

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش—الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE

EL- HARRACH – ALGER

(ENSA)

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en science agronomique

Spécialité : zoologie agricole et forestière

Option : Santé végétale et environnement

*Thème :*

**Etude de la faune acarologique, fongique et  
bactérienne dans une cédraie au Parc national  
du Chréa (Blida)**

Présentée par : M<sup>elle</sup> OUSSALAH Narimene

**Jurys :**

**Président :** M<sup>r</sup> BICHE M. Professeur(E.N.S.A., El- Harrach)

**Promoteur :** M<sup>r</sup> GHEZALI D. Maître de conférences) (E.N.S.A., El- Harrach)

**Examineur :** M<sup>r</sup> CHAKALI Professeur (E.N.S.A., El Harrach)

M<sup>elle</sup> FEKKOUM S. Maître de conférences (Boumerdes)

M<sup>me</sup> MARNICHE Maître de conférences (E.N.S.V., El -Harrach)

*Année universitaire 2015/ 2016*

## Remerciements

*En préambule à ce mémoire, ma reconnaissance s'adresse tout d'abord à mon dieu qui m'a accordé de réaliser cette thèse et qui m'a donné la force tout au long de ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier particulièrement mon promoteur **Mr GHEZALI G.** Cette étude n'aurait pas vu le jour sans confiance. Je lui suis reconnaissante pour son soutien constant, sa disponibilité, ses multiples corrections et critiques qui ont permis à ce travail de prendre forme.*

*Je remercie chaleureusement **Mr BICHE M.** professeur à ENSA, Alger du grand honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury. J'adresse aussi mes vifs remerciements à **Mr CHAKALI** professeur à ENSA, Alger et **Mme MARNICHE** et **Mme FEKKOUM** d'avoir bien voulu examiner ce travail.*

*Mon profonde gratitude va à **MmeZERROUK** (département pédologie) qui m'a aidé de faire une grande partie des travaux de cette thèse concernant la microbiologie et également pour ses encouragements.*

*J'exprime ma vive reconnaissance à **Mr LABADI** (département pédologie) pour sa collaboration concernant les analyses physico-chimiques qui m'ont été souvent d'un précieux secours.*

*Mes remerciement s'adresse à **Mr OUANANE**(département phytotechnie) pour m'avoir accueillie au sein de son laboratoire. Je remercie également tout l'équipe de laboratoire : Amel, Farid, Hadjer et Mr Nouredine.*

*Un grand remerciement à **Mr GHELEM M.**, pour son accompagnement chaleureux à différentes étapes de période d'échantillonnage du sol.*

*Je remercie amicalement **Mr LEGGAT** université de Tlemcen qui m'a fait profiter de ses compétences informatiques*

*Mes vifs remerciements à ma copine Madiha pour son aide sur les analyses statistiques*

*Je remercie vivement **Mr KEDAD** (département botanique), la responsable de laboratoire mycologie au niveau de l'INPV et également ma collègue Ibtissem pour leur aide efficace de l'identification des champignons.*

*Mes remerciements vont à mes parents pour leur aide morale et leur sagesse, à mes deux sœurs et mes deux frères pour leur humour inconditionnel et leur bonne humeur.*

*Un grand merci à mes collègues et mes amies que j'ai la chance de croiser. Je termine par quelques messages personnels. Merci ma chère Ikhlass (pour ton sourire, ton amitié et ton discussion sur la philosophie de vie), Yasmine, Fatma, amina et wahiba (pour l'accompagnement des sorties et les bons moments agréables)*

*Que toutes les personnes qui ont de près ou de loin, contribué à l'aboutissement de ce travail, trouve ici mon profond remerciement.*

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure n°1</b> : Carte de la limite du Parc National du Chréa.....  | 5  |
| <b>Figure n°2</b> : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Chréa en altitude 1000 m pendant la période 2010-2014.....   | 10 |
| <b>Figure n° 3</b> :Climagramme d'Emberger de station d'étude pendant la période 2010-2014.....  | 11 |
| <b>Figure n° 4.</b> Proportion des principaux composants du sol en volume.....   | 15 |
| <b>Figure n° 5</b> : Nombre d'espèces dans le sol en forêt tempéré.....  | 21 |
| <b>Figure n°7</b> : Hyphes fongiques reliant deux agrégats de sol séparés par un espace représentant la porosité du sol - K. Ritz ; European atlas of soilbiodiversity ..... | 26 |
| <b>Figure n°7</b> : Terminologie en soma de Grandjean.....   | 31 |
| <b>Figure n°8</b> : Morphologie externe d'un Oribate.....  | 34 |
| <b>Figure n° 9</b> : La cédraie dans le parc national de Chréa (photo originale) .....   | 44 |
| <b>Figure n° 10</b> : Prélèvement des échantillons du sol.....   | 45 |
| <b>Figure n°11:</b> Appareil de Berlèse.....   | 46 |
| <b>Figure n°12</b> : Matériel Utilisés (Photo originale) .....   | 58 |
| <b>Figure n° 13</b> : Protocole de numération de la microflore.....  | 60 |
| <b>Figure n° 14</b> : Repiquage des champignons photo originale .....  | 61 |
| <b>Figure n° 15:</b> les espèces d'acariens recueillies au niveau de la cédraie de Chréa .....   | 65 |
| <b>Figure n°16:</b> Dispersion mensuelle des acariens recueillis au niveau de la Cédraie de Chréa.....   | 66 |
| <b>Figure n°17:</b> dispersions saisonnière des espèces recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa.....  | 70 |
| <b>Figure n°18</b> : abondance relative des espèces d'acariens recueillies au niveau de cédraie de Chréa.....  | 71 |
| <b>Figure n°19:</b> Abondance relative des espèces recueillies en fonction de distance.....  | 73 |
| <b>Figure n°20:</b> Abondance relative des espèces recueillies selon les orientations.....   | 74 |
| <b>Figure n°21</b> : Densité moyenne mensuelle des individus.....  | 77 |
| <b>Figure n°22</b> : densité moyenne selon les orientations.....   | 78 |
| <b>Figure n°23</b> : Densité moyenne selon la distance.....  | 79 |
| <b>Figure n°24</b> : Carte factorielle de distribution de l'acarofaune selon la distance .....   | 82 |
| <b>Figure n°25</b> : Aspect macroscopique des colonies des Champignons.....  | 86 |
| <b>Figure n°26:</b> aspect microscopique d'un Penicillium.....   | 87 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure n°27</b> : biomasse des Bactéries et des champignons recueillis au niveau de la Cédraie.....         | 87 |
| <b>Figure n°28</b> : Distribution horizontale des microorganismes du sol au niveau de la station de Chréa..... | 88 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau n°1 :</b> Moyennes annuelles et mensuelles des précipitations (2010, 2014) ...  | 8  |
| <b>Tableau n° 2 :</b> Moyennes annuelles et mensuelles de température (2010, 2014) ...   | 8  |
| <b>Tableau n° 3:</b> Inventaire mensuel des espèces d'acariens recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa.....   | 64 |
| <b>Tableau n°4 :</b> la richesse moyenne des espèces recueillies .....   | 67 |
| <b>Tableau n°5 :</b> effectifs et abondance relative (AR%) des espèces d'acariens recueillis au niveau de la forêt de Chréa (Cédraie) selon les saisons..... | 68 |
| <b>Tableau n°6 :</b> effectifs et fréquences (AR%) des espèces d'acariens capturées grâce à l'appareil de Berlèse dans la forêt de Chréa (cédraie).....      | 72 |
| <b>Tableau n°7 :</b> Abondance relative des individus selon les orientations.....  | 74 |
| <b>Tableau n°8 :</b> Fréquence d'occurrence et la constance des espèces.....   | 75 |
| <b>Tableau n n°9 :</b> densité moyenne mensuelle.....  | 76 |
| <b>Tableau n°10 :</b> valeurs de l'indice de diversité de Shannon .....  | 79 |
| <b>Tableau n°11 :</b> les valeurs de l'équitabilité.....   | 80 |
| <b>Tableau n°12 :</b> Caractéristique physico-chimiques du sol étudié .....  | 84 |
| <b>Tableau n°13:</b> Dénombrement des microorganismes dans le sol étudié.....  | 85 |
| <b>Tableau n°14:</b> distribution horizontale des microorganismes dans le sol étudié .....   | 88 |

## ***Sommaire***

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| <b><i>Introduction</i></b> ..... | <b>1</b> |
|----------------------------------|----------|

### ***Chapitre I : présentation de la région d'étude***

|   |          |
|---|----------|
| <b>I. Présentation de l'Atlas Blidéen</b> .....           | <b>4</b> |
| II. Présentation du Parc National de Chréa.....           | 4        |
| 1. Localisation .....                                     | 4        |
| 1.1. Situation géographique.....                          | 4        |
| 1.2. Situation administrative .....                       | 4        |
| 1.3. Limites du Parc National de Chréa .....              | 6        |
| 2. Environnement physique.....                            | 6        |
| 2.1. Géologie .....                                       | 6        |
| 2.2. Pédologie.....                                       | 6        |
| 3. Données climatiques de la région d'étude .....         | 7        |
| 3.1. Précipitation .....                                  | 7        |
| 3.2. Température .....                                    | 8        |
| 3.3. Le vent.....   | 9        |
| 3.4. La neige .....                                       | 9        |
| 4. Synthèse bioclimatique .....                           | 9        |
| 4.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN..... | 9        |
| 4.2. Climagramme d'Emberger.....                          | 10       |
| 5. Données sur la végétation .....                        | 11       |
| 6. Etat sanitaire du cèdre .....                          | 13       |
| 6.1. Facteurs de dépérissement du cèdre .....             | 13       |

## **Chapitre II – Présentation de Bactéries ; Champignons et Acariens du sol**

|  |    |
|--|----|
| <b>I/ Les bactéries</b> .....  | 17 |
| 1. Classification .....  | 18 |
| 1.1. Classification nutritionnelle .....   | 18 |
| 1.2. Classification en groupe physiologiques.....  | 18 |
| 2. Fonctions bactériennes dans le sol.....   | 19 |
| 3. Chimiotaxie.....  | 20 |
| 4. La diversité bactérienne dans le sol et l'influence de la litière forestière .....          | 20 |
| 5. Facteurs influençant la structure des communautés bactériennes du sol .....                 | 23 |
| A. Facteurs abiotiques.....  | 23 |
| B. Facteurs biotiques.....   | 24 |
| <b>II/ Champignons.....</b>  | 25 |
| 1. Classification.....   | 25 |
| 2. Densité et répartition .....  | 26 |
| 3. Fonctions et rôle structurant.....  | 27 |
| 3.1. Participation aux cycles biogéochimiques.....   | 27 |
| 3.2. Structuration des communautés végétales.....  | 28 |
| 4. Distribution et facteurs de structuration des communautés eucaryotes telluriques forestière |    |
| 4.1. Hétérogénéité spatiale et temporelle.....   | 29 |
| 4.1.1. Structure verticale.....  | 29 |
| 4.1.2. Structure horizontale.....  | 29 |
| 4.2. Structuration par les facteurs biotiques.....   | 30 |
| 4.3. Structuration par les facteurs édaphiques.....  | 30 |
| 4.4. Structuration par les facteurs climatiques.....   | 31 |
| <b>III/ Les Acariens</b>   | 32 |

|  |    |
|--|----|
| 1. Morphologie des acariens .....                            | 32 |
| 2. 1. Classification des acariens .....                      | 34 |
| 3. Ordre des Oribates.....                                   | 34 |
| 3.1. Morphologie des Oribates .....                          | 35 |
| 3.2. Taxonomie des oribates.....                             | 37 |
| 4. Nutrition des acariens des sols.....                      | 37 |
| 5. Habitat et exigences écologiques des acariens.....        | 38 |
| 6. Variations saisonnières.....                              | 38 |
| 7. Reproduction et stratégie de développement .....          | 39 |
| 8. Répartition et Densité des acariens dans le sol .....     | 40 |
| 9. Action des acariens dans le sol.....                      | 41 |
| 10. Interactions Bactéries, champignons et Acariens .....    | 42 |
| <br><b>Chapitre III – Matériels et Méthodes</b>              |    |
| But de travail.....  | 45 |
| A/ Sur terrain .....   | 45 |
| 1. Techniques et Méthodes d'échantillonnage.....             | 45 |
| B/ Travail au laboratoire.....                               | 47 |
| I. Etude de la faune acarologique .....                      | 47 |
| 1. Extraction des acariens avec l'entonnoir de Berlèse ..... | 47 |
| 1.1. Avantages de l'appareil de Berlèse.....                 | 47 |
| 1.2. Inconvénients de l'appareil de Berlèse.....             | 49 |
| 2. Tri et comptage .....                                     | 49 |
| 3. L'éclaircissement.....                                    | 49 |
| 4. Le montage.....   | 49 |



|   |    |
|---|----|
| 5. Les critères d'identification des acariens .....                       | 50 |
| 6. Exploitation des résultats.....  | 50 |
| 6.1. Qualité d'échantillonnage appliquée à l'acarofaune du sol.....       | 50 |
| 6.2. Utilisation des indices écologiques .....                            | 50 |
| 6.2.1. Indices écologiques de composition.....                            | 51 |
| 6.2.1.1. Richesse totale( <i>S</i> ) de l'acarofaune du sol.....          | 51 |
| 6.2.1.2. Richesse moyenne ( <u><i>S</i></u> ).....                        | 51 |
| 6.2.1.3. Densité appliquée à l'acarofaune.....                            | 51 |
| 6.2.1.4. Fréquences centésimales (Abondance relative) ( <i>F</i> %) ..... | 51 |
| 6.2.1.5. La Constance (fréquence d'occurrence) .....                      | 51 |
| 6.2.2. Indices écologiques de structure.....                              | 52 |
| 6.2.2.1. Indice de diversité de Shannon ( <i>H</i> ).....                 | 52 |
| 6.2.2.2. L'indice d'équitabilité.....                                     | 52 |
| 6.3. Exploitation des résultats par les méthodes statistiques.....        | 52 |
| 6.3.1. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C) .....              | 53 |
| II. Analyse physico-chimique du sol.....                                  | 53 |
| 1. Mesure du pH .....   | 53 |
| 2. La conductivité électrique .....                                       | 54 |
| 3. Dosage du calcaire total .....   | 54 |
| 4. Le dosage du carbone organique .....                                   | 55 |
| 5. Mesure de la Capacité de rétention sur terrain .....                   | 56 |
| 6. Le dosage du phosphore .....   | 56 |
| 6.1. L'extraction du phosphore assimilable .....                          | 56 |
| 6.2. Dosage par colorimétrie .....  | 56 |
| 7. Capacité d'échange cationique .....                                    | 57 |

|  |           |
|--|-----------|
| 8. Dosage de l'azote total : Méthode de Kjeldahl.....  | 57        |
| 8.1. Minéralisation.....   | 57        |
| 8.2. Distillation et dosage de l'azote total.....  | 58        |
| 8.2.1. Déplacement du $\text{NH}_4^+$ en $\text{NH}_3$ et isolement de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ).....                           | 58        |
| 8.2.2. Distillation et dosage :.....   | 58        |
| III. Analyse microbiologique du sol .....  | 59        |
| 1. L'estimation de la masse microbienne .....  | 59        |
| 1.1. Techniques d'analyses .....   | 59        |
| 1.1.1. Prélèvement de terre.....   | 59        |
| 1.2. Milieux de culture solide .....   | 60        |
| 1.3. Ensemencement avec suspension de terre et dilution.....   | 60        |
| 1.4. Lecture et interprétation des résultats.....  | 61        |
| 2. Identification de la microflore fongique.....   | 63        |
| <b>Chapitre IV : résultats et discussion</b>   |           |
| <b>I. Evaluation qualitative et quantitative de l'acarofaune du sol.....</b>   | <b>65</b> |
| 1. Inventaires de l'acarofaune recueillie par l'appareil de Berlèse.....   | 65        |
| 2 .Exploitation des résultats relatifs à l'acarofaune recueillie au niveau de la Cédraie de<br>Chréa au cours de l'année 2014-2015 |           |
| 2.1. La qualité de l'échantillonnage.....  | 68        |
| 2.2. Indices  cologiques.....  | 68        |
| 2.2.1. Indices écologique de compositions .....  | 68        |
| 2.2.1.1..Richesse totale .....   | 68        |
| 2.2.1.2. Richesse moyenne (s).....   | 68        |
| 2.2.1.3. Abondance relative des espèces d'acariens .....   | 68        |
| 2.2.1.3.1. Abondance relative des espèces selon les saisons.....   | 69        |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.1.3.2. Abondance relative des espèces recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa                             | 69 |
| 2.2.1.3.2. Abondance relative des espèces recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa                             | 72 |
| 2.2.1.3.3. Abondances relatives selon la distance  | 73 |
| 2.2.1.3.4. Abondance relative selon les orientations   | 75 |
| 2.2.1.4. Fréquence d'occurrence et la constance des espèces  | 75 |
| 2.2.1.5. Densité moyenne   | 77 |
| 2.2.1.5.1. Densité moyenne mensuelle des individus   | 77 |
| 2.2.1.5.2. Densité moyenne selon les orientations  | 79 |
| 2.2.1.5.3. Densité moyenne selon la distance   | 80 |
| 2.2.2. Indices écologique de structure   | 81 |
| 2.2.2.1. Indice de diversité de Shannon –Weaver  | 81 |
| 2.2.2.2. Equitabilité  | 82 |
| 3. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)  | 82 |
| 3.1. Contribution des axes 1 et 2  | 83 |
| a - Interprétation des plans factoriels 1 et 2 des distances   | 83 |
| b - Interprétations de l'axe 1 et 2 des espèces  | 84 |
| II. Résultats des analyses physico-chimiques   | 85 |
| III. Résultats des analyses microbiologiques   | 87 |
| 1. Résultats de la biomasse microbienne  | 87 |
| 2. Qualité de la Microflore fongique   | 88 |
| 3. Distribution horizontale des microorganismes récoltés au niveau des différentes distances de la station étudiée | 89 |
| <b>Discussion</b>  | 91 |
| <b>Conclusion</b>  | 95 |
| <b>Références bibliographiques</b>   | 97 |

## ***Introduction***

Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti) est une espèce endémique de l'Afrique du Nord. C'est une essence qui a toujours suscité un intérêt important en raison de ses nombreuses qualités forestières comme le maintien d'un équilibre biologique, sa faible inflammabilité, sa production de bois de qualité, un port remarquable et esthétique... (LANIER, 1974 ; TOTH, 1978 ; M'HIRIT, 1982 ; FERRANDES, 1986), une croissance juvénile pouvant être rapide et une tolérance face aux stress climatiques (BOUDY, 1950).

Cependant, le cèdre est confronté à différents stress, en plus du stress hydrique, les sols sont quelques fois pauvres en éléments nutritifs, que ce soit les éléments majeurs ou les oligo-éléments (BELLOULA, 2003). En outre, l'azote comme le phosphore et le potassium constitue un élément majeur d'où sa grande influence sur le développement des plantes.

Le sol, véritable jungle écologique, est un système énergétique vivant où toutes les interactions possibles entre espèces ou populations et à tous les niveaux trophiques sont représentées: symbiose, parasitisme, compétition. Chaque type de sol offre des potentialités énergétiques différentes qui se traduisent par des modifications de la flore et de la faune.

Dans ce contexte, les microarthropodes et, en particulier, les acariens et les Collembolles, constituent un matériel expérimental de choix : d'abord, parce qu'ils sont présents dans tous les écosystèmes terrestres et dans tous les types d'horizons organiques qu'on y décrit (WALLWORK, 1976), ensuite, parce que les niches qu'ils réalisent sont largement diversifiées à toutes les saisons (LIONS, 1976 ; LEBRUN, 1979) et enfin, parce que leur sensibilité écologique, c'est-à-dire leur aptitude à réagir rapidement à des variations de l'environnement est élevée (BONNET *et al.*, 1977 ; LEBRUN, 1977).

La litière, en provenance de la strate épigée, peut être totalement décomposée sous l'action des enzymes microbiennes. Elle peut aussi, au préalable, être fragmentée par la mésofaune, le résultat de la digestion des parties ingérées étant restitué au sol sous forme de pelotes fécales dont les constituants minéraux ou organiques pourront servir de nourriture à une autre catégorie d'organismes. Ces réactions successives de catabolisme et d'anabolisme aboutiront à une minéralisation totale de la matière organique. Les nouvelles substances ainsi formées, conjointement avec les produits de la photosynthèse, permettant le développement des plantes indispensables au maintien de la vie sur terre (ARPIN *et al.*, 2011).

En Algérie, les forêts de cèdre ont, depuis longtemps, suscité un grand intérêt scientifique. La nécessité de les protéger est apparue dans les années trente. Plusieurs cédraies

de vaste étendue ont été classées avec un statut de gestion spécifique. Leur superficie totale est estimée en 1998, à 30 000 ha. Actuellement l'état sanitaire de cette essence majestueuse est menacé.

Dans cette optique, nous contribuons par notre travail à dégager l'importance et la biodiversité de la microflore et de la mésofaune dans le sol au niveau de la Cédraie du Parc National de Chréa ; ainsi que l'évaluation de l'effet de la litière de cèdre sur les caractéristiques biologiques du sol. L'accent sera mis sur l'étude de la faune acarologique, fongique et bactérienne dans la Cédraie de Chréa afin de réunir un maximum d'information sur les propriétés physico-chimiques et biologique du sol, dont nous avons envisagé la nature et la densité des bactéries et des champignons existants dans le sol, ainsi que d'établir un inventaire qualitatif et quantitatif des espèces d'acariens présents.

Pour mieux comprendre ces phénomènes, il est apparu nécessaire de réaliser des échantillonnages beaucoup plus rapprochés dans le temps, effectuer une analyses physico-chimique et microbiologique du sol, ce n'est qu'après que des buts ont pu être assignés et qu'une méthodologie a été mise en œuvre.

Cette étude comprendra donc cinq principaux chapitre :

Le premier volet de l'étude portera sur la présentation du Parc National de Chréa. Le second sera consacré à l'étude des bactéries, des champignons et des acariens du sol. Le troisième volet traitera la méthodologie adoptée sur le terrain et au laboratoire ainsi que des méthodes d'analyse des données. Les résultats et leurs interprétations seront traités en dernier. On termine notre présente avec une conclusion et des perspectives

***Chapitre I-***  
***Présentation de la région d'étude***

## ***Chapitre1 : présentation de la région d'étude***

### **I. Présentation de l'Atlas Blidéen**

L'allure générale du relief de l'Atlas Blidéen forme une limite entre les influences maritimes au Nord et les influences continentales au Sud. Il se trouve dans la ligne de contact entre deux influences climatiques différentes. Ce qu'il nous permet de distinguer trois grands types bioclimatiques, ces types se succèdent en sens vertical. Le terme étage convient de définir les trois grandes classes qui sont selon HALIMI, (1980) comme suit :Etage climatique collinéen tempéré à caractère climatique méditerranéen (200 mm-700 mm).

- Etage climatique des basses montagnes humides (700 mm-1000 mm).
- Etage climatiques des hautes montagnes per-humides (>1000 mm).

### **II. Présentation du Parc National de Chréa**

#### **1. Localisation**

##### **1.1. Situation géographique**

Le Parc National de Chréa est situé à 50 km au sud-ouest d'Alger. Il est localisé sur le massif de l'Atlas Blidéen , qui lui-même constitue une partie centrale de l'Atlas Tellien . Il est compris entre les latitudes Nord  $36^{\circ} 19'$  /  $36^{\circ} 30'$  et les longitudes Est  $2^{\circ}38'$  /  $3^{\circ} 02'$ .

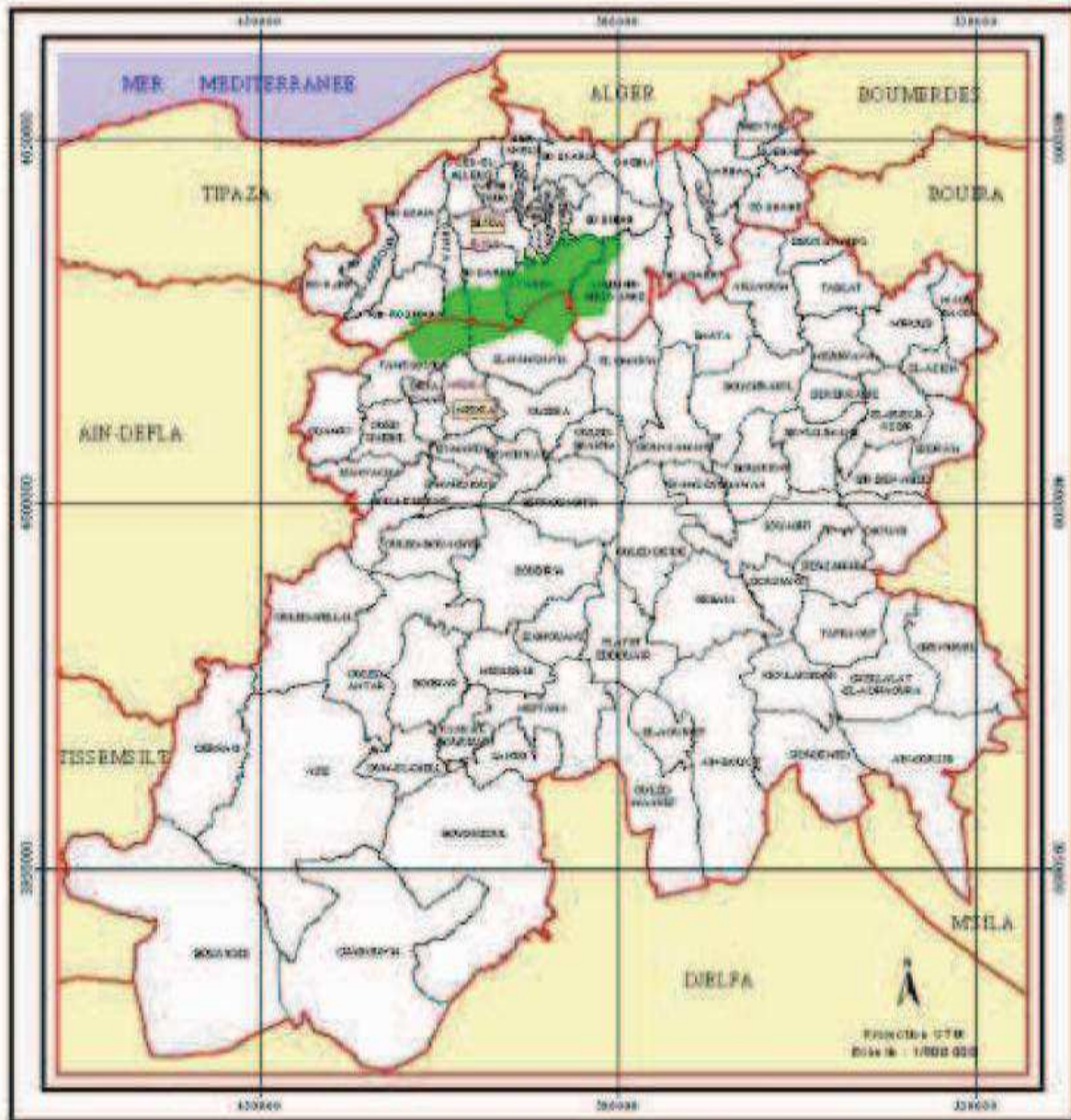
Le Parc National de Chréa se présente comme une barrière rocheuse dont les limites sont constituées par les lisières des forêts ou de lignes de crêtes et par une multitude d'oued dont les principaux sont Oued Chiffa, Oued Kébir, Oued Messaoud et Oued Méktâa.

##### **1.2. Situation administrative**

Selon le décret n° 91-306 du 24/08/91 portant sur le découpage administratif du territoire National, le Parc National de Chréa chevauche entre les wilayas de Blida, de Médéa et d'Ain Defla. Ces dernières occupent respectivement 67,1 %, 32,6 % et 0,30 % de la superficie totale du territoire du Parc et sont représentées tous ensembles par un total de 12 collectivités locales.

De part sa position stratégique, il se situe au carrefour d'importantes voies de communication le mettant en contact avec les régions d'Alger et Blida, qui sont des régions très peuplés

## Carte de situation du Parc National de Chr ea (wilaya de Blida - wilaya de M d ea)



Station SIG/DGF / M<sup>lle</sup> Ghenima Ioualalen

Source (STAT. SIG., 2003)

Figure 1 : Carte de la limite du Parc National du Chr ea



### **1.3. Limites du Parc National de Chréa :**

Les limites du Parc National sont des limites naturelles :

- Au Nord, la limite est constituée d'une succession alternée de lisières de forêt, cours d'eau et lignes de crête tout le long des reliefs pi montaires couvrant la zone de contact Hammam Melouane - Djebel Tamesguida.
- Au Sud, elle se confond avec l'Oued Mouzaïa et l'Oued Djir.
- A l'Est, elle suit l'Oued Bouma ne
- A l'Ouest, elle suit la terminaison occidentale du Pic Mouzaïa.

## **2. Environnement physique**

### **2.1. Géologie :**

Le sol de la région de Chréa est presque entièrement constitué par des schistes de l'âge du crétacé supérieur sans fossile et par des éboulis de pentes de même origine. Il est pauvre en éléments nutritifs essentiels pour les végétaux. Selon HALIMI, (1980), les roches cristallines n'apparaissent pas.

### **2.2. Pédologie:**

D'après RAMADE, (1984), les sols résultant de l'action extrêmement intriquée et complexe des facteurs abiotiques et biotiques, qui conduisent à l'élaboration d'un mélange intime de matière minérale et matière organique provenant de la décomposition des êtres après leur mort et de leurs excrétas (litière, racines mortes, cadavres d'animaux).

A partir des analyses pédologiques faites par FAUREL (1947) et NEDJAH (1988), afin de savoir les caractéristiques des sols de l'Atlas Blidéen, ces auteurs rapportent que les sols de la Cédraie de Chréa appartiennent au type brun forestier qui sont peu épais et présentent en général deux horizons.

- L'horizon A<sub>0</sub> : De couleur brun très sombre, qui est plus mince au versant Sud.
- L'horizon A<sub>1</sub> : De couleur brun forestier.

Les sols de l'Atlas Blidéen sont jeunes en formation. Ces sols sont composés dans leur grande partie par de substratums schisteux durs et très siliceux. Ces schistes alternent le plus souvent avec des bancs de quartz. En conséquence, ces sols sont d'origines schisteuses, constitués de gros éléments (cailloux, graviers de nature siliceuse avec de faible proportion de calcaire, phosphore et chlore), et sont excessivement perm eables.

Ceux du piémont sont de nature silico-argileuse, généralement à éléments moins grossiers que les précédents. Par contre sur la plaine de la Mitidja, ils sont de nature argilo-calcaire. Les analyses effectuées par le centre National de la recherche forestière en 1977 confirment la tendance siliceuse des sols de l'Atlas blidéen, ainsi que leur pauvreté en éléments nutritifs (HALIMI, 1980).

### **3. Données climatiques de la région d'étude**

Le climat est l'un des facteurs écologiques clés influant étroitement sur l'équilibre et le maintien de la végétation. Toute étude climatique, et de surcroît bioclimatique, repose sur la disponibilité de données suffisantes, homogènes et fiables.

En l'absence d'une station météorologique au niveau de P.N.C, nous nous sommes référés aux données fournies par l'O.N.M., concernant la station de Medéa la plus proche de Chréa et qui est située à 1030m d'altitude (MADJEBRI, 2008)

Pour étudier le climat dans la zone, nous avons collecté les données des températures et celles des précipitations concernant les dix dernières années (2005- 2014)

#### **3.1. Précipitation**

La quantité annuelle des précipitations est l'un des paramètres clés dans la caractérisation du climat (LONG, 1974). Cependant, selon OZENDA (1983), l'installation de la végétation ne dépend pas seulement du total annuel des précipitations, mais également de la répartition des pluies au cours de l'année. Ainsi en pays méditerranéen, la pluie tombe surtout pendant la période froide, lorsque les peuplements en ont le moins besoin et par ailleurs, elle fait défaut l'été, au moment où la forte température augmente l'évaporation.

Dans l'Atlas Blidéen, le régime moyen des hauteurs des pluies subit l'influence capitale des facteurs orographiques, notamment l'altitude, créant ainsi une forte disparité entre les stations (HALIMI, 1980 ; AISSANI, 1983).

Les précipitations annuelles et moyennes mensuelles de la zone d'étude pour la période allant de 2010 à 2014 sont représentées dans le tableau n° 1

**Tableau n°1 :** Moyennes annuelles et mensuelles des précipitations (2010, 2014)

| Mois/Ann | I     | II    | III  | IV    | V     | VI    | VII  | VIII | IX    | X     | XI     | XII   |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|
| 2010     | 83.5  | 80.4  | 85.5 | 70.7  | 56.9  | 9.66. | 0    | 20.6 | 23.12 | 80.5  | 144.2  | 90.93 |
| 2011     | 75.4  | 165.8 | 86.1 | 88.4  | 124.7 | 24.63 | 3.31 | 2.29 | 8.12  | 56.9  | 152.9  | 65.2  |
| 2012     | 46    | 215.3 | 122  | 168.9 | 26.17 | 3.06  | 3.05 | 0    | 13.7  | 51.06 | 117.6  | 20.5  |
| 2013     | 107.9 | 119.8 | 79.7 | 81.02 | 156.9 | 11.18 | 1.01 | 8.6  | 31.24 | 9.91  | 136.43 | 89.42 |
| 2014     | 109.9 | 69.09 | 159  | 6.85  | 12.96 | 41.4  | 0.25 | 2.29 | 46.23 | 32    | 80.02  | 204.7 |
| Moyenne  | 84.5  | 100.3 | 9.6  | 106.6 | 75.5  | 17.9  | 1.5  | 6.6  | 24.4  | 46.2  | 126.2  | 94.1  |

(O.N.M., 2010-2014)

Le tableau ci-dessus illustre une irrégularité des précipitations tout au long de l'année qui peut influencer la végétation et la faune en place ; ainsi le mois de novembre est le plus pluvieux avec 126.2mm, alors que le minimum des précipitations est enregistré en été au cours du mois de juillet avec 1.5 mm.

### 3.2. Température

La température est un facteur climatique important, elle possède un effet direct sur la végétation et c'est grâce aux « degrés jours » que la végétation manifeste son rythme biologique.

Les températures extrêmes jouent un rôle très important dans la distribution géographique des espèces végétales. Leurs effets nocifs, se manifeste par la dessiccation, par l'excès de température et par le gel par les basses températures.

Les températures moyennes mensuelles de station d'étude sont reportées dans le tableau n° 2

**Tableau n° 2 :** Moyennes annuelles et mensuelles de température (2010, 2014)

| Mois/Ann | I   | II  | III  | IV   | V    | VI    | VII   | VIII | IX    | X    | XI    | XII  |
|----------|-----|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 2010     | 7   | 8.2 | 10.4 | 13.5 | 15.3 | 21.6  | 28.9  | 27   | 21.7  | 16.4 | 9.7   | 8.5  |
| 2011     | 7.5 | 6.4 | 9.9  | 15.6 | 17.4 | 22.4  | 26.6  | 28.5 | 23    | 16.8 | 11.3  | 7.6  |
| 2012     | 6.9 | 3   | 9.9  | 11.2 | 19.4 | 26.5  | 28.1  | 30.4 | 22.8  | 17.9 | 12    | 8.2  |
| 2013     | 6.6 | 5.2 | 9.4  | 13.1 | 14.6 | 20.5  | 26.2  | 26.4 | 21.5  | 21.4 | 8.9   | 7.7  |
| 2014     | 7.7 | 8.2 | 8.5  | 15.6 | 18.3 | 22.4  | 26.3  | 27.7 | 24.4  | 19.4 | 12.8  | 6.6  |
| Moyenne  | 7.4 | 6.2 | 9.62 | 13.8 | 17   | 22.68 | 27.22 | 28   | 22.68 | 18.4 | 10.92 | 7.72 |

(O.N.M., 2010-2014)

Selon le tableau n°2 les moyennes mensuelles de température entre 2010, 2014. Pendant la période hivernale, ces températures varient de 6,2 C° à 10,92 C°. Tandis pour la période estivale ces moyennes sont variables entre 22,68 C° et 28 C°.

### 3.3. Le vent

DREUX (1980), note que le vent est un facteur secondaire. Il a une action indirecte en activant l'évaporation, il contribue la sècheresse. Le vent constitue dans certain biotope un facteur écologique limitant. Sous l'influence des vents, la végétation est limitée dans son action (RAMADE, 1984). A Chréa les vents Nord-Est prédominent toute l'année, le vent chaud du sud (Sirocco) se manifeste généralement de 1 à 3 jours par an (HALIMI, 1980).

### 3.4. La neige

La neige commence à couvrir les cimes des arbres de l'Atlas blidéen à partir du mois de décembre, et l'enneigement se fait sur les altitudes qui dépassent les 400m. C'est le mois de janvier qui reçoit les plus fortes chutes de neige. Mais le mois de mars l'emporte sur la persistance. CHELLABI (1992) signale que pendant l'hiver de 1993, la neige a atteint 75cm. SBABDJI (1997) a observé durant l'année 1994 une couche dépassant 1m d'épaisseur.

## 4. Synthèse bioclimatique :

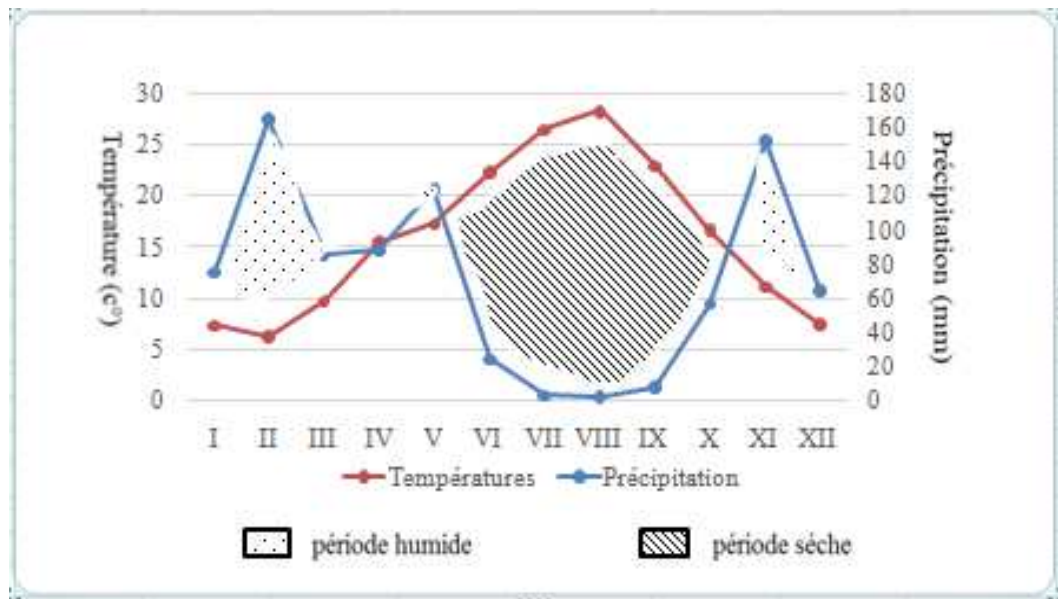
La synthèse climatique a porté notamment sur la représentation des diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN et la classification de notre zone au niveau du climagramme d'EMBERGER. Ceci revient donc, à calculer le quotient pluviométrique  $Q_2$

### 4.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme préconisé GAUSSEN (1968) fait ressortir l'influence simultanée des températures et des précipitations, par la formule  $P \leq 2T$ . Le croisement de la courbe des précipitations et celle des températures délimite la période de sècheresse.

GAUSSEN (1968) in MESTAR (1996), estime que si la période délimitée par les deux courbes est en Été, le climat est de type méditerranéen. Nous avons utilisé ce diagramme à cause de sa propriété qui fait apparaître la différence d'évolution de la durée de la sécheresse.

L'examen du diagramme ombrothermique de la région de Chréa révèle l'existence de deux périodes (sèche et humide). La période sèche s'étale de la deuxième quinzaine du mois de Mai jusqu'à la deuxième quinzaine du mois d'octobre. Alors que la période humide dure 7 mois allant de la première quinzaine du mois de novembre à la première quinzaine du mois de mai (Fig.2).



**Figure 2 :** Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Chréa en altitude 1000 m pendant la période 2010-2015

#### 4.2. Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'EMBERGER permet de caractériser le climat d'une région et de la classer par rapport aux climats des autres régions, grâce au quotient pluviométrique qui se calcule comme suit :

$$Q_2 = 3,43 * P / M - m$$

**M :** Température moyenne des maximums du mois le plus chaud.

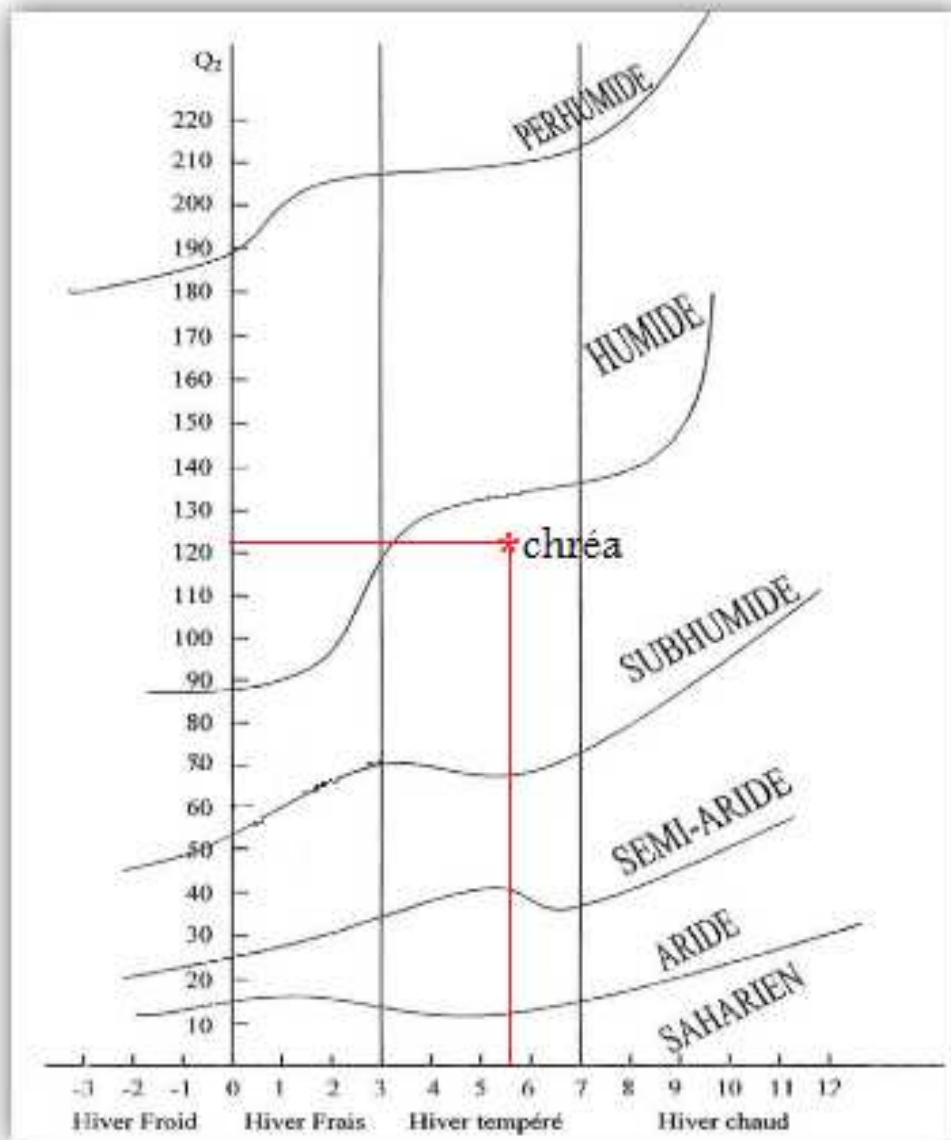
**m :** Température moyenne des minimums du mois le plus froid.

**P:** Pluviométrie annuelle.

RAMADE (1984) mentionne que, ce quotient est établi initialement pour les régions méditerranéennes. Il permet ainsi de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (DAJOZ, 1971).

Le quotient pluviométrique Q calculé pour la station d'étude et pour une période s'étalant sur 5 ans (2010-2015) est égal à **91,02**.

D'après les valeurs calculées, nous pouvons déduire que la zone de Chréa se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver **tempéré** (Fig.3).



**Figure 3 :** Climagramme d'Emberger de station d'étude pendant la période 2010-2014

## 5. Données sur la végétation

Les grandes unités physonomiques proposées par BOUDY (1952), les associations végétales décrites par HALIMI (1980) permettent d'avoir une connaissance globale du paysage phytocénotique de l'Atlas Blidéen. Quel que soit l'approche adoptée pour la description de la végétation du P.N.C (ou l'Atlas de Blida), les principales unités végétales distinguées de la base vers le sommet sont les suivantes:

- **Formations à Oléo-lentisque :** ces formations se trouvent sur toutes les stations qui subissent l'influence de la mer, sur le littoral et dans l'arrière-pays, aussi bien sur les versants méridionaux de l'Atlas blidéen que sur ses versants septentrionaux. L'olivier,

le lentisque, auxquels se mêlent le Doum (*Chamaerops humilis*) et le Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), constituent les espèces physiologiquement dominantes de cette formation (HALIMI, 1980).

- **Formations à Pin d'Alep** : elles occupent la plus grande superficie de l'Atlas Blidéen avec près de 7 000 ha au niveau du versant méridional de l'Atlas. Selon HALIMI (1980), le Pin d'Alep, vu sa rusticité et sa plasticité, est considéré comme une essence colonisatrice prenant la place des espèces originelles. C'est ainsi que dans les stations humides, comme HakouFerraoun, exposées aux vents pluvieux, les forêts de Pin d'Alep remplacent les forêts de Chêne liège qui se régénèrent difficilement.
- **Formation à Chêne liège** : dans l'Atlas blidéen, cette formation est limitée à quelques stations seulement au niveau des reliefs septentrionaux. Cette formation présente deux faciès, l'un sur les hauteurs de la région sub-humide de Médéa caractérisé par un sous-bois pauvre. L'autre faciès couvre les hauteurs de la région humide de Chréa caractérisé par un sous-bois plus dense.
- **Formation de Chêne zeen** : elle couvre une superficie très restreinte au niveau des versants nord de l'Atlas blidéen et est limitée à quelques tâches au niveau des stations fraîches et humides. Elles sont notamment caractérisées par la présence de *Pteridium aquilinum*.
- **Formation de Thuya de Berbérie** : se présente sous forme d'un maquis très dense à *Tetraclinis articulata* enrésiné par le Pin d'Alep. Elle constitue l'expression la plus orientale de la tétraclinaie oranaise (MEDDOUR, 2002).
- **Formations de ripisylves** : formations à caractère zonal qu'on retrouve aux abords des oueds plus ou moins permanents, et qui constituent des groupements végétaux stables en équilibre avec les variables écologiques prépondérantes au milieu, telles que l'édaphisme et la géomorphologie (MIRI, 1988 ; SAAL, 1990). Ces ripisylves sont constituées par des essences imprimant un caractère médio-européen à ces formations plus ou moins hygrophiles : Orme champêtre (*Ulmus campestris*), Frênes (*Fraxinus sp.*), Peuplier blanc (*Populus alba*), Saule blanc (*Salix alba*), Merisier (*Prunus avium*) et Micocoulier (*Celtis australis*).
- **Formation du Chêne vert** : arbre très plastique, on le rencontre aussi bien en plaine qu'en montagne, mais c'est surtout un arbre de montagne qui occupe la tranche altitudinale allant de 800 à 1400-1500 m. En excluant la zone de Chréa, cette yeuseraie couvre 10 000 ha et se caractérise par une sous unité thermophile à

*Pistacialentiscus* et *Olea europea* (700 à 900 m d'altitude) et une sous unité mésophile à *Cytisustriflorus* (900 à 1400 m) ; on le trouve sur les versants les plus méridionaux de l'Atlas blidéen.

- **Formation du Cèdre de l'Atlas** :les cédraies de l'Atlas blidéen s'étalent sur environ 1200 ha au niveau des versants septentrionaux de la montagne (culminant à 1629 m). Elles occupent la tranche altitudinale allant de 1300 à 1600 m. Selon le cortège floristique on distingue deux principaux groupements végétaux, l'un à *Taxusbaccata*, *Ilexaquifolium*, *Sorbus aria* et l'autre à *Bupleurums pinosum* et *Asphodelus* sp. Par sa résistance aux amplitudes thermiques et hydriques le Cèdre remplace le Pin d'Alep dans les montagnes froides à tranches pluviométriques élevées. Cependant, dans le cas des montagnes très sèches et très froides, le Cèdre de l'Atlas est remplacé par le Génévrier oxycèdre ou le Chêne vert.

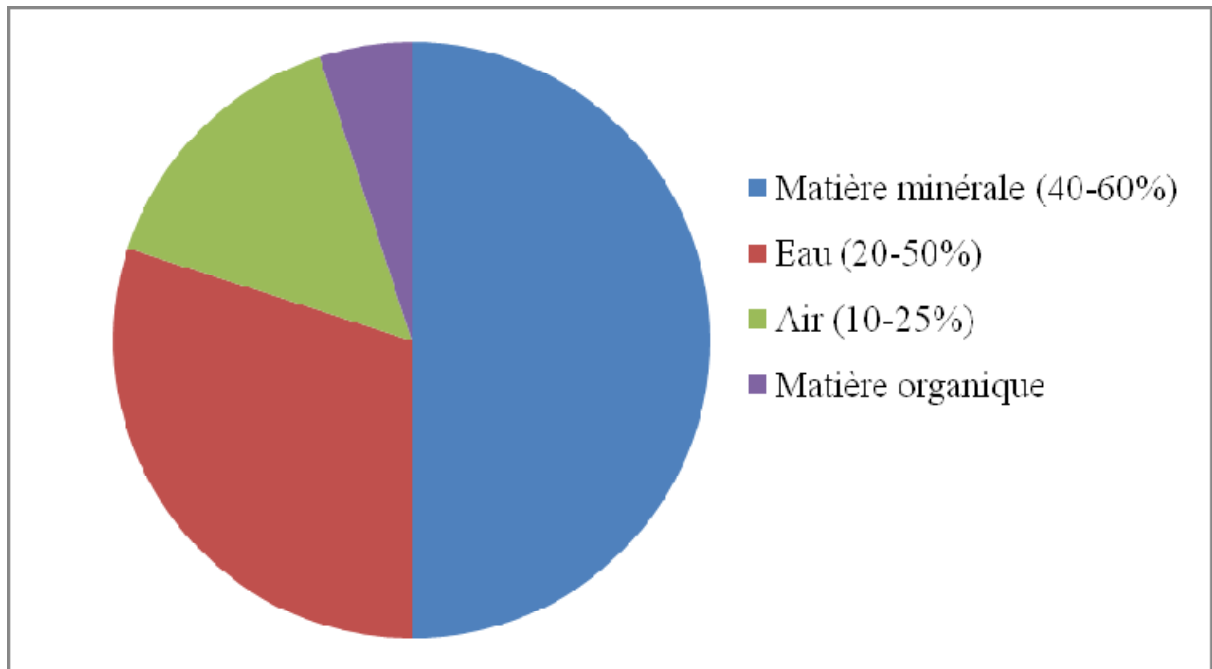
MAIRE (1926) a distingué au niveau de l'Afrique du nord, 2 types de cédraies ; La cédraie mixte, qui se développe sur les sols profonds des montagnes bien arrosées et la cédraie pure, qui se développe sur les sols profonds et qui est bien représentée au niveau des cédraies de Chréa. La cédraie pure est une futaie dense, sous laquelle, se forme une épaisse couche d'humus.



***Chapitre II –  
Présentation de Bactéries ;  
Champignons et Acariens du sol***

## Chapitre II – Présentation de Bactéries ; Champignons et Acariens du sol

Le sol est à l'interface entre la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère (ALEXANDER, 1977) et sert de support à une partie de la biosphère (GOBAT, 2003). Il est constitué de cinq composants majeurs : fraction minérale, matière organique, eau, air et organismes vivants (Figure 4). Les matières organiques et minérales s'organisent de manière à créer des vides qui sont alors occupés par l'air et l'eau (les pores).



**Figure 4.** Proportion des principaux composants du sol en volume (White, 2006).

Mais le sol n'est pas inerte, il est vivant et son étude doit intégrer la partie biologique notamment la microflore et la faune ; autant d'organismes vivants dans des compartiments encore presque totalement inconnus et dont la distribution n'est pas homogène mais liées aux différentes propriétés du sol. La connaissance des organismes vivants dans le sol est capitale pour comprendre le fonctionnement et l'évolution des sols. Il y a donc une nécessité à connaître et à classer les microorganismes pour aller plus loin dans la compréhension du fonctionnement de l'écosystème sol (GOBAT, ORAGNO et MATTHEY, 2010).

Le sol forestier est un habitat réservoir de microorganismes. En effet, les bactéries, les champignons et les oomycètes sont des composants de l'écosystème forestier, et participent activement à son fonctionnement, en particulier par leur implication dans la dynamique des cycles biogéochimiques. A ce jour, les connaissances sur la diversité et les facteurs de structuration de ces communautés microbiennes sont encore incertaines et constituent un front

de science activement étudié (BUEE, 2011; PEAY, 2010 ;TEDERSOO& NARA, 2010).

Nous allons passer en revue dans cette partie les principaux habitants du sol. Ils appartiennent au monde immense et mal défini des microorganismes dont la microflore (bactéries, champignon) et la microfaune (les acariens).

## **I/ Les bactéries**

Contrairement à la microflore fongique, qui a fait l'objet de très nombreux inventaires souvent détaillés, la microflore bactérienne du sol est mal connue sur le plan taxonomique et la plupart des recherches ont porté sur l'évaluation de l'abondance et de l'activité des groupes nutritionnels ou physiologiques (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

Les bactéries sont les microorganismes les plus abondants et métaboliquement les plus actifs dans le sol. En fonction des propriétés du sol, tous les types physiologiques bactériens sont représentés : autotrophes et hétérotrophes, mésophiles, thermophiles et psychrophiles, aérobies et anaérobies. On estime d'ailleurs que tous les groupes de bactéries connus pourraient être isolés d'un échantillon du sol, si les techniques et les milieux adéquats sont utilisés. Ce qui ne signifie pas que le sol soit le milieu naturel de toutes les bactéries par sa nature de milieu ouvert et sensible aux facteurs de l'environnement.

### **1. Classification des Bactéries :**

#### **1.1. Classification nutritionnelle**

On a distingué depuis longtemps chez les bactéries, comme chez les autres microorganismes, deux grandes catégories nutritionnelles :

- **Les bactéries autotrophes**, Bactéries se développant uniquement à partir des composés minéraux
- **Les bactéries hétérotrophe**, bactéries ayant besoin de composés organiques en plus de certains composés minéraux

Ce critère simple de l'autotrophie s'est révélé insuffisant pour servir de base à une classification nutritionnelle fine. Aussi a-t-on fait appel à deux autres critères : Nature de la source d'énergie (énergie des radiations lumineuses ou énergie des réactions d'oxydo-réduction) ; Nature organique ou minéral du donneur d'électrons. En combinant ces deux critères on aboutit à la classification nutritionnelle en quatre catégories.

## **1.2. Classification en groupe physiologiques**

Cette classification a été et est encore très largement utilisée pour la description des paysages bactériens dans le sol. Nous donnerons ici, à titre indicatif, une liste très succincte des groupes très fréquemment étudiés (ALLEN, 1957 ; POCHON et TARDIEUX, 1962) :

### **Cycle de l'azote**

- Groupe de fixateurs d'azote en aérobiose
- Groupe de fixateurs d'azote en anaérobiose
- Groupe des protéolytiques
- Groupe des ammonificateurs
- Groupe nitrificateurs
- Groupes dénitrificateurs

### **Cycle du carbone**

- Groupe des amylolytiques
- Groupe des pectinolytiques
- Groupe des cellulolytiques aérobies
- Groupe des cellulolytiques anaérobies

### **Cycle du soufre**

- Groupe des sulfato-réducteurs
- Groupe des sulfo-oxydants
- Groupes des minéralisateurs du soufre organique

### **Cycle du fer**

- Groupe des minéralisateurs des complexes organo-ferrique

## **2. Fonctions bactériennes dans le sol**

A l'échelle bactérienne, un sol réalise une mosaïque de niches écologiques très différenciés. Ainsi des bactéries dont les conditions d'existence s'excluent mutuellement, comme des aérobies strictes et anaérobies strictes, cohabitent elles- même parfois à des distances d'une fraction de millimètre.

Les bactéries synthétisent des composants, particulièrement des polysaccharides, très résistants à la dégradation enzymatique. Par leur durée de vie, ces derniers constituent une fraction importante de la matière organique humifiée, l'humine microbienne, participent à la formation des microagrégats du sol. Ils conditionnent le mode de développement des bactéries dans leur milieu, assurant la cohésion des microcolonies.

Les effets de la microflore sur les caractères physico-chimiques du sol sont surtout liés aux fonctions bactériennes. Par exemple, l'activité respiratoire aérobie, qui consomme l'oxygène, peut mener à l'anoxie, Cela concerne les sols hydromorphes où la diffusion de l'air est restreinte. En présence d'un excès de substrats carbonés, les bactéries accaparent l'azote disponible. En revanche, d'autres sont à même, dans des conditions de carence en azote, de fixer l'azote élémentaire N<sub>2</sub>.

Par la synthèse de facteurs de croissance (vitamines) d'une part, et d'antibiotiques d'autre part, certaines bactéries exercent un contrôle, positif ou négatif, sur d'autres organismes.

Mais c'est avant tout par leurs fonctions biogéochimiques, telles la minéralisation de la matière organique, l'oxydation des composés inorganiques réduits, la réduction anaérobie de composés inorganiques oxydés, la solubilisation ou la précipitation de minéraux, sans oublier la transformation de certains composants organiques en humine, que les bactéries jouent un rôle essentiel dans la formation et l'évolution du sol

### **3. Chimiotaxie**

C'est une propriété des cellules mobiles d'orienter leurs déplacements en fonction d'un gradient de concentration chimique. La chimiotaxie est positive ou négative selon que les bactéries sont attirées ou repoussées. Mais il est nécessaire, pour qu'il y ait une réponse, que la membrane cellulaire possède les récepteurs correspondants, de sorte que seulement un nombre limité de composés chimiques sont attractifs ou répulsifs. Un même récepteur peut reconnaître plusieurs molécules analogues. De la même façon, certaines bactéries sont sensibles à des gradients d'oxygène ou de température.

Ces phénomènes impliquent que les microorganismes ne sont pas répartis au hasard dans le sol, par exemple les *Rhizobium* sont attirés sélectivement par les extrémités des racines des légumineuses.

### **4. La diversité bactérienne dans le sol et l'influence de la litière forestière**

Le sol est un environnement extrêmement riche qui abrite une multitude de microorganismes. Parmi ces microorganismes, les bactéries sont de loin les plus abondantes à la fois en termes de biomasse et de diversité taxonomique (BUCKLEY ET SCHMIDT 2002).

En 1990, par observation microscopique en utilisant l'acridine orange (fluorochrome qui se fixe sur les acides nucléiques), TORSVIK (1998) a estimé qu'un gramme de sol forestier naturel contient près de  $1,5 \cdot 10^{10}$  bactéries. Plus récemment, l'étude de métagénomiques de sols contrastés en termes de caractéristiques physicochimiques et géographiques a permis d'estimer entre 2000 et 10000 le nombre d'espèces bactériennes (et donc de génomes) par gramme de sol (ROESCH *et al.*, 2007).

La densité bactérienne dans le sol, déterminée à partir des méthodes classiques de dilution et comptage sur milieux de cultures liquides ou solides, oscille entre  $10^6, 10^9$  et  $10^{10}$  unités/ gramme de sol. Par microscope directe, les densités observées sont 300 à 1000 fois plus élevées. On admet que la biomasse bactérienne est, en général, sensiblement inférieure à celle des champignons bien que la densité des bactéries soit environ 100 fois plus élevée que celle des champignons. Dans les sols soumis à des conditions écologiques très dures (régions arctiques, régions arides), les densités bactériennes sont évidemment plus faibles ; mais elles tombent rarement au-dessous de  $10^4$  à  $10^5$  dans les horizons superficiels.

L'importance de la variabilité spatiale en écologie microbienne du sol a depuis longtemps été reconnue et la distribution spatiale des microbes a été décrite à des échelles allant de quelques millimètres à plusieurs mètres (TEDERSON, 2008). La qualité de la matière organique (MO) est un facteur physico-chimique important agissant sur les fonctions microbiennes des sols et des litières. En effet, la qualité de la MO est directement liée à la profondeur du sol, qui elle-même joue un rôle important dans la distribution spatiale des zones de forte activité biologique ou « hot spots » (BUNDT *et al.*, 2001 ; NIEMI *et al.*, 2005).

En ce qui concerne le profil, la population bactérienne décroît plus ou moins régulièrement à partir de la surface du sol. GRAY *et al.* (1973-74) ont constaté une diminution variant de 15-50 à  $1-5 \cdot 10^6$  germes/g de sol. Cette distribution peut parfois présenter un maximum à certaines profondeurs (DOMMERMES ET DUCHAUFOR, 1965) pouvant être dû au pH (GILOT ET DOMMERMES 1965) ou à la présence dans les parties supérieures du sol, de toxines végétales en provenance de la litière (BAUZON *et al.* 1967). STARC (1942) considérait que la répartition des germes était égale en fonction des profils. Mais GOODFELLOW (1968) acceptait lui le concept selon lequel les microorganismes n'étaient pas distribués de façon homogène dans le sol. Des résultats intéressants ont déjà été obtenus dans ce domaine par RUNOV et SOKOLOV (1958), MEYER (1960), WITKAMP et DODSON (1962), dont les travaux suggèrent que, comparativement aux feuillus, les conifères induisent dans le sol une réduction sensible de la densité bactérienne et un ralentissement de

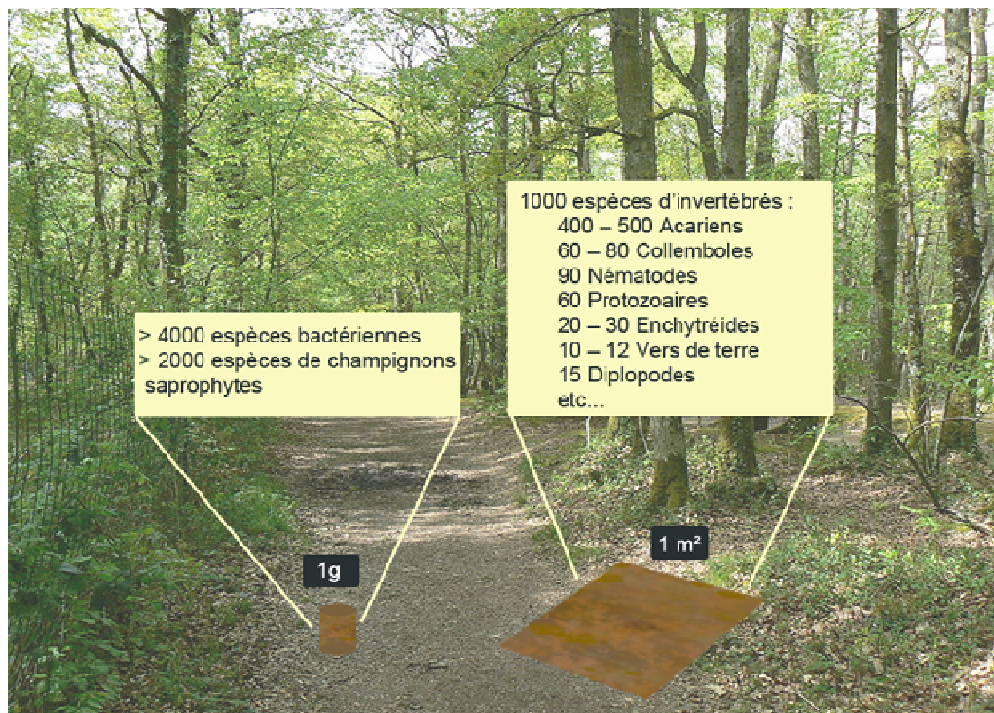
certaines activités microbiennes et enzymatiques. De même selon HIERNAUX (1965) et d'un regroupement en constellations a montré que les litières de conifères inhibent l'activité microbienne du sol l'intensité de cette inhibition varie suivant le type de sol des interactions plus ou moins importantes se manifestent entre la nature des litières (conifères ou feuillus) et les caractéristiques physiques ou chimiques du sol, telles que le pH, l'humidité, la texture, la structure.

Il est généralement admis que l'activité biologique d'un sol est maximale dans l'horizon de surface, Cette variation des activités biologiques est liée à l'existence de gradients physico-chimiques dans les profils de sols, notamment de la disponibilité et de la qualité de la MO (WINKLER, 2001). En général, plus la profondeur est importante, plus la disponibilité en carbone est faible (RUMPEL, 2002). Par conséquent, la localisation de la MO dans un profil de sol peut affecter sa disponibilité et modifier la structure et l'activité des communautés microbiennes (BUNDT, 2001; LÜTZOW, 2006).

Certaines études ont néanmoins montré que les communautés bactériennes (DE FEDE *et al.*, 2001) et les communautés fongiques (OSONO, 2006) des litières présentaient des variations spatiales en fonction de la profondeur. Par ailleurs, les activités enzymatiques ont été utilisées en tant qu'indicateurs de la décomposition et de la qualité de la MO dans les litières et les sols (SINSABAUGH, 1991; DILLY ET MUNCH, 1996). Grâce à ces observations, ALLISON et VITOUSEK (2005) ont proposé un modèle d'attribution des ressources dans les sols, pour lequel la disponibilité en substrats complexes (cellulose, collagène, cellulose-P) ou facilement assimilables (acétate, ammonium, phosphate) induit ou réprime la synthèse des enzymes extracellulaires. Cependant, ces différents substrats ne se retrouvent pas sous formes isolées dans les litières. Par conséquent, il est apparu intéressant de mettre en relation la qualité de la MO naturelle de la litière avec les différents processus fonctionnels microbiens impliqués

L'aspect qualitatif semble encore plus important, bien que l'on se heurte ici très rapidement à des problèmes de détermination. MISHUSTIN (1956) considère en effet que la population microbienne d'un sol est aussi caractéristique de ce biotope que la végétation supérieure le recouvrant. GOODFELLOW (1968) semble accepter cette hypothèse. D'autres chercheurs (BECK ET POSCHENRIEDER, 1958; HOLDING, 1965) ont observé des différences dans la composition qualitative de la flore procaryotique de différents sols. Cela laisse supposer qu'en fonction des facteurs ambiants et de la qualité de la matière organique arrivant régulièrement au sol, on aboutisse à un certain équilibre des micropopulations.

Les travaux présentés dans ce manuscrit s'intéressent principalement aux dénombrements des champignons et bactéries dans le sol forestier de Chréa.



**Figure 5:** Nombre d'espèces dans le sol en forêt tempérée D'APRES TORSVICK *et al.* (1994)

## 5. Facteurs influençant la structure des communautés bactériennes du sol

Beaucoup de paramètres biotiques et abiotiques interviennent pour modéliser la structure des communautés bactériennes des sols tant en termes de diversité que d'effectifs (HASSINK, 1993, BORNEMAN, 1996, BORNEMAN & TRIPLETT, 1997). La dynamique bactérienne est aussi très importante, l'écosystème sol étant soumis en permanence à des perturbations de tous ordres qui vont avoir de profondes répercussions sur la structure des communautés. Il n'est pas encore possible aujourd'hui de prendre en compte tous les paramètres influant sur la composition de la microflore tellurique et surtout leurs interactions qui confèrent une myriade de conditions différentes.

### A. Facteurs abiotiques

Les structures des communautés microbiennes sont variables et dépendent de nombreux facteurs. En effet, nous savons que la structure des communautés bactériennes ainsi que sa composition peuvent varier considérablement suivant l'espace (MARTINY *et al.*, 2006). Plusieurs études suggèrent même que les caractéristiques des sols (SINGH *et al.*, 2010), qui conditionnent la distribution spatiale, sont les facteurs les plus importants dans le modelage de la structure des communautés microbiennes. Par exemple le pH influence



fortement la composition des *Acidobacteria* et des *Actinobacteria*. Le pH est l'un des forts prédicateurs de la composition des communautés bactériennes et de la diversité, mais suivant le type de sol d'autres facteurs peuvent agir sur la structure des communautés comme la disponibilité des nutriments, la solubilité des métaux, le contenu en carbone et en azote, l'humidité des sols, la salinité, les variations climatiques (LAUBER, 2009).

Au cours du temps, le sol subit des changements, qui augmentent la complexité globale de l'environnement sol. Le développement de l'écosystème sol favorisait le développement de communautés bactériennes distinctes. Les changements d'utilisation des terres, particulièrement la Conversion des forêts en pâturage ou en champs cultivés, est un événement fréquent et un facteur affectant la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes terrestres. Les effets de l'utilisation des terres sur l'altération des propriétés physiques et chimiques des sols ont été beaucoup étudiés. En effet, des changements d'utilisation des terres (au niveau de la composition des espèces de plantes et des pratiques de gestion utilisées) peuvent avoir des impacts significatifs et de long terme sur le carbone du sol, le contenu en nutriments, la texture du sol et le pH. La variabilité des facteurs édaphiques à travers différentes utilisations des terres peut avoir un effet significatif sur la structure des communautés bactériennes (LAUBER, 2009).

## **B. Facteurs biotiques**

Pour comprendre les changements de structure des communautés bactériennes il faut prendre en compte différents paramètres incluant le groupe taxonomique en question (LAUBER, 2009), le niveau de résolution phylogénétique avec lequel sont étudiées les communautés (*ex : Pseudomonas*) (MARTINY *et al.*, 2006). Il a été montré que les plantes peuvent avoir un impact Identique ou même supérieur à celui des facteurs abiotiques, tel que le climat, dans le contrôle des fonctions des écosystèmes terrestres mais aussi au niveau de la structure des communautés bactériennes du sol. La présence de plantes joue sur la croissance des communautés bactériennes des sols et influe aussi sur les propriétés abiotiques du sol. Il a été observé que beaucoup de plantes sélectionnent des groupes de micro-organismes spécifiques via l'exsudation de composés dans la rhizosphère, qui représente une association positive où les plantes fournissent le carbone pour la croissance microbienne et les microorganismes en retour fournissent des éléments majeurs tels que l'azote et le phosphore, ainsi qu'une protection contre les attaques des pathogènes et parasites (SINGH *et al.*, 2010).

## II/ Champignons

Les champignons encore, appelés « Fungi » ou mycètes (du grec *mukes*, champignon), sont aujourd'hui érigés autonome, au même titre que les procaryotes (les bactéries, cyanobactéries), les protistes, les végétaux et les animaux. Leur nombre est évalué à ce jour à environ 80.000 espèces (PURVES et *al*, 2005).

Les champignons peuvent être définis comme des microorganismes hétérotrophes filamenteux (c'est un mycélium plurinuclée, pourvu ou non de cloisons transversales incomplète). Le caractère filamenteux n'est cependant pas un critère absolu, dont certains ont une grande importance pratique, se présente sous forme unicellulaire : ce sont les levures ainsi qu'un plusieurs groupes de champignons inférieurs. Les parois fongiques peuvent être de composition variée, mais elles contiennent en principe des polysaccharides tels la chitine, les glucanes, le chitosane, les mannoprotéines et les acides poly-glucuroniques ainsi qu'une proportion non négligeable de protéines et glycoprotéines (CARLILE*etal.*,1994) Un hyphe fongique avec 5 à 20 *µm* de diamètre présente des dimensions cellulaires bien plus importantes que celles des bactéries y compris les actinomycètes. Pour cette raison, les champignons pénètrent peu au sein des micropores du sol(MADELIN, 1994).

Ce sont des organismes eucaryotes à mode de reproduction sexuée ou asexuée. Les spores produites peuvent avoir un rôle dans la dispersion des champignons, mais peuvent également jouer un rôle dans la survie de l'organisme lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables (MADELIN, 1994). Leur mode de nutrition se fait par absorption en libérant dans un premier temps des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur. Ces organismes sont dépourvus de chlorophylle et sont tous hétérotrophes ; le glycogène est le polysaccharide de réserve principal (CARLILE&WATKINSON, 1994 ; REDECKER, 2002).

### 1. Classification

La plus part des auteurs répartissent les champignons en trois classe : celles des Phycomycètes, des Ascomycètes et des Basidiomycètes. Mais il vaut mieux subdiviser l'ensemble en quatre divisions (DOMMERGUES*et* MANGENOT, 1970).

- *Les Myxomycota*
- *Les Chytridiomycota*
- *Les Oomycota*

La majorité des champignons du sol appartient aux *Eumycota*(champignons vrais). On y réunit les *Zygomycètes*, *les Ascomycètes et les Basidiomycètes*. Ces trois groupes sont

caractérisés par la présence d'un mycélium vrai, à membrane renferme de la chitine et non de la cellulose, et par l'absence d'organes reproducteurs ou propagation flagellés.

## 2. Densité et répartition

Contrairement aux bactéries, l'écologie des champignons est conditionnée surtout par les caractéristiques globales du sol, moins par celles des microenvironnements. L'extension du mycélium d'un « individu » fongique est souvent considérable, jusqu'à plusieurs mètres. SMITH *et al.* (1992) signalent même un cas où un seul individu d'*Armillariabulbosa* (basidiomycète) s'étendait sur plus de 15 hectares ! Elle est sans commune mesure avec celle d'une microcolonie bactérienne, restreinte à une fraction de millimètre. Dans un mètre carré de sol fertile, le réseau formé par les filaments mycéliens peut atteindre 10 000 Km de longueur totale.

Dans une pinède, jusqu'à 10 cm de profondeur, PARKINSON ET BALASOORIYA (1967) ont essentiellement isolé *Penicillium* (en particulier *P. decumbens*), *Trichoderma viride*, *Mortierella* sp. et *Aspergillus* sp., et ils ont pu observer des Basidiomycètes. Entre -10 et -30 cm ils ont pu mettre en évidence *Penicillium decumbens*, *Cylindrocarpon radicolica*, *Mortierella alpina* et *M.*, ces différences spécifiques étant essentiellement attribuées à des changements de pH. Dans une rendzine forestière, PROTH (1978) n'a pas constaté de variations notoires en fonction de la profondeur, mais ses études n'ont porté que jusqu'à -10 cm. Dans les sols acides, CHRISTENSEN ET WHITTINGHAM (1965) ont pu recueillir des espèces appartenant aux genres *Cryptococcus*, *Oidiodendron*, *Torulopsis*, *Trichoderma*, *Mortierella*, *Phialophora*, *Penicillium*, etc. Par contre *Fusarium* et *Aspergillus* n'étaient que peu représentés.

La densité des champignons est généralement effectuée par la méthode des dilutions. Cette technique a l'inconvénient de favoriser les champignons à forte sporulation au détriment des espèces présentes sous forme de mycélium.

D'ailleurs WARCUP (1955) a constaté que la très grande majorité (70%) des colonies obtenues par ensemencement de plaques de gélose nutritive dérivait de spores alors que 4% provenaient de fragments d'hyphes, les autres ayant une origine indéterminée. Les numérotations révèlent surtout le nombre de spores dormantes ; elles reflètent une « combinaison de ce qui est, de ce qui était et de ce que peut être » et leur signification écologique est obscure (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

Pour ce qui est de la densité de la microflore fongique, elle est de l'ordre de 8000 à  $10^6$  unités par g de sol. Tandis que les densités bactériennes sont faibles mais, elles tombent rarement en dessous de  $10^4$  à  $10^5$  germes par gramme de sol sec dans les horizons superficiels (DAVET, 1996).

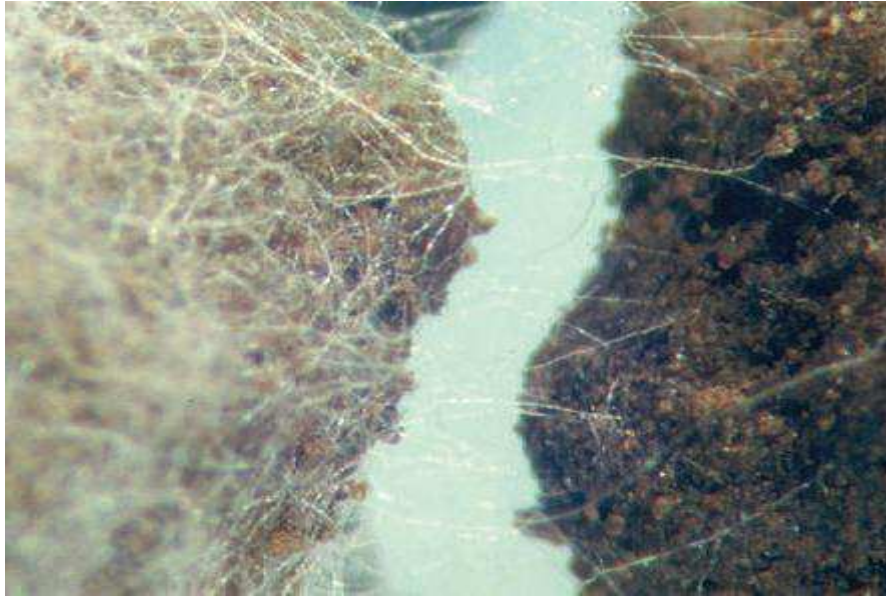
La numérotation des champignons est un test conventionnel, utile pour la caractérisation des sols. Les chiffres élevés indiquent la présence de spores nombreuses mais qui peuvent résulter d'une activité antérieure transitoire. Par contre la présence d'un mycélium travaillant effectivement dans le sol passe inaperçue s'il ne donne pas naissance à des spores. On comprend que cette méthode mette surtout en évidence les espèces les plus fécondes : *Mucorales*, *Penicillium*, *Aspergillus* (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

### **3. Fonctions et rôle structurant**

Les microorganismes du sol assurent des fonctions essentielles à la pérennité de l'écosystème forestier. Notamment les champignons interviennent de façon déterminante dans les cycles biogéochimiques par leur capacité de dégradation de la matière organique et influencent fortement les communautés végétales, de par des effets mutualistes et/ou parasitaires sur ces dernières.

#### **3.1. Participation aux cycles biogéochimiques**

Les microorganismes participent aux cycles biogéochimiques du Carbone, de l'azote et du phosphore notamment (ROBINSON *et al.*, 2005 ; SMITH & READ, 2008 ; SINGH *et al.*, 2010). Par exemple, les microorganismes contribuent au cycle du carbone par le stockage de carbone (forte biomasse d'organismes fongiques dans les sols), les processus de respiration hétérotrophe et la décomposition de la matière organique, comme la litière ou le bois mort (LINDAHL *et al.*, 2007 ; RAJALA *et al.*, 2010 ; CLEMMENSEN *et al.*, 2013). De cette manière, les champignons saprophytes et symbiotiques, grâce à la sécrétion d'enzymes qui dégradent la matière organique, participent au recyclage des éléments nutritifs et donc au maintien de la fertilité du sol (BUEE *et al.*, 2005 ; COURTY *et al.*, 2010). Ils possèdent, parfois à un degré extraordinaire, cas des agents de pourriture des bois. L'aptitude de dégrader de grandes quantités de matière organique en se contentant de faibles quantités d'azote, peut-être parce qu'ils savent mobiliser des sources d'azote médiocres ou résistantes. Ceci explique leur prépondérance dans les sols pauvres, dans les débris végétaux frais, surtout des plantes âgées où le rapport C/N peut atteindre des valeurs considérables. De plus, en transférant des nutriments à l'hôte végétal, les champignons symbiotiques agissent comme des fournisseurs de ressources en échange du carbone issu de la photosynthèse (WOLTERS *et al.*, 2000 ; SMITH & READ, 2008).



**Figure n°6 :** Hyphes fongiques reliant deux agrégats de sol séparés par un espace représentant la porosité du sol - K.; European atlas of soilbiodiversity (Anonyme, Site n°1)

### 3.2. Structuration des communautés végétales

Les communautés fongiques du sol affectent très fortement la structure des communautés végétales et en particulier leur diversité. Les champignons symbiotiques peuvent en effet modifier la diversité en végétaux de manière positive ou négative selon le contexte (VAN DER HEIJDEN *et al.*, 2008). Toutefois, ces conclusions concernent principalement les champignons mycorhiziens à arbuscules car ces phénomènes sont plus difficiles à mettre en évidence pour les champignons ectomycorhiziens qui sont en association avec des plantes pérennes (KLIRONOMOS *et al.*, 2011). Le rôle de ces microorganismes serait pourtant crucial pour la colonisation des milieux par les plantes, en augmentant notablement leur croissance et en contribuant également à les protéger contre les agents pathogènes du sol. Par exemple, (KLIRONOMOS *et al.*, 2011) mentionnent le cas de la 'Littleleafdisease' des pins engendrée par *Phytophthora cinnamomi* Rands qui infecte et détruit seulement les racines non mycorhizées et les apex racinaires. Quatre phénomènes ont été proposés pour expliquer cette protection des hôtes par les symbiontes :

- en établissant une barrière physique, le champignon symbiotique limite le contact entre l'agent pathogène et l'hôte végétal.
- le champignon établit une 'barrière biochimique' (communication/compétition moléculaire entre les microorganismes)
- le champignon entre en compétition avec l'agent pathogène pour la ressource carbonée (STENSTROM *et al.*, 1997)

- le champignon augmente la vigueur et la robustesse de l'hôte, ce qui améliore indirectement sa capacité de résistance aux agents pathogènes (WEHNER *et al.*, 2010)

#### **4. Distribution et facteurs de structuration des communautés eucaryotes telluriques forestière**

Les communautés microbiennes sont dites structurées car leur distribution spatiale n'est pas homogène (MARTINY *et al.*, 2006). Cette structuration spatiale peut refléter un forçage par les contraintes environnementales comme les caractéristiques du sol, mais aussi celles liées à la distribution des espèces de plantes hôtes ou aux activités humaines passées. Elle peut aussi provenir de la dynamique interne de la communauté fongique et refléter les capacités de dispersion des espèces ou bien les relations de compétition/parasitisme entre microorganismes. La compréhension de la structuration des communautés microbiennes nécessite de mettre en évidence les facteurs impliqués qu'ils soient biotiques (principalement liés à la végétation) ou abiotiques (sol ou climat).

##### **4.1. Hétérogénéité spatiale et temporelle**

###### **4.1.1. Structure verticale**

Les communautés fongiques sont structurées verticalement dans le profil de sol, c'est-à-dire que tous les champignons ne sont pas présents et uniformément répartis dans les différentes couches pédologiques (LINDAHL., 2007 ; COURTY, 2008).

En effet, LINDAHL(2007) a montré que les champignons saprophytes occuperaient préférentiellement la litière la plus récente au niveau de l'horizon de surface alors que les champignons mycorrhiziens seraient le groupe écologique dominant les couches sous-jacentes constituées de litière décomposée et d'humus. Sur la base de leurs observations, DICKIE. (2002) suggère des espèces spécialistes de la litière (*Tylophilusfelleus*, *Ramariaconcolor*) ou généralistes *Clavulinacristata*.

###### **4.1.2. Structure horizontale**

Les champignons peuvent aussi être structurés spatialement à l'échelle de la parcelle (PICKLES *et al.*, 2010). La distance minimale au-delà de laquelle deux communautés de champignons du sol ne sont plus corrélées peut ainsi varier selon les sites de 2,5 à 25m (LILLESKOV., 2004 ; IZZO *et al.*, 2005). Il a été montré que les espèces mycorrhiziennes ont souvent une distribution agrégée avec une taille des agrégats qui peut varier d'une espèce à l'autre (HORTON & BRUNS, 2001 ; LILLESKOV., 2004).

## 4.2. Structuration par les facteurs biotiques

Les communautés fongiques présentent des liens très forts et de nature différente avec la végétation. Le type d'essence (conifère ou feuillu), la famille de plante et l'identité des espèces végétales conditionnent en effet la composition de la communauté de champignons. Les communautés fongiques associées à des espèces de plantes phylogénétiquement proches sont plus semblables que celles associées à des plantes phylogénétiquement éloignées (FERRIS *et al.*, 2000 ; ISHIDA *et al.*, 2007 ; BUEE *et al.*, 2011). Cela s'explique par la spécificité d'hôte plus ou moins marquée que l'on observe pour de nombreuses espèces de champignon c'est-à-dire que l'association hôte champignon est observée plus souvent que si elle était due au hasard (ISHIDA *et al.*, 2007) Par exemple, *Armillaire caligata*, *Clitocybe odora*, *Lactarius fuliginosus* sont des champignons connus pour être à proximité des cèdres.

La diversité végétale spécifique ou génétique influence également la diversité microbienne. Par exemple, FERRIS *et al.* (2000) observent une relation significativement positive entre la richesse en essences forestières et la richesse en champignons ectomycorhiziens. Il semble que la diversité spécifique végétale conditionne la communauté microbienne par des effets directs *via* la composition de la litière ou indirects *via* la qualité chimique du sol (APONTE *et al.*, 2010 ; THOMAS *et al.*, 2010).

De manière générale, les pratiques sylvicoles ou culturales et les perturbations de manière générale qui forment l'historique d'une parcelle déterminent la composition des communautés de microorganismes (BUEE., 2005). Ainsi, les activités humaines influencent de manière indirecte la structuration des communautés microbiennes *via* la détermination de la végétation (choix des essences).

## 4.3. Structuration par les facteurs édaphiques

Par ailleurs, les communautés microbiennes sont aussi sous l'influence du milieu dans lequel elles évoluent. C'est la raison pour laquelle les facteurs édaphiques jouent sur la diversité et la structure des communautés microbiennes.

Le pH est une caractéristique principale du sol qui peut affecter les communautés de microorganismes. Ainsi, BÅÅTH & ANDERSON (2003) montrent que l'abondance fongique par rapport aux bactéries diminue quand le pH augmente. L'impact du pH du sol sur les communautés de champignons diffère toutefois assez fortement selon les études. FERRIS *et al.* (2000) ont montré que la relation entre richesse des communautés de champignons et pH du sol dépendait du groupe considéré, avec une corrélation négative dans le cas des saprophytes, positive pour les espèces parasites et une absence de corrélation pour les espèces mycorhiziennes.

De nombreuses études concluent à une relation entre teneur en azote du sol et communautés de champignons (voir la récente revue de LILLESKOV *et al.*, 2011 ; JARVIS *et al.*, 2013). Une méta-analyse montre ainsi que l'abondance des mycorhizes diminue lors de traitement fertilisant azoté (TRESSEDER, 2004). De plus, la richesse taxonomique fongique diminue avec l'augmentation des dépôts atmosphériques d'azote et avec la disponibilité en azote ce qui induit sur le long terme un changement de la composition des communautés fongiques (LILLESKOV *et al.*, 2002 ; BUEE *et al.*, 2011 ; LILLESKOV *et al.*, 2011).

En effet, des pratiques agricoles ancestrales peuvent modifier la structure des communautés fongiques (DIEDHIOU *et al.*, 2009). Egalement, le chaulage, qui est une pratique consistant à ajouter du calcium et du magnésium au sol afin de restaurer les forêts déperissantes, peut modifier la répartition verticale de la communauté ectomycorhizienne dans le profil de sol (RINEAU & GARBAYE, 2009).

#### **4.4. Structuration par les facteurs climatiques**

Comme cela a déjà été évoqué en référence aux gradient géographiques ou aux alternances saisonnières, les variables environnementales liées à l'énergie (température et potentiel d'évapotranspiration annuel) et les variables liées à la ressource en eau (précipitations) ont été identifiées comme les principales variables explicatives régissant la richesse en espèces de nombreux organismes des milieux terrestres tels que les plantes et les animaux (HAWKINS *et al.*, 2003). Ces facteurs expliquent généralement la relation entre latitude ou altitude et richesse en espèces. Quelques travaux montrent que les variables climatiques jouent un rôle dans la diversité et la distribution des microorganismes fongiques.

Les variables liées à la disponibilité en eau sont également prépondérantes pour expliquer la répartition des espèces (HAWKINS *et al.*, 2003). La biomasse fongique semble liée positivement au volume des précipitations estivales mais la réponse varie selon les espèces. Le champignon ubiquiste *C. geophilum* est quant à lui très résistant au manque d'eau (PIGOTT, 1982). Une étude très récente montre une corrélation positive entre la diversité fongique et les précipitations (MCGUIRE *et al.*, 2012).

### **III/ Les Acariens**

Les couches superficielles du sol sont habituées par une faune minuscule, très abondante, représentée principalement par des protozoaires, des métazoaires et des invertébrés. Parmi ces derniers se trouvent les microarthropodes par lesquels nous entendons l'ensemble des acariens et des insectes aptérygotes (DAVET, 1996).



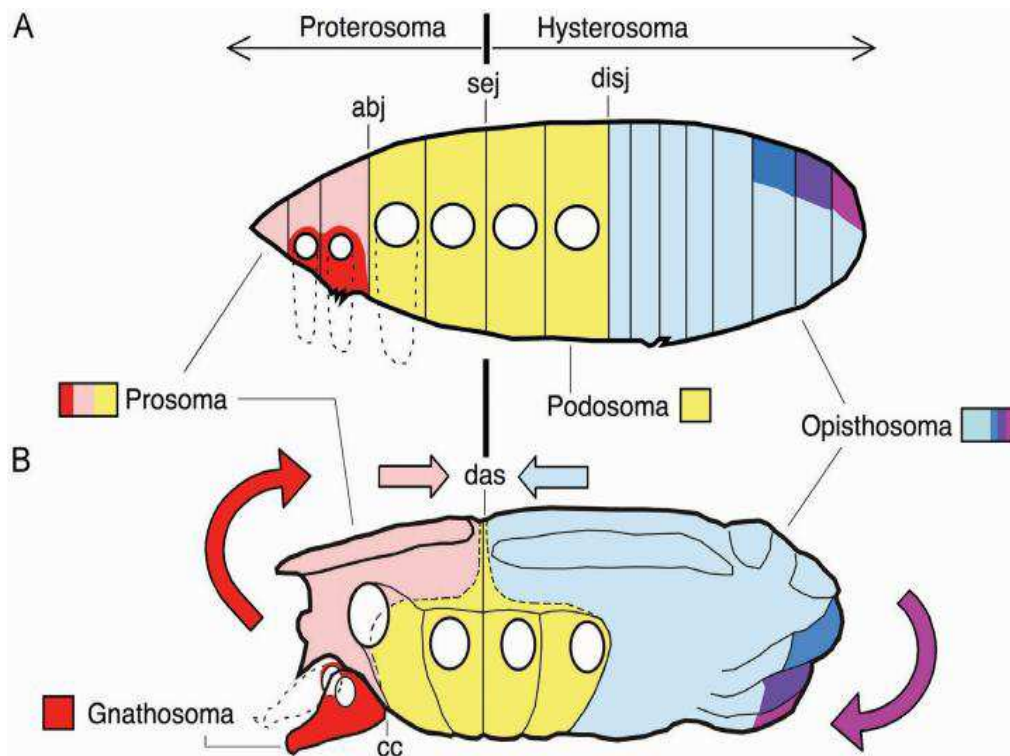
Les acariens présentent une très grande diversité morphologique, une variation importante dans la biologie ainsi qu'une très grande spécialisation dans la nutrition et l'alimentation. Ils occupent les milieux les plus variés et vivent dans des habitats divers. Cette complexité de caractères, classe les acariens parmi les animaux les plus difficiles à étudier. Leur présence en grand nombre est caractéristique d'un sol productif, c'est-à-dire un sol où sont périodiquement régénérés les substances nutritives indispensables au développement des plantes vasculaires (TRAVET, 1972). Les acariens sont composés de plusieurs sousordres dont les Gamasida, les Actinedida, les Acaridida et les Oribatida. Ces différents groupes ont une morphologie et des mœurs très diversifiées.

### **1. Morphologie des acariens**

Ce sont des Arachnides compacts dont le corps a perdu, chez la plupart, les traces de segmentation primitive.

Dans la classe des Arachnides, la sous-classe des Acariens se caractérise par une partie postérieure du corps des animaux non segmentée (Arachnides hologastres) et largement réunie à la partie antérieure. (BACHELIER, 1978). Parfois, un sillon sépare le corps des Acariens en deux parties et ventralement apparaissent trois sillons qui sont :

- ✓ Sillon disjugal qui sépare l'opisthosoma de métapodosoma
- ✓ Sillon sèjugal qui sépare le metapodosoma du propodosoma
- ✓ Sillon abjugal qui sépare le propodosoma de l'aspidosoma



. **Figure n°7** : Terminologie en soma de Grandjean (dessins d'après Coineau, 1974b).

**A.** Archétype ; **B.** Trombidiforme Caeculidae. Les séparations indiquées sont les sillons abjugal (*abj*), disjugal (*disj*), séjugal (*sej*) et leur convergence (*das*). Le sillon circumcapitulaire (*cc*) est aussi renseigné.

Ces trois sillons délimitent quatre régions qui sont :

**Gnathosoma** : il a souvent l'aspect d'un rostre. Il comprend les chélicères et les palpes avec leurs appendices. La bouche s'ouvre au niveau du segment palpien.

Chez beaucoup d'Acariens, les chélicères sont constituées d'une pince avec un gros mors fixe et un petit mors mobile.

**Aspidosoma** : la partie dorsale du Gnathosoma constitue l'aspidosoma qui forme la région dorsale antérieure du corps.

**Podosoma** : Le podosoma est l'équivalent du thorax chez les insectes. Il est constitué d'un tégument mou et souple. Il comprend le propodosoma et le métapodosoma, qui sont séparés par le sillon séjugal et porte chacune deux paires de pattes locomotrices.

**Opisthosoma ou abdomen** : il est constitué dorsalement de tégument souple plus au moins sclérotisé, jouant parfois le rôle d'un véritable bouclier. Il porte l'orifice génital et l'anus ainsi que des stigmates respiratoires (WAUTHY, 1994).

## 2. Classification des acariens

Les acariens se divisent en deux superordres, selon que leurs poils tégumentaires contiennent ou non de l'actinopiline qui est une substance biréfringente.

- **Anactinotrichidé** (pas d'actinopiline). Les Gamasides, qui sont des prédateurs, en sont les principaux représentants, avec les Ixodes (qui comprennent les Tiques).

**Les Gamasides** sont caractérisés par :

- ✓ La présence d'une paire de stigmates ventraux ou dorso latéraux qui débouche à proximité des pattes et qui se prolonge vers l'avant par une gouttière creusée dans l'épaisseur du tégument
- ✓ La présence d'une soie fourchue au niveau du tarse des palpes
- ✓ Une plaque ventrale caractéristique
- ✓ Des chélicères généralement en pince
- ✓ Des soies sensorielles situées au niveau du tarse de la patte 1.

Certains Gamasides sont facilement reconnaissables grâce à leur corps aplati dorso ventralement.

**Actinotrichidés** (présence d'actinopiline). Parmi eux, Les oribates représentent à eux seuls en moyenne 70% des Acariens du sol. Les autres ordres sont les Actinédides (ou Prostigmates) et les Acaridides (ou Astigmates)

## 3. Ordre des Oribates

Les oribates sont connus sous le nom de Cryptostigmates. Ils forment un groupe d'Acariens très abondants dans les horizons organiques de la plupart des sols. Il n'est pas rare de dénombrer plus de cent espèces par m<sup>2</sup> représentant plus de 400.000 individus. Plus de 6000 espèces ont actuellement été décrites, mais leur nombre réel est estimé entre 30000 et 50000. En effet toutes les connaissances actuelles ne présentent qu'une infime partie (GOBAT et *al.* 2010). Mais ils ont également investi tous les habitats potentiels du globe terrestre et même les plus extrêmes depuis les sols à plusieurs mètres de profondeur, les eaux saumâtres, les eaux thermales, les déserts les plus arides, jusqu'aux sommets des montagnes et les territoires polaires... On les retrouve en plus grand nombre dans les sols des forêts tempérées de résineux (TRAVE. 1972).

Les oribates posent des problèmes de segmentation. Au niveau dorsal la distinction entre opistosoma et hysterosoma est impossible à faire. Les oribates inférieurs laissent supposer qu'une partie du podosoma subsiste en arrière du sillon dorso-séjugal. Ils présentent en outre une trace de segmentation dorsale qui aide à comprendre leur segmentation primitive.

### 3.1. Morphologie des Oribates :

Corps de forme très variées, brun clair à noir. Les pièces buccales sont broyeuses, avec des chélicères en formes de pinces, leurs pattes peuvent être très courtes ou démesurément longues. Deux paires de volets ventraux dissimulent les ouvertures génitales et anales. La partie antérieure du corps porte deux grandes soies sensorielles. Ce sont des microarthropodes longs de 0.1 à 2mm (moyenne de 0.3 à 0.6mm). Ils font partie de la mésofaune (GOBAT, ORAGNO et MATTHEY, 2010).

La couleur est due généralement à la pigmentation du tégument, à l'exception de certains Oribates inférieurs (Paleosomata) où le tégument est incolore. Elle varie aussi selon l'âge. Cependant, il existe des espèces qui peuvent avoir une coloration jaune soit complètement noire (GHAZALI, 1997).

D'après TRAVET (1972), le tégument des Oribates est mou chez les stases immatures et dures chez les adultes et il se compose de 2 parties :

- **Epicuticule** (epiostracum), elle représente la partie essentielle du tégument. Elle est mince souple, élastique et incolore. Elle est traversée par des gaz et par une matière à l'état fluide qui en se solidifiant constitue le cérotégument (couche exsudée qui recouvre le corps).
- **Ectocuticule** (ectostracum), elle est de structure lamellaire et constitue la couche la plus épaisse.

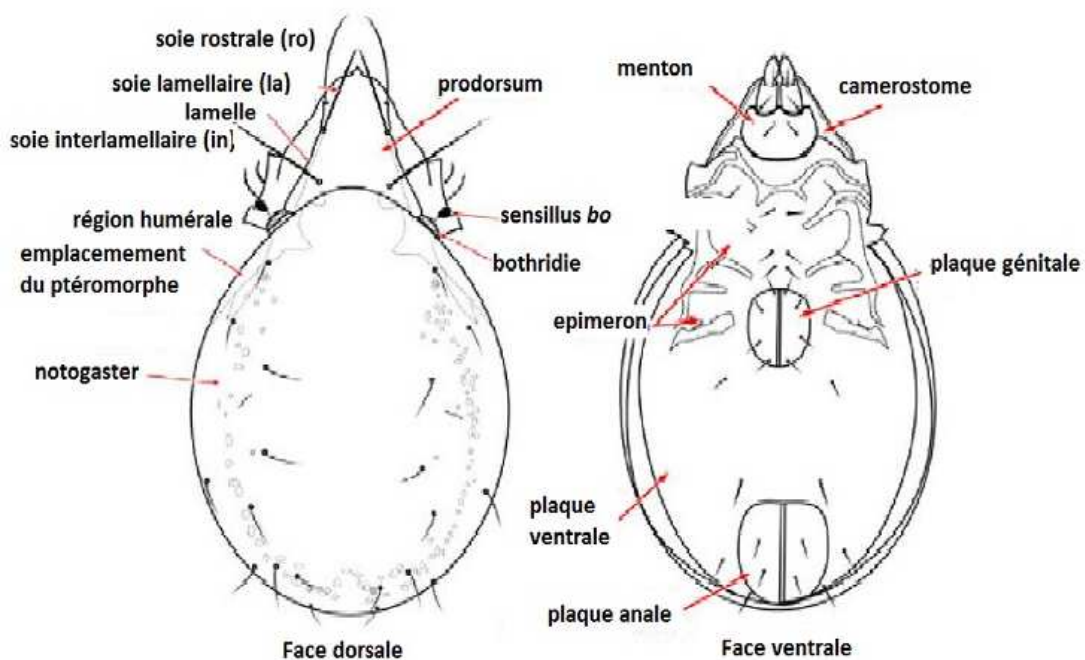
Les phanères sont constitués par les poils modifiés ou non et par les solénidions

- ✓ **Les poils ordinaires**, sont nombreux et variés
- ✓ **Les sensillus**, poils bothridiques qui s'insèrent dans la seule paire de trichobthries existantes chez les Oribates.
- ✓ **Famullus**, est un poil spécial et très important on le trouve au niveau du tarse de la patte I
- ✓ **Euphatidies**, sont des poils particuliers. Leur axe est creusé d'un canal
- ✓ **Les solénidions**, sont différents des poils ; ce sont des chimiorécepteurs et se situent sur les tarse de tibias et des géniaux

Selon la Transformation des sillons primitifs: abjugal (abj), séjugal (sj) et disjugal (disj): Pour ceci on note trois tendances:

En arrière le sillon disjugal tend à disparaître soit incomplètement (cas des Nothroidea) ou complètement (cas des Circumdehiscentia adultes). En avant le sillon abjugal disparaît complètement. Chez les circumdéhiscencia subsiste ventralement en séparant le gnathosoma (lèvres buccales et pedipalpes) du podosoma. Ainsi le podosoma est largement soudé au reste du corps formant un ensemble indéformable. De tel Oribates sont dits **HOLOIDES**

A l'inverse les sillons abjugal et disjugal ainsi que le sillon das peuvent être remplacé par une peau articulaire si bien large que le podosoma acquiert une grande mobilité. Dans ce cas l'aspidosoma est capable de se rabattre complètement sur la face ventrale du corps en cachant les pièces buccales et les pedipalpes. De tels Oribates sont dits **PTYCHOIDES**. Le sillon séjugal montre une tendance à l'élargissement, dans ce cas le podosoma peut se plier latéralement de droite à gauche. De tels Oribates sont dits **DICHOIDES** (GHAZELI, 2012).



Morphologie externe d'un Oribate

Figure n°8: Morphologie externe d'un Oribate

### 3.2. Taxonomie des oribates

D'après TRAVET (1964) la classification des Oribates repose essentiellement sur la phylogénèse c'est à dire les stades immatures et les stades adultes. Le même auteur repartie cet Ordre en 6 groupes naturels :

- **Paleosomata**, comprennent les espèces les plus plésiomorphes. Ce sont des espèces pâles sans la sclérotisation qui caractérise les autres oribates imaginaires, mais avec des microsclérites caractéristiques de certains groupes. Un bouclier dorsal impair (pointillé), Un grand bouclier postérieur pygidiale «PY », les pattes des adultes ont des fumeurs.
- **Enarthronata**, se reconnaissent généralement au dos de l'opisthosoma qui est divisé transversalement en plusieurs parties à tous les stades, par des sillons. Ces sillons, dont le nombre est variable, correspondent à différents types revus par NORTON (1990).
- **Parhyposomata** Les pattes sont partiellement représentées. Seul le trochanter, fémur, rotule et une partie proximale du tibia sont observés. La partie antérieure du prodorsum (ou rostre) est un pli étroit cuticulaire c'est le tectum rostral (GRANDJEAN, 1934b). Le tectum rostrale ne protège pas les chélicères au repos. Le sillon sejugal est relativement profond latéralement. Chez les adultes, il forme une zone articulaire complète entre le proterosoma et l'hysterosoma
- **Mixonomata**, La cuticule recouvrant tout le corps montrant notamment tous les poils. L'existence d'une bande (cuticule articulaire) constituée du sillon sejugal et des puissants muscles notogastral dont leurs tendons permettent à la fois au proterosoma et l'hysterosoma de se mouvoir dans toutes les directions. Ces oribates comprennent aussi les Phthiracaroida fameux pour leur ptychoïdie.
- **Brachypylina** (= Circumdehiscentiae) se sont des Oribates supérieurs, les plus riches en termes de nombre d'espèces. Leur nom de Circumdehiscentiae provient de la forme de la ligne de déhiscence qui, selon les groupes, fait le tour complet de la région dorso-sejugale ou dessine un U s'arrêtant juste avant le sillon *das*. La plupart des familles retiennent des « scalps », c'est-à-dire les exuvies des stades précédentes

### 4. Nutrition des acariens des sols

Les acariens du sol sont des consommateurs très actifs des débris végétaux : la ration quotidienne de litière des Oribates peut atteindre le cinquième de leur propre poids. A ce titre ils jouent un rôle important dans les premiers stades des processus de décomposition de la matière végétale (DAVET, 1996).

Ils ont un régime alimentaire spécialisé ou opportuniste. La plupart sont phytosaprophages et microphytophages : ils broutent les hyphes qui colonisent les feuilles qu'ils dévorent et se nourrissent de déchets organiques (DINDAL, 1978). Leur régime peut varier en fonction des conditions du milieu et des climats. Tout comme les collemboles, la plupart des Oribates ont des pièces buccales capables de fragmenter la matière organique (SEASTEDT, 1984).

Les Oribates macrophytophages s'attaquent presque tous aux débris végétaux ou aux végétaux inférieurs en décomposition, mais ils ne participent pas au mélange direct des matières organiques avec les matières minérales du sol. Les xylophages qui se nourrissent de bois morts sont inclus dans ce groupe. Les Oribates microphytophages se nourrissent principalement de pollen, d'algues, de spore, de lichens et de mycéliums, de bactéries, ainsi que des litières et des racines en décomposition (OMRI, 2005).

## **5. Habitat et exigences écologiques des acariens**

Les acariens sont surtout nombreux dans les couches superficielles du sol (entre 0 et 5 centimètres), mais certains peuvent vivre beaucoup plus profondément dans les sols bien structurés ; l'adaptation aux habitats profonds comporte une diminution de la taille et une élongation du corps, caractère qui leur permettent de se déplacer dans les pores du sol. Ils supportent beaucoup mieux la sécheresse que les collemboles et demeurent actifs en été.

La plupart d'entre eux présentent un tégument particulièrement coriace qui les protège contre les prédateurs et les fait ressembler à de minuscules scarabées. Chez les Oribates, certains se démarquent par l'originalité de leurs moyens de défense

Chez les Oribates dont les Phthiracarides peuvent s'enrouler complètement sur eux même à la façon des Cloportes. Ces mécanismes les protègent à la fois de la dessiccation et, en cas de danger des prédateurs.

## **6. Variations saisonnières**

Les variations saisonnières dépendent pour les Acariens, non seulement des espèces, mais aussi de la protection des sols, de leur microclimat et du cycle des végétaux présents.

Par exemple, d'après USHER (1971), *Pergamasus lapponicus* et *Veigaiatransisalaes* sont des espèces d'automne, *Eugamasus* est une espèce d'hiver, *Arctoseius magnanalis* et *Rhodacarus roseus* sont des espèces d'été.

BERTHET (1964) a montré que certains Oribates étaient capables de se mouvoir de quelques dizaines de centimètres par jour. Ce déplacement journalier varie d'ailleurs

considérablement avec la saison et l'humidité. De nombreux Acariens de la litière et du sol peuvent creuser des galeries ou agrandir celles déjà existantes (KRIVOLUTSKII, 1965).

En été, les Acariens, et principalement les Oribates, supportent mieux la sécheresse que les Collemboles. En hiver, les Oribates immatures deviennent proportionnellement plus nombreux, car les adultes s'enfoncent dans le sol ou meurent, alors que les jeunes résistent mieux au froid que les adultes.

Concernant l'influence du couvert végétal sur les populations d'Acariens, EITMINAVICIUTE(1958) a trouvé en Russie que le nombre d'oribates est, sous forêt, maximum en avril et en octobre et, sous pâturage, maximum en mai et en septembre. Le couvert forestier protège en effet mieux le sol des derniers froids du printemps et des premiers froids de l'automne. Dans les deux cas, les Oribates sont plus nombreux en automne mais plus diversifiés au printemps.

Les différences d'abondance, aussi bien entre milieu qu'entre saisons sont dues à un même ensemble d'espèces. Deux catégories d'Oribates sont responsables de l'essentiel de cette variation : les immatures des espèces de taille moyenne *O.tibilais*, *N.silvestris*, *T.velatus* et les espèces de petites à métabolisme élevé (BERTHET, 1964). Ceci soulève le problème du rôle de ces formes, si souvent négligées dans le peuplement (TRAVE, 1972. *O.tibilais* est un Oribate dont le comportement opportuniste a été déjà signalé (TRAVET, 1963) tandis que *N.silvestris*, *T.velatus* sont des espèces parthénogénétique (GRANJEAN, 1949).

## **7. Reproduction et stratégie de développement :**

Les Acariens passent par six stades de développement qui sont : la prélarve, la larve, la protonympe, la deutonympe, la tritonympe et l'adulte. Les larves sont hexapodes, les nymphes généralement octopodes ; elles ont souvent des pièces buccales rudimentaires. Les passages de la forme larvaire à la forme nymphale et de la forme nymphale à la forme adulte s'effectuent par des stades de pupaison. Il est des Oribates qui conservent leurs mues sur le dos ; il s'y colle des particules terreuses qui les font ressembler à de petits agrégats doués d'une mystérieuse mobilité. Certaines espèces leur mode de fécondation se fait par l'intermédiaire de spermatophores qui sont déposés sur le substrat (GRANJEAN, 1949).

Les Acariens du sol sont ovipares, quelques-uns sont ovovivipares. Ils ne pondent qu'un petit nombre d'œufs (2 à 6) ou parfois même un seul. La ponte des Acariens du sol est généralement plus réduite que celle des Collemboles (BACHELIER, 1978).

La plupart des Oribates présentent une génération annuelle, beaucoup d'espèces sont univoltines, mais quelques-unes (parmi les petites) sont plurivoltines. La majorité des



immatures d'oribates inférieurs ressemblent aux adultes, ce qui n'est pas le cas des Oribates supérieurs.

Le groupe des oribates sont majoritaire parmi la mésofaune relève de la stratégie K. Leur croissance plus lente et plus stable. Ils dominent en nombre dans les écosystèmes (âgés)

*-Evolution des Oribates.* Ils prolifèrent lentement sur tout le sol mais par préférence là où la MO morte végétale et les champignons ne manquent pas

## **8. Répartition et Densité des acariens dans le sol :**

La répartition verticale des différents groupes d'organismes vivant dans le sol peut être considéré comme le reflet de la répartition des conditions optimales de survie, chaque individu se trouvant, à un moment donné, placé au niveau où il trouve la possibilité de se nourrir, se reproduire, se mouvoir si besoin est, être à l'abri des prédateurs, etc..., dans la limite de ses exigences écophysologiques. Dans le cas particulier des microarthropodes saprophages, la répartition des ressources trophiques revêt une importance considérable, étant donné le rôle primordial de l'alimentation dans la survie de ces groupes, qui consomment une quantité très importante de matière organique, variant de 10% à 20% de leur propre poids par jour (VANNIER, 1971 ; THOMAS, 1974). La distribution verticale des Oribates et des Collembolés suit donc la plupart du temps celle des ressources alimentaires, et la disparition et la transformation de la matière organique avec la profondeur influent profondément sur les densités de peuplement et la composition spécifique.

Sans vouloir rentrer plus avant, disons que, dans les sols, on rencontre comme Acariens: des Mesostigmates, des Thrombidiformes, et des Oribates. D'après les différents auteurs, les sols forestiers peuvent facilement héberger les Acariens qui demeurent aussi bien dans les mull des forêts de feuillus que dans les mor des forêts de conifères ou dans les sols de bruyères, leur nombre peut varier de 100 000 à 500 000 acariens au mètre carré dont la moitié du peuplement étant généralement constituée par des Oribates. Dans les sols de prairie et les sols cultivés, les Acariens sont beaucoup moins nombreux

Le poids des populations d'Acariens est toujours difficile à estimer, car de grosses différences existent selon les espèces et la proportion des adultes. On peut grossièrement estimer que dans un peuplement diversifié, 100 000 Acariens pèsent environ 1 g, un peu moins en hiver et un peu plus en été, les Oribates pesant un peu plus que les autres (BACHELIER, 1978).

## 9. Action des acariens dans le sol

Les Acariens jouent un rôle particulièrement important dans la fragmentation de la litière, et particulièrement les oribates ; mais ingèrent peu de litière en comparaison aux collemboles. Selon RIHA (1951) les Oribates prennent donc une part dans l'attaque mécanique de la litière (la litière est constituée de déchets végétaux principalement feuilles mortes, brindilles et branches). Ils découpent et rongent le parenchyme foliaire entre les nervures.

Sous l'action de petits Invertébrés tels les Acariens Oribates, les Collemboles, les cloportes (Isopodes), et aussi sous l'action de lombrics, de champignons et de bactéries, ces déchets sont fragmentés en minuscules éléments qui s'intègrent dans le sol, constituent l'humus et libèrent progressivement les éléments nutritifs indispensables à la croissance des végétaux. Certaines espèces d'oribates mangent des champignons ou des bactéries. Par leur action de broutage des colonies de ces microorganismes, ils stimulent leur activité de décomposition et par leurs déjections, ils disséminent leurs spores dans tout le substrat.

Les Acariens ne mélangent pas les débris végétaux aux éléments minéraux du sol, comme le font la plupart des vers annelés, mais l'entraînement en profondeur de leurs excréments aide dans les sols poreux à l'humification des horizons supérieurs. Les Phthiracaridae (Oribates) contribuent pour leur part à favoriser l'humification des matériaux ligneux. Dans une forêt tempérée, selon BACHELIER (1978) pour un apport annuel de 200 à 400g de litière au m<sup>2</sup>, les acariens ingèrent 30 à 40 g de litière, et elle passe par plusieurs tubes digestifs avant d'être livrée à la microflore et complètement dégradée. La litière ingérée par la faune est, pour sa partie non assimilée, fragmentée chimiquement enrichie et fortement modifiée de point de vue microbien.

VAN RHEE J.A. (1969b) estime que les acariens fragmentent la litière en multipliant la surface par 50, la modifient chimiquement et lui apportent des nouvelles enzymes. Cette modification chimique des débris végétaux s'accompagne d'un développement de la microflore dans les excréments de la faune.

Selon (WAUTHY, 1994), la fragmentation de la matière organique comprend simultanément le lessivage par les pluies des composés solubles dans l'eau et le broyage des débris organiques par les animaux, ainsi que le transit dans le tube digestif conduisant à une meilleure inhibition et un ramollissement des matériaux. Selon le même auteur, avec le dépôt des excréments, les acariens sont responsables d'un constant réagencement de la matière organique dans les horizons superficiels du sol.

Les Acariens du sol tendent, comme les Collemboles, à agrandir et à aménager localement les cavités naturelles du sol et donc à en entretenir la porosité, tout en y créant des centres de peuplement déterminés par la reproduction.

## **10. Interactions Bactéries, champignons et Acariens**

Dans un premier temps, les microarthropodes du sol influencent la décomposition de la matière organique, principalement grâce à la comminution des substrats organiques. La comminution est la fragmentation et la restructuration physique de la matière organique par la mastication. En effet, la plupart des collemboles, des acariens oribates et astigmatés non-parasites ont des pièces buccales capables de fragmenter les résidus organiques, tout en se nourrissant des microorganismes adhérant à leurs surfaces (microphytophages). Seuls les acariens prostigmatés et mésostigmatés ne peuvent ingérer de grosses particules de nourriture, car leurs pièces buccales sont adaptées à percer les tissus ( $< 0,1$  mm) et de la mésofaune (WAUTHY, 1994), et jouent un rôle moins important dans les processus comminution.

Les boulettes fécales, de 50 à 100  $\mu\text{m}$  de diamètre, issues de l'ingestion des résidus par la mésofaune responsable de la comminution, s'agglomèrent dans le sol en agrégats de 1mm ou plus de diamètre. Ce phénomène, restreignant l'accessibilité de l'hyphes fongique à la surface des agrégats, tend à inhiber l'activité fongique à l'intérieur de ceux-ci et à favoriser l'activité bactérienne (SEASTEDT, 1984). Toutefois ces hyphes seraient, avec les polysaccharides, le facteur de formation de plus gros agrégats, les petits agrégats fécaux agissant comme noyaux des agrégats du sol. La comminution, en augmentant l'unité de surface du substrat, va favoriser l'activité bactérienne, et ainsi faciliter une décomposition plus avancée des résidus (GOBAT, 2003).

L'action des microarthropodes, se fait également par un prélèvement régulier des champignons présents sur les résidus organiques. Ils assurent ainsi une régulation des populations fongiques dans le sol. De plus, étant donné leur grande mobilité, ils assurent également une dissémination du mycélium, des spores fongiques et des bactéries, permettant ainsi l'infection plus rapide de zones encore peu attaquées. NORTON R., (1990) a démontré, grâce à l'extraction d'acariens et de collemboles d'une grande variété d'habitats, que ce rôle est important pour la dissémination des champignons. Ils trouvèrent sur les microarthropodes de chacun des habitats une vingtaine d'espèces de champignons.

Le broutage des champignons par les acariens et collemboles peut affecter la composition de la microflore. Les expériences en laboratoire ont généralement démontré un

broutage préférentiel des champignons par les acariens (VANNIER., 1971), et les collemboles. Ils ont également montré que parmi les champignons, ils avaient des préférences pour certaines espèces. Le broutage sélectif des champignons dans les premiers stades de succession fongiques permet de réaliser une accélération de ces stades de succession

Selon VANNIER. (1971), deux types d'interactions entre microarthropodes et microflore, qui affectent la distribution et l'abondance des champignons :

- ✓ Le contrôle de leur distribution par broutage sélectif a fréquemment pour effet d'accélérer la décomposition
- ✓ La dispersion des propagules fongiques par les microarthropodes semble particulièrement importante dans la colonisation des substrats et les successions des champignons

Trois autres interactions influencent le métabolisme des microorganismes

- ✓ Le retour des bioéléments par les excréta pourrait être un stimulant important de la microflore
- ✓ La croissance bactérienne est temporairement favorisée par le broutage des champignons (diminution de la compétition)
- ✓ En l'absence de microarthropode, la vitesse de décomposition est inversement proportionnelle au nombre d'espèces fongique ; par leur broutage ; acariens et collemboles diminuent la compétition entre les espèces des champignons, ce qui accélère la décomposition de substrat.

***Chapitre III –  
Matériels et Méthodes***

## **Chapitre III – Matériels et Méthodes**

### **But de travail**

Cette étude a été réalisée dans la région de Chréa qui est située au sud de la Wilaya de Blida, à environ 18km au sud-est de Blida et à environ 64km au sud-ouest d'Alger. La forêt de cette région est occupée par un peuplement de cèdre très dense. Ce dernier constitue la strate arborescente caractérisée par une physionomie de paysage fermé. La strate arbustive est très réduite. Il est vrai que plus loin là où la Cédraie est peu dense, d'autres essences apparaissent notamment des Chênes verts rabougris (*Quercus ilex*) ainsi qu'une strate herbacée.

Dans le but de dégager l'importance et la biodiversité de la microflore tellurique et la mésofaune au niveau de l'arbre de cèdre au Parc National de Chréa ; ainsi que de connaître l'effet de la litière de cèdre sur les caractéristiques biologiques du sol, nous avons tenté de mener une étude du sol portant sur trois volets essentiels :

Dans le premier volet, nous avons essayé de faire une évaluation qualitative et quantitative de l'acarofaune du sol et les techniques d'exploitation des résultats par des indices écologiques et des méthodes statistiques.

Le deuxième consiste une analyse physico-chimique du sol

Pour ce qui est du troisième volet, nous avons essayé de réaliser des analyses microbiologiques pour connaître et quantifier la nature et la densité des bactéries et des champignons présents dans le sol.

Notre travail comprend une partie expérimentale menée au laboratoire et une partie réservée aux méthodes d'échantillonnages au niveau de la Cédraie de Chréa

### **A/ Sur terrain**

#### **1. Techniques et méthodes d'échantillonnage**

L'échantillonnage à effectuer des prélèvements de sol chaque mois depuis Mai 2014 jusqu'à Avril 2015. La méthode consiste à prélever le sol au niveau d'un seul arbre du Cèdre qui est plus vieil et ombré, selon différentes orientations (Nord, Sud, Est, Ouest, centre) et des distances différentes depuis le pied d'arbre (0 mètre , 1 mètre et deux mètres) en creusant 10cm de profondeur sur un carré de 15cm de côté à l'aide d'une binette.

Les échantillons sont placés dans des sacs en matières plastique portant chacun la date du prélèvement, l'altitude, l'orientation et la distance à laquelle l'échantillonnage a été prélevé. Ces sacs doivent être fermés hermétiquement et sont ramenés au laboratoire.



**Figure n° 9** : La Cédraie mixte dans le parc national de Chréa(photo Originale)



**Figure n° 10 :** Prélèvement des échantillons du sol (photo originale)

## **B/ Au laboratoire**

### **I. Etude de la faune acarologique :**

#### **1. Extraction des acariens grâce à la technique de Berlèse :**

L'extraction des acariens est réalisée avec un appareil désigné sous le nom d'extracteur de Berlèse. Selon COINEAU (1974), c'est une méthode qui consiste à fixer un entonnoir sur un support stable, portant un panier de grillage de  $2\text{mm}^2$  de maille recevant l'échantillon. Celui-ci est chauffé par une ampoule électrique placée au-dessus (figure12). Son principe consiste à rendre hostile les conditions thermodynamiques du milieu et à contraindre les animaux à fuir (VANINE, 1970). En effet, par la chaleur, les microarthropodes sont chassés vers les profondeurs du prélèvement. Arrivant au niveau du tamis, ils glissent vers les pentes de l'entonnoir qui débouche dans un béccher rempli d'alcool à 70% où ils sont collectés. COINEAU (1974) conseille d'éviter de mettre une grande épaisseur du sol, qui ne devra pas dépassé 3 à 4 cm. Au bout de quatre jours, la grosse la majorité des Oribates finit par quitter le prélèvement. Le dispositif reste en place pendant 5à 7 jours selon l'état hydrique du sol

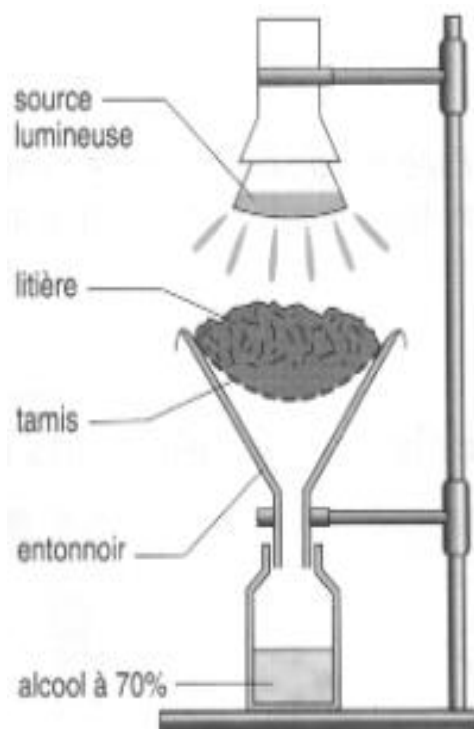
##### **1.1. Avantages de l'appareil de Berlèse**

L'utilisation de l'extracteur de Berlèse présente l'avantage d'être simple pour de nombreux type de recherche. Pour la mise en œuvre de cette technique il n'est pas nécessaire





*Extraction et collecte en série des Acariens*



*Un entonnoir de Berlèse*



*Quantité de sol prise*

**Figure n°11 :Appareil de Berlèse**

D'utiliser un matériel compliqué. Il suffit de disposer d'une ampoule électrique, d'un entonnoir et d'un tamis. Cette technique n'est pas onéreuse.

## **1.2. Inconvénients de l'appareil de Berlèse**

Le principal problème qui se pose au niveau de l'emploi de l'extracteur de Berlèse, concerne le contrôle de la température émise par l'ampoule. Souvent lorsque la chaleur est trop importante les acariens présents dans l'échantillon n'ont pas le temps de fuir et meurent sur place suite à la modification de la structure de l'habitat qui se rétracte en se desséchant (COINEAU, 1974). De ce fait ils échappent aux comptages. Pour corriger cet inconvénient il faudrait éloigner suffisamment l'ampoule de l'entonnoir.

## **2. Tri et comptage**

Le contenu de béciers est versé dans une boîte de Pétri pour le tri et le comptage qui se font à l'aide d'une loupe binoculaire. Les acariens ainsi triés sont placés dans des tubes à essais contenant de l'alcool et qui portent toutes les indications relatives à l'échantillon (date, lieu, nombre, orientation, distance.)

## **3. L'éclaircissement**

Elle se fait à l'aide de l'acide lactique pour détruire les parties molles. Les acariens sont retirés de l'alcool et placés dans des verres de montre contenant quelques gouttes d'acide lactique. Après quelques heures d'immersion, les verres de montre sont placés sur une plaque chauffante jusqu'à l'obtention d'un total éclaircissement. On peut noter que l'immersion peut durer une journée à plusieurs jours.

## **4. Le montage**

Consiste à la dernière étape. Les acariens sont placés entre lame et lamelle dans le liquide de Faure. Il est souhaitable d'utiliser des lames creuses pour obtenir de meilleures préparations, pour éviter l'écrasement des acariens et pour pouvoir manipuler avec plus de facilité.

## 5. Les critères d'identification des Oribates

L'identification des oribates est basée essentiellement sur les caractéristiques suivant :

- ✓ présence ou non d'un rostrum couvrant les chélicères
- ✓ présence ou non d'une jonction flexible entre prodorsum et notogaster
- ✓ présence ou non de scissure(s) transverse(s) sur le notogaster
- ✓ forme du notogaster
- ✓ morphologie et distance entre les plaques génitales et anales
- ✓ aspect des trichobotries
- ✓ nombre de griffes : monodactyle ou tridactyle (1 à 3)

L'identification des acariens est établie par Dr. GHEZALI selon les clés de détermination (TRAVE, 1964).

## 6. Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats est réalisée grâce à la qualité de l'échantillonnage, à des indices écologiques de composition et de structure et enfin les méthodes statistiques.

### 6.1. Qualité d'échantillonnage appliquée à l'acarofaune du sol

Selon BLONDEL (1979), la qualité d'échantillonnage est donnée par la formule suivante

$$Q = a/N$$

**Q** : est la qualité l'échantillonnage

**a** : est le nombre des espèces observées une seule fois en un seul exemplaire

**N** : est le nombre total de relevé

Plus ce rapport  $a/N$  est petit (tend vers 0) plus la qualité est bonne (RAMADE, 1984)

Si le rapport se rapproche de 1, l'échantillonnage est de ce fait de moins bonne qualité, et il aurait fallu augmenter le nombre de relevés.

### 6.2. Utilisation des indices écologiques :

Parmi les indices écologiques utilisés il y a ceux de composition et ceux de structure

### **6.2.1. Indices écologiques de composition**

Ce sont la richesse totale, la richesse moyenne, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence ainsi que la densité appliquée aux espèces

#### **6.2.1.1. Richesse totale(*S*) de l'acarofaune du sol**

La richesse totale *S* est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (RAMADE, 2003).

#### **6.2.1.2. Richesse moyenne (*S*)**

Elle s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement (RAMADE 1984)

#### **6.2.1.3. Densité appliquée à l'acarofaune**

Elle s'exprime au nombre d'individus rapporté à l'unité de surface (RAMADE 1984). Elle correspond au nombre moyen d'individus par unité de surface ou de volume (BACHELIER, 1978). Ici, c'est le nombre des individus de chaque espèce ou de l'ensemble des espèces d'Acariens présents sur un m<sup>2</sup>.

#### **6.2.1.4. Abondance relative (F%)**

C'est le rapport entre le nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre (*n<sub>i</sub>*) et le nombre total des individus de toutes les espèces confondues (*N*) (RAMADE, 2003) :

$$F\% = \frac{n_i}{N} \times 100$$

*n<sub>i</sub>* = Nombre des individus d'une espèce.

*N* = Nombre total des individus toutes espèces confondues.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce. On admet qu'une espèce est abondante quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieure à 2.

#### **6.2.1.5. Fréquence d'occurrence**

La constance est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total de relevés (DAJOZ, 1985).

La constance est calculée par la formule suivante:

$$C \% = P_i \times 100 / P$$

$P_i$  = Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

$P$  = Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur  $C$ , on distingue les catégories suivantes:

- ✓ Des espèces constantes sont présentes dans plus de 50% des relevés
- ✓ Des espèces accessoires sont présentes dans 25 % à 50%
- ✓ Des espèces accidentelles sont présentes dans moins de 25%

### 6.2.2. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure employés sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'Équitabilité et le type de répartition.

#### 6.2.2.1. Indice de diversité de Shannon (H).

L'indice de diversité de Shannon permet d'évaluer la diversité d'un peuplement dans un biotope (DAJOZ R., 1971).

$H' = -\sum^n p_i \log_2 p_i$  : Fréquence relative des espèces

$H'$  est exprimé en bits

#### 6.2.2.2. L'indice de l'Équitabilité

Selon BLONDEL (1979), L'Équitabilité correspond au rapport de la diversité observée

( $H'$ ) à la diversité maximale ( $H' \max$ ).

$$E = H' / H' \max$$

$$H' \max = \log_2 S.$$

$H' \max$  = Diversité totale.

$S$  : est le nombre total des espèces présentes.

L'Équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (RAMADE, 2003).

### 6.3. Exploitation des résultats par les méthodes statistiques

Pour le traitement des espèces d'acariens par des méthodes statistiques, une technique est prise en considération. C'est l'analyse factorielle de correspondance

### **6.3.2. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C) :**

L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) est un mode de représentation graphique de tableaux de contingence. Elle vise à ressembler en un ou en plusieurs graphes la plus grande partie possible de l'information contenue dans un tableau (DELAGARDE, 1983). Elle est d'utilisation courante pour révéler la structure d'une grande matrice car elle maximise les corrélations entre les variables du milieu et les espèces (BLONDEL, 1986). Dans le cas présent cette méthode est utilisée pour mettre en évidence une variabilité faunistique entre les métrages (les distances).

## **II. Analyse physico-chimique du sol**

Dans cette partie nous avons traité l'aspect physico-chimique du sol qui a été effectué au niveau de laboratoire de science du sol département pédologie de l'ENSA. Elle concerne la détermination de PH, La conductivité électrique, le dosage du calcaire total, le dosage du carbone organique, Le dosage du phosphore, la capacité d'échange cationique et le dosage de l'azote total.

### **1. Mesure du pH**

La mesure de PH permet de caractériser la réaction du sol. La réaction du sol traduit l'état d'acidité ou d'alcalinité du sol. Quand on détermine la réaction du sol en mesurant le PH de la solution, c'est l'acidité que l'on détermine. Selon que la valeur de l'acidité sera forte ou faible, la réaction du sol sera acide ou alcaline.

Selon COINEAU, (1974) le degré de l'acidité est l'un des facteurs abiotiques qui influe sur la faune du sol.

### **Mode opératoire :**

- Peser 20g de terre tamisée à 2mm et les introduire dans un bêcher de 100ml
- Ajouter 50ml d'eau distillée dégazée (bouillie pendant 30 minutes)
- Agiter la suspension à la main et laisser refroidir, mesurer le PH en plongeant l'électrode dans la suspension
- Lire la valeur quand la lecture s'est stabilisée

Remarque : après chaque mesure, l'électrode doit être rincée à l'eau distillée.

## 2. La conductivité électrique :

La conductivité électrique du sol par l'eau est utilisée comme un diagnostic de la salinité des sols ainsi que pour le classement d'aptitude des eaux pour l'irrigation.

### Mode opératoire :

- Peser 10g du sol tamisée à 2mm et l'introduire dans un bêcher de 100ml
- Ajouter 50ml d'eau distillée
- Agiter la suspension et laisser à reposer
- Mesurer la conductivité avec le conductimètre

## 3. Dosage du calcaire total :

Le calcaire total est défini comme étant la totalité du calcaire dosé par destruction à l'HCL. Il est réalisé par la méthode du calcimètre de Bernard.

Le principe de dosage du calcaire est basé sur la mesure de CO<sub>2</sub> dégagé du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) se trouvant dans 0.5g de terre neutralisée par l'acide chlorhydrique (HCL). Le dispositif réactionnel est appelé calcimètre de Bernard ou procédé gazométrique, il est composé d'une burette pour la mesure du volume du CO<sub>2</sub> dégagé, d'un tube à essai pour le HCL et d'un erlenmeyer contenant le sol.

Le taux du calcaire est donné par la formule suivante :

$$\% \text{ CaCO}_3 = 0.3 \cdot v \cdot 100 / V \cdot P$$

V : Volume en ml de CO<sub>2</sub> dégagé par 0.3g de CaCO<sub>3</sub> pur

v : Volume moyen en ml de CO<sub>2</sub> dégagé par l'échantillon

P : Prise d'essai en g

L'interprétation des résultats peut se baser sur la proposition suivante :

| <i>Teneurs en calcaire total</i> | <i>Caractère</i>        |
|----------------------------------|-------------------------|
| < 1%                             | non calcaire            |
| 1à5%                             | peu calcaire            |
| 5à25%                            | modérément calcaire     |
| 25à50%                           | fortement calcaire      |
| 50à80%                           | très fortement calcaire |

#### 4. Le dosage du carbone organique :

**Le principe :** le principe est basé sur la combustion humide des composés organiques à l'aide d'un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique à une température de l'ordre de 125°C. Après la réaction de combustion humide, le bichromate de potassium résiduel est titré en retour à l'aide d'une solution de sel de Mohr

##### **Mode opératoire :**

- Peser 0.2g de terre séchée (dans le cas des échantillons riches en matière organique, contenant plus de 2.5% de carbone, réduire la prise de terre à 0.1g).
- Introduire la prise d'essai dans un ballon à col large de 500ml.
- Ajouter 10ml de la solution de bichromate de potassium. Préparer un témoin (sans échantillon de terre pour valider la normalité de la solution de sulfate de fer).
- Ajouter 15ml d'acide sulfurique mesuré à l'aide d'une éprouvette ; agiter le ballon et le mettre dans une plaque chauffante jusqu'à ébullition, ensuite on compte à partir de la première goutte de condensation. Laisser refroidir
- Transférer la solution dans une fiole de 200ml en ajoutant l'eau distillée
- Prélever à l'aide d'une éprouvette 20ml de contenu et le traverser dans un erlenmeyer de 250ml
- Diluer avec 100ml d'eau distillée
- Ajouter une pincée de fluorure de sodium en poudre et 5 à 6 gouttes de diphénylamine
- Titrer avec la solution de Mohr 0.2N. Lorsque la couleur commence à changer du brun vers le pourpre ou le bleu-violet, ralentir la titration. Le virage est obtenu lorsque la couleur vire vers le vert.
- La teneur en carbone du sol s'obtient ainsi :

$$\%C.O = (N-n)/p*0.615$$

N : Le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage de témoin

n : Le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage de l'échantillon

p : Le poids de l'échantillon en gramme

$$\%MO = \% \text{ de CO} * 1.72$$



## 5. Mesure de la Capacité de rétention sur terrain

Pour mesurer la capacité de rétention du sol sur terrain, on a saturé avec l'eau en faisant un trou dans un carrée du sol ensuite on a fait un prélèvement après une heure d'attente. L'échantillon est placé dans l'étuve pendant 24h.

## 6. Le dosage du phosphore

Le phosphore joue un rôle important dans la croissance des racines, la production ; la floraison et le mûrissement des fruits. Pour la détermination du phosphore il existe plusieurs méthodes, parmi ces méthodes on a utilisée

### Mode opératoire :

#### 6.1. L'extraction du phosphore assimilable

- Peser 5g de terre et les places dans une fiole de 200ml
- Ajouter 100ml de la solution d'extraction (NaHCO<sub>3</sub>, 0.5N)
- Ajouter une pincée de charbon actif
- Agiter pendant 30mn et filtrer toute la suspension sur papier à filtration lente.

#### 6.2. Dosage par colorimétrie

- Prélever 5ml du filtrat et ajouter 3ml du réactif CSM ( chloro-sulfo-molibidique)  
Et laisser le CO<sub>2</sub> dégager
- Ajouter 2 ml d'acide ascorbique, puis chauffer au bain marie pendant 5 mn jusqu'au le développement d'une couleur bleue
- Passer au colorimètre pour effectuer une lecture de la densité optique
- Passer également la gamme étalon pour le calcul de coefficient de lecture (C)

Le phosphore assimilable dosé est exprimé sous la forme de P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> en ppm

La formule de calcul est la suivante :

$$\mathbf{P_{2O_5}ppm = X/1000 * U/v * V/P * 1000}$$

X: Concentration obtenue fonction du coefficient de lecture

U: Volume colorimétrique (25ml)

v: Volume de la prise d'essai (5ml)

V : Volume de la solution d'extraction (100ml)

P : Poids de la prise d'essai de terre

## 7. Capacité d'échange cationique

La capacité d'échange cationique exprime l'aptitude d'un matériau à retenir les cations sous forme échangeable. C'est une propriété des sols à la fois utile et intéressante.

### Mode opératoire

- Peser 5g de sol dans des tubes à centrifuger de 50ml
- Ajouter 33ml de solution d'acétate de sodium (82g/l), agiter pendant 15mn
- Centrifuger 15mn et éliminer le surnageant
- Répéter trois fois l'opération avec d'acétate de sodium
- Lavage du sol par l'alcool (éthanol absolute) avec 33ml de solution d'alcool
- Agiter et centrifuger pendant 15mn
- Répéter cette opération deux fois
- Reprendre l'échantillon par 33ml d'acétate d'ammonium, remettre le sol en suspension puis laisser en contact (agiter 15mn)
- Centrifuger 15mn et récupérer la solution limpide dans une fiole jaugée de 100ml, répéter l'opération trois fois.
- Passer au spectrophotomètre pour effectuer une lecture de la densité optique

$$CEC = L/C * B * D * 100 / P * 1000$$

## 8. Dosage de l'azote total : Méthode de Kjeldahl

**Principe** Dans un sol, l'azote peut se trouver sous forme minérale et organique. Pour obtenir tout l'azote dans une même forme minérale ; il faut détruire les composés organiques. On effectue pour cela une minéralisation. L'azote est ensuite dosé par dosage acide-base.

### 8.1. Minéralisation

La minéralisation est effectuée à l'aide d'un excès d'acide sulfurique concentré et chaud, en présence d'un mélange de catalyseurs ( $K_2SO_4$  et  $CuSO_4$ ).

- introduire 1g de terre fine tamisée à 0.2mm dans un matras de Kjeldahl.
- Ajouter environ 1ml d'eau distillée
- Ajouter 10ml d' $H_2SO_4$  concentré, homogénéisé
- Ajouter une pincée du catalyseur et porter à la rampe d'attaque

## 8.2. Distillation et dosage de l'azote total

### 8.2.1. Déplacement du $\text{NH}_4^+$ en $\text{NH}_3$ et isolement de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ )

Pour transformer les ions ammonium du minéralisat en ammoniac, on doit alcaliniser le minéralisat ; pour cela on utilise un large excès de base forte : la lessive de soude NaOH. Le minéralisat est ainsi tout d'abord neutralisé puis alcalinisé.

Recueillir dans une fiole jaugée de 250ml le contenu du matras; ajuster avec les eaux de rinçage.

Dans un matras à distiller:

- Prélever 25ml de la solution et 25ml de lessive de soude NaOH

### 8.2.2. Distillation et dosage :

$\text{NH}_3$  se dégage sous forme de vapeurs que l'on capte, que l'on recueille pour le dosage.

L'ammoniac est recueilli dans une solution d'acide borique ( $\text{H}_3\text{B}_3\text{O}_3$ ). L'acide borique sert simplement de piéger à ammoniac

- Dans un erlenmeyer, introduire 10ml d'acide borique
- Ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré (rouge de méthyle)

La troisième étape est le titrage de l'ammoniaque par de l'acide sulfurique

$$\text{N}\% = \frac{\text{A}-\text{B}}{\text{P}} \times \text{N} \times 14.007 \times 100$$

**P mg**

**A:** Quantité de l'acide sulfurique nécessaire pour le titrage de l'échantillon (ml)

**B:** Quantité de l'acide sulfurique nécessaire pour le titrage du témoin (ml)

**N:** Normalité de l'acide sulfurique

**P:** Prise d'essai (mg)

### **III. Analyse microbiologique du sol**

**Principe** Il est classique de comparer le sol à un organisme vivant. Cette image rend au mieux de ses caractères : complexe par sa structure et la diversité des phénomènes biochimiques dont il est le siège ; le sol réagit comme un « tout » ; comme un organisme aux stimuli extérieurs (climat, façon culturales.....) ; organisme dont les diverses fonctions biochimiques et physiologiques sont en équilibre dynamique.

Ce sont essentiellement les microorganismes qui règlent cet équilibre ; ils conditionnent le processus de synthèse organique et de minéralisation (donc humification) ; c'est-à-dire que leur rôle est capital pour la fertilité des sols et en fin de compte pour l'agriculture.

Dans cette partie qui a été effectuée au niveau de laboratoire phytotechnie de l'ENSA, nous avons essayé de réaliser des analyses microbiologiques pour connaître et quantifier la nature et la densité des bactéries et des champignons présents dans le sol.

#### **1. L'estimation de la masse microbienne**

La technique utilisée pour la numération des microorganismes tellurique comprend plusieurs étapes allant de la préparation de la suspension dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats.

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 reproductible.

#### **1.1. Techniques d'analyses**

##### **1.1.1. Prélèvement de terre**

Le prélèvement des échantillons doit être réalisé avec une technique précise dont dépend la valeur de l'analyse microbiologique.

- ✓ Les prélèvements qui ont été pris au niveau de la station de Chréa sous Cèdre, sont placés dans des récipients stériles au laboratoire ensuite sont passés sur un tamis à 2 mm de mailles.
- ✓ Les échantillons obtenus ont été conservés à la température du laboratoire. Le délai de conservation avant l'analyse est de 3 semaines. (POCHON J., *et al.*, 1962).



**Figure n°12 : Matériels Utilisés (photos originale)**

### **Mode opératoire**

- Broyer soigneusement 10g de l'échantillon à analyser dans un mortier stérile avec de l'eau physiologique stérile (9g de NaCl / 1litre d'eau distillée) ensuite on transvase le contenu dans une fiole stérile de 100 ml qui est fermée avec un bouchon de liège stérile.
- Une série de dilution décimales a été réalisé à partir de la solution mère dont la concentration est de  $10^{-1}$ . Pour obtenir une solution à  $10^{-2}$ , on prélève 1 ml de la suspension mère pour la transférer dans le tube n°2 qui contient 9 ml d'eau physiologique stérile et ensuite on mixe avec vortex.
- En suivant la même technique et en changeant de pipette à chaque fois, on préparer à partir de chaque dilution d'autre dilution jusqu'à  $10^{-7}$ .
- **Ensemencement**, 2 gouttes de suspension de chaque dilution, soit 0,1 ml de chaque dilution ( $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-7}$ ) sont disposées sur les milieux de culture dans les boites de Pétri avec soin sur toute la surface et trois répétition de chaque dilution sont réalisées. L'ensemencement doit être effectué aseptiquement, près de la flamme d'un bec bunsen.

## 1.2. Milieux de culture choisis(solide)

- **Milieux de culture pour le dénombrement des champignons (Milieu Sabouraud)**
  - 5g de peptone
  - 20g gélose
  - 1g extrait de levure
  - 10g glucose
  - 1000ml d'eau distillée
  - Faire Autoclavage, laisser refroidir et ajouter de la streptomycine(100mg dans 5ml d'alcool) pour dénaturer les bactéries
- **Milieu de culture pour le dénombrement des bactéries « Gélose nutritive »**(28g de gélose/ 1 litre d'eau distillée).

## 1.3. Ensemencement avec suspension de terre et dilution

**Principe :** On a réalisé une suspension aussi homogène que possible de terre et à partir de laquelle une série de dilutions a été obtenue. Chacune de ces dilutions sert à ensemercer. Elle est répartie sur toute la surface d'une boîte de Pétri sur un milieu solide. Par la suite on compte les colonies qui se développent pour chaque dilution.

## 1.4. Lecture et interprétation des résultats

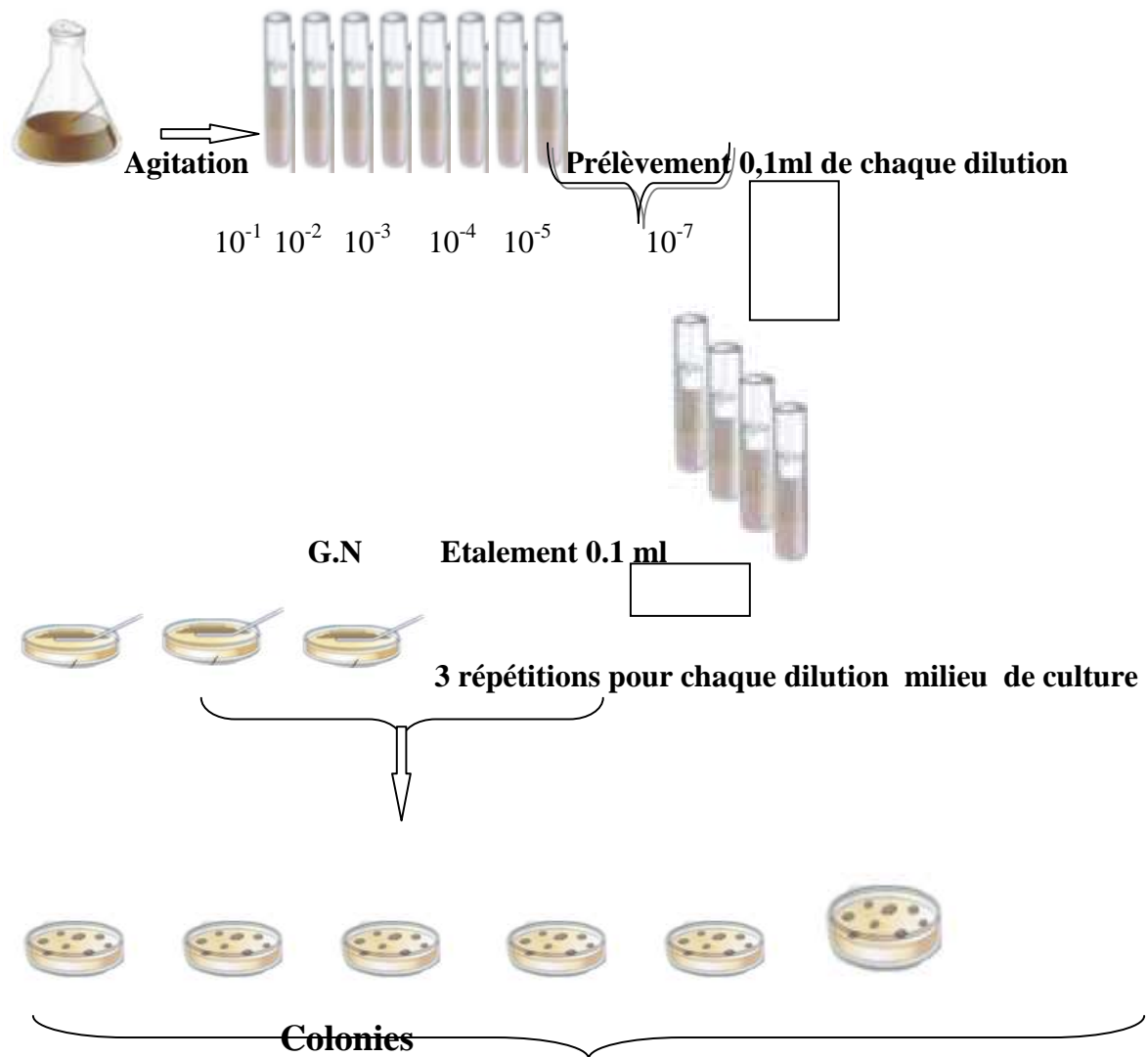
Après une incubation à 30° quant aux bactéries et 25° quant aux champignons pendant 7 jours, nous permettons d'examiner successivement et compter le nombre de colonies par boîte et faire pour chaque dilution la moyenne des 3 boîtes et rapporter au gramme de terre.

## Protocole expérimental

10g sol + 90 mL

H<sub>2</sub>O physiologique stérile

Dilution décimales



## Conservation

Figure n° 13 : Protocole de numération de la microflore (suspensions-dilutions)

## 2. Identification de la microflore fongique

Cette étude permet de prendre une vue d'ensemble de la nature et de la variété des microorganismes au sein du sol étudié

Après incubation, nous pouvons observer et de repérer des colonies bien distinctes. Celle-ci nous permet d'obtenir des cultures pures à partir des différentes colonies isolées. Les souches sélectionnés sont codées puis cultivées dans de nouvelles boites de Pétri avec un milieu de culture le plus convenable à leur développement. Après incubation à 25°C pendant 2 à 3 jours, les souches ainsi purifiées sont placées au réfrigérateur à 4°C.



**Figure n° 14: Repiquage des champignons (photo originale)**



***Chapitre IV -  
Résultats et discussions***

## **Chapitre IV : résultats et discussions**

Les résultats obtenus au cours de la présente étude sont répartie en trois parties. La première partie est réservée à la présentation des résultats de faune acarologique recueillis au niveau de la Cédraie de Chréa. La deuxième partie concerne l'analyse physico-chimique du sol de la même station. La troisième partie traite les résultats obtenus par les analyses microbiologique et fongique.

### **I. Evaluation qualitative et quantitative de l'acarofaune du sol recueillie au niveau de la Cédraie de Chréa**

Les résultats relatifs à la faune acarologique obtenue au cours de la présente étude seront présentés dans cette partie et pour une meilleure exploitation, ces résultats sont soumis à différents tests en particulier la qualité de l'échantillonnage, les indices écologiques de composition et de structure ainsi que des analyses statistique

#### **1. Inventaires de l'acarofaune de la Cédraie de Chréa**

Les résultats de l'inventaire des espèces d'acariens recueillies au niveau de la station de Chréa durant la période d'étude de mai 2014 à avril 2015 sont consignés dans les tableaux suivants :

**Tableau n° 3 :** Inventaire mensuel des espèces d'acariens recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa

| Année  |                                | 2014 |     |    |    |     |     |     |    | 2015 |     |    |     |
|--|--------------------------------|------|-----|----|----|-----|-----|-----|----|------|-----|----|-----|
| Ordres   | Mois/Espèces                   | Mai  | jui | Jt | At | Spt | Oct | Nov | Dc | Jav  | Fev | Mr | Avl |
| <b>GAMASIDA</b>                                    | <i>Gamasida</i> sp.            | 6    | 0   | 3  | 6  | 9   | 1   | 31  | 15 | 20   | 0   | 5  | 3   |
| <b>O<br/>R<br/>I<br/>B<br/>A<br/>T<br/>E<br/>S</b> | <i>Phthiracarus nitens</i>     | 7    | 0   | 0  | 1  | 0   | 0   | 3   | 40 | 31   | 2   | 17 | 18  |
|  | <i>Oribatulida</i> sp.1        | 2    | 0   | 0  | 0  | 2   | 5   | 0   | 0  | 1    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Scheloribates</i> sp.1      | 6    | 2   | 2  | 50 | 3   | 15  | 29  | 27 | 28   | 2   | 1  | 13  |
|  | <i>Phthiracarus</i> . sp       | 4    | 0   | 0  | 0  | 0   | 4   | 2   | 0  | 1    | 0   | 1  | 0   |
|  | <i>Oppia neerlandica</i>       | 4    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 1   | 0  | 1    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Oppia bicarinata</i>        | 2    | 1   | 5  | 4  | 0   | 6   | 53  | 5  | 19   | 6   | 1  | 31  |
|  | <i>Caeculus</i> sp             | 1    | 0   | 0  | 0  | 1   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Euphtiracaroidae</i> sp.    | 4    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 2   | 3  | 3    | 6   | 8  | 0   |
|  | <i>Damaeus</i> sp.             | 0    | 0   | 0  | 0  | 1   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Brachychthonius</i> sp.     | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 1   | 0  | 0   |
|  | <i>Gustavia microcephala</i>   | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 2   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Carabodes</i> sp.           | 9    | 0   | 2  | 6  | 0   | 0   | 6   | 0  | 0    | 13  | 7  | 16  |
|  | <i>Scheloribates</i> sp 2      | 0    | 0   | 0  | 21 | 6   | 0   | 0   | 0  | 0    | 3   | 0  | 0   |
|  | <i>Ceratoppia bipilis</i>      | 2    | 0   | 1  | 0  | 0   | 20  | 22  | 2  | 5    | 0   | 1  | 4   |
|  | <i>Ceratozetidae</i> sp        | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 1   | 0  | 0    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Oppia</i> sp 3              | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 3   | 0  | 1    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Epilohmannia cylindrica</i> | 0    | 0   | 1  | 0  | 0   | 0   | 5   | 0  | 0    | 0   | 0  | 0   |
|  | <i>Rostria</i> sp              | 3    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 2   | 25 | 14  |
|  | <i>Euphtiracaroidae</i> sp2    | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 1  | 0   |
|  | <i>Epilohmannia eagyptia</i>   | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 2   | 0  | 0   |
|  | <i>Galumna</i> sp.             | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0  | 4   |
|  | <i>Belba</i> sp                | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 2  | 0   |
|  | <i>Epilohmannia</i> sp.        | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 6  | 10  |
| <i>Euphtiracaroidae</i> sp3                        | 0                              | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 3   | 0  |     |
| <i>Oppia</i> sp1                                   | 0                              | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 1   | 0  |     |
| <i>Oppia</i> sp2                                   | 0                              | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 2   | 3   | 2  | 0    | 0   | 0  |     |
| <i>Oribatida</i> sp1                               | 0                              | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 1   | 2  | 0    | 0   | 0  |     |
| <i>Oribatida</i> sp.2                              | 0                              | 0    | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 1   | 0  | 0    | 0   | 0  |     |
|  | Totaux                         | 50   | 3   | 14 | 88 | 22  | 53  | 160 | 97 | 115  | 36  | 79 | 109 |



*Schelorbates* sp. 0,03mm

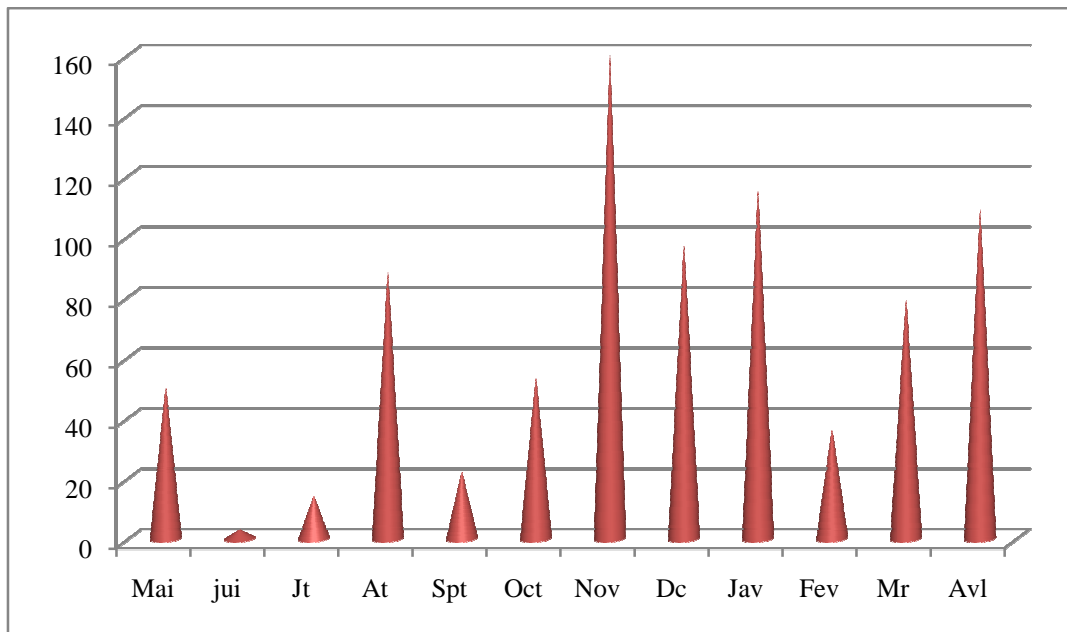


*Phthyracarus* sp.0,07mm



*Galumna* sp

**Figure n°15** : les espèces d'acariens recueillies au niveau de la cèdraie de Chréa  
(photo originale)



**Figure n°16 :** Dispersion mensuelle des acaridien recueillis au niveau de la Cédraie de Chréa en fonction de nombre d'individu

L'inventaire réalisé au cours de l'année d'étude a révélé la présence de deux Ordres en l'occurrence les Gamasida et les Oribatida. L'ordre des Gamasida n'est représenté que par une seule espèce par contre l'ordre des Oribates est le plus important et affiche un total de 28 espèces.

Cependant, les variations mensuelles des effectifs des acaridien recueillis au cours de la présente étude montre des différences considérables. En effet, certains présentent des effectifs relativement importants tels les mois de novembre et Janvier où on enregistre respectivement 160 et 115 individus. Tandis que juin et juillet où sont enregistrés les valeurs les plus basses soit 3 et 14 individus, semble les mois les moins favorables pour le développement des acaridien.

## **2. Exploitation des résultats relatifs à l'acarofaune recueillie au niveau de la Cédraie de Chréa au cours de l'année 2014-2015**

Les résultats obtenus sont soumis au test de la qualité de l'échantillonnage suivi d'un traitement par les indices écologiques de composition et de structure

### **2.1. La qualité de l'échantillonnage**

Le nombre de prélèvement effectués est de 108 (60 selon les orientations et 48 selon la distance) durant toute la période expérimentale de mai 2014 jusqu'à avril 2015

Les espèces vues et recueillies une seule fois en seul exemplaire sont au nombre de 6. De ce fait la qualité d'échantillonnage  $Q = a/N = 6/12$  est égale 0,5. Cette valeur est inférieure à 1 ceci affirme que l'effort consenti lors de l'expérimentation est suffisant et que la qualité d'échantillonnage est bonne

## 2.2. Indices écologiques

### 2.2.1. Indices écologique de compositions

#### 2.2.1.1. Richesse totale

La valeur de la richesse totale de la faune acarologique recueillie au niveau de la station de Chréa (Cédraie) est de 29 espèces ( $S=29$ ).

#### 2.2.1.2. Richesse moyenne (s)

Les résultats de la richesse moyenne mensuelle enregistrée au niveau de la station de Chréa (cédraie) sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau n°4** : la richesse moyenne des espèces recueillies

| Année                  | 2014 |   |    |    |   |   |    |   | 2015 |   |    |   |
|------------------------|------|---|----|----|---|---|----|---|------|---|----|---|
|                        | M    | J | JT | AT | S | O | N  | D | J    | F | M  | A |
| Apparences des espèces | 12   | 2 | 5  | 6  | 6 | 7 | 13 | 9 | 13   | 8 | 14 | 9 |
| s                      | 8,66 |   |    |    |   |   |    |   |      |   |    |   |

La richesse moyenne des espèces d'acariens recueillies au niveau de la station est de  $s=8,66$ . On peut noter que cette étude a révélé la présence d'une richesse relativement forte en espèces. Cependant cette richesse varie d'un mois à l'autre. En effet le mois de mars se classe en premier avec 14 espèces. En seconde position on retrouve les mois de janvier et novembre avec 13 espèces chacun. Le moi de mai se positionne en troisième place avec 11 espèces. Le mois de juin s'offre la dernière place avec 2 espèces seulement. Quant au nombre d'individu de chaque espèces, il varie d'un mois à l'autre. Cette variation est soumise aux conditions écologiques qui règnent au cours de chaque mois.

#### 2.2.1.3. Abondance relative des espèces d'acariens

##### 2.2.1.3.1. Abondance relative des espèces selon les saisons

Les valeurs de l'abondance relative saisonnière des espèces recueillies au niveau de la station sont affichées dans le tableau suivant :

**Tableau n°5:** Effectifs et abondance relative (AR%) des espèces d'acariens recueillis au niveau de la forêt de Chréa (Cédraie) selon les saisons

| Saisons/Espèces               | Hiver |      | printemps |      | Eté |       | Automne |       | Nombre D'individu | AR%   |
|-------------------------------|-------|------|-----------|------|-----|-------|---------|-------|-------------------|-------|
|                               | Ni    | AR   | Ni        | AR   | Ni  | AR    | Ni      | AR    |                   |       |
| <i>Gamasidesp</i>             | 35    | 4,22 | 14        | 1,68 | 8   | 0,96  | 41      | 4,94  | 98                | 11.82 |
| <i>Phthiracarusnitens</i>     | 73    | 8,8  | 42        | 5,06 | 1   | 0,12  | 3       | 0,36  | 119               | 14.35 |
| <i>Oribatulida sp1</i>        | 1     | 0,12 | 2         | 0,24 | 0   | 0     | 7       | 0,84  | 10                | 1.20  |
| <i>Scheloribates sp1.</i>     | 57    | 6,88 | 20        | 2,41 | 54  | 6,51  | 47      | 5,66  | 178               | 21.47 |
| <i>Phthiracarussp</i>         | 1     | 0,12 | 5         | 0,6  | 0   | 0     | 6       | 0,72  | 12                | 1.44  |
| <i>Oppianeerlandica</i>       | 1     | 0,12 | 4         | 0,48 | 0   | 0     | 1       | 0,12  | 6                 | 0.72  |
| <i>Oppiabicarinata</i>        | 30    | 3,61 | 34        | 4,1  | 10  | 1,2   | 59      | 7,11  | 133               | 16.04 |
| <i>Caeculus sp</i>            | 0     | 0    | 1         | 0,12 | 0   | 0     | 1       | 0,12  | 2                 | 0.24  |
| <i>Euphtiracaroidaesp</i>     | 12    | 1,44 | 12        | 1,44 | 0   | 0     | 2       | 0,24  | 26                | 3.13  |
| <i>Damaeussp</i>              | 0     | 0    | 0         | 0    | 0   | 0     | 1       | 0,12  | 1                 | 0.12  |
| <i>Brachychthoniussp</i>      | 1     | 0,12 | 0         | 0    | 0   | 0     | 0       | 0     | 1                 | 0.12  |
| <i>Gustavia microcephala</i>  | 0     | 0    | 0         | 0    | 0   | 0     | 2       | 0,24  | 2                 | 0.24  |
| <i>Carabodes sp</i>           | 13    | 1,56 | 32        | 3,86 | 8   | 0,96  | 6       | 0,72  | 59                | 7.11  |
| <i>Scheloribates sp2</i>      | 3     | 0,36 | 0         | 0    | 21  | 2,53  | 6       | 0,72  | 30                | 3.61  |
| <i>Ceratoppiabipilis</i>      | 7     | 0,84 | 7         | 0,84 | 1   | 0,12  | 42      | 5,06  | 57                | 6.87  |
| <i>Ceratozetidaesp</i>        | 0     | 0    | 0         | 0    | 0   | 0     | 1       | 0,12  | 1                 | 0.12  |
| <i>Oppia sp 3</i>             | 1     | 0,12 | 0         | 0    | 0   | 0     | 3       | 0,36  | 4                 | 0.48  |
| <i>EpilohmanniaCylindrica</i> | 0     | 0    | 0         | 0    | 1   | 0,12  | 5       | 0,6   | 6                 | 0.72  |
| <i>Rostriasp</i>              | 2     | 0,24 | 42        | 5,06 | 0   | 0     | 0       | 0     | 44                | 5.30  |
| <i>Euphtiracaroidae sp 2</i>  | 0     | 0    | 1         | 0,12 | 0   | 0     | 0       | 0     | 1                 | 0.12  |
| <i>Epilohmanniaegyptica</i>   | 2     | 0,24 | 0         | 0    | 0   | 0     | 0       | 0     | 2                 | 0.24  |
| <i>Galumnasp</i>              | 0     | 0    | 4         | 0,48 | 0   | 0     | 0       | 0     | 4                 | 0.48  |
| <i>Belbasp</i>                | 0     | 0    | 2         | 0,24 | 0   | 0     | 0       | 0     | 2                 | 0.24  |
| <i>Epilohmannia sp</i>        | 0     | 0    | 16        | 1,93 | 0   | 0     | 0       | 0     | 16                | 1.93  |
| <i>Euphtiracaroidae sp3</i>   | 0     | 0    | 3         | 0,36 | 0   | 0     | 0       | 0     | 3                 | 0.36  |
| <i>Oppia sp1</i>              | 0     | 0    | 1         | 0,12 | 0   | 0     | 0       | 0     | 1                 | 0.12  |
| <i>Oppia sp2</i>              | 5     | 0,6  | 0         | 0    | 0   | 0     | 2       | 0,24  | 7                 | 0.84  |
| <i>Oribatida sp1</i>          | 3     | 0,36 | 0         | 0    | 0   | 0     | 0       | 0     | 3                 | 0.36  |
| <i>Oribatida sp2</i>          | 1     | 0,12 | 0         | 0    | 0   | 0     | 0       | 0     | 1                 | 0.12  |
| Total                         | 248   | 29,9 | 242       | 29,2 | 104 | 12,55 | 235     | 28,35 | 829               | 100   |

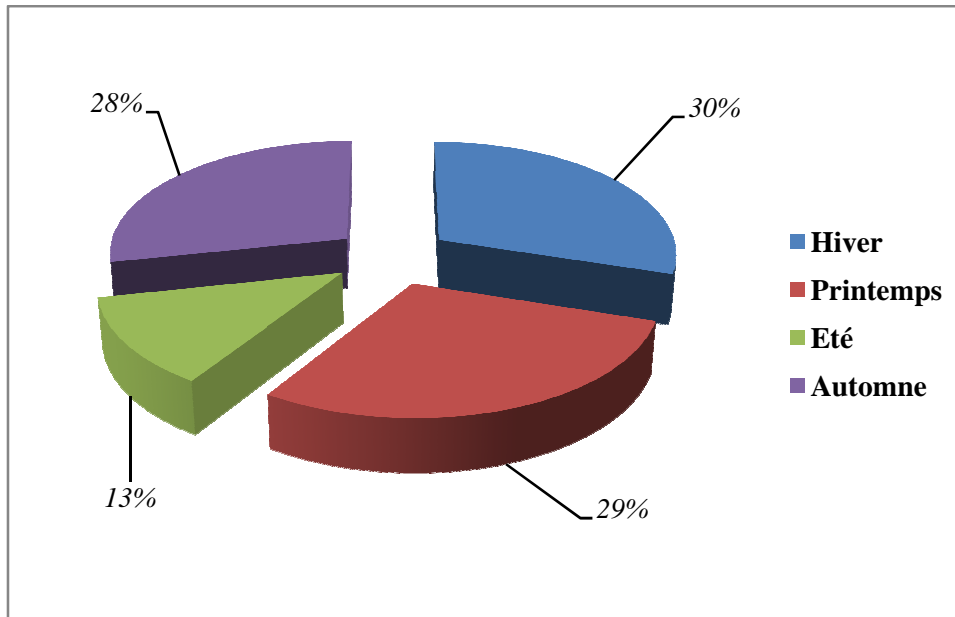
A.R% : abondances relatives

Au cours de la présente étude un total de 829 individus sont recueillis et sont réparties entre 29 espèces.

L'effet de saison sur la distribution temporelle des Oribates semble avoir un effet important. En effet, le nombre d'individus le plus élevé est noté au cours de la saison hivernale avec 248 individus (Tab.5). Elle est suivie par la saison printanière avec un effectif de 242 ind. En automne 235 ind sont relevés, par contre en été, on note la valeur la plus basse soit 104 ind. Il est à souligner que l'abondance relative des espèces recueillies montre des valeurs dont le maximum n'excède pas 21.47% et qui est obtenu par *Scheloribates* sp1 avec 178 individus. Cette espèce occupe la première position en été ; la deuxième place en hiver et en automne et le troisième rang au printemps, suivie par *Oppiabicarinata* avec 133 ind. (AR.% = 16.04). Cette espèce domine en automne avec 59 ind.

Au troisième rang, on retrouve *Phthiracarus nitens* qui intervient avec un effectif de 119 individus (AR.% = 14.35). Cette espèce domine en hiver avec 73 ind. Les *Gamasides* se positionnent au quatrième rang avec 98 ind. (AR.% = 11.82). Les autres espèces affichent des valeurs faibles à très faible

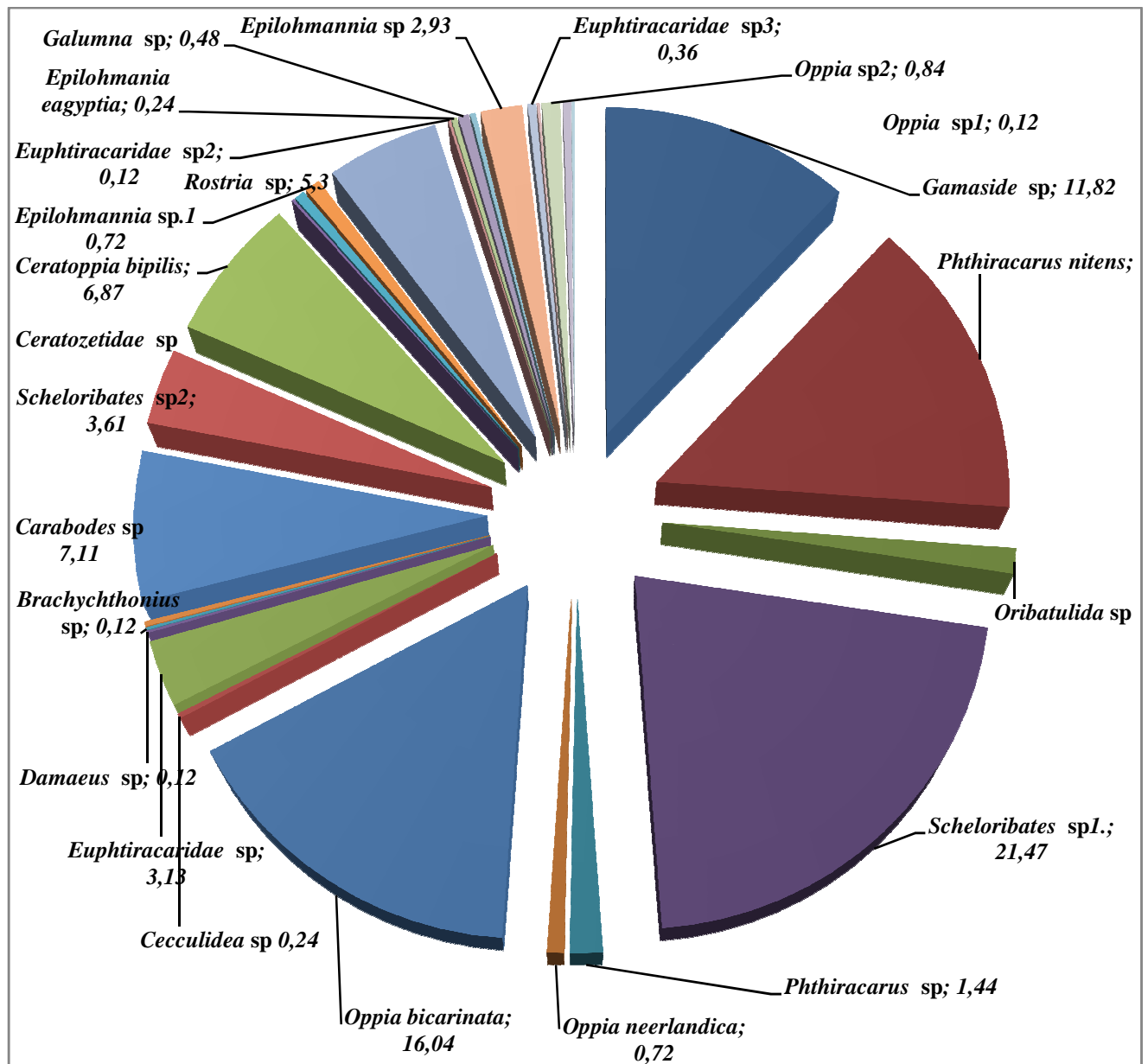




**Figure 17: dispersion saisonnière des espèces recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa**

La dispersion des acariens selon les saisons, d'après la fig.17 ci-dessus montre qu'à l'exception de la saison estivale où les conditions écologiques semblent les plus défavorables, les trois autres saisons à savoir l'automne, l'hiver et le printemps semblent présentées des conditions écologiques similaires quant au développement des acariens. En effet ces trois saisons montrent des fréquences très proches et qui sont 29 % pour le printemps, 30% pour l'hiver et 28% pour l'automne alors que la valeur affichée en été n'est que de 13%. Cette dernière est caractérisée par une forte température ce qui entraîne une diminution très nette de l'humidité qui conditionne la présence des acariens au niveau du sol même si le support nutritionnel est suffisamment abondant.

### 2.2.1.3.2. Abondance relative des espèces recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa



**Figure 18 :** Abondance relative des espèces recueillies au niveau de la Cédraie de Chréa

La présence des espèces recueillies au cours de cette étude affichent des différences quand à leur présence. En effet, certaines espèces sont fortement représentées telles *Scheloribates* sp.1 avec une abondance relative de 21.47%, *Oppia bicarinata* avec une A.R. de 16.04% ,*Phthiracarus nitens* dont A.R.est de 14.35%. D'autre espèces sont, par contre, très faiblement représentées en l'occurrence *Euphtiracaroidae* sp.2, *Oppia* sp.1, *Ceratozetidae* sp., *Damaeus* sp. *Brachychthonius* sp. et *Oribatida* sp.2 dont les valeurs de leur abondance relatives n'excèdent pas 0.12%.

Les autres espèces marquent une présence plus ou moins importance et dont les valeurs de la fréquence varient de 0.36% à 7.11% (Fig.18).

### 2.2.1.3.3. Abondances relatives selon la distance

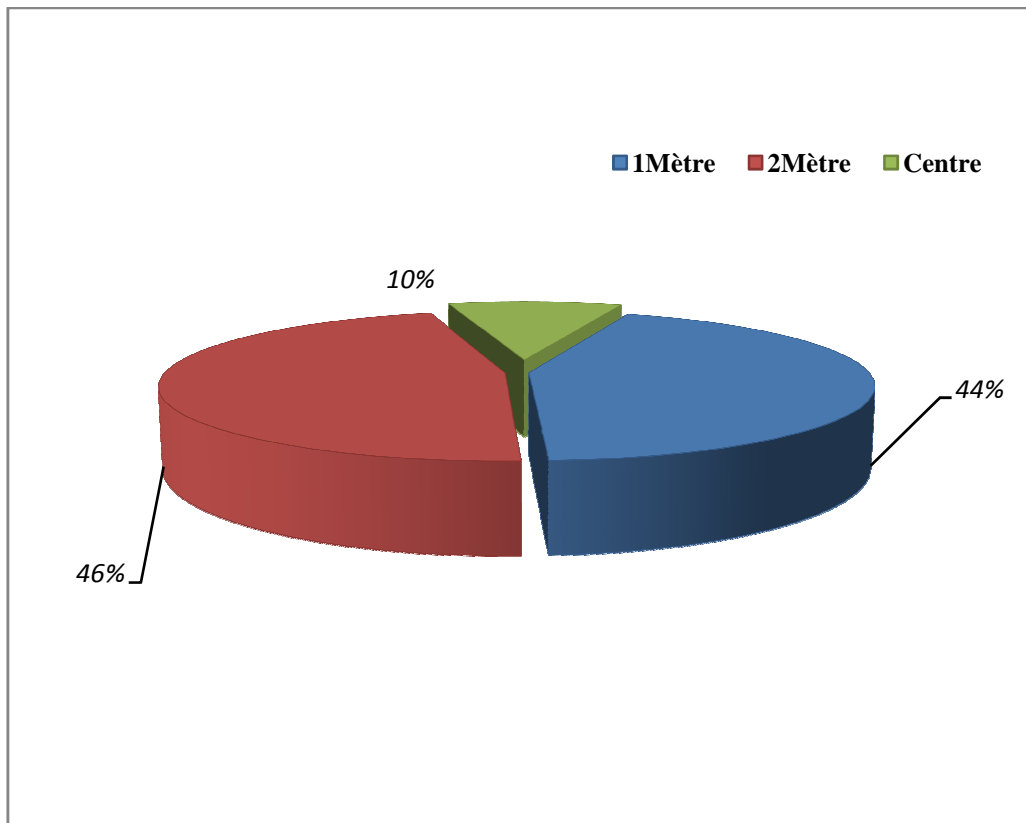
Les résultats de l'effectif et de l'abondance relative des espèces extraites selon la distance dans la station de Chréa sont dressés dans le tableau ci-dessous

**Tableau n°6 :** Effectifs et fréquences (AR%) des espèces d'acariens recueillies selon la distance au niveau de la cédraie

| <b>Distances/Espèces</b>       | <b>1Mètre</b> | <b>2Mètre</b> | <b>Centre</b> |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Gamaside sp</i>             | 52            | 33            | 10            |
| <i>Phthiracarus nitens</i>     | 65            | 58            | 4             |
| <i>Oribatulida sp1</i>         | 1             | 7             | 1             |
| <i>Scheloribates sp1.</i>      | 53            | 112           | 19            |
| <i>Phthiracarussp</i>          | 8             | 5             | 0             |
| <i>Oppia neerlandica</i>       | 0             | 6             | 2             |
| <i>Oppiabicarinata</i>         | 59            | 51            | 18            |
| <i>Caeculus sp</i>             | 1             | 1             | 0             |
| <i>Euphtiracaridaesp</i>       | 16            | 7             | 3             |
| <i>Damaeussp</i>               | 0             | 1             | 0             |
| <i>Brachychthoniussp</i>       | 0             | 1             | 0             |
| <i>Gustaviamicrocephala</i>    | 0             | 0             | 2             |
| <i>Carabodes sp</i>            | 30            | 22            | 6             |
| <i>Scheloribates sp2</i>       | 9             | 21            | 0             |
| <i>Ceratoppia bipilis</i>      | 37            | 28            | 4             |
| <i>Ceratozetidae sp</i>        | 0             | 1             | 0             |
| <i>Oppia sp 3</i>              | 0             | 4             | 0             |
| <i>Epilohmannia Cylindrica</i> | 4             | 1             | 0             |
| <i>Rostriasp</i>               | 21            | 11            | 3             |
| <i>Euphtiracaroidae sp2</i>    | 0             | 1             | 0             |
| <i>Epilohmanniaegyptia</i>     | 2             | 0             | 0             |
| <i>Galumna sp</i>              | 0             | 4             | 0             |
| <i>Belbasp</i>                 | 1             | 1             | 0             |
| <i>Epilohmanniasp</i>          | 0             | 9             | 7             |
| <i>Euphtiracaroidae sp3</i>    | 0             | 3             | 0             |
| <i>Oppia sp1</i>               | 0             | 0             | 1             |
| <i>Oppia sp2</i>               | 5             | 2             | 0             |
| <i>Oribatidasp1</i>            | 1             | 1             | 1             |
| <i>Oribatida sp.2</i>          | 0             | 0             | 1             |
| Totaux                         | 365           | 388           | 82            |
| <b>AR%</b>                     | 44.02         | 46.8          | 9.89          |

La distribution spatiale des espèces d'acariens, sous chaque arbre montre quelques différences. En effet, selon le tableau ci-dessus, les valeurs enregistrées montrent que les

acariens ont tendance à se développer en dehors de la surface couverte par le feuillage de l'arbre. Ces valeurs présentent une décroissance centrifuge. La valeur la plus basse est relevée au niveau du pied d'arbre et elle n'est que de 82 individus. A un mètre de distance du pied d'arbre, on relève un effectif de 365 individus quant à deux mètres du pied d'arbre l'effectif affiché est 488 individus soit la plus forte valeur.



**Figure 19:** Abondance relative des espèces recueillies en fonction de distance

La figure ci-dessus montre que la majorité des acariens se situe en dehors de la zone d'ombrage de l'arbre. En effet, la distance 2 mètres qui se situe à la périphérie de la circonférence de l'arbre abrite une forte proportion de la population d'acariens soit 46%. En seconde position, on retrouve la distance de 1 mètre dont le pourcentage affiché est de 44%. En dernier lieu, on trouve le pied d'arbre qui affiche une valeur très faible par rapport aux deux premiers soit 10%. Ceci représente la tendance globale de la population d'acariens recueillis au niveau de la station d'étude. Cependant à l'échelle de chaque espèce, nous remarquons que la distribution se présente différemment. En effet certaines espèces ont tendance à se trouver beaucoup plus à un mètre qu'à deux mètres et inversement.

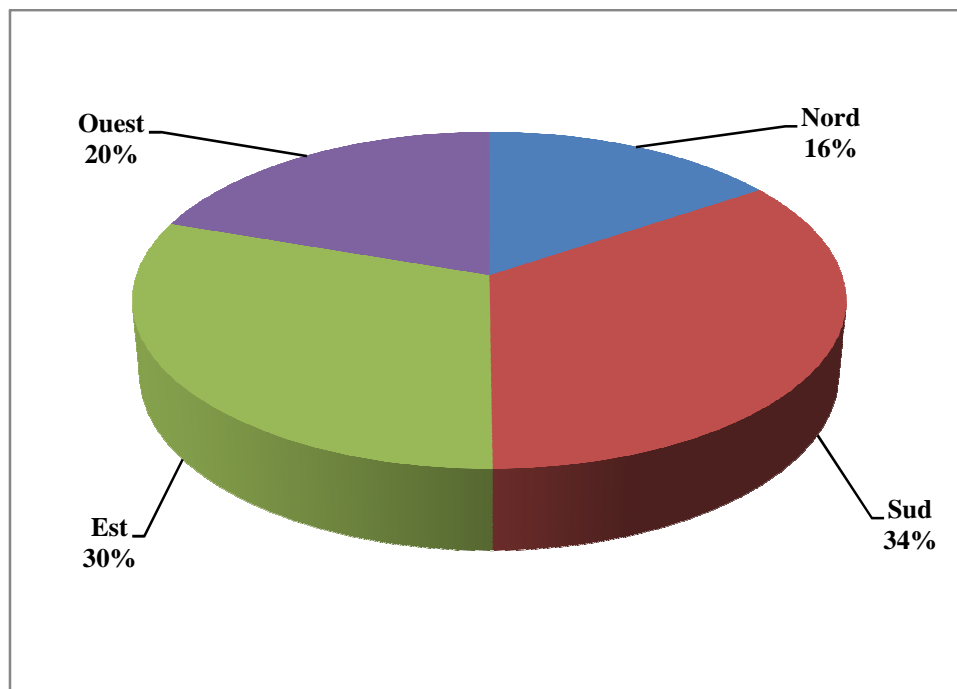
Les espèces telles *Scheloribates* sp., *Scheloribates* sp1.; *Oppianeerlandica*, *Galumnasp*, *Oppia* sp3 et *Euphtiracaroidae* sp3 marquent une forte présence à la distance de deux mètres qu'à un mètre et à 0 mètre

#### 2.2.1.3.4. Abondance relative selon les orientations

Les résultats de l'abondance relative selon les orientations des différentes espèces sont consignés dans le tableau suivant

**Tableau n°7 :** Abondance relative des individus selon les orientations

| Orientations | Nord |       | Sud |       | Est |      | Ouest |       |
|--------------|------|-------|-----|-------|-----|------|-------|-------|
|              | Ni   | AR%   | Ni  | AR%   | Ni  | AR%  | Ni    | AR%   |
| AR           | 115  | 15.54 | 254 | 34.32 | 225 | 30.4 | 146   | 19.72 |



**Figure n°20:** Abondance relative des espèces recueillies selon les orientations

D'après le tableau ci-dessus et la figure n°20, la valeur de l'abondance relative la plus importante est enregistrée au sud avec 34.32% dont le nombre d'individu est de 254. Cependant la valeur la plus faible est notée au nord avec 15.54% soit 115 individus

#### 2.2.1.4. Fréquence d'occurrence

Les fréquences d'occurrence des espèces d'acariens recueillies à l'aide de l'entonnoir de Bèrlese sont montrées dans le tableau

**Tableau n°8** : Fréquence d'occurrence et la constance des espèces

| <b>Espèces</b>                 | <b>ni/N</b> | <b>C%</b> | <b>Catégories</b> |
|--------------------------------|-------------|-----------|-------------------|
| <i>Gamaside</i> sp             | 0.229       | 22.91     | Accidentelle      |
| <i>Phthiracarus nitens</i>     | 0.252       | 25.25     | Accessoire        |
| <i>Oribatulida</i> sp1         | 0.039       | 3.91      | Accidentelle      |
| <i>Scheloribates</i> sp1.      | 0.284       | 28.41     | Accessoire        |
| <i>Phthiracarus</i> sp         | 0.083       | 8.33      | Accidentelle      |
| <i>Oppia neerlandica</i>       | 0.037       | 3.75      | Rare              |
| <i>Oppia bicarinata</i>        | 0.237       | 23.75     | Accidentelle      |
| <i>Caeculus</i> sp             | 0.013       | 1.33      | Rare              |
| <i>Euphtiracaroida</i> esp     | 0.104       | 10.41     | Accidentelle      |
| <i>Damaeus</i> sp              | 0.006       | 0.69      | Rare              |
| <i>Brachychthonius</i> sp      | 0.006       | 0.69      |                   |
| <i>Gustavia microcephala</i>   | 0.013       | 1.33      |                   |
| <i>Carabodess</i> sp           | 0.125       | 12.58     | Accidentelle      |
| <i>Scheloribates</i> sp2       | 0.208       | 20.83     | Rare              |
| <i>Ceratoppia bipilis</i>      | 0.034       | 3.41      |                   |
| <i>Ceratozetidae</i> sp        | 0.190       | 19.08     | Accidentelle      |
| <i>Oppia</i> sp3               | 0.016       | 1.66      | Rare              |
| <i>Epilohmannia Cylindrica</i> | 0.020       | 2.083     | Rare              |
| <i>Rostria</i> sp              | 0.126       | 12.66     |                   |
| <i>Euphtiracaroida</i> esp2    | 0.006       | 0.69      |                   |
| <i>Epilohmannia egyptia</i>    | 0.013       | 1.33      |                   |
| <i>Galumna</i> sp              | 0.027       | 2.75      |                   |
| <i>Belba</i> sp                | 0.006       | 0.69      | Accidentelle      |
| <i>Epilohmannias</i> sp        | 0.072       | 7.29      |                   |
| <i>Euphtiracaroidae</i> sp3    | 0.02        | 2.08      | Rare              |
| <i>Oppia</i> sp1               | 0.006       | 0.69      |                   |
| <i>Oppia</i> sp2               | 0.048       | 4.83      |                   |
| <i>Oribatida</i> sp1           | 0.013       | 1.33      |                   |
| <i>Oribatida</i> sp.2          | 0.006       | 0.69      |                   |

Les valeurs des fréquences d'occurrence des espèces recueillies ont révélé la présence de trois catégories d'espèces :

La première est celle des accessoires et qui est constituée par deux espèces en l'occurrence *Scheloribates* sp1, *Phthiracarus nitens* avec des fréquences d'occurrence respectivement de 28.41 et 25.25. La deuxième est celle de la catégorie des espèces accidentelles et elle renferme dix espèces parmi eux les *Gamasides*. La catégorie des espèces rares semble être la plus importante en effet elle contient dix-sept espèces avec des valeurs relativement plus faible se montre moins importantes.

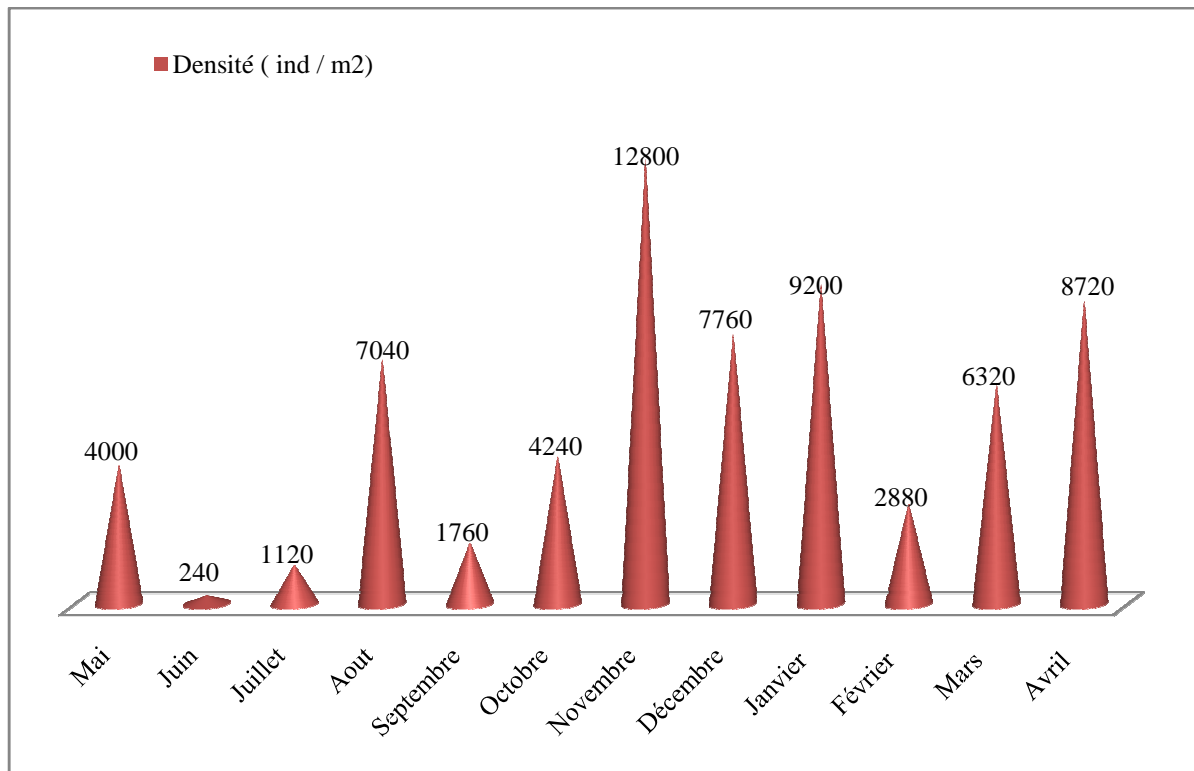
## 2.2.1.5. Densité moyenne

### 2.2.1.5.1. Densité moyenne mensuelle des individus

Les résultats de la densité moyenne mensuelle relevés au niveau de la station de Chréa sont affichés dans le tableau suivant

**Tableau n°9** : densité moyenne mensuelle

| <b>Année</b> | <b>Mois</b> | <b>Densité( ind / m<sup>2</sup>)</b> |
|--------------|-------------|--------------------------------------|
| 2014         | Mai         | 4000                                 |
|              | Juin        | 240                                  |
|              | Juillet     | 1120                                 |
|              | Aout        | 7040                                 |
|              | Septembre   | 1760                                 |
|              | Octobre     | 4240                                 |
|              | Novembre    | 12800                                |
| 2015         | Décembre    | 7760                                 |
|              | Janvier     | 9200                                 |
|              | Février     | 2880                                 |
|              | Mars        | 6320                                 |
|              | Avril       | 8720                                 |



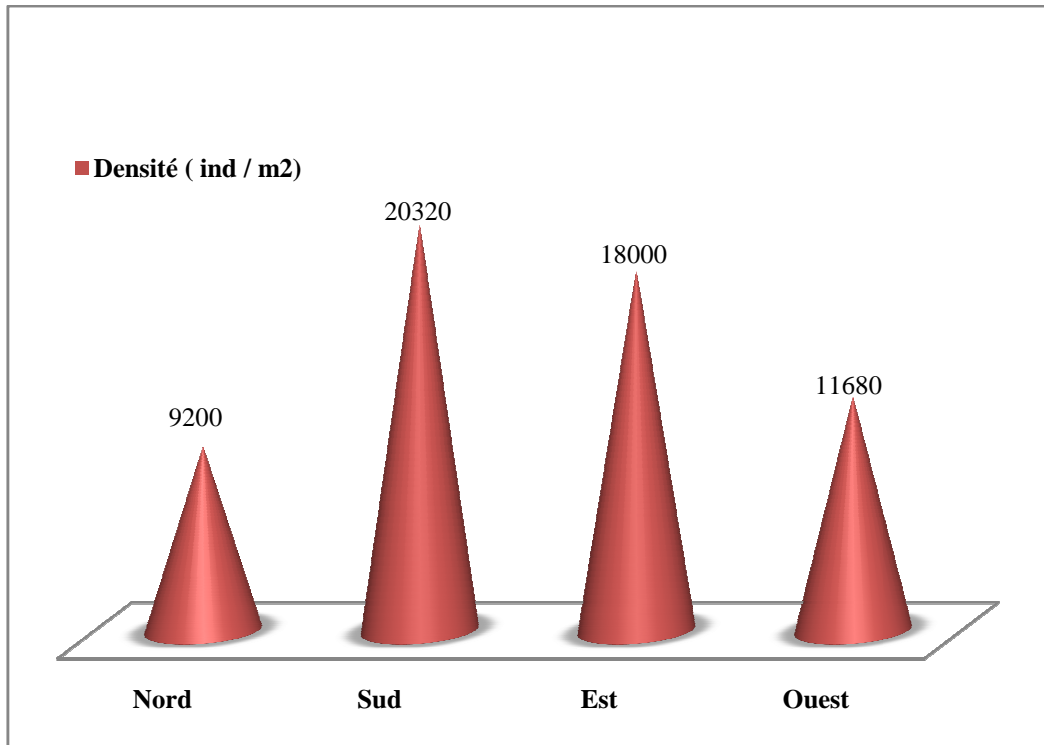
**Figure n°21 : Densité moyenne mensuelle des individus**

Le développement des acariens au niveau du sol se manifeste différemment en fonction des conditions écologiques et édaphiques. En effet nous constatons que les espèces se réagissent d'une manière différente en fonction des mois et présentent une dispersion temporelle irrégulière. Les mois où les conditions sont favorables, les acariens présentent des effectifs très importants tel est le cas du mois de novembre comme le montre la figure n°21 où on enregistre une densité 12800 ind / m<sup>2</sup>. Cette densité se décline au mois de décembre pour augmenter de nouveau au mois de janvier qui se place au deuxième rang avec un effectif 9200 ind / m<sup>2</sup>. Le minimum d'individu est noté au cours du mois de juin avec 240 ind / m<sup>2</sup>. Il est à souligner que durant ce mois les conditions de développement et de pullulation des acariens sont les moins favorables ; vues ces mauvaises conditions les Oribates ont tendance à effectuer des migrations en profondeur.

#### **2.2.1.5.2. Densité moyenne selon les orientations**

Les résultats de la densité moyenne selon les orientations sont consignés dans la figure suivante



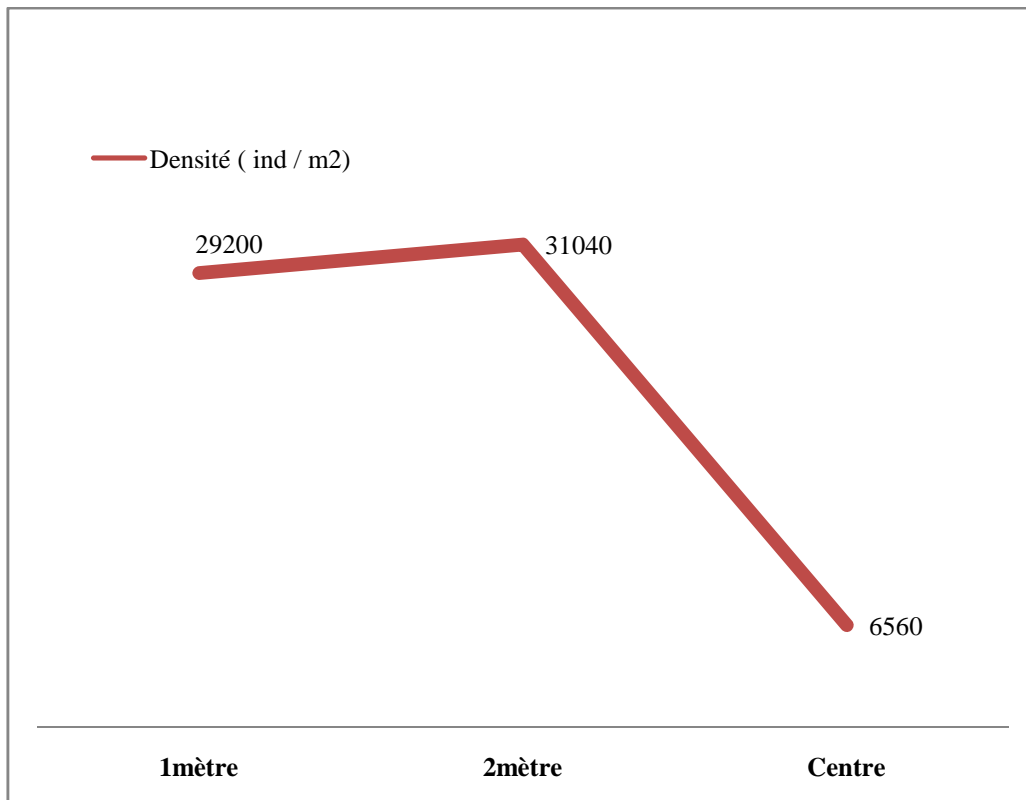


**Figure n°22** densité moyenne selon les orientations

L’histogramme de densité moyenne de quatre orientations, a permis de montrer que la partie sud domine avec 20320 ind / m<sup>2</sup>. L’orientation est et ouest interviennent respectivement avec 1800 et 116800 ind / m<sup>2</sup>. En dernier la partie nord avec 9200 ind / m<sup>2</sup>

### 2.2.1.5.3. Densité moyenne selon la distance

Les valeurs de la densité moyenne enregistrées par distance sont affichées dans la figure suivante



L'abondance des Oribates est attribuée à des différences dans le microclimat, dans la capacité de dispersion et à la qualité de la litière. Il est à noter que la densité moyenne la plus élevée est enregistrée à deux mètres par rapport à l'arbre avec 31040 ind / m<sup>2</sup>. Par contre il y a une régression de la densité moyenne qui est relevée au centre avec 6560 ind / m<sup>2</sup> et une valeur moyenne de 29200 ind./ m<sup>2</sup> relevée à la distance de 1 mètre.

## 2.2.2. Indices écologique de structure

### 2.2.2.1. Indice de diversité de Shannon

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon –Weaver sont affichées dans le tableau suivant

**Tableau n° 10:** valeurs de l'indice de diversité de Shannon

| Espèces                    | Pi    | Log2Pi | Pi Log2Pi | H' (bits) |
|----------------------------|-------|--------|-----------|-----------|
| <i>Gamaside</i> sp         | 0.11  | -3.19  | -0.35     |           |
| <i>Phthiracarus nitens</i> | 0.14  | -2.84  | -0.397    |           |
| <i>Oribatulida</i> sp1     | 0.01  | -6.67  | -0.066    |           |
| <i>Scheloribates</i> sp1.  | 0.21  | -1.56  | -0.327    |           |
| <i>Phthiracarus</i> sp     | 0.01  | -6.67  | -0.066    |           |
| <i>Oppia neerlandica</i>   | 0.007 | -7.19  | -0.05     |           |
| <i>Oppiabicarinata</i>     | 0.16  | -2.65  | -0.424    |           |

|                                |       |        |         |               |
|--------------------------------|-------|--------|---------|---------------|
| <i>Caeculus</i> sp             | 0.002 | -9.00  | -0.018  | <b>3,1009</b> |
| <i>Euphtiracaroida</i> esp     | 0.03  | -5.08  | -0.152  |               |
| <i>Damaeus</i> sp              | 0.001 | -10.01 | -0.010  |               |
| <i>Brachychthonius</i> sp      | 0.001 | -10.01 | -0.010  |               |
| <i>Gustavia microcephala</i>   | 0.002 | -9.00  | -0.018  |               |
| <i>Carabodess</i> sp           | 0.07  | -3.85  | -0.269  |               |
| <i>Scheloribates</i> sp2       | 0.03  | -5.08  | -0.152  |               |
| <i>Ceratoppia bipilis</i>      | 0.07  | -3.85  | -0.269  |               |
| <i>Ceratozetidae</i> sp        | 0.001 | -10.01 | -0.010  |               |
| <i>Oppia</i> sp3               | 0.004 | -8.00  | -0.032  |               |
| <i>Epilohmannia Cylindrica</i> | 0.007 | -7.19  | -0.05   |               |
| <i>Rostria</i> sp              | 0.05  | -4.34  | -0.217  |               |
| <i>Euphtiracaroida</i> esp2    | 0.001 | -10.01 | -0.010  |               |
| <i>Epilohmannia egyptia</i>    | 0.002 | -9.00  | -0.018  |               |
| <i>Galumna</i> sp              | 0.004 | -8.00  | -0.032  |               |
| <i>Belba</i> sp                | 0.002 | -9.00  | -0.018  |               |
| <i>Epilohmannia</i> sp         | 0.019 | -5.74  | -0.0109 |               |
| <i>Euphtiracaroidae</i> sp3    | 0.003 | -8.41  | -0.025  |               |
| <i>Oppia</i> sp1               | 0.001 | -10.01 | -0.010  |               |
| <i>Oppia</i> sp2               | 0.008 | -6.99  | -0.055  |               |
| <i>Oribatida</i> sp.1          | 0.003 | -8.41  | -0.025  |               |
| <i>Oribatida</i> sp.2          | 0.001 | -10.01 | -0.010  |               |

La valeur de l'indice de diversité de Shannon calculé sur la base des données obtenues lors de cette étude est de 3,1009 bits. Cette valeur étant supérieure à 3, ce qui implique que le milieu est relativement faible et montre une diversité moyennement faible quant aux espèces d'acariens.

#### 2.2.2.2. Equitabilité

Les valeurs de l'indice d'Equitabilité sont affichées dans le tableau suivant

**Tableau n° 11:** les valeurs de l'Equitabilité

| Paramètres                    | Valeurs |
|-------------------------------|---------|
| <b>Richesse S</b>             | 29      |
| <b>H'</b>                     | 3,10    |
| <b>H<sub>max</sub> (bits)</b> | 4,88    |
| <b>E</b>                      | 0,63    |

La valeur de l'indice de l'Equitabilité étant égale à 0,63bits, ce qui montre que les espèces dans ce biotope sont en équilibre entre-elles.

### 3. Exploitation par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) des acariens capturées au niveau de la Cédraie de Chréa

L'analyse factorielle des correspondances est réalisée afin d'avoir un maximum d'informations sur la répartition spatiale des différentes espèces d'acariens capturées à différentes distance de l'arbre au niveau de la Cédraie de Chréa.

#### 3.1. Contribution des axes 1 et 2 :

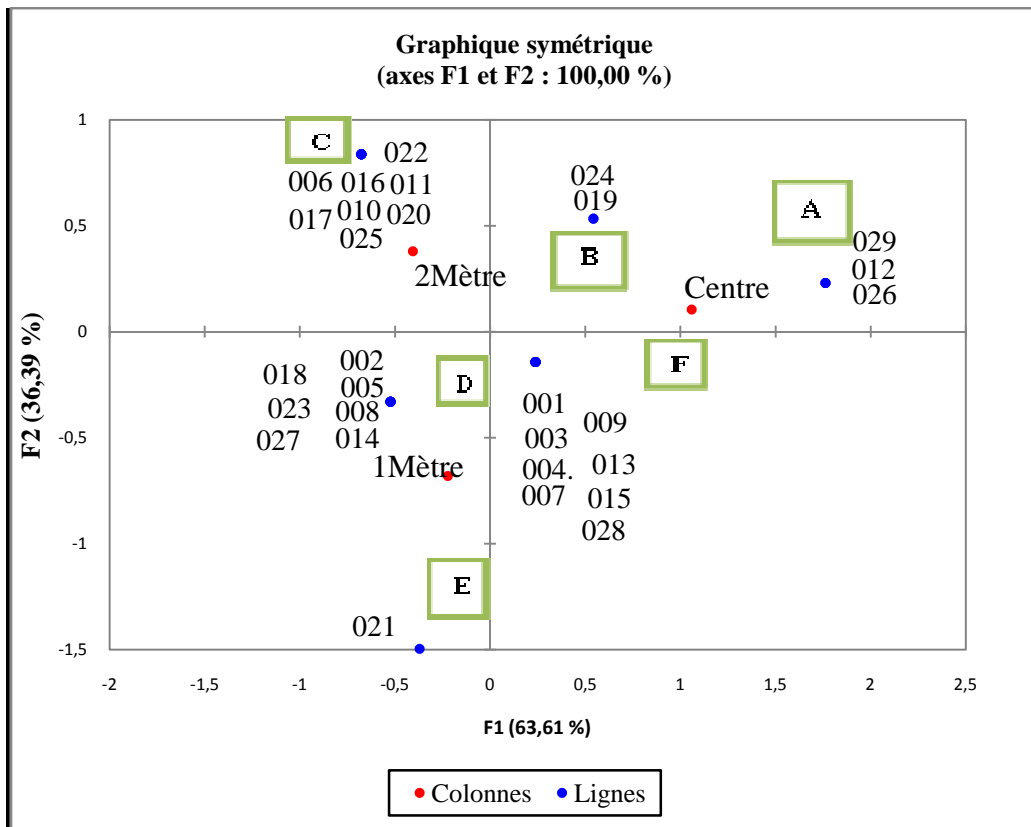
|    | Valeur propre | Inertie (%) | % cumulé |
|----|---------------|-------------|----------|
| F1 | 0,361         | 63,61       | 63,61    |
| F2 | 0,206         | 36,38       | 100,000  |

La contribution à l'inertie totale des espèces d'acariens capturées est égale à 63.61 % pour la construction de l'axe 1 et à 36,38 % pour la formation de l'axe 2. La somme de ces deux taux est égale à 100 %. En conséquence, le plan formé par les axes 1 et 2 contient toute l'information et il suffit pour exploiter les résultats.

#### Contribution des distances à la formation des axes :

|        | F1     | F2    |
|--------|--------|-------|
| 1metre | 0,0421 | 0,662 |
| 2metre | 0,215  | 0,324 |
| centre | 0,746  | 0,012 |

Pour la formation de l'axe 1, la distance (centre) contribue avec 0,746 % suivi de la distance (2 mètre) avec 0.215 %. La distance (1 mètre) ne contribue qu'avec 0.0421%.



**Figure n°24 :** Carte factorielle de distribution de l'acarofaune selon la distance

### a - Interprétation des plans factoriels 1 et 2 des distances

Pour interpréter les graphes, il faut tenir compte d'une part, de la proximité entre points et plans principaux et, d'autre part, du rôle joué par chaque point dans la détermination d'un axe par l'examen des contributions (BOUROCHE & SAPORTA, 1980). Les valeurs propres permettent de qualifier la part de l'information expliquée par les différents axes. Les éléments qui ont les plus fortes contributions sont les plus explicatifs pour l'axe principal considéré (DERVIN, 1988).

La Figure (N°24,) donne une représentation de la projection des distances dans le plan factoriel 1 et 2. La variation climatique Les conditions qui règnent au niveau de chaque arbre traduisent les corrélations entre les distances.

En fonction des axes 1 et 2, il y a 3 subdivisions de nuages de points :

- La première, située sur la partie positive de l'axe 2, est constituée par le centre.
- La deuxième, quant à elle, se situe sur la partie négative de l'axe 2 contenant la distance 2metre

- La troisième est représentée par la distance 1 mètre qui se localise sur la partie négative de l'axe 1.

De ce fait, on remarque qu'il n'existe aucune affinité entre les distances du fait de la différence des conditions écologiques qui les caractérisent

### **b - Interprétations de l'axe 1 et 2 des espèces.**

En fonction des axes 1 et 2, il y a 6 groupes désignés par des lettres allant de A à F.

Le groupement A renferme trois espèces qui se retrouvent au pied de l'arbre (centre). Ces espèces sont *Gustavia microcephala* (012), *Oppia sp1* (026) et *Oribatida sp.2*(029). Ces espèces semblent avoir une préférence quant à cet endroit probablement pour rechercher plus d'humidité et se mettent à l'abri des variations climatiques notamment le vent

Le nuage de points B regroupe des espèces qui présentent une large distribution en marquant une présence au pied de l'arbre et la périphérie de l'ombrage de l'arbre. Parmi ces espèces on a *Epilohmannia sp3* (024) et *Rostria sp* (019)

Le groupement C réunit les espèces qui sont inféodés uniquement à la limite externe de l'ombrage de l'arbre. Ces espèces semblent rechercher plus de chaleur ou bien un effet inhibiteur empêche leur développement sous l'arbre. Ces espèces sont *Oppia neerlandica*(006), *Damaeus sp*(010), *Ceratozetidaesp* (016), *Brachychthonius sp* (011), *Euphtiracaroidae sp2* (020), *Galumna sp*(022), *Euphtiracaroidae sp3* (025), *Oppia sp3* (017).

Dans le groupe D on retrouve les espèces qui manquent une forte présence au centre de l'ombrage de l'arbre. *Epilohmannia cylindrica* (018) *Scheloribates sp2* (014) *Belba sp* (023) *Oppia sp2* (027) *Cecculidea sp* (008) *Phthiracarus sp* (005)

Le groupe E qui ne renferme qu'une seule espèce en l'occurrence *Epilohmannia egyptica* (021) semble n'avoir aucun lien avec cette distribution

Le groupe F représente les espèces communes entre les différentes distances. Ces espèces sont : *Carabodes sp* (013) *Scheloribates sp1*.(004) *Ceratoppia bipilis* (015) *Oribatida sp1*(028) *Euphtiracaroidae sp 1*(009) *Oppia bicarinata*(007) *Oribatulida sp1*(003)

## **II. Résultats des analyses physico-chimiques**

Les caractéristiques physico-chimiques de la couche superficielle (0 – 15 cm) du sol de Chréa sous l'arbre de Cèdre sont données dans le tableau suivant

**Tableau n 12** : Caractéristiques physico-chimiques du sol étudié

| <i>Analyses pédologiques</i> | <i>2M tre Nord</i> | <i>1M tre Est</i> | <i>1M tre Sud</i> | <i>Centre</i> |
|------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| pH eau                       | 6.75               | 6.84              | 6.83              | 6.75          |
| CE ds /m                     | 0.184              | 0.184             | 0.191             | 0.186         |
| Calcaire (%)                 | 0                  | 0                 | 0                 | 0             |
| MO (%)                       | 2.62               | 2.89              | 3.26              | 2.6           |
| Phosphore ppm                | 70.47              | 62.67             | 73.48             | 90.17         |
| CEC meq/100g sol             | 12.95              | 12.28             | 14.16             | 11.84         |
| Azote (%)                    | 0.05               | 0.03              | 0.025             | 0.04          |
| Capacité de rétention (%)    | 22.4               | 22.4              | 22.4              | 22.4          |

L'examen des analyses physico-chimiques de sol montre que notre sol est caractérisé par :

- Un pH variant de 6.75 à 6.85 dans toutes les orientations. Selon l'échelle d'interprétation du pH signalé par **GAGNARD et al., (1988)** le pH du sol de cette station est neutre à très légèrement acide.
- Une conductivité électrique est de l'ordre de 0.184 et 0.191 (ds/m). Ce résultat nous a conduits à classer notre sol parmi les sols non salés selon AUBERT (1978).
- Une teneur en calcaire nulle ce qui implique que notre sol est non calcaire.
- Un taux de matière organique qui varie de 2.6 à 3.26. La matière organique exerce un rôle très important sur le sol, elle améliore ses propriétés physiques (stabilité structurale, capacité de rétention en eau,...) et chimiques par la libération progressif des éléments nutritifs et l'augmentation de leur pouvoir absorbant en éléments minéraux apportés par les engrais (**CALLOT et al., 1982**). La connaissance de sa teneur dans le sol renseigne sur sa potentialité fertilisante. Le sol étudié est riche en matière organique. Cette richesse en matière organique provient de la litière qui désigne de manière générale l'ensemble de feuilles mortes et débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol.
- Une capacité de rétention en eau qui semble faible par rapport au taux de la matière organique.
- **Une CEC de l'ordre de 11.8 et 14.16. En se référant aux normes d'interprétation, nous remarquons que le sol étudié présente des valeurs de**

**CEC élevées.** La CEC présente la somme des cations échangeables du complexe adsorbant (GAGNARD *et al.*, 1988), elle représente la réserve totale assimilable du sol en ces éléments. Ce paramètre donne une notion sur la fertilité chimique du sol.

- **Une teneur en phosphore assimilable  $P_{2O}$  très élevée.** Cette appréciation nous amènent à remarquer que les apports de la matière organique qui joue un rôle important dans l’approvisionnement du sol en phosphore (HELLER *et al.*, 1998).
- **Une teneur en azote faible cela indique que le sol étudié est pauvre en azote**

Selon ces indications et les valeurs du rapport C/N du sol étudié mentionnées dans le tableau n°16 , nous constatons que ce sol présente un rapport C/N fort et cela traduit donc des conditions défavorable à la minéralisation de la matière organique suite une mauvaise activité biologique.

### III. Résultats des analyses microbiologiques :

#### 1. Résultats de la biomasse microbienne :

**Tableau n°13:** Dénombrement des microorganismes dans le sol étudié

| <i>Germes/Orientation</i> | Centre           | N1                | N2               | E1               | E2               | S1               | S2               | W1               | W2               |
|---------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Bactéries UFC/g           | $19 \times 10^4$ | $149 \times 10^4$ | $33 \times 10^4$ | $49 \times 10^4$ | $30 \times 10^4$ | $78 \times 10^4$ | $70 \times 10^4$ | $54 \times 10^4$ | $37 \times 10^4$ |
| Champignon UFC/g          | $6 \times 10^4$  | $18 \times 10^4$  | $8 \times 10^4$  | $8 \times 10^4$  | $5 \times 10^4$  | $15 \times 10^4$ | $6 \times 10^4$  | $11 \times 10^4$ | $5 \times 10^4$  |

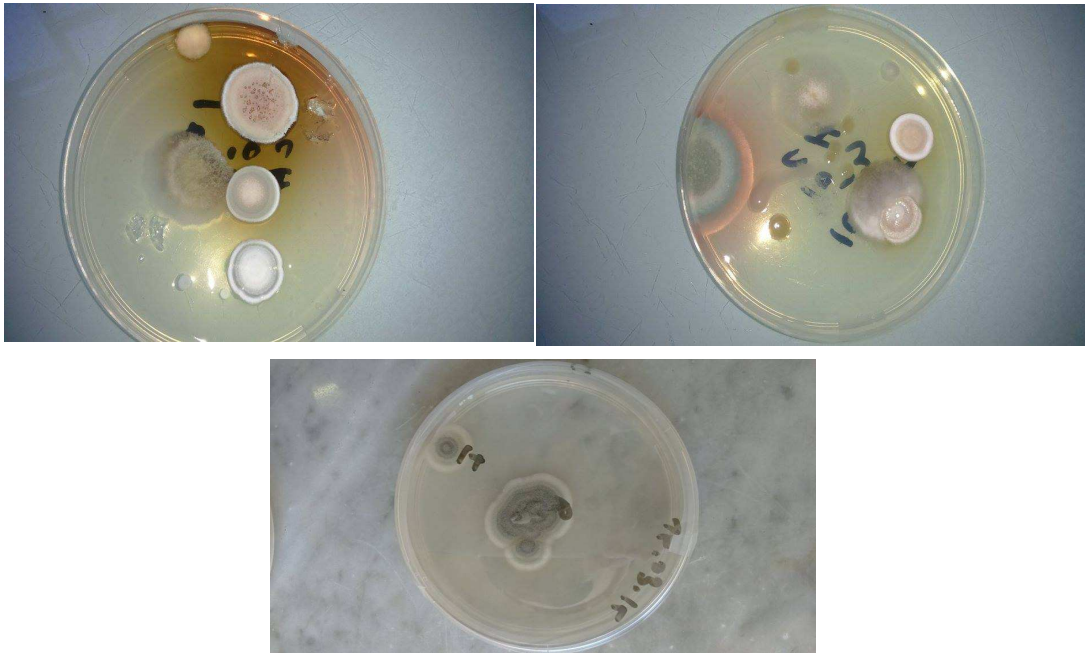
D’après les résultats représentés dans le tableau n°15 il ressort d’un point de vue densité que notre sol n’est pas riche en microorganismes aussi bien pour les bactéries que pour les champignons. Le nombre de la microflore est très bas par rapport aux normes moyennes d’un sol. Les valeurs enregistrées semblent différentes aussi bien par rapport à la distance qu’à l’orientation. On doit noter que les fortes populations microbiennes sont relevées au niveau de la distance 1 mètre.

La valeur la plus élevée pour les bactéries soit  $149 \times 10^4$  est enregistrée au niveau de l’orientation nord à la distance de 1 mètre alors que la plus faible est relevée au niveau de l’orientation est à la distance 2 mètre et qui est de  $30 \times 10^4$ . En seconde position, on retrouve l’orientation sud à la distance 1m avec une valeur de  $78 \times 10^4$ . On relève la même tendance pour les champignons. L’orientation nord à la distance 1mètre affiche la plus forte valeur par contre la valeur la plus faible est observée de l’orientation est à la distance 2m.



Cette diminution est due à plusieurs causes. Divers facteurs influencent la densité des microorganismes du sol parmi lesquels on a les propriétés physico-chimiques. Dans notre étude l'analyse de ces dernières satisfait positivement la présence de la microflore tellurique notamment le taux de matière organique qui est très important. Les grandes variations de la densité microbienne sont liées à certains facteurs tels que la profondeur ou la saison.

## 2. Qualité de la microflore fongique

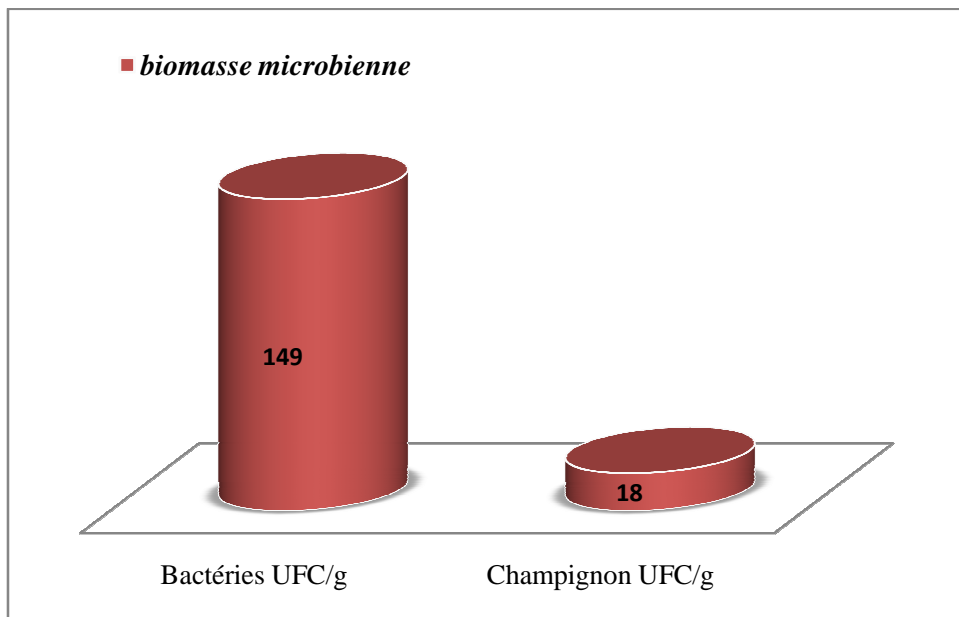


**Figure n°25** : Aspect macroscopique des colonies des Champignons(photo originale)

Concernant notre étude qualitative des champignons dans la cédraie de Chréa de 10 cm de profondeur, nous avons signalé que deux genre de champignons qui sont le *Penicillium* et *Trichoderma*.



**Figure n°26** : aspect microscopique d'un Penicillium(photo originale)



**Fig. n°27** : Densité des Bactéries et des champignons recueillis au niveau de la Cédraie

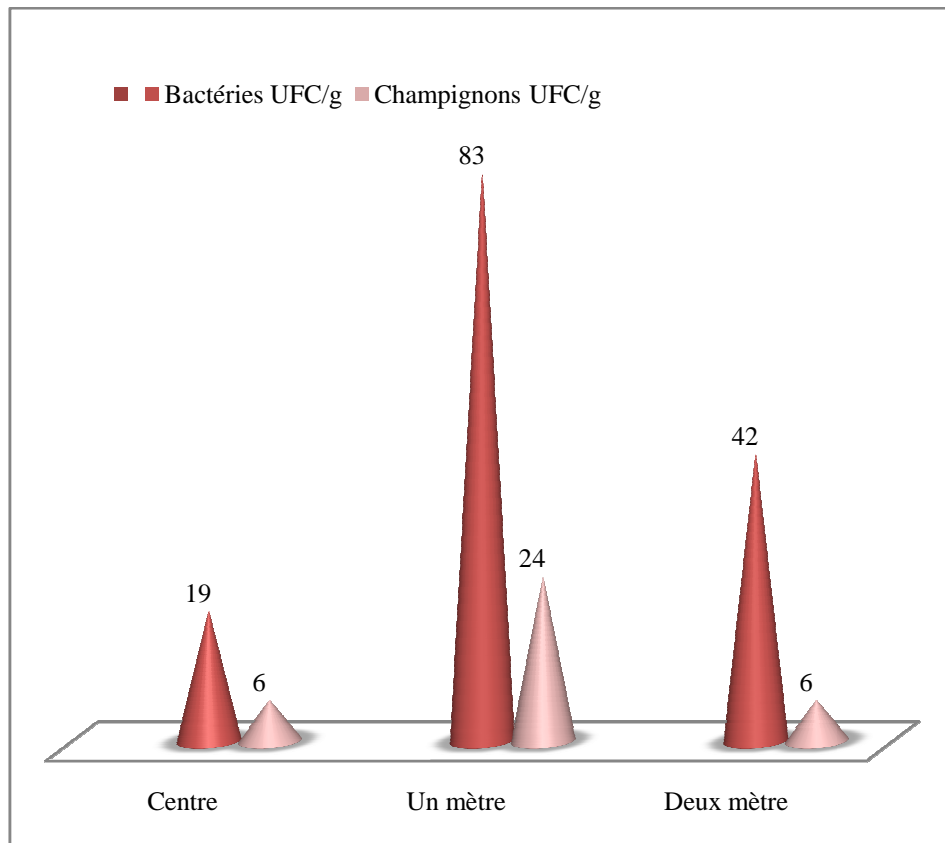
Selon la figure ci-dessus, nous constatons que la densité bactérienne est nettement plus élevée que celle enregistrée pour les champignons. Cette valeur est  $149 \times 10^4$  pour les bactéries et de  $18 \times 10^4$  pour les champignons.

### **3. Distribution horizontale des microorganismes récoltés au niveau des différentes distances de la station étudiée**

Les résultats de l'analyse microbiologique au niveau des différentes distances de la station qui a fait l'objet de cette étude sont consignés dans le tableau suivant

**Tableau n°14:** distribution horizontale des microorganismes dans le sol étudié

| <i>Distance / Organismes</i> | Centre           | Un mètre         | Deux mètre       |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Bactéries UFC/g              | $19 \times 10^4$ | $83 \times 10^4$ | $42 \times 10^4$ |
| Champignons UFC/g            | $6 \times 10^4$  | $24 \times 10^4$ | $6 \times 10^4$  |



**Figure n°28 :** Distribution horizontale des microorganismes du sol au niveau de la station de Chréa

Les résultats de l'analyse microbiologique réalisée au niveau de la station de Chréa sous Cédraie ont révélés que les populations aussi bactériennes que fongique sont nettement plus importantes à la distance de 1 mètre qu'à la distance 2 mètre. On peut noter que les valeurs obtenues à la distance 1 mètre sont presque 2 fois plus importante pour la flore bactérienne et 4 fois plus importante pour la population fongique que la distance 2 mètres. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées au niveau du centre (pied de l'arbre).

## Discussion

Au terme de cette étude deux Ordres d'acariens édaphiques ont été noté au niveau de la Cédraie de Chréa .Ces ordres sont les Gamasida et les Oribatida. L'ordre des Gamasida n'est représenté que par une seule espèce par contre l'ordre des Oribates est le plus important et affiche un total de 28 espèces. On peut, toutefois noter que le milieu qui a fait l'objet de cette étude présente une richesse relativement faible dont le nombre total n'est que de 29 espèces. Ce résultat est similaire à celui obtenu par GHEZALI (2012) ayant travaillé sur plusieurs sites forestiers au nord de l'Algérie. On peut, toutefois, noter que cette station se montre moyennement favorable pour le développement et la multiplication des Acariens du sol comme il a été précisé par GHEZALI (2012).En effet, LEBRUN (1991), a dénombré 90 espèces au niveau des horizons organiques et semi-organiques d'un milieu forestier ainsi que DUCARDE (2004) qui a trouvé le même résultat dans les sols peu profond

L'abondance des Oribates est attribuée à des différences dans le microclimat, dans la capacité de dispersion et à la qualité de la litière. Au cours de la présente étude, les valeurs de la densité enregistrées diffèrent d'un mois à l'autre. Elle varie selon les orientations cardinales et même en fonction de la distance par rapport à l'arbre. Pour cette dernière, on a relevé une densité moyenne de 31040 ind /m<sup>2</sup> à deux mètre. C'est la valeurla plus élevés par rapport à celle relevée à la distance de 1 mètre qui est de 29200ind./ m<sup>2</sup> et également à celle du centre (pied d'arbre)qui est de 6560 ind / m<sup>2</sup> . Cette densité est nettement faible par rapport à celle enregistrée par LEBRUN (1971) qui signale près de 120 000 indi/ m<sup>2</sup>. Selon NADKARNI et LONGINO, (1990), ceci est en corrélation avec les conditions de vie aussi bien nutritionnelles que climatiques que présentent le milieu étudié.

Cependant, il est important de soulever que la majorité des acariens se situe en dehors de la zone d'ombrage de l'arbre. En effet, la distance 2 mètres qui se situe à la périphérie de l'ombrage de l'arbre abrite une forte proportion de la population d'acariens soit 46%. En seconde position, on retrouve la distance de 1 mètre dont le pourcentage affiché est de 44%. En dernier lieu, on trouve le pied d'arbre qui affiche une valeur très faible par rapport aux deux premiers soit 10%. Ceci représente la tendance globale de la population d'acariens recueillis au niveau de la station d'étude.

Ces résultats, aussi bien pour la richesse que pour la densité, semblent contradictoires à ceux de WINCHESTER et BEHAN-PELLETIER (2003) qui notent que la dominance est attribuée à l'architecture des arbres et l'accumulation des litières. Il est de même pour TRAVE,

(1963) qui note que la présence de cette pédofaune, particulièrement l'acarofaune dépend directement du substrat nutritionnel. Ce même auteur insiste sur le fait que le facteur nourriture est manifestement le plus important quelles que soient les conditions pour lesquelles les êtres vivants se seraient adaptés. S'il s'avère que le support nutritionnel est le facteur déterminant, la présence des Oribates serait, dans le présent travail, plus importante au pied de l'arbre, mais les résultats obtenus sont contraires. Il semble, donc, que d'autres paramètres interviennent telle la nature chimique de la litière ou des mécanismes de défenses propres à l'essence forestière qui se manifeste par la sécrétion de substances induisant un effet inhibiteur contre toute activité biologique entre autre le développement des Oribates. Selon LINCOLN *et al.* 1982). GERGOCS et HUFNAGEL (2009), le groupe des Oribates présente des caractéristiques fondamentales qui permettent d'indiquer les différents changements environnementaux. Ces caractéristiques sont largement mentionnées dans les travaux de LEBRUN, BEHAN-PELLETIER (1999) et GULVIK (2007). Selon les auteurs précités, le comportement des Oribates peut être utilisé pour indiquer les effets d'une pollution chimique ou de métaux lourds et des perturbations dans le processus de décomposition.

Selon ANDERSON, (1977), BEHAN-PELLETIER, (1994), HANSEN,(1998) LAMONCHA (1998), les Oribates présentent un large éventail de réponses à des perturbations et sont bien adaptés pour l'évaluation de leurs effets sur les sols forestiers, la litière, et l'humus.

L'analyse fongique et bactérienne obtenue lors du présent travail montre que ces populations même si elles s'avèrent très faible comparativement aux travaux de KILBERTUS (1978) qui affiche une valeur de  $5000 \times 10^6$  pour les champignons et  $10^6$  à  $10^9$  pour les bactéries (SOLTNER, 2003 *in* KARABI, 2010), sont plus importantes au niveau de la zone périphérique de l'arbre qu'au centre. Les résultats obtenus pour les populations fongiques sont  $24 \times 10^4$  pour la distance 1 mètre et  $6 \times 10^4$  pour la distance 2 mètres. Les valeurs de l'analyse microbienne sont de  $83 \times 10^4$  pour la distance 1 mètre et  $42 \times 10^4$  pour la distance 2 mètre. Au centre, les valeurs obtenues sont pour les bactéries  $19 \times 10^4$  et pour les champignons  $6 \times 10^4$ . On peut, cependant noter que l'activité microbienne est plus intense à la distance de 1 mètre.

Selon WAUTHY (1994), les horizons organiques du sol sont des systèmes écologiques dynamiques. Ils sont composés de populations d'organismes en état de dépendance réciproque et interagissant avec le milieu. En outre, les activités de ces populations se complètent mutuellement afin d'utiliser au mieux l'énergie qui arrive à la

surface du sol principalement sous forme de débris végétaux, en les décomposant. Cependant, les analyse physico-chimique du sol où notre étude a été réalisée a montre **que la teneur en azote est faible cela indique que le sol étudié est pauvre en azote** et les valeurs du rapport C/N du sol étudié mentionnées sont fort ce qui traduit donc des conditions défavorable à la minéralisation de la matière organique suite une mauvaise activité biologique.

PRESCOTT et PRESTON (1994) confirment ces résultats. En effet d'après ces deux auteurs, la litière foliaire de cèdre a des concentrations plus faibles en N et des proportions plus élevées en C alkyle (basé sur la spectroscopie de RMN <sup>13</sup>C). Ces caractéristiques de la litière de cèdre peuvent contribuer à la faible disponibilité de N dans les couvertures mortes des forêts de cèdre. le rôle important joué par la matière organique vis-à-vis de l'azote du sol que ce soit dans les agrosystèmes ou les écosystèmes forestiers (RAPP, 1967, 1969 ; AUSSENAC *et al.*, 1972 ; GLOAGUEN et TOUFFET, 1976; LEMEE, 1982 ) a été depuis ces travaux considéré comme un aspect très important dans les processus d'immobilisation-minéralisation de l'azote dans les sols.

A la différence des agrosystèmes où les déficits en bioéléments notamment en azote sont rétablis par un apport d'engrais, les écosystèmes forestiers assurent généralement par eux-mêmes leurs besoins en éléments nutritifs et particulièrement en azote. Aussi un déséquilibre de l'écosystème entrainerait une rupture des cycles biogéochimiques de ces éléments qui deviennent de plus en plus rares et particulièrement l'azote, ce qui pourrait constituer un facteur limitant de la production forestière (LEMEE, 1982).

L'enrichissement du sol en azote à partir de la litière est un processus complexe où interviennent la quantité et la qualité des litières (PALM et SANCHEZ, 1990). En effet, leur décomposition doit permettre l'accumulation d'humus tout en assurant un taux de minéralisation de l'azote satisfaisant pour la nutrition des plantes.

Les Acariens du sol régulent indirectement la décomposition de la litière et le taux de minéralisation en éléments nutritifs dans les sols de forêt (CROSSLEY, D.A., 1977) et la décomposition de la litière est ralenti souvent lorsque les microarthropodes du sol sont exclus (HARDING, D.J.L., 1967 ; WALL, D.H., 2008). Ces résultats sont en parfaite adéquation avec ceux obtenus dans le présent travail. En effet l'activité de minéralisation semble très faible. D'après ARPIN (2011), l'influence du site s'avère faible, la nature de la litière étant prépondérante.

# *Conclusion*

Dans la présente approche qui a pour but de déterminer l'importance et la biodiversité de la microflore tellurique et la mésofaune dans une Cédraie au Parc National de Chréa ainsi que l'effet de la litière de cèdre sur les caractéristiques biologiques du sol, quatre analyses ont été appliquées en l'occurrence l'analyse physico-chimique du sol, l'analyse fongique et bactérienne et une évaluation qualitative et quantitative de la faune acarologique selon les orientations et les distances depuis le pied d'arbre soit 0m, 1m et 2 mètres.

Sur la base des données recueillies, on note la présence de deux Ordres d'acariens édaphiques en l'occurrence les Gamasida et les Oribatida. Cependant on peut noter que le milieu qui a fait l'objet de cette présente étude présente une richesse total relativement faible dont le nombre n'est que 29 espèces et une diversité moyennement faible quand aux espèces d'acariens dont on note la dominance de deux espèces en l'occurrence *Scheloribates* sp1 et *Oppia bicarinata* .

La dispersion des acariens montre une différence considérable par rapport à la distance et la saison. En effet l'abondance des Oribates est très marquée au niveau de la distance deux mètre qui est une zone se situant en dehors de l'ombrage de l'arbre. Toutefois on note une décroissance centrifuge du nombre d'acariens depuis l'extérieur vers le pied d'arbre où il ya une accumulation de la litière. Quand aux variations saisonnières, on constate que la saison estivale où les conditions écologiques semblent les plus défavorables montre une diminution très nette des populations d'acariens.

En ce qui concerne les résultats microbiologiques, le sol étudié présente une biomasse microbienne faible que se soient pour les bactéries et les champignons. Elle diffère en fonction des orientations et la distance. En effet les fortes populations microbiennes sont enregistrées au niveau de la distance un mètre contrairement au pied de l'arbre qui semble s'offrir des conditions néfastes pour cette microflore tellurique.

L'étude qualitative des populations fongique, nous a permet de signaler la présence deux genre de champignons : *Penicillium* et *Trichoderma*.

Les résultats ainsi obtenus, montre que le sol où sont présents les arbres de cèdre montre un déficit en azote, une population fongique bactérienne et acarologique très faible entraînant une mauvaise activité biologique . Cette observation a tendance à s'améliorer en s'éloignant du pied d'arbre vers l'extrémité de l'ombrage de ce dernier. Ceci peut expliquer



*l'impact de la litière du cèdre sur l'activité de la mésofaune et de la microflore. La quantité et particulièrement la qualité de la litière constitue des facteurs déterminants dans le développement des acariens du sol .Ces derniers sont compris pour être important dans le traitement des détritiques et la réglementation des populations microbiennes.*

La nature chimique de la litière de Cèdre, comme il a été démontré par certains auteurs, contient une faible teneur d'azote ce qui peut expliquer l'absence d'une partie de la population bactérienne et fongique qui interviennent dans le cycle de minéralisation de l'azote. On peut, cependant, noter, à la lumière de toutes ces données, que la litière et par conséquent les éléments minéraux qu'elle contient a un impact sur la distribution spatiale de la microflore et la mésofaune du sol. De ce fait, les litières ont l'avantage d'enrichir le sol en matière organique, et par conséquent d'azote hydrolysable.

Le rôle joué par la faune du sol qui est capable de fragmenter la litière (Microarthropodes) permettant ainsi une rotation plus rapide des éléments. Les pelotes fécales constituées par la mésofaune influent de façon considérable sur la répartition des microorganismes du sol. La dissémination active des germes constitue peut-être l'activité la plus importante des animaux.

## *Références bibliographiques*

## ***Références bibliographiques***

**AISSANI B., (1983)** – Cartographie automatique de champs pluviométrique : exemple de la région algéroise. Science de la terre. Informatique géologique, 17, 1983.

**ALEXANDER M.,(1977).**-Introduction to Soil MicrobiologyWiley, - Printbook , 2d ed 467 pages.

**ALLEN O.N. 1957** – Experiments in soil biology, Burges, Minneapolis 34p.

**ALLISON, S. D. &VITOUSEK, P. M. (2005)**- Responses of extracellular enzymes to simple and complex nutrient inputs.*Soil Biology & Biochemistry* 37: 937-944.

**ANDERSON, J.M., (1977)** - The Organization of soil animal communities. *Ecol. Bull.*, 25, 15–2.

**APONTE C., (2010)**-Indirect host effect on ectomycorrhizal fungi: Leaf fall and litter quality explain changes in fungal communities on the roots of co-occurring Mediterranean oaks. *Soil Biol. &Biochem.* 42:788-7.

**ARPIN A., DAVID, J.E., GUITTONNEAU, G.G., KILBERTUS G., PONGE, J.F. et VANNIER G.(1986)** - Influence du peuplement forestier sur la faune et la microflore du sol et de l'humus. *Rev.Ecol. Biol. Sol*, 23 (2) pp.119-153.

**ARPIN P., KILBERTUS G., PONGE J., VANNIER G., (2011)**- Importance de la microflore et la microfaune en milieu forestier. HAL Id: hal-00507109. 1p.

**AUBERT.G., (1978)** - Méthode d'analyse s des sols. Edit: C.R.D.P. Marseille, 191 P.

**AUSSENAC M. BONNEAU C., (1972)** – Restitution des éléments minéraux au sol par l'intermédiaire de la litière et les précipitations dans quatre peuplements forestiers de l'est de la France. *Ecol. Plant.* 1 : 7-21.

**A.G.F., 2003** – Station SIG. Direction générale des forêts.

**BAATH E. & ANDERSON TH., (2003)** - Comparison of soil fungal/bacterial ratios in a pH gradient using physiological and PLFA-based techniques. *Soil Biology & Biochemistry* 35:955–963.

**BACHELIER G., 1978**- La faune du sol, son écologie et son action. ORSTOM, Paris. P. 392.

- BAUZON D., BACHELIER G., ROUILLER J. (1967)** – Caractéristiques pédologiques et microbiologiques des sols de la RCP 40 de la forêt de Sénart et du parc de Brunoy, *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 4, 533–551.
- BECK T., POSCHENRIEDER H. (1958)** – Über die artenmässige Zusammensetzung der Mikro flora eines sehr sauren Waldmoorprofils, *Zbl. Bakt.*, 3, 672–683.
- BEHAN-PELLETIER V.M., (1999)** - Oribatid mite biodiversity in agrosystems: Role For bioindication Agriculture, Ecosystems and Environment 74, pp.411- 423.
- BEHAN-PELLETIER, V.M.;** Bissett, B. Oribatida of Canadian peatlands. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 1994, 169, 73–88.
- BELLOULA N. (2003)** : Etude expérimentale de l'Influence de la typologie des Cédraies sur la distribution des formes d'Azote dans certains sols du massif forestier du CHELIA (W. DE KHENCHELA). Thèse. Magister. Sci. Agr., Batna, 118p.
- BERTHET P.L. (1964)** - Field study of the mobility of Oribatei (Acari) using radioactive tagging. *J. Anim. Ecol.*, 33, 443-449.
- BLONDEL J., (1979)**- Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 303 p.
- BLONDEL J., (1986)** - Biogéographie et évolutive. Ed. Masson, Paris, 221 p.
- BONNETE L., CASSAGNAU P., TRAVE J., (1977)** – Ecologies des arthropods muscicole à la lumière de l'analyse des correspondance: Collembola, Oribates (Tarn, France). *Oecologia (Bel.)*; 21: 359- 373.
- BORNEMAN J. & TRIPLETT EW. (1997)**- Molecular microbial diversity in soils from eastern Amazonia: evidence for unusual microorganisms and microbial population shifts associated with deforestation. *Appl Environ Microbiol.* 63: 2647-2653.
- BORNEMAN J., (1996)** - Molecular microbial diversity of an agricultural soil in Wisconsin. *Appl Environ Microbiol.* 62: 1935-1943.
- BOUDY P, (1950).** Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Éd. Larose, T2. Pp : 529-619.
- BOUDY P., (1952)**- Economie forestière nord-africaine. IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose, Paris, 481p.
- BOUROCHE J.M., SAPORTA G, (1980)**- L'analyse des données. Coll. P.U.F., Paris: 297 p

**BUCKLY DH, SCHMIDT TM., 2002-** Exploring the diversity of soil – a microbial rainforest In *Biodiversity of Microbial Life: Foundation of Earth's Biosphere*, ed. AL Reysenbach. New York, New York, USA: Wiley 34-79

**BUEE M., (2005)-** Year-round monitoring of diversity and potential metabolic activity of the ectomycorrhizal community in a beech (*Fagus sylvatica*) forest subjected to two thinning regimes. *Mycorrhiza* 15:235–245.

**BUEE M., MAURICE J-P, ZELLER B., RANGER J, MARCAIS B, Le TACON F, (2011) -** Influence of tree species on richness and diversity of epigeous fungal communities in a French temperate forest stand. *Fungal Ecology* 4: 22-31.

**BUNDT M., WIDMER, F., PESARO, M., ZEYER, J. & BLASER, P. (2001)-**Preferential flow paths: biological “hot spots” in soils. *Soil Biology & Biochemistry* 33: 729-738

**CALLOT G., CHAMGOU H., MAERTENS C. et SALSAC L., (1982) -** Mieux comprendre les interactions sol-racine Ed. *INRA*. 325 p.

**CARLILE M.J., WATKINSON S.C. (1994) -**The Fungi. (Academic Press eds).

**CHELLABI H., (1992) –** Contribution à l'étude de la productivité de *cedrus atlantica* en fonction des facteurs stationnels et établissement d'un tarif de cubage « cas du Parc National de Chréa ». Mem. Sc. Agr., INA, El-Harrach, Alger, 90p, Annexes.

**CHRISTENSEN M., WHITTINGHAM W.F. (1965) –** The soil microfungi of open bogs and conifer swamp in Wisconsin, *Mycologia*, 57, 882–896.

**CLEMMENSEN KE., BAHRA., OVASKAINEN O., DAHLBERG A., EKBLED A., WALLENDER H., FINALY RD., Wardle DA, LINDHAL BD, 2013-** Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forest. *Science* 339:1615.

**COINEAU Y., (1974) –** Eléments pour une monographie morphologique, écologique et biologique des Caeculidae (Acariens). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat, Paris, Série A*, 71, 1–299.

**COURTY P., (2008)-**Temporal changes in the ectomycorrhizal community in two soil horizons of a temperate oak forest. *Applied and Environmental Microbiology* 74:5792-5801.

**COURTY P-E., BUEE M., DIEDHIOU AG., Le TACON F., RINEAU F, 2010**-The role of ectomycorrhizal communities in forest ecosystem processes: New perspectives and emerging concepts. *Soil Biology & Biochemistry* 42:679-698.

**CROSSLEY, D.A., Jr.** Oribatid mites and nutrient cycling. In *Proceedings of Symposium on the Oribatei—Eastern Branch Meeting of the Entomological Society of America*, Philadelphia, PA, USA, 2 October 1975; Syracuse State University: New York, NY, USA, **1977**; pp. 71–85.

**DAJOZ R., (1971)** – *précis d'écologie*. Ed. Dunot, Parie, 434 p.

**DAJOZ R., (1985)**- *précis d'écologie*. Ed. Gauthier- Villars, paris, 503 p

**DAVET P., 1996** – *Vie microbienne du sol et production végétales*. Ed. I.N.R.A, Paris, 383p.

**De FEDE, K. L., SEXSTONE A. J. 2001**- Differential response of size-fractionated soil bacteria in BIOLOG™ microtitre plates. *Soil Biology & Biochemistry* 33:1547-1554.

**DELAGARDE J., 1983**- Initiations à l'analyse des données. Ed. Dunod Paris, 157 p.

**DERVIN C., (1988)** - Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances. Ed. I.T.C.F., 75 p.

**DICKI E., (2002)** - Vertical niche differentiation of ectomycorrhizal hyphae in soil as shown by T-RFLP analysis. *New Phytologist* 156:527–535.

**DIEDHIOU G., (2009)** - Response of ectomycorrhizal communities to past Roman occupation in an oak forest. *Soil Biology & Biochemistry* 41:2206–2213.

**DILLY, O. & MUNCH, J.-C.(1996)**- Microbial biomass content, basal respiration and enzyme activities during the course of decomposition of leaf litter in a black alder (*Alnus glutinosa*(L.) Gaertn.) forest. *Soil Biology & Biochemistry* 28: 1073-1081.

**DINDAL D.,(1978)** - Soil organisms and stabilizing wastes. *Compost science and Land utilization, journal of waste recycling*, 19(4): 8-11.

**DOMMERGUES Y., DUCHAUFOR Ph. (1965)** – In: *Ecologie microbienne du sol*, eds. Dommergues Y., Mangenot F., Masson, Paris, 796 pp

**DOMMERGUES Y., MANGENOT F. (1970)** – *Ecologie microbienne du sol*, Masson, Paris, 796 pp.

**DREUX P., (1980)** – *Précis d'écologie*. Ed. Presses. Univ. France, Paris, 213p.

**DUCARDE (2004)** - The oribatid genera of the world, Akademic Kiado édition, Budapest, p188.

**EITMINAVICIUTE 1. (1965)** - Dynamique du nombre des Oribates dans un sol dernopodzolique érodé de Lituanie (RSS) (en russe). *Pedobiologia*, 4, 4, 281-287.

**FAUREL L., (1947)** – Aperçu Schématique sur les sols de Cédraies de l’Afrique du Nord. Compte rendu des conférences de pédologie médit Alger- Montpellier.

**FERRANDES H, (1986)** : Cèdres. Rev. for. française, vol. XXXVIII, n° spécial “Amélioration génétique des arbres forestiers”. Pp : 139-141.

**FERRIS R., REACE AJ., NEWTON AC., (2000)** -Macrofungal communities of lowland Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Piceaabies* (L.) Karsten.) plantations in England: relationships with site factors and stand structure. *Forest Ecology and Management* 131:255-267.

**GAGNARD J., HUGUET C., et RYSER J-P., (1988)**-L’analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation, le contrôle de la qualité des fruits.*Ed. ACTA. 87 p.*

**GAUSSEN H, 1968.** Les gymnospermes actuelles et fossiles. *Trav. Lab. For.* Toulouse, Tome2 (1), Fasc. VII. Pp : 273-480.

**GERGOCS V., HUFNAGEL L. (2009)**- Application of Oribatid mites as indicators *Applied Ecology and Environmental research*7(1) pp. 79-98.

**GHAZELI D., (2012)** - *Systématique et bioécologie des acariens du sol (Acari-Oribatida) en Algérie.* Thèse Doctorat, Inst.Nati. Agro. El Harrach, 14p.

**GHEZALI D., (1997)** - *Etude de l’acarofaune du sol dans trois stations du parc national de Chréa.* Thèse Magister, Inst.Nati. Agro. El Harrach, 135 p.

**GILOT J.C., DOMMERGUES Y. (1965)** – *In: Ecologie microbienne du sol*, éd. Dommergues Y., Mangenot F., Masson, Paris, 796 pp.

**GLOAGUEN J. et TOUFFET J., (1976)** – Production de laitière et apport au sol d’éléments minéraux dans quelques peuplement résineux de Bretagne. *Ann. Sci. Forest.*83, 87 -107.

**GOBAT J. M., (2003)** - sol vivant, base de pédologie et biologie du sol. Ed. ISBN, CH. Lausanne, Press polytechnique et univ. Romandes. 32, 38

**GOBAT J-M., ORAGNO M. MATTHEY W., (2010)** - Le sol vivant, base de pédologie biologie des sols. Ed. Presses Polytechn. Univ. Romandes, Lausnne, 16, 43-54 -519.

**GOODFELLOW M. (1968)** – Properties and composition of the bacterial flora of a pine forest soil. *J. Soil. Sci.*, 19, 154–167

**GRANDJEAN F., (1934)**-Observation sur les Oribates (6<sup>ème</sup> série).- Bull. Muséum nati. Hist. Natu., (6) : 1-79.

**GRANDJEAN F., (1949)**- *Etude sur les paleacaroides (acariens, oribates)*, Ed. Mus. Paris, 271p.

**GRAY T.R.G., HISSET R., DUXBURY T. (1973)** – Bacterial population of litter and soil in a deciduous woodland. I. Qualitative studies, *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **10**, 495–503

**GULVIK M.E., (2007)** - Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use Monitoring: a Review.–*Pol. J. Ecol.*55 (3): pp. 415-440.

**HALIMI A., 1980** – L’atlas blidéen-climat et étages végétaux. Ed. Office des publications nationales, Alger, 523p.

**HANSEN R.A.; COLEMAN D.C.** Litter complexity and composition are determinants of the diversity and species composition of oribatid mites (Acari: Oribatida) in litterbags. *Appl. Soil Ecol.* **1998**, 9,17–23.

**HARDING, D.J.L.** Faunal participation in the breakdown of cellophane inserts in the forest floor. In *Progress in Soil Biology*; North-Holland Publisher Co.: Amsterdam, The Netherlands, 1967; pp. 162–170.

**HASSINK J., (1993)** - Relationships between habitable pore space, soil biota and mineralization rates in grasslands soils. *Soil Biol Biochem.* 25: 47-55

**HAWKINS B., (2003)** - Energy, water, and broadscale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84:3105–3117.

**HELLER, F., PUSIC, E., STRAUSS, G. and WILPERT B. (1998)** - *Organisational Participation: Myth and Reality*, Oxford: Oxford University Press.

**HIERNAUJX., 1965.** - Une nouvelle mesure de distance anthropologique entre populations utilisant simultanément des fréquences géniques, des pourcentages de traits descriptifs et des moyennes métriques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 260, 1748-1750

**HOLDING A.J., (1965)** – The microflora of peat podzols transition, *J. Soil Sci.*, 16, 44–59



**HORTON TR & BRUNS TD., (2001)-** The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: peeking into the blackbox. *Molecular Ecology* 10:1855–1871.

**ISHIDA T., NARA K., HOGETSU T., (2007) -** Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight hosts species in mixed conifer-broad leaf forests. *New Phytologist* 174:430–440.

**IZZO A., (2005)-**Detection of plot-level changes in ectomycorrhizal communities across years in an old-growth mixed-conifer forest. *New Phytol.* 166:619-629.

**JAERVIS S., (2013) -** Regional scale gradients of climate and nitrogen deposition drive variation in ectomycorrhizal fungal communities associated with native Scots pine. *Global Change Biology* 19:1688-1696.

**KARABI. M, 2010.** Fonctionnement microbiologique et biochimique des sols sahariens: étude comparative entre sol salés (palmeraies de l'université d'Ouargla) et sol alluvionnaire (palmeraie traditionnelle de Guerrara) mémoire magister université Ouargla, 76p.

**KILBERTUS G. (1978c) –** (en russe) – Influence des facteurs externes sur la composition qualitative et quantitative de la microflore autochtone du sol, *Izv. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Biol.*, 4, 613.

**KLIRONOMOS J., ZOBEL M, TIBBET M, STOCK WD, RILLING MC, PARRENT JL, (2011) -** Forces that structure plant communities: quantifying the importance of the mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.* 189:366-370.

**KRIVOLUTSKY D.A. (1965) -** Types morphologiques d'Acariens Oribates (en russe:). *Zool. Zh.*, 44, 1176-1189.

**LAMONCHA, K.L.; CROSSELY, D.A., Jr.** Oribatid mite diversity along an elevation gradient in a southeastern Appalachian forest. *Pedobiologia* 1998, 42, 43–55.

**LANIER L, 1994.** Les champignons des cédraies en Algérie (étude comparative). *Ann. Rech. For. Maroc*, 1994, T(2). Pp : 553-563.

**LAUBER CL., HAMADY M, KNIGHT R., FIERER N., 2009-** Pyrosequencing-based assessment of soil ph as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale. *Appl. Environ. Microbiol.* 75:5111–5120.

**LEBRUN P., (1979) -** Ecologie et peuplement de queleque peuplements d'arthropodes édaphique. *Inst. R. Sci. Nat. Belg. Mem.* 165p.

**LEBRUN P., (1977)** : Comparaison les effets de la température et le variable constante sur le développement de *Damaeus onustus*. *Acarologia*.. 36 : 136-143

**LEBRUN P., VAN IMPE, D; WHAUTY AND ANDRE H.M. (1991)** – The life strategies of mites. In; the acari: reproduction, development and life history strategies. Shapmen and hall. London. Pp. 3-22.

**LEBRUN PH. And M, VAN RUYEMBEKE (1971)** – Intéret écologique de la relation entre la temperature et la durée de développement des oribates, *acarologia* 13 : 176- 186.

**LEBRUN P., VAN STRAALEN N.M. (1995)** - Oribatid mites: Prospects for their use in ecotoxicology- *Experimental & Applied Acarology* 19: pp.361-379.

**LEMEE G., (1982)** - Recherche sur les écosystèmes des réserves biologiques de la foret de la fontaine bleu. Entrée d'élément minéraux par les précipitations et transfert au sol par pluviollessivage. *Ecol. Plant.* 9, 187-200.

**LILLESKOV EA., (2004)** - Detection of forest stand-level spatial structure

**LILLESKOV EA., (2011)** - Conservation of ectomycorrhizal fungi: exploring the linkages between functional and taxonomic responses to anthropogenic N deposition. *Fungal Ecology* 4:174-183.

**LINCOLN R., ROSSHALL G., CLARK P.F. (1982)**- in Vikram M. (1986): Soil inhabiting arthropods as indicators of Environmental quality. *Acta biologica Hungarica* 37(1), pp. 79-84.

**LINDHAL BD., IHRMARK K., BOBERG J., TRUMBORE SE, STENDLID J, FINALY RD., 2007**- Spatial separation of litter decomposition and mycorrhizal nitrogen up take in a boreal forest. *New Phytologist* 173:611-620.

**LIONS J-C ., (1975)** - Population adulte et immatures d'*Adoristes ovatus* (Acarien, Oribate) dans les aiguilles de la litière d'*Abis alba*. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 25 : 343-353.

**LONG N., (1974)** - Modeling the precipitation chemistry across the U. S. EDV in *Medizin und Biologie*, 4, 74-87.

**LUTZO, M.V., (2006)**- Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions – a review. *European Journal of Soil Science* 57: 426-445.

**M'HIRIT O., (1982)** -Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain : Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'atlas. *Ann.Rech. For. Maroc*2(1). 499p

**MADÉLIN T.M. (1994)** - Fungal aerosols: a review. *Journal of aerosol science*. 25: 1405-1412.

**MADJEBRI M., (2008)** – Contribution à l’actualisation des données climatiques en Algérie. Mém. Ing. Sci. Agr., INA, El-Harrach, Alger, 126p, Annexes.

**MAIRE R., (1926)** – Notice de la carte phytogéographique de l’Algérie et de la Tunisie, Gouv. Général de l’Algérie, 48p.

**MARTINY JB., BOHANNAN BJ., BROWN JH., COLWELL RK., FUHRMAN JA, SMITH VH., 2006-** Microbial biogeography: putting microorganisms on the map. *Nat. Rev. Microbiol.* 4:102-112

**McGuire KL., (2012)** - Fungal community composition in neotropical rain forests: the influence of tree diversity and precipitation. *Microb. Ecol.* 63:804-12.

**MEDDOUR R., (2002)** – Bioclimat étage et série de végétation de l’Atlas blidéen (Algérie). *Phytocoenologie*, 32 (1) , pp. : 101- 128.

**MESTAR N., (1996)** – Cartographie physiologique et approche phytoécologique de la cédraie de Tala- Guilf (Djurdjura occidental). Mém. Magister. Sci. Agr., INA, El-Harrach, Alger, 116p, Annexes

**MEYER F.H., 1960.-** Comparison of the microbial decomposition of spruce and beechlitter on different soil types. *Arch. Mikrobiol.*, **35**, 340-360.

**MIRI R., (1988)** - Essai de cartographie de la végétation sur la région de Ghellaie dans le parc national de Chréa. Mém. Ing., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 122p.

**MISHUSTIN E.N. (1956)** – The law of zonality and the study of microbial associations of the soils, *Soil Fert.*, 19, 385–392.

**NADKARNI, N.M., LONGINO, J.T., (1990)** - Invertebrates in canopy and ground organic matter in a neotropical montane, Costa Rica. *Biotropica* 22, 286–289.

**NEDJAH A., (1988)** - La Cédraie de Chréa ( Atlas Blidéen) : Phénologie. Productivité régénération naturelle du cèdre de l’Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belezma (Batna). Mém. Magister. Sci. Agr., Univ., Batna 84p.

**NIEMI, R. M., (2005)** Temporal and soil depth-related variation in soil enzyme activities and in root 56p.

**NORTON R.A., (1990)** - Acarina:Oribatida .In : soil Biology Guide. Edited by D.L.Dindal. John Wiley & Sons , Toronto. Pp.779-803.

**O.N.M., 2013-** Relevés météorologiques de l'année 2012. Ed. Office nati. Météo., Dar El Beida, 22p.

**O.N.M., 2014-** Relevés météorologiques de l'année 2013. Ed. Office nati. Météo., Dar El Beida, 22p.

**OMRI O., (2005)-** La relation entre les acariens et la biodegradation de la matière organique Thèse Ing., Inst .Nati. Agro. El Harrach, 13,34.

**OSONO, T., (2006)-** Fungal colonization as affected by litter depth and decomposition stage of needle litter. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2743-275

**OZENDA. P., 1983** - *Flore de Sahara*. Ed. CNRS. Paris. 622p.

**PALM C. et SANCHEZ P., (1990)** – Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil biology*. 3, 83-88.

**PARKINSON D., BALASOORIYA I. (1967)** – Studies on fungi in a pine-wood soil. I. Nature and distribution of fungi in the different soil horizons, *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 3, 463–478

**PEAY KG., (2010)-** Not every fungus is everywhere: scaling to the biogeography of fungal-plant interactions across roots, shoots and ecosystems. *New Phytol*. 185:878-882.

**PICKLES L., (2010)** - Spatial and temporal ecology of Scots pine ectomycorrhizas. *New Phytologist* 186:755-768.

**PIGOTT CD., (1982)-**Survival of mycorrhiza formed by *Cenococcum geophilum* Fr. in dry soils. *New Phytologist* 92:513–517.

**POCHON J. , TARDIEUX, 1962.** - Techniques d'analyse en microbiologie du sol. *Editions de la Tourelle*, Saint-Mandé.

**POCHON J., TARDIEUX, 1962.** - Techniques d'analyse en microbiologie du sol. *Editions de la Tourelle*, Saint-Mandé.

**PRESCOTT, C.E.; PRESTON, C.M (1994)** -Nitrogen mineralization and decomposition in forest floors in adjacent plantations of western red cedar, western hemlock, and Douglas-fir. 1994. Prescott, C.E.; Preston, C.M Canadian Journal of Forest Research 24: 2424-2431.

**PROTH J. (1978)** – Evolution de la microflore d'une rendzine forestière récemment privée de ses apports naturels en litière de charme. Etude microbiologique et ultrastructurale, *Thèse de 3ème cycle*, Universities

**PURVES D., (2005)** -*Understanding the basis of color perception. International Review of Neurobiology (In press).* (2005).

**RAJALA T., PELTONIEMI M., PENNANEN T., (2010)** - Relationship between wood-inhabiting fungi determined by molecular analysis (denaturing gradient gel electrophoresis) and quality of decaying logs. Can. J. For. Res. 40:2384–2397.

**RAMADE F., (1984)** –*Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale.*Ed. Mc Graw-Hill,Paris, 397 p.

**RAMADE F., (2003)** - Eléments d'écologie – écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690 p.

**RAPP M., (1967)**- Apport d'éléments minéraux au sol par les eaux de pluviollessivage sous peuplement de *Quercus ilx*, *Pinus halipensus*. Ecol. Plant, 4, 71- 92.

**RAPP M., (1969)** - Contribution à l'étude de bilan de l'eau dans les écosystèmes méditerranéens. Egouttement de précipitation sous peuplement *Quercus ilx*, *Pinus halipensus*. Ecol. Plant, 3, 271- 284.

**REDECKER D., 2002**- New views on fungal evolution based on DNA markers and the fossil. *Research in Microbiology.* 153: 125-130.

**RIHA G. (1951)** - Zur ökologie der Oribatiden in Kalksteinboden. *2001. Jb. Syst.,* 80,407450.

**RINEAU F. &GARBAYE J., 2009**-Effects of liming on ectomycorrhizal community structure in relation to soil horizons and tree hosts. *Fungal Ecology* 2:103-109.

**ROBISON CH., MILLER EJP., DEACON LJ., 2005**- Biodiversity of saprotrophic fungi in relation to their functions : do fungi obey the rules ? In: Bardgett RD, Usher M B, Hopkins DW 2005 Biological diversity and function in soils. Cambridge University Press p189-215.

**ROESCH LFW, FULTHORPE RR, CASELLA G, HADWIN AKM, Kent AD, DAROUB SH, CAMARGO FAO, (2007)** – Pyrosequencing enumerates and contrasts soil microbial diversity. *ISME Journal* 1: 283-90

**ROY G, 1998.** Rôle des facteurs climatiques dans le mécanisme du dépérissement des érablières appalachiennes. *Thèse. Doc.* Université Sherbrooke Canada.

**RUMPEL, C., (2002)**- Vertical distribution, age, and chemical composition of organic carbon in two forest soils of different pedogenesis. *Organic Geochemistry* 33: 1131–1142

**RUNOV E.V., SOKOLOV D.F., 1958.**- Changes in the composition of organic matter and microflora of leached chernozems under the influence of forest plantations. *Byull. Moskov. Obslich. Ispytat.*, **63**, 51-54. (d'après le résumé *Soils Fertil*, 22(6), 190).

**SAAL B., (1990)**- Contribution à l'étude phytosociologique des ripisylves de l'Atlas blidéen. *Mém. Ing. Agr. I.N.A. Alger*, 44p.

**SBABDJI M., (1997)** – Contribution à l'étude de la perte de croissance de *cedrus atlantica* suite aux attaques de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Mém. Magister. Sci. Agr., INA, El-Harrach, Alger*, 116p, Annexes.

**SEASTEDT T. R., (1984)** - The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review Entomology*, (29): 25-46.

**SINGH BK., BARGETT RD, SMITH P, READY DS, 2010**- Microorganisms and climate change: terrestrial feedbacks and mitigation options. *Nat. Rev. Microbiol.* 8:779-790.

**SINSABAUGH, R. L., (1991)**- An enzymic approach to the analysis of microbial activity during plant litter decomposition. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34: 43-54.

**SMITH K. , (1992)**- The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature* 356 : 428-431

**SMITH SE, READ D., (2008)** -Mycorrhizal Symbiosis, third ed. Academic Press: London.

**SOLTNER. D, 2005.** Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration. Tome I, 24<sup>ème</sup> édition; collection Sciences et techniques agricoles.

**STARC A. (1942)** – Mikrobiologičke Untersuchungen geneinigiger podsoliger Böden Kroatiens, *Arch. Mikrobiol.*, 12, 329–352.

**STENSTROM E., DAMM E., UNESTAM T., 1997**-Le rôle des mycorhizes dans la protection des arbres forestiers contre les agents pathogènes du sol. *Rev. For. Fr.* 49:121-128.

**TEDERSOO L., & NARA 2010b**- Low diversity and high host preference of ectomycorrhizal fungi in western Amazonia, a neotropical biodiversity hotspot. *ISME J.* 4:465-471.

**TEDERSOO L., (2008)** - Strong host preference of ectomycorrhizal fungi in a Tasmanian wet sclerophyll forest as revealed by DNA barcoding and taxon-specific primers. *New Phytologist* 180:479–490

**THOMAS D.C. (1947)** - Some observations on damage to potatoes by slugs. *Ann. appl. Biol.*, 34, 246-251.

**THOMS C., (2010)** - Direct and indirect effects of tree diversity drive soil microbial diversity in temperate deciduous forest. *Soil Biology & Biochemistry* 42:1558-1565.

**TORSVIK V., (1998)** - Novel techniques for analysing microbial diversity in natural and perturbed environments. *Journal of Biotechnology* 64: 53-62

**TOTH J, 1978.** Contribution à L'études de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le sud de la France. *Thèse. Doc. Ing. Fac. St. Jérôme. Marseille, France.* 136p

**TRAWE J., (1964)**- Importance des stases immatures des Oribates en systématique et en écologie. *Acarol., Fase. h. s. :* 47-54

**TRAWE J., 1963**-*Ecologie et biologie des Oribates (Acariens) saxicoles et arboricoles. Vie et milieu, Suppl. 14: pp.1-267.*

**TRAWE J., 1972**- Premières données sur les acariens interstitiels de Grèce. *Bio. Gallo-Hellenica*, 4(1) : 61-70.

**TRESSDER KK., (2004)**-A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO<sub>2</sub> in field studies. *New Phytologist* 164:347–355.

**USHER M.B. (1975)** – Seasonal and vertical distribution of population of soil arthropod ; mesostigmata, *pedobiologia*, 11 , 27 , 39.

**VANDER K, O SALA, J, (2000)** - Effects of global changes on above- and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: implications for ecosystem functioning. *BioScience* 50:1089-1098.

**VAN DER HEIJEN MG, BARGETT RD, (2008)** - The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecol. Lett.* 11:296–310.

**VAN RHEE J.A. (1969b)** - Development of earthworm populations in polder soils. *PedobioZogia*, 9, 1/2, 133-140.

**VANINE G., (1970)**- Reactions des microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol. Ed. Centre National de la recherche scientifique (C.N.R.S), Paris, 319 p.

**VANNIER G. (1971)** - Techniques d'étude des populations des Microarthropodes du sol. II – Exemple d'une étude écologique : les Microarthropodes et l'état hydrique du sol. In *KLOVie dans les Sols*>, Gauthier Villars id. (Paris), 83-109 et 111-146.

**VON ARX, (1967)** – The genera of yeastes and the yeasts- like fungi. *Stud . Mycol .* 14p.

**WALL, D.H.; BRADFORD, M.A.; ST. JOHN, M.G.; TROFYMOW, J.A.; BEHAN-PELLETIER, V.; BIGNELL, D.E.; DANGERFIELD, J.M.; PARTON, W.J.; JOSEF RUSEK, J.; VOIGT, W.;**Global decomposition experiment shows soil animal impacts on decomposition are climate-dependent. *Glob. Chang. Biol.* **2008**, *14*, 2661–2677.

**WALLWORK, J.A., (1976)** - Oribatida mites in forest systems. *Ann. Rev. Entomol.* 28, 109–130.

**WARCUP (J.H.), (1955)** - Contribution à l'étude de la bryoflore de la forêt de Villecartier (Ille-et-Vilaine). *Botanica Rhedonica*, sér. A, 11, 189-222.

**WAUTHY G., (1994)** - Les acariens, ces animaux lilliputiens qui nous entourent. *Extrait de Probio-revue*, Vol. 17 (3), 182p.

**WEHNER J., ANTUNES PM, POWELL JR, (2010)** - Plant pathogen protection by arbuscular mycorrhizas: A role for fungal diversity. *Pedobiologia* 53:197–201.

**WHITE P., (2006)** - Measurement of soil microbial biomass C by Fumigation Extraction. An automated procedure. *Soil Biol Biochem.*, 22p.

**WINCHESTER N.N. BEHAN-PELLETIER V.M. (2003)** -. Fauna of suspended soils in an Ongokea tree in Gabon. In: Basset, Y., Novotny, V., Miller, S.E., Kitching, R.L.(Eds.),



Arthropods of Tropical Forests: Spatio-temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 102–109.

**WINKLER A., (2001)** - Variation in hopanoid composition and abundance in forest soils during litter decomposition and humification. *Organic Geochemistry* 32: 1375-1385.

**WITKAMP M., DODSONG J., (1962)** - Microbiology of forest litter. *Health physics division annual progress report*, Juillet, ORNL 3347, 64.

**WOLTERS, V ., DC COLEMEN, P LAVELLE , WH VANDER K, O SALA, J, (2000)** - Effects of global changes on above- and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: implications for ecosystem functioning. *BioScience* 50:1089-1098.

**Site internet :**

Site n°1 : [pepites/OrganismesduSol/co/3\\_Saprophytes.html](http://pepites/OrganismesduSol/co/3_Saprophytes.html)

## **Etude de la faune acarologique, fongique et bactérienne dans une cédraie au Parc national du Chréa (Blida)**

### **Résumé**

Notre étude conduite au niveau de la Cédraie du Parc National de Chréa (Blida) est une approche qui a pour objectifs de déterminer l'importance et la biodiversité de la microflore et de la mésofaune dans le sol au niveau de la Cédraie du Parc National de Chréa ; ainsi que l'évaluation de l'effet de la litière de cèdre sur les caractéristiques biologiques du sol. Pour ceci quatre analyses ont été appliquées, en l'occurrence les caractéristiques physico-chimiques, l'analyse fongique, microbiologique et acarologique

Les résultats obtenus révèlent que le sol sous cèdre présente une faune acarologique très faible. En effet, le nombre d'espèces ainsi que la densité des acariens recueillies au niveau du présent site témoignent des conditions écologiques qui sont loin d'être favorables au développement des acariens. Il est de même pour les populations fongiques et microbiennes. Ces dernières montrent des valeurs qui sont nettement inférieures par rapport à celles notées dans d'autres travaux.

Le milieu forestier étudié présente une faible richesse avec un total de 29 espèces et que l'ensemble des acariens édaphiques récoltés appartient à deux ordres qui sont les Gamasida et les Oribatida. Ce dernier est le plus dominant avec un total de 28 espèces. La distribution des acariens du sol varie en fonction des saisons, des orientations cardinales et de la distance par rapport à l'arbre. La densité moyenne des acariens à la distance deux mètres se montre la plus importante par rapport à un mètre et à zéro mètre (pied d'arbre). Cette faune d'Oribates semble présenter une affinité très marquée pour l'orientation Sud et Est.

L'effet saisonnier sur la dispersion temporelle des acariens a permis de distinguer deux périodes. La première est représentée par l'hiver, l'automne et le printemps qui présentent une similarité et où la faune acarologique semble importante. La deuxième qui correspond à la saison estivale semble moins favorable. La présence des espèces d'acariens se manifeste différemment. En effet certaines espèces sont fortement présentes en l'occurrence *Scheloribates sp.1* et *Oppia bicarinata*.

L'analyse microbiologique et fongique révèle que la densité de la microflore au niveau du site est relativement faible. La valeur la plus élevée est relevée à la distance un mètre. Parmi les espèces fongiques inventoriées sont *Penicillium* et *Trichoderma*

Les caractéristiques physico-chimiques du sol du présent site révèlent que cette station présente un déficit en teneur d'azote.

**Mots clés :** Chréa, Cèdre, Acariens, Oribatida, Gamasida, microflore, azote.

## **Acarologic study of the fauna, bacterial fungal in a cedar forest in the national park Chr ea**

### **Summary**

Our study conducted at the Cedars Forest National Park of Chr ea (Blida) is an approach that aims to identify the importance and biodiversity of microflora and mesofauna in the ground at the Cédraie of Chr ea National Park; and evaluating the cedar litter effect on the biological characteristics of the soil. For this, four analyzes were applied, namely the physical and chemical characteristics, fungal, microbiological and acarological analysis.

The results show that the ground beneath cedar has a very low acarologic wildlife. Indeed, the number of species, and density of mites collected at this website reflect the ecological conditions that are far from conducive to the development of mites. It is also for fungal and microbial populations. These values show that they are significantly lower compared with those seen in other studies. The forest has a low wealth studied with a total of 29 species and all harvested edaphic mites belong to two orders that are Gamasida and Oribatida. The latter is the most dominant with a total of 28 species. The distribution of soil mites varies with the seasons, the cardinal directions and the distance from the tree. The average density of mites in two meter distance shows that it is most important than one, and zero meter (foot tree). This wildlife Oribatida appears to have a very strong affinity for South, and East orientation. The seasonal effect on time dispersion mites allowed to distinguish two periods. The first is represented by the winter, autumn and spring that have a similarity and where acarologique fauna seems important. The second matching summer seems less favorable. The presence of the species of mites is manifested differently. Indeed some species are strongly present in this case and *Oppia Scheloribates* sp.1 bicarinata.

The microbiological and fungal analysis reveals that the density of the microflora at the site level is relatively low. The highest value has been detected at one meter distance. Among the fungal species were inventoried are *Penicillium* and *Trichoderma*

The physicochemical characteristics of the soil of this website reveal that this station has a deficiency of nitrogen content that appears to be causing the decline of Cédraie

**Keywords:** Chr ea, Cedar, mites, Oribatida, Gamasida, microflora, nitrogen

## دراسة القرديات الفطريات و البكتيريا الغابة الارز في الحظيرة الوطنية الشريعة

### ملخص

تهدف دراستنا التي اجريت على الارز الاطلسي المتواجد في الحظيرة الوطنية شريعة (بليدة) الى معرفة أهمية والتنوع البيولوجي للدقيقة و mesofauna على مستوى شجرة الأرز في الحديقة الوطنية للشريعة . وتقييم تأثير نقالة الأرز على الخصائص البيولوجية للتربة ، و لمعرفة ذلك قمنا باجراء اربع تحاليل للتربة و هي: الخصائص الفيزيائية و الكيميائية، التحليل الميكروبيولوجي و الفطري و ايضا دراسة قرديات التربة.

بينت النتائج المحصل عليها ان هذه التربة ليست غنية بالقرديات من خلال النوع وكثافة القرديات المستخرجة من المحطة المدروسة و التي تعتبر مكان غير مناسب لتطورها، وايضا فيما يخص الجراثيم و الفطريات تشير الى قيم منخفضة مقارنة مع التي اجريت في دراسات سابقة. تشير النتائج في هذا الوسط الغابي الى ثروة منخفضة من القرديات اذ يوجد 29 نوع تنتمي كلها الى 2 اوامر و هما: *Gamasida* و *Oribatida*، هذه الاخيرة تعتبر هي السائدة مع وجود 28 نوع

ان توزيع نوع القرديات في هذا الوسط يتغير حسب الفصول، الجهات الاربعة و المسافة بالنسبة لشجرة الارز حيث وجدنا ان مسافة 2متر هي الوسط المناسب لتركز هذه القرديات مقارنة مع مسافة 0 متر و 1متر، اما من حيث الاتجاهات فيظهر انها تفضل جهة الجنوب و الشرق، في حين ان التأثير الموسمي يشير الى وجود فترتين:الفترة الاولى تتمثل في الشتاء، الخريف و الربيع يلاحظ خلالها ان تواجد القرديات تقريبا متشابه مع قيم مرتفعة، اما الفترة الثانية و التي توافق المرحلة الصيفية فهي غير مناسبة لتطورها. ان تواجد انواع القرديات في هذه التربة جد متباين بالفعل يوجد انواع مهيمنة مثل: *Schelorbites sp* و *bicarinata Oppia*

تكشف التحاليل الميكروبيولوجية و الفطرية ان الكثافة المتوسطة لهذه الجراثيم منخفضة في هذا الموقع وان مسافة 2متر هي الاكثر تمركز من بين انواع الفطريات التي تحصلنا عليها *Trichoderma*. *Penicillium* الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لهذه التربة تشير الى نقص في وجود النتروجين

كلمات البحث: شريعة، الارز، القرديات، *Gamasida*، *Oribatida*، الجراثيم، النتروجين