

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique Et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة بلحاج بوشعيب - عين تموشنت

Université –Ain Témouchent- Belhadj Bouchaib U.B.B.A.T

Faculté des Sciences et de Technologie

Département Agro-alimentaire



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master académique :

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie environnement

Spécialité : Ecologie Végétale et environnement

**Impact de variation climatiques sur la dégradation des sols cas de la région
de Ain Témouchent**

Présenté par :

SEKLAL Roumaissa

Devant le jury composé de :

ILYES Faiza

Professeur

UAT.B. B (Ain Témouchent) **Présidente**

CHIHEB MOUNIR

MCA

UAT.B.B (Ain Temouchent) **Examineur**

BELGACEM Amel Fatima

MCB

UAT.B.B (Ain Temouchent) **Encadrante**

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciements

Avant toute chose, je rends grâce à Allah, Le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la volonté, la santé et la patience nécessaires pour mener à bien ces cinq années d'études. Sans Sa bénédiction, ce travail n'aurait jamais vu le jour.

L'élaboration de ce mémoire de fin d'études est le fruit d'un long parcours, jalonné d'efforts, de persévérance et de précieuses rencontres. Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce travail.

Je remercie chaleureusement mon encadreuse, Mme **BELGACEM Amel Fatima**, pour sa confiance, sa disponibilité, sa patience et la richesse de ses conseils, tant sur le plan scientifique qu'humain. Son accompagnement a été d'une aide inestimable tout au long de ce parcours.

Je suis également honorée d'avoir été évaluée par et **Mme ILYES Faiza et Mr CHIHEB Mounir**, membres du jury, à qui j'adresse mes sincères remerciements. Ma gratitude s'étend à l'ensemble des enseignants du Département d'Écologie de l'Environnement de l'Université d'Aïn Témouchent, pour leur encadrement et leurs enseignements tout au long de ma formation.

Je souhaite aussi remercier chaleureusement **Mme Nadjjet** pour son soutien et son accompagnement précieux durant mon passage au laboratoire de génie civil.

Enfin, je n'oublie pas mes amis et amies, qui m'ont encouragé(e), soutenu(e) et aidé(e) dans les moments les plus difficiles. Votre présence a été un véritable moteur tout au long de ce travail.

Merci à tous !

ROUMAISSA.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui, par leur amour, leur soutien et leur confiance, ont contribué à l'aboutissement de ce parcours.

À **ma mère**, source inépuisable d'amour, de courage et de prières. Ta tendresse et ta force m'ont portée dans les moments de doute. Ce travail est aussi le fruit de ton dévouement.

À **mon père**, exemple de sagesse et de persévérance. Merci pour tes conseils, ton soutien discret mais précieux, et ta foi en mes capacités.

À **mon mari**, mon compagnon de vie, pour ta patience, ton encouragement et ta présence constante. Tu as été mon refuge et mon moteur dans cette aventure. Ta confiance m'a portée plus loin que je ne l'aurais cru.

À **ma famille** et **ma belle-famille**, merci pour votre présence, votre bienveillance et vos encouragements sincères. Vous avez su me reconforter, me motiver et me rappeler l'importance de croire en soi.

À **mes proches**, amis fidèles et âmes bienveillantes, merci d'avoir été là, chacun à votre manière, pour vos mots, vos gestes, vos silences parfois, mais toujours empreints de soutien.

Ce mémoire vous est dédié, avec toute ma reconnaissance et mon affection.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui, par leur amour, leur soutien et leur confiance, ont contribué à l'aboutissement de ce parcours.

À **ma mère**, source inépuisable d'amour, de courage et de prières. Ta tendresse et ta force m'ont portée dans les moments de doute. Ce travail est aussi le fruit de ton dévouement.

À **mon père**, exemple de sagesse et de persévérance. Merci pour tes conseils, ton soutien discret mais précieux, et ta foi en mes capacités.

À **mon mari**, mon compagnon de vie, pour ta patience, ton encouragement et ta présence constante. Tu as été mon refuge et mon moteur dans cette aventure. Ta confiance m'a portée plus loin que je ne l'aurais cru.

À **ma famille** et **ma belle-famille**, merci pour votre présence, votre bienveillance et vos encouragements sincères. Vous avez su me reconforter, me motiver et me rappeler l'importance de croire en soi.

À **mes proches**, amis fidèles et âmes bienveillantes, merci d'avoir été là, chacun à votre manière, pour vos mots, vos gestes, vos silences parfois, mais toujours empreints de soutien.

Ce mémoire vous est dédié, avec toute ma reconnaissance et mon affection.

Résumé

Les changements climatiques et la dégradation des sols sont deux problèmes environnementaux majeurs qui s'alimentent mutuellement, créant un cycle dangereux pour notre planète. D'un côté, le climat qui se dérègle – avec des températures en hausse, des pluies imprévisibles (alternant sécheresses intenses et inondations) et des événements météorologiques extrêmes plus fréquents – met une pression énorme sur nos sols. Une sécheresse prolongée, par exemple, assèche la terre en profondeur, la rendant moins fertile et beaucoup plus sensible à l'érosion par le vent. À l'inverse, des pluies diluviennes peuvent emporter la précieuse couche superficielle du sol, le compactant et réduisant sa capacité à absorber l'eau. La hausse des températures accélère aussi l'évaporation de l'humidité du sol, le rendant moins apte à soutenir la vie végétale.

D'un autre côté, la dégradation des sols, c'est-à-dire la diminution de leur capacité à remplir leurs fonctions essentielles comme la production de nourriture ou la filtration de l'eau, est souvent le résultat de nos propres actions. La déforestation expose les sols aux éléments, l'agriculture intensive sans pratiques durables épuise leurs nutriments, le surpâturage les compacte et les érode, et l'urbanisation les imperméabilise et les pollue. Ce duo destructeur crée une spirale : un sol abîmé perd sa capacité à stocker l'eau et le carbone, amplifiant les effets des sécheresses et des inondations, et libérant du carbone dans l'atmosphère, ce qui aggrave le réchauffement climatique.

Les conséquences de cette interaction sont vastes et sérieuses : une baisse dramatique de la production agricole menaçant notre sécurité alimentaire, une perte irréversible de biodiversité, une augmentation des risques de catastrophes naturelles comme les glissements de terrain et les inondations, le déplacement de populations forcées de quitter leurs terres devenues stériles, et une accélération générale du changement climatique. Il est donc urgent d'adopter des approches de gestion des terres qui intègrent à la fois l'adaptation aux changements climatiques et la restauration de la santé des sols, si nous voulons assurer un avenir durable et résilient pour tous.

Mots-clés : Changements climatiques, Dégradation des sols, Sécheresse, analyses physiques.

ملخص

تُعدّ التغيرات المناخية وتدهور التربة من أبرز المشكلات البيئية التي تؤثر في كوكبنا، إذ يغدّي كلُّ منهما الآخر، مما يخلق حلقة خطيرة. فمن جهة، يؤدي اختلال المناخ المتمثل في ارتفاع درجات الحرارة، وعدم انتظام التساقطات المطرية (بين فترات جفاف شديدة وفيضانات)، وتزايد الظواهر المناخية المتطرفة إلى ضغط كبير على التربة. فالجفاف الطويل الأمد، على سبيل المثال، يؤدي إلى جفاف التربة في العمق، مما يقلل من خصوبتها ويجعلها أكثر عرضة للتعرية بفعل الرياح. وعلى العكس، يمكن للأمطار الغزيرة أن تجرف الطبقة السطحية الخصبة من التربة، وتؤدي إلى تماسكها وتقليل قدرتها على امتصاص المياه. كما أن ارتفاع درجات الحرارة يسرع من تبخر رطوبة التربة، مما يحدّ من قدرتها على دعم الحياة النباتية.

ومن جهة أخرى، فإن تدهور التربة، أي انخفاض قدرتها على أداء وظائفها الأساسية مثل إنتاج الغذاء أو ترشيح المياه، يكون في الغالب نتيجة للأنشطة البشرية. فإزالة الغابات تعرّض التربة للعوامل المناخية، والزراعة المكثفة دون ممارسات مستدامة تستنزف عناصرها الغذائية، والرعي الجائر يؤدي إلى تماسكها وتعرّضها للتعرية، في حين تتسبب التوسع العمراني في عزل التربة وتلويثها. ويؤدي هذا التفاعل المدمر إلى حلقة مفرغة، حيث تفقد التربة المتدهورة قدرتها على تخزين المياه والكربون، مما يزيد من حدة الجفاف والفيضانات، ويؤدي إلى إطلاق الكربون في الغلاف الجوي، وبالتالي تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري.

وتتمثل نتائج هذا التفاعل في آثار واسعة وخطيرة، من بينها الانخفاض الكبير في الإنتاج الزراعي مما يهدد الأمن الغذائي، وفقدان التنوع البيولوجي بشكل لا رجعة فيه، وازدياد مخاطر الكوارث الطبيعية مثل الانزلاقات الأرضية والفيضانات، ونزوح السكان قسرًا من أراضيهم التي أصبحت غير صالحة للزراعة، إضافة إلى تسارع وتيرة التغير المناخي. لذلك، أصبح من الضروري اعتماد استراتيجيات لإدارة الأراضي تأخذ بعين الاعتبار التكيف مع التغيرات المناخية واستعادة صحة التربة معًا، لضمان مستقبل مستدام وقادر على الصمود للجميع.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية، تدهور التربة، الجفاف، التحاليل الفيزيائية.

Summary:

Climate change and soil degradation are two major environmental problems that reinforce each other, creating a dangerous cycle for our planet. On one hand, climate disruption—characterized by rising temperatures, unpredictable rainfall (alternating severe droughts and floods), and more frequent extreme weather events—places immense pressure on soils. Prolonged droughts dry out the earth deeply, reducing fertility and increasing vulnerability to wind erosion. Conversely, heavy rains can wash away the vital topsoil, compacting it and decreasing its water absorption capacity. Rising temperatures also accelerate soil moisture evaporation, making it less suitable for plant life. On the other hand, soil degradation—reduction in its ability to perform essential functions such as food production and water filtration—is often caused by human actions. Deforestation exposes soils to the elements, intensive agriculture without sustainable practices depletes nutrients, overgrazing compacts and erodes soils, and urbanization makes soils impermeable and polluted. This destructive duo creates a vicious cycle: damaged soil loses its capacity to store water and carbon, intensifying droughts and floods, and releasing carbon into the atmosphere, which worsens global warming. The consequences are serious and wide-ranging: a significant decline in agricultural productivity threatening food security, irreversible biodiversity loss, increased natural disasters like landslides and floods, displacement of populations from barren lands, and an overall acceleration of climate change. It is urgent to adopt land management strategies that integrate climate adaptation and soil restoration to ensure a sustainable and resilient future for all.

Keywords:

Study Area, Climate Change, Soil Degradation, Drought, Erosion

Liste des figures

Figure 01 : Changement climatique en Afrique.....	04
Figure 02 : changement climatique en Algérie.....	05
Figure 03 : Émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde.....	06
Figure 04 : impact des changements climatique sur la stabilité des sols.....	08
Figure 05 : impact des changements climatique sur ressources en eau.....	11
Figure 06 : la dégradation biologique des sols.....	15
Figure 07 : la dégradation naturelle des sols.....	15
Figure 08 : impact sur l’agriculture.....	17
Figure 09 : Humidité de l’air de wilaya de Ain t’émouchent.....	24
Figure 10 : les données climatiques de la région hammam bou hdjar.....	26
Figure 11 : la vitesse moyenne du vent à hammam Bou hadjar.....	27
Figure 12 : Diagramme d’humidité.....	28
Figure 13 : La zone Ain El Arabaa (Bkakra).....	30
Figure 14 : la zone hamma bouhdjar.....	30
Figure 15 : La zone Agricole de H’Jairia.....	31
Figure 16 : protocole de Faire Un échantillonnage du sols.....	32

Liste des cartes

Carte 01 : localisation de la ville d'Ain Témouchent.....	21
Carte 02 : Localisation de la wilaya d'Ain Témouchent.....	22
Carte 03 : géographique de la Région de Hammam Bou Hadjar.....	25

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les caractéristiques géographiques de la station de hammam Bouhadjer.....	26
Tableau 02 : Les Analyse de la méthodologie de prélèvement des sols Aïn Arabaa.....	32
Tableau 03 : Les Analyse de la méthodologie de prélèvement des sols de la zone de Hammam Bou Hdjar.....	34
Tableau 04 : Les Analyse de la méthodologie de prélèvement des sols de la zone de H'Jairia.....	35

Abréviations

CCNUCC : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

(En anglais : United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC)

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (en anglais : Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC)

GES : Gaz à effet de serre

MCG : Modèle de circulation générale (ou Modèle climatique global, en anglais : General Circulation Model - GCM)

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (en français : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat - GIEC)

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (en anglais : Food and Agriculture Organizations of the United Nations)

ITPS International Technical Professional Services (services professionnels techniques internationaux)

UNCCD : Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (en anglais : United Nations Convention to Combat Désertification)

Sommaire

Résumé ; abstract ; ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....1

Chapitre 01 : Etude Bibliographique :

1.1.Définition de climat3

1.1.Variabilité du climat.....6

1.2 Définition de changement climatique.....7

1.3. Changement climatique en Afrique8

1.4. Changement climatique en Algérie.....9

1.5. Les causes et les conséquences du changement climatique.....10

1.5.1. Les causes naturelles.....11

1.5.2. Les causes anthropiques.....12

1.5.3. Conséquences environnementales... ..13

1.5.3.1. Perte de fertilité des sols14

1.5.3.2. Désertification.....15

1.5.3.3. Perte de biodiversité.....16

1.5.3.4. Augmentation des émissions de gaz à effet de serre.....17

1.5.3.5. Pollution et épuisement des ressources en eau... ..18

1.5.4. Conséquences socio-économiques.....19

1.5.4.1. Baisse de la productivité agricole20

1.5.4.2. Insécurité alimentaire.....21

1.5.4.3. Pauvreté et exode rural...	22
1.5.4.4. Vulnérabilité accrue des populations locales...	23
1.5.4.5. Coûts économiques pour les États...	24
2. L'Impact des Changements Climatiques sur la Stabilité des Sols	25
2.1. Comment le changement climatique affecte-t-il les sols	26
2.2. Quels sont les effets du changement climatique sur les terres	27
2.3. Quelle est la relation entre le climat et le sol	28
2.4. Quel est l'impact du changement climatique sur les phénomènes météorologiques	29
3. les impacts du changement climatique	30
3.1. Impacts sur les sols	31
3.2. Sur les ressources en eau	32
4. La dégradation des sols	33
4.1. La dégradation	34
4.2. Les types de dégradation des sols	35
4.2.1. Dégradation physique	36
4.2.1.a. L'encroûtement	37
4.2.1.b. La compaction	38
4.2.1.C. L'érosion	39
C.1. L'érosion éolienne	40
C.2. L'érosion hydrique	41
4.2.2. Dégradation chimique	42
4.2.2. a. Salinisation	43
4.2.2.b. Alcalinisation	44
4.2.2. c. Acidification	45

4.2.2.d. Perte de nutriments et de matière organique.....	46
4.2.3. Dégradation biologique	47
4.2.3. a. Causes naturelles.....	48
4.2.3.b. causes humaines (anthropiques.....	49
3.2. Impact sur l’agriculture.....	50
3.2.1 Baisse de la productivité agricole	51
3.2.2. Augmentation des risques climatiques.....	52
3.2.3. Appauvrissement économique des agriculteurs	53
3.3. Impact sur la biodiversité.....	54
3.3.1. Perte d’habitats naturels.....	55
3.3.2. Déséquilibres écologiques	56
4. Interaction entre changement climatique et dégradation des sols...57	
4.1. Le changement climatique aggrave la dégradation des sols	58
4.1.1. Sécheresses prolongées.....	59
4.1.2. Pluies intenses et inondations	60
4.1.3. Fonte des glaciers et élévation du niveau de la mer	61
4.1.4. Réduction de la couverture végétale.....	62
5. La dégradation des sols contribue au changement climatique.....	63
5.1. Diminution de la capacité de stockage du carbone.....	64

5.1.1. Perte de végétation.....	65
5.1.2. Utilisation excessive d'engrais chimiques.....	66
6. Synergies négatives : un cercle vicieux entre changement climatique et dégradation des sols.....	67
7. Stratégies d'adaptation et de lutte de la dégradation des sols.....	68
7.1. Gestion durable des terres.....	69
7.1.1. Agroécologie.....	70
7.1.2. Reforestation et agroforesterie.....	71
7.1.3. Lutte contre l'érosion.....	72
7.2. Gestion rationnelle de l'eau.....	73
7.3. Lutte contre le changement climatique.....	74
7.4. Actions sociales et politiques.....	75
7.5. Approche intégrée et locale.....	76

Chapitre 02 : Zone d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude.....	78
1.1. Situation d'Ain T'émouchent.....	79
1.2. Limites géographiques.....	80
1.3. La Wilaya d'Ain T'émouchent à un climat méditerranéen.....	81
1.4. Climat de la région d'étude.....	82
1.5. Humidité de l'air.....	83
2. Étude Approfondie de la Région de Hammam Bou Hadjar.....	84
2.1. Géographie et Géologie.....	85
2.2. Agriculture.....	86

2.3. Environnement et Défis	87
2.4. Les données climatiques de la région de hammam bouhdjar	88
2.4.1. Climat	89
2.4.2. La température	90
2.4.3. Les Vents	91
2.4.4. Humidité	92

Chapitre 03 : Méthodologie et résultats

1.1. Comment Faire Un échantillonnage du sols	95
1.2. Les prélèvements	96
2. La méthodologie	97
3. Les analyses granulométriques	98
3.1. Protocole - Détermination de la teneur en matières organiques.....	99
4. Résultats et discussions	100
4.1. les prélèvements.....	101
4.2. Détermination détaillée de la teneur en matières organiques par calcination.....	102
4.3. Interprétation des résultats	103
5. Conclusion sur les étapes d'échantillonnage et les résultats préliminaires.....	104
Conclusion générale	
Conclusion.	106

Références bibliographiques

Annexe

Introduction générale

Introduction générale

Introduction Générale :

Réduction générale La dégradation des sols c'est la diminution de la capacité d'une terre à atteindre un certain rendement pour un type d'utilisation donnée et une méthode de production définie. C'est un phénomène planétaire qui prend une ampleur effrayante où chaque année 5 à 7 millions d'hectares de surface arable disparaissent.

Cette définition comprend non seulement les facteurs biophysiques de l'utilisation des sols mais également des aspects socio-économiques comme le mode d'exploitation des terres. (Chibani ;2016).

Dégradation des terres est principalement liée à deux grandes catégories de processus, l'une associée au changement climatique et l'autre liée aux activités humaines, principalement le changement d'utilisation des terres (expansion des cultures, intensification de l'agriculture, surpâturage et surexploitation des plantations de bois) (Rasmussen et al., 2014 ; Pimentel et al., 2004). Des données empiriques récentes montrent qu'il existe une grande incertitude quant à l'impact économique de la dégradation des terres (Nkonya et al., 2016).

Le coût de la dégradation des terres en Afrique de l'Ouest est estimé à 18,9 milliards de dollars US (Nkonya et al., 2016). Ainsi, la perte de rendement céréalier induite par l'érosion des sols est estimée entre 5 et 20 millions de tonnes par an au Burkina Faso (initiative ELD et PNUE, 2015). Plus de deux décennies auparavant, Lal, (1995) a estimé la réduction du rendement du maïs à entre 47,48 et 63 % pour une érosion du sol de 5,1 et 20 centimètres à Ouagadougou, Burkina Faso.

Plus récemment, Niemeijer et Mazzucato (2002) trouvent que l'érosion et la dégradation des sols entraînent une diminution de la production agricole de 0,5 à 1 % au Burkina Faso. En outre, les estimations des effets directs de l'érosion des sols à l'aide d'un modèle biophysique par Sartori et al, (2019), montrent une baisse de la production agricole de 3 832 mille tonnes au Burkina Faso. Il convient de mentionner que la dégradation des terres affecte 34 % des terres cultivées au Burkina Faso (Hien et CILSS, 2015). (Sawadogo Boureima ;2021)

Notre étude se compose de deux parties :

Partie 1 : comporte une étude bibliographique sur l'impact de changements climatique sur les sols et la zone d'étude (région hammam Bou Hajar).

Partie 2 : concerne la méthodologie adopter pour les analyses de sols

Introduction générale

Objectif du travail :

- Analyser les interactions entre les changements climatiques et la dégradation des sols afin de comprendre leurs effets combinés sur l'environnement.
- Analyse physique et granulométrique du sol est essentielle pour comprendre ses propriétés et son type, ce qui a une influence significative sur le changement climatique.

Chapitre 01: Etude bibliographique

1. Définition du Climat :

Le climat désigne la répartition statistique des conditions atmosphériques dans une région spécifique sur une période donnée. Il est déterminé à partir des valeurs moyennes obtenues par des mesures statistiques mensuelles et annuelles, ainsi que des données locales sur l'atmosphère, telles que la température, les précipitations, l'ensoleillement, l'humidité et la vitesse du vent. Les régions continentales du monde présentent un climat influencé par leur latitude et leur éloignement des principaux plans d'eau (GIEC, 2014).

Le climat représente la synthèse des variations quotidiennes des conditions atmosphériques observées dans un lieu particulier. Il est déterminé en recueillant des données statistiques sur les conditions météorologiques pendant une période spécifique. En règle générale, il comprend des éléments tels que la température, les précipitations, l'humidité, l'ensoleillement et la vitesse du vent (GIEC, 2007)

2. Variabilité du climat :

Le GIEC (Groupe d'expert Intergouvernementale sur l'évolution du climat), définit deux notions fondamentales : la variabilité du climat et le changement climatique. C'est les variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écart à la moyenne) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations du forçage externe naturel ou anthropique, variabilité externe. (GIEC, 2021).

3. Définition de changement climatique :

D'après le GIEC, le changement climatique désigne une modification à long terme (sur plusieurs décennies) de l'état du climat, résultant soit de l'activité humaine, soit de la variabilité naturelle du climat. (GIEC, 2007)

Selon la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques le changement climatique désigne une modification directement ou indirectement causée par les activités humaines, lesquelles altèrent la composition de l'atmosphère mondiale, en plus de la variabilité climatique naturelle observée sur des périodes de temps similaires. (GIEC, 2007)

3.1. Changement climatique en Afrique :

Le changement climatique affecte gravement l'Afrique. L'intensification des sécheresses, des inondations et des modifications des saisons de récolte peut avoir des conséquences significatives sur la productivité des sols, la disponibilité de l'eau, la sécurité alimentaire, ainsi que sur le bien-être humain et la pauvreté. Il peut également entraîner des impacts négatifs sur la santé et, dans de nombreux cas, des effets irréversibles sur la biodiversité. Actuellement, les émissions de gaz à effet de serre (**GES**) en Afrique sont relativement faibles à l'échelle mondiale et n'ont contribué que de manière marginale à l'augmentation des (**GES**) dans l'atmosphère. Cependant, la part des émissions africaines dans le total mondial pourrait augmenter considérablement et devenir comparable à celle d'autres régions d'ici la fin du prochain siècle. (**Hulme et al, 2001**)



Figure 01 : Changement climatique

3.2. Changement climatique en Algérie :

Les zones climatiques en Algérie sont très variées, allant du climat méditerranéen au climat saharien. Au nord, les hivers sont pluvieux et froids, tandis que les étés sont chauds et secs. Le climat côtier est modéré par l'influence de la mer.

L'évolution récente du climat en Algérie montre un réchauffement plus prononcé que la moyenne mondiale. En effet, tandis que la température mondiale a augmenté de **0,74°C** au **20ème siècle**, celle du Maghreb a augmenté de **1,5 à 2°C** selon les régions, soit plus du double de la hausse globale. Par ailleurs, la réduction des précipitations varie entre **10 et 20%**. De nombreuses études indiquent que les projections climatiques basées sur les modèles de circulation générale (**MCG**) actuels sous-estiment la hausse des températures et la baisse des précipitations pour le Maghreb.

Cela suggère que les pays de la région seront particulièrement vulnérables aux effets du changement climatique, qui est désormais une préoccupation majeure pour cette zone. (Mahi, 2008)



Figure 02 : changement climatique en Algérie.

4. Les causes du changement climatique :

4.1. Les causes naturelles :

Les causes des variations du climat de la Terre sont multiples, Certaines sont naturelles :

- variations de l'insolation dues à la perturbation de l'orbite que la Terre décrit autour du soleil ;
- changements du flux d'énergie solaire ;
- injections de poussières volcaniques dans la stratosphère ;
- changements de la circulation globale de l'océan ou développement d'instabilités des calottes glaciaires (IPCC, 2021).

4.2. Les causes anthropiques :

D'autres sont liées aux activités humaines. Depuis le début de l'ère industrielle, les émissions de gaz à effet de serre et d'aérosols perturbent significativement le bilan radiatif de l'atmosphère.

On observe un accroissement sensible des concentrations atmosphériques en gaz carbonique, en méthane et en oxyde nitreux ; le taux de **CO2** est passé de **280 ppm** à près de **380 ppm**.

Ces variations dépassent largement celles observées au cours des 400 000 dernières années, lorsque les cycles biogéochimiques ne subissaient que des variations naturelles. La figure 1 montre les différents gaz à effet de serre qui contribuent au réchauffement climatique (**Petit et al, 1999**)

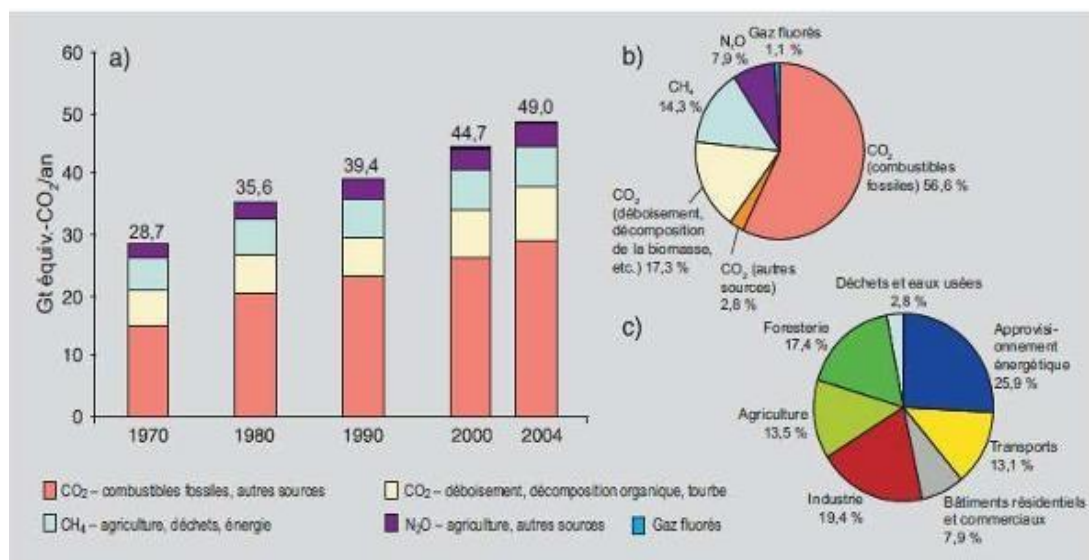


Figure 03 : Émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde, 1970–2004 (GIEC ,2007)

4.3. Conséquences environnementales :

a) **Perte de fertilité des sols :**

- ✓ Réduction des nutriments essentiels.
- ✓ Baisse de la capacité de rétention d'eau.
- ✓ Moins de couverture végétale, ce qui aggrave l'érosion. (**Lal, 2004**).

b) **Désertification :**

- ✓ Transformation de terres fertiles en zones arides ou semi-arides.
- ✓ Avancée des déserts, surtout dans les zones déjà vulnérables. (**Lal, 2004**).

c) **Perte de biodiversité :**

- ✓ Disparition d'espèces végétales et animales locales.
- ✓ Déséquilibre des écosystèmes, réduction des habitats naturels. (**Lal, 2004**).

d) Augmentation des émissions de gaz à effet de serre :

- ✓ Les sols dégradés libèrent davantage de CO₂ et réduisent leur capacité de stockage du carbone. (Lal, 2004).

e) Pollution et épuisement des ressources en eau :

- ✓ Ruissellement accru, transport de polluants agricoles.
- ✓ Moindre infiltration d'eau dans les nappes phréatiques. (Lal, 2004).

4.4. Conséquences socio-économiques :**a) Baisse de la productivité agricole :**

- ✓ Moindres rendements.
- ✓ Inévitables pertes économiques pour les agriculteurs.

b) Insécurité alimentaire :

- ✓ Moins de ressources pour nourrir les populations.
- ✓ Hausse des prix des denrées alimentaires. (World Bank, 2020).

c) Pauvreté et exode rural :

- ✓ Perte de revenus agricoles pousse les populations à migrer vers les villes.
- ✓ Apparition de conflits liés à l'accès aux terres et à l'eau. (World Bank, 2020).

d) Vulnérabilité accrue des populations locales :

- ✓ Moindre résilience face aux catastrophes naturelles (sécheresse, inondations).
- ✓ Dépendance à l'aide humanitaire ou alimentaire. (World Bank, 2020).

e) Coûts économiques pour les États :

- ✓ Besoin croissant d'investissements en restauration des terres, infrastructures hydrauliques, etc.
- ✓ Réduction du potentiel de développement durable à long terme. (World Bank, 2020).

5. L'Impact des Changements Climatiques sur la Stabilité des Sols :

Le changement climatique transforme les écosystèmes terrestres, et l'un des éléments les plus touchés est la stabilité des sols. Sécheresses prolongées, précipitations extrêmes et réchauffement global affectent directement la structure et la santé des sols. Cet article simple et détaillé explore ces impacts, répond aux questions essentielles et présente des solutions efficaces. (IPCC, 2019.)



Figure 04 : impact des changements climatique sur la stabilité des sols. (Clément ,2019)

5.1. Comment le changement climatique affecte-t-il les sols ?

Le changement climatique affaiblit nos sols de façon alarmante. Les pluies intenses et les sécheresses augmentent l'érosion, emportant la couche fertile et laissant le sol exposé. La matière organique diminue aussi car des températures plus chaudes accélèrent sa décomposition, appauvrissant le sol et libérant du CO₂.

De plus, le cycle de l'eau est perturbé : les sécheresses assèchent les sols, tandis que les inondations peuvent les lessiver ou les saliniser. Ces phénomènes détériorent la structure du sol, réduisant sa capacité à absorber l'eau, et nuisent à la biodiversité essentielle qui y vit, limitant ainsi sa capacité à stocker le carbone. En bref, le changement climatique fragilise nos sols, ce qui menace directement notre alimentation et la régulation du climat, rendant leur protection absolument cruciale. (Clément ,2019)

Le changement climatique influence les sols de plusieurs manières :

- Cycles de dessiccation et d'humidification accélérés
- Des températures plus élevées
- Augmentent l'évaporation, desséchant les sols argileux.
- Érosion accrue : Les pluies intenses entraînent un ruissellement rapide, emportant les couches superficielles.
- Structure du sol fragilisée : La chaleur et les variations hydriques perturbent la cohésion des particules, réduisant la stabilité du sol. (IPCC ,2019).

5.2. Quels sont les effets du changement climatique sur les terres ?

Le réchauffement climatique affecte les terres de plusieurs façons :

- Perte de fertilité des sols : L'érosion et la perte de matières organiques réduisent la productivité.
- Dégradation des écosystèmes agricoles : Les terres cultivables deviennent improductives face aux sécheresses fréquentes.
- Désertification : En l'absence d'eau, certaines terres deviennent arides, menaçant la sécurité alimentaire. (IPCC, 2019).

5.3. Quelle est la relation entre le climat et le sol ?

Le climat influence directement la composition et la stabilité des sols :

- Précipitations : Essentielles pour maintenir l'humidité et la fertilité des sols.
- Température : Affecte la décomposition des matières organiques et la texture des sols.
- Vent : Peut provoquer une érosion rapide dans les régions sèches. (Brady & Weil, 2010).

5.4. Quel est l'impact du changement climatique sur les phénomènes météorologiques ?

Le réchauffement modifie les schémas météorologiques :

- Précipitations irrégulières : Alternance de pluies torrentielles et sécheresses prolongées.
- Chaleur intense : Dessèche les sols, surtout dans les régions argileuses.
- Phénomènes extrêmes : Tempêtes et pluies intenses causent de graves dégâts. (IPCC, 2021).

6. les impacts du changement climatique :**6.1. Impacts sur les écosystèmes :**

D'après les experts du GIEC, le changement climatique entraînera d'importants changements dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes, le plus souvent au détriment de la biodiversité (GIEC, 2007).

Des changements dans les aires de répartition de nombreuses espèces végétales et animales, associés à l'augmentation des températures (migration vers le nord ou vers des altitudes plus élevées) (**Philippe & al .2011**)

Des variations et des décalages phénologiques pouvant affecter les chaînes trophiques et les interactions interspécifiques : par exemple, un décalage entre la disponibilité de la nourriture et les besoins alimentaires des oiseaux, ainsi que des perturbations dans les relations hôte-parasite (**Massu, 2011**)

6.2. Impacts sur les sols :

La modification des régimes hydriques et thermiques ainsi que l'augmentation de la fréquence de certains événements extrêmes induits par le changement climatique pourraient avoir des conséquences sur les sols (**Gis Sol, 2011**)

Les effets du changement climatique sur la teneur en matière organique des sols restent donc incertains, notamment à long terme (**Brisson & Levrault, 2010**)

La baisse de la teneur en matière organique affecte l'activité biologique des sols, leur stabilité et leur capacité à stocker les nutriments et à absorber et dégrader les polluants (**Doubbi, 2003**).

- Le changement climatique pourrait également aggraver les problèmes d'érosion des sols au travers de différents phénomènes :
 - L'augmentation des précipitations hivernales ;
 - l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes : tempêtes, vents forts, inondations, périodes de sécheresse ;
- La dégradation de la structure des sols causée par les incendies (**GIEC, 2007**)

6.3. Sur les ressources en eau :

Les changements climatiques entraîneraient une intensification des pluies torrentielles, augmentant ainsi les risques d'inondations et de ruissellement tout en réduisant les capacités d'infiltration de l'eau dans le sol (**IPCC, 2021**).

Les variations du régime saisonnier pourraient perturber la répartition régionale des ressources en eau, tant souterraines que superficielles. Dans les zones climatiques sèches, de faibles variations des températures et des précipitations pourraient provoquer des changements significatifs dans l'écoulement des eaux.

Les régions arides et semi-arides seront particulièrement vulnérables à une réduction des précipitations et à une hausse de l'évaporation. De nombreux modèles climatiques prévoient une diminution des précipitations moyennes dans les régions déjà sèches, telles que l'Asie centrale, la Méditerranée, l'Afrique, le Sahel et l'Australie (IPCC, 2021).

Le stockage des eaux de surface pourrait être affecté par des pluies diluviennes et des glissements de terrain, entraînant un envasement et une réduction de la capacité des réservoirs. L'augmentation des pluies torrentielles et des inondations pourrait également engendrer des pertes d'eau plus importantes sous forme de ruissellement, ce qui pourrait à long terme affecter les nappes souterraines. Enfin, la qualité de l'eau pourrait fluctuer en fonction de l'intensité et du timing des précipitations. L'élévation du niveau de la mer risquerait de permettre aux eaux salées de pénétrer dans les réserves d'eau douce des zones côtières. (IPCC, 2021).



Figure 05 : impact des changements climatique sur ressources en eau (Edward, 2012).

7. Dégradation des sols :

- a. La dégradation d'un sol résulte souvent d'une combinaison de facteurs, incluant éventuellement la régression, qui conduisent le sol vers une évolution différente de l'évolution naturelle liée au climat et à la végétation locale. Elle est généralement directement liée à l'action de l'homme via par exemple
 - Le remplacement de la végétation primitive diversifiée par une végétation secondaire, qui modifie l'humus et la formation du sol
 - La dégradation des sols peut résulter de diverses causes liées à l'exploitation et aux changements environnementaux

- La réduction des taux de matière organique, souvent due à une surexploitation des sols et leur lessivage. **(Douafer,2022)**
- La destruction de l'humus et des complexes argilo-humiques insolubles par des pratiques telles que le labour, qui enfouit et dégrade les couches superficielles du sol, ou par un travail excessif du sol.
- L'acidification, la salinisation, et potentiellement la désertification, qui peuvent être exacerbées par les changements climatiques, l'irrigation excessive ou un drainage inapproprié. **(Douafer, 2022).**
- L'érosion, qu'elle soit hydrique ou éolienne, favorisée par des pratiques comme le labour ou le désherbage, qui fragilisent les sols, rendant ces derniers plus vulnérables à la sécheresse et à l'impact des pluies, qui lessivent le sol plutôt que de le nourrir.
- La pollution par les métaux lourds ou les substances biocides (pesticides et autres produits chimiques), qui détruisent les organismes essentiels à la cohésion et à la capillarité du sol, comme les champignons et vers de terre.
- La compaction, ou tassement des sols, qui entraîne leur asphyxie, et souvent la formation d'une semelle de labour dans les sols cultivés. Cette réduction de la porosité naturelle du sol représente l'une des formes les plus graves de dégradation, impactant durablement les caractéristiques biologiques et hydrologiques des sols.
L'agriculture est un acteur majeur de la dégradation des sols à travers des pratiques telles que le défrichage, le labour, l'irrigation, l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides, ainsi que le passage d'engins lourds.
- Le défrichage et la déforestation de grandes surfaces agricoles modifient la composition de l'humus et les processus de formation du sol.
- Le surpâturage, en réduisant la capacité de régénération des végétaux, expose les sols à l'érosion hydrique (qui concerne **56%** des cas de dégradation des sols) et éolienne (**28%** des cas).
- En milieu urbain, le rejet de polluants tels que les métaux lourds affecte les sols, tout comme les anciennes zones industrielles, qui laissent des sols fortement pollués. **(Douafer ,2022).**

7.1. Types de dégradation des sols :

La dégradation des sols peut se manifester sous trois formes principales : physique, chimique ou biologique.

- a) **Dégradation physique** : Cette forme de dégradation affaiblit la structure du sol, entraînant des phénomènes tels que l'encroûtement, la compaction et l'érosion.

L'encroûtement : Il résulte de la réorganisation des particules superficielles du sol sous l'effet du vent ou de la pluie. Ce phénomène peut se produire, par exemple, lorsque le lit de semence, qui est la dernière étape de préparation du terrain avant le semis, se mouille puis sèche rapidement. Cela conduit à la formation d'une couche dure et compacte en surface (sur les 5 premiers centimètres), ce qui empêche une bonne levée des cultures.

La compaction : désigne la réorganisation des particules de sol sous l'effet d'une pression externe (piétinement des animaux en conditions humides ou du passage de lourdes machines) et une réduction de l'espace poral. La compaction du sol a entraîné une diminution de l'activité biologique de sol et de la productivité des sols agricoles et forestiers. Les flux d'eau ne pouvant plus s'effectuer verticalement, le ruissellement se déclenche, entraînant des phénomènes d'érosion. (Douafer, 2022).

L'érosion : est l'ablation et le transport latéral de particules solides du sol par le vent et l'eau sur la surface du sol.

. **L'érosion éolienne** :

Elle désigne le transport et le dépôt de particules par le vent, ainsi que l'effet abrasif de ces particules pendant leur déplacement. Ce phénomène se produit principalement lorsque le sol est dénudé. Il entraîne l'enlèvement de la couche superficielle des terres agricoles et peut également provoquer le recouvrement de champs, de bâtiments, de clôtures et de routes par des accumulations de terre indésirable.

L'érosion hydrique : L'érosion hydrique correspond à la dégradation du sol sous l'effet des eaux de ruissellement. Son intensité dépend de plusieurs facteurs, tels que l'intensité des pluies, la couverture végétale du sol, la topographie, les caractéristiques du sol, ainsi que l'orientation et l'exposition du terrain. (Douafer, 2022).

- b) **Dégradation chimique** : La dégradation chimique des sols englobe des phénomènes tels que la salinisation, l'alcalinisation, l'acidification, ainsi que la perte de nutriments et de matière organique.

Salinisation : La salinisation résulte d'un excès de sels solubles dans la solution du sol. Elle peut être mesurée par la conductivité électrique, un indicateur qui évalue la capacité de la solution du sol à conduire l'électricité.

Alcalinisation : L'alcalinisation se caractérise par une concentration excessive de sodium dans le complexe absorbant des sols. Cela reflète le degré de saturation du complexe absorbant par l'ion Na⁺.

Acidification : L'acidification du sol est principalement causée par la décalcification du complexe absorbant. Ce phénomène peut entraîner une toxicité aluminique, particulièrement sur les sols décalcifiés.

Perte de nutriments et de matière organique : La perte de nutriments est un processus de dégradation majeur des sols, avec des répercussions économiques et sociales importantes. Les éléments nutritifs extraits par les cultures ne sont pas compensés par des apports suffisants, que ce soit par des fertilisants minéraux ou organiques, ou encore par la pratique de la jachère. Le lessivage des éléments solubles dans la couche humique, ainsi que le blocage du phosphore par les oxydes de fer, contribuent à cette perte. Ces perturbations sont exacerbées par le manque de restitution des éléments exportés lors des récoltes (grains, paille, racines).

- c) **Dégradation biologique** :

L'activité biologique du sol joue un rôle crucial dans les processus qui influencent sa fertilité, tels que la vitesse de décomposition, la minéralisation, la dénitrification et la lixiviation. En réalité, il existe une relation étroite entre l'activité microbienne du sol et sa teneur en eau. (Douafer, 2022).



Figure 06 : la dégradation biologique des sols

7.2. Les cause

a. Causes naturelles

Phénomènes climatiques extrêmes :

- ✓ Sécheresses prolongées, pluies intenses, inondations.
- ✓ Ces événements peuvent entraîner l'érosion, la perte de couverture végétale et la salinisation des sols.

Éruptions volcaniques ou tempêtes :

- ✓ Peu fréquentes, mais peuvent altérer brutalement la structure des sols.

Facteurs géographiques :

- ✓ Régions arides ou semi-arides naturellement fragiles.
- ✓ Sols pauvres en matière organique, donc vulnérables à la dégradation. (IPCC GIEC, 2019).



Figure 07 : la dégradation naturelle des sols.**b. causes humaines (anthropiques) :**

Déforestation massive :

- ✓ Enlève la couverture végétale protectrice du sol.
- ✓ Accélère l'érosion, diminue la rétention d'eau et favorise la désertification.

Agriculture intensive et non durable :

- ✓ Surexploitation des terres (monoculture, usage excessif d'engrais et pesticides).
- ✓ Labour excessif, irrigation non maîtrisée → salinisation et appauvrissement des sols.

Urbanisation et artificialisation des sols :

- ✓ Bétonisation des terres agricoles.
- ✓ Réduction de la capacité naturelle du sol à se régénérer.

Surpâturage :

- ✓ Trop de bétail sur une même zone détruit la végétation et expose le sol à l'érosion.

Changements climatiques causés par l'homme :

- ✓ Émissions de gaz à effet de serre issues de l'industrie, des transports, de l'agriculture.
- ✓ Perturbation des cycles naturels → sécheresses plus fréquentes, précipitations imprévisibles.

Mauvaise gestion des ressources en eau :

- ✓ Surexploitation des nappes phréatiques.
- ✓ Irrigation inefficace, contribuant à la salinisation et à la perte de sol fertile. (IPCC & GIEC, 2019).

c. Impact sur l'agriculture :

Baisse de la productivité agricole :

- Les sols appauvris, érodés ou salinisés ne retiennent plus bien l'eau ni les nutriments.
- Cela entraîne des rendements plus faibles, surtout dans les zones rurales dépendantes de l'agriculture de subsistance.

Augmentation des risques climatiques :

- Sécheresses, pluies torrentielles ou vagues de chaleur détruisent les cultures.
- Le calendrier agricole devient imprévisible, perturbant les semis et les récoltes.

Appauvrissement économique des agriculteurs :

- Perte de récoltes → baisse des revenus → endettement.
- Les petits exploitants sont les plus vulnérables face à ces crises. (FAO, 2021).



Figure 08 : impact sur l'agriculture.

d. Impact sur la biodiversité :

Perte d'habitats naturels :

- ✓ La déforestation, l'urbanisation et l'expansion agricole détruisent les écosystèmes.
- ✓ Les sols dégradés ne peuvent plus abriter la même diversité de vie.).

Disparition des espèces :

- ✓ Les espèces végétales et animales ne trouvent plus les conditions nécessaires à leur survie.
- ✓ Les pollinisateurs (abeilles, papillons), essentiels à l'agriculture, sont particulièrement touchés.

Déséquilibres écologiques :

- ✓ La disparition d'espèces clés perturbe les chaînes alimentaires.
- ✓ Moindre résilience des écosystèmes face aux aléas climatiques. (IPCC,2019)

8. Interaction entre changement climatique et dégradation des sols :

Le changement climatique aggrave la dégradation des sols :

- Sécheresses prolongées : Les températures plus élevées et la rareté des pluies assèchent les sols, les rendant plus friables, plus vulnérables à l'érosion et moins fertiles. **(IPCC,2019)**
- Pluies intenses et inondations : Les épisodes de fortes précipitations causent le ruissellement, qui entraîne la perte de la couche arable (la plus fertile du sol) et la pollution des eaux. **(FAO & ITPS,2015).**
- Fonte des glaciers et élévation du niveau de la mer : Cela peut saliniser les sols côtiers, les rendant impropres à la culture. **(Cazenave, 2010)**
- Réduction de la couverture végétale : Le réchauffement détruit certaines espèces végétales, ce qui expose le sol au vent et à l'érosion. **(Lal, 2001).**

La dégradation des sols contribue au changement climatique :

Diminution de la capacité de stockage du carbone : Les sols sains stockent du carbone sous forme de matière organique. Quand ils sont dégradés (déforestation, surexploitation), ce carbone est libéré dans l'atmosphère sous forme de CO², contribuant à l'effet de serre. **(Hayes,2011)**

Perte de végétation : La déforestation ou la désertification réduit le nombre de plantes qui absorbent le CO₂, aggravant le réchauffement climatique. **(IPCC,2019)**

Utilisation excessive d'engrais chimiques : Elle entraîne des émissions de gaz à effet de serre (notamment le protoxyde d'azote – N₂O) très puissant pour le climat. **(Davidson, 2009)**

Synergies négatives : un cercle vicieux entre changement climatique et dégradation des sols :

Le changement climatique et la dégradation des sols interagissent de manière à former une synergie négative, où chacun de ces phénomènes amplifie l'autre, créant un cercle vicieux particulièrement préoccupant. D'une part, les effets du changement climatique — tels que l'augmentation des températures, la sécheresse, les pluies extrêmes et les événements climatiques violents — accélèrent la dégradation des sols en provoquant

l'érosion, la salinisation, la perte de matière organique et la désertification. (Dupont, 2023)

D'autre part, les sols dégradés perdent leur capacité à stocker le carbone et à retenir l'eau, ce qui non seulement affaiblit leur fertilité mais contribue également à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Ce relâchement de carbone vers l'atmosphère alimente à son tour le changement climatique. Ainsi, les terres appauvries deviennent de moins en moins productives, poussant à une exploitation encore plus intense pour compenser les pertes, ce qui aggrave encore la dégradation. Ce cercle vicieux constitue une menace directe pour la sécurité alimentaire, les écosystèmes et les moyens de subsistance des populations, en particulier dans les régions les plus vulnérables. (Dupont, 2023)

9. Stratégies d'adaptation et de lutte de la dégradation des sols :

9.1. Gestion durable des terres :

- **Agroécologie** :
Pratiques agricoles respectueuses des sols et de la biodiversité (rotation des cultures, compost naturel, couverture végétale). (FAO,2015).
- **Reforestation et agroforesterie** :
Replanter des arbres pour protéger les sols, réguler le microclimat et stocker le carbone.
- **Lutte contre l'érosion** :
Construction de haies, terrasses, diguettes et techniques de labour conservateur. (FAO,2015).

9.2. Gestion rationnelle de l'eau :

- Irrigation efficace : Techniques comme le goutte-à-goutte pour réduire les pertes d'eau.
- Récupération des eaux de pluie : Systèmes de stockage pour les saisons sèches.
- Protection des zones humides : Préservation des nappes phréatiques et des écosystèmes aquatiques. (Nicholls, 2017).

9.3. Lutte contre le changement climatique :

- Réduction des émissions agricoles : Limiter l'usage des engrais chimiques, favoriser les fertilisants naturels, gérer les déjections animales.
- Captage du carbone dans les sols : Augmenter la matière organique des sols pour stocker davantage de CO₂.
- Transition énergétique : Encourager les énergies renouvelables dans les exploitations agricoles et rurales. (UNCCD,2017).

9.4. Actions sociales et politiques :

- Soutien aux agriculteurs : Formations, subventions pour les pratiques durables, accès au crédit vert.
- Politiques publiques cohérentes : Lois de protection des sols, incitations fiscales, planification de l'occupation des terres.
- Sensibilisation et éducation : Informer les populations sur les liens entre climat, agriculture, sol et eau.

9.5. Approche intégrée et locale :

- Approche participative : Impliquer les communautés locales dans la gestion des terres et de l'eau.
- Solutions adaptées au contexte : Tenir compte des conditions climatiques, géographiques et socio-économiques locales. (UNCCD.2017).

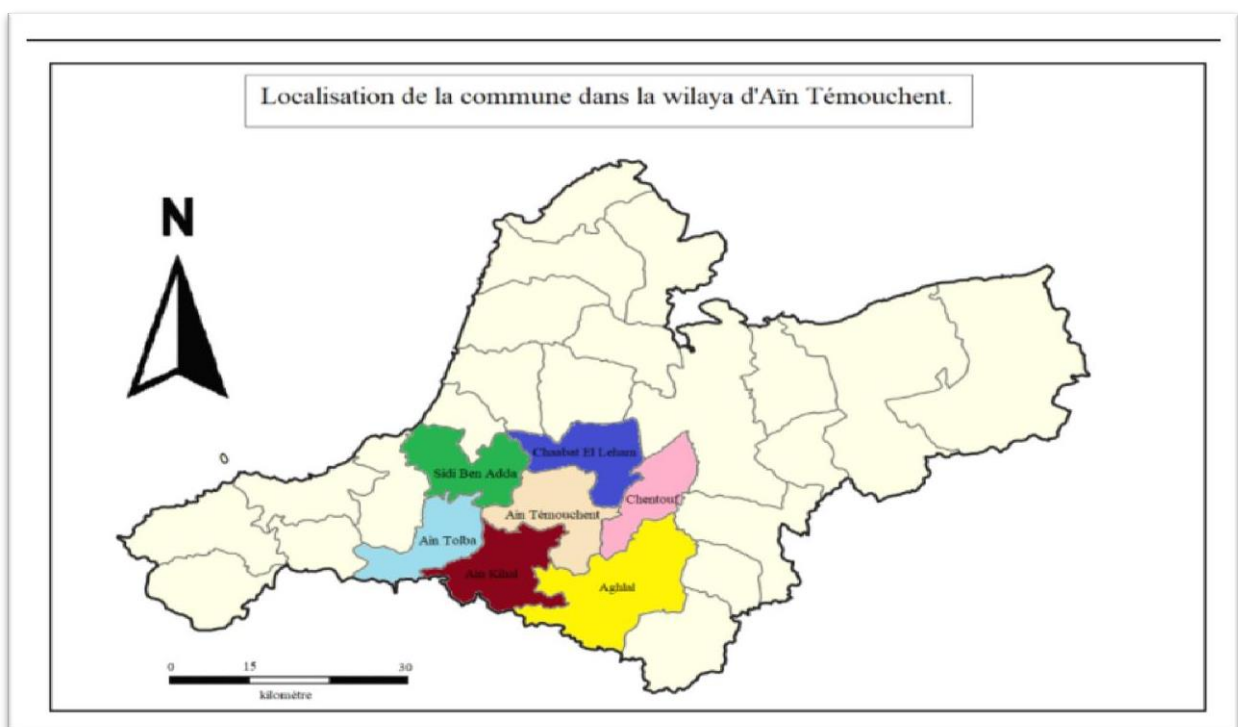
Chapitre 2: Zone d'Etude

II.1. Situation géographique de la région d'étude :

II.1.1. Situation d'Ain T'émouchent :

Ain T'émouchent, issue du découpage territorial de 1984, est une Wilaya du Nord-ouest de l'Algérie, située à 520 km de la capitale Alger avec une superficie de 2 376,89 Km². Sa position géostratégique lui permet de jouer un rôle très important dans l'économie du pays en matière d'investissement, du tourisme et de l'agriculture. La wilaya dispose d'importantes infrastructures portuaires qui la placent en position d'ouverture méditerranéenne.

La Wilaya d'Ain t'émouchent se trouve dans l'ouest algérien ; elle occupe du point de vue géographique, une situation privilégiée en raison de sa proximité par rapport à trois grandes villes à savoir - Oran au Nord-est (70 km du chef -lieu de Wilaya) - Sidi Bel Abbés au Sud-est (70 km), - Tlemcen au Sud-ouest (75 km), Ainsi qu'à sa façade maritime d'une longueur de 80 km, traversant neuf communes (Beni Saf, Bouzedjar, Terga , Sidi Ben Adda, Oulhaça El Gherraba, Sidi Safi, Bouzedjar, Messaid, Ouled Kihal).

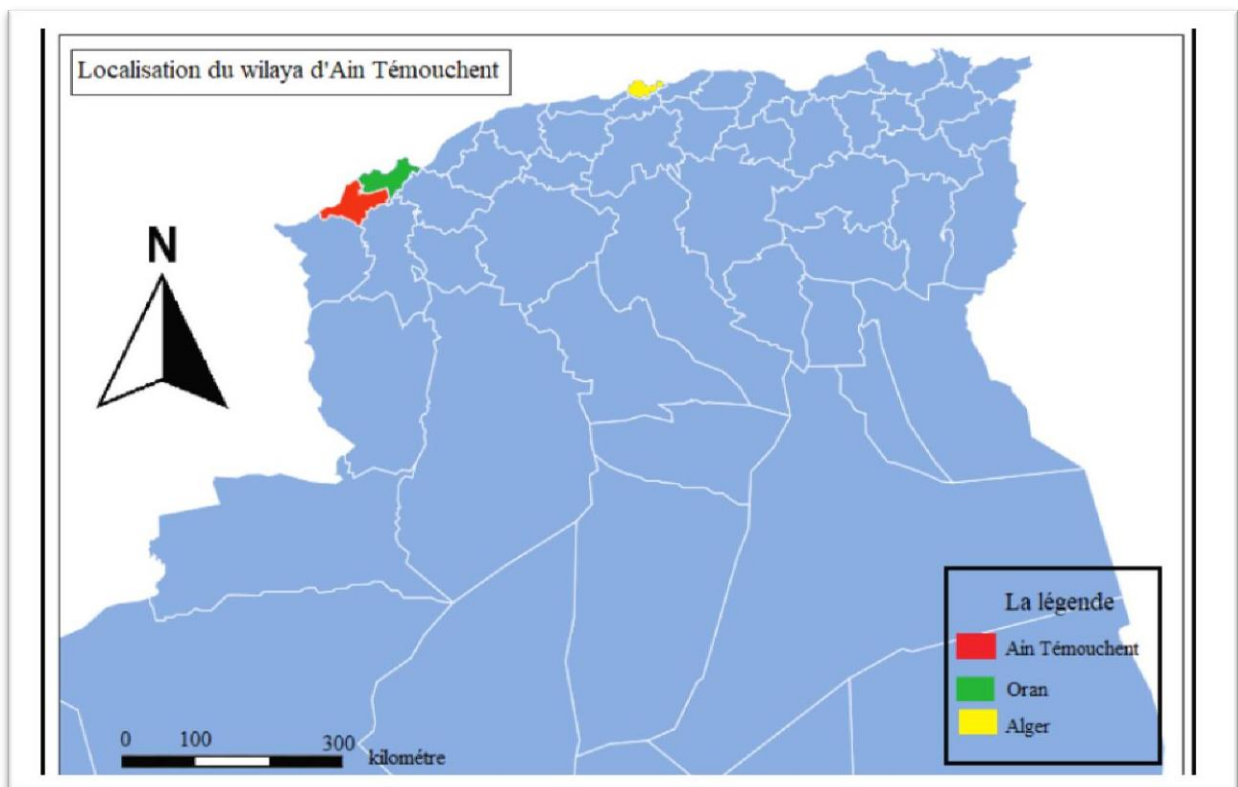


Carte N° 01 : localisation de la ville d'Ain T'émouchent. (Source : Louddad.A).

II.1.2. Limites géographiques :

- Au nord par la mer méditerranée et Oran ;
- Au sud par la wilaya de Tlemcen et Sidi Bel Abbes ;
- A l'ouest par la méditerranée et la wilaya de Tlemcen ;
- A l'est par la wilaya d'Oran et Sidi Bel Abbes.

Une adaptation a été effectuée sur une coulée de basalte d'Ain Témouchent, son Age radio métrique de 1 million a 800000 ans qui situe au calabrien qui dans les échelles corrélatives du quaternaire ce situe entre 1,8 million d'années à 680000 années. Le volcan d'Ain Témouchent est un peu plus récent. Le cratère d'Ain Témouchent est bien conservé et lacune à des pontes internes jusqu'à 21° et externe jusqu'à 16°.



Carte N° 02 : Localisation de la wilaya d'Ain Témouchent.

(Source : Louddad Aimane Abderrahmane)

II.1.3. La Wilaya d'Ain Témouchent a un climat méditerranéen :

Caractérisé par un climat a été chaud et sec et un hiver tempéré et doux. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est), lors de leur passage sur les reliefs Marocains et Espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité. Par ailleurs, les reliefs méridionaux (Sebaa - Chioukh, Tessala, Monts de Tlemcen) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (sirocco). La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture (**Bentekhici, 2005**).

II.1.4. Climat de la région d'étude :

La température annuelle moyenne de la wilaya d'Ain Témouchent, qui se situe au nord-ouest de l'Algérie, est généralement modérée en raison de son climat méditerranéen. Voici un aperçu des températures typiques tout au long de l'année :

Hiver (Décembre à Février) :

- Température moyenne : 10°C à 15°C
- Les températures peuvent parfois descendre en dessous de 5°C lors des nuits les plus froides.

Printemps (Mars à Mai) :

- Température moyenne : 15°C à 25°C
- Le printemps est assez agréable avec une légère hausse de température, et les journées deviennent plus douces.

Été (Juin à Août) :

- Température moyenne : 25°C à 35°C
- Les températures estivales peuvent parfois atteindre 40°C, surtout pendant les vagues de chaleur, mais les nuits restent relativement fraîches grâce à la proximité de la mer.

Automne (Septembre à Novembre) :

- Température moyenne : 18°C à 28°C
- L'automne est doux avec une tendance à l'humidité en fin de saison, et les températures commencent à baisser vers la fin novembre.

L'influence de la mer Méditerranée rend les températures plus modérées comparativement aux régions plus intérieures de l'Algérie, avec des hivers doux et des étés chauds mais pas excessivement extrêmes.

II.1.5. Humidité de l'air :

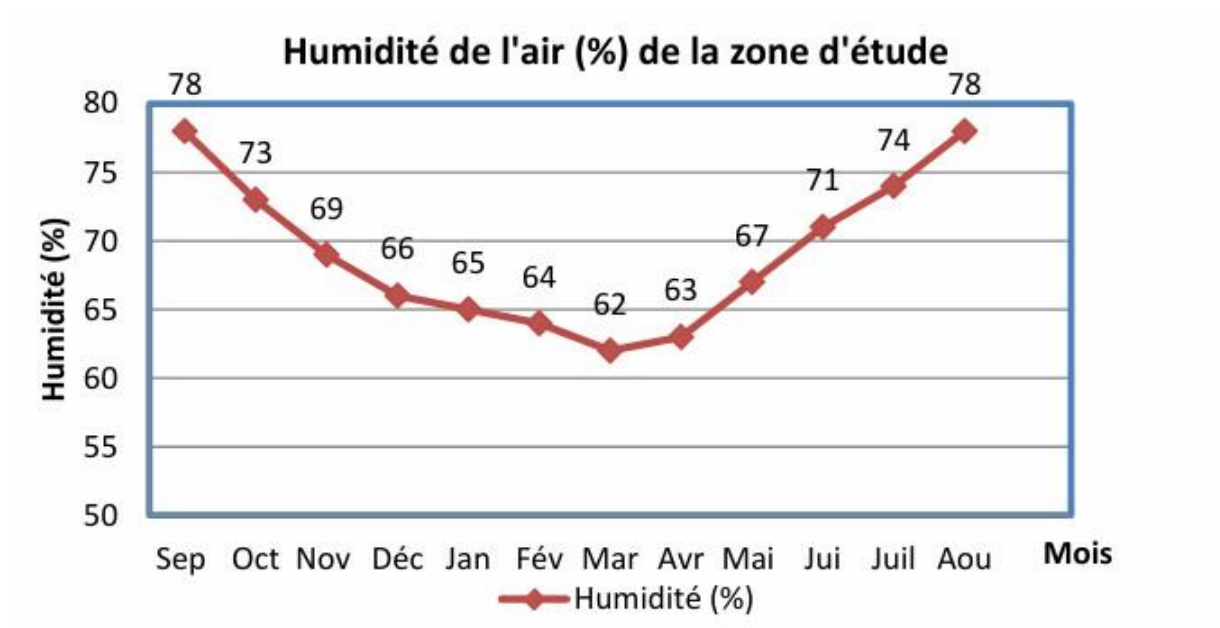


Figure 09 : Humidité de l'air de wilaya de Ain t'émouchent

II.2. Étude Approfondie de la Région de Hammam Bou Hadjar :

La région de Hammam Bou Hadjar, située dans la Wilaya d'Ain Témouchent, est une zone d'intérêt majeur grâce à ses richesses naturelles et son potentiel de développement. Une analyse complète de cette région révèle plusieurs aspects clés :

II.2.1. Géographie et Géologie

Hammam Bou Hadjar se trouve à environ 25 km d'Ain Témouchent et 70 km d'Oran, à une altitude d'environ 135 mètres. La topographie est relativement douce, ponctuée d'élévations comme le Djebel Amar au nord et le Djebel Keroulis au sud-ouest. Géologiquement, la région est caractérisée par d'importants dépôts calcaires. Les célèbres eaux thermales de Hammam Bou Hadjar proviennent de sources profondes, souvent associées à l'activité tectonique et aux fractures du sous-sol. Des analyses hydro-chimiques montrent que ces eaux sont hyperthermales ou méso thermales, riches en chlorures, sulfates et magnésium, avec une forte teneur en CO₂. Leur composition unique est fortement influencée par la présence d'évaporites (comme le gypse) et leur contact avec les roches calcaires et dolomitiques.

développement durable, notamment à travers l'éco-conception de complexes thermaux, intégrant des principes d'architecture bioclimatique et l'utilisation des énergies renouvelables

Nous avons fait une étude climatique comme se suite :

Tableau n°1 : Les caractéristiques géographiques de la station de hammam Bouhadjer :

Station	Hammam Bouhadjer
Altitude	135 m
Latitude	35°-22 Nord
Longitude	0°-58 Ouest
Eloignement de la mer	24 km

Source : (Bentikhici,2005).

II.2.4. Les donnes climatiques de la région de hammam bouhdjar :

- a. **Climat** : De type méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

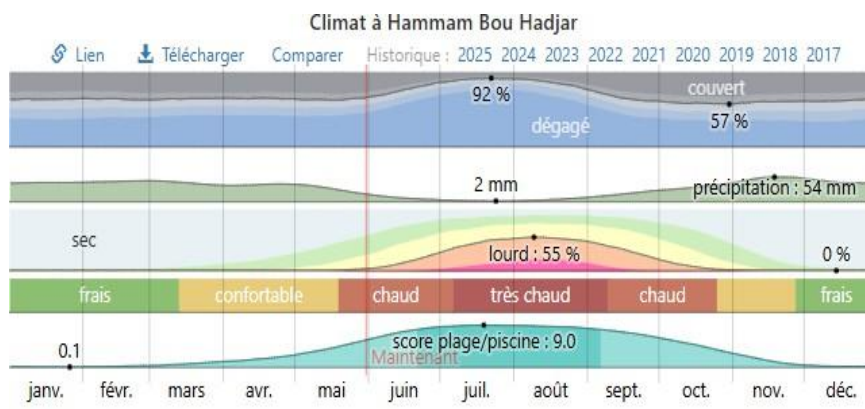


Figure 10 : les données climatiques de la région hammam bouhdjar (Boké ,2017).

b. La température :

La température est considérée comme le facteur climatique le plus importante, c'est lui qu'il faut examiner en tout premier lieu par son action écologique sur les êtres vivants.

Sur l'année, la température moyenne à Ain Témouchent est de 19.1°C. Au mois d'août, la température moyenne est de 26.2°C. Août est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 13.4°C à cette période.

c. Les Vents :

La période la plus venteuse de l'année dure 6,5 mois, du 2 novembre au 18 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,1 kilomètres par heure. Les vents dominants sont généralement ceux venue du nord, précisément du nord-ouest.

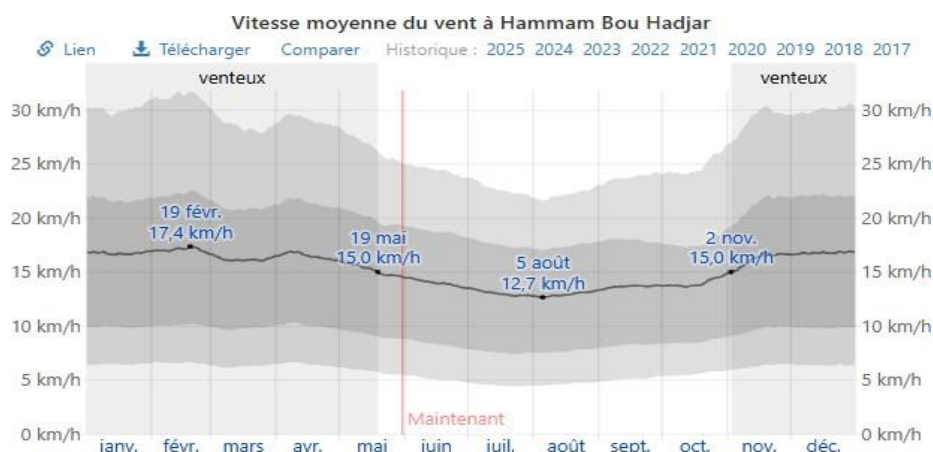


Figure 11 : la vitesse moyenne du vent à hammam Bou hadjar (Boké, 2017).

d. Humidité :

Contrairement à la température, qui varie généralement considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie d'une nuit lourde. Ain Temouchent connaît des variations saisonnières extrêmes en ce qui concerne l'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année dure 3,6 mois, du 17 juin au 5 octobre, Le jour le plus lourd de l'année est le 9 août, avec un climat lourd 52 % du temps

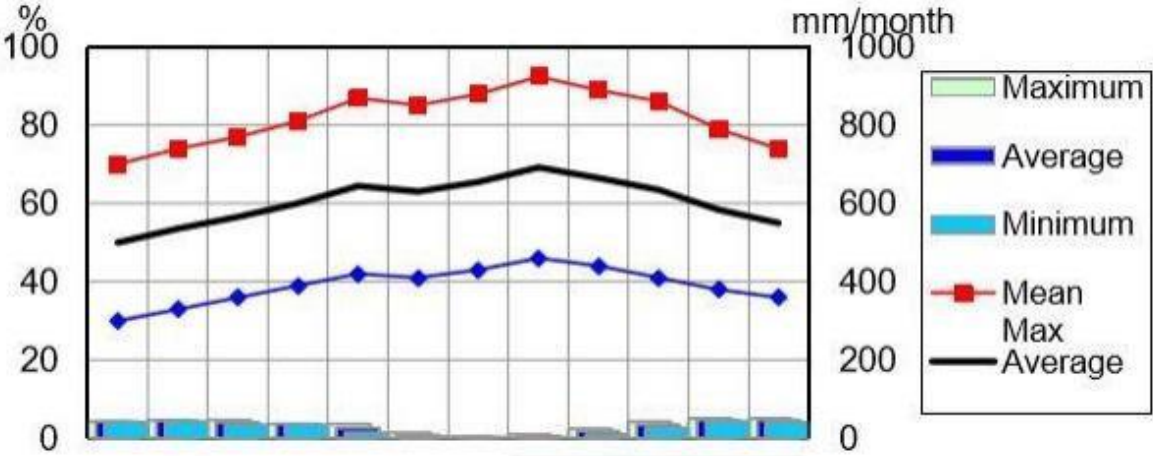


Figure 12 : Diagramme d'humidité. (Boké ,2017).

Chapitre 3: Résultats et discussions

III.1. Matérielles et méthodes :

La fiabilité des analyses de sol, essentielles pour évaluer la fertilité, diagnostiquer des problèmes ou détecter des polluants, repose avant tout sur une méthodologie de prélèvement rigoureuse et souvent sous-estimée. Pour obtenir des échantillons représentatifs et des données interprétables, plusieurs étapes clés sont indispensables.

Il est primordial de définir clairement l'objectif du prélèvement (ex : fertilité, pollution), car cela détermine le protocole. Une planification spatiale minutieuse est ensuite cruciale : la zone d'étude doit être divisée en unités homogènes et des sous-échantillons prélevés en nombre suffisant (15-20) selon un schéma précis (diagonale, grille) pour capturer la variabilité du sol. Le repérage GPS des points est recommandé.

L'utilisation d'outils appropriés et propres : (tarières, sondes) est impérative, avec un nettoyage systématique pour éviter la contamination croisée. La profondeur de prélèvement doit être respectée scrupuleusement.

Enfin, le respect de protocoles standardisés est fondamental : mélange homogène des sous-échantillons pour former un composite, conservation adéquate (température, emballage), étiquetage détaillé et acheminement rapide au laboratoire.

1. Comment Faire Un échantillonnage du sols :

L'échantillonnage du sol est une étape essentielle pour évaluer sa fertilité, sa composition et adapter les pratiques agricoles. Il permet d'obtenir un échantillon représentatif d'une parcelle afin d'en analyser les caractéristiques chimiques et physiques. Pour garantir la fiabilité des résultats, l'échantillonnage doit être réalisé de manière rigoureuse, en suivant une méthode bien définie.

2. Les prélèvements :

2.1. Prélèvement (1) : Zone de Aïn El Arbaa :

La région de Aïn El Arbaa subit une dégradation croissante des sols, menaçant l'agriculture locale. Cette dégradation est causée par l'érosion hydrique, le surpâturage, la déforestation, la salinisation des terres et des pratiques agricoles intensives. Ces facteurs réduisent la fertilité des sols, nuisent à la biodiversité et mettent en péril la durabilité des systèmes agricoles.

Coordonnées GPS approximatives de Aïn El Arbaa :

Latitude :35.3022

Longitude : -1.0871



Photos 01 : zone el wed ain arbaa

photos 02:zone sous arbe ain arbaa

Figure 13: La zone Ain El Arabaa (Bkakra) .(Seklal.R,2025).

2.2. Prélèvement (2) : La Zone de Hammam Bou Hdjar :

Hammam Bou Hadjar (Aïn Témouchent) subit une dégradation des sols due à l'érosion, au surpâturage, à la déforestation, à la salinisation et à l'agriculture intensive, menaçant l'environnement et l'agriculture locale.

Coordonnées GPS approximatives de Hammam Bou Hadjar :

Latitude : 35.3775

Longitude : -0.9672



Photos 03 : la zone el hamda



photos 04 : la zone agricole

Figure 14:la zone de hamma bouhdjar (seklal,2025)

2.3. Prélèvement (3) : La Zone de H'Jairia:

la région de H'Jairia (Aïn Témouchent) subit une dégradation progressive des sols due au climat semi-aride, à l'érosion hydrique et éolienne, et à des pratiques agricoles intensives. Le surpâturage, le manque d'apports organiques et la salinisation aggravent l'appauvrissement des terres. Ces facteurs réduisent la fertilité des sols et leur capacité à retenir l'eau. Des pratiques durables sont nécessaires pour préserver l'agriculture locale.

Coordonnées GPS approximatives de H'Jairia :

Latitude:35.4000

Longitude:-0.9500

(estimation basée sur sa proximité avec Hammam Bou Hadjar)



Phpto 05 :la zone agricole



photos 06 : la zone agricole

Figure 15 : La zone Agricole de H'Jairia (Seklal.R .2025).

3. La méthodologie :

3.1. Analyses physiques

En laboratoire, l'échantillon de sol reçu est d'abord séché à l'air libre pour éliminer l'humidité. Ensuite, il est tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm pour retirer les débris et homogénéiser l'échantillon.

Le sol tamisé est ensuite broyé finement afin d'obtenir une granulométrie uniforme pour les analyses.

Enfin, l'échantillon préparé est divisé en sous-échantillons spécifiques pour réaliser les différentes analyses chimiques et physiques.

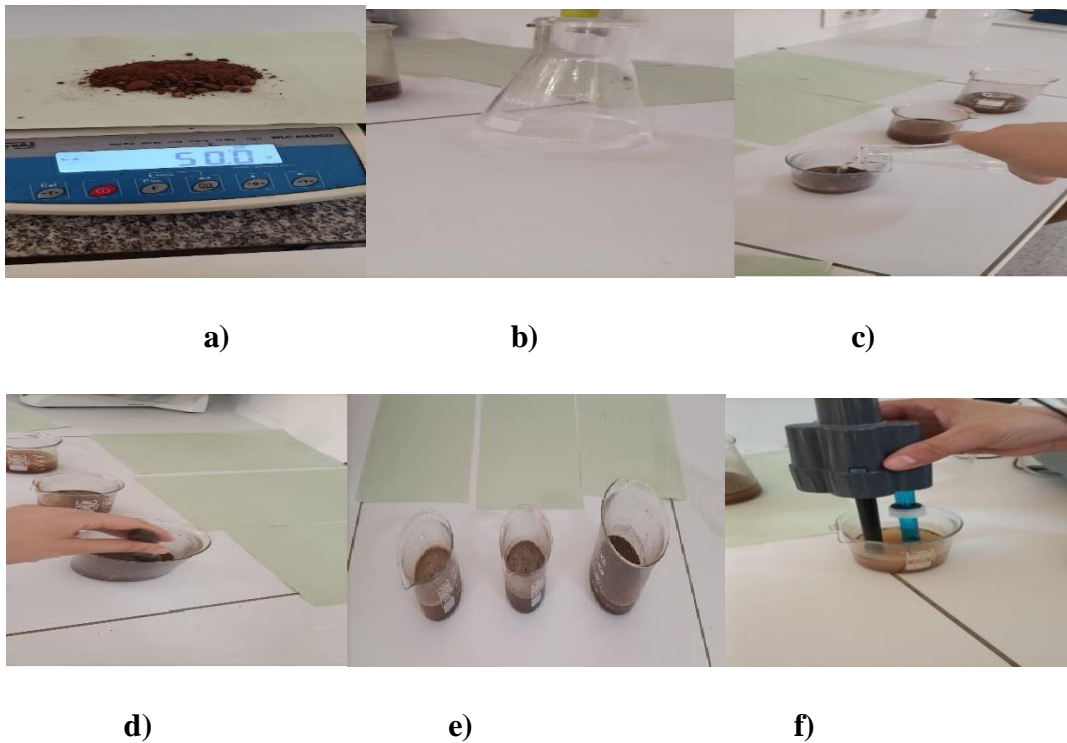


Figure 16 : analyses physiques

- a) 50 g de sol sur la balance
- b) 100 ml d'eau distillée dans le bécher
- c) Un mélange de sol et de leau distillée
- d) Mélanger le mélange
- e) Laisse reposer le mélange pendant 30 minutes
- f) Allume l'appareil Eutech Instruments PC650

3.2. Analyses granulométriques :

Protocole - Détermination de la teneur en matières organiques :

Le protocole vise à déterminer la teneur en matières organiques (CMOC) des sols en analysant la fraction granulométrique inférieure ou égale à 2 mm d'un échantillon. Basée sur la norme NF X 15-016, cette méthode implique de mesurer la perte de masse par calcination.

Concrètement, un échantillon de sol est d'abord séché à 50 °C, puis tamisé à 2 mm. Des sous-échantillons sont ensuite placés dans des creusets préalablement calcinés et pesés (m_0).

L'ensemble (creuset + échantillon) est pesé (m_1). La phase clé est la calcination à 450-500 °C pendant au moins 3 heures, détruisant ainsi les matières organiques. Après refroidissement dans un dessiccateur, le creuset et son contenu sont pesés à nouveau (m_2). La teneur en matières organiques est calculée en pourcentage grâce à la formule : $CMOC = ((m_1 - m_2) / (m_1 - m_0))$. L'appareillage nécessaire comprend une balance de précision, un four à calcination, une étuve, des tamis, un dessiccateur, et un mortier.

III.2. Résultats et Discussions :

2.1. Les prélèvements :

Prélèvement (1) : la zone de Aïn Arabaa :

Tableau 02: Les Analyse de la méthodologie de prélèvement des sols de la zone Aïn Arabaa

Paramètre	Résultat	Température associée	Analyse / Commentaire
PH	8,50	24,5 °C (ATC)	Basique
Potentiel redox	-57 millivolt	2	Division de l'environnement
Conductivité	2,240 μ S/cm	24,3	Tr
TDS(résiduel)	409,1 ppm	24,3 °C	Légère minéralisation
Sodium Na cl	13,22 ppm	24,3 °C	Faible salinité
Résistivité (RES)	1,222 $k\Omega \cdot cm$	24,3 °C	Résistance électrique élevée

Les analyses de l'eau indiquent une eau légèrement basique (pH 8.5) et modérément minéralisée, avec une conductivité de 2.240 μ S/cm et un taux de solides dissous totaux (TDS) de 409.1 ppm. La faible concentration en sel (13.22 ppm de NaCl) confirme une eau peu salée. Le potentiel redox négatif (-57.4 mV) suggère un environnement réducteur, possiblement une eau non désinfectée ou naturelle. Ces valeurs sont globalement compatibles avec une eau de forage ou de source, non traitée, mais de qualité correcte pour des usages généraux, hors consommation directe sans traitement préalable.

Prélèvement (2) : La Zone de Hammam Bou Hdjar :

Tableau 03 : Les Analyse de la méthodologie de prélèvement des sols de la zone de Hammam Bou Hdjar :

Paramètre	Valeur	Température associée	Analyse / Commentaire
PH	8,18	24,3 °C	Légèrement basique acceptable pour eau potable
Potentiel redox (mv)	-41,8 mv	24,3 °C	Milieu légèrement réducteur, eau probablement non désinfectée
Ion (stable)	Stable	24,3°C	Pas de variation notées ionisation stable
Conductivité	436,1 μ S/cm	24,3°C	Eau faiblement minéralisée
TDS(total dissolved solids)	409,1 ppm	24,3 °C	Concentration modérée en solides dissous
Na Cl	13,24 ppm	24,1 °C	Très faible teneur en chlorure de sodium
Résistivité (RES)	4,662 k Ω ·cm	24,2 °C	Résistivité relativement élevée cohérente avec faible conductivité

L'eau analysée est légèrement basique et peu minéralisée. Sa conductivité faible et sa résistivité élevée indiquent une faible concentration en ions dissous, ce qui est conforme avec les faibles taux de NaCl mesurés. Le potentiel redox négatif suggère une eau naturelle non traitée.

Cette qualité d'eau peut convenir pour divers usages, mais une désinfection peut être nécessaire pour la consommation

Prélèvement (3) : La Zone de H'Jairia:**Tableau 04** : Les Analyse de la méthodologie de prélèvement des sols de la zone de H'Jairia :

Paramètre	Valeur	Température (ATC)	commentaire
PH	8,06	24,9 °C	Légèrement basique.
Potentiel redox (mv)	-37,0 millivolt	24,9 °C	Milieu réducteur constant
Ion	-ppm	stable 24,9 °C	Faible conductivité ionique
Conductivité	260,9 μ S	24,4 °C	Faible conductivité ionique
TDS	27,35 ppm	25,0°C	Peu de solides dissous.
Na Cl	11,87 ppm	25,0°C	Trèsfaible salinité.
Résistance (RES)	19,92 k Ω	25,0 °C	Haute résistance électrique

L'analyse de l'eau révèle un pH de 8.06 à 24.9°C, indiquant une eau légèrement basique. Le potentiel redox mesuré entre -36 et -37 mV montre une faible activité oxydante. La conductivité est de 260.9 μ S à 24.4°C, ce qui reflète une minéralisation faible à modérée.

La concentration en solides dissous (TDS) est de 27.35 ppm à 25°C, traduisant une eau très peu minéralisée. La teneur en chlorure de sodium (NaCl) est également faible, à 11.87 ppm.

La résistance électrique élevée, mesurée à 19.92 k Ω à 25°C, confirme une eau très pure, avec peu de conductivité ionique.

Toutes les mesures ont été effectuées à des températures proches de 25°C avec compensation automatique (ATC), garantissant la fiabilité des données. En résumé, cette eau est très pure,

légèrement basique, pauvre en sels et minéraux, ce qui la rend adaptée à des usages techniques, médicaux ou de laboratoire.

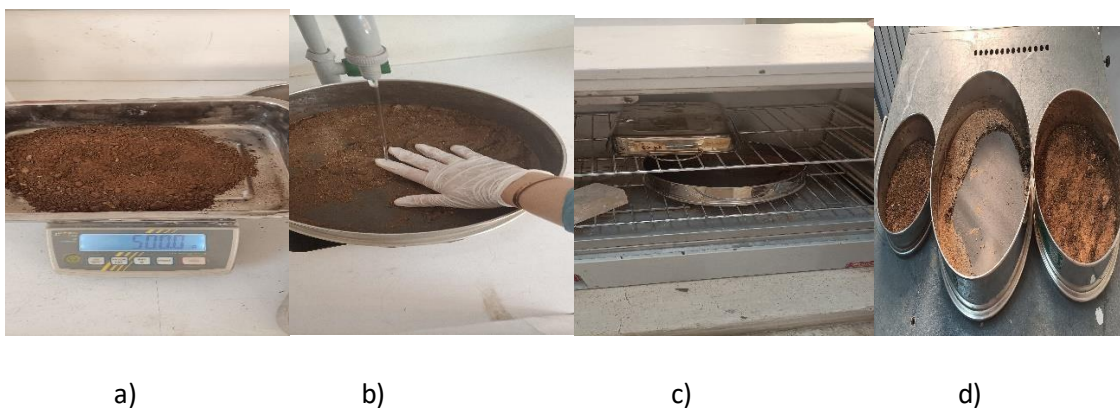
1. *PH* : Potentiel Hydrogène
2. *Mv* : millivolt
3. *Ion* : Ion dissous (ppm)
4. *Cond* : Conductivité
5. *TDS* : Totale Dissolve Solide
6. *Na Cl* : Chlorure de Sodium
7. *RES* : Résistivité

2.2. Détermination de la teneur en matières organiques par calcination:

Cette expérience a pour objective de déterminer la teneur en matières organiques (C_MOC) de trois échantillons de sol en utilisant la méthode de calcination. Cette Méthode consiste à chauffer les échantillons dans un four afin de brûler la matière organique, puis à mesurer la perte de masse. La teneur en matières organiques est ensuite calculée à partir des masses mesurées avant et après la calcination.

2.2.1. Analyse effectuée

Trois échantillons de sol de 500 g chacun ont été lavés puis séchés à l'étuve. Après séchage, la masse moyenne est passée à 475 g, indiquant une perte de 25 g due principalement à la matière organique. Cette méthode permet d'estimer rapidement la teneur en matière organique du sol, un indicateur important de sa fertilité.



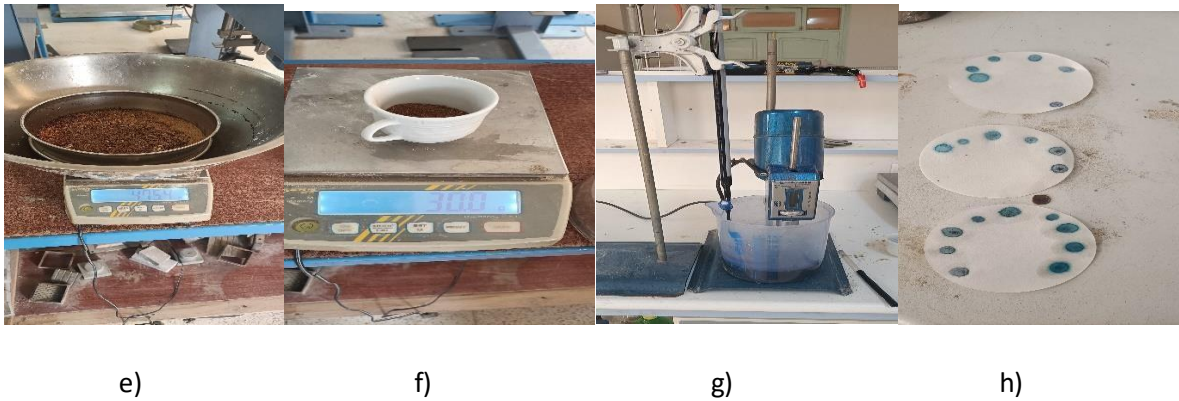


Figure 17 : Determination detailer de la teneur en matières organiques par calcination.

2.2.2. Données expérimentales

Échantillon	m□ (g) - creuset vide	m□ (g) - avant calcination	m□ (g) - après calcination	C_MOC (%)
1	76.5	148.1	146.9	1.68
2	76.6	171.3	169.1	2.32
3	83.5	148.1	146.5	2.48

2.2.3. Formule utilisée:

La formule utilisée pour le calcul de la teneur en matières organiques est la suivante :

$$C_MOC = ((m□ - m□) / (m□ - m□)) \times 100$$

où :

m□: masse du creuset vide (g)

m□: masse du creuset + sol avant calcination (g)

m□: masse du creuset + sol après calcination (g)

2.2.4. Calculs détaillés pour chaque échantillon:

Échantillon 1:

$$C_MOC = ((148.1 - 146.9) / (148.1 - 76.5)) \times 100$$

$$C_MOC = (1.2 / 71.6) \times 100 = 1.68 \%$$

Échantillon 2:

$$C_MOC = ((171.3 - 169.1) / (171.3 - 76.6)) \times 100$$

$$C_MOC = (2.2 / 94.7) \times 100 = 2.32 \%$$

Échantillon 3:

$$C_MOC = ((148.1 - 146.5) / (148.1 - 83.5)) \times 100$$

$$C_MOC = (1.6 / 64.6) \times 100 = 2.48 \%$$

2.2.5. Moyenne des tenures en matières organiques:

$$C_MOC \text{ moyenne} = (1.68 + 2.32 + 2.48) / 3 = 2.16 \%$$

2.2.6. interpretation des résultat:

La teneur moyenne en matières organiques des trois échantillons analysés est de 2.16 %. Cette valeur est représentative du niveau de matière organique présent dans les sols étudiés, ce qui est un indicateur important de la fertilité du sol et de sa capacité à retenir les nutriments et l'humidité.

2.2.7. Resultants de l'essai au bleu de methylene:

N° d'échantillon	Volume de bleu (V) en mL	Masse de sole (m) en g	VBS (V/m)	SST (m ² /g)	Nature du sol
1	25	30	$25 \div 30 = 0,83$	$20,93 \times 0,83 = 17,37$	Sol limoneux
2	25	30	$25 \div 30 = 0,83$	$20,93 \times 0,83 = 17,37$	Sol limoneux
3	35	30	$35 \div 30 = 1,17$	$20,93 \times 1,17 = 24,69$	Sol limoneux

2.2.8. Interpretation des resultants:

Les deux échantillons analyses presentment des Valeurs de VBS inférieures à 2,5, ce qui indique qu'il s'agit de sols limoneux. Le Volume de Bleu de Méthylène utilisé est directement proportionnel à la surface spécifique des particules fines du sol.

Ainsi, l'échantillon n°3 ayant une VBS plus élevée que l'échantillon n°2, on peut en conclure qu'il contient une proportion légèrement plus importante de particules fines (limons et peut-être un peu d'argile)

3. Discussion générale :

L'ensemble des informations présentées souligne l'importance capitale d'une méthodologie rigoureuse dans toutes les étapes de l'échantillonnage des sols, depuis la planification sur le terrain jusqu'aux premières analyses en laboratoire. Les procédures détaillées, allant du tracé des motifs de prélèvement à la préparation des échantillons pour l'analyse du pH, sont essentielles pour garantir la représentativité des données et la fiabilité des interprétations.

Les analyses préliminaires de l'eau des trois zones étudiées (Aïn Arabaa, Hammam Bou Hadjar et H'Jairia) révèlent des caractéristiques distinctes. Tandis que l'eau d'Aïn Arabaa présente une légère basicité et une minéralisation modérée, celle de Hammam Bou Hadjar est également légèrement basique mais faiblement minéralisée. L'eau de H'Jairia se distingue par sa très faible minéralisation et une grande pureté. Ces variations soulignent l'hétérogénéité des ressources hydriques locales, potentiellement influencée par les conditions environnementales spécifiques à chaque site, notamment la dégradation des sols décrite pour ces régions.

En somme, cette démarche structurée de prélèvement et d'analyse initiale fournit une base solide pour des investigations plus approfondies sur la qualité des sols et de l'eau, et permet d'ores et déjà d'identifier des différences significatives entre les sites, justifiant la nécessité de stratégies de gestion adaptées à chaque contexte local dans la wilaya d'Aïn Témouchent.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Les variations climatiques représentent aujourd'hui un facteur majeur de la dégradation de l'environnement, en particulier dans les zones semi-arides telles que la région d'Aïn Témouchent. Les manifestations de ces changements, notamment la baisse des précipitations, la hausse des températures et la multiplication des phénomènes climatiques extrêmes (sécheresses, inondations), ont pour effet d'appauvrir les sols, de réduire la couverture végétale et de rendre les ressources en eau de plus en plus rares. Cette pression climatique vient s'ajouter aux effets déjà néfastes des activités humaines, telles que la surexploitation des terres agricoles, l'urbanisation non planifiée et la déforestation, ce qui accentue la fragilité des écosystèmes locaux.

Dans ce contexte, Aïn Témouchent apparaît comme un exemple révélateur des perturbations causées par les dynamiques climatiques sur les équilibres naturels, accélérant les phénomènes de désertification, d'érosion et de détérioration des terres. Il devient alors essentiel d'adopter des mesures d'adaptation durables, incluant une gestion efficace des ressources naturelles, la restauration des écosystèmes par la reforestation, la sensibilisation environnementale des populations, ainsi qu'une planification territoriale tenant compte des nouvelles contraintes climatiques.



Références bibliographiques

- Abasse, H., & Zitouni, U. (2019). *caractérisation morphologique et étude phytochimique de l'extrait des feuilles de trois variété d'olive Olea europaea L. Dans la régions de Biskra* [Master's thesis, Université de Biskra].
- Al Moudjahid. (2025). *El Moudjahid – quotidienne national d'information*. <https://www.elmoudjahid.dz>
- Alkoum, S. (1984). *contribution à la caractérisation des principales variétés d'olivier cultivées en kabylie, par l'analyse des données biométrique et morphologiques* [Magister's thesis, Int. Nat. Agr., El Harrach].
- Amouretti, U.-C., & Brun, J.-P. (Eds.). (1993). *la production du vin et de l'huile en Méditerranée*. Athènes Ecoles française d'archéologie (Supplément 26 au Bulletin de correspondance Hellénique).
- Argenson, C. (1999). *L'olivier*. Les Editions Edisud.
- Augusto, C. (n.d.).(2025). *Etude d'optimisation d'exploitation du gisement de pouzzolane a la carrière de ghar ben brikhousociete des ciments de béni saf (SCIRC)*.
- Beede, R. H., & Goldhamer, D. A. (1994). Olive irrigation management. In L. Ferguson, G. S. Sibbett, & G. C. Martin (Eds.), *Olive Production Manual* (pp. 61–68). University of California Publication 3353.
- Belguerri, H. (2016). *Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation et la fertilisation azoté et potassique sur les performances productives et végétatives de l'olivier super – intensif* [Doctoral dissertation, Université de Lleida, Espagne].
- Boulghorba, N. (2006). *protection de la ville de Skikda contre l'inondation-Essau de PPRI* [Unpublished Master's thesis]. Université de Batna, Algérie.
- Boulouha, B. (1995). *Olivae*, 58, 54–57.
- Chaâbane, A. (1993). *Etude de la végétation du littoral septentrional de la Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement* [Doctoral dissertation, Sciences et Technique saint – Jérôme].
- Civantos, L. (1998). *L'olivier. L'huile d'olive et l'olive*. Ed. conseil oléicole international.
- COI. (2007). *Technique de production en oléiculture*. Conseil oléicole international.
- COI. (2025). *Conseil Oléicole International*.
- Colbrant & Fabre. (1976). Évaluation des principaux oliviers. *Agron. Oleic*, (4), 76.
- Commissariat National du Littoral. (2015). *Rapport sur la protection et la valorisation du littoral conformément à la loi 02-02 du 5 février 2002*. République Algérienne Démocratique et Populaire.
- Connor, D. J., & Ferres, E. (2005). The physiology of adaptation and yield.
- Courboulex, M. (2009). *Les oliviers*. Éd. Rustica.
- D. Fatiha. (2015). *Contribution à l'élaboration d'une geodatabase du réseau hydrographique cas / la région d'ain temouchent*. AIN TEMOUCHENT.

- Dahmani, M. (1984). *contribution à l'étude des groupements de chêne vert des mots de Tlemcen (Ouest Algérien): Approche phytosociologique et phytoécologique* [Doctoral dissertation]. Univ. H. Boumedién.
- Daoudi, L. (1994). *Etude des caractères végétatifs et fructifères de quelques variétés d'olives locales et étrangères cultivées à la station expérimentale du Sidi –Aiche (Bejaia)* [Magister's thesis, Int, Nat, Agr, El - Harrach].
- Déqué, M. (2005). Température et précipitation extrêmes sur la France dans un scénario de changement climatique dynamics, 11, 321–339.
- Direction de l'environnement. (2015). *Rapport sur l'état de l'environnement de la wilaya d'Ain Temouchent*. Ain Temouchent: Direction de l'Environnement.
- Djebaili, S. (1978). *Recherches phyto – écologique sur la végétation des hauts plaines steppiques de l'Atlas Saharien* [Doctoral dissertation, Sci.Tech. Languedoc].
- DSA/AT. (2025). *Direction de Services Agricoles, Ain Témouchent*.
- Gausourgues, R. (2009). L'olivier et son pollen dans les bassin méditerranéen. Un risque allergique. *Revuefrançaised "allergologie"*, (49), 52–56.
- Gorderio, A. I., Sanchez – Sevilla, J. F., Alvarez – Tinaut, M. C., & Gomez – Jimenez, U. C. (2008). Genetic diversity assessment of *Olea europaea* by RAPD markers. *Biologia Plantarum*, 52(4), 642–647.
- IOC. (2023). *International Olive Council (2023). Word olive Oil Figures*. <https://www.internationaloliveoil.org>
- ITAFV. (2004). *la culture du l'olivier*. Institut technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.
- Kluser, V. (2000). *hydrologie et prévision des crues*. ENAG Éditions.
- Larabi, N., & Khanous, S. (2016). *Inventaire de l'entomofaune de l'olivier dans deux stations de la région de Mostaganem (Hassi Mamècheet Hadjadj)* [Master's thesis, Université de Mostaganem].
- Lavee, S. (1997). biology and physiology of the olive. *olive Encyclopaedia, International Olive Oil Council*.
- Linnaeus, C. (1753). *Species Plantarum, Tomus I. Impensis Laurentii Salvii*.
- Lodolini, E. M., & Sebastiani, L. (2011). expression in olive. *Horticultural Reviews*, 31, 155–229.
- Loussert, R., & Brousse, G. (1978). *L'olivier: Techniques agricoles et production méditerranée*. G. p. Maisonneuve et Larose.
- Météo habituelle à Aïn Temouchent Algérie. (n.d.).(2025). *Weather spark*.
- Ministère de l'industrie et des mines. (n.d.).(2025). *Agence national d'intermédiation et de régulation foncier*. République Algérienne Démocratique et Populaire.
- OMM. (1979). *Organisation Météorologique Mondiale. Procceedings of the World Climate conference*. <https://wmo.int>

- OMM. (2024). *Organisation Météorologique Mondiale*. <https://wmo.int/fr/news>
- ONM. (2024). *Office National de la Météorologie*. <https://www.meteo.dz>
- Ozenda, P. (1954). observation sur la végétation d'une région semi-aride: les plateaux du Sud Algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. AFN*, 45, 189–224.
- Pagnol, J. (1975). *l'olivier*. Librairie Lavoisier.
- Péguy, C.-P. (1970). *Précis de climatologie*. Masson et Cie.
- SM/BS. (2025). *Station Météorologique de Béni Saf*.
- Thrios, I. N. (2009). *Olives*. CABI.
- Tous, J., Romero, A., & Hermoso, J. F. (2008). High-density olive orchards: mechanization pruning and harvesting.
- Villemer, S., & Dosba, J. (1997). mécanisme de fructification chez *Olea europaea*. *Arboriculture Vol III*.
- Walali, L. D., Skiredj, A., & Elattir, H. (2003). *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA n° 105 (MADER/DERD)*.
- Web master 1. (n.d.). <https://www.picbleu.fr/page/aleas-climatiques-risques-et-changement-climatique>.
- Web master 2. (2013). *andi (wilaya ain temouchent) invest in algéria*. https://www.andi.dz/PDF/monographies/Ain_temouchent
- Web master 3. (n.d.). *climat ain temouchent*. meteoblue. https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/a%C3%AFntemouchent_alg%C3%A9rie_2507901
- Web master 4. (n.d.). *climat ain temouchent (algérie)*. cimate-data.org. <https://fr.climate-data.org/afrique/algérie/ain.temouchent-45189/>
- Web master 5. (n.d.). <https://capdz/archives/64314>.

Bemoussat, M. (2004) : Aspects phytoécologiques des atriplexaies au nord de Tlemcen (Oranie, Algérie). Sciences & Technologie. C, Biotechnologies, 22, 62–79

Benabadji, N., & Bouazza, M. (2000) : Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à Artemisia herba-alba Asso. Dans l'Oranie (Algérie occidentale). Cahiers de la Sécheresse, 11(2), 117–123

Brady & Weil, 2010 : Elements of the Nature and Properties of Soils (3rd Edition). Pearson Education, Upper Saddle River, NJ.

Brisson & Levrault ; 2010 : Prévention des toxicomanies : aspects théoriques et méthodologiques. Montréal : Presses de l'Université de Montréal.

Budy, P. (1952) : Guide du forestier en Afrique du Nord. La Maison Rustique, Paris.

Cazenave, A.2010 : Le rôle des satellites dans l'étude du changement climatique. Revue de Géophysique, 22(3), 123-145.

Chibani ;2016 : Dégradation des sols agricoles et perspectives de remédiation durable Cas de la zone Ouest de Stidia (W. de Mostaganem) (mémoire)

Clément.2019 : Céline Clément – Comparaison de la qualité de vie familiale de parents français ayant ou non un enfant avec un trouble du spectre de l'autisme. Cet article analyse les impacts familiaux liés à la présence d'un enfant autiste, mettant en lumière les défis et les ressources associées

Clément.2019 : François Clément – Histoire et nature : Pour une histoire écologique des sociétés méditerranéennes (Antiquité et Moyen-Âge). Cet ouvrage propose une analyse de l'histoire écologique des sociétés méditerranéennes, mettant en lumière les interactions entre l'homme et son environnement

Clément.2019 : Mathieu Clément– Dans les savanes arborées du Tchad : voyage en agriculture. Ce livre explore les pratiques agricoles dans les savanes du Tchad, offrant une perspective sur les techniques et les défis rencontrés par les agriculteurs locaux

Clément.2019 : Clément Léger– Les parasites métazoaires des Chiroptères en Lorraine. Cette publication offre un état des lieux bibliographique sur les parasites des chauves-souris en Lorraine, incluant des données historiques et actuelles.

Clément.2019 : Daniel Clément (2019) – Les récits de notre terre. Ce livre compile des récits traditionnels des peuples algonquins, offrant un aperçu de leur culture et de leur vision du monde.

Dahmani, M. (1997) : Le chêne vert en Algérie : syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse d'État ès sciences, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB), Alger, 383 p.

Davidson, E. A.2009 : Davidson, E. A.The contribution of méture and fertiliser nitrogène to atmosphérique nitrons oxide sine 1860. Nature Géoscience, 2(9), 659–662

Dobignard & Chatelain, 2012 : Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Volume 4 : Dicotylédonée, Fabacée à Nymphéacée. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Genève.

DOUAFER.2022 : Douafer, Ahmed. L'impact des réseaux sociaux sur la communication interpersonnelle (Mémoire de Master, Université de Paris, Paris)

Doubbi, 2003 : Cartographie automatique des précipitations : application à l'est algérien. Sciences & Technologie. B, Sciences de l'ingénieur, (20), 100–107.

Dr. L. DOUAFER (2022). ; Analyse des stratégies de communication digitale dans les entreprises algériennes (Mémoire de Master, Université d'Alger, Alger)

Dupont, J.2023 : Étude sur l'impact des nouvelles technologies dans l'éducation. Mémoire de Master, Université de Lyon

Edward.2012 : Graham, J. (Réalisateur). (2012). Edward ;

FAO & ITPS. (2015) ; Statu of the world's soi ressources (SWSR) – Main report. Food and Agriculture Organizations of the United Nations and Intergouvernemental Technival Panel on Solis.

FAO, 2021 : FAO (Food and Agriculture Organizations). Titre du rapport ou de la publication. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. URL (si disponible)

FAO.2015 : FAO (Food and Agriculture organisation). The State of Food Insécurité in the World 2015. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

GIEC (2007) : Changements climatiques 2007 – Rapport de synthèse : Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, Suisse : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GIEC ,2007 : GIEC. (2007). Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève, Suisse.

GIEC, Bilan 2007 : des changements climatiques : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève, Suisse.

GIEC. (2007) : Changements climatiques : Rapport de synthèse : Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève

GIEC. (2014) : Changements climatiques : Rapport de synthèse : Contribution des groupes de travail I, II et III au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève

GIEC. (2021) : Changements climatiques : les éléments scientifiques – Résumé pour les décideurs. GIEC, Genève

GIEC. Bilan 2007 ; des changements climatiques : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Genève, Suisse : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Gis Sol, 2011 : Gis Sol. (2011). L'état des sols de France. Groupement d'Intérêt Scientifique sur les sols, 188 p. Ce rapport constitue le premier état des lieux complet sur la qualité des sols en France métropolitaine et en Outre-mer. Il repose sur une décennie de travaux menés par le GIS Sol, en collaboration avec l'INRA, l'IGN et d'autres partenaires publics

Hayes, D.2011 : Urban sustainability challenges in the 21st century. Journal of Environmental Studies, 45(2), 150-165

Hien, F. and CILSS (Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel), 2015. Assessment study of the CILSS achievements in the fields of control gains desertification. Expert consultants report. 169p

Hulme, M., Doherty, R. M., Ngara, T., New, M., & Lister, D. (2001) ; African climate change : 1900–2100. Climate Research, 17(2), 145–168

IPCC (GIEC), 2019 : IPCC (Intergouvernemental Panel on Climate Change) Climate Change and Land : an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, Food Security, and green house Gas fluxes in terrestrial ecosystems. [Rapport]. Organisation des Nations Unies.

IPCC ,2019 : GIEC. (2019). Changements climatiques 2019 : Rapport spécial sur le réchauffement climatique de 1,5 °C. Contribution des groupes de travail I, II et III au cinquième rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève, Suisse

IPCC, GIEC. (2019) ; Changements climatiques Rapport spécial sur le réchauffement climatique de 1,5 °C. Contribution des groupes de travail I, II et III au cinquième rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève, Suisse

IPCC, GIEC. (2021) : Changements climatiques, les éléments scientifiques – Résumé pour les décideurs. Contribution du Groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève.

IPCC, GIEC. (2021) ; Changement climatique les bases de la science physique. Contribution du Groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève, Suisse.

IPCC, GIEC. (2021) ; Changements climatiques les éléments scientifiques – Résumé pour les décideurs. Contribution du Groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du GIEC. GIEC, Genève

Lal, R. (2001). Soil dégradation by érosion. Land Dégradation & Développement, 12(6), 519–539.

Lal, R. (2004) ; Soil Carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science, 304(5677), 1623–1627

Mahi, M., El Kharras, A., & Semlali, S. (2008) : Les aspects en imagerie de la tuberculose du système nerveux central. Journal de Radiologie, 89(3), 209–220

Nicholls, C. I. 2017 : Agroforesterie and ils rôle in substaminale agriculture. Journal of Environmental Management, 203, 123-134

Nkonya, E., Anderson, W., Kato, E., Koo, J., Mirzabaev, A., von Braun, J., Meyer, S., 2016. Global cots of Land dégradation. In : Nkonya, E., Mirzabaev, A., von Braun, J. (Eds.), Économiques of Land Dégradation and Improuvèrent – A Global Asses ment for Satirable Développement.

Petit, J.-R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N. I., Barnola, J.-M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V. M., Legrand, M., Lipenkov, V. Y., Lorius, C., Pepin, L., Ritz, C., Saltzman, E., & Stievenard, M. (1999) : Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature, 399(6735), 429–436.

Philippe, &al .2011 : Allain, P., Azouvi, P., & Vallat-Azouvi, C. Les troubles de l'attention en neuropsychologie : des modèles aux implications rééducatives. Développements, 2011(3), 9.

Massu N, 2011 : Analyse de la zone tendue d'un assemblage de croisement poteau-poutre type boulonné. Sciences & Technologie. B, Sciences de l'ingénieur, (33), 19–24

Quézel, P, (2000) ; Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris.

Quezelet, 1997 : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome I & II). Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris

Rasmussen, K., Fens Holt, R., Fog, B., Rasmussen, L.V., Yangon, I. 2014. “Explanans NDVI trends in northern Burkina Faso”. Journal of Géographie, 114 : 17–24

Sartori M., Philippi dis G., Ferrari E., Borrelli P., Legato E., Montanarella L., Papagos P. 2019. “A linkage Be tween the biophysique and the économique : Assassin the global markette impacts of soil érosion”. Land Use Policy, 86 : 299–312

Sawadogo B ;2021 : DOCUMENT DE POLITIQUE GÉNÉRALE (L'Impact de la Dégradation du Sol sur la Production Agricole et la Sécurité Alimentaire au Burkina Faso). No.751

UNCCD.2017 : UNCCD (United Nations Convention to Combat Désertification). (2017). The Global Land Outlook. United Nations.

World Bank, 2020 : Banque mondiale. (2020). Algeria Economic Monitor – Fall 2020: Navigating the COVID-19 Pandemic, Engaging Structural Reforms. Banque mondiale, Washington, D.C.



ANNEXE

Annexe 1 : les analyse physique et chimique :

Méthode de prélèvement :

1. Tracer un motif de prélèvement : par exemple, en zigzag ou en forme de "W" pour couvrir uniformément la zone.
2. Profondeur de prélèvement : généralement entre 15 et 30 cm, selon la profondeur d'activité racinaire de la culture..
3. Nombre d'échantillons : prenez au moins 10 à 12 échantillons répartis sur toute la zone.
4. Retrait de la matière organique superficielle : enlevez les feuilles, débris ou herbes avant de prélever.
5. Mélange des échantillons : regroupez tous les prélèvements dans un seau propre et mélangez-les bien pour obtenir un échantillon composite homogène.
6. Quantité à envoyer : prélevez environ 1 kg d'échantillon composite, en veillant à ce qu'il soit représentatif de l'ensemble de la zone.
7. lacez l'échantillon dans un sac en plastique propre.
8. Étiquetez le sac avec les informations suivantes : nom, date, localisation, profondeur de prélèvement, culture concernée.
9. Envoyez l'échantillon à un laboratoire d'analyse de sol pour obtenir des résultats précis

Annexe 2 : Le Protocole : (sur laboratoire) :

1) Pr =Préparation du sol

Mélanger le sol pour le rendre homogène (pareil partout).

2) P = Peser

Peser précisément 50 g de sol à l'aide d'une balance.

- Avec la balance, pèse 50 grammes de Sol.
- Mets-le dans un bécher propre.

3) Préparer l'eau distillée :

- Avec un cylindre gradué ou une bouteille, mesure 100 ml d'eau distillée.

4) Ajouter l'eau dans le bécher

- Verse les 100 ml d'eau distillée dans le bécher contenant le sol.

5) Bien mélanger

- Vers le bas de la mélancolie

6) Attendre

- Laisse reposer le mélange pendant 30 minutes.
- Cela permet aux particules lourdes de se déposer au fond, pour que l'eau devienne plus claire.

7) Préparer l'appareil

- Allume l'appareil Eutech Instruments PC650.
- Si ce n'est pas déjà fait, calibre l'appareil éteint
- Rince l'électrode avec de l'eau distillée, puis essuie doucement

8) mesuré

- Plonge l'électrode de l'appareil faire
- Assister après tout
- Lis la valeur du pH

9) Réseau

Une fois la mesure terminée, rince l'électrode à l'eau distillée et essuie-la doucement

Annexe 3 : les analyses granulométriques (analyse physique : la texture) :

Protocole - Détermination de la teneur en matières organiques :

1 Domaine d'application :

Le présent document s'applique à la détermination de la teneur massique en matières Organiques de la fraction granulométrique inférieure ou égale à 2 mm d'un échantillon de Sol ou d'un matériau.

2 Références normatives :

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres Publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et Les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou Révisions ultérieures de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document Que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, La dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF X 15-016 : Enceintes et conditions d'essais — Enceintes à régulation automatique de la Température et de l'humidité.

3. Généralités :

3.1 Définition :

Teneur en matières organiques par calcination (**CMOC**) : Rapport de la masse de matières Organiques contenues dans un échantillon, détruites par calcination, sur la masse sèche des Particules solides avant calcination de la fraction du matériau passant au tamis de 2 mm

3.2 Principe de l'essai :

L'essai consiste à déterminer la perte de masse d'un échantillon préalablement séché, après Calcination dans un four à une température de 450 °C.

4. Appareillage :

- Une balance avec une incertitude de 1/1000 de la valeur mesurée.
- Des bacs pour l'étuvage.
- Des ustensiles de manutention.
- Un mortier avec pilon ou vibro-broyeur.
- Un four à calcination (450 °C à 500 °C).
- Des tamis dont un de 2 mm
- Un dessiccateur.
- Une étuve réglable à 50 °C (selon NF X 15-016).

5. Mode opératoire :

5.1 Préparation :

5.1.1 Creuset :

Placer les creusets dans le four entre 450 °C et 500 °C pendant au moins 1 h. Refroidir dans Un dessiccateur et peser chaque creuset (m0).

5.1.2 Prise d'essai :

Masse minimale nécessaire selon le tableau suivant :

dmax (mm) :	1	5	$D \geq 10$
m (g)	200	300	$m = 8 \times d^2_{\text{max}}$

Étapes de préparation :

- Séchage à 50 °C avec deux pesées à 8 h d'intervalle.
- Tamiser à 2 mm
- Peser le passant (≥ 200 g).
- Broyer le refus.
- Prélever au moins 2 échantillons (~50 g chacun).
- Peser creuset + contenu (m1).

5.2 Calcination :

Maintenir les échantillons à 450 °C - 500 °C pendant 3 h minimum.

5.3 Pesage après calcination :

Peser creuset + contenu refroidi (m2) dans un dessiccateur.

6 Expression des résultats :

La teneur en matières organiques est exprimée en pourcentage (arrondi à l'entier) par :

$$\text{CMOC} = (1/n) \times \sum ((m1 - m2) / (m1 - m0))$$

Détermination de la teneur en matière organique du sol en laboratoire (par lavage et séchage) ;

Dans cette expérience réalisée en laboratoire, nous avons analysé trois échantillons de sol afin d'estimer leur teneur en matière organique. Chaque échantillon pesait 500 g avant le lavage. Le sol a d'abord été soigneusement lavé pour éliminer les matières solubles et certaines fractions organiques détachables. Ensuite, les échantillons ont été placés dans une étuve de séchage à une température contrôlée, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

Après séchage, la masse moyenne des échantillons est descendue à 475 g, ce qui indique une perte de masse attribuable principalement à l'élimination de la matière organique et de l'humidité. Cette différence de masse (25 g par échantillon) permet d'estimer le pourcentage approximatif de matière organique dans les échantillons analysés.

Cette méthode simple et accessible constitue une première approche pour évaluer la richesse organique du sol, un facteur clé dans l'étude de sa fertilité et de sa qualité écologique.

Annexe 4 : Les Analyse Granulométrique

"En pédologie et géotechnique, l'analyse granulométrique du sol est fondamentale. Elle vise à déterminer la distribution des particules du sol selon leur diamètre. Cette connaissance est vitale, car la taille de ces particules influence directement des propriétés physiques clés du sol, comme sa fertilité, sa stabilité, sa rétention d'eau, sa perméabilité et même sa vulnérabilité aux polluants."

Pourquoi la Taille Compte : L'Impact de la Granulométrie

La composition granulométrique d'un sol est loin d'être un détail. Elle influence directement ses propriétés et son comportement :

- **Fertilité** : La proportion de sable, limon et argile dicte la capacité du sol à retenir l'eau et les nutriments essentiels aux plantes, tout en assurant une bonne aération.
- **Stabilité** : Cruciale en construction, la granulométrie permet d'évaluer la portance et la résistance d'un sol, fondamentales pour les fondations d'ouvrages.
- **Gestion de l'eau** : La texture du sol contrôle la vitesse d'infiltration et la rétention d'eau. Les sols sableux drainent vite, tandis que les sols argileux stockent mieux l'eau.
- **Comportement face aux polluants** : La grande surface des particules fines, notamment l'argile, détermine la capacité du sol à adsorber métaux lourds et substances organiques, impactant ainsi la propagation des polluants.

Les Catégories de Particules du Sol

Les particules sont classées par leur diamètre, des plus grosses aux plus fines :

- **Éléments grossiers** :
 - **Blocs** : > 200 mm
 - **Galets** : 20 à 200 mm
 - **Graviers** : 2 à 20 mm
- **Terre fine (la granulométrie clé)** :
 - **Sables** : 0.05 mm à 2 mm (50 µm à 2000 µm)
 - **Limons** : 0.002 mm à 0.05 mm (2 µm à 50 µm)
 - **Argiles** : < 0.002 mm (< 2 µm)

Les Méthodes d'Analyse Granulométrique

Plusieurs techniques permettent de déterminer la granulométrie, chacune adaptée à la taille des particules et à la précision requise :

- **Tamisage (pour graviers et sables)** :

- **Principe** : L'échantillon de sol sec passe à travers des tamis empilés aux mailles de plus en plus petites. On mesure le poids de ce qui reste sur chaque tamis.
- **Avantages** : Simple, économique, efficace pour les particules grossières.
- **Inconvénients** : Imprécis pour les limons et argiles.
- **Sédimentation (pour limons et argiles)** :
 - **Principe** : Basée sur la loi de Stokes, cette méthode mesure la vitesse à laquelle les particules se déposent dans un liquide. Les particules fines décantent plus lentement. La densité du mélange est mesurée avec un hydromètre ou par des prélèvements à la pipette.
 - **Avantages** : Permet une évaluation précise des argiles et limons.
 - **Inconvénients** : Plus longue et exige un protocole rigoureux.
- **Granulométrie laser (ou diffraction laser)** :
 - **Principe** : Une méthode avancée qui analyse la dispersion de la lumière par les particules en suspension pour déterminer leur taille.
 - **Avantages** : Rapide, très précise, large plage de mesure (0.04 μm à 2000 μm), souvent automatisée.
 - **Inconvénients** : Équipement coûteux.
- **Analyse d'images** : Moins courante pour les sols, elle sert à des analyses très spécifiques.

Interprétation des Résultats : Le Triangle de Texture et les Coefficients

Les résultats sont généralement présentés via une **courbe granulométrique** et interprétés grâce au **triangle de texture** (ou triangle de Cassagnarde). Ce graphique classe les sols en fonction de leurs proportions de sable, limon et argile, permettant de définir précisément leur type (ex : "argilo-limoneux").

Des coefficients clés sont également calculés à partir de la courbe :

- **Coefficient d'uniformité (Cu)** : $Cu = D_{60}/D_{10}$
 - Indique l'étalement des tailles de particules. Un **Cu faible** signifie des particules de tailles similaires (granulométrie serrée), tandis qu'un **Cu élevé** indique une large gamme de tailles (granulométrie étalée). (D60 est le diamètre où 60% du matériau est plus fin ; D10 est le diamètre où 10% du matériau est plus fin, souvent appelé "diamètre efficace").
- **Coefficient de courbure (Cc)** : $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$
 - Complète le Cu pour savoir si la granulométrie est "bien graduée" (étalée et continue, favorisant un bon compactage) ou "mal graduée" (manque de

certaines tailles, rendant le sol moins stable). (D30 est le diamètre où 30% du matériau est plus fin).

Conséquences Pratiques de la Granulométrie

La composition du sol a un impact direct sur son utilisation :

- **Sols sableux** : Bonne aération et excellent drainage, mais faible rétention d'eau et de nutriments. Ils demandent des apports fréquents en eau et en matière organique.
- **Sols limoneux** : Sujets à la formation de croûtes de battance (rendant la surface imperméable) et peuvent se compacter facilement.
- **Sols argileux** : Excellente rétention d'eau et de nutriments, mais sensibles au compactage et difficiles à travailler, surtout s'ils sont trop humides ou trop secs.
- **Sols équilibrés (franco-sableux, franco-limoneux, franco-argileux)** : Souvent considérés comme idéaux pour l'agriculture, ils combinent les atouts des différentes fractions sans en avoir les inconvénients majeurs.