

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

Présenté par :

BENCHEIKH GHEZIE

CHAALAL SOUMIA

Thème

***Impact de la fertilisation sur la pollution des sols
Cas de la commune de RAHOUIA***

Soutenu publiquement le :/2022

Jury :

Président : DAHMANI Walid

Encadrant : BERRAYAH Mohammed

Co-encadreur: OMAR Amina

Examineur : MOKHFI Fatima

Examineur invité : CHADLI Souhila

Année universitaire 2021-2022

DEDICACES

Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu

De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à dédier cet humble travail à :

A mes chers parents Bncheikh M'hamed et Khiati M'barka, pour tous leurs sacrifices, leurs amours, leurs tendresses, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui m'ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions

A mes chers frères Amine et Mohamed, pour leur appui et leur encouragement.

A mes chers sœurs Houria, chaima, Nassira et Mesouda pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A ma chère grands mère: Bencheikhgheziel pour tous leurs prière.

A mes chers amis fidèles : Imane , soumia , Ahlem, Amel , kheira, Zohra, omniya .

À ma chère Fatima, qui s'est toujours tenue à mes côtés et m'a souhaité du succès.

A mes chers enfants de la famille que j'aime , Ritadj, Yasmine, Rayan et Anis.
A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

DEDICACES

A ma très chère maman

Quoi que je fasse ou que je dise, ton affection me couvre at. ta bienveillance me guide
et ta présence à mes cotes a toujours été ma source de force pour affronter les
différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes cotes pour me soutenir et m'encourager.
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chers frères

HOUCINE , Narimene, Abed Nour

Puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite

Aux Familles CHAALAL , GASMI et Feghoul

Remerciements

Louange à Dieu, maître de l'univers pour toutes ses bontés pour la science qu'Il nous a enseigné, pour la fois qu'Il sème dans nos cœurs et pour sa miséricorde. Paix et salut à notre premier éducateur le prophète 'Mohamed' pour la simplicité et la bonté de ces paroles.

A l'issue de la réalisation de cette étude, nous sommes convaincus que le projet de fin d'études est loin d'être un travail solitaire. En effet, nous n'aurons jamais pu réaliser ce travail sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de notre recherche nous n'ont permis de progresser dans cette phase.

Nous tenons tout d'abord à adresser nos profonds remerciements à notre encadreur Monsieur BERRAYAH Mohamed & Mme OMAR Amina de nous avoir confié un sujet de recherche précieux et passionnant qui s'inscrit parfaitement dans notre spécialité.

Nous tenons à leur témoigner toute notre gratitude pour leur aide précieuse, leur amabilité. Leur encouragement et leur soutien nous ont grandement aidé à l'achèvement de ce travail.

Nos plus vifs remerciements s'adressent aux membres du jury, Monsieur DAHMANI Walid et Madame MOKHFI Fatima, qui nous ont honoré par leur présence et leur amabilité et d'avoir accepté d'examiner et évaluer notre travail.

Nous remercions plus particulièrement Mr Koulala Toufik propriétaire de la parcelle expérimentale. On le remercie vivement pour sa disponibilité et les moyens qu'il a mis à notre disposition tout le long des différentes phases de l'étude.

Nos remerciements s'adressent également au personnel du laboratoire eau et sol de la faculté SNV pour leur aide et collaboration pour la réalisation des différentes analyses des échantillons du sol prélevés.

Que Madame Chadli Souhila trouve notre gratitude et nos vifs remerciements pour les différents contacts qu'elle nous a assurés auprès du laboratoire de l'Institut National Sol Irrigation Drainage (INSID) de Chellala pour effectuer le dosage des différents éléments chimiques.

Enfin nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de cette étude notamment monsieur Tamim, qu'ils trouvent ici l'expression de nos sincères sentiments.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 1 : classification botanique du blé dur.....	10
Tableau N° 2 : Amplitude thermique et type du climat des deux périodes	29
Tableau N° 3 : Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations	30
Tableau N° 4 : Indice d'aridité de De Martonne.....	30
Tableau N° 5 : Répartition des cultures céréalières	33
Tableau N° 6 : Répartition des légumes secs.....	33
Tableau N° 7 : Répartition des fourrages.....	33
Tableau N° 8 : Les résultats d'analyse de la conductivité électrique	35
Tableau N° 9 : Echelle d'interprétation de carbonates	38
Tableau N° 10 : Les résultats du dosage du calcaire total	39
Tableau N° 11 : Classification des taux de MO (%).....	40
Tableau N° 12 : les résultats d'analyses de la matière organique.....	40
Tableau N° 13 : les résultats d'analyses de phosphore et de l'azote	42
Tableau N° 14 : Normes de dosage du phosphore.....	43

LISTE DES FIGURES

Figure N°1 : Triangle de texture	7
Figure N° 2 : Le cycle de développement du blé.....	11
Figure N°03 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret.....	23
Figure N°04 : Situation de la commune de Rahouia dans la Wilaya de Tiaret	24
Figure N 05 : Situation de la parcelle expérimentale.....	25
Figure N° 06 : Les régions naturelles de la wilaya de Tiaret.....	26
Figure N° 07 : Carte lithologique de la wilaya de Tiaret	27
Figure N° 08 :Réseau hydrologique de la région de Tiaret	28
Figure 09 : Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussens. (Ancienne période et nouvelle période)	31
Figure N° 10 : Climagramme pluies thermique d'Emberger(Q2)	32
Figure N° 11 : Préparation des échantillons après prélèvement	35
Figure N° 12 : : Manipulation des échantillons au laboratoire	36
Figure N°13 : Mesure de la conductivité électrique au niveau du laboratoire.....	38
Figure N° 14 : Mesure du calcaire total (Calcimètre de Bernard)	39
Figure N°15 : Dosage du carbone organique	41

LISTE DES ABREVIATIONS

P : pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°c).

I : Indice d'aridité.

DSA : Direction des services agricole

CFT : Conservation des forets de la wilaya de Tiaret

Q₂ : Coefficient pluviométrique d'Emberger

ONS : Office National des Statistique

N : Azote

P : Phosphore

K : Potassium

A : Argile

S : Sable

L : Limon

H : Humidité

PF : Poids frais

PS : Poids sec

CE : Conductivité électrique

Ca : Calcaire

C : Carbone

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciement	
Listes des tableaux	
Listes de figures	
Listes des Abréviations	
Introduction.....	1
Première partie : Recherche bibliographique.....	3
Chapitre 1 : Généralités sur les sols et quelques notions de pédologie.....	4
Définition	5
1.2. Eléments constitutifs du sol	5
1.2.1. Constituants minéraux	6
1.2.2. Constituants organiques	7
CHAPITRE II : Généralités sur la céréaliculture et la culture du blé.....	8
2.1. Importance des céréales	9
2.2. La production céréalière.....	9
2.3. La consommation.....	9
2.4. La culture du blé	10
2.4.1. Classification botanique.....	10
2.4.2. Appareil végétatif et cycle biologique	11
2.4.3. Exigences pédoclimatiques du blé	12
2.4.3.1. Température	12
2.4.3.2. Eau	12
2.4.3.3. Sol	12
2.4.3.4. Elément nutritifs.....	13
Chapitre III : Principaux types de fertilisants et leurs Impacts sur la pollution des eaux et du sol	14
3.1. Les principaux types de fertilisants.....	16
3.1.1. Fertilisation azotée	16
3.1.2. Fertilisation phosphatée	17
3.1.3. Fertilisation potassique	17
3.2. Impact de la fertilisation sur la pollution du sol	18

Deuxième partie : Partie Experimentale.....	21
Chapitre IV. Présentation et caractérisation de la zone d'étude.....	22
4.1. Localisation géographique.....	23
4.2. Relief et géomorphologie	25
4.3. Lithologie et pédologie.....	26
4.4. Hydrologie	27
4.5. Climat	28
4.5.1. Les facteurs climatiques	28
La pluviométrie.....	29
La température	29
4.5.2. Synthèse bioclimatique	30
4.5.3. Indice d'aridité de De Martonne	31
4.5.4. Le quotient pluviothermique d'Emberger.....	32
4.5.5. Activités économiques	34
4.6. Etude pédologique.....	34
4.6.1. Prélèvements et analyses des échantillons	35
4.6.2. Analyses et résultats.....	35
4.6.3. Analyses physiques.....	35
4.6.4. Les analyses chimiques	37
4.6.5. Le dosage de l'azote et du phosphore.....	41
Conclusion générale.....	44
Référence bibliographique	48

***Introduction
générale***

introduction

Introduction

En agriculture, les engrais chimiques sont administrés en vue d'augmenter le rendement des cultures. Ils sont responsables d'une pollution massive des sols, mais ont pour la plupart des effets secondaires souvent indésirables et sont par conséquent, la cause majeure de pollution des eaux souterraines, principaux réservoirs d'eau potable.

Les végétaux et le sol transforment les engrais en nutriments utiles, mais certains des sous-produits de cette transformation sont des gaz à effet de serre : dioxyde de carbone (CO₂), oxyde nitreux (N₂O) et méthane (CH₄) (**Duchaufour.,2009**) .

La pollution des sols provoque une réaction en chaîne. Elle altère la biodiversité des sols, réduit la matière organique du sol et la capacité des sols à agir comme un filtre. Elle contamine l'eau stockée dans les sols et les eaux souterraines, et provoque un déséquilibre des éléments nutritifs présents dans les sols.

De nos jours l'homme est devenu le facteur majeur de dégradation des écosystèmes (Bouffard, 2000) . L'accroissement des populations et une demande de plus en plus croissante et accrue sur les produits agricole ont contribuer davantage à ce rythme de dégradation en induisant un usage d'engrais de plus en plus important pour l'accroissement des productions.

De cette fait, cette situation est devenue préjudiciable et nécessite la contribution de tout un chacun pour réduire et atténuer cette tendance par le développement d'une agriculture durable qui vise la préservation des ressources en eau et en sol.

Dans ce cadre notre étude constitue une contribution à la connaissance de l'impact de la fertilisation et l'usage abusif des engrais sur la pollution des sols et les nappes phréatiques. Notre choix a porté sur une parcelle agricole de la commune de Rahouia exploitée durant plusieurs compagnes agricoles par des céréales, plus particulièrement le blé dur.

Afin de mener à terme ce travail, nous avons adopté la méthodologie suivante :

- Une partie bibliographique qui donne :
 - Un aperçu général sur les sols agricole et leurs principales caractéristiques.
 - Des généralités sur les céréales notamment le blé dur, sa classification et ses principales exigences pédoclimatiques
 - Intérêt de la fertilisation et ses principales répercussions sur l'accroissement des cultures et la pollution des sols et des eaux
- Une partie expérimentale qui :
 - Décrit les principales caractéristiques de la zone d'étude et la parcelles expérimentale

introduction

- Le suivi de l'itinéraire technique de la culture du blé dans la parcelle du semis jusqu'à la récolte
- L'étude de quelques paramètres pédologiques du sol de la parcelle expérimentale
- Le dosage de trois types d'éléments fertilisants utilisés notamment l'azote le phosphore et le potassium.
- Interprétations des résultats avec les normes admises ainsi que certaines caractéristiques physico-chimiques de certains puits aux alentours de la parcelle

Enfin une conclusion qui fait la synthèse sur notre étude avec quelques recommandations et perspectives en vue de montrer les effets positifs que négatifs de l'apport des fertilisants et leurs répercussions sur la pollution des sols.

Partie
Bibliographique

Chapitre 1

*Généralités sur les sols et
quelques notions de pédologie*

1. Définitions

Le sol est la couche la plus externe de la croûte terrestre résultant de l'interaction entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère. Il est le matériel plus ou moins friable où les plantes, au moyen de leurs racines, trouvent leur nourriture et leurs conditions de croissance (HILCARD. 1914).

Demolon (1932) a défini le sol comme étant « la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants. Le sol est vivant, il autorise la coexistence de très nombreux organismes de tailles très diverses et fait du sol un réservoir unique de biodiversité microbienne, animale et végétale. Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche mère, dégradée et enrichie en apports organiques par les processus vivants de pédogenèse. Le sol est une ressource naturelle, peu ou lentement renouvelable. On différencie le sol de la croûte terrestre par la présence significative de vie.

Du point de vue écologique, le sol est un habitat et un élément de l'écosystème qui est le produit et la source d'un grand nombre de processus et interactions chimiques, biochimiques et biologiques (Ramade, 2001).

1.1. Les éléments constitutifs du sol

Le sol est constitué d'une fraction solide (composée de matières minérales et de matières organiques, cette fraction est insoluble dans l'eau), d'une fraction fluide (solution du sol contenant les éléments minéraux sous forme d'ions ou de molécules), et d'une fraction gazeuse (appelée atmosphère du sol, porosité, aération etc.)

En moyenne, la phase solide (constituée à de plus de 95 % par la fraction minérale) occupe 40 % (sol très fragmenté) à 70 % (sol très compacté) du volume du sol, le reste correspondant à la phase fluide (liquide et gazeuse). Les proportions des phases gazeuse et liquide dépendent de l'hydratation du sol. La fraction minérale solide représente 93 à 95 % du poids total du sol.

1.2.1. Les Constituants minéraux

La fraction minérale représente l'ensemble des produits de l'altération physico-chimique de la roche mère. Elle est composée d'une fraction grossière (éléments grossiers) et d'une fraction fine (terre fine).

On peut classer les constituants minéraux par taille du diamètre. On considère ainsi :

- **Les éléments grossiers** (diamètre supérieur à 2mm)

De 2 à 20 mm : graviers,

De 20 mm à 75 mm : cailloux,

De 75 mm à 250 mm : pierres,

> 250 mm : blocs.

- **La Terre fine** (diamètre inférieur à 2 mm)

Particules < 2 μ : argile,

Entre 2 et 50 μ : limon,

Entre 50 et 200 μ : sable fin,

Entre 200 et 2000 μ : sable grossier.

Les particules dont le diamètre est supérieur à deux micromètres (les graviers et cailloux, les sables, les limons) constituent le squelette du sol (élément sableux). Cette fraction est sans intérêt immédiat pour les plantes, mais y est primordiale pour la porosité. Elle finira par se transformer en fraction fine par altération.

Les particules dont le diamètre est inférieur à 2 μ m (argile et oxyde de fer et d'alumine) sont biologiquement et chimiquement actives. Elle est constituée des colloïdes minéraux du sol.

La texture du sol :

La texture est définie par les proportions relatives (%) de particules argileuses, limoneuses et sableuses qui constituent la terre fine du sol. Elle peut être appréciée au toucher sur terrain ou déterminée au laboratoire (analyse granulométrique) où l'échantillon de sol subit divers traitements notamment:

- Tamisage afin d'éliminer le squelette (fractions > 2 mm),
- Destruction de la matière organique,
- Destruction du calcaire,
- Dispersion et agitation afin de démonter les agrégats,
- Sédimentation différentielle et séparation des différentes fractions,
- Dessiccation, tamisage et pesée des différentes fractions.

Les classes de texture peuvent être délimitées graphiquement dans un triangle dont chaque côté soutient une échelle graduée (argile, limon ou sable).

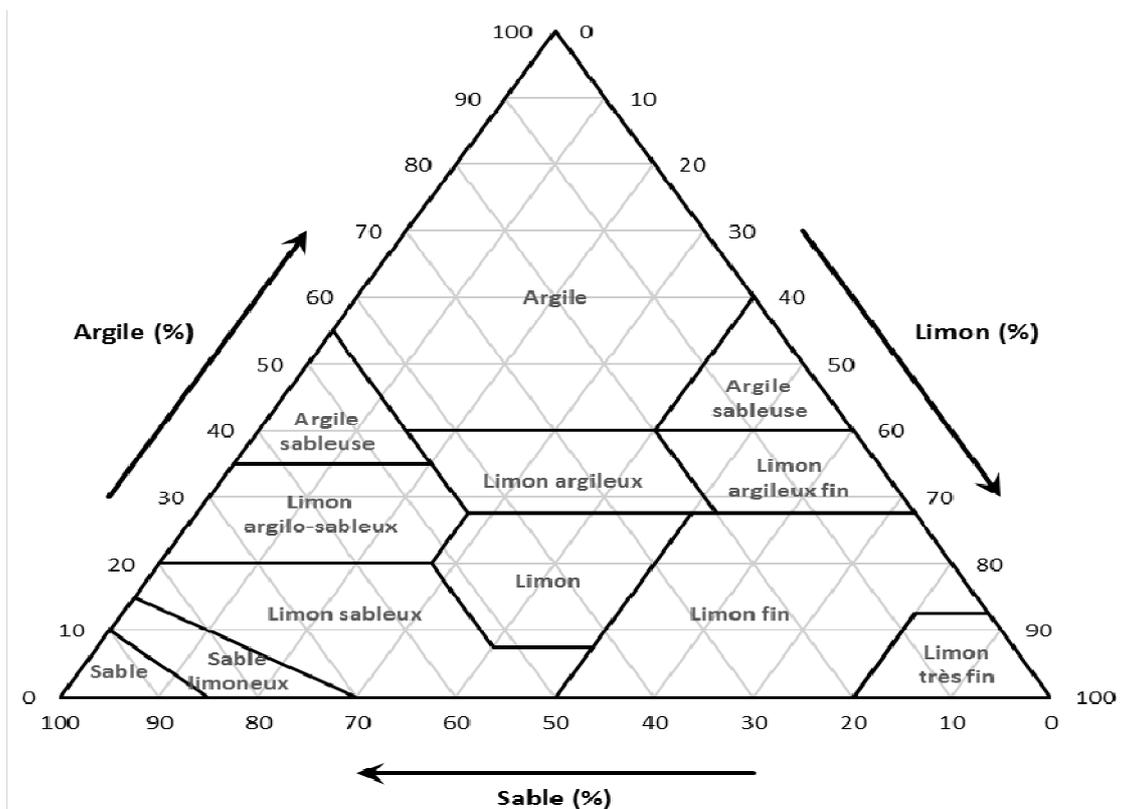


Figure N° 01 Triangle de texture

1.2.2. Les Constituants organiques

La matière organique du sol peut être définie comme une matière carbonée provenant de la décomposition et du métabolisme des êtres vivants végétaux, animaux et microbiens (fongiques, bactériens).

Chapitre 02

*Généralités sur la
céréaliculture et la culture du
blé*

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de la base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement en Afrique et dans les pays maghrébins. La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie. (Djermoun, 2009).

2.1. Importance des céréales

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière générale à travers toutes les phases ou processus de cette filière. (Djermoun, 2009). A coté de l'Egypte, l'Algérie est considérée parmi les Pays les plus consommateurs de blé en Afrique et le monde arabe (FAO, 2017).

2.2. La production céréalière

La production des céréales, jachère comprise occupe entre 60 à 70 de de la superficie agricole utile (SAU) du pays. Les superficies emblavées annuellement en céréales se situent entre 3 % à 3.5 millions d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures.

Pour le cas de l'Algérie, cette filière demeure toujours étroitement tributaire et liées aux conditions climatiques. Les zones les plus réputées pour la production des céréales sont les zones de hauts plateaux notamment Sétif , Bordj Bouariridj Guelma et Tiaret.

Du point de vue socioéconomique, elle génère une main d'œuvre estimée à plus de 500 000 emplois permanents et saisonniers (Ministère de l'agriculture, 2019).

2.3. La consommation

L'Algérie est classée parmi les pays les plus consommateurs de blé dans le monde. Elle est classée après l'Egypte en Afrique et dans le monde arabe. La consommation des produits céréaliers a été estimée à un niveau d'environ 205 Kg /ha /an. Selon Chehat (2007). Néanmoins faute de publications de donnée statistique du ministère de l'agriculture, il apparait clairement que se chiffre a été fortement revu à la hausse en raison de la croissancedémographique et l'amélioration du niveau de vie des populations.

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire national. Elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75% à 80% de l'apport protéique, de la ration alimentaire. Selon les statistiques du ministère (Avril ,2014), les disponibilités en blé représentaient un apport équivalent à 1505,5 Kcal par personne et par jour, 45,533 grammes de protéines personne et par jour et 5,43grammes de lipidespar personne et par jour.

2.4. La culture du blé

2.4.2. Définition et origine

Le blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) est une plante annuelle de la classe monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Gramineae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscet, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Le genre *Triticum* appartient à la tribu des Triticées au sein de la famille des Poacées et plus largement au groupe des angiospermes monocotylédones (Feuillet, 2000).

L'aire d'origine des blés est le proche Orient (Hervé, 1979), selon Feldman (2001) dans la zone dite du Croissant fertile, l'Irak, la Syrie et la Turquie. La diffusion du blé vers l'Europe, l'Asie et l'Afrique du Nord est très ancienne.

2.4.1. Classification botanique.

Le blé est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui sont caractérisés par des critères morphologiques particuliers. Selon Dahlgren et Clifford (1985) ont proposé la classification suivante (in Bonjean et Picard, 1990) :

La classification botanique de blé dur est détaillée dans le tableau suivant :

Tableau N°1 : classification botanique du blé dur (Feuillet, 2000)

Embranchement	Angiospermes
Sous embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumiflorales
Sous ordre	Comméliniflorales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèces	<i>Triticum durum</i> Desf

2.4.3. Appareil végétatif et cycle biologique

Le cycle végétatif du blé s'accomplit en trois phases bien distinctes. La première période végétative (ou des feuilles) débute de la germination à la fin du tallage. La période reproductrice (ou des tiges) s'étend du redressement à la fécondation. Elle apparaît au cours du tallage et regroupe la formation de l'ébauche de l'épi. La troisième période de formation et de maturation des grains est repérée de la fécondation à la maturation complète du grain. (Soltner, 2005).

Chaque phase exige une certaine quantité d'élément fertilisant en fonction de la nature du sol, des conditions climatiques et des caractéristiques variétales.

Selon **Ramade (2008)** la germination est le phénomène par lequel les graines entrent en vie végétative. Outre la germination désigne l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine mure, commence une vie active et se développe grâce à l'énergie contenue dans les réserves de la graine.

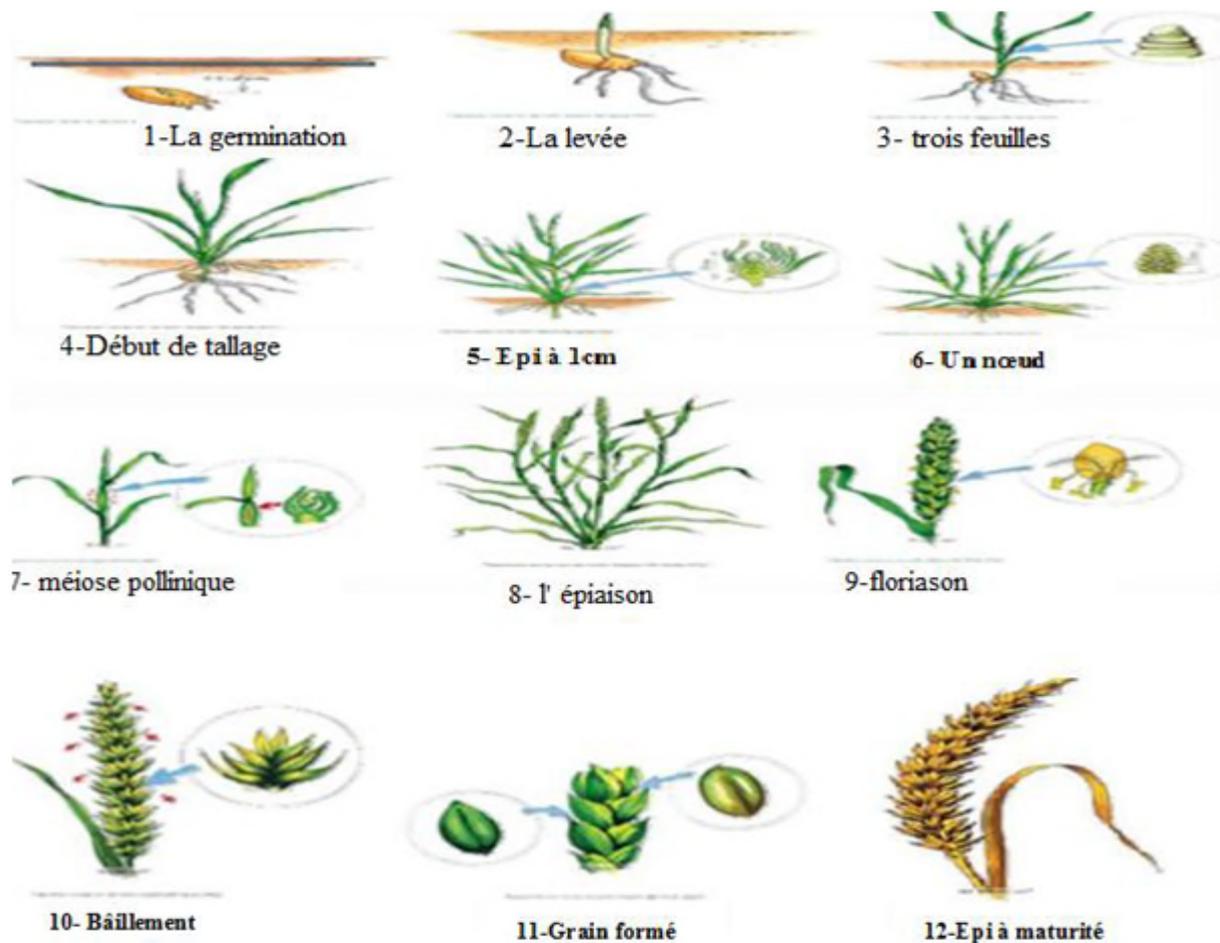


Figure N°02 : Le cycle de développement du blé (Belaid, 1996)

De son côté Ramade (2008) a résumé ces différentes phases comme suit :

- La levée
- Stade 2-3 feuille
- Stade début tallage
- Stade plein tallage
- Stade épi à 1 cm
- Stade 1-2 nœuds
- Stade méiose pollinique
- Stade épiaison
- Stade floraison
- La formation de la graine
- Le stade de Maturation

Chaque phase conditionne le niveau du rendement et de la biomasse tout le long de la saison en fonction des différents traitements opérés et la répartition des précipitations au cours de la campagne agricole ou de la saison.

2.4.4. Exigences pédoclimatiques du blé

2.4.4.1. La température

Pour une bonne germination, le blé dur a besoin d'un minimum de température de 3 à 5°C. Par ailleurs sa température optimale de développement et épanouissement se situe entre 16 et 25 °C (Belabbes, 2006).

2.4.3.2. L'eau

La culture de blé dur convient dans les zones à pluviométrie comprise entre 400 et 600 mm, les besoins en eau du blé dur sont plus importants entre les stades de développement, montaison et remplissages des grains (Belabbes, 2006). Il importe de signaler qu'en Algérie, cette culture est pratiquée dans tous les étages bioclimatiques.

2.4.3.3. Le sol

Les sols, les plus favorables à la culture du blé dur sont les sols : limono argileux, profonds (plus de 40 cm de profondeur), riches en matière organique et minérale, à PH neutre à légèrement alcalin, bien drainés et ayant une bonne capacité de rétention (Belabbes 2006). Cette situation convient parfaitement à la zone d'étude en l'occurrence, la wilaya de Tiaret qui représente l'un des principaux greniers en Algérie.

2.4.3.4. Les éléments nutritifs

Le blé a besoin d'au moins 16 éléments nutritifs pour assurer une bonne croissance et des rendements performants. Néanmoins, quatre éléments constituent des facteurs limitants pour cette culture. Ce sont le carbone, l'azote, le phosphore et le potassium.

Les plantes utilisent l'azote, le phosphore et le potassium en quantité importantes. Pour se faire, les réserves du sol en ces éléments doivent être périodiquement réapprovisionnées afin de maintenir une bonne productivité (Moughli, 2000). Néanmoins un excès de doses peut avoir des effets inverses sur la pollution des sols et les nappes phréatiques.

Chapitre 03

*Principaux types de
fertilisants et leurs Impacts
sur la pollution des eaux et du
sol*

En agriculture, les engrais chimiques sont administrés en vue d'augmenter le rendement des cultures. Ils sont responsables d'une pollution massive des sols, mais ont pour la plupart des effets secondaires souvent indésirables et sont par conséquent, la cause majeure de pollution des eaux souterraines, principaux réservoirs d'eau potable.

Les végétaux et le sol transforment les engrais en nutriments utiles, mais certains des sous-produits de cette transformation sont des gaz à effet de serre : dioxyde de carbone (CO_2), oxyde nitreux (N_2O) et méthane (CH_4).

La pollution des sols provoque une réaction en chaîne. Elle altère la biodiversité des sols, réduit la matière organique du sol et la capacité des sols à agir comme un filtre. Elle contamine l'eau stockée dans les sols et les eaux souterraines, et provoque un déséquilibre des éléments nutritifs présents dans les sols.

De nos jours l'homme est devenu le facteur majeur de dégradation des écosystèmes (Bouffard, 2000). L'accroissement des populations et une demande de plus en plus croissante et accrue sur les produits agricoles ont accentué davantage ce rythme de dégradation en induisant un usage d'engrais de plus en plus important pour l'augmentation des productions.

La situation est devenue de ce fait, préjudiciable et nécessite la contribution de tout un chacun pour réduire et atténuer cette tendance par le développement d'une agriculture durable qui vise la préservation des ressources en eau et en sol.

Le sol est un habitat hétérogène complexe pour une grande variété d'organismes qui ont de nombreuses fonctions dans l'écosystème. Il s'agit notamment de la formation superficielle du sol lâche et fragile selon la composition du sol. Elle subit souvent les interactions et les transformations induits par des processus physiques, chimiques et biologiques (Jones, 2012).

La fertilité est la qualité ou l'aptitude d'un sol à fournir en quantité et en proportion des éléments chimiques essentiels pour la croissance de la plante (Subhash, 2014). Elle se concentre sur un apport adéquat et équilibré d'éléments nutritifs pour satisfaire les différents besoins des plantes (Foth et Ellis, 1988).

Les principes de base de la fertilité du sol reposent sur la connaissance de ses propriétés physico-chimiques et leurs interactions sur la croissance des plantes. Ces dernières peuvent être toutefois modifiées par la manipulation ou le travail du sol. Elles peuvent se manifester de différentes manières par des procédures physiques et l'application de substances chimiques ou biologiques (Benton et Jones, 2012).

La fertilisation est l'un des facteurs les plus déterminants et limitant du rendement d'une culture. Sa maîtrise est essentielle pour l'amélioration de la production même lors de campagnes difficiles et en conditions de culture pluviale défavorables (terres Bour) pour permettre aux plantes une utilisation optimale de l'eau pour l'assimilation des engrais (Guennouni, 2017)

Selon (Soltner, 1986), il définit la fertilité d'un sol comme étant la résultante de ses propriétés physiques chimiques, et biologiques. Ces dernières résultent elles-mêmes des interactions entre les milieux humains, naturels et techniques. Le sol est une réserve de substances nutritives qui proviennent de l'altération de la roche mère, de la décomposition de la matière organique et de l'atmosphère.

Autrement dit, la composition de la solution étant régulée par le complexe adsorbant du sol (Védie, 2003). La fertilisation consiste alors à restituer au sol ce qu'il a perdu suite aux exportations minérales par les plantes. Les techniques de fertilisation ne se limitent pas aux apports de fumures. Elles visent également à améliorer la structure du sol par un bon drainage, une irrigation bien conduite, des travaux de sol bien conduits appropriés et effectués dans de bonnes conditions d'humidité du sol (Baldi et al, 2015).

La fertilité et l'activité biologique du sol sont préservées et augmentées par la rotation pluriannuelle des cultures, notamment pour les légumineuses et d'autres cultures d'engrais verts par l'épandage d'effluents d'élevage ou de matières organiques.

3.1. Les principaux types de fertilisants

La pratique de la fertilisation a pour objectif de satisfaire les besoins des cultures à chaque stade de sa végétation. Elle dépend de texture et la structure physique du sol, des éléments chimiques contenus dans le sol, et les caractères biologiques du sol. Pratiquement pour enrichir un sol, il faut apporter à la fois de la matière organique et des éléments minéraux. La fertilisation est donc une aptitude pour assurer la croissance des cultures et avoir de bonnes récoltes

3.1.1. Fertilisation azotée

Le blé dur est relativement exigeant en azote pour assurer une bonne croissance. Cependant des doses en excès peuvent entraîner des effets inverses que ce soit sur le sol lui-même (cas de manque de précipitations pour être assimilé), il peut être également lessivé pour polluer les eaux des nappes phréatiques (Moughli 2000).

Le blé dur a besoin d'azote juste après le semis, les phases du tallage, formation des tiges, épiaison et remplissage du grain. Les besoins en azote à l'automne sont beaucoup moins importants puisque la croissance du blé est modeste. La quantité nécessaire peut provenir des

réserves d'azote du sol ou d'un engrais de fond. Les faibles températures hivernales ont une nette influence sur la croissance du blé pour tout manque d'azote (**Moughli, 2000**).

Les doses totales moyennes d'azote recommandées au blé avec des objectifs de rendement élevés (80-90 q/ha) sont souvent comprises entre 150 et 200 kg d'azote par hectare (FAO, 2000). Ces objectifs demeurent encore loin d'être atteints en Algérie. Pour la région de Rahouia le rendement moyen durant les cinq dernières campagnes oscille autour de 40 à 45 qx/ha.

3.1.2. Fertilisation phosphatée

Les engrais phosphatés sont de diverses nature. On distingue :

- Le superphosphate simple (18% P_2O_5), issu de la réaction phosphate naturel + acide sulfurique.
- Le superphosphate concentré (25 à 35% P_2O_5), issu du phosphate naturel + acide sulfurique + acide phosphorique.
- Le superphosphate triple (45% P_2O_5), issu du **phosphate** naturel + acide phosphorique (45% P_2O_5)

Les meilleurs moments d'épandage sont tallage, montaison et remplissage du grain.

Il faut rappeler que le blé est une culture peut exigeante en phosphore (**Moughli, 2000**).

3.1.3. Fertilisation potassique

Le potassium se trouve dans des minerais contenant des mélanges de divers sels tels que chlorure de potassium, chlorure de sodium, sels de magnésium (Duchauffour ;2001).

Les différents minerais renfermant du potassium sont :

- Sylvinite : mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium.
- Hartsalz : mélange de sylvinite et de kiesérite (espèce hydratée de sulfate de magnésium).

On le rencontre surtout dans les mines allemandes

- Kaïnite, polyhalite, carnallite : association de différents sels de potassium, de magnésium et de calcium sous forme de sulfate et/ou de chlorure. En dehors des gisements souterrains, on peut extraire les sels de potassium de certains lacs et mers salés.

Sur le plan pratique les engrais potassiques les plus utilisés en céréaliculture se caractérisent par leur forte teneur en oxyde de potassium K_2O .

Le potassium est un élément nutritif essentiel pour la croissance des plantes. En apportant les doses recommandées pour chaque culture, la potasse participe à atténuer

les effets négatifs du stress hydrique. Les doses appliquées sont donc propres pour chaque situation, chaque région et les caractéristiques de chaque variété.

3.2. Impact de la fertilisation sur la pollution du sol

Qu'ils soient minéraux ou organiques, les engrais contiennent des éléments nutritifs primaires, NPK dont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). L'azote est l'élément le plus abondant dans l'atmosphère (78%), principal constituant des protéines, il joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes.

Le phosphore est un constituant essentiel des acides nucléiques et phospholipidiques. Il intervient dans de nombreux processus enzymatiques, il participe donc au bon développement racinaire, foliaire et lors de la floraison.

Le potassium permet la facilitation de la photosynthèse, le bon fonctionnement des stomates (cellules foliaires qui s'ouvrent et se referment pour permettre à la vapeur d'eau et aux gaz résiduels de s'échapper), ainsi que la régulation de la pression osmotique (l'eau dans la plante). La composition des engrais organiques varie en fonction de l'origine du produit.

Les engrais minéraux sont plus ou moins riches en azote, en phosphore et en potasse afin de répondre aux besoins nutritifs des plantes. Les plantes ont également besoin d'autres macroéléments (magnésium (Mg), soufre (S), calcium (Ca)...) mais en moindre quantité, ainsi qu'en oligo-éléments (fer (Fe), manganèse (Mn), cuivre (Cu), zinc (Zn), bore (B), le molybdène (Mo)). (Bonneau,1977).

Les engrais sont essentiels au bon développement des plantes, mais appliqués en trop grandes quantités ou dans de mauvaises conditions, certains éléments peuvent percoler et polluer les eaux de surface ou les nappes phréatiques. Les utilisations abusives de produits agrochimiques, comme la fertilisation excessive et l'application incontrôlée de pesticides, ont été identifiées comme les principales sources de pollution dans les terres agricoles (FAO,2018).

De ce fait dans de telles situations les sols et les nappes phréatiques sont les premières qui subissent les retombées de ces accumulations et des surdosages.

Pour le cas de l'Algérie, ce genre de situation est souvent rencontré dans les zones à fortes productions céréalières notamment Sétif, Guelma, Bordj Bouaridj et à un degré moindre la wilaya de Tiaret.

La pollution azotée est la pollution par toutes les formes nocives de l'azote pour l'eau, l'air, les sols ou les écosystèmes. Cet azote a une origine agricole et issue des transports (NOx). Elle se manifeste principalement par l'eutrophisation, ou la dystrophisation qui

apparaît quand il y a une surabondance d'azote en général dans le milieu liquide, car les nitrates sont très solubles dans l'eau.

La concentration en dépôts azotés a significativement augmenté ces deux derniers siècles. Des modélisations de la pollution azotée dans certains pays européens ont estimé une concentration en dépôts azotés 2 à 3 fois plus importante en 2011 qu'en 1880 (Dutill,2013). Elle s'est élevée ainsi à 17,5 kg /ha/année.

La même étude estime ainsi que, le coût des effets de la pollution azotée sur l'air, les sols et les écosystèmes, et la santé environnementale est très élevé. Il s'élèverait entre 70 à 120 milliards d'euros par an en Europe, soit 150 et 735 euros par personne et par an. Ce ci représente plus du double du bénéfice estimé apporté à l'agriculture.

Beaucoup d'exemples de pollution par les marées vertes en Baie de Saint-Brieuc sont constatés (Ramade, 2008). La pollution du milieu aquatique s'illustre par une augmentation saisonnière très anormale du nombre d'algues vertes, lesquelles se nourrissent de l'azote en excès dans le sol et lessivés par les pluies vers la mer.

Les impacts de cette pollution agissent aussi bien sur la flore que sur la faune. Une étude basée sur des terrains suisses a montré que d'importants dépôts atmosphériques en azote sont associés à une faible diversité florale et qu'ils affectent de nombreux indicateurs de biodiversité (Khohli,2015).

Les auteurs ont également trouvé que l'indicateur de biodiversité le plus touché est la diversité phylogénétique. Or une augmentation de cet indice de biodiversité a été associé avec une meilleure stabilité des écosystèmes (Cakly ,2013) et une plus grande productivité en termes de biomasse.

Un autre indice fortement touché par ce type de pollution est la richesse spécifique. Selon les auteurs, la baisse de ces indices est causée par l'effet compétitif de certaines espèces. En effet les espèces compétitives savent profiter d'une amélioration des conditions, ici l'augmentation des nutriments, ce qui leur permet de surclasser leurs concurrentes qui sont négativement ou non affectées par cette pollution (essentiellement les espèces dites rudérales ou tolérantes au stress).

D'une manière générale on peut dire que les sols agricoles sont exposés à des sources directes de pollution (application de pesticides, utilisation d'engrais organiques mal traités et sur utilisation d'engrais minéraux, utilisation d'eau polluée, déchets urbains, rebuts d'installations industrielles, installation de traitement des déchets et décharges, etc.) et

indirectes (dépôts atmosphériques provenant des mines, fonderies et incinération des déchets, ruissellement de surface, érosion éolienne et hydrique, etc.) . Les processus liés au transport et au stockage des polluants dans le sol et le rôle de l'aménagement du territoire afin d'anticiper ces processus sont donc importants. Les aspects économiques de la bonne et de la mauvaise gestion des intrants agricoles doivent être également pris en considération pour assurer une meilleure sécurité alimentaire tout en préservant la santé des populations.

Un lien direct a été établi en particulier avec la protection des sols qui sont les plus vulnérables à la pollution. L'agriculture et l'élevage ont été identifiés comme l'une des principales activités polluantes et sources de gaz à effet de serre (FAO,2018).

Partie
Expérimentale

Chapitre 04

Présentation de la zone d'étude

Introduction

Notre étude a été réalisée au niveau d'une exploitation agricole au nord de la commune de Rahouia. Elle s'étend sur une superficie moyenne de 65 hectares. C'est une parcelle à vocation essentiellement céréalière.

Faute de disponibilité de donnée précise sur la commune de Rahouia, on s'est inspiré des données de la monographie de la wilaya de Tiaret et des différentes directions techniques.

4.7. Localisation géographique

Située à 340 km de la capitale Alger au nord-ouest du pays, la wilaya de Tiaret se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya est constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces semi-arides au Sud. Elles s'étendent sur un espace délimité entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord.

La wilaya de Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km², elle couvre une partie de l'Atlas tellien au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle est délimitée au Nord par les wilayas de Relizane, Chleff et Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida, à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayad.

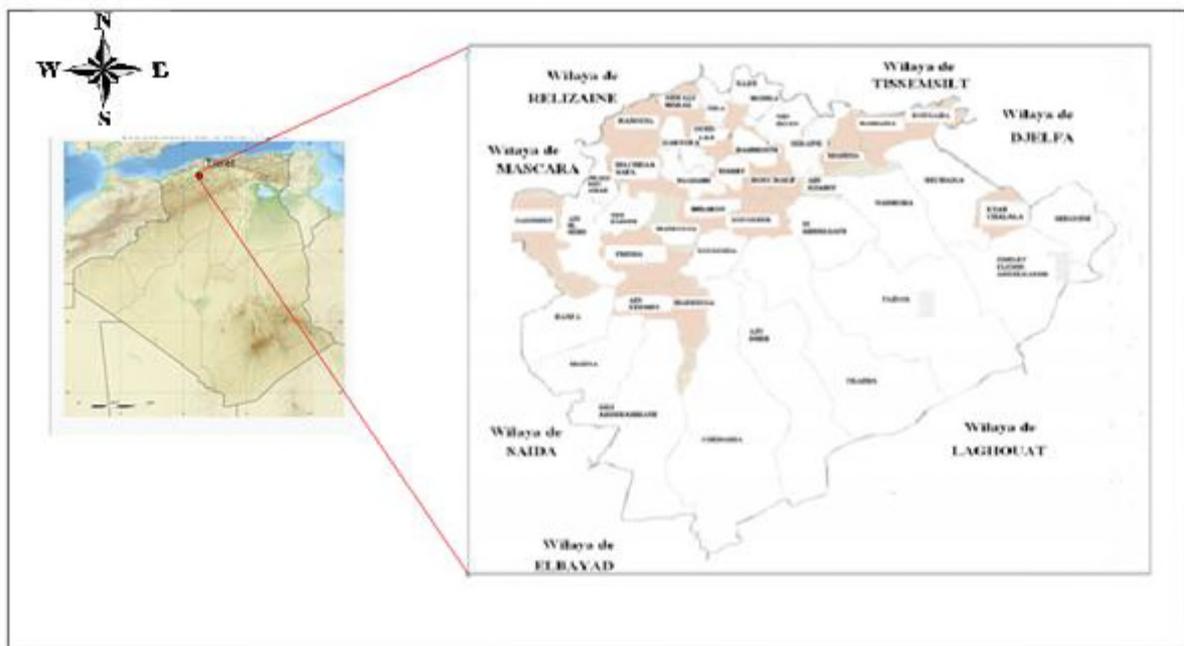


Figure N°03 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret. (Site officiel de la wilaya-
www.wilaya-Tiaret.dz, 2014)

Délimitation de la zone d'étude

La zone sur laquelle porte notre étude fait partie intégrante des plaines de la commune de Rahouia. Elle est située au Nord de la wilaya, limitée au Sud par la commune de Guertoufa à l'Est la commune de oued Lilli, au nord la commune de Oued Selam et à l'ouest par la commune de Sidi Djilali Ben Ammar.

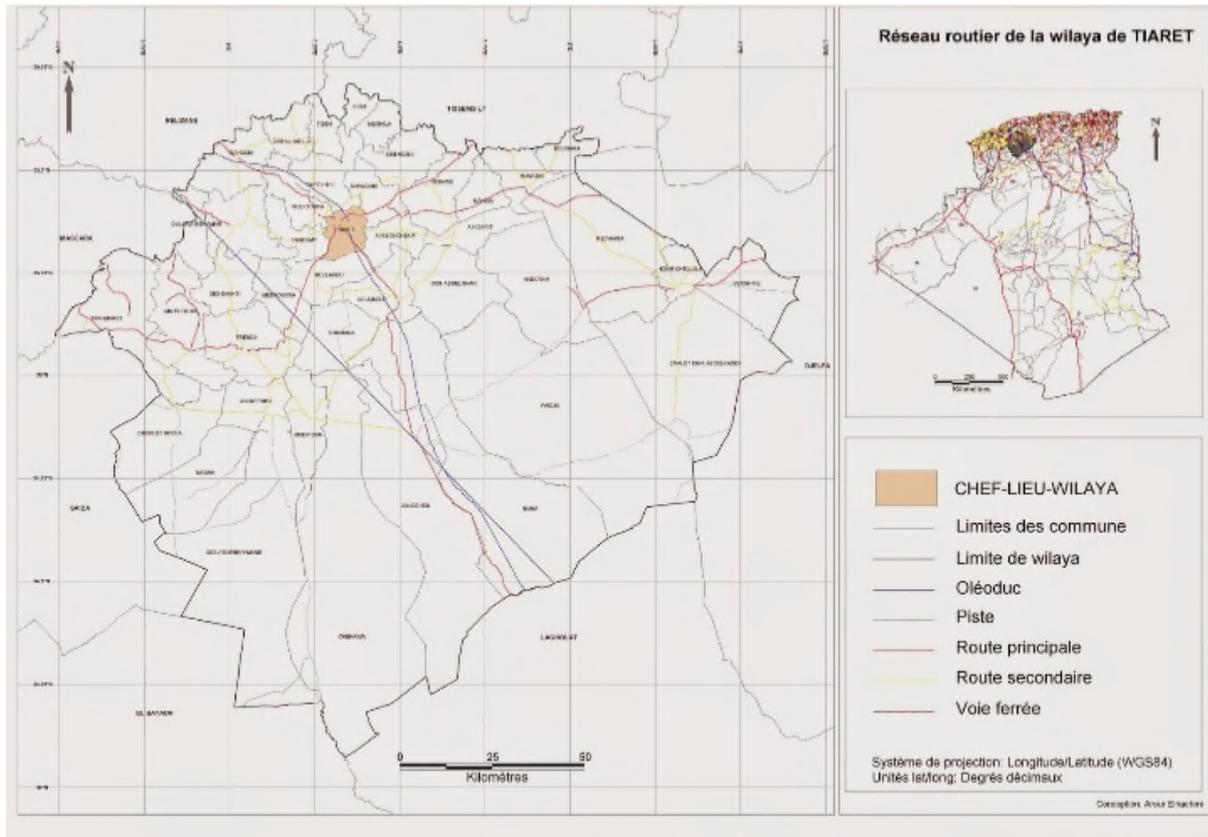


Figure N°04 : Situation de la commune de Rahouia dans la Wilaya de Tiaret

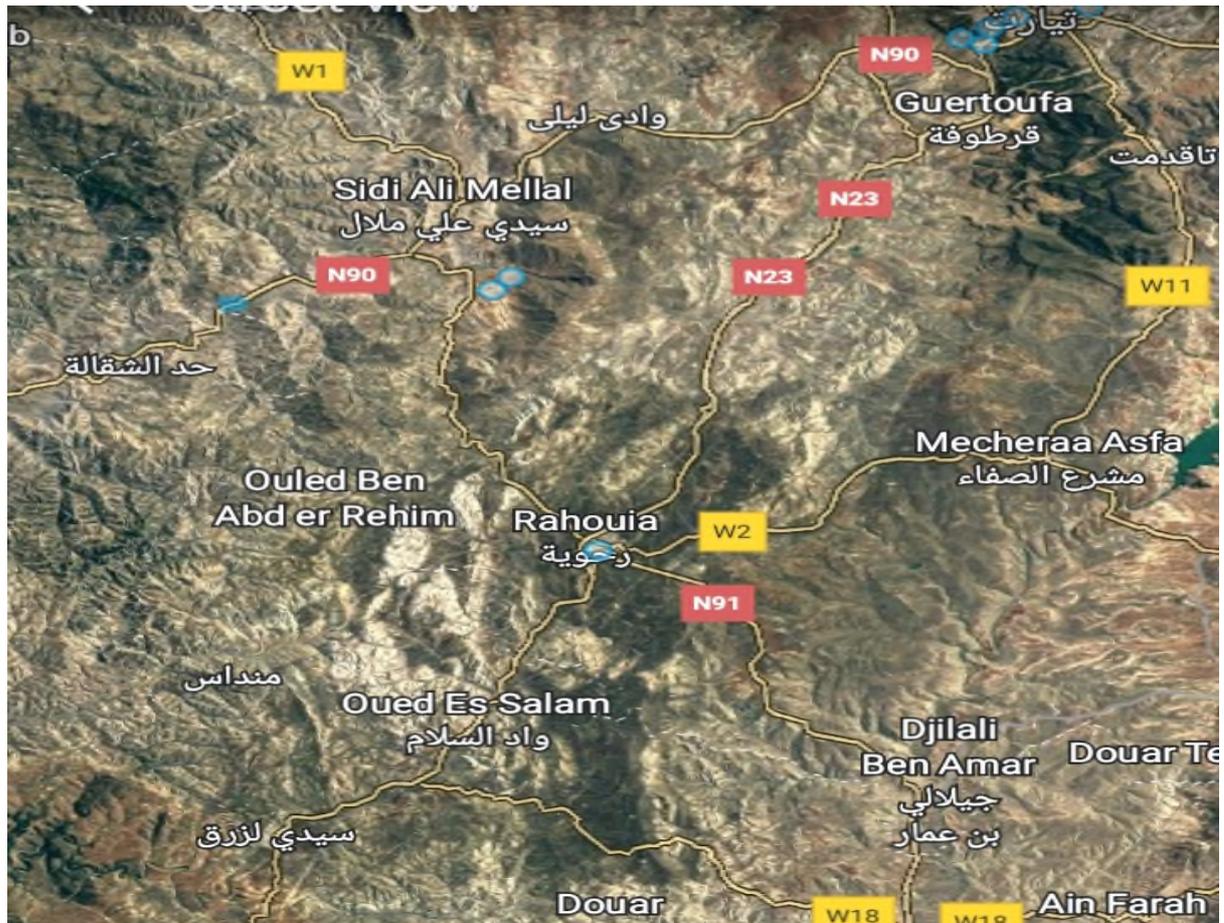


Figure N 05 :Situation de la parcelle expérimentale

4.1. Relief et géomorphologie

L'analyse des photographies aériennes (1/100.000), permet d'identifier quatre unités géomorphologiques distinctes et plus ou moins homogènes. (Duvignaud, 1992). Il s'agit de : l'unité des bas piémonts l'Ouersnis, l'unité des collines de Tiaret, l'unité du plateau du Sersou et les parcours steppiques.

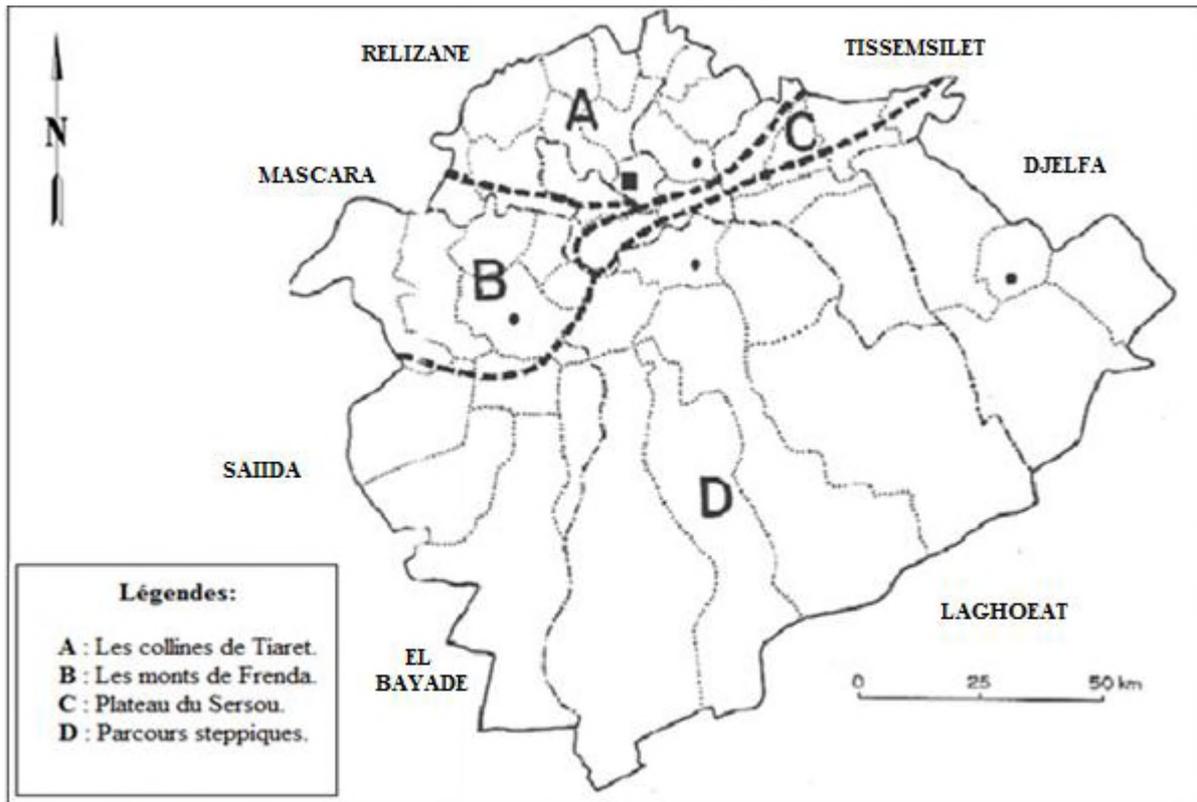


Figure N°06 : Les régions naturelles de la wilaya de Tiaret (Duvignaud, 1992).

4.8. Lithologie et Pédologie

Les sols les plus répandus dans la wilaya de Tiaret sont (CFT, 2014) :

- Les sols marneux.
- Les sols calcaires et dolomites dures.
- Les sols calcaires friables.
- Conglomérat, alluvions et sables.
- Conglomérat.

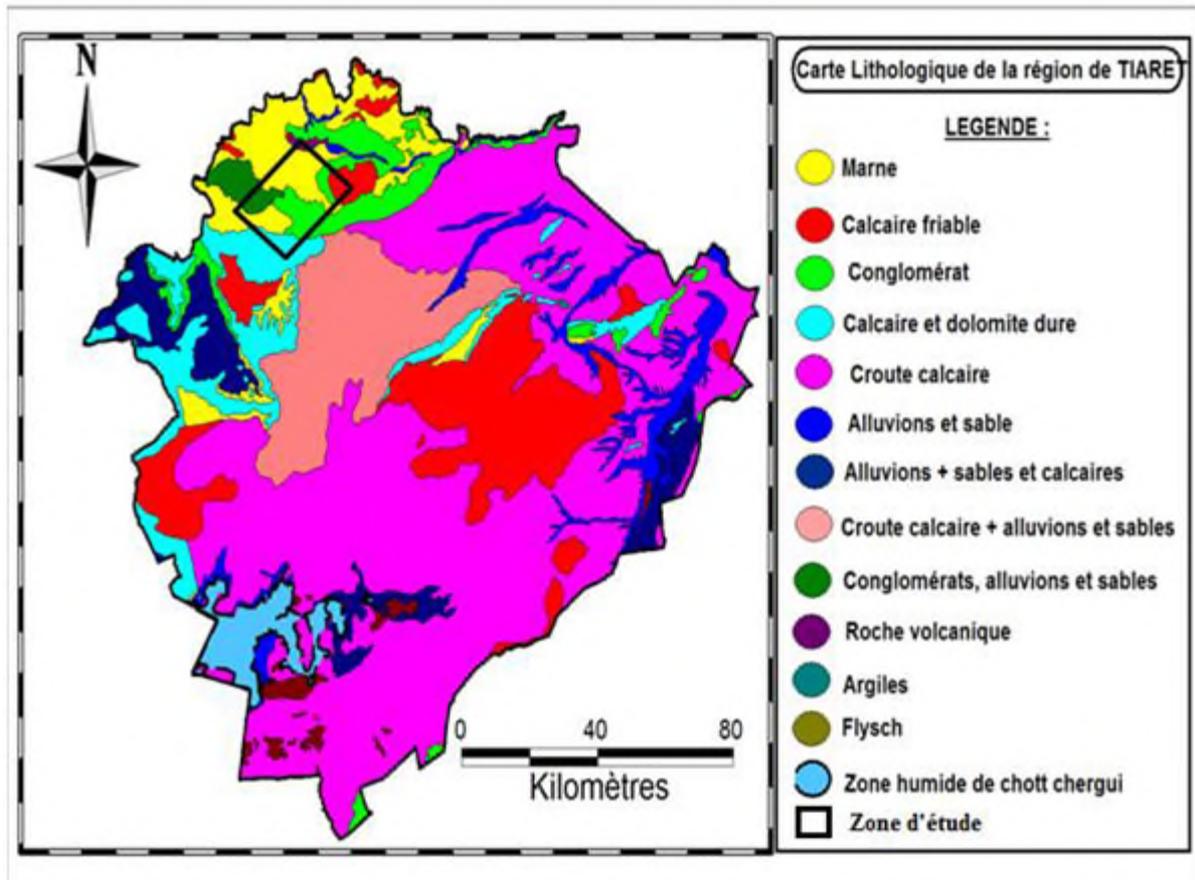


Figure N°07 : Carte lithologique de la wilaya de Tiaret (CFT, 2014)

4.9. Hydrologie

D'après le site officiel de la Direction de l'Hydraulique (www.wilaya-tiaret.dz/dhw.html, 2014), les nappes aquifères reconnues à travers le territoire de la Wilaya recèlent d'importantes ressources hydriques dont 53% sont utilisées au profit de l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et l'alimentation des unités industrielles. Ces nappes sont mal délimitées et mal quantifiées. Elles nécessitent un bilan hydrogéologique et un suivi rigoureux.

Notre zone d'étude appartient au bassin versant de l'Oued Mina.

Le bassin versant de l'Oued Mina est le plus important, et le plus intéressant des sous bassins versants de cette Wilaya. Il contribue à l'alimentation de la prise de Sidi Ouadhah et du barrage Bakhadda. Ce bassin versant dont la superficie est de 2056 Km², repose sur des roches calcaires.

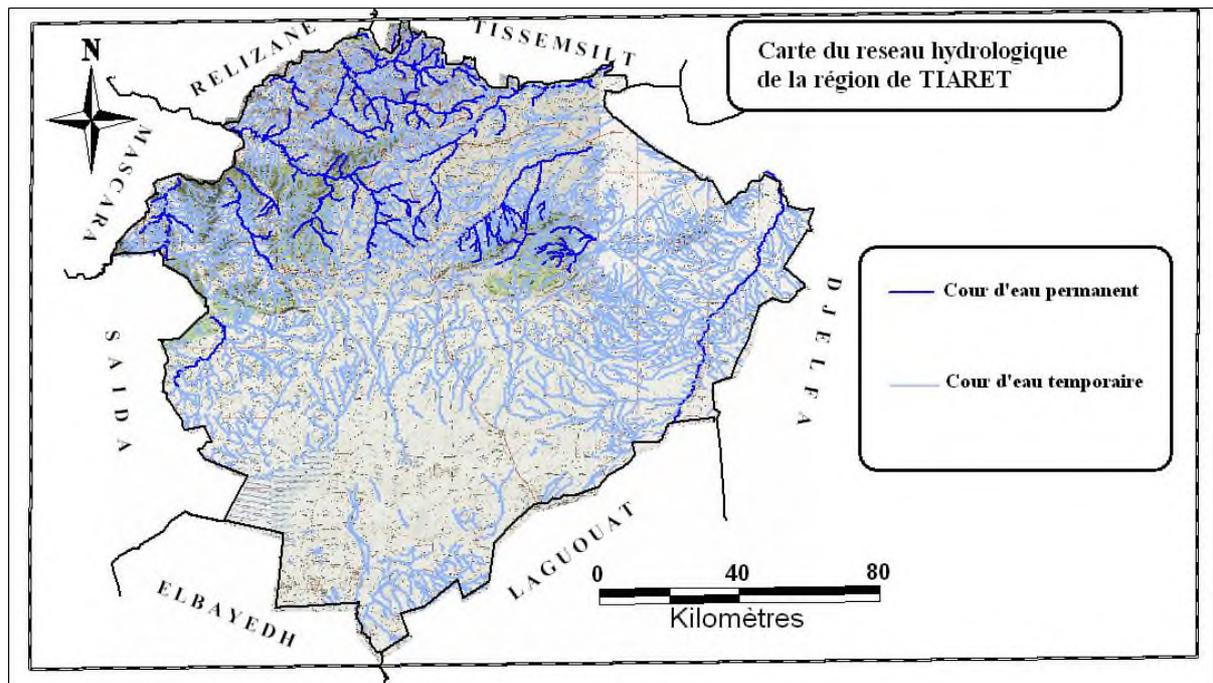


Figure N°08: Réseau hydrologique de la région de Tiaret (CFT, 2014).

4.10. Climat

L'étude climatique pose beaucoup de problèmes d'ordre pratique notamment : la disponibilité des données, la période d'observation et la situation géographique de la station d'observation par rapport à la zone d'étude.

En Afrique du Nord et en particulier en Algérie, où les précipitations sont particulièrement irrégulières d'une année à l'autre, il fallait une durée d'observation minimale d'environ 20 ans pour avoir des résultats fiables.

Notre étude climatique est basée sur des données qui s'étendent de 1984 à 2014, cela nous permettra de comparer les résultats de cette nouvelle période avec l'ancienne période (1918-1938 : Source Seltzer, 1946) qui porte sur 20 ans.

4.10.1. Les facteurs climatiques

4.10.1.1. La pluviométrie

La pluviosité est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, cette dernière conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal. L'altitude, la longitude et la latitude sont les principaux gradients définissant la variation de la pluviosité. En effet, la quantité de pluie diminue du Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest et devient importante au niveau des montagnes (Chaâbane, 1993).

La moyenne pluviométrique annuelle calculée au cours de cette période (1984 à 2014) est égale à 349mm ; cette valeur est presque égale à la moitié de celle qui a été enregistrée dans l'ancienne période (1918-1938) (622 mm).

Les valeurs de la pluviométrie pendant ces années ont oscillé entre un minimum de 162,57mm enregistré en 1999 et un maximum de 662 mm en 2013. Les années les plus arrosées sont : 1997, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013 et 2014 où la pluviométrie a dépassé les 400 mm. Les années les plus sèches sont 1985 et 1999 où la pluviométrie n'a pas dépassé 165 mm.

4.5.1.2. La température

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales, le facteur climatique a été défini par (**Peguy 1970**) comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable. L'une de nos préoccupations est de montrer l'importance des fluctuations thermiques dans l'installation et l'adaptation des espèces dans la région

Tableau N°2 : Amplitude thermique et type du climat des deux périodes.

Périodes	M°C	Mois	M°C	Mois	M-m (°C)	Type de climat
1918/1938	32,9	Août	1,1	Janvier	31,8	Semi-continental
1984/2020	34,9	Juillet	1,7	Janvier	33,2	Semi-continental

Le tableau, nous a permis d'observer que les deux périodes sont influencées par un climat semi-continental ($25^{\circ}\text{c} < \text{M-m} < 35^{\circ}\text{c}$).

4.5.2. La synthèse climatique :

est une étape indispensable pour tout projet relatif à l'environnement. Les paysages végétaux sont cependant bien répartis par les phénomènes climatiques : la température et la pluviosité.

L'estimation de ces paramètres permet d'aboutir à une interprétation efficace des indices d'où l'intérêt de ces derniers dans la détermination du type de climat ainsi que pour la distribution de la végétation.

Tableau N°3 : Classification des étages bioclimatiques
en fonction des précipitations

Etages bioclimatiques	Précipitations en (mm)
Subhumide	600-800
Semi-aride	400-600
Aride supérieur	300-400
Aride moyen	200-300
Aride inférieur	100-200
Sahara	<100

4.5.3. Indice d'aridité de De Martonne

L'indice de **De Martonne, 1926** est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse. Cet indice est exprimé en mm/°C. Sa formule est la suivante : **$I = P/(T+10)$** .

Avec :

P : pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°c).

I : Indice d'aridité.

Ce dernier permet d'étudier spécialement les rapports du climat et de positionner la station d'étude. **De Martonne** propose la classification suivante :

$I < 5$: climat hyper aride.

$5 < I < 10$: climat désertique.

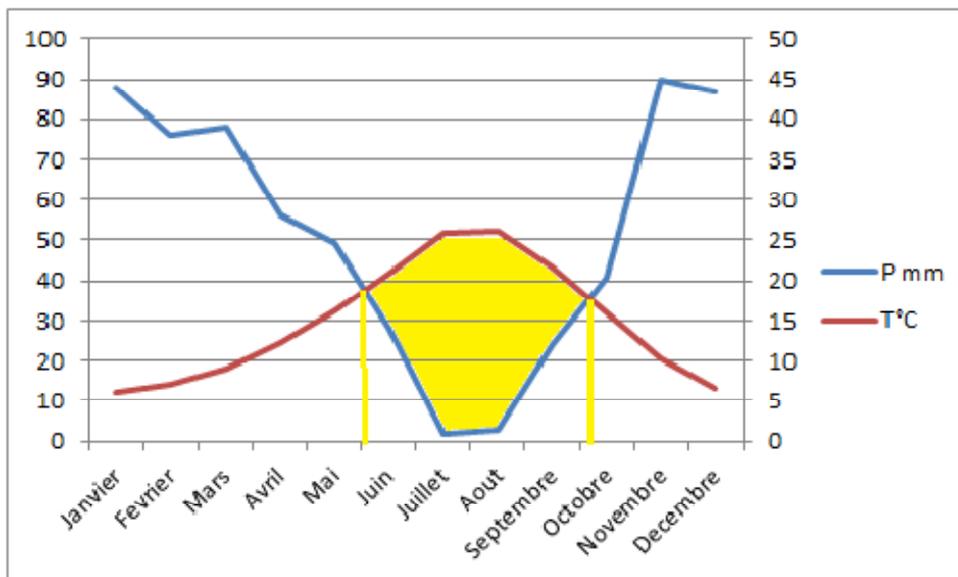
$10 < I < 20$: climat semi-aride.

$I > 20$: climat humide.

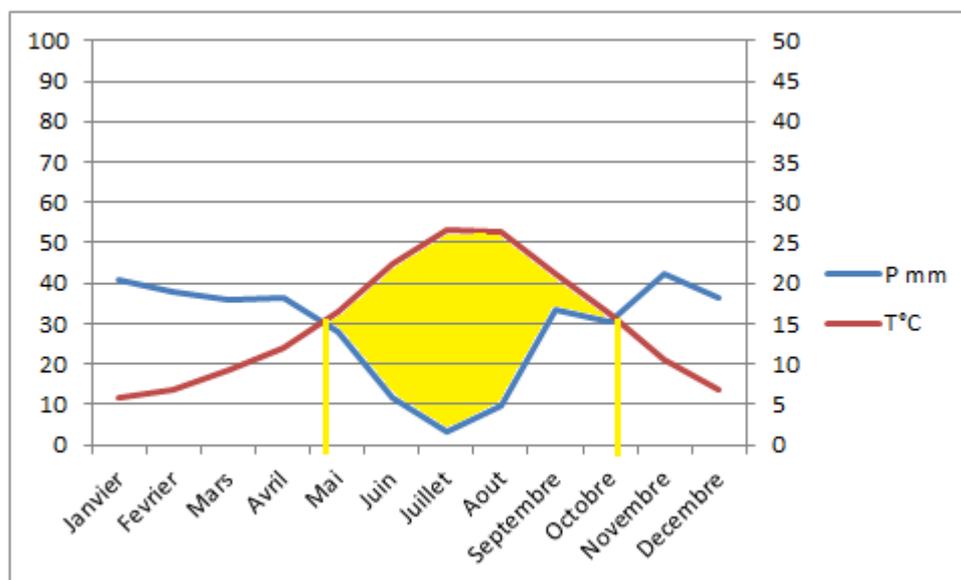
Tableau N°4 : Indice d'aridité de **De Martonne**.

Périodes	T (°C)	P	I	Type de climat
1918/1938	14,8	622	25,07	Climat humide.
1984/2014	15	349,1	14	Climat semi-aride.

Figure 09 : Diagrammes Ombrothermiques de **Bagnoulset Gausсен**. (Ancienne période et nouvelle période)



Période sèche (Ancienne période)



Période sèche (Nouvelle période)

4.5.4. le quotient pluviothermique d'emberger

Emberger (1930, 1955) a établi un quotient pluviothermique « Q2 » qui est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord. Le diagramme correspondant permet de déterminer la position de chaque station météorologique et de délimiter l'aire

bioclimatique d'une espèce ou d'un groupe végétal. Ce quotient a été formulé de la façon suivante : $M2 - m2$.

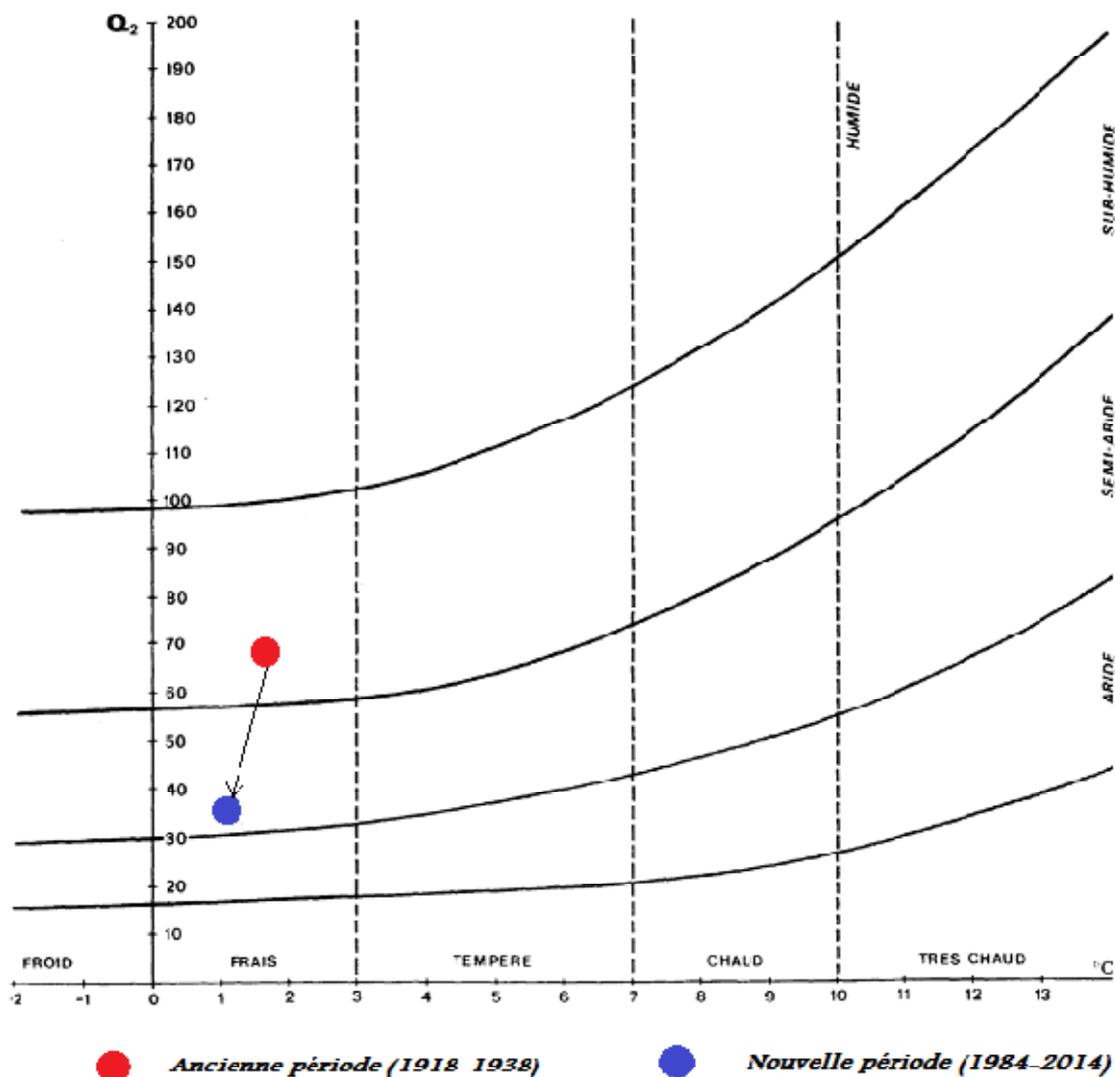


Figure N° 10 : Climatgramme pluies thermique d'Emberger (Q2)

4.5 Activité économiques :

La commune de Rahouia est située 35 Km au nord de la wilaya de Tiaret. Elle s'étend sur une superficie de 27 554 ha. Elle regroupe une population de l'ordre de 34000 habitants (ONS, 2019)

Elle est réputée pour sa vocation agricole, la proportion d'actifs agricole, représente plus de 50 % de l'emploi total offert au niveau de la commune. Elle jouit d'une réputation nationale pour sa production des céréales. Un climat relativement favorable et des sols moyennement profonds et noirs très riches en matière organique lui ont confirmée cette vocation.

Tableau N° 5 : Répartition des cultures céréalières au niveau de la commune de Rahouia pour la campagne agricole 2020 /2021 (source DSA Tiaret, 2021)

BLE DUR		BLE TENDRE		ORGE		AVOINE		TRITICALE	
rappel superficie emblavée : Total fermes pilotes									
Superficie moissonnée (ha)	Production récoltée (qx)								
10 600,00	166 600,00	200,00	3 000,00	300,00	3 600,00	100,00	1 000,00		

Par ordre d'importance, il apparaît que le blé dur occupe les superficies les plus importante. Il est suivi par le blé tendre, l'orge et l'avoine. Il y'a lieu de signaler que faute de précipitations les rendements enregistrés sont très faible et varie de 10 à 15 Qx à l'hectare dans le territoire de la commune.

Il faut mentionner également que cette année a été aussi sèche ce qui a perturbé les conditions de l'expérience de notre étude.

Pour les légumes secs, seules les lentilles et les pois chiches ont été cultivés avec des superficies de 320 et 50 hectares respectivement. Les productions enregistrées sont toujours faibles en raison des conditions climatiques

Tableau N° 6 : Répartition des légumes secs (DSA,2021)

LENTILLES		POIS-CHICHES		TOTAL		
Superficie (ha)	Production (qx)	Superficie (ha)	Production (qx)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Production (qx)
5	6	7	8	9	13*	14*
320,00	1 280,00	50,00	58,00		370,00	1 338,00

Pour les fourrages il a été constaté la culture de l'avoine et du seigle mais sur des superficies très limitées

Tableau N° 7 : Répartition des fourrages

Les maraichère et	ORGE, AVOINE ET SEIGLE EN VERT		TOTAL EN VERT		cultures
	Superficie (ha)	Production (qx)	Superficie (ha)	Production (qx)	
	13	14	19	20	
	150,00	2 550,00	150,00	2 550,00	

l'arboriculture occupent une superficie dérisoire et atteignent à peine 200 ha.

4.6. Etude pédologique

Le sol est un élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche-mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1954).

Duchaufour, (1977) souligne que le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique. Le sol des régions méditerranéennes est souvent exposé aux phénomènes de dégradation, qui sont le résultat fréquent de pratiques très anciennes. Les principaux facteurs responsables de ces interactions sont l'homme et le climat.

4.6.1. Prélèvements et analyses des échantillons

Les prélèvements ont été effectués dans le site même de la parcelle étudiée. Nous avons pris trois échantillons au niveau de la rhizosphère (30cm), qui présente une interface essentielle entre la plante et le sol.

Les échantillons sont mis dans des sachets en plastique, avec la date et la localisation, ensuite ils sont ramenés au laboratoire de la faculté SNV de l'université de Tiaret.

Les autres échantillons ont été acheminés à l'Institut National des Sols, de l'Irrigation et de Drainage (**INSID** Ksar Chellala-Tiaret) pour effectuer les analyses chimiques notamment dosages de l'Azote, le phosphore et le potassium.

Les opérations suivantes ont été effectuées :

- Séchage

Après les prélèvements les sols ont été mis à sécher dans une température ambiante (moyenne de 20°C) et cela pendant 15 jours.

- Séparation des éléments

Une fois séchés, les échantillons sont passés au tamis à mailles de 2 mm de diamètre, on sépare ainsi la terre fine ($\varphi < 2\text{mm}$) des éléments grossiers ($\varphi > 2\text{mm}$). Ces éléments grossiers sont exclus de l'analyse. Seule la terre fine qui doit être analysée car la notion de texture concerne plus particulièrement cette fraction.



Figure N° 11: Préparation des échantillons après prélèvement (**Photo Benchiekh ,2022**)

4.6.2. analyse et résultat :

4.6.2.1. Analyses physiques

➤ Analyse granulométrique

La méthode utilisée est celle de Cas grande, (1934) basée sur la vitesse de sédimentation des particules dont la vitesse de chute est régie par la loi de stockes.

La représentation graphique triangulaire permet de définir à partir des pourcentages des trois principales classes d'éléments fins les types de texture ce qui montre que l'échantillon S1 présentent une texture Limoneuse tandis que l'échantillons S2 et S3 présentent une texture Argilo Limoneuse.

La présence de particules fines en abondance indique la présence de sols compacts. Leur capacité de rétention est très élevée.

Ce type de sol a besoin de petite quantité d'eau mais bien répartie dans le temps ce qui n'a pas été le cas cette année.

Tableau N° 8 : Résultats de l'analyses granulométriques du sol

Échantillon	1	2	3	Texture
	Argile %	Limon%	Sable%	
Sol 1	20,1	72,37	7,46	Limoneuse
Sol 2	40,33	51,10	8,57	Argilo Limoneuse
Sol 3	40,71	13,8	45,49	Argilo Limoneuse



Figure N° 12 : : Manipulation des échantillons au laboratoire pour effectuer l'analyse granulométrique **challal ,2022**

L'humidité :

C'est la quantité d'eau contenue dans un sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de terre sèche contenue dans un sol. Elle est exprimée en pourcentage. Elle est calculée selon la formule suivante :

Où H% = humidité ;

PF= poids frais de l'échantillon avant séchage ;

PS= poids sec de l'échantillon après séchage.

L'action des températures élevées en période sèche fissure les sols et entraîne une forte perte d'eau par évaporation, ce qui explique la faible teneur en humidité dans ces échantillons analysés qui sont variées entre 7,8% et 11,5%.

Cette situation s'explique par la période de prélèvement (février Mars). Le sol est très sec en raison de manque de pluie. Les pluies d'hivers et de printemps ont été très tardives, de plus leur intensité était très faible cette année.

➤ **La couleur**

L'identification de la couleur se fait grâce au code international **Munsell, 1992**. La couleur des échantillons analysés varie entre 2.5, 5 et 7.5 YR.

Ce code met clairement et montre qu'on est en présence de sol noirs, ce qui traduit leur forte teneur en matière organique.

4.6.4. Analyses chimiques

➤ Mesure de la conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous. On détermine la conductivité sur une solution d'extraction aqueuse (rapport sol/eau est égale à 1/5) exprimée en milli siemens par centimètre (mS/cm) à l'aide d'un conductivimètre.

L'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols suivante :



Tableau N° 8 : les résultats d'analyse de la conductivité électrique

Échantillon	01	02
CE	1,90	1,97
Sol	Salé	Salé

Les résultats obtenus montrent que la conductivité électrique varie entre 1.9 et 1,97mS/cm. Ce résultat confirme deux constats majeurs. Le premier, une forte qui dépassent les normes admises (1 à 1.2) selon Duchaufour (2011). Le second, le faible taux d'humidité.

Les valeurs obtenues ne peuvent être. Néanmoins il importe de signaler que cette situation risque d'être aggravée davantage si cette sécheresse se prolonge dans le temps.

Elle va entraîner la remontée des sels en surface et empêche par conséquent l'assimilation de l'azote par les racines.



Figure N°13 : Mesure de la conductivité électrique au niveau du laboratoire eau et sol (SNV)

➤ **Dosage du calcaire total**

Le dosage du calcaire a été effectué par la méthode volumétrique à l'aide du Calcimètre de Bernard en utilisant la réaction chimique suivante :



Avec :

P' = prise d'essai de CaCO₃ pur.

V' = le volume de CO₂ dégagé par CaCO₃ pur.

V = le volume de CO₂ dégagé par le sol

P = prise d'essai de terre.

Les valeurs obtenues sont exprimées en pourcentages et classées suivant une échelle conventionnelle

Tableau N°9 : Echelle d'interprétation de carbonates.

% de carbonates	Charge en calcaire
< 0.3	Très faible
0.3-3.0	Faible
3.0-25	Moyenne
25-60	Forte
> 60	Très forte

Le pourcentage du Calcaire total de nos échantillon est compris entre 1,33 % et 3,33% On peut dire que la parcelle étudiée renferme un taux faible à moyen en calcaire. Il aurait été souhaitable et judicieux de prendre d'autres échantillons tout au long de la parcelles pour expliquer cette teneur.

La non disponibilité de carte géologique dans cette zone a également rendu cette conclusion relative car la connaissance de la nature du substrat peut expliquer en grande partie la teneur du sol en calcaire.

Tableau N° 10 : Les résultats du dosage du calcaire total

Échantillon	01	02
Calcaire total	1,33	3,33
Sol	Faible	Moyenne



Figure N° 14 : Mesure du calcaire total (Calcimètre de Bernard)

➤ Mesure du pH

Le principe consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol à l'aide d'un pH-mètre. La mesure du pH sert à déterminer la basicité, l'acidité ou la neutralité d'un sol. Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14. Les valeurs faibles indiquent une acidité, les valeurs supérieures à 7 correspondent à un caractère basique.

Tous les échantillons analysés présentent un pH neutre à faiblement acides. Sa valeur est comprise entre 6.3 et 6.8.

➤ **Dosage du Carbone organique**

Le dosage du carbone organique est effectué à l'aide de la méthode Tjurin: Le principe de cette méthode est le suivant:

Le carbone de la matière organique est oxydé par bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) en présence d'acide sulfurique. En connaissant la quantité de bichromate nécessaire pour cette oxydation, on peut calculer le pourcentage de carbone organique et d'humus dans l'échantillon du sol.

On calcule le pourcentage d'humus selon la formule suivante :

$$\% \text{ d'humus} = \% \text{ Cox} \times 7,724$$

Tableau N° 11 : Classification des taux de MO (%)

Cox %	Humus %	Quantité
< 0.60	< 1	Très faible
0.60 - 1.15	1 - 2	Faible
1.15 - 1.75	2 - 3	Moyenne
1.75 - 2.90	3 - 5	Forte
> 2.90	> 5	Très forte

Pour les échantillons étudiés, le taux d'humus est compris entre 1,275 % et 1,86 %. Cette teneur est relativement faible par rapport aux normes admises.

La teneur en matière organique dans les horizons minéraux dépend de l'âge et du type de groupements végétaux, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers, ces derniers ayant pour effet de concentrer les systèmes racinaires et les substances organiques dans les interstices (Aubert, 1978). Cette situation pourrait être expliquée par la texture du sol étudié qui est composée d'éléments fins (argile et limon)

Tableau N° 12 : les résultats d'analyses de la matière organique

Échantillon	01	02
MO%	1,275	1,1868
Sol	Très faible	Très faible



Figure N°15 : Dosage du carbone organique

4.6.5. Le dosage de L'Azote et du Phosphore

Faute de moyens matériels pour le dosage de ces éléments, on a été contraint de recourir au laboratoire de l'INSID de Ksar Chellala.

L'objectif initial était de faire des prélèvements tout au long de la campagne agricole pour suivre les taux d'azote et phosphore dans le sol avant et après culture.

Malheureusement et compte tenu des mauvaises conditions climatiques, le travail du sol a été trop retardé. De plus la campagne semis qui devrait se dérouler durant le mois de décembre a été également reportée à la fin janvier.

Les doses admises d'épandage de l'azote se situent en moyenne entre 0.80 à 1 quintal à l'hectare.

Pour contourner les conditions du climat, les exploitants ont opté pour l'accroissement de cette dose pour stimuler la croissance.

Pour le cas de notre parcelle il a été utilisé une dose de 1.5 quintal à l'hectare au début. Quoique le prix de cet engrais est relativement cher, l'exploitant a pris le risque de l'épandre car une partie de ce dernier est subventionnée par l'état. La wilaya de Tiaret est classée parmi les zones à vocation céréalière pour lesquelles l'état accorde des subventions pour les intrants agricoles.

Pour ces diverses raisons le suivi de la parcelle sur place n'a pas été bien assuré. A la fin mars l'exploitant comptait déclarer son exploitation comme étant sinistrée.

Les pluies tardives ont permis de redresser la situation sur le plan végétatif (croissance des tiges) mais la phase remplissage du grain a été très faible en raison du dérèglement du cycle biologique de la plante.

Pour la moisson la personne expérimentale n'a pas encore été récoltée, mais les échos laissent entendre que les rendements n'ont guère dépassé les 10 12 qx à l'hectare.

L'engrais utilisé est le phosphate mono- ammonique (**MAP**) qui est un engrais granulé NP. Il contient du phosphate soluble dans l'eau et de l'azote sous forme ammoniacale.

Le MAP est un engrais universel utilisable sur tous types de sols et de cultures. Cependant, il est particulièrement adapté pour la fertilisation localisée au semis des cultures exigeantes en phosphore.

Grâce à la forte teneur en azote ammoniacal, l'assimilation du phosphore par les racines est alors améliorée.

Le phosphate mono-ammonique est l'un des fertilisants granulés des plus concentrés du marché. Il peut être appliqué en fertilisation de fond, ou bien lors du semis (effet starter).

L'azote ammoniacal contribue à une meilleure absorption du phosphore par les plantes. Ces nutriments sont essentiels pour une germination et un développement rapide de la jeune plante.

L'acidification temporaire et modérée de la solution du sol autour du granule de fertilisant est particulièrement efficace sur les sols neutres et légèrement alcalins.

Durant cette campagne et compte tenu des conditions climatiques, il n'a été appliqué qu'une seule fois.

Tableau N°13 :les résultats d'analyses de phosphore et de l'azote

Échantillon	Phosphore assimilable ppm	Azote total %
Sol 1	274,47	0,07
Sol 2	173,67	0,07
Sol 3	42,96	0,10

Pour ce qui est du phosphore il apparaît une nette variation de concentration dans les trois échantillons prélevés. Il varie de 42.96 ppm dans l'échantillon 1 à 274.47 dans l'échantillon 3.

Tableau N° 14 : Normes de dosage du phosphore (FAO, 2015)

Dose (ppm)	Appréciation
15 - 30	Faible
31 - 60	Moyenne
61 - 100	Élevée
> 100	Très élevée

Les résultats indiquent une dose moyenne pour l'échantillon 3 mais des doses excessives pour les deux autres échantillons.

La norme juge une dose supérieure à 100 ppm comme étant très élevée. Nos résultats dépassent cette norme de 300 %.

Plusieurs interprétations peuvent être soulevées :

- L'exploitant n'a pas bien déclaré les doses qu'il a utilisé
 - Une erreur dans l'appareil de dosage ou une mauvaise préparation des échantillons (toutes les opérations, préparation et dosage, ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'INSID)
- Il aurait été jugé judiciable de refaire un autre dosage pour faire une éventuelle comparaison entre les doses apportées au semis et après récolte.

Pour ce qui de l'azote total les concentrations varient entre 0.01 % et 0.07 %. C'est toujours des concentrations très élevées entre le minima et le maxima.

Ces concentrations sont supérieures aux normes admises par La (FAO, 2015) qui considère un seuil de 0.05 comme étant élevée.

Il importe de signaler toute fois qu'il faudrait encore refaire ces dosages avec autant de répétition pour pouvoir les confirmer.

Enfin il faut mentionner qu'une étude réalisée au niveau de la commune en 2017 (Kandouci, 2020) portant sur la caractérisation physico chimique des eaux souterraines de quelques puits dans la commune de Rahouia.

Cette dernière a révélé une forte teneur de ces eaux en azote et en phosphore. Ce résultat préliminaire pourrait témoigner ou confirmer avec une grande probabilité que cette pollution sera dûe à l'usage abusif des engrais dans cette région.

Conclusion générale

Conclusion générale

Quoi que la fertilisation et l'usage de engrais stimulent la croissance des plantes, ils contribuent énormément à la modification de la stabilité des sols (Duchaufour, 2009).il a constaté que à travers les études réalisées que les parcelles soumises à différents taux d'engrais inorganique ont souvent des répercussions négatives sur les sols et les eaux des nappes phréatiques.

Les doses excessives utilisées et les caractéristiques pédoclimatiques varient d'un sol à un autres et ne donnent pas toujours les mêmes résultats escomptés

En Europe, (Lamiot, 2017) a montré qu'il a été observé un excédent d'azote dans presque tous les sols agricoles. Des études antérieures ont déjà montré que le rejet d'engrais dans les eaux était responsable de son eutrophisation (dégradation de l'eau par rejet de matières organiques et de nitrates par exemple). Il conclue dans son étude, qu'à long terme, l'apport abusif d'azote et de phosphate va contribuer davantage à déstabiliser l'équilibre écologique des sols.

L'utilisation des engrais a considérablement augmenté le rendement des cultures. Il a permis de multiplier par quatre la rentabilité de la culture du blé, depuis 1950 en Europe et en Amérique. L'agriculture intensive utilise principalement des engrais inorganiques, tels que les produits azotés et phosphatés. L'azote est l'un des nutriments essentiels à la croissance et au bon développement des plantes. Il est absorbé par la plante sous forme minérale (ammoniacque ou nitrate). Il peut provenir soit de la minéralisation de la matière organique, soit par apport d'engrais (fertilisation).

Si les engrais inorganiques sont mondialement utilisés et ont prouvé leur efficacité, certains de leurs impacts sur le sol restent encore méconnus et les résultats encore très contrastés (apparition de certaines maladies entre autres). Un suivi de la fertilisation sur une période de 25 ans sur des parcelles expérimentales au Kansas (Blanco-Canqui et Schlegel, 2016) a montré que dans ces sols, le stockage du carbone organique a augmenté, mais qu'en revanche, la stabilité des agrégats s'est détériorée.

La fertilisation des plantes par les engrais améliore leur croissance et augmente le taux de matière organique dans le sol. Elle est le principal déterminant de l'activité biologique et influence les propriétés physiques et chimiques du sol. Les particules se lient plus facilement entre elles grâce au carbone : l'agrégation et la stabilité de la structure des sols devraient alors augmenter plus le contenu en carbone organique du sol est élevé. Or, contre toute attente, cette nouvelle étude suggère que sous l'effet des engrais, aucune amélioration de la stabilité des agrégats du sol n'a été observée, malgré l'augmentation du carbone organique.

Conclusion générale

Pour le cas de l'Algérie, la situation est loin d'être maîtrisée. Les exploitations agricoles à vocations céréalière continuent encore à utiliser des doses de plus en plus croissantes d'engrais chimique. Ceci est conditionné par deux facteurs principaux la non maîtrise des techniques culturales (doses et périodes d'épandage) et la subvention de certains types d'engrais pour certaines cultures jugées stratégiques dans certaines zones du pays.

Cet usage abusif ne s'est pas forcément répercuté sur les niveaux de production. Il a été constaté à travers des données statistiques du ministère de l'agriculture que les rendements restent encore tributaires du régime pluviométrique étant donné que ce facteur demeure toujours un facteur limitant pour l'assimilation de l'azote et du phosphore.

Il importe également de signaler que cette saison a été vraiment particulière par la distribution des pluies tout le long de la campagne agricole. Le déficit pluviométrique a été très accentuée. De plus la saison a été très tardives, les premières pluies significatives n'ont été enregistrées qu'à la fin du mois de décembre. Ce ci a contraint les exploitants à différer les travaux préparatoires du sol, les dates de semis et la fertilisation.

Après le semis le déficit s'est encore accentué et a hypothéqué tous les stades de croissance du blé. De ce fait la presque totalité de l'engrais n'a pas été assimilée et y est restée dans le sol.

Les pluies tardives du mois d'avril n'ont pas permis aux plantes de se redresser car les périodes les plus sensibles pour le blé sont le tallage, la croissance des tiges, l'épiaison et le remplissage du grain. Ces phases ne sont pas étroitement liées avec la croissance des racines ,ce qui fait que l'azote et le phosphore apportés initialement ont été lessivés en profondeur et n'ont pas forcément profité à la plante.

Pour le cas de notre étude, il importe de mentionner que l'objectif principal était d'expliquer l'impact de la fertilisation sur la pollution du sol dans un sol céréalier au niveau de la commune de Rahouia.

Les conditions de l'expériences ne sont pas tout le temps maîtrisé lorsque les différents paramètres ne sont pas contrôlés. Hélas c'était le cas pour cette année. Néanmoins cette première contribution nous a permis de s'enquérir de cette situation en procédant à de nombreuses analyses du sol tant sur le plan physique que chimique.

Les résultats préliminaires obtenus au laboratoire nous ont permis de caractériser les principaux paramètres du sol étudié notamment sa texture, sa couleur, sa conductivité électrique, son pH sa teneur en matière organique et sa teneur en calcaire.

Les dosages de l'Azote et du phosphore ont montré des teneurs très élevées et dépassent largement les normes admises ou tolérables de plus de 45 % et 300 % respectivement.

Conclusion générale

Ces résultats ont été comparées avec une étude (Kandouci, 2020) portant sur la caractérisation physico chimique des eaux souterraines de quelques puits dans la commune de Rahouia. Cette dernière a révélé une forte teneur de ces eaux en azote. Ce ci témoigne et confirme avec une grande probabilité que cette pollution sera dûe à l'usage abusif des engrais dans cette région.

Référence
bibliographique

Référence bibliographique

1. Duchonfour, 2009
2. Bouffard, 2000
3. Hilcard, 1914
4. Demolon, 1932
5. Ramade, 2001
6. Djermoun, 2009
7. F.A.O, 2017
8. Ministère de l'agriculture, 2019
9. Feuillet, 2000
10. Hervé, 1979
11. Feldman, 2001
12. Bonjean et picard, 1990
13. Soltner, 2005
14. Belaid, 1996
15. Ramade, 2008
16. Belabbers, 2006
17. Moughli, 2000
18. Janes, 2012
19. Subhash, 2014
20. Foth et ellis, 1998
21. Benton et jones, 2012
22. Guennouni, 2017
23. Soltner, 1986
24. Védie, 2003
25. Baldi et al, 2015
26. F.A.O, 2000
27. Duchaufour, 2001
28. Bonneau, 1977
29. F.A.O, 2018

Référence bibliographique

30. Dutill, 2013
31. Ramade, 2008
32. Kholli, 2015
33. Cakly, 2013
34. Site officiel de la wilaya : www-wilayatiaret.dz, 2014
35. Duvignaud, 1992
36. C.F.T, 2014
37. www.wilaya-tiaret-dz/dhw html, 2014
38. Chaabane, 1993
39. Peggy 1970
40. Emberger, 1930-1955
41. Emberger, Q2
42. Source DSA tiaret, 2021
43. Ozenda, 1954
44. Duchaufour, 1977
45. INSID kasr chellala – tiaret
46. Munseli, 1992
47. Duchaufour, 2011
48. Duchaufour, 2009
49. F.A.O, 2015
50. Kandouci, 2020
51. Lamiot, 2017
52. Blanco – canqui et schlegel, 2016