contact d'HCl avec un poids précis de sol avec celui dégagé par le contact d'HCl avec CaCO<sub>3</sub> pur et sec en qualité connue, les conditions de température et de pression restant inchangées.

**Appareillage:**

Le calcimètre de BERNARD : une burette graduée en millilitre reliée par le bas au moyen d'un tube de caoutchouc à une ampoule et par le haut à un erlenmeyer mûri à l'intérieur d'un petit tube en verre à essai.



**Figure 13:** Calcimètre de BERNARD (INSID ; 2020).

**Mode opératoire:**

- Remplir l'ampoule par NaCl (300g/l) de manière à ce que le niveau soit légèrement en dessous du zéro.
- Introduire 0.3g de CaCO<sub>3</sub> pur et sec au fond de l'erenmeyer qui va servir à étalonner l'appareil
- Remplir le petit tube au 3/4 d' HCl (1/2 dilué) que l'on déplace délicatement au moyen de pinces dans l'erenmeyer en prenant soin qu'aucune goutte ne tombe sur le CaCO<sub>3</sub>.
- Boucher soigneusement l'erenmeyer en le mettant ainsi en relation avec la burette.
- Décrocher l'ampoule. Faire correspondre le niveau (faire la lecture du niveau de la burette),  
Soit V<sub>0</sub> le niveau lu.
- En inclinant l'erenmeyer (verser l'HCl sur le CaCO<sub>3</sub>), marquant le dégagement de gaz carbonique.
- Décrocher l'ampoule, mettre en correspondance les niveaux et faire une seconde lecture.  
Soit V<sub>0</sub> le niveau lu.

- En inclinant l'erenmeyer (verser l'HCl sur le CaCO<sub>3</sub>), marquant le dégagement de gaz carbonique.

- Décrocher l'ampoule, mettre en correspondance les niveaux et faire seconde lecture,

Soit V<sub>1</sub> le niveau lu.

Le volume après la réaction, V = V<sub>1</sub> – V<sub>0</sub>

- Dosage du calcaire total dans l'échantillon de sol on opère de même façon que pour « essai témoin » en remplaçant le calcaire pur par 1g de sol broyée et tamisé a 0.2mm.

Soit V<sub>1</sub> le volume dégager par l'échantillon de sol.

**Calcul :** 
$$(\%) \text{ CaCO}_3 = \frac{P_T \cdot V_1}{V \cdot P} \cdot 100$$

P<sub>T</sub> : poids de CaCO<sub>3</sub> pur.

P : poids de sol.

V<sub>1</sub>: volume de CO<sub>2</sub> produit par le sol.

V : volume de CO<sub>2</sub> produit par le CaCO<sub>3</sub>pur

Le taux de calcaire classifie les sols de la manière suivante (voir tableau 12).:

# **CHAPITRE III :**

## Résultats et discussions

### 3.1. Analyse de l'eau:

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué les analyses d'un échantillon d'eau de source. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une comparaison avec les normes Algériennes dans le but d'apprécier la qualité de l'eau, et voir s'il existe une pollution par l'azote. Nous n'avons insisté que sur les quelques paramètres les plus importants en relation avec le thème du mémoire.

#### 3.1.1. Résultats des analyses de l'eau:

Les résultats des analyses de l'eau sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 05: Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau**

Paramètre	Valeur
T	17.20 (° C)
PH	6.60
CE	2500(µs/cm)
Ammonium	0.47 (mg/l)
Turbidité	76.69(UNT)
nitrate N03	10.5 (mg/l)
nitrite N02	3(mg/l)

#### 3.1.2. Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats de chaque paramètre est effectuée selon les normes Algériennes relatives à la qualité de l'eau potable. (Voir tableau 06 et 07)

**Tableau 06: Les normes de quelques paramètres physico-chimique d'analyse d'eau (Journal officiel de la republique Algerienne n°18 du 23/03/2011)**

Paramètres	Unité	Valeurs limites
pH	-	$\geq 6.5$ et $\leq 9$
La température	°C	25
La turbidité	UTN	5
La conductivité électrique à 20 °C	(µs/cm)	2800
Ammonium	(mg/l)	0.5
Nitrate	(mg/l)	50
Nitrite	(mg/l)	0.2

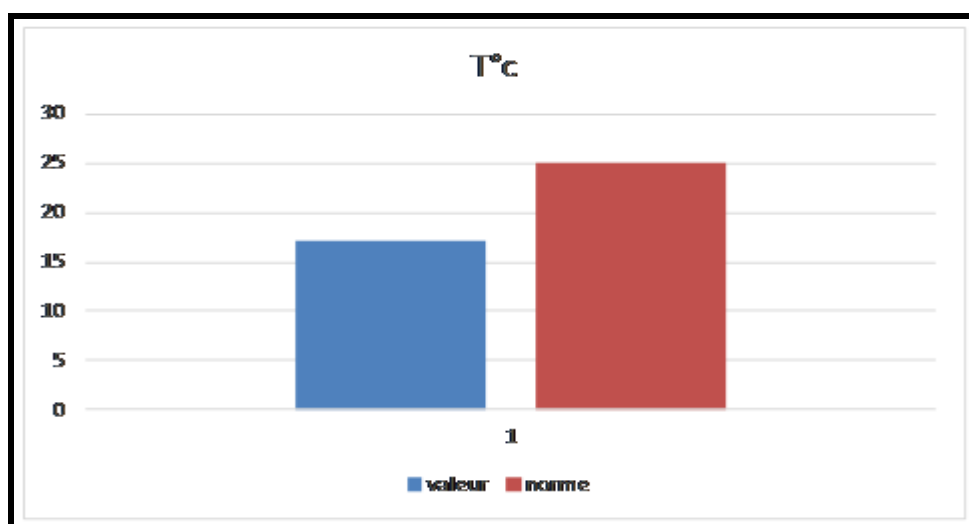


**Tableau 07:** Les normes de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson (**Directive de l'OMS, 2002**)

Paramètre	Norme
Température °c	25
Potentiel d'hydrogène (PH)	6.5-8.5
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	-
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	50
Na <sup>+</sup> (mg/l)	150
K <sup>+</sup> (mg/l)	12
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	200
SO <sub>4</sub> <sup>—</sup> (mg/l)	250
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	50
Conductivité (µs/cm)	1000
T.D.S (mg/l)	-
Résidu Sec à 180°C (mg/l)	1500

### 3.1. 2.1. La température (C°)

D'après les résultats obtenus dans le tableau 05, la valeur de la température de l'échantillon d'eau est très proche de la norme avec une valeur **17.20°C**. Cette dernière joue un rôle dans la migration, la croissance, l'incubation des œufs ainsi que le métabolisme des organismes aquatiques, elle influe aussi sur la concentration de l'oxygène dissous et la détermination du pH. Elle conditionne de ce faite la totalité des espèces et des communautés des êtres vivants dans la biosphère.



**Figure 14 :** Histogramme de comparaison de température

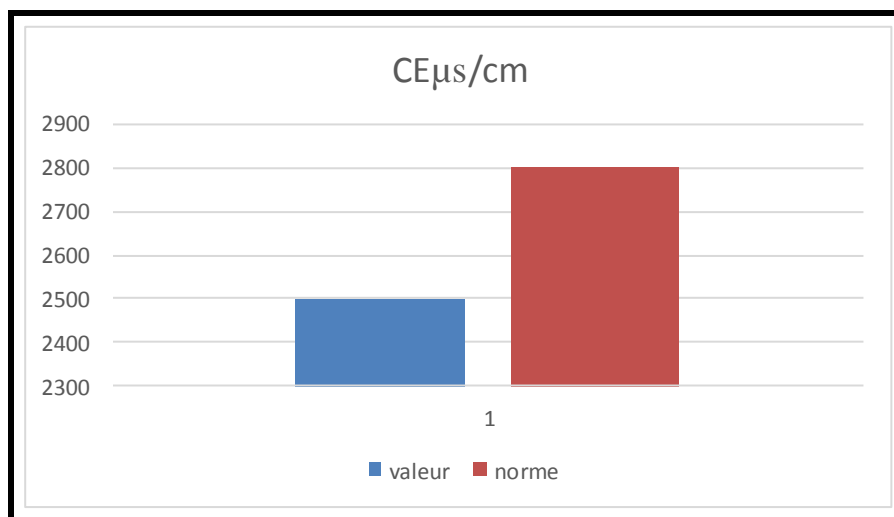
### 3.1.2.2. Le pH

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'e

La valeur du pH de 6,6 montre qu'il est proche de la neutralité et correspond à la norme (**tableau 06**) car il est compris entre  $\geq 6.5$  et  $\leq 9$ . donc selon le ph, L'origine de l'eau est souterraine, le pH représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous. (**Boucheseiche et al ; 2002**)

### 3.1.2.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée



**Figure 15** : Histogramme de comparaison de la conductivité électrique

La figure 15 nous montre que la valeur de la conductivité est dans la norme recommandée pour les eaux potables.

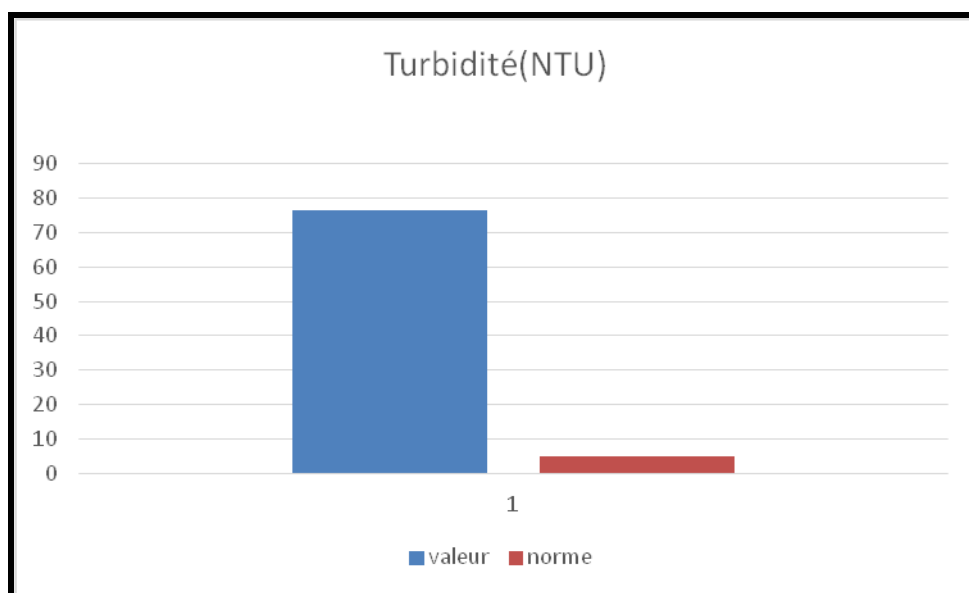
D'après le **tableau 05**, la conductivité a une valeur ( $CE = 2500 \mu s/cm$ ), elle est inférieure à la norme interprétant les résultats des sels dissous dans l'eau.

#### 3.1.2.4. La turbidité

La turbidité permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. Elle est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

Son taux normal est fixé à 5 NTU selon l'OMS. La valeur d'analyse a un taux très élevé. La turbidité affecte beaucoup la potabilité d'une eau de boisson. Les consommateurs ont très souvent des exigences par rapport à ce paramètre. Elle est le plus souvent due à la présence des matières en suspensions finement divisées tel les argiles, les limons, les grains de silice, les matières organiques...

Ce résultat est illustré dans la figure suivante :



**Figure 16:** Histogramme de comparaison de la turbidité

#### 3.1.2.5. Les nitrates

D'après les résultats obtenus présentés dans le **tableau 08** et en faisant une comparaison avec les normes qui sont présentées dans le **tableau 9** on peut conclure que :

La valeur des nitrates est de 10.5 (mg/l) à un taux faible par rapport la norme avec une valeur de 50 (mg/l) comme maximum.

Donc apparemment, les nitrates qui sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou, des engrais de synthèse ou naturels sont très acceptables. Les nitrates peuvent provenir également de l'oxydation de l'ammoniaque.

### 3.1.2.6. Les nitrites

Le résultat d'analyse de nitrites est égal à 3 mg/l, un taux élevé par rapport à la norme qui est de 0.2 mg/l donc présence d'une pollution par les nitrites. (Voir tableau 09)

La présence de nitrites dans l'eau peut résulter :

- de l'utilisation d'engrais chimiques
- d'installations septiques déficientes ;
- de la décomposition de matières végétales et animales. (Boucheseiche et al ; 2002)

### 3.1.2.7. Ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique. Sa présence dans l'eau est liée soit aux rejets urbains, soit à la réduction des formes azotées (nitrates et nitrites) en conditions réduites.

Le résultat d'analyse de concentration de l'ammonium est de 0.47 (mg/l) très proche de la limite de 0.5 (mg/l) (voir tableau 09).

## 3.2. Analyse du sol

### 3.2.1. Résultats des analyses du sol

L'analyse du sol dans la zone d'étude a fait ressortir les résultats suivants :

**Tableau 08** : résultats de la granulométrie des échantillons des sols.

Echantillon	GRANULOMETRIE			Texture
	Argile %	Limon %	Sable %	
P01	38.23	22.25	39.52	<b>Limono argileuse</b>
P02	36.87	24.26	38.87	<b>Limono argileuse</b>
P03	40.89	18.35	40.76	<b>Argileuse</b>
P04	41.34	19.00	39.00	<b>Argileuse</b>

Tableau 09 : résultat d'analyse physico-chimique des échantillons des sols.

Echantillon	pH	Conductivité électrique $\mu\text{s}/\text{cm}$ 1/5	MATIERE ORGANIQUE %	Calcaire Total %
P01	7.80	1002	0.62	17.25
P02	7.87	987	0.63	18.32
P03	7.58	886	0.81	13.12
P04	7.71	638	0.83	10.00

### 3.2.2. Interprétations des résultats

Au laboratoire, la matière organique est détruite pour séparer les différents éléments minéraux entre eux. On peut alors déterminer les proportions des différentes classes granulométriques qui composent la terre fine.

Les particules donnent au sol des caractères qui dépendent en grande partie de leur taille. Les sables grossiers n'adhèrent pas les uns aux autres et, s'il y en a beaucoup, le sol est alors perméable. Quand les éléments très fins sont majoritaires ils constituent une masse continue, surtout à l'état humide et le sol est alors imperméable. La plasticité, la cohérence, la stabilité des agrégats et bien d'autres caractères, dépendent des proportions des différentes classes granulométriques du sol. C'est ce qui permet de définir la texture d'un sol. (Francois ; 2008).

La matière organique joue un rôle fondamental pour le maintien de sols vivants à long terme. Un taux de matière organique élevé favorise le développement des micro-organismes et de la faune des sols. Ce sont ces mêmes micro-organismes qui mettent ensuite les éléments minéraux à disposition des plantes grâce à la minéralisation de cette matière organique. Ses caractéristiques et leur contenu dans les sols doivent donc être considérés comme des critères indispensables au diagnostic en matière de fertilité (Banerjee;1959). Selon le tableau 10 les sols sont classés selon le taux de matière organique comme suit.

**Tableau 10:** la matière organique dans les sols **Baize, (2000):**

La matière organique	Qualités des sols
MO>1.5%	sol moyennement riche.
MO 1 à 1.5%	sol moyen
MO <1%	sol Pauvre

Le pH du sol est un indicateur des conditions physico-chimiques de la solution du sol. Il exerce un effet direct sur l'activité microbienne du sol ainsi que sur la biodisponibilité des nutriments, à travers des phénomènes de solubilisation et d'insolubilisation propres à chaque élément. En particulier, un pH acide peut bloquer la disponibilité d'éléments minéraux tels que le phosphore (**Boyer, 1982**).

Les classifications présentées dans les tableaux 11, 12,13 nous aident à interpréter les résultats des analyses physico-chimiques présentés dans les tableaux 08 et 09 .

**Tableau 11:** Classification du sol en fonction de pH (**Baize, 2000**)

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

**Tableau 12:** Classification des sols d'après leurs teneurs en calcaire (**Duchauffour ,1970**).

Calcaire en %	Désignation des sols
0 – 5	Peu calcaire
5 -15	Moyennement calcaire
15 – 30	Calcaire
>30	Très calcaire

**Tableau 13:** Echelle de salinité du sol (U.S.S.L, 1981).

Classe	CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25 C°	Qualités des sols	Effet sur le rendement
<b>Classe 1</b>	0 à 500	Non salé	Négligeable
<b>Classe 2</b>	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
<b>Classe 3</b>	1000 à 2000	Salé	Diminution des rendements de la plus part des cultures
<b>Classe 4</b>	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
<b>Classe 5</b>	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants

### 3.2.2.1. Echantillon 01

La texture est limoneuse argileuse. Le taux de calcaire de 17, 25 (classe de 15%- 30%) d'après **Duchauffour (1970)**, le sol étudié est calcaire. La matière organique de 0.62 % est inférieure à 1 %, un sol pauvre d'après **Baize, (2000)**.

La valeur du pH est de 7,80 (classe de pH7.4 à 7.80), le pH est légèrement alcalin (tableau 11).

La CE de cet échantillon est de 1002  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , sol est légèrement salin. Il peut y avoir un effet sur le rendement dans le cas des cultures très sensible eu sels.

### 3.2.2.2. Echantillon 02

La texture est limono-argileuse, le taux de calcaire est de 18,32% (classe de 5 % à 15 %), le sol étudié est moyennement calcaire (voir tableau 12).La matière organique est de 0.63 %, donc inférieure à 1 %, le sol P02 est pauvre en matière organique. La valeur du pH est supérieure à 7.8le pH est alcalin (voir tableau 11).

D'après l'échelle de la salinité du sol (tableau 13), on conclue que le sol P02 est légèrement salé, il y a un effet sur le rendement sur les cultures très sensibles au sel (ce qui n'est pas le cas des céréales qui sont répandus dans la zone d'étude).

### 3.2.2.3. Echantillon 03

Pour les sols P03 et P04, vraisemblablement, nous nous trouvons dans une autre entité pédologique de par la différence dans la plus part des paramètres physico-chimiques par rapport aux sols P01 et P02 (surtout texture et taux de calcaire).

La texture est argileuse. Le taux de calcaire est de 13,12 % (entre **5 % et 15%**) le sol étudié est moyennement calcaire (voir tableau 12). La matière organique est de 0.81 %, ce taux est inférieure à 1 %, ce sol est pauvre en matières organiques.

Le pH de 7,58 (classe des pH de **7.4 à 7.80**), est légèrement alcalin (voir tableau 11).

D'après le Tableau 13 (échelle de la salinité du sol) nous pouvons dire que ce sol est légèrement salé, il peut y avoir un effet sur le rendement (une diminution du rendement des cultures très sensible eu sel)

### 3.2.2.4. Echantillon 04

La texture est argileuse avec un taux élevé en argile (>40%). Le taux de calcaire est de 10% (**5 % - 15%**) le sol étudié est moyennement calcaire (voir tableau 12).

La matière organique est de 0.83 % toujours inférieure à 1 %, un sol pauvre (**Baize, 2000**). Le pH est de 7,57 compris entre **7.4 et 7.8**, le pH est donc légèrement alcalin (voir Tableau 11).

D'après le tableau 13 (échelle de la salinité du sol), ce sol a une légère salinité.

Le diagnostic de la teneur en azote dans le sol nous permet de contrôler le devenir de l'engrais apporté et s'il ya un surdosage par rapport aux besoins de la culture.

La majorité des sols agricoles de la zone de Ammari sont utilisés pour la multiplication des céréales et l'utilisation des engrais minéraux est très répandu et intensivement depuis des années. Le MAP est un engrais de fond qui apporte les besoins en N sous forme ammoniacale et du phosphore. Avec la rareté des pluies au courant de cette campagne 2019/2020, le rendement est faible de 10 à 12 Qx/ha pour le blé et l'orge, une moyenne de 9Qx/ha pour toute la wilaya de Tissemsilt. (SDA Ammari).



# **Conclusion Générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Au terme de cette étude, nous avons effectué des analyses physico-chimiques des sols et de l'eau dans une zone céréalière de la wilaya de Tissemsilt. Et ceci, dans le but d'essayer d'estimer les risques de pollution de l'environnement par la fertilisation azotée en fonction des paramètres essentiels. Cette étude a comporté deux volets:

Le premier volet avait pour but d'évaluer la qualité des eaux souterraines dans la zone désignée durant la période du printemps de 2020. L'analyse a concerné les paramètres physico-chimiques : T°, PH, Conductivité électrique, la turbidité, les nitrates, les nitrites et l'ammonium.

Les résultats ont montrés quelques anomalies de par la turbidité (eau trouble) et un excès d'azote (nitrites élevés et ammonium à la limite de la norme). Le pH, la conductivité électrique, la température et les nitrates sont dans les normes. Ceci dit, cette eau est à la limite de la potabilité, et on devrait chercher les raisons réelles de ces teneurs excessives. Es ce que l'origine est une intrusion des eaux usées ou un excès de l'utilisation des engrais azotées.

Le deuxième volet a consisté à l'étude des sols à travers des analyses physico-chimiques. Ceux-ci ont aboutit a quelques conclusions dont l'alcalinité non prononcée (pH > 7,5), cette tendance est favorable pour des terres qui sont toujours soumises à une fertilisation minérale car elle s'oppose au risque d'acidification du milieu édaphique.

La texture des sols est limono- argileuse et argileuse. L'excès de limon et d'argile peuvent provoquer la formation d'une structure massive, accompagnée de mauvaises propriétés physiques. D'un autre coté , les fertilisants azotés sont plus retenus par le sol , cette texture évite le lessivage des nitrates en cas d'excès, et pour améliorer la fertilité du sol , il suffit de rajouter des apports supplémentaires d'humus.

On enregistre une conductivité électrique qui varie entre 500 à 1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , donc il n'y a pas de problème de salinité apparent du moins, pour les cultures céréalières.

Enfin, Ce travail nous a permis de connaître les propriétés physico-chimiques des sols et des eaux ainsi que de nous familiariser avec les techniques d'échantillonnage et les méthodes d'analyses.

Dans le but de préserver notre environnement immédiat contre tout risque de pollution il est primordiale de faire le contrôle régulier et périodiques des eaux souterraines surtout destinées à l'utilisation humaine par des analyses afin de s'assurer de sa potabilité et intervenir en tant voulu pour identifier l'origine de sa pollution en cas d'anomalies.

## **Conclusion générale**

---

De même, un suivi technique des exploitations agricoles utilisant les engrais surtout azotés devrait être renforcé par des analyses au moins chaque fin de campagne ou avant la fertilisation pour éviter le surdosage qui pourrait nuire non seulement à la plante cultivée mais aussi à l'équilibre minérale du sol et qui entrainerait la pollution des nappes à plus ou moins long terme.

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

1. ADE. (2013): Algérienne des eaux. Laboratoire de Tissemsilt. Protocole Analyses Physico-chimiques Et Bactériologiques Des Eaux : 4-16
2. ANDI. (2013): Agence National De Développement Et Investissement, Année 1979.
3. ANONYME. (2010): Les engrais. Encyclopédie libre 5 p.
4. ANONYME. (2003): Les engrais et leurs applications. Précis à l'usage des agents de vulgarisation agricole. 04em éd. FAO, IFA et IMPHOS. Rabat. 77 p.
5. ASMIDAL. (2004) L'année 2003 par les chiffres. ASMIDAL infos 22 Janvier.
6. BADO B.V (2002): Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Bourkina Faso .thèse de PhD. Université Laval canada.
7. BAIZE, D. (2000): Guide des analyses en pédologie, 2nd Ed. France, INRA Editions. 257 P.
8. BAKER J. H. (2000). The Oxford Companion to the Earth: environmental toxicology. Ed Paul Hancock and Brian J. Skinner. Oxford University Press. Oxford Reference Online. Oxford University Press.
9. BANERJEE S. (1959) : Etude chimique des sols salés sur la zone BENGAL Occidentale, UNESCO, programme de recherches sur la zone tropicale humide, State Agricultural Research Institute. 24 pages
10. BAROUCHE S. ET BOULARAS S. (2014) : Évaluation de l'effet de deux fertilisants chimiques et d'un biofertilisant sur la croissance végétative du pois chiche. Mémoire de master Université de Bourg Bordj Arreridj. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers.20p.
11. Bliefert C., et Perraud R., (1997) : Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. 1<sup>ère</sup> éd. Espagne. 477p.
12. BÈLANGER, G., N. Z IADI, J.R. WALSH,
13. J.E. RICHARDS et P.H. MILBURN. (2003). J. Environ. Qual. 32 : 607-612.
14. BOUFFARD, V. (2000): Milieux humides artificiels pour l'amélioration de l'efficacité de traitement des eaux usées domestiques d'une petite municipalité. p.150.

## Références bibliographiques

---

15. BOUCHESEICHE C., CREMILLE E., PELTE T&POJER K. (2002) : Pollution toxique et écotoxicologique : notions de base. Guide technique N°7. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Montpellier(France).
16. BONNEAU, M., SOUCHIER, B. et coll. (1979) : Pédologie; 2, Constituants et propriétés du sol, Paris, Masson, XVIII et 459 p.
17. BOYER (1982):Insights into Late Embryogenesis Abundant (LEA) Proteins in Plants: From Structure to the Function Auteur : Adela gloday 26/11/2014.
18. BREMNER, J.M., BREITENBECK, G.A.ET J.M.BLACKMER. (1981) : Soil microbiological and biochemical properties affected by plant growth and different long-term fertilisation. European Journal Of Soil Biology. 42: 1-12.
19. CALVET G. ET VILLEMIN P. (1986) : Interprétation des analyses de terres. Ed. SCPA, 25p.
20. CALVET R. (2000) : Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83-90.
21. CAPBLANCQ ET AL. (2002):Evaluation of redundancy analysis to identify signatures of local adaptation, May 2018, Molecular Ecology Resources.
22. CHAFI M. (2010) : vicia faba L., un engrais pour la réhabilitation des zones marginalisées (zone arides et semi-arides) algériennes. Thèse de doctorat. Université d'Oran, 156p.
23. CHASSIN P., BAIZE D., CAMBIER PH. & STERCKEMAN T. (1996) : Les éléments traces métalliques et la qualité des sols : impact à moyen et à long terme. Forum « le sol un patrimoine menacé ?». Paris (France), 297-303.
24. CLAUDE A. (1973) :L'Entraide agricole dans la Chine du Nord précommuniste, Description .Bibliogr. p. 149.Édition : Paris : Publications orientalistes de France.
- DRH. (2015) : Direction des ressources hydriques de tissemsilt
25. DUTHIL J. (1973) : Elément d'écologie. Ed JB. Baillère Tome III.
26. DUCHAUFOR. P. H. (1970) : Précis de Pédologie. Eds, Masson, Paris
27. DOMMARGUES Y. et MANGENOT F. (1970) : Ecologie microbienne du sol. doc n°06. Paris. édition Masson, 1970, 769 p.
28. DOUAFER ET SOLTANI. (2009) : Evaluation de la pollution des sols de quelques biotopes

## Références bibliographiques

---

- de l'est algérien par l'utilisation d'un bioindicateur, *Helix aspersa* (Mollusca, Gasteropoda): inventaire, activité enzymatique et composition physico-chimique du sol. Mémoire de magister. université BADJI MOKHTAR – ANNABA. 45p
29. ESHIGHI et MALAYRI B., (1995) : Décontamination des sols contenant des métaux lourds à l'aide de plantes et de microorganismes. Thèse de Doctorat. Université de Nancy1 (France).
30. FAO. (1987): Thematic Evaluation of aquaculture. Joint study by UNDP, Norwegian Ministry.
31. FAO. (2005) : Utilisation des engrais par culture en Algérie, 43 p. FAO Rome, Italie.
32. FDIL F. (2004) : Etude de la biodégradation des Herbicides chlorophenoxy alcanoniques par des Procédés photochimiques et électrochimiques, applications environnementales. Thèse de Doctorat. Université de Marne-La-Vallée (France).
33. FERTECON.(2007): yara Fertilizer industry handbook.october 2018.
34. FRANÇOIS R. (2008) : Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, Edition DUNOD, Paris, 1152 pages
35. GAAMOUNE S. (2010) : Le rôle des biofilms d'algues dans les traitements biologiques des eaux. Mémoire de magistère. Université Ferhat Abbas-Stif. 11-14p.
- GHOUAR W. (2006) : Effet du cumul de pluie hivernale sur la réponse du cultivar
36. « Waha » (*Triticum durum* Desf.) à la fertilisation azotée. Thèse. Mag. Agro. Batna. 66p.
37. HERVÉ C. (2013): Indicateurs de l'évolution de la fertilité physique des sols en jachère sur les hauts plateaux boliviens : questions de méthodes. January 1995 Authors: Dominique Hervé.
38. KASSIM C. (2004) : Etude de La qualité Physico-chimique et Bactériologique de l'eau des Puits de Certains quartiers du district de Bamako » 2004-2005.
39. LALANNE F. (2006) : Etude des potentialités du lavage biologique pour le traitement d'un mélange complexe de composés volatils. Thèse de Doctorat. L'université de Pau et des Pays de l'Adour (France).
40. LHOUSSAIN M. (2000) : Les engrais minéraux caractéristiques et utilisations, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 72, p.p.1-4. 1287-1293.

## Références bibliographiques

---

19. MAKHLOUF .A (2015) : Analyse Entrée-sortie des déchets : Analyse de cycle de vie des fertilisants produits En Algérie. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.38p.
20. MARIE L, (1992) : Identification des paramètres du cycle de l'azote qui conditionnent la fiabilité d'un modèle simulant le lessivage des nitrates. Université de Québec 2800, rue Einstein.09-13p.
21. MATHIEU C. et PIELTAIN F. (2003) : Analyse chimique des sols. Edition tech et doc. Lavoisier. Paris. Pp 65-66.
22. MERIDJA O., (2008) : Etude de l'influence des matières organiques (paille, engrais vert) et d'un engrais (Urée) sur la dynamique de l'azote (minéralisation, pool organique) dans un sol brun calcaire de la région de Batna - Incidence sur le comportement d'une graminée fourragère 'Lolium Multiflorum' (biomasse minéralomasse).mémoire de magister. Université EL HADJ LAKHDAR de Batna, 13p.
23. MIHOUB A, (2008) : Effet de la fertilisation phosphatée sur la nutrition azoté et la productivité d'une culture de blé dur (*Triticum durum*l.var.carioca dans la région d'El-Goléa) Mémoire de Magister. Université de Kasdi- Merbah Ouargla.27p.
24. MOTROT-GAUDRY .J.F, (1997) : Assimilation de l'azote chez les plantes Aspects physiologique, biochimique et moléculaire Edition.Jean-François Morot-Gaudry.422p
25. NOUMEUR S, (2008) : Biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote tellurique de la région de Hamla (Batna).Mémoire de magister. Université MENTOURI Constantine. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.74p
26. POWEL J. M and Mohamed S,(1987): Nitrogen and phosphorous transfer in croplivestock system in West Africa.Agric. Syst 25: 261-277.
27. RAMADE R. (2000) : Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ediscience international. Paris(France), 58-365
28. SALHI S JEAUN T ; MOHAMED YASSINE. (2009) : La compréhension et la participation des acteurs peuvent-elles apporter une contribution aux politiques de préservation de l'environnement.n°111.p
29. SIMON H. CODACCIONI P. et LECOEUR X. (1989) : Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui. Ed Lavoisier Paris. 333p.

## Références bibliographiques

---

30. SOLTNER. (2003) : Les bases des productions végétales. Ed 23ème T1 : le sol et son amélioration 464p.
31. SOUFIA, f (2018) : Enquête sur l'utilisation des engrais minéraux dans la région du souf.Mèmoire de Master. Université El chahid hamma Lakhdar El oued.16-20p.
43. STEVENSON J F. (1984): Humus Chemistry, genesis, composition, reactions.JokhnWiley& son, New York.
32. STENGEL P.ET GELIN S., (1998) : Sol interface fragile Ed. INRA- Paris. 213p.
33. SHAVIV et MIKKELSEN (1993):Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation - A review February 1993Nutrient Cycling in Agroecosyste
34. USSL (1954) : US Salinity Laboratory.Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. US Department of Agriculture Handbook, No. 60, 160 p
35. USSL (1981): Minimizing salt in return flow through irrigation management. Final report - interagency project n° EPA- EAF-D6 0370
36. VIALA A. (1998) : Eléments de toxicologie. Ed. Médicales Internationales. Lavoisier-Paris. 521p
37. VILAIN M. (1989) : La production végétale. Vol 2 : La maîtrise technique de la production. Ed. JB. Baillère.



## Glossaire

---

### Glossaire:

**Engrais:** Sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinées à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. L'action consistant à apporter un engrais s'appelle la fertilisation. Les engrais font partie, avec les amendements, des produits fertilisants. La fertilisation se pratique en agriculture et lors des activités de jardinage. Les engrais furent utilisés dès l'antiquité, où l'on ajoutait au sol, de façon empirique, les phosphates des os, calcinés ou non, l'azote des fumures animales et humaines, le potassium des cendres.

**Environnement** : est défini comme l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins, ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques et sociologique) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines »

**Eutrophisation:** Enrichissement d'une eau aux sels minéraux (nitrates et sulfates, notamment), entraînant des déséquilibres écologiques tels que la prolifération de la végétation aquatique ou l'appauvrissement du milieu en oxygène (certains rivières, lacs, étangs...).

**Lessivage:** Dans un sol, migration d'argile ou le limon vers un horizon inférieur sous l'action des eaux météoriques.

**Minéralisation:** C'est une décomposition de la partie organique d'une matière qui contient également une partie minérale. Par exemple : le compostage et la combustion.

**Nappe phréatique:** Se dit d'une nappe aquifère, imprégnant des roches, formée par l'infiltration des eaux de pluie et alimentant des puits ou des sources.

**Norme:** Désigne un état habituellement répandu ou moyen considéré le plus souvent comme une règle à suivre.

**Pollution:** La pollution désigne la dégradation d'un biotope par l'introduction, généralement humaine, des substances chimiques ou organiques.

**Texture:** La texture d'un sol correspond à la répartition dans ce sol des minéraux par catégorie de grosseur (en fait, diamètre des particules supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. La texture du sol ne tient pas compte du calcaire et de la matière organique.

# **Annexes**



pHmetre



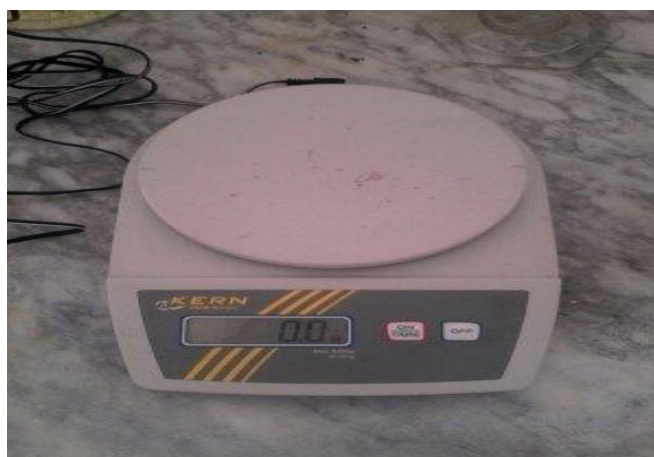
calcimetre



spectrophotometre



Turbidimetre



Balance





## **Résumé :**

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. L'objectif principal de cette présente étude a consisté à évaluer la qualité de l'eau de source qui a été analysée pour détecter une possible pollution. Les paramètres analysés sont le pH, la T°, la turbidité, la conductivité électrique, les nitrates, les nitrites, et l'ammonium. Plus une identification des sols agricoles qui sont fertilisés (la granulométrie, le taux de matière organique, le pH, la CE et le calcaire).

**Mot clé :** qualité de l'eau, fertilisation, analyse du sol.

## **الملخص**

الماء هو العنصر الأساسي للحياة و من الثروات اللازمة لجميع النشاطات البشرية و هو تراث الأمة . كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم جودة مصدر المياه التي تم تحليلها لاحتمال التلوث. المعلمات التي تم تحليلها هي الأس الهيدروجيني درجة الحرارة، التعكر ، التوصيل الكهربائي ، النترات ، النتريت ، والأمونيوم. بالإضافة إلى دراسة التربة الزراعية التي تزود بالأسمدة (التحليل الحبيبي, نسبة المواد العضوية ، الرقم الهيدروجيني, نسبة الملوحة و معدل الكلس).

الكلمة المفتاحية: نوعية المياه ، التسميد ، تحليل التربة.

## **Abstract**

Water is a natural element essential for life. It is a wealth necessary for all human activities, and constitutes the heritage of a nation. The main objective of this present study was to assess the quality of the source water which was analyzed for possible pollution. The parameters analyzed are pH, temperature, turbidity, electrical conductivity, nitrates, nitrites, and ammonium. Agricultural soils that are fertilized were identified and some parameters were analyzed (grain size, organic matter content, pH, electrical conductivity and limestone).

**Key word:** water quality, fertilization, soil analysis