

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun–Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



En vue de l'obtention du diplôme de Masteracadémique  
Spécialité : Science du sol

Présenté par : KECHICHAT KARIMA  
KHIATI YAMINA

*Thème*

Caractérisation microbiologique d'un sol couvert par une formation végétale dominée par le caroubier(*ceratoniasiliqua*).Cas de station choisies selon un transect nord-sud dans la région ouest- algérienne

Soutenu publiquement le .....

**Jury: Grade**

**Président:Mr.MEDERBAL.K**

**Encadrant: MmeREGAGBA.Z**

**Examineur: MmeOULBACHIR.K**

**Année universitaire 2020-2021**

# **REMERCIEMENTS**

*Nos remerciements sincères et respectueux s'adressent à Monsieur **MEDERBAL K.** Professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de soutenance de notre mémoire de Master.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos sincères remerciements à notre encadreur Mme **REGAGBA.Z.**, Professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, qui n'a ménagé aucun effort pour nous accompagner dans notre travail, tant sur le terrain qu'au niveau du laboratoire.*

*Nos vifs et respectueux remerciements s'adressent à : **Mme OULBACHIR K.** Professeur à l'université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner et d'évaluer notre travail.*

## **Dédicace**

**Je dédie ce modeste travail :**

- **A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, pour m’avoir encouragé et permis d’entreprendre ma formation Sans eux, je n’en serais pas là.**
- **A mes chers frères Zoulikha, Houria, Khadîdja, SALAH ELDIN et ma nièce KHADIDJA, pour m’avoir épaulé moralement tous les jours dans la construction de ce mémoire et leur encouragement.**
- **A toute la famille KECHICHAT pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.**
- **A tous mes amis et mes chères copines Amina, Aicha, Samia, Fatiha, Hasna...**
- **A tout ce qui m’a aidé de près ou de loin durant toutes mes années d’études.**

**KARIMA**

## **Dédicace**

Dieu soit loué, qui nous a inspiré avec patience pour compléter cette mémoire.

Je dédie ce modeste mémoire de fin d'études à mes chers parents pour leur dévouement,  
leur amour et leur soutien.

À tous mes frères (L'arbi, Sadek et Mohamed) et sœurs (Zarga, Karima, Fatima, Djamila,  
Fadhila, Souad, Khadîdja), à tous les enfants de la famille (Wail, Abd al-Rahman, Anas, Abd  
al-Ghani, Mohamed Nasir al-Din, Zakaria, Malak, Mohamed, Heba, Abd al-Latif, Alaa, Adam,  
Amira, Safia et Maria)

A ma cousine Asmaa et à mes amis, en particulier (Sarah, Houda, Mahmoud, Abd al-Hadi,  
Zahra, Serine, Fatiha, Fatima, Noura et Rania).

Aux ingénieurs du laboratoire (Samira, Mabrouka et Saida) et à ceux qui ont partagé le  
travail avec moi, Karim.

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

**YAMINA**

## SOMMAIRE

|                        |   |
|------------------------|---|
| Remerciement           |   |
| Dédicace               |   |
| Liste des figures      |   |
| Liste des tableaux     |   |
| Liste des abréviations |   |
| Introduction.....      | 1 |

### **PARTIE BIBLIOGRAPHIE**

---

#### **Chapitre I : Généralité sur les caroubiers**

---

|   |    |
|---|----|
| 1. Taxonomie.....   | 2  |
| 2. Description botanique du caroubier.....  | 3  |
| 3. Description morphologiques .....   | 4  |
| 3.1 Racine .....  | 4  |
| 3.2 L'arbre.....  | 5  |
| 3.3 Les feuilles.....   | 6  |
| 3.4 Le fruit.....   | 6  |
| 3-5 Les fleurs.....   | 7  |
| 4. Distribution de caroubier .....  | 8  |
| 4.1 En monde.....   | 8  |
| 4.2 En Algérie.....   | 9  |
| 5. Origine de caroube.....  | 10 |
| 6. La composition chimique de caroube.....  | 11 |
| 6.1 La pulpe.....   | 12 |
| 6.2 Les graines.....  | 12 |
| 7. Reproduction biologique.....   | 12 |
| 8. Importance écologique .....  | 13 |
| 9. Utilisation de la caroube .....  | 13 |
| 10. Multiplication du caroubier.....  | 13 |
| 10.1 Le semis, Une méthode classique pour la multiplication du caroubier .....      | 13 |
| 10.2 Le bouturage, une technique végétative possible mais limitée en pratique ..... | 14 |
| 10.3 La culture in vitro, une technique prometteuse .....                           | 14 |
| 10.4 Multiplication par greffage, une technique efficace et maîtrisée .....         | 14 |
| 11. Exigences Édaphoclimatiques .....   | 15 |
| 11.1 Climat .....   | 15 |

|                |    |
|----------------|----|
| 11.2 Sol.....  | 15 |
| 11.3 Eau ..... | 15 |

---

## Chapitre II : Cycle d'azote et microbiologie du sol

---

|   |    |
|---|----|
| I. Le cycle d'azote .....   | 16 |
| II.1.1. Ammonification .....                                      | 16 |
| II.1.2. Nitrification .....                                       | 16 |
| II.1.3. Dénitrification .....                                     | 16 |
| II.2. Fixation biologique de l'Azote (FBA) .....                  | 17 |
| II.3. Dosage de l'azote protéique :(Manolkidis et al ; 1970)..... | 17 |
| II.4. Teneur en matière azotée .....                              | 17 |
| II. Le sol .....  | 18 |
| II.1 Définition .....   | 18 |
| II.2 Caractéristiques générales des phases du sol.....            | 18 |
| II.2.1 La phase solide du sol.....                                | 19 |
| II.2.1.a fraction minérale .....                                  | 19 |
| II.2.1.b Fraction organique.....                                  | 19 |
| II.2.1.c Microflore du sol .....                                  | 20 |
| II.2.2 La phase liquide du sol.....                               | 21 |
| II.2.3 La phase gazeuse du sol.....                               | 22 |

### Partie Expérimentale

---

## Chapitre III : Présentation la zone d'étude

---

|  |    |
|--|----|
| III.1. Zone d'étude .....                                | 23 |
| III.1.1. Altitude et pente .....                         | 24 |
| III.1.2. Les ressources hydriques à travers la zone..... | 24 |
| III.1.2.1. Ressources en eau superficielles .....        | 24 |
| III.1.2.2. Ressources en eaux souterraines .....         | 25 |
| III.2. Le sol .....                                      | 25 |
| III.2.1. Caractéristique du sol .....                    | 25 |
| III.2.2. La salinité du sol .....                        | 25 |
| III.2.3. Utilisations du sol .....                       | 25 |
| III.2.4. Répartition générale des terres .....           | 25 |
| III.3. Le Hydrogéologie.....                             | 26 |
| III.3.1. Climat .....                                    | 26 |

|   |       |
|---|-------|
| III.3.1.2. Les facteurs du climat .....                   | 26    |
| III.3.1.3. Les facteurs thermiques .....                  | 26    |
| III.3.1.4. Les autres facteurs .....                      | 27    |
| III.4. Localisation de la station d'étude.....            | 27    |
| III.5. L'évapotranspiration de référence .....            | 29    |
| III.5.1. Synthèse climatique.....                         | 29    |
| III.5.2. Quotient pluviothermique et climat EMBERGER..... | 29-30 |

---

**Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

---

|   |       |
|---|-------|
| IV.1. Période d'échantillonnage.....  | 33    |
| IV.2. Echantillonnage et conservation des échantillons de sols avant analyses ..... | 33    |
| IV.3. Prélèvement des échantillons .....  | 33    |
| IV.4. Horizon de prélèvement.....   | 33    |
| IV.5. Conservation et transport des échantillons.....                               | 34    |
| IV.6. Analyses microbiologiques .....   | 34-35 |
| IV.6.1. Techniques de dénombrement des microflores telluriques .....                | 35    |
| IV.6.2. Dénombrement de la microflore microbienne .....                             | 35    |
| IV.6.3. Ensemencement par étalement sur milieu de culture.....                      | 36    |
| Conclusion.....   | 45    |
| Références bibliographiques .....   | 46    |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure I.1</b> : L'arbre du caroubier.....  | 4  |
| <b>Figure I.2</b> : Racines du caroubier.....  | 5  |
| <b>Figure I.3</b> : Feuille du caroubier (photo prise à Sidi Ouriache - AïnTémouchent).....      | 6  |
| <b>Figure I.4</b> : Fruit du caroubier.....  | 7  |
| <b>Figure I.5</b> : Inflorescence du caroubier.....  | 7  |
| <b>Figure I.6</b> : Air de distribution du caroubier dans le monde .....                         | 9  |
| <b>Figure I.7</b> : Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques..... | 10 |
| <b>Figure I.5</b> : Les grains de caroubier .....  | 12 |
| <b>Figure II.1</b> : Cycle d'azote.....  | 16 |
| <b>Figure III.1</b> : Carte de répartition administrative de la zone étude.....                  | 23 |
| <b>Figure III.2</b> : Les pentes de la zone étude.....   | 24 |
| <b>Figure III.3</b> : Répartition générale des terres au niveau de la zone étude.....            | 25 |
| <b>Figure III.4</b> : Carte de localisation des stations des sols échantillonnés .....           | 7  |
| <b>Figure III.5</b> :Climatgramme d'emberger .....   | 29 |
| <b>Figure III.6</b> : Le diagramme ombrothermique de la station d'étude d'AinDalia .....         | 30 |
| <b>Figure IV.1</b> : Echantillons tamisés.....   | 32 |
| <b>Figure IV.2</b> : Suspensions sur agitateur/plaque chauffante .....                           | 35 |
| <b>Figure IV.3</b> : Préparation des suspensions dilution.....                                   | 37 |
| <b>Figure IV.4</b> :Ensemencemen.....  | 37 |
| <b>Figure IV.5</b> : La flore.....   | 40 |
| <b>Figure IV.6</b> : Staphilo-coque.....   | 40 |
| <b>Figure IV.7</b> :Azotobacter .....  | 40 |
| <b>Figure IV.8</b> :Stréptocoque.....  | 40 |
| <b>Figure IV.9</b> :Pseudomonase king A .....  | 40 |
| <b>Figure IV.10</b> :Pseudomonase king B .....   | 40 |
| <b>Figure IV.11</b> : Rhizobium .....  | 41 |
| <b>Figure IV.12</b> : Clostridium Sulfitreduction.....   | 41 |



## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau I.1</b> : Classification systématique de l'espace ceratoniasiliqua.....                                | 2  |
| <b>Tableau I.2</b> : Classification botanique des Fabacées .....  | 3  |
| <b>Tableau I.3</b> : Tableau Superficies occupées par le caroubier et production mondiale .....                   | 8  |
| <b>Tableau I.4</b> : La composition chimique de la pulpe de caroubier.....  | 11 |
| <b>Tableau II.1</b> : Répartition des microorganismes par sol (18).....   | 20 |
| <b>Tableau III.1</b> : résultat de quotient de précipitation .....  | 29 |
| <b>Tableau III.2</b> : Représentation des valeurs de climagramme .....  | 30 |
| <b>Tableau IV.1</b> : Concentrations en microorganismes cultivables dans les prises d'essai des échantillons..... | 39 |

## Liste des abréviations

Na cl : chlorure de sodium

CaCO<sub>3</sub> : carbonate de calcium

K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> : hydregénophosphate de potassium

MgSO<sub>4</sub> : sulfate de magnésium

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : sulfate de potassium

M :mètre

COV : Composés organiques volatils.

G : gramme

PH : potentiel hydrogène

# **Introduction**

## Introduction

---

### Introduction :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) appartient à la famille des légumineuses, qui est souvent originaire de la mer méditerranée, environ depuis 4000 avant JC, et sa culture extensive remonte à au moins 2000 avant JC, sa durée de vie peut durer jusqu'à 200 ans ; atteignant une hauteur de 15 mètres (Ait Chitt et al ;2007). Le type agricole du caroubier sylvo-pastoral a d'énormes préoccupations économiques, sociales et environnementales, car différentes stratégies ont été développées pour s'adapter aux restrictions d'eau, la plupart des zones dans lesquelles cet arbre s'installe positivement sont des régions arides et semi-arides.

Les écosystèmes méditerranéens se caractérisent par des pluies rares et erratiques et des étés longs et secs. Ces contraintes climatiques, conjuguées à la pression humaine conduisent généralement à une détérioration du couvert végétal et à une érosion rapide des sols, pour contrer ce fléau, protéger la fertilité des sols, utiliser des arbres à usages multiples le caroubier, il s'adapte aux aléas climatiques et est capable de s'installer dans les terres marginales. (Rejeb, 1995).

Une grande attention est portée caroubier, non seulement en raison de sa dureté, et de son indifférence à la nature du sol uniquement, mais aussi à la qualité, la valeur et la teneur de son bois, en particulier les graines qui sont utilisées dans l'industrie agro-alimentaire

(Biner et al., 2007). En particulier à Aruba. Sa production mondiale annuelle, notamment en méditerranée, est estimée à environ 310.000 tonnes, dont une grande partie est fournie par l'Espagne, suivie par l'Italie, le Portugal, le Maroc et l'Algérie. (FAOSTAT, 2010).

La caroube présente un grand intérêt en Algérie, notamment dans l'ouest algérien, où elle est exportée sous forme de farine à base de pulpe et de graines pour la culture agricole, en plus de la grande importance économique de cet arbre dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique. (Hariri et al., 2009).

Dans ce travail en cours, nous traiterons de tout ce qui concerne le caroubier en général, en termes de classification et de description, ses composants chimiques, son importance économique, son histoire...etc. Ceci est lié au premier chapitre, tandis que le second thème nous abordera la définition du sol et la connaissance des organismes vivants qui y sont présents, en plus de l'azote et tout ce qui s'y rapporte, puis la partie expérimentale à travers laquelle nous pouvons atteindre notre objectif, qui est de déterminer les microorganismes d'un sol sous une plantation d'une légumineuse (*Ceratonia siliqua*) caroubier, où nous présenterons les résultats que nous avons trouvés dans cette présente étude afin de le comparer avec d'autres ouvrages mentionnés dans la bibliographie ; et en fin une conclusion.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIE**

# **Chapitre I**

## **Généralité sur lescaroubiers**

**1 Taxonomie :**

Le caroubier a son origine en méditerranée, et sa présence a été constaté depuis la période néolithique 4000 avant JC. Il était connu dans les pays du Maghreb et du Moyen-Orient sous le nom d'Égypte, où les pharaons l'utilisaient comme jus et comme alternative au cacao dans la fabrication du chocolat. **(Berrougui H., 2007)**

Grace à la propagation du fruit de la caroube en Espagne et en Afrique du Nord aux arabes, où l'un des immigrants espagnols l'a transporté au Mexique et en Amérique du sud ; les archives historiques montrent que le caroubier a été transféré en Amérique en 1854. (Livre de caroube).

Le nom scientifique du caroubier, *Ceratoniasiliqua*, est dérivé du mot grec Keras, signifiant petite corne, et de la latine pour gousse et silique. **(Albanell E.,1990)**

| Règne                     | Plantae             |
|---------------------------|---------------------|
| <b>Embranchement</b>      | Tracheobionta       |
| <b>Sous-embranchement</b> | Angiospermes        |
| <b>Classe</b>             | Magnoliopsida       |
| <b>Sous-classe</b>        | Rosidae             |
| <b>Ordre</b>              | Fabales             |
| <b>Famille</b>            | Fabaceae            |
| <b>Sous-famille</b>       | Césalpinoïdae       |
| <b>Genre</b>              | Ceratoniasiliqua    |
| <b>Espèce</b>             | Ceratoniasiliqua L. |

**Tableau I.1 :**Classification systématique de l'espace *ceratoniasiliqua* (Phylogeny Group IIIoctobre (2009))

## 2 Description botanique du caroubier :

Le caroubier est un arbre ou un arbuste pouvant mesurer de 7 à 20 mètres de hauteur et d'une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 mètres avec une fine écorce grise lorsque la plante est petite et brune, bois rugueux à maturité et très rougeâtre, moyen il a 200 ans (Rejeb et al ; 1991 ; Ait Chitt et al ; 2007). Ses feuilles peuvent mesurer de 10 à 20Cm de long, sont fermes, coriaces, pétiolées et présentent des pétioles bouclés. Ils se composent de 4 à 10 folioles, vert pale sur la face ventral (Rejeb et al.1991 ; batlle et al. Ait chitt et al ;2007).Il jette des feuilles tous les deux ans en juillet. Cet arbre possède un réseau racinaire lrometteur pouvant atteindre une profondeur de 18 Mètre (Aafi ; 1996 ; Gharnit ; 2003).

les fleurs sont verdâtres, de 6 à 16 mm de long, en spirale et réunies en grand nombre pour forme des grappes axillaires droites, plus courtes que les feuilles dans les axes à partir desquelles elles se sont développées (Battel et al ; 1997), « Caroube »ou « Carouge »est le nom du fruit, qui est une gousse non toxique à bords irréguliers, allongée, droite ou courbée cortex, le mésocarpe et les graines, et les sections transversales de la pulpe qui la séparent de l'intérieure contiennent 4 à 16 graines. Maturité (Rejeb, 1995 ; Battel et al ; 1997 ; Ait chitt et al ; 2007).

| Classification Classique |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Règne                    | Plantae              |
| Sous-règne               | Tracheobionta        |
| Division                 | Magnoliophyta        |
| Classe                   | <i>Magnoliopsida</i> |
| Sous-classe              | Rosidae              |
| Ordre                    | Fabales              |
| Famille                  | Fabaceae             |

**Tableau I.2 :**Classification botanique des Fabacées(Que zel P. et S. Santa (1963))





**FigureI.1 :**L'arbre du caroubier.

### **3 Description morphologiques :**

#### **3.1 Racine :**

La racine du caroubier est très ramifiée en surface (Fig. 2), avec des formations épaisses dans la partie supérieure de celle-ci, qui, une fois séparées du tronc, prendront une direction oblique grâce à une orientation géographique positive. Ces formations caractérisent la majeure partie du système racinaire du caroubier et forment une large base uniforme - elles sont moins prononcées que celles formées dans l'olivier. Il se caractérise par une croissance lente, mais avec un grand développement. Les racines principales se ramifient en plusieurs racines latérales ou secondaires avec de grands méridiens et ont tendance à être peu profondes, en particulier dans les sols compacts ou peu profonds. Les racines latérales sont très ramifiées et possèdent de nombreux poils absorbants pouvant s'étendre de 30 à 40 m de long (Tous, 1984).



**Figure I.2 :** Racines du caroubier (The nature conservancy ; 2001)

En plus d'ancrer fermement l'arbre dans le sol, ce système racinaire permet à l'humidité et aux nutriments d'être absorbés sur une grande surface de terre, en particulier à partir de la couche externe du sol, qui représente les niveaux les plus élevés de fertilité, d'aération et matière organique.

C'est probablement l'une des principales raisons pour lesquelles cet arbre pousse en terrain rocheux avec un sol peu profond et dans des conditions arides qui peuvent être limitatives pour d'autres cultures (Albanell, 1990). Ils sont classés dans la "famille des légumineuses" en raison des caractéristiques de leurs fruits. Cependant, il n'a été possible de prouver qu'ils possèdent des nodules racinaires symbiotiques que dans un cas.

### **3.2 L'arbre**

Selon Quezel et Santa ; (1962/63) (in konate, 2007) la caroube est un arbre à sclérophylle. Sempervirent qui peut atteindre une hauteur d'environ quinze mètres. Dans des conditions favorables, il a une hauteur de 7 à 10 m et également de 15 à 20 m à l'est et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m (Ait chitt et al ,2007).

**3.3 Les feuilles :**

Les feuilles (*ceratoniasiliqua*) sont composées et persistantes. Brillant sur la face dorsale. Plus clair et brillant sur la face ventrale, de 10 à 20 cm de long. Il a des folioles complètement ovales. Légèrement emmêlé, denté au sommet et paripenné. Il se compose de 4 à 10 folioles glabres.

Le caroubier ne perd ses feuilles qu'à l'automne en juillet tous les deux ans, et est renouvelable au printemps de la nouvelle année, en avril et mai. (Ait Chit et al ; 2007).



**Figure I.3 :**Feuille du caroubier (photo prise à Sidi Ouriache - AïnTémouchent)

**3.4 Le fruit :**

Quand on parle du caroubier, on parle principalement de la caroube Diamantoglou et Mitrakos. Il a été décrit par (Rejeb(1981-1995)), qui est grande pendaison, de 10 à 20 cm de longueur à partir de 1,5 jusqu'à 2,5 cm de largeur, vert, puis brun, et à maturité, brun foncé à noir. Il a des bords irréguliers, une forme plate (Figure 4) et une pulpe sucrée et croquante contenant 12 à 16 graines brunes. La capsule est épaisse, coriace, non voyante, incurvée et séparée à l'intérieur par des entretoises de pulpe.



A. Fruit du caroubier avant maturité

B. après maturité : gousses montrant l'arrangement des graines dans celles-ci

Figure I.4 : Fruit du caroubier

### 3-5 Les fleurs :

Les fleurs sont petites (6à16mm de longueur), ascendants et liées en grand nombre pour former des grappes droites et axillaires plus courtes que les feuilles et les axes développés. (Batlle et al, 1997)



Figure I.5 : Inflorescence du caroubier

La morphogenèse de la syphilis est complexe et varie largement d'une référence à autre, l'ovaire est composé de 2 carabines de 5à7 mm, la surface des stigmates est recouvert de deux lobes par des papilles. Le disque de nectar est entouré de 5à6 éperons primitifs, la corolle est absente. Il y a 5 étamines. (Rejeb et al ; 1995). Graines de pollen, il a décrit

(DiamantoglouMitrakos, 1981 ; Rejeb, 1995), il est elliptique de diamètre de 28à29mm et à l'équateur de 25 à 28 mm.

**4. Distribution de caroubier :**

**4.1 En monde :**

Originaire du Moyen-Orient, le caroubier est aujourd'hui répandu dans tout le bassin méditerranéen. On les trouve principalement en Espagne, au Portugal, au Maroc, en Grèce, en Italie, en Turquie, au Liban, en Algérie, en Tunisie, en Egypte et à Chypre. Ces dernières années, le caroubier a également été introduit en Australie, en Afrique du Sud, aux États-Unis, en Inde et en Amérique du Sud (Tous et al., 1996)

| Pays     | Superficie (ha) | Production de gosses |      | Production de graines |      |
|----------|-----------------|----------------------|------|-----------------------|------|
|          |                 | t                    | %    | t                     | %    |
| Espagne  | 82 000          | 135 000              | 43.5 | 12 000                | 37.5 |
| Italie   | 30 000          | 45 000               | 14.5 | 4 000                 | 12.5 |
| Portugal | 21 000          | 30 000               | 9.7  | 3 600                 | 11.3 |
| Maroc    | 25 000          | 26 000               | 8.4  | 4 800                 | 15.0 |
| Grèce    | 15 000          | 20 000               | 6.5  | 1 800                 | 5.6  |
| Chypre   | 12 000          | 17 000               | 5.5  | 1 700                 | 5.3  |
| Turquie  | ≈10 000         | 15 000               | 4.8  | 1 800                 | 5.6  |
| Algérie  | ≈5 000          | 7 000                | 2.3  | 800                   | 2.5  |
| Autres*  | ≈10 000         | 15 000               | 4.8  | 1 500                 | 4.7  |
| Total    | 210 000         | 310 000              | 100  | 32 000                | 100  |

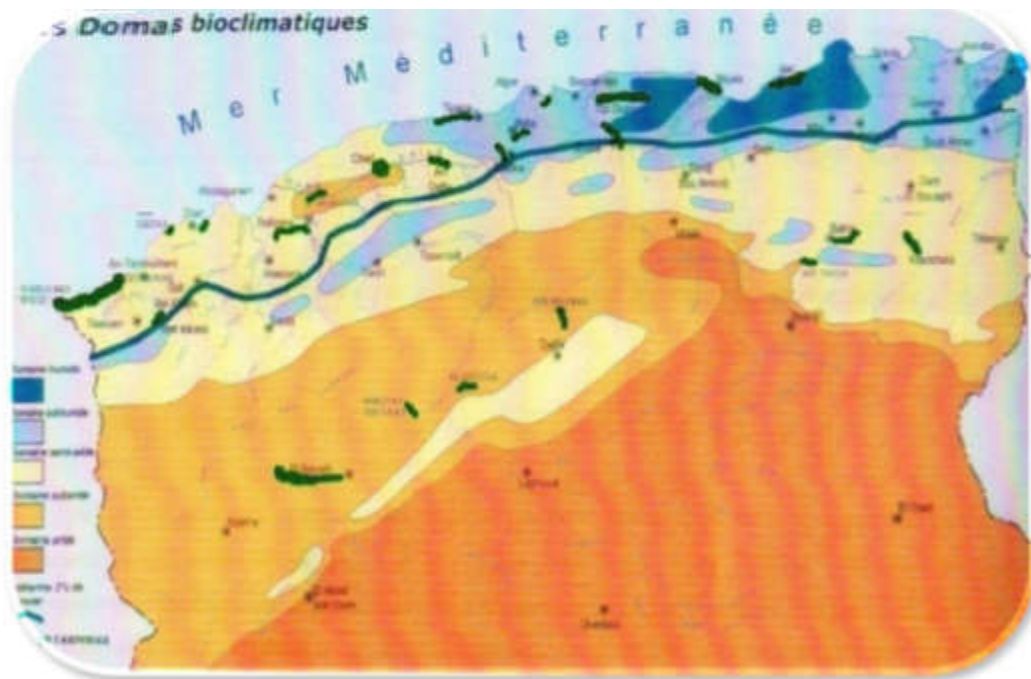
**Tableau I.3 :**Tableau Superficies occupées par le caroubier et production mondiale (Batlle et Tous ,1997)



**Figure I.6 :** Air de distribution du caroubier dans le monde (Batlle et Tous, 1997).

#### 4.2 En Algérie :

La distribution de la caroube selon les normes de production de se retrouve dans les wilayas de Bejaia, la prochaine Blida. Tlemcen. Mascara, Tizi Ouzo En Algérie, selon les normes climatiques, les lieux de prédilection pour les caroubiers sont les collines ensoleillées de régions côtières ou semi-côtières : Algérie Sahel Al-Dhahirah, Grande Kabylie , WadiSumam (1074 ha) et WadiEsir, les collines d'Oran et les collines Mostaganem avec une phase chaude semi -aride, les planes de Bonn, la Mitidja et les vallées intérieures (1054 ha), descendre. A Besada et dans la région de Traras, au nord de Tlemcen (276ha).Lavalée P., (1962).



**Figure I.7 :** Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques  
(A.N.R.H, 2004)

### 5. Origine de caroube : (sit web :02)

Le fruit de la caroube, la caroube est une gousse d'une vingtaine de centimètres de long et contient 10 à 20 graine comestibles : la graine de caroube. Cette gousse appartient à la famille des légumineuses ou des légumineuses, tout comme les lentilles, les haricots et les pois chiches. (Ruiz\_ Rose B ;2010)

La caroube est un arbre majestueux qui peut atteindre 15 mètres de hauteur et vivre jusqu'à 500 ans! Il aime les régions chaudes, sèches, tropicales ou méditerranéennes, et il serait originaire du Moyen-Orient, en particulier de Syrie.

Des graines de caroube ont été trouvées dans des sépultures égyptiennes, ce qui indique leur utilisation depuis cette époque antique. Ensuite, ses capsules ont été mélangées à d'autres ingrédients pour traiter la diarrhée ainsi que les troubles intestinaux et les parasites, les médecins berbères l'utilisaient également pour traiter la dysenterie. Dans les temps anciens, les graines de caroube étaient également utilisées comme unité de mesure du poids d'une gemme. Les graines de caroube pèsent le même poids, à savoir 0,2 gramme, ce qui en fait un outil de mesure précis et faible. Au quatrième siècle, il était utilisé pour le poids solide : une pièce d'or qui pesait alors 24 grains de caroube soit environ 4,5 gramme(Ruiz\_ Rose B ;2010)

Aujourd'hui, la farine de caroube est couramment utilisée pour épaissir les préparations pour nourrissons et leur conférer des propriétés anti-reflux.

Les graines de caroubes torréfiées peuvent également être utilisées dans les recettes pour remplacer les graines de café ou cacao.

Dans l'industrie alimentaire, une couche de graines appelée gomme de haricot est utilisée comme agent épaississant ou liant. Cette gomme est connue sous le nom d'E410.(Ruiz\_ Rose B ;2010)

#### **6. La composition chimique de caroube :**

La composition chimique de la caroube se compose de deux éléments principaux : la pulpe et la graine ; par (Bouzuïta et al ; 2007).

La pulpe et les graines sont les deux principaux constituants respectivement 90% et 10% de son poids total (Gabriela Bernardo-Gila, 2011).

| <b>Composition chimique</b>        | <b>Pourcentage %</b> |
|------------------------------------|----------------------|
| Humidité                           | 5.29                 |
| Protéines                          | 6.34                 |
| Matières grasses brutes            | 1.99                 |
| Cendres                            | 3.16                 |
| Fibre brute                        | 7.30                 |
| Hydrates de carbone                | 75.92                |
| Valeur énergétique, Kcal. / 100 g. | 346.95               |

**Tableau I.4 :**La composition chimique de la pulpe de caroubier



**6.1 La pulpe :**

La pulpe des gousses de caroube est très riche en sucre (48 à 56%) notamment, en saccharose (65 à 75%), en fructose (3 à 8%) et en glucose (3 à 5%), qui lui donnent un goût très sucré. Mais il est pauvre en protéines (2 à 6%) et en matières grasses (0,4 à 0,6%). Selon, l'aspartique, le glutamique, l'alanine, la leucine et la valine représentent 57% des acides aminés totaux de la pulpe. La pulpe est également très riche en fibres (27 à 40%) et en tanins et polyphénols (18 à 20%). La pulpe est une bonne source de minéraux (K, Ca, Na, Fe, Mg) et de vitamines. (Ait Chitt Et al ; 2007)

**6.2 Les graines :**

Les graines de caroube sont appréciées et recherchées pour leurs diverses qualités et utilisations industrielles. Ils sont elliptiques, petite et plats, avec un pôle basal amputé et fracturé dans la région apicale, très rigides et offrent une grande résistance. La graine de caroube se compose de trois parties : la graine, l'endosperme et l'embryon. Leur tégument (ou cuticule) est lisse, représentant (30 à 35%) du poids sec des graines, brun rougeâtre brillant. Il recouvre les graines et est principalement composé de cellulose, de lignine et de tanin



**Figure I.5 :** Les grains de caroubier.

**7. Reproduction biologique :**

Le caroubier est un arbre ou un arbuste à feuillage persistant et robuste, dont la hauteur peut atteindre de 7 à 20 mètres. Il a une écorce grise lisse quand il est jeune. (Ait Chitt Et al ; 2007)

Il est brun et rugueux à l'âge adulte. Son bois rougeâtre est très dur (Ait Chitt Et al ; 2007). Il a une couronne et un tronc très larges, donc la circonférence peut atteindre 2 à 3 mètres de base. La longévité est importante et dépasse souvent 200 ans (Rejeb et al ; 1991). Ses feuilles, d'une longueur de 10 à 20 cm, sont fermes et composées (4 à 10 folioles ridées), vertes, luisantes sur la face dorsale, pales et fanées sur la face ventrale, avec des folioles ovales entières, légèrement dentelées au niveau de la face dorsale. Top et parabenina (Rajab, 1995).

### **8. Importance écologique :**

Importance écologique le caroubier est une espèce tolérante à la sécheresse souvent utilisée pour lutter contre l'érosion des sols, des brise-vent et comme arbre ornemental en raison de sa couronne sphérique et de son feuillage persistant dense et brillant. Son bois est très apprécié en ébénisterie et utilisé pour la fabrication du charbon de bois. L'écorce et les racines sont utilisées pour le tannage (Batlle et al ; 1997), de plus, ces espèces ligneuses jouent un rôle essentiel dans la protection de l'environnement ; protègent les autres plantes grâce à son ombre ; Il suffirait de pulvériser derrière avec des canadairs pour empêcher les étincelles soufflées de s'enflammer au-delà de la d'un Mun de papier feu jusqu'à ce qu'il s'arrête la plupart du temps (Mares, 1971).

### **9. Utilisation de la caroube :**

La caroube est utilisée depuis des siècles en grande quantité dans l'alimentation, les humains et les animaux, et aujourd'hui elle est principalement utilisée dans la fabrication de la gomme de caroube (additif alimentaire E-410). (Lizzardo et al ; 2002) la gomme de criquet et utilisée dans les industries alimentaires et non alimentaires en raison de sa capacité former des solutions hautement visqueuses à une concentration relativement faible. (Dakia et al ; 2006) le pourcentage élevé de sucre dans sa farine donne le potentiel pour un grand alcool. Vous pouvez également obtenir 20-25 litre d'alcool pur avec 100 Kg de fruit. (Evreïnoff. 2015). Ces types, utilisés dans le secteur pharmaceutique, sont souvent utilisés pour lutter contre la déforestation et la désertification, en réduisant l'érosion des sols (Gillette et al ; 2013).

### **10. Multiplication du caroubier :**

#### **10.1 Le semis, Une méthode classique pour la multiplication du caroubier :**

Au niveau national, la seule méthode utilisée jusqu'à présent pour multiplier le caroubier est l'ensemencement. Cette technique, par le son du sexe, présente un certain nombre d'inconvénients, à savoir :(Dr.M.AIT CHITT ;2007)

Le caroubier est une espèce dioïque, donc le semis donne des plantes avec 50% de la femelle et 50% des mâles non productif ;

Inadéquations génétiques liées à l'hétérogénéité des espèces, et donc à une hétérogénéité significative de la progéniture.

Entrée en production très tardive, qui peut prendre plus de 8 ans.

### **10.2 Le bouturage, une technique végétative possible mais limitée en pratique :**

Le domaine Al-Basateen illustre les limites techniques et physiologiques de l'esprit d'Al-Kharroub. Les résultats varient en fonction de l'arbre (génétique), de la nature de la coupe et de la concentration auxine (AIB).(Mr.A.LAZRAK ;2007)

### **10.3 La culture in vitro, une technique prometteuse :**

La reproduction de cette espèce n'est pas encore bien contrôlée, notamment au stade de l'enracinement. Cette approche ne serait économiquement correcte que lorsque le matériel végétal ne permet pas le greffage. (Mr.A.LAZRAK ;2007)

### **10.4 Multiplication par greffage, une technique efficace et maîtrisée :**

La technique développée au domaine Al Basateen est désormais utilisée comme procédure de routine pour la multiplication des caroubiers. Cette approche permet de : (Dr.M.AIT CHITT ;2007)

Maintenir la compatibilité de la plante produite avec la plante mère choisie, ayant à la fois des caractéristiques de production et de qualité

Préserver les avantages apportés par les plants (racine profondes, rusticité, résistance aux maladies) en les utilisant comme porteurs de racine. Le greffage de l'incision apicale versus le capuchon d'orifice a été guidé par les avantages suivants :(Dr.M.AIT CHITT ;2007)

Il permet un greffage de très petits francs (9-10 mois) par rapport au greffage de la fente apicale qui nécessite un diamètre radiculaire plus important. Importante (et donc un délai de prescription plus long).

Le porte-greffon peut être bien soudé.

**11. Exigences Édaphoclimatiques :****11.1 Climat :**

Les zones propices à la caroube devraient avoir un climat méditerranéen subtropical avec des saisons fraîches, plutôt que froides, des hivers, des sources modérées à chaudes et des étés chauds à chauds et secs. Ces régions de type méditerranéen vont d'environ 30° à 45° à la latitude septentrionale (bassin méditerranéen, Californie et Arizona) et entre 30° à 40° aux latitudes méridionales (Australie, Afrique du Sud et Chili). Il peut être endommagé lorsque les températures descendent en dessous de -4°C et ne peut résister qu'à des températures hivernales d'au moins -7°C, cependant, les arbres peuvent résister à des températures estivales de 40°C et des vents chauds et secs, de 5000 à 6000 heures au-dessus de 9°C. C nécessaire pour que les gousses mûrissent. Les vents forts peuvent briser les branches de l'arbre adulte et séparer les gousses. Le vent peut également endommager les jeunes arbres (Batlle et al ; 1990). Les pluies d'automne peuvent interférer avec la pollinisation et affecter la nouaison. L'humidité printanière élevée augmente l'infection par l'oïdium sur les feuilles et les gousses.

**11.2 Sol :**

Pouvant s'adapter à un large éventail des sols, des sols sableux pauvres et des pentes pierreuses aux sols profonds, mais ils ne tolèrent pas l'engorgement même si le système racinaire est généralement Be profond. Dans les zones à sols caillouteux peu productivité sont réduites. Les meilleurs sols sont du loam sableux bien drainé, mais les sols calcaires à forte teneur en chaux conviennent également. La caroube semble également bien tolérer la salinité (Rebour 1971). (Winer 1980) a signalé une teneur en sel du sol allant jusqu'à 3% de Na Cl.

**11.3 Eau :**

Le chérubin, en tant que plante sèche, peut survivre dans des climats secs sans irrigation et s'adapte bien aux environnements arides avec des précipitations annuelles moyennes comprises entre 250 et 500 mm par an (Batlle et al ; 1990). Certains mécanismes de tolérance à la sécheresse ont été développés (Nunes et al ; 1989 ; Salleo et Lo Gullo ; 1989) comme mentionné dans la section sur la science des terres. Bien que les caroubiers résistent à

la sécheresse, ils ne produisent pas de cultures commerciales à moins de recevoir au moins 500-550 mm par an (NAS 1979), mais 350 mm de précipitations annuelles sont suffisantes pour la nouaison (Coit 1949 ; Ticho).

# **Chapitre II**

**Cycle d'azote et microbiologie du sol**

## I. Le cycle d'azote

Dans le cycle de l'azote (Figure 1), les transformations microbiennes, des composés azotés les plus importantes pour la production végétale, concernent l'équilibre entre formes assimilables et celle que la plante ne peut assimiler (minéralisation de l'azote organique, fixation de l'azote métallique)

L'apport d'azote est assurés par la fixation biologique de l'azote moléculaire ; et les exportations ou pertes par nitrification-dénitrification et volatilisation de l'ammoniaque. (Roger et al, 1996)

### 1.1. Ammonification

Pendant la décomposition, l'azote organique est transformé en ammoniac par une série des microorganismes, et une partie de l'ammoniac peut être volatilisé et retourne dans l'atmosphère, mais la majeure partie est recyclée en nitrate par les bactéries du sol (William et Hopkins, 2003)

### 1.2. Nitrification

La formation de nitrate commence par l'oxydation de l'ammoniac en nitrite par des bactéries appartenant au genre *Nitrosomonas*, puis le nitrite est oxydé en nitrate par des membres des genres *Nitrobacter* (William et Hopkins, 2003)

### 1.3. Dénitrification

Au cours de cette étape, les bactéries dites (dénitrifications) réduisent les nitrates en azote sous forme volatile et en anaérobiose, qui reviennent à l'atmosphère sous formes gazeux ( $N_2$  et  $N_2O$ ) (William et Hopkins, 2003) Dosage de l'azote protéique : (Manolkidis et al ; 1970)

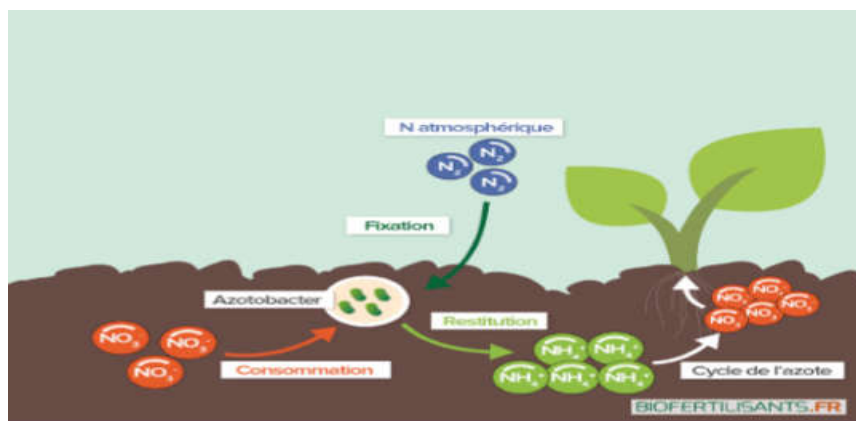


Figure II.1 : Cycle d'azote (site web1)

**2. Fixation biologique de l'Azote (FBA)**

La plus grande partie de l'azote de la biosphère (78%) se trouve dans l'atmosphère. la fixation de l'azote est les principales méthodes naturel par lequel l'azote atmosphérique est ajouté au sol.

Les principales sources d'azote utilisée par les plantes est l'azote du sol. En absence de tout apport d'engrais, les plantes non fixatrices d'azote utilisent l'azote du sol pendant le cycle physiologique. Même les plantes qui fixent d'azote dans l'atmosphère utilisent d'abord l'azote des graines et du sol durant la première étape de la croissance. L'azote du sol est essentiellement sous forme organique. C'est par minéralisation que la matière organique du sol libère l'azote utilisable par les plantes (Dekak, 2018)

La régénération des formes azotées absorbables peut être assurée par des microorganismes du sol spécifiques qui réduisent biologiquement l'azote moléculaire. (Mbengue, 2010)

La fixation biologique de N<sub>2</sub> est tout aussi importante que l'activité bactérienne de maintien de la vie sur terre telle que la photosynthèse. (Roger ,1996)

**3. Dosage de l'azote protéique :(Manolkidis et al ; 1970)****a) Principe :**

L'azote protéique est déterminé par la méthode de précipitation des protéines avec une solution à 10%, et à 5 % d'acide trichloracétique (TCA).

**b) L'azote non protéique :**

La quantité de protéines dans l'azote est soustraite de l'azote totale afin de déterminer la quantifie

D'azote non protéique.

$$\text{NNP (\%)} = \text{N T (\%)} - \text{N P (\%)}$$

Dont :

NNP : teneur en azote non protéique.

N T : teneur en azote total.

N P : teneur en azote protéique.



**4. Teneur en matière azotée :**

Les protéines occupent une place importante dans notre alimentation. En effet, pour l'Homme et l'animal, les besoins en protéines représentent environ 12 à 15% de la matière sèche du régime alimentaire, selon l'espèce et l'état physiologique. Il est principalement fourni à partir des graines de céréales et des légumineuses.

La teneur en protéines brutes est l'un des critères utilisés pour évaluer la valeur nutritionnelle d'un aliment. La teneur en protéines dépend sans aucun doute des conditions climatiques ainsi que du stade de développement de la plante.

**II. Le sol****II.1 Définition :**

Le sol est la composante de base de la biologie continentale. Tous, appelés atmosphère, résultent de l'interaction de deux parties de la biosphère, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère, c'est l'altération des roches mères, due à des forces chimiques et biologiques, qui conduit à l'apparition de régolithe (surface du manteau de débris), se transformant en ce qu'on appelle le sol. Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont le substratum rocheux, le climat, la topographie, l'activité biologique et les conditions météorologiques (Barracosa P, 2007)

Le sol a de nombreuses fonctions, c'est un milieu biologique dans lequel les organismes vivants se développent. Ce développement dépend de la qualité ou de la fertilité de ce sol (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange ionique, etc.). Ils jouent également un rôle majeur dans le cycle de l'eau (stockage et régulation) et dans la qualité de cette eau (source de pollution, capacité à retenir les polluants mais aussi sa biodégradation). Mais le sol joue également un rôle majeur dans tous les cycles biogéochimiques. (EL Hajaji H., 2010)

**II.2 Caractéristiques générales des phases du sol**

Le sol se compose de trois phases : solide, liquide et gazeuse. Ses proportions sont variables en fonction notamment de son état aqueux et des sollicitations mécaniques auxquelles il est soumis (Calvet R., 2000).

**II.2.1 La phase solide du sol**

Il se compose de minéraux et de substances organiques dans des proportions variables. Les organismes du sol peuvent être considérés comme faisant partie de la phase solide, puisqu'elle n'est ni gazeuse ni liquide (Calvet R., 2000). Il y a deux fractions dans le sol :

**II.2.1.a fraction minérale :**

Les minéraux constituent généralement entre 95 et 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature du substratum rocheux. La nature des minéraux peut être très diverse avec des granulométries variables. (Quénéa K., 2004) :

- Sable ( $\varnothing = 2000$  à  $50 \mu\text{m}$ )
- Limon ( $\varnothing = 50$  à  $2 \mu\text{m}$ )
- Argile granulométrique ( $\varnothing < 2\mu\text{m}$ )

La texture du sol correspond à la répartition des minéraux par classe de taille, quelles que soient la nature et la composition de ces minéraux. Les sols sont classés selon leurs proportions relatives de particules d'argile, de limon et de sable (Atlas R. M. &Bartha R., 1992)

**II.2.1.b Fraction organique**

Plus de 80 % de la partie organique du sol est constituée de matière organique morte (restes de plantes et d'animaux en état de décomposition naturelle). (Paul E. A. & Clark F. E., 1996).

Il existe également des organismes : des bactéries dont de nombreux actinomycètes, des champignons et des micro-animaux constitués de protozoaires, de nématodes, d'insectes et de vers de terre. (Quénéa K., 2004)

Le sol est généralement un habitat favorable à la reproduction des micro-organismes dont le nombre est supérieur à celui des eaux douces ou marines : le nombre de microbes s'élève entre  $10^6$  et  $10^9$  bactéries par gramme de sol (Artiola-Fortuny J. & Fuller W.H., 1982). Son abondance et sa nature dépendent du type de sol, de la végétation, du climat et de diverses actions humaines et de la diversité. (Calvet R., 2000). La profondeur est une variable environnementale qui influence grandement la survie des micro-organismes. Dans les régions tempérées, si une partie importante de celle-ci est concentrée dans le premier mètre de la couche superficielle, alors ce sont les premiers centimètres qui en ont le plus grand

nombre. Les bactéries et les champignons sont les micro-organismes les plus courants dans le sol, car ils sont les principaux responsables de la minéralisation de la matière organique. Ils participent également à un processus appelé hydratation qui conduit à la formation d'humus, un composé complexe et majeur dans le cycle de la matière organique du sol et la fertilité du

| Profondeur (cm) | Organismes/g de sol $\times 10^3$ |                      |               |             |        |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|-------------|--------|
|                 | Bactéries aérobies                | Bactéries anaérobies | Actinomycètes | Champignons | Algues |
| 3-8             | 7800                              | 1950                 | 2080          | 119         | 25     |
| 20-25           | 1800                              | 379                  | 245           | 50          | 5      |
| 35-40           | 472                               | 98                   | 49            | 14          | 0,5    |
| 65-75           | 10                                | 1                    | 5             | 6           | 0,1    |
| 135-145         | 1                                 | 0,4                  | -             | 3           | -      |

sol.

**Tableau II.1 :** Répartition des microorganismes par (Bousseboua H., 2005).

### II.2.1.c Microflore du sol

La microflore du sol est constituée de bactéries (archéobactéries et eubactéries), de champignons (levures et moisissures), d'algues et de protozoaires.

#### - Bactéries

Les bactéries sont les micro-organismes les plus abondants et métaboliquement actifs dans le sol. Selon les propriétés du sol, tous les types physiologiques de bactéries sont représentés : autotrophes et hétérotrophes, thermophiles, phytophiles, aérobies et anaérobies. On pense que tous les groupes connus de bactéries peuvent être isolés de l'échantillon de sol, si des techniques et des milieux appropriés sont utilisés. Cela ne signifie pas que le sol est l'environnement naturel de toutes les bactéries. Par sa nature de milieu ouvert et sensible aux facteurs de l'environnement, le sol est le réceptacle d'apport continu de microorganismes exogènes qui disparaissent ou survivent en situation de dormance, en raison des conditions provoquées d'un milieu est pallié. Mais certains d'entre eux peuvent être créés de temps en temps. Les bactéries du sol sont considérées comme GRAM-positives, avec les principaux groupes suivants : Corynebactéries, Actinomycètes, Mycorhizes et Nocardiformes. Les races les plus isolées sont. Les arthropodes, Pseudomonas, Achromobacter et Bacillus, se trouvent dans les couches aérobies tandis que les bactéries du genre Clostridium sont dominantes dans

des conditions anaérobies. Les différences de potentiel nutritionnel du sol favorisent l'émergence de bactéries autotrophes du cycle de l'azote : Nitosomonas, Nitrobacter et soufrées : Theobacillus.(Calvet R., 2000)

#### - **Les champignons**

En général, les champignons du sol constituent autant de biomasse que les bactéries. Leurs activités métaboliques sont multiples et fondamentales pour l'équilibre écologique des sols, à travers : leurs interactions avec les systèmes racinaires des plantes, leur capacité à coloniser et à dégrader les gros débris organiques et les squelettes complexes. Plusieurs études indiquent une prédominance de : Mucor, Trichoderma et Aspergillus, tandis que Rhizopus, Fusarium, Zygorhynchus, Cephalosporium, Cladosporium et Verticillium sont isolés.

#### - **Algues et protozoaires**

Les algues sont relativement rares dans le sol. Mais leur présence est néanmoins courante. Les algues du sol comprennent les espèces globulaires ou filamenteuses. Les groupes les plus courants sont les Chlorophycées. Parmi les microorganismes photosynthétiques du sol, les cyanobactéries prédominent dans les sols neutres et alcalins, tandis que les algues sont plus fréquentes dans les sols acides.

Les organismes primaires isolés du sol sont divers et prospèrent dans les surfaces humides, dans les couches d'eau entourant les particules.

### **II.2.2 La phase liquide du sol**

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais une solution complexe et très variable. Elle est déterminée par l'expression « solution de sol ». Il contient un grand nombre de substances organiques et inorganiques dissoutes, ionisées et inorganiques. En général, la solution du sol est difficile à décrire et à étudier en raison de sa grande variabilité spatio-temporelle, telle qu'il n'y a pas de composition typique. Cependant, on peut donner quelques indications générales en distinguant deux classes de solutés :(Calvet R., 2000).

- les microéléments dont la concentration est inférieure à 1 mol/m<sup>3</sup>, de nombreux oligo-éléments minéraux entrent dans cette catégorie.

- les macroéléments dont la concentration dépasse cette limite ; Les éléments les plus courants et les composés chimiques correspondants sont : C (HCO<sub>3</sub>), N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Na (Na<sup>+</sup>), Mg (Mg<sup>2+</sup>), Si (Si (OH)<sub>4</sub>), S (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Cl (Cl<sup>-</sup>), K (K<sup>+</sup>), Ca (Ca<sup>2+</sup>) et O<sub>2</sub>.

La solution du sol est principalement une solution électrolytique, généralement peu concentrée et a souvent une molarité totale de  $10^{-3}$  à  $10^{-5}$  mol/L. Il contient également des ions  $H^+$  et  $OH^-$  dont les concentrations déterminent la réaction des sols caractérisés par le pH (Calvet R., 2000).

### **II.2.3 La phase gazeuse du sol**

La phase gazeuse du sol est souvent appelée atmosphère du sol. Sa composition est souvent proche de celle de l'air, mais peut être très variable dans l'espace et dans le temps.

Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, à savoir la profondeur dans le sol et l'activité biologique.

L'air du sol contient généralement les mêmes substances que l'air atmosphérique, mais sa composition peut être très différente, notamment en raison de l'activité biologique (Soulas G., Codaccioni P. & Fournier J. C., 1983). Un sol bien aéré contient environ 180-205 ml d' $O_2$  par litre d'air, mais cela peut être réduit à 100 ml ou moins dans les sols inondés et dans les micro-environnements autour des racines des plantes.

La teneur en dioxyde de carbone est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol et peut atteindre 100 ml par litre d'air en profondeur ou à proximité des racines et dans les milieux gorgés d'eau. L'air du sol contient également d'autres substances, telles que  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$  et parfois des COV (Calvet R., 2000).

# **Partie Expérimentale**

# **Chapitre III**

**Présentation la zone d'étude**

III.1. Zone d'étude :

La wilaya de Relizane est située dans la chaîne de l'atlas tellien, elle se trouve dans une région des plus fertiles en terres agricoles et riche en ressources hydriques. Elle se situe au Nord –Ouest de l'Algérie entre les latitudes : 35 44' 33 N et les longitudes: 0° 33' 33 E et sur une altitude de 98 mètres, avec sur une superficie totale de 4870,97 Km<sup>2</sup> (BNEDER, 2008).

Elle est limitée par la wilaya de Mostaganem au Nord, la wilaya de Chlef au Nord-est, au sud-est par la wilaya de Tiaret, et au sud-ouest par la wilaya de Mascara .elle est divisée en 13 daïras et 38 communes. Relizane étant le chef-lieu de la wilaya (Gourari, 2010).

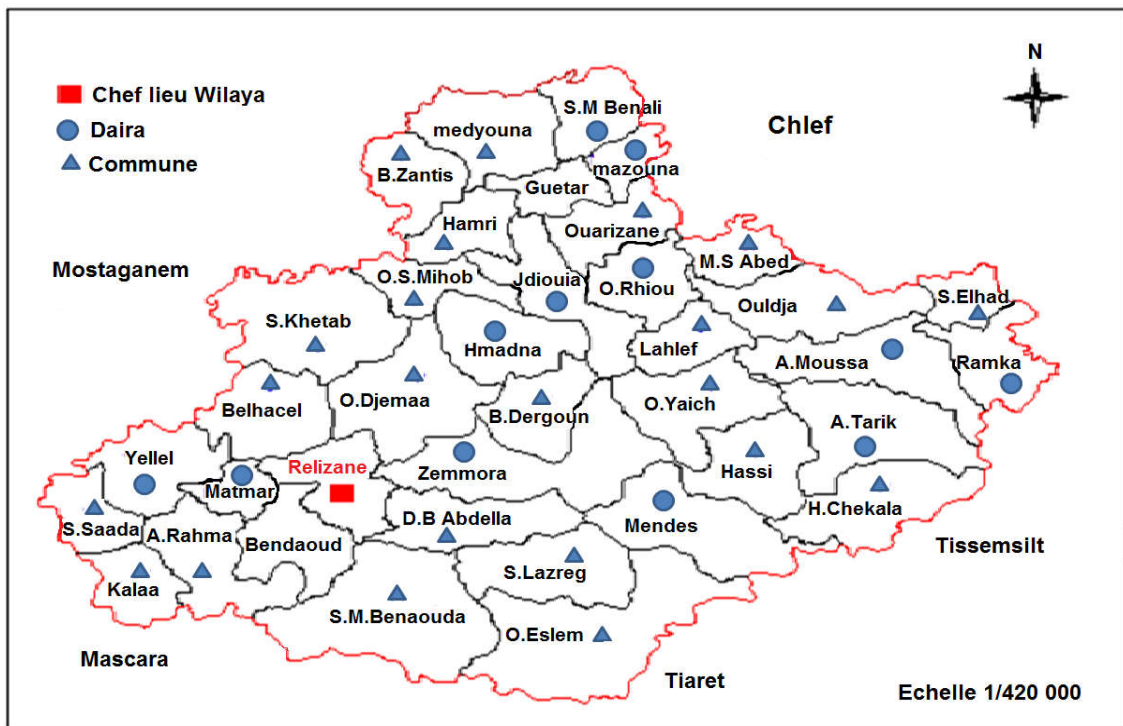


Figure III.1: Carte de répartition administrative de la zone étude (Hartani 2018)



III.1.1. Altitude et pente:

La hauteur de la zone d'étude varie de 75 mètres à 135 mètres. Les pentes variaient de 0 à 25 % selon les régions.

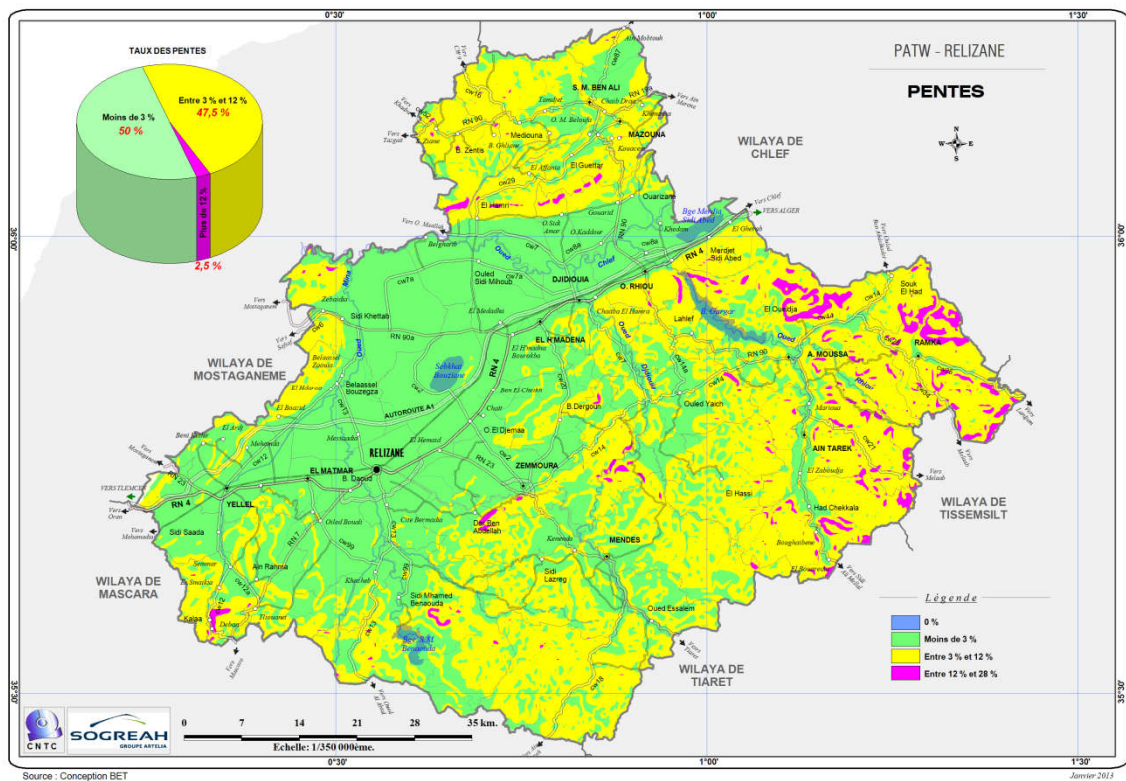


Figure III.2 : Les pentes de la zone étude (PATW Relizane, 2013).

III.1.2. Les ressources hydriques à travers la zone

III.1.2.1. Ressources en eau superficielles

D'un point de vue hydrologique, l'état d'zone s'étend sur trois principaux bassins versants, à savoir :

- **Le bassin de la vallée de Chlef :**

Qui couvre 94,16% de la superficie totale de la région, est situé en aval de l'oued Chlef.

- **Le bassin versant d'Al-Macta :**

Qui est constitué d'une partie du sous-bassin de l'oued Mellah, couvre (1,15%) de la superficie, le volume de ruissellement est de 777.000 m<sup>3</sup> et le volume de remplissage est de 155.000 m<sup>3</sup>.

### - Le bassin versant côtier algérien :

Constitué d'une partie du sous bassin versant, ne couvre que (4,69%) la superficie de la région. Il existe 3 grands barrages d'une capacité de stockage de 561 milliards de mètres cubes pouvant organiser 200 hectares/an, mais en raison des perturbations climatiques, le volume actuellement stocké est de 295 hectares cubes.

#### III.1.2.2. Ressources en eaux souterraines :

Ressources en eaux souterraines captées dans la zone et utilisées pour l'agriculture.

### III.2. Le sol :

#### III.2.1. Caractéristique du sol :

La zone d'étude est constituée de criques alluviales caractérisées par des sols finement organisés (limino-argello) avec un niveau appréciable de calcaire. Le pH est généralement proche de neutre à légèrement alcalin (Bencherghi et Tahari, 2009)

#### III.2.2. La salinité du sol :

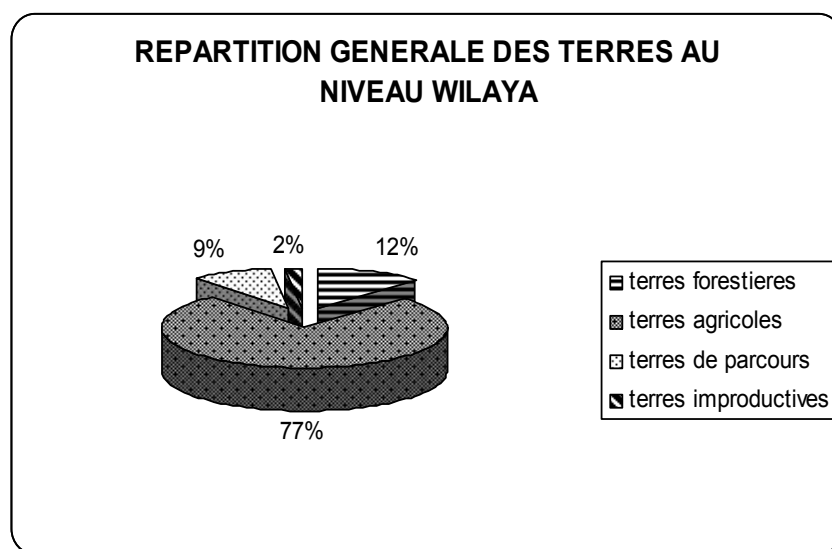
Affecte la partie du terrain à proximité des salines. Le caractère critique de la situation est évident au fond de l'océan où la salinité de l'eau est supérieure à 2,5 g/L ; La salinité qui a un effet direct sur la baisse progressive des rendements des cultures cultivées.

Selon les spécialistes, avec une salinité de 1 g/l, la fraction de filtration devrait être supérieure ou égale à 50 % si l'on néglige l'effet de sédimentation.

#### III.2.3. Utilisations du sol :

Les terres de notre zone d'étude sont principalement à usage agricole et pastoral, l'agriculture et l'élevage occupant une très grande superficie avec la prédominance des céréales et l'arboriculture avec l'horticulture maraichère à petite échelle.

#### III.2.4. Répartition générale des terres :



**Figure III.3:** Répartition générale des terres au niveau de la zone d'étude

**III.3. Le Hydrogéologie**

Réseau hydrographique est dispersé. Il se compose principalement de Chaâbats, cours d'eau temporaires. Ce dernier, le plus souvent originaire des chaînes de montagnes ou au pied des collines.

**III.3.1.Climat :**

Le climat est une composante de l'environnement physique. C'est un facteur essentiel au développement des plantes ainsi qu'à la formation et au développement des sols. (Greco, 1966) ; Cette région a un climat continental en raison de sa situation dans un bassin entouré de chaînes de montagnes.

**III.3.1.2.Les facteurs du climat :****A. Facteurs hydrique :**

Les précipitations sont un facteur essentiel du climat, car d'une part elles sont à la base du maintien et du développement de la végétation d'autre part, elles jouent un rôle important dans la dégradation des sols dus à l'érosion lors de l'érosion. Pluies abondantes et salinité élevée en cas de manque de précipitations.

**B. Précipitation :**

Les précipitations, par l'importance de leur fréquence, de leur intensité et de leur répartition, contribuent à la désagrégation du sol et gênent son développement graduel ou régressif.

D'autre part, les effets néfastes de l'eau de pluie peuvent aller de la destruction du sol à la coupe complète de la tête. Dans ces cas, il y a soit un affleurement rocheux, soit une formation de terrain anormale.

**III.3.1.3.Les facteurs thermiques :****A. Température :**

C'est la deuxième composante du climat. Les températures moyennes mensuelles et annuelles affectent directement le climat en interaction avec d'autres facteurs météorologiques.

### III.3.1.4. Les autres facteurs :

#### A. Les vents :

Le vent est un élément du climat caractérisé par une certaine vitesse et direction étroitement liée aux inscriptions. Il détermine un certain nombre de faits climatiques tels que la température et l'évaporation. (Hartani, 2018)

#### B. Humidité relative :

Elle est définie comme la valeur maximale possible de l'évaporation dans certaines conditions climatiques, et résulte de deux phénomènes ; Physiquement et biologiquement, l'évaporation potentielle estimée par la formule de Penman est de 1700 mm/an (INSID, 1988).

### III.4. Localisation de la station d'étude :

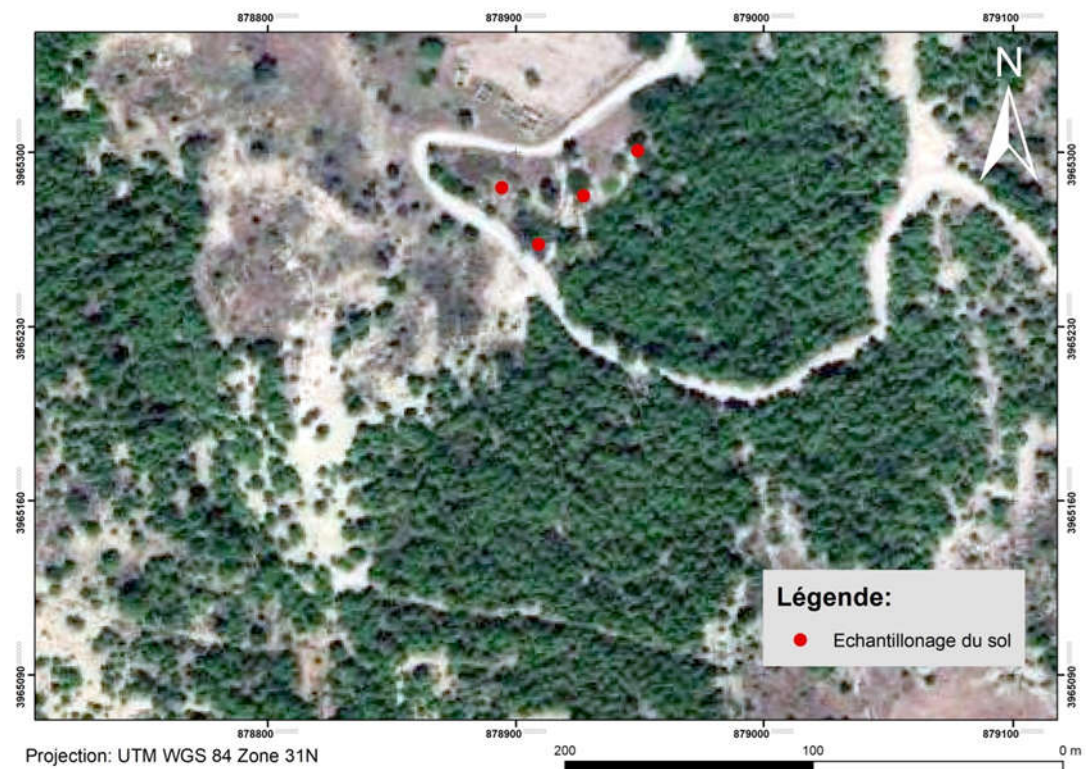


Figure  
III.4 :  
Carte

de localisation des stations des sols échantillonnés

Les échantillons des sols ont été relevés au niveau d'une station localisée dans la forêt de Oued Rhiou, à Ain Dalia – Ain Tarek, au niveau de la route nationale 90, à une altitude de 489m ; sous une plantation de caroubier (*Ceratonia siliqua*)

**III.5. L'évapotranspiration de référence :**

L'évaporation moyenne annuelle de référence est de 1639 mm Le maximum a été atteint en juillet avec 7,25 mm/jour. Le minimum en janvier est de 1,85 mm/jour.

**III.5.1.Synthèse climatique**

Après avoir étudié et analysé les différents éléments du climat, il nous est nécessaire de faire une synthèse afin de mieux caractériser et connaître le type de bioclimat de la zone d'étude.

**III.5.2.Quotient pluviothermique et climat EMBERGER**

Pour classer le climat méditerranéen, (Emberger, 1955) a établi le quotient de précipitation (Q) exprimé par la formule suivante :

$$Q = \frac{2000 \cdot P}{M - m}$$

Avec :

P : pluviométrie annuelle (mm),

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (K),

m : moyenne des minimas du mois le plus froid (K).

|        | Récente (1987-2017) |       | Récente (1987-2017) |        |
|--------|---------------------|-------|---------------------|--------|
|        | P                   | m °C  | M °C                | Moy °C |
| Jan    | 37,77               | 6,39  | 16,98               | 11,67  |
| Fév    | 34,38               | 6,86  | 18,16               | 12,58  |
| Mars   | 31,66               | 8,74  | 21,89               | 15,28  |
| Avr    | 31,7                | 11,21 | 24,8                | 18,28  |
| Mai    | 21,44               | 14,36 | 29,84               | 22,19  |
| juin   | 5,86                | 17,46 | 33,81               | 25,63  |
| Juit   | 1,76                | 21,18 | 38,15               | 29,46  |
| Août   | 3,82                | 21,46 | 38,54               | 29,83  |
| Sept   | 14,23               | 17,95 | 32,93               | 25,16  |
| Oct    | 21,95               | 14,64 | 28,11               | 21,38  |
| Nov    | 43,91               | 9,8   | 22,15               | 15,91  |
| Déc    | 34,62               | 7,39  | 18,48               | 13,02  |
| Annule | 282,78              | 13,12 | 26,99               | 20,03  |
|        | 13,87               |       |                     |        |

Tableau III.1 : résultat de quotient de précipitation

Station de : Ain Dalia

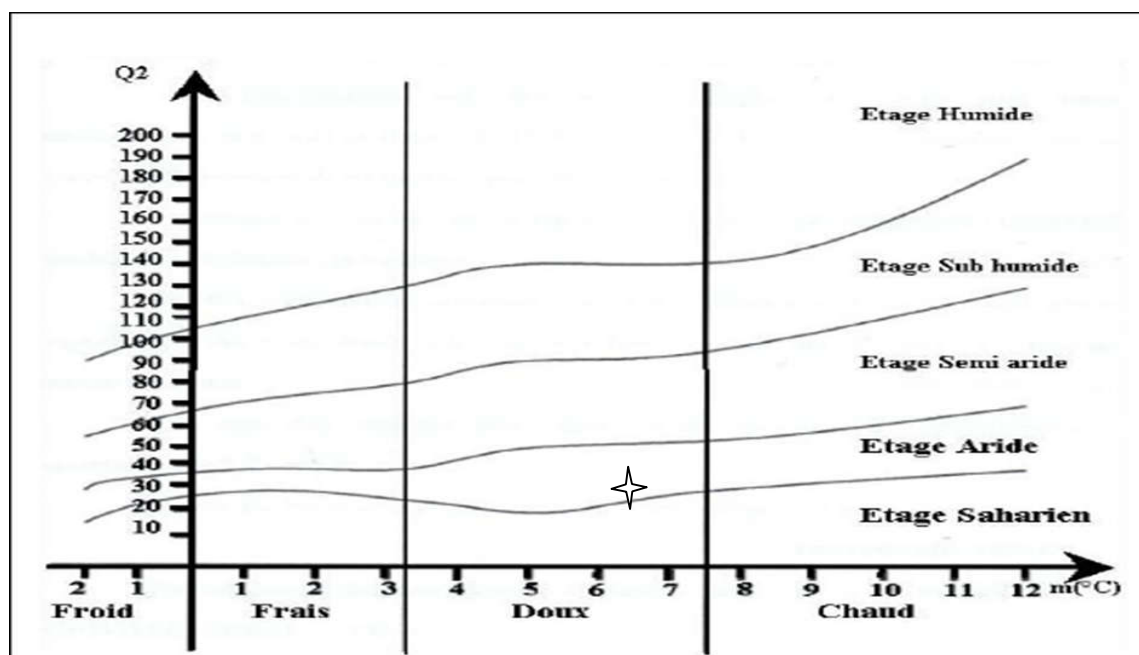


Figure III.5 :Climatgrammed'emberger

Le climagramme d'emberger montre que notre station d'étude est caractérisée par un bioclimat aride à hivers doux

**Diagramme ombrothermique :**

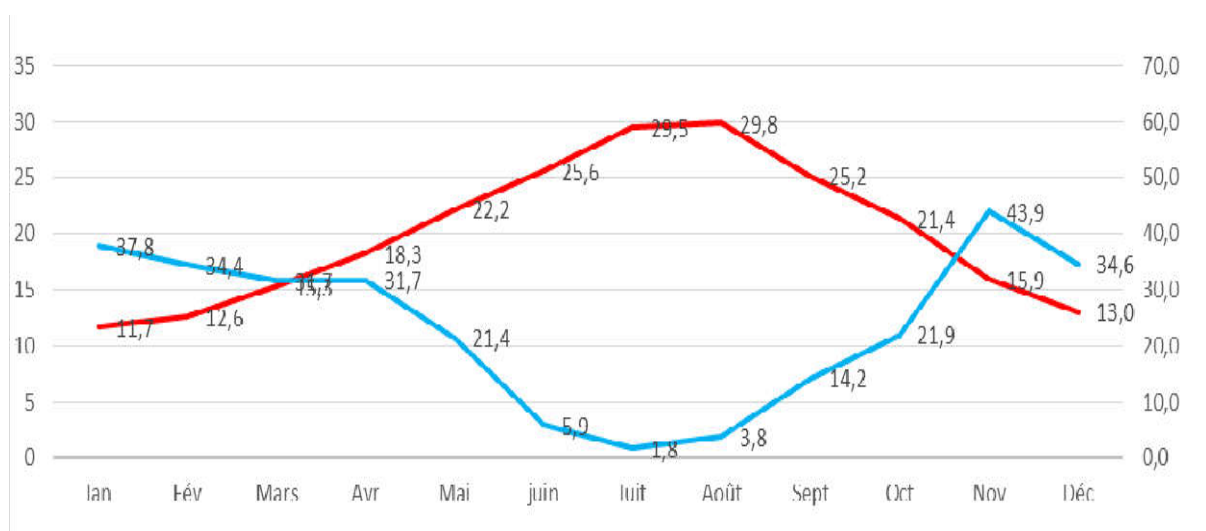
Ce tableau de température complet montre les mois de l'année, secs, humides et croissant selon chaque mois, (BANGNOULS et GAUSSEN ; 1954), est sec lorsque la pluviométrie moyenne est inférieure ou égale à deux fois le degré moyen.

| Période | Jan  | Fév  | Mars | Avr  | Mai  | juin | Juit | Août | Sept | Oct  | Nov  | Déc  | Annule |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| P       | 37,8 | 34,4 | 31,7 | 31,7 | 21,4 | 5,9  | 1,8  | 3,8  | 14,2 | 21,9 | 43,9 | 34,6 | 282,8  |
| T(°C)   | 11,7 | 12,6 | 15,3 | 18,3 | 22,2 | 25,6 | 29,5 | 29,8 | 25,2 | 21,4 | 15,9 | 13,0 | 20,0   |

**Tableau III.2 :**Représentation des valeurs de climagramme

P : précipitation moyenne mensuelle (mm),

T : températures moyenne mensuelle (°C).



**Figure III.6 :** Le diagramme ombrothermique de la station d'étude d'Ain Dalia.

Le diagramme ombrothermique de notre station d'étude montre l'existence des périodes suivantes :

- une période sèche s'étalant sur 8 mois : de Mars à Octobre.
- une période humide s'étalant sur 4 mois : de Novembre à février.



# **Chapitre IV**

## **Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

## **Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

---

### **IV.1. Période d'échantillonnage**

D'après (POCHON, 1954), par les changements de conditions climatiques et pratique agricole, ainsi il en résulte une trèsgrande variabilité de l'état microbiologique du sol. Pour ces raisons nous avons choisi unmoment de référence indépendant des perturbations liées aux pratiques culturales (labour, fertilisation, semis, binage) et des aléas climatiques (par exemple une sécheresse marquée).

### **IV.2. Echantillonnage et conservation des échantillons de sols avant analyses**

Le point difficile et en même temps essentiel pour la valeur des résultats de l'analyse est celui du choix des échantillons représentatifs de l'état microbiologique régnant dans le sol étudié.

Avant de commencer l'échantillonnage nous devons examiner le terrain du point de vue de son uniformité (p.ex. l'uniformité de son niveau, genre de sol, de végétation, amendements appliqués, etc.). Il faut naturellement choisir des sols aussi uniformes que possible.

### **IV.3. Prélèvement des échantillons**

Avant de commencer l'échantillonnage, il faut examiner le terrain du point de vue de son uniformité.

- Prélèvement de cinq échantillons pour obtenir un échantillon moyen.
- Il faut les prélever dans les mêmes conditions
- Eviter de prélever des échantillons à l'état sec ou par contre trop imbibée d'eau.
- Prélèvement réalisé à la mi-novembre.
- Les échantillons prélevés le mois de mars.

### **IV.4. Horizon de prélèvement**

En général, Les échantillons sont prélevés dans la couche superficielle du sol qui est la plus active de point de vue microbiologique (0-20cm) de profondeur. L'activité biologiqueest maximale dans l'horizon de surface et décroît plus ou moins rapidement avec la profondeur (ITAB, 2002).

On réalise échantillon prélèves de station, à fin d'obtenir un échantillon représentatif de l'état microbiologique, qui règne dans notre terrain, nous procédons en suit à des prélèvements de sol dans des boîtes stériles et on les fermes rapidement. (SIMONART, 1957)

## **Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

### **IV.5. Conservation et transport des échantillons**

Les déterminations biologiques s'appliquent obligatoirement à des échantillons du sol "frais". Il convient donc de considérer l'échantillon du sol comme un être vivant, avec toutes les contraintes que cela suppose, en matière de transport et de stockage. Donc, il faut s'assurer que Les échantillons des stations, sont transportés dans des délais rapides au laboratoire. L'idéal est de travailler sur sol frais où conservé au réfrigérateur (4°C).

Le séchage des échantillons tue une partie de la microflore et rend impossible la détermination de la biomasse microbienne (ITAB, 2002) et aussi qu'un stress hydrique peut perturber les mesures biologiques (CHAUSSOD et al, 1992). Il devient très difficile sinon impossible de comparer des échantillons frais et séchés.

Les échantillons ont été ensuite tamisés à 5 mm pour éliminer les éléments grossiers et les débris organiques. Avant l'emploi, les échantillons du sol seront une nouvelle fois tamisés à 2mm.



**Figure IV.1 :** Echantillons tamisés

### **IV.6. Analyses microbiologiques :**

#### **IV.6.1. Techniques de dénombrement des microflores telluriques :**

L'estimation de la masse microbienne est indispensable pour étudier les flux dans le sol de certains éléments tels que le carbone et l'azote. Or, la plupart des techniques actuellement disponibles ne peuvent donner des valeurs absolues et des résultats fiables.

L'état du sol peut être dressé par l'analyse de l'état des divers groupes des microorganismes : bactéries, actinomycètes, champignons, algues.

Le nombre des microorganismes du sol peut être déterminé par différentes méthodes (microscopique, ensemencement sur milieux nutritifs...).

## **Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

---

La microflore du sol est caractérisée par le nombre des groupes séparés de la population microbienne du sol ; cependant, l'analyse de l'état des différents microorganismes dans le sol à une grande importance.

Les dynamiques microbiennes peuvent aussi être appréhendées par dénombrement des bactéries par deux grands types de méthodes. La première consiste en un comptage indirect sur des milieux de culture (**JOSEPHSON *et al.*, 2000 in DASSONVILLE et RENAULT, 2005**). La seconde méthode consiste en un comptage direct par observation au microscope. Parmi les méthodes de dénombrement indirectes, les deux méthodes les plus utilisées sont la méthode standard de culture sur boîte de pétri et la technique de dénombrement dite «technique du nombre le plus probable » (MPN) (**JOSEPHSON *et al.*, 2000 in DASSONVILLE et RENAULT, 2005**). Cette dernière est très utilisée car elle permet l'estimation des populations bactériennes ayant des fonctionnalités données comme la dénitrification (**CANNAVO *et al.*, 2002 in DASSONVILLE et RENAULT, 2005**).

La technique utilisée pour la numération des germes telluriques comprend plusieurs étapes allant de la préparation des suspension- dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (**DAVET, 1996**).

La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions-dilutions de sol est un bon indicateur général. Cette mesure est facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles.

Les dilutions ainsi préparées doivent être utilisées immédiatement pour les ensemencements, ceux peuvent être faits sur milieux solides ou liquides qu'ils doivent satisfaire les exigences nutritives du microorganisme étudié (bactéries, actinomycètes, champignons, algues).

### **IV.6.2. Dénombrement de la microflore microbienne totale, selon (MARCHAL et BOURDON, 1982)**

Afin de dénombrer la microflore existant dans les différents échantillons nous avons procédé à une culture sur des milieux spécifiques. Pour se faire, une série de dilution intervient.

### **IV.6.3. Ensemencement par étalement sur milieu de culture**

Le milieu de culture préalablement fondu est réparti dans des boîtes Pétri à une hauteur d'environ 3 à 4 mm qu'on laisse ensuite refroidir. 0.1ml de chaque dilution est prélevé à l'aide d'une pipette Pasteur puis déposé sur le milieu. Trois gouttes de la solution est étalées sur toute la surface du milieu.

## **Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

---

La lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 24 heures à 28 °C par utilisation de compteur des colonies.

L'incubation est faite à l'obscurité dans une étuve, à 26 °C pendant 2 jours pour les bactéries (KEBE I.B. *et al* ;2009).

### **Dénombrement des azotobacters**

Ensemencer avec les suspensions dilutions du sol un milieu gélosé favorisant la culture des azotobacters.

Numération des colonies développées après incubation pendant 7 jours à l'étuve à 28°C.

Calcul du nombre de germes dans 1g du sol ;

#### **Azotobacters (milieu Ashby)**

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Glucose.....                          | 10g    |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... | 0.2g   |
| MgSO <sub>4</sub> .....               | 0.2g   |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....  | 0.1g   |
| CaCO <sub>3</sub> .....               | 5g     |
| Gélose ou l'Agar.....                 | 15g    |
| Eau distillée.....                    | 1000ml |

### **Dénombrement des rhizobiums**

Ensemencement avec des suspensions dilutions du sol d'un milieu gélosé favorisant particulièrement la culture des rhizobiums en inhibant la partie celle des autres micro-organismes, numération des colonies développées.

L'ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle;

- Incubation pendant 7 jours à 28°C en position retournée.

## Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol

### Rhizobium YEM (yeast Extract)

|  |        |
|--|--------|
| Mannitol.....                              | 10g    |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....      | 0.5g   |
| MgSO <sub>4</sub> (7H <sub>2</sub> O)..... | 0.2g   |
| NaCl.....                                  | 0.1g   |
| Extrait de levure .....                    | 1g     |
| Gélose.....                                | 10g    |
| Eau distillée.....                         | 1000ml |

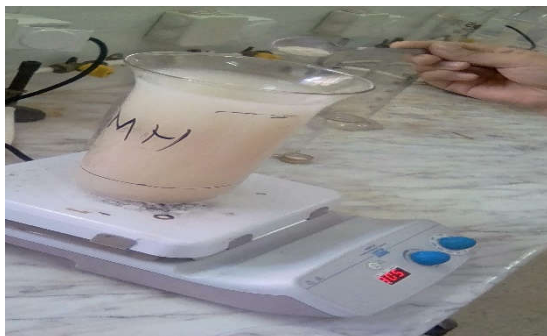


Figure IV.2 :Suspensions sur agitateur/plaque chauffante

### Démembrement staphylocoque :

- Ensemencement avec des suspensions dilutions du sol d'un milieuLa **gélose Chapman** ou MSA (de l'anglais *Mannitol Salt Agar*) est un milieu de culture sélectif et différentiel employé en microbiologie pour la culture des bactéries halophiles et halotolérantes. Il a été mis au point en 1945 par G.H. Chapman<sup>1</sup>. Grâce à son indicateur coloré qui détecte la consommation du mannitol, il est adapté à la recherche des Staphylocoques d'intérêt médical et notamment du pathogène *Staphylococcus aureus* (Staphylocoques doré) dans toutes sortes de prélèvements cliniques et environnementaux

L'ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle ;

- Incubation pendant 7 jours à 28°C en position retournée.

### Staphylocoque :

#### Milieu sélectif :

- Gélose Chapman (milieu hypersalin à 75 g/l de Na Cl, mannitol comme substrat pour caractère différentiel)

## **Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

---

### **Démembrement Pseudomonas :**

**La gélose King A** est utilisée pour la caractérisation des Pseudomonas par la mise en évidence de la production de pyocyanine.

Inoculer le produit à tester par stries sur la pente du milieu. 2. Incuber 48 à 72 heures à  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  en prenant soin de ne pas refermer complètement les capsules.

**La gélose King B** est utilisée pour la caractérisation des Pseudomonas par la mise en évidence de la production de fluorécéine (pyoverdine).

Inoculer le produit à tester par stries sur la pente du milieu. 2. Incuber 2 à 4 jours à  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ . Si une couleur jaune vert n'apparaît pas au bout de ce temps, réincuber à température ambiante pendant 6 à 20 jours. Certaines souches de Pseudomonas aeruginosa et de Pseudomonas putida provenant de prélèvement d'eau, de sols ou d'aliments peuvent produire des pigments très lentement.

### **Pseudomonas (milieu King A) :**

Dissoudre 46,4 grammes dans 1 litre d'eau pure. 2. Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour dissoudre complètement la suspension. 3. Répartir en tubes. 4. Autoclave 15 minutes à  $121^\circ\text{C}$ . Laisser refroidir avec une pente égale au culot.

### **Pseudomonas (milieu King B) :**

Dissoudre 38 grammes dans 1 litre d'eau pure. 2. Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour dissoudre complètement la suspension. 3. Répartir en tubes. 4. Autoclave 15 minutes à  $121^\circ\text{C}$ . Laisser refroidir avec une pente égale au culot

### **Dénombrement clostridium :**

La gélose Viande-Foie complète est recommandée pour la recherche et le dénombrement de spores de Clostridium sulfito-réducteurs dans les produits alimentaires.

### **Démembrement streptocoque :**

Inoculer en stries à partir de l'échantillon à étudier (suspension de selles) ou d'un bouillon d'enrichissement. Dans ce cas, inoculer le milieu avec une suspension bactérienne d'opacité équivalente au standard de Mac FAR land 0,5. Pour la conservation des échantillons biologiques, Incuber pendant 24 à 48 heures à  $37^\circ\text{C}$ .

## Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol

### Méthode :

#### · Préparation de la solution mère

A partir d'un échantillon de sol destiné à l'analyse microbiologique, 25 g de sol est pesé puis introduit dans un tube à essai contenant 250 ml de l'eau physiologique préalablement autoclavée. Le tube est ensuite agité énergiquement pendant 2 minutes. Le contenu du tube représente la solution mère.

Le ph de sol : nous avons mis 10 g de sol dans 25 ml d'eau distillé après l'avoir laissé pendant une heure par l'appareille PH mètre pour calculer le ph, et nous l'avons trouvé égale à 8.56 c'est-à-dire le sol basique.

#### · Préparation des dilutions

Dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérilisée, est ajouté 1 ml de la solution mère. Le mélange bien agité représente la dilution à  $10^{-1}$ . 1 ml de cette dilution mélangé à 9 ml d'eau physiologique, correspondra à la dilution  $10^{-2}$ . On continue ainsi jusqu'à l'obtention de la dilution  $10^{-7}$ .

Soit 9 tubes:

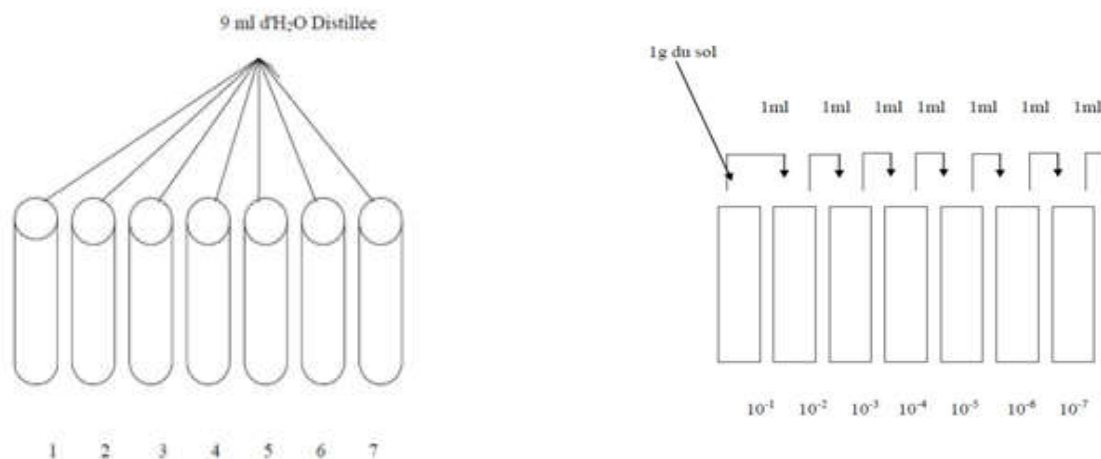


Figure IV.3 : Préparation des suspensions dilution



Figure IV.4: Ensemencement



## **Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol**

---

### **Les produits :**

Glucose

Extrait de levure

CaCO<sub>3</sub>

Agar

Na cl

Mannitol

Glose nutritive

K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Mg SO<sub>4</sub>

BEA

KING A

KING B

### **Les matériels :**

Bec bésin

Balance

Bicher

Les flacons

Pépète de pasteur

Micro pépète

Les tubes

Les boîtes pétris

## Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol

### Résultats :

Calculer la concentration « N » (UFC/ml) en microorganismes cultivables dans la prise d'essai de l'échantillon à l'aide de la formule suivante :

$$UFC = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0.1n_2)d}$$

Avec :

C : nombre d'UFC (unités formant colonies) observées sur l'ensemble des boîtes sélectionnées et exploitables (boîtes provenant de deux dilutions successives et dont au moins une, contient 15 colonies ; seules les boîtes correspondant à un nombre d'UFC inférieur ou égal à 300 sont considérées dans le calcul)

V : volume de la suspension étalée à la surface des milieux en mL (par exemple 0,1 mL).

n1 : nombre de boîtes retenues à la première dilution (la plus faible).

n2 : nombre de boîtes retenues à la seconde dilution (la plus forte)

d : taux de dilution correspondant à la dilution la plus faible retenue (d = 1 pour l'échantillon non dilué ; d = 0,01 pour la dilution au 1/100 etc...).

|               |                  | Micro-organismes      |                      |                      |                       |                      |                       |                      |                       |
|---------------|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|               |                  | Azotobacter           | Resobiom             | Staphiloco           | Streptoco             | Clostri              | La<br>microflo<br>re  | Pseudomonase         |                       |
|               |                  |                       |                      |                      |                       |                      |                       | King A               | King B                |
| Concentration | 10 <sup>-1</sup> | 10                    | 6.10 <sup>2</sup>    |                      | 4,4.10 <sup>3</sup>   | 5.10 <sup>3</sup>    | 4,095.10 <sup>3</sup> | 7,2.10 <sup>4</sup>  | 1,115.10 <sup>3</sup> |
|               | 10 <sup>-2</sup> | 4,05.10 <sup>3</sup>  | 112.10 <sup>4</sup>  |                      | 1,5.10 <sup>4</sup>   | 2,03.10 <sup>4</sup> | 4,7.10 <sup>3</sup>   | 3,63.10 <sup>3</sup> | 2,75.10 <sup>3</sup>  |
|               | 10 <sup>-3</sup> | 1,95.10 <sup>4</sup>  | 1385.10 <sup>5</sup> | 3,1.10 <sup>5</sup>  | 4,005.10 <sup>5</sup> | 6.10 <sup>3</sup>    | 1,5.10 <sup>5</sup>   | 1,55.10 <sup>4</sup> | 7.10 <sup>5</sup>     |
|               | 10 <sup>-4</sup> | 1,07.10 <sup>6</sup>  | 188.10 <sup>6</sup>  | 1,45.10 <sup>6</sup> | 4,7.10 <sup>5</sup>   | 7.10 <sup>4</sup>    | 1,15.10 <sup>5</sup>  | 7.10 <sup>4</sup>    | 3,85.10 <sup>6</sup>  |
|               | 10 <sup>-5</sup> | 1,265.10 <sup>7</sup> | 279.10 <sup>7</sup>  | 8,15.10 <sup>6</sup> | 1,08.10 <sup>7</sup>  | 2.10 <sup>5</sup>    | 2,6.10 <sup>6</sup>   | 5.10 <sup>5</sup>    | 4,26.10 <sup>7</sup>  |
|               | 10 <sup>-6</sup> | 5,25.10 <sup>7</sup>  | 118.10 <sup>8</sup>  | 5,02.10 <sup>8</sup> | 2,2.10 <sup>8</sup>   | 2,75.10 <sup>7</sup> | 6,35.10 <sup>7</sup>  | 1,6.10 <sup>7</sup>  | 2,26.10 <sup>8</sup>  |
|               | 10 <sup>-7</sup> | 5.10 <sup>7</sup>     | 163.10 <sup>9</sup>  | 8.10 <sup>9</sup>    | 1,93.10 <sup>9</sup>  | 5.10 <sup>7</sup>    | 1,95.10 <sup>8</sup>  | 2,14.10 <sup>9</sup> | 2,16.10 <sup>9</sup>  |

**Tableau IV.1** : Concentrations en microorganismes cultivables dans les prises d'essai des échantillons

## Chapitre IV : Protocole de dénombrement de la flore microbienne du sol

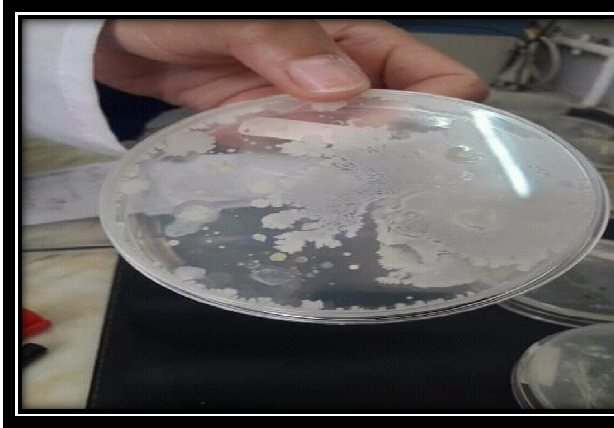


Figure IV.5 : La microflore

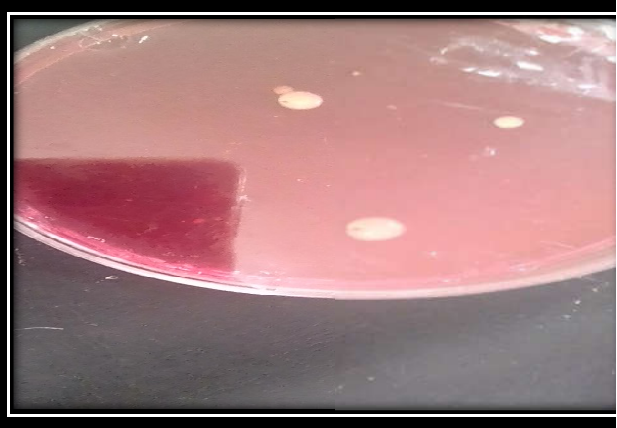


Figure IV.6 : Staphylocoque

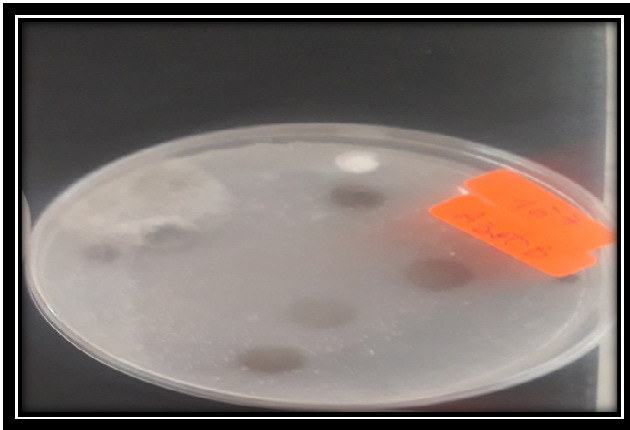


Figure IV.7 : Azotobacter

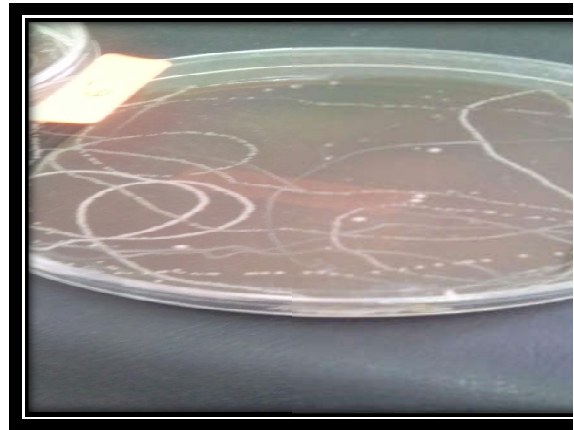


Figure IV.8 : Stréptocoque

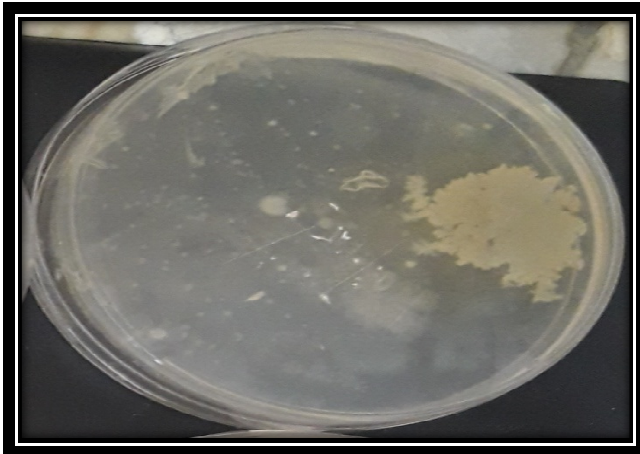


Figure IV.9: Pseudomonas king A

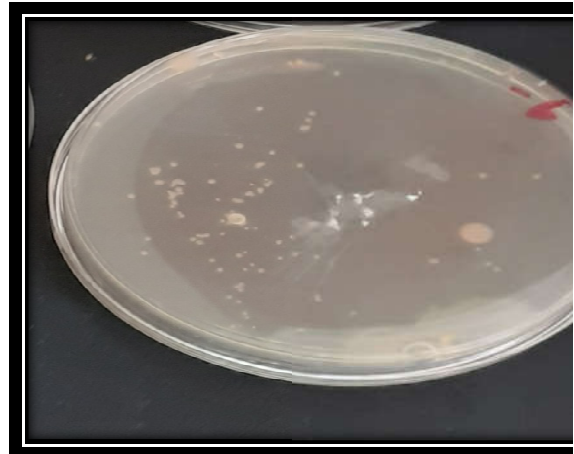
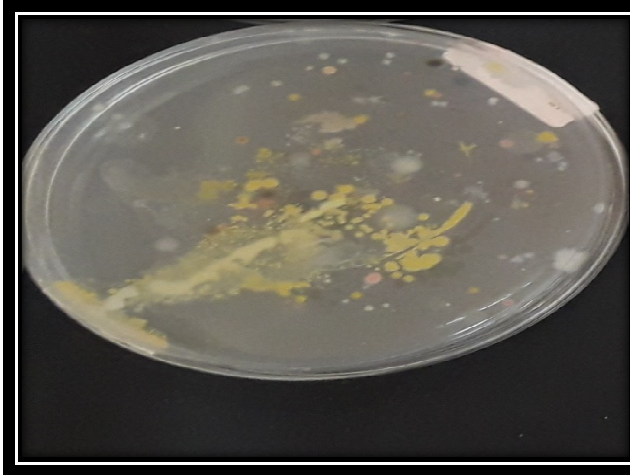
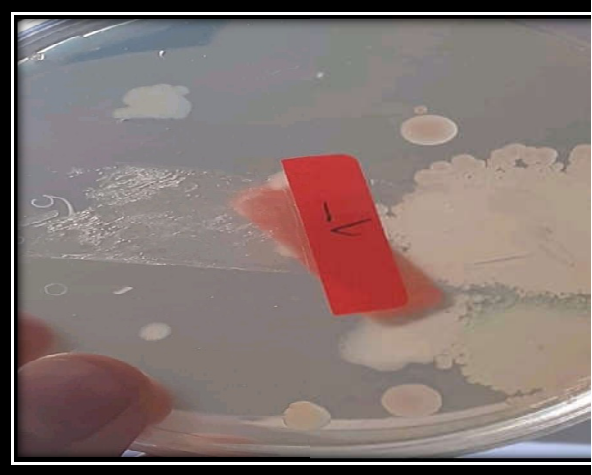


Figure IV.10 : Pseudomonas king B



**Figure IV.11** : Rhizobium



**Figure IV.12** : Clostridium Sulfito reducteur

Les résultats des analyses microbiologiques de notre sol montrent qu'il est très riche en microorganisme plus particulièrement ceux qui sont responsable de la fixation de l'azote atmosphérique soit librement soit en symbiose c'est le cas du Rhizobium qu' est très fréquent et occupe la grande concentration dans les échantillons analysés avec 1385.105 sous une légumineuse *Ceratonia siliqua* puis en deuxième position c' est les *Pseudomonas*, *clostridium sulfito réducteur*, la microflore total, et streptocoque, staphylocoque et l'azotobacter était le pourcentage le plus bas.

# Conclusion

:

Les pays méditerranéens sont considérés comme la partie d'origine du caroubier, mais il est aujourd'hui répandu dans de nombreux pays subtropicaux. Le caroubier n'a pas eu la place qu'il mérite dans les programmes de boisement, car il est très négligé, malgré les différentes études et résultats qui ont prouvé que ce type d'arbre est intéressant d'un point de vue économique (comme son utilisation en alimentation, production fruitière...etc.) et environnementale (résistance à la sécheresse...etc.), et son rôle dans la conservation des sols et la lutte contre l'érosion. Les cabosses de caroube, commercialisées au niveau régional et international, ont un impact positif sur l'économie des pays producteurs.

La caroube est riche en fibres, qui sont utilisées pour des propriétés médicinales, elle est donc utilisée en cas de diarrhée et de constipation chez les enfants, puis elle est donnée sous forme de préparation instantanée, comme le chocolat chaud. Le caroubier est riche en antioxydants (flavonoïdes, iso flavonoïdes, tanins, composés phénoliques), et cela a été démontré par la recherche scientifique, il est également connu pour abaisser le cholestérol et contre les troubles digestifs...etc.

L'étude microbiologique menée sur le sol sous une plantation du caroubier (*Ceratonia siliqua*) de la station choisie à niveau de la forêt de Ain Dalia, située dans la localité Ain Tarek dans la wilaya de Relizane, dans la région nord-ouest Algérienne, a abouti à des résultats des analyses microbiologiques et que participent à sa fertilité et sa teneur en azote ; ceci a clairement démontré que, par la présence des légumineuses (*Ceratonia siliqua*), le rhizobium est dominant dans ce type de sol avec des concentrations élevées dans les différentes dilutions et que *les clostridium sulfato réducteur, Pseudomonas, azotobacters, staphylocoques, streptocoques*, ainsi que la microflore totale, interviennent très clairement dans les cycles biogéochimiques des bioéléments dans la nature.

En perspective, il est suggéré d'orienter les études vers la multiplication de cette espèce caroubier (*Ceratonia siliqua*) qu'est un fertilisant biologique des sols et moins coûteux.

## **Références bibliographiques**

## Référence bibliographique

---

### Référence bibliographique :

**Aafi A. (1996).** Note technique sur le caroubier (*Ceratoniasiliqua* L.). Centre Nationale de la recherche Forestiere, Rabat (Maroc), pp. 10.

**Ait Chitt M., Belmir M. et Lazrak A. (2007).** Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture, N° 153, IAV Rabat, pp.1-4.

**Albanell E., 1990.** Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratoniasiliqua* L.) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, pp. 209.

**Alexander, M., 1994.** Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York (USA).

**ALEXANDERE M., 1982.** Introduction to soil microbiology, 2ème Edit. J. Wily and sons INC, 467p.

**Amira BISSA. ZEGEUR : MEMOIRE : MASTER ACADEMIQUE FILIERE : Sciences alimentaires OPTION : Nutrition et sciences des aliments R Manal Thème Le caroubier en Algérie Valorisation et perspectives. 2019-2020**  
Artigianatoed Agricolturale di Ragusa, Ragusa, Italy.

**Artiola-Fortuny J. & Fuller W.H., 1982.** Adsorption of some mono-hydroxybenzene derivatives by soils. Soil Science, 133: 218-227

**Atlas R. M. & Bartha R., 1992.** Microbial ecology. Fundamentals and applications. 3rd edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company. San Francisco, California (USA), 563.

**Avril JL, Dabernat H, Denis F, et al.** Bactériologie clinique. Paris : Ellipses Edition Marketing F S.A ; 2000

**BAISE, 2000.** Guide des analyses en pédologie. Chois. Expression Présentation. interprétation. 2ème Ed. INRA, Paris. 257p.

**Baize D., 2000.** Guide des analyses en pédologie. INRA Paris, Batlle et tous

**Batlle I. (1997).** Current situation and possibilities of development of the carob tree (*Ceratoniasiliqua* L.) in the Mediterranean region. Unpublished FAO Report. Rome. Italy.



## Référence bibliographique

---

**Battle I. et Tous J. (1997).** Carob tree. *Ceratoniasiliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy 1-97.

**Battle, I. et Tous, J. (1997).** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops (carob tree, *Ceratoniasiliqua* L.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy

**Battle, I., and J. tous. 1990.** Cultivares autoctonos de algarrobo (*Ceratoniasiliqua* L.) en cataluna. Invesigacion Agraria 5(2) : 223-283.

**Benamar BENMAHIOUL, Meriem KAÏD-HARCHE et Florence DAGUIN.** Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples.

**Béraud J.** Le technicien d'analyses biologiques guide théoriques et pratique. TeDc Lavoisier 2001 :988-990

**BERGHIDANour El Houda ZINEDDINE Latifa :** Mémoire de fin d'études : thème Evaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques des gousses vertes du caroubier de la wilaya de Jijel.. 2016-2017

**Berrougui H., (2007).** Le caroubier (*Ceratoniasiliqua* L.), une richesse nationale aux vertus médicinales. Maghreb Canada Express 5, 20.

**BESSIBES Selma et BOUDJERDA Sarra.** Mémoire de fin d'études ; thème Impact de deux procédés de transformation sur la qualité du caroubier de la wilaya de Jijel. 2016-2017

**Biner B, Gubbuk H., Karhan M., Aksu M. ET Pekmezci M., (2007),** Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratoniasiliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry N°100, pp.1453-1455.

**BOUHREM Ilyes :** MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE Pour l'obtention du diplôme de MASTER EN AGRONOMIE Spécialité : Biotechnologie Alimentaire THÈME Le caroubier : Valorisation et utilisation industrielle. 11/07/2019

**Bousseboua H., 2005.** Eléments de microbiologie. Campus-Club, Algérie, (2ème Edition), 179199.

**Calvet R., 2000.** Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83-90

## Référence bibliographique

---

**Coit, J.E. 1949.** Carob culture in the semi-arid southwest. Ed. W. Rittenhouse, San Diego, Contribution physico chimique de la gousse de caroube

**Crescimanno, F.G. 1982.** Aspetti agronomic, varietali e genetic Dellacultural Delcarrubo.

**Crosnier J., 1999.** Devenir de la pollution métallique drainée par les eaux pluviales, influence du compartiment microbien et des alternances de dessiccation/réhumectation sur le transfert du zinc dans la zone non saturée du sol. Thèse de Doctorat. Université de Claude Bernard – Lyon I (France).

**Dahim Iman et Nait Larbi Anouar.** Thèse de mémoire : Contribution physico chimique de la gousse de caroube (*Cératoniasilliqua*) . 2017-2018

**DASSONVILLE F. et RENAULT P., 2005.** Interactions entre microbiologie anaérobie et géochimie du sol. Description des dynamiques microbiennes.

**DAVET P., 1996-** La vie microbienne dans le sol et la production végétale, INRA, Edit, Paris, 383 p. de botanique appliquée et d'agriculture tropicale, 27e année bulletin n°299-

**Dekak A., Benhizia Y. 2018,** Caractérisation des isolats bactériens par des techniques phénotypiques et électrophorétiques isolés à partir des nodules de quelques espèces de légumineuses spontanées de la tribu des Ginesteae (*Fabaceae*)

**D<sup>r</sup> Chantal Ruf,** Variation de l'activité bactéricide en fonction du pH et de l'anaérobiose : Application à la Gentamicine et à la Somicone sur *Staphylococcus Aureus*, Paris V - Descartes, thèse de médecine, 1976, 37pp

**dr. M. ait chitt,** mr h.belmirdemaine el bassatine ,mekès , bassatinemenara. Ma mr a.lazrak ,cargill- sbimaroc, fès production de la plants sélectionnés et greffés de carouibier juin 2007

evaluation of carob (*Ceratoniasilliqua*L.) seed germ, Food Chemistry 102 (2007)

**Evreinoff V .A .**Le carouibier ou *Cératoniasilliqua*L.(2015) :.In Revue internationale FAO, Rome.

**GAOUAR Naila :**THESE En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Agronomie Option : Nutrition Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes Présentée par : épouse BORSALI. 2010-2011

**Genot V.** Dominique Buffet Xavier Legrain, Marie-Julie Goffaux, Thibaut Cugnion, Robert Oger, Laurent Bock, Gilles Colinet 2011, Pour un échantillonnage et un conseil agronomique raisonné, les outils d'aide à la décision Biotechnol. Agro. Soc. Environ. 2011 15(S2), 657-668

## Référence bibliographique

---

**Gharnit N., Mtili N., Ennabili A. T. and Ennabili A. (2001).** Social characterization and exploitation of carob tree (*Ceratonia siliqua L.*) from Mokrisset and Bab Taza (NW of Morocco). *Sci. Lett.* 3 n°2

**Gillet, Mathilde Simon, Michel Paquot, Aurore Richel (2013) :** Synthèse bibliographique de l'influence du procédé d'extraction et de purification sur les caractéristiques et les propriétés d'une gomme de caroube, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2014 18(1), 97-107.

**Gram Borhane Samir.** Mémoire de Magistère en génétique et amélioration des plantes option : génomique et technologique avancées des végétaux : Utilisation des techniques d'électrophorèse pour l'identification et l'étude de la diversité des Rhizobiums de quelques légumineuses. 2007-2008

**Guemane Maryem et Kerfal Houda** mémoire en de l' du diplom ; de mester the metude comparative de film comestibles élaborés à base de galactomannanes extraits à partir des grains de *Gleditsia triacanthos* de *Ceratonia siliqua*

**HAL archivar-** [https://hal.univ-lorraine.fr/tel\\_01750625](https://hal.univ-lorraine.fr/tel_01750625)

**Hariri A, N. Ouis, Sahnouni F et D. Bouhadi (2009),** mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux à base des extraits de caroube, *rev. microbiol. ind. san et environn.* pp. 37-55.

**Hassan sbayrch** forestière collection maroc nature le caroubier ou maroc un arbre d'avenir

**Ibrahim KONATE :** THESE DE DOCTORAT Discipline: Biologie Spécialité : Biotechnologie et Biologie Moléculaire Diversité Phénotypique et Moléculaire du Caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) Et des Bactéries Endophytes qui lui sont Associées Soutenue le 14 Juillet 2007

in *Ceratonia siliqua* leaves. *Physiol. Plant.* 77:150-156.

**ITA, 1975.** Laboratoire du sol : Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. Institut Technologique Agricole. Mostaganem. P78.

**ITAB, 2002.** Activités biologique et fertilité du sol, 23p.

**Jmaa el Qadir et jawhar harroum** mémoire projet fin d'étude étude de l'effet des extraits phénolique de la gousse de *Ceratonia siliqua* sur l'oxydation de la pomme THEME : Effet de l'incorporation de deux extraits (extrait poly phénolique et jus frais) de la caroube verte sur la coagulation du lait (cas du yaourt). Présenté par : Mme BECHRI née TARMOUL Houria

Joaquim BRUFAU (2002) : L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de

## Référence bibliographique

---

**KEBE I.B., MPIKA J., N'GUESSAN K. F., HEBBAR P. K., SAMUELS G. S.& AKE S., 2009.** Isolement et identification de microorganismes indigènes de cacaoyères en Côte d'Ivoire et mise en évidence de leurs effets antagonistes vis-à-vis de *Phytophthora palmivora*, agent de la pourriture brune des cabosses. ICNRA, BP 808 Divo, Côte d'Ivoire. Journal of Sciences & Nature Vol.6 N°1: 71 - 82 p.

**Konate I ;(2007) :** diversité phénotypique et moléculaire du caroubier (*ceratoniasiliqual*) et des bactéries endophytes qui lui sont associées, thèses de doctorat, université Mohammed V-Agda Faculté des sciences rabat.p168

**Lavalée P., (1962).** Le caroubier, son utilisation dans l'alimentation du bétail en Algérie et en Tunisie ». Alger, 47p.

**M. D, Petit, et J. M, Pinila,** production and purification of a sugar syrup from carob pods. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie. 28. pp : 145-152, 1995

**MAHDAD Mustapha Yassine :**Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Agronomie Option : Amélioration de la production végétale et biodiversité Thème : Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratoniasiliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie. 2012-2013

**Manolkidis, Polychronidou A., Alichanidis E., (1970),** Observations suivies sur la protéolyse pendant la maturation du fromage « Thélème », Thèse de doctorat. Université de Thessaloniki, Grèce

**Mbengue M. 2010.** Perception et transduction du signal bactérien facteur Nod dans l'établissement de la symbiose rhizobium-légumineuse : recherche et caractérisation de partenaires du LysM-RLK LYK3, un récepteur putatif des facteurs Nod chez *Medicago truncatula*, Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

**NAS 1979,** mais 350 mm de précipitations annuelles sont suffisantes pour la nouaison (Coit 1949 ; Ticho)

**NAS. 1979.** Tropical Legumes: Resources for the Future, pp. 109-116. National Academy of  
**Nunes et al ; 1989 ; Salleo et Lo Gullo ; 1989** comme mentionné dans la section sur la science des terres. Bien que les caroubiers résistent à la sécheresse, ils ne produisent pas de cultures commerciales à moins de recevoir au mois 500-550 mm.

**Nunes, M.A., F.M. Catarino and E. Pinto. 1989.** Seasonal drought acclimatation strategies

## Référence bibliographique

---

**OUSTANI M., 2006.** Contribution à l'étude de l'influence des amendements organique (fumier de volailles et fumier de bovins) sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions sahariennes (cas d'Ouargla). Mémoire de magistère, Université d'Ouargla, 187 p.

P.A. **Dakia**, Bernard Wathelet, Michel Paquot (2006) : Isolation and chemical

**Paul E. A. & Clark F. E., 1996.** Soil microbiology and biochemistry. 2nd edition. Academic Press. San Diego, California (USA), 340.

**Phylogeny Group III octobre (2009),** « An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III », Botanical Journal of the Linnean Society.

**POCHON J., 1954.** Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. Edition Masson et Cie, Paris, 132p.

pp. 37-47 in Atti Del Convegno "Il carrubo...salviamolo!" Camera di Comercio Industriale

**Prés Tous J., 1984.** Cultivo del Algarrobo. Hoja Divulgativa N2 : 10. Ministerio d'Agriculture. Madrid. 16 p. entation de la zone d'étude

**Quénéa K., 2004.** Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'un chrono séquence forêt/maïs (CESTAS, Sud-ouest de la France). Thèse de Doctorat. Université de Paris 6 (France).

**Que zel P. et S. Santa (1963),** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (tome1), Editions du centre national de la recherche scientifique, pp.557.R

R. Avallone, M, Plessi, M. Baraldi, ET A. Monzani, Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): protein, fat, carbohydrates, and tannins, Journal of food composition and analysis, 10, pp: 166-172, 1997.

**R. LIZARDO**, Jaume CAÑELLAS, Francisco MAS, David TORRALLARDONA,

**RAPILLY F., 1968.** Les techniques de mycologie en pathologie végétale. Annales des Epiphyties Volume 19. N° hors-série. INRA. Paris. 25-39 p.

**Raven PH.,** Berg LR., Hassenzahl DM. Environment. Edition John Wiley & Sons, Inc., USA. 2010.

**Rebour, H.1971.** Frutales mediterraneos, pp. 207-210. Mundi-Prensa Press, Madrid.

Recherche Porcine, 34, 97-101.

## Référence bibliographique

---

**Rejeb M.N.**, (1995). Le caroubier en Tunisie : Situations et perspectives d'amélioration. Dans : Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Edit. AUPELF-UREF. John LibbeyEurotext. Paris, pp 79-85.

**Rejeb MN** ; (1991). Physiologie du caroubier (*Ceratoniasiliqua L.*) en Tunisie. In : Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Groupe d'Etude de l'Arbre, Paris, pp 417-426.

**Roger P A.**, Dommergues Y., Balandreau J., Dreyfus, B., Sougoufara B. 1996. La fixation biologique de l'azote : quelles potentialités pour le développement ? conférence-débat de l'ORSTOM présentée le 30 mai 1996.

**Salleo, S. and M.A. Lo Gullo. 1989.** Different aspects of cavitation resistance in *Ceratonia*

**SallouhMebarka et Nouiouikram :MÉMOIRE DE MASTER**Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques de la caroube Algérienne.. 26/05/2019

Sciences, Washington DC, USA.

Sevrage et son influence sur les performances et la santé des porcelets, Journées de la *siliqua*, a drought avoiding Mediterranean tree. Ann. Bot. 64:325-336.

**SIMONART P., 1957.** Symposium sur les Méthodes d'Etude Microbiologique du Sol, 208p.

**Soulas G., Codaccioni P. & Fournier J. C., 1983.** Effect of crosstreatment on the subsequent breakdown of 2, 4-D, MCPA and 2, 4, 5-T in the soil.Behaviour of the degrading microbial populations. Chemosphere, 12 (7/8): 1101-1106

**Sondous KIRAM** :.MÉMOIRE DE MASTER : Thème Caractérisation des bactéries associées aux nodules de la légumineuse Astragales de la région de Biskra.2018-2019

**Ticho, R.J. 1958.**Report to the government of Cyprus on carob production.FAO Report 974.

**Winer, N. 1980.**The potential of the carob tree (*Ceratoniasiliqua*). Int. Tree Crops J. 1:15-26

## Référence bibliographique

---

### Site web 01

**<https://www.google.com/search?biw=1010&bih=466&tbm=ish&sa=1&ei=LwIRXZOdJuijgweatKDQCA&q=cycle+de+1%27azot+biofertilisants&oq=cycle+de+1%27azote+biofertilisants&gs1=img.3...252534.260893..262372...0.0..0.1467.9646.2-3j51j3j4.....0....1..gswizimg....0i8i30.VWglueuB2tEimgc=ZFhvMmJGSFcgeM>**

LwIRXZOdJuijgweatKDQCA&q=cycle+de+1%27azot+biofertilisants&oq=cycle+de+1%27azote+biofertilisants&gs1=img.3...252534.260893..262372...0.0..0.1467.9646.2-3j51j3j4.....0....1..gswizimg....0i8i30.VWglueuB2tEimgc=ZFhvMmJGSFcgeM

### Site web 02

**<http://WWW.nutrimea.com/fr/362-caroube>. Ruiz\_ Rose B, Quintela JC, de la Fuente E, Haya J, Pérez-oleos L. insoluble carobfiber rich in polyphenols lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic subject. *Plan foods hum Nutr*: 2010; 65(1): 50-56. Doi: 10.1007/S11130-OO9-0153-9.**

# ANNEX





| Année 2012 |       |      |      |        |      |        |      |      |      |    |    |    |    |    |
|------------|-------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|----|----|----|----|----|
| mois       | T     | TM   | Tm   | SLP    | H    | PP     | VV   | V    | VM   | VG | RA | SN | TS | FG |
| Janvier    | 9,6   | 16,1 | 3,1  | 1025.5 | 79.5 | 14.23  | 12.5 | 4.1  | 11.9 |    | 1  | 0  | 0  | 2  |
| 2          | 8     | 14,1 | 1,9  | 1022.4 | 78.7 | 45.2   | 12.6 | 7.5  | 17.1 |    | 6  | 1  | 0  | 1  |
| 3          | 13,6  | 20,2 | 7    | 1022.7 | 77.1 | 26.17  | 10.3 | 5.5  | 12.1 |    | 2  | 0  | 0  | 4  |
| 4          | 15,25 | 21,4 | 9,1  | 1011.8 | 70.6 | 135.89 | 14.4 | 12   | 19.1 |    | 7  | 0  | 1  | 0  |
| 5          | 21,85 | 30,5 | 13,2 | 1015.6 | 52.9 | 4.06   | 13.9 | 9.3  | 15.7 |    | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 6          | 28,3  | 36,4 | 20,2 | 1013.8 | 45.4 | 0      | 13.2 | 10.2 | 17.8 |    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7          | 29,55 | 38,1 | 21   | 1013.5 | 42   | 0      | 12.9 | 8.3  | 14.5 |    | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 8          | 32,25 | 41,2 | 23,3 | 1014.1 | 36.1 | 0      | 13.2 | 9.5  | 17.5 |    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9          | 26,7  | 34,1 | 19,3 | 1014.1 | 47.2 | 1.02   | 13.7 | 7.9  | 14.1 |    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10         | 21,7  | 28,5 | 14,9 | 1013.4 | 64.4 | 47.75  | 12.9 | 9.8  | 17.4 |    | 4  | 0  | 0  | 0  |
| 11         | 17    | 21,7 | 12,3 | 1014.1 | 79.9 | 113.29 | 11.8 | 8    | 15.2 |    | 5  | 0  | 0  | 1  |
| 12         | 13,05 | 18,4 | 7,7  | 1022.3 | 81.7 | 41.15  | 11.9 | 7.6  | 16.2 |    | 3  | 0  | 0  | 6  |

| Année 2013 |       |      |      |        |      |        |      |      |      |    |    |    |    |    |
|------------|-------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|----|----|----|----|----|
| mois       | T     | TM   | Tm   | SLP    | H    | PP     | VV   | V    | VM   | VG | RA | SN | TS | FG |
| Janvier    | 11,95 | 17   | 6,9  | 1022   | 79.2 | 44.71  | 11.9 | 13.8 | 30.2 |    | 3  | 0  | 0  | 3  |
| 2          | 10,75 | 16,4 | 5,1  | 1017.6 | 73.9 | 44.2   | 13   | 11.8 | 23.2 |    | 8  | 0  | 0  | 1  |
| 3          | 15,25 | 20,6 | 9,9  | 1010.7 | 72.4 | 25.91  | 13.3 | 18.4 | 29.4 |    | 6  | 0  | 0  | 0  |
| 4          | 17    | 24   | 10   | 1014.2 | 68.6 | 113.54 | 13.1 | 10.1 | 18.3 |    | 6  | 0  | 1  | 1  |
| 5          | 19,1  | 25,9 | 12,3 | 1014.9 | 62.7 | 38.35  | 14.6 | 12.2 | 21   |    | 2  | 0  | 1  | 1  |
| 6          | 24,05 | 33   | 15,1 | 1015.7 | 46.2 | 0      | 17.2 | 11.2 | 20.7 |    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7          | 28,75 | 37   | 20,5 | 1014.8 | 53.7 | 5.08   | 13.7 | 8.5  | 16.1 |    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8          | 29,55 | 38   | 21,1 | 1013.7 | 45.1 | 0      | 15.2 | 8.4  | 15.2 |    | 0  | 0  | 0  |    |
| 9          | 25,7  | 32,6 | 18,8 | 1015.5 | 57.2 | 19.3   | 13.9 | 6.8  | 14.1 |    | 1  | 0  | 0  | 0  |
| 10         | 23,9  | 31   | 16,8 | 1016.3 | 59.5 | 2.03   | 13.5 | 5.5  | 11   |    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 11         | 14,5  | 20   | 9    | 1018   | 73.2 | 22.86  | 13   | 11   | 17.8 |    | 4  | 0  | 1  | 0  |
| 12         | 11,8  | 16,8 | 6,8  | 1024.6 | 81.9 | 72.4   | 11.9 | 6.4  | 12.8 |    | 3  | 0  | 0  | 3  |

| Période              | Mois   | J          | F    | M    | A    | M    | J    | Jt          | A    | S    | O    | N    | D    | Moy   | Mm   |
|----------------------|--------|------------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Ancienne (1918-1938) | m °C   | <u>4,5</u> | 5,7  | 7,1  | 9,1  | 12,3 | 15,1 | 18,6        | 19,7 | 17,6 | 12,8 | 9,1  | 5,5  | 11,4  | 14   |
|                      | M °C   | 15,3       | 16,9 | 19,8 | 23,4 | 27,8 | 32,1 | <u>37,2</u> | 37,7 | 32,5 | 26,4 | 19,9 | 16,1 | 25,4  |      |
|                      | Moy °C | 9,9        | 11,3 | 13,5 | 16,3 | 20,1 | 23,6 | 27,9        | 28,7 | 28,7 | 19,6 | 14,5 | 10,8 | 18,43 |      |
| Récente (1987-2009)  | m °C   | <u>6,1</u> | 6,4  | 9,4  | 11,6 | 15   | 17   | 21,1        | 20,8 | 17   | 14,5 | 9    | 7,7  | 13    | 14,3 |
|                      | M °C   | 17,2       | 18,9 | 23   | 24,2 | 30,1 | 34,7 | <u>38,9</u> | 38,5 | 32,5 | 27,1 | 23,1 | 19,3 | 27,3  |      |
|                      | Moy °C | 11,6       | 12,8 | 16,1 | 18,5 | 22,7 | 25,8 | 29,6        | 29,3 | 24,2 | 20,8 | 15,9 | 13,6 | 20    |      |

| Période              | Mois   | J          | F    | M    | A    | M    | J    | Jt          | A           | S    | O    | N    | D    | Moy   | Mm   |
|----------------------|--------|------------|------|------|------|------|------|-------------|-------------|------|------|------|------|-------|------|
| Ancienne (1918-1938) | m °C   | <u>4,5</u> | 5,7  | 7,1  | 9,1  | 12,3 | 15,1 | 18,6        | 19,7        | 17,6 | 12,8 | 9,1  | 5,5  | 11,4  | 14   |
|                      | M °C   | 15,3       | 16,9 | 19,8 | 23,4 | 27,8 | 32,1 | <u>37,2</u> | 37,7        | 32,5 | 26,4 | 19,9 | 16,1 | 25,4  |      |
|                      | Moy °C | 9,9        | 11,3 | 13,5 | 16,3 | 20,1 | 23,6 | 27,9        | 28,7        | 28,7 | 19,6 | 14,5 | 10,8 | 18,43 |      |
| Récente (1987-2017)  | m °C   | <u>6,4</u> | 6,9  | 8,7  | 11,2 | 14,4 | 17,5 | 21,2        | 21,5        | 18,0 | 14,6 | 9,8  | 7,4  | 13,1  | 13,9 |
|                      | M °C   | 17,0       | 18,2 | 21,9 | 24,8 | 29,8 | 33,8 | 38,2        | <u>38,5</u> | 32,9 | 28,1 | 22,2 | 18,5 | 27,0  |      |
|                      | Moy °C | 11,7       | 12,6 | 15,3 | 18,3 | 22,2 | 25,6 | 29,5        | 29,8        | 25,2 | 21,4 | 15,9 | 13,0 | 20,0  |      |

Précipitations moyennes mensuelles et annuelle durant les deux périodes.

| Période              | Sept | Oct  | Nov  | Déc  | Jan  | Fév | Mars | Avr | Mai  | juin | Juit | Août | Année |
|----------------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|-------|
| Ancienne (1918-1938) | 13   | 29   | 45   | 48   | 47   | 35  | 37   | 30  | 32   | 7    | 1    | 1    | 325   |
| Récente (1987-2020)  | 37,8 | 34,4 | 31,7 | 31,7 | 21,4 | 5,7 | 1,8  | 3,7 | 14,2 | 21,9 | 43,9 | 34,6 | 282,8 |

| Mois | J     | F     | M     | A     | M     | J    | Jt   | A     | S     | O     | N     | D     | Moy   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1987 | 36,1  | 53,4  | 8,9   | 0     | 9,9   | 1,7  | 13,8 | 0,6   | 38,8  | 43,8  | 12,1  | 37,4  | 256,5 |
| 1988 | 71,6  | 11,3  | 12,3  | 15,2  | 29    | 2,6  | 0    | 0     | 21,4  | 14,7  | 34    | 31,2  | 243,3 |
| 1989 | 8,1   | 30    | 62,8  | 28,2  | 3,9   | 6,2  | 2    | 6,2   | 1,2   | 3,1   | 30,3  | 36,9  | 218,9 |
| 1990 | 48,1  | 0     | 22    | 53,1  | 40,3  | 8,8  | 17,4 | 0,6   | 5,3   | 0,6   | 17,8  | 13,6  | 227,6 |
| 1991 | 23,8  | 35    | 86,6  | 1,7   | 30,4  | 3,4  | 2,8  | 4,8   | 16,5  | 16,8  | 48,3  | 29    | 299,1 |
| 1992 | 14,7  | 13,3  | 65,2  | 9,9   | 26,1  | 19,4 | 0,6  | 0,1   | 0,4   | 42,2  | 33,4  | 12,2  | 237,5 |
| 1993 | 0     | 33,9  | 19,6  | 47,3  | 12,2  | 0,4  | 0    | 0,5   | 0,7   | 14,9  | 20,7  | 32,8  | 183,0 |
| 1994 | 41,9  | 51,8  | 2,7   | 23,6  | 4,6   | 0    | 0    | 0     | 17,1  | 27,6  | 42,4  | 12,6  | 224,3 |
| 1995 | 30,9  | 22,5  | 56,9  | 4,2   | 0,7   | 8,4  | 0    | 15,8  | 5,3   | 26,6  | 27,9  | 6,6   | 205,8 |
| 1996 | 59,1  | 113,9 | 26,3  | 45,2  | 18,1  | 27,6 | 3,5  | 2     | 29,6  | 12,9  | 23,1  | 25,6  | 386,9 |
| 1997 | 32,1  | 6,8   | 0     | 77,1  | 9,1   | 0,4  | 0,4  | 11,5  | 7,5   | 10,3  | 4,5   | 17,4  | 177,1 |
| 1998 | 19,1  | 16,1  | 9,8   | 17,2  | 38,2  | 0    | 0    | 4     | 15,1  | 24,3  | 51,9  | 32    | 227,7 |
| 1999 | 32,1  | 37,4  | 72,3  | 0,2   | 22,5  | 0    | 0    | 0     | 3,5   | 13,3  | 10,9  | 27,3  | 219,5 |
| 2000 | 0,2   | 0     | 8,1   | 4,5   | 7,1   | 0    | 0,3  | 0,1   | 33,7  | 19,2  | 28,6  | 78,2  | 180,0 |
| 2001 | 105,2 | 40,1  | 0,8   | 41,1  | 7,5   | 0    | 0,3  | 0,4   | 33,5  | 56,6  | 70,4  | 9,5   | 365,4 |
| 2002 | 3,1   | 0,4   | 41,2  | 14,7  | 49,7  | 1,9  | 0    | 6,1   | 15,6  | 8,5   | 85,9  | 18    | 245,1 |
| 2003 | 47,1  | 41,7  | 2,5   | 54,8  | 26,6  | 2,4  | 0    | 0     | 0,7   | 22,5  | 41,9  | 5,9   | 246,1 |
| 2004 | 19,4  | 27,3  | 9,2   | 12,9  | 76,4  | 5,9  | 0    | 3,7   | 8,8   | 21,9  | 47,1  | 62,7  | 295,3 |
| 2005 | 13,6  | 52,2  | 19,1  | 6,6   | 0     | 2,7  | 0    | 0     | 10,8  | 32,9  | 38,4  | 72,4  | 248,7 |
| 2006 | 44,5  | 39,8  | 12,3  | 19,3  | 58,4  | 7,9  | 0    | 0     | 8,9   | 25,7  | 84    | 18,6  | 319,4 |
| 2007 | 44,1  | 29,1  | 54,4  | 85,1  | 3,7   | 0    | 0    | 0     | 10,9  | 0     | 1,5   | 93,3  | 322,1 |
| 2008 | 17,1  | 14,9  | 12,8  | 11,6  | 40,4  | 3,2  | 7,9  | 0,2   | 33,2  | 59,6  | 69,7  | 99,8  | 370,4 |
| 2009 | 90,17 | 54,35 | 52,08 | 53,09 | 3,05  | 0    | 0    | 4,06  | 16,25 | 1,02  | 16,26 | 40,13 | 330,5 |
| 2010 | 58,94 | 53,09 | 61,46 | 10,42 | 39,63 | 0    | 0    | 53,85 | 12,95 | 31,24 | 39,11 | 25,15 | 385,8 |
| 2011 | 31,3  | 36,3  | 16,3  | 44,2  | 47,2  | 27,9 | 0,0  | 0,0   | 19,1  | 24,1  | 77,0  | 25,0  | 348,3 |
| 2012 | 19,0  | 51,0  | 23,0  | 128,0 | 4,3   | 0,1  | 0,0  | 0,0   | 2,0   | 62,0  | 131,0 | 45,0  | 465,4 |
| 2013 | 44,7  | 44,2  | 25,9  | 113,5 | 38,5  | 0,0  | 5,0  | 0,0   | 19,3  | 2,0   | 39,0  | 55,0  | 387,1 |
| 2014 | 52,0  | 28,0  | 40,0  | 8,0   | 1,0   | 37,0 | 0,0  | 0,0   | 24,0  | 30,0  | 46,0  | 41,0  | 307,0 |
| 2015 | 62,0  | 65,0  | 33,0  | 0,0   | 5,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 15,0  | 21,0  | 69,0  | 0,0   | 270,0 |
| 2016 | 13,0  | 53,0  | 102,0 | 42,0  | 11,0  | 3,0  | 0,5  | 0,0   | 3,0   | 3,0   | 79,0  | 27,0  | 336,5 |
| 2017 | 88,0  | 10,0  | 22,0  | 10,0  | 0,0   | 5,0  | 0,0  | 0,0   | 11,0  | 8,0   | 40,0  | 42,0  | 236,0 |
| 2018 | 29,0  | 25,0  | 106,0 | 39,0  | 23,0  | 27,0 | 0,0  | 0,0   | 55,0  | 52,0  | 104,0 | 10,0  | 470,0 |
| 2019 | 67,7  | 17,0  | 23,0  | 52,7  | 6,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 40,9  | 4,8   | 28,4  | 41,5  | 282,0 |
| 2020 | 15,6  | 0,0   | 8,7   | 43,8  | 66,7  | 0,5  | 0,0  | 0,0   | 0,8   | 7,5   | 30,3  | 57,7  | 231,6 |
| Moy  | 37,8  | 34,4  | 31,7  | 31,7  | 21,4  | 5,7  | 1,8  | 3,7   | 14,2  | 21,9  | 43,9  | 34,6  | 282,8 |

## Humidité relative de l'air(%) des stations météorologiques :

| Station  | Humidité rela | Mois |      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      | Année |
|----------|---------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
|          |               | Sept | Oct. | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | Juit | Aout |       |
| Relizane | 6H            | 77   | 83   | 87  | 89  | 90  | 85  | 87  | 79  | 76  | 72  | 69   | 73   | 81    |
|          | 12H           | 43   | 54   | 63  | 66  | 67  | 63  | 58  | 50  | 45  | 41  | 34   | 37   | 52    |
|          | 18H           | 55   | 57   | 77  | 79  | 80  | 74  | 72  | 60  | 53  | 48  | 43   | 46   | 63    |
|          | moyenne       | 58   | 65   | 76  | 78  | 79  | 74  | 72  | 63  | 58  | 54  | 49   | 52   | 65    |

| Durées moyennes D'insolation          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |       |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| Mois                                  | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui  | Juil | Aout | Année |
| Durée d'insolation solaire (heures)   | 244 | 223 | 169 | 160 | 157 | 186 | 239 | 251 | 289 | 318  | 351  | 295  | 2882  |
| Durée d'insolation solaire (heures/j) | 8,1 | 7,2 | 5,6 | 5,2 | 5,1 | 6,6 | 7,7 | 8,4 | 9,3 | 10,6 | 11,3 | 9,5  | 7,9   |
| Pourcentages(%)                       | 8,5 | 7,8 | 5,9 | 5,6 | 5,4 | 6,4 | 8,3 | 8,7 | 10  | 11   | 12,2 | 10,2 | 100   |

| Vitesses du vent de la station météorologique de Relizane |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |      |       |
|---|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| Station de Relizane                                       | Mois |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |      | Année |
|   | Sept | Oct | Nov | Déc | Janv | Fév | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Aout |       |
| Vitesses du vent (m/s)                                    | 2,7  | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7  | 3   | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3   | 2,8  | 2,8  | 2,8   |

## Résumé :

Le caroubier est connu comme un arbre à feuilles persistantes, qui pousse beaucoup dans les régions méditerranéennes, et ce qui le distingue le plus est sa croissance dans les régions arides et semi-arides et son indifférence à la qualité du sol. Dans ce travail, nous avons mené une expérience microbiologique sur le sol dominé par le caroubier, pour découvrir les micro-organismes qui y existent. Nos résultats étaient positifs, car le rhizobium était le plus dominant dans ce sol en raison de la présence de légumineuses, azotobacter, clustridium sulfurodictor, staphylocoque, streptocoque et la flore totale.

**Mots clés :** Caroubier, micro-organisme, légumineuses.

## Abstract:

The carob tree is known as an evergreen tree, which grows a lot in Mediterranean regions, and what distinguishes it the most is its growth in arid and semi-arid regions and its indifference to soil quality. In this work, we carried out a microbiological experiment on the soil dominated by the carob tree, to discover the microorganisms that exist there. Our results were positive, as rhizobium was dominant in this soil due to the presence of legumes, azotobacter, clostridium sulfurodictor, staphylococcus, streptococcus and total flora.

**Keywords:** Carob, microorganism, legumes.

## المخلص:

تُعرف شجرة الخروب بأنها شجرة دائمة الخضرة، وتتميز كثيرًا في مناطق البحر الأبيض المتوسط، وأكثر ما يميزها هو نموها في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وعدم اكترائها بجودة التربة؛ في هذا العمل أجرينا تجربة ميكروبيولوجية على التربة التي تهيمن عليها شجرة الخروب، لاكتشاف الكائنات الحية الدقيقة الموجودة هناك، كانت نتائجنا إيجابية، حيث أن جذور الريزوبيوم كانت موجودة في هذه التربة بسبب وجود البقوليات، الأزوتوباكتر، المطثية الكبريتية، المكورات العنقودية، العقديّة والنباتات الكلية.

**الكلمات المفتاحية:** الخروب، الكائنات الحية الدقيقة، البقوليات.