République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La recherche Scientifique

Universite Dr.YAHYA Fares De Médéa

Faculté des sciences

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie

Thème :

Etude des mésofaune du côté ouest de Parc Nationale de Chréa

Présenté Par :

OTMANINE Latifa et TERKMANE Sarah

Soutenue à distance: 20 /09/2020. Devant le jury composé de :

M^me^ ESSARHANE W.	Docteur	E.N.S	Promotrice
M^r.^ MATALLAH. R.	M.C.B	Univ. Médéa	Co-Promoteur
M^r^. BELHADJ.H.	M.C.B	Univ. Médéa	Examinateur
M^me^ F.Z.TCHAKER	M.C.B	Univ. Médéa	Examinatrice

Promotion 2019/2020

Résumé

الملخص

العنوان : دراسة الحشرات الصغيرة في التربة بحثنا في المنطقة الغربية للحضيرة الوطنية للشريعة.
بحثنا هو مساهمة على الحيوانات الصغيرة في التربة لغرض تعميق المعرفة الكمية والنوعية في محطة سيدي رابح بقطاع الحمدانية الواقع في المنطقة الغربية من حضيرة الوطنية الشريعة مع مرحلة مناخية بيولوجية شبه رطبة في شتاء معتدل.

لدراستنا ، اتبعنا طريقة .T.S.B.F باستخدام جهاز بارلاز .

يسمح أخذ العينات بالتقاط 618 فردًا من 11 نوعًا موزعة في Arthropoda Annelida و 04 فصولًا: فرعين

Oligochaeta و Insecta, Myriapoda وChelicerata05 رتب ,

Oribatidae, Symphyllidae ,poduromorpha ,Entomobryomorpha وOpisthopora,

و 9 عائلات. أكثر Oribatidae وArachnida مع 175 فردًا مع وفرة نسبية تبلغ 28.32 ٪.
الفصائل السائدة

الكلمات المفتاحية: التنوع، الحضيرة الوطنية للشريعة، جهاز بارلاز، الحمدانية ،

.Mésofaune

Résumé :

Notre recherche est une contribution sur la mésofaune du sol pour but d'approfondir les connaissances quantitatives et qualitatives dans la station de Sidi Rabah le secteur d'El Hamdania situé la région ouest de Parc Nationale de El Hamdania avec un étage bioclimatique sub humide à hiver doux. Pour la réalisation de notre étude nous avons suivi la méthode de **T.S.B.F.** à l'aide de l'appareil berlése.

L'échantillonnage permet de capturer 618 individus de 11 espèces réparties en 2 embranchements Annelida et Arthropoda, 04 classes : Oligochaeta, Insecta, Myriapodaet Chelicerata, 05 ordres : Opisthopora, Entomobryomorpha, poduromorpha, Symphyllidae et Oribatidae, et 09 familles. La famille le plus dominant est celui des Liacaridae de l'ordre Oribatidae classe Arachnida avec 175 individus avec une abendance relative de 28,32%.

Mot clés : La mésofaune, Diversité, Brelése, Parc Nationale de Chréa , El Hamdania.

Abstract

Title : Study of mesofaunana on the west side of chrea national park.

Our research is a contribution to the mesofauna of the soil with the aim of deepening the quantitative and qualitative knowledge of the Sidi Rabah station in the Hamdaniya sector, located in the western region of the Hamdaniya national park, with a semi-biological climatic phase. humid in a mild winter. For our study, we followed the **TSBF** method using the berlése device.

The sampling allows to capture 618 individuals of 11 species distributed in two branches of Annelida and Arthropoda, 04 classes: Oligochaeta, Insecta, Myriapoda and Chelicerata and 05 orders: Opisthopora, Entomobryomorpha, poduromorpha, Symphyllidae, Oribatidae and 09 families. The most dominant family is that of the Liacaridae of the order Oribatidae of the Arachnida class with 175 individuals with a relative abundance of 28.32%.

Keywords: Mesofauna, Diversity, Brelése, Chréa National Park, El Hamdania.

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et le pouvoir d'étudier et de suivre le chemin de la science.

Nos sincères remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à Nos promoteurs ***MDM ESSARHANE warda*** *et* ***MR MAATALLAH Redouane*** *pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa grande patience, ses encouragements, sesorientations et ses conseils précieux.*

Nous tenons également à remercier les membres du jury, pour l''honneur qu'ils nous ont accordée, en acceptant de juger notre travail.

Nous remercions aussi l'ensemble des enseignants de filière d'écologie et environnement qui ont contribué à notre formation.

Nous remercions vivement monsieur ***BELHADJ.H*** *et monsieur* ***Ridha*** *pour leur aide et leur soutien.*

Que tous ceux et celles qui nous ont aidé de près ou de loin pour l'achèvement de ce travail trouvent ici l'expression de notre vive et sincère reconnaissance, en particulier nos familles et nos amies.

Dédicace

Je dédie ce travail en signe de respect et de reconnaissance :

A celle qui a tout donné, tous sacrifié, a la femme qui règne sur mon cœur, ***« ma mère ».***

A celle qui m'a toujours dirigé, guidé et encourager afin de me voir affronter la vie avec sérénité et courage, a l'homme qui a toujours souhaité me voir à la hauteur, ***« mon père ».***

A mes sœur et mon frère, ma grande mère, ma cousine ***HOUARIA Meriem*** *et toute la famille.*

A tous mes amies

A mes très chères collègues et toute la promotion 2020.

A la fin, je dédie très chaleureusement ce travail à ma chère amie et mon binôme ***TERKMANE Sarah.***

Dédicace

Je dédie ce travail en signe de respect et de reconnaissance :

A celle qui a tout donné, tous sacrifié, a la femme qui règne sur mon cœur, ***« ma mère ».***

A celle qui m'a toujours dirigé, guidé et encourager afin de me voir affronter la vie avec sérénité et courage, a l'homme qui a toujours souhaité me voir à la hauteur, ***« mon père ».***

A mes sœur et mon frère mon marie mon petit fils ***Okba*** *et toute la famille.*

A tous mes amies

A mes très chères collègues et toute la promotion 2020.

A la fin, je dédie très chaleureusement ce travail à ma chère amie et mon binôme ***OTMANINE Latifa.***

SOMMERE

CHAPITRE I Synthèse bibliographique et généralité sur le sol et la pédofaune

Introduction 1

I.1. Généralités sur le sol : 3

I.1.1. Le sol est un système écologique : 3

I.1.2. Définition du sol : 3

I.1.3. Le rôle et les fonctions du sol : 3

I.1.4. La pédogénèse : 4

I.1.5. Les propriétés physiques du sol : 4

I.1.5.1. La texture : 4

I.1.5.2. La structure : 6

I.1.6. Les propriétés chimiques : 8

I.1.6.1. Les ions : 8

I.1.6.2. La capacité d'échange cationique (CEC) : 8

I.1.6.3. Matière organique (MO) : 9

I.1.6.4. PH : 9

I.1.7. Les constituants et organisation du sol : 9

I.1.7.1. La phase solide du sol (matrice du sol) : 11

I.1.7.2. La phase liquide du sol (solution du sol) : 12

I.1.7.3. La phase gazeuse du sol (Atmosphère du sol) : 12

I.1.7.4. Les organismes vivants du sol : 12

I.2. Généralités sur la faune du sol (pédofaune) : 13

I.2.1. La classification des pédofaunes : 14

I.2.1.1. Classification fonctionnelle selon le réseau trophique : 14

I.2.1.2. Classification morphométrique de la pédofaune : 15

I.2.2. La mésofaune : 20

I.2.3. L'importancec de la pédofaune dans les forêts 24

CHAPITRE II Particularités abiotiques et biotiques de la région d'étude

Introduction……04

II.1. Présentation du parc national de Chréa : 23

II.1.1. Localisation : 23

II.1.2. Localisation administrative : 23

II.1.3. Situation biogéographique : 24

II.1.4. Milieu physique et biologique : 26

II.1.4.1. Milieu physique : 26

II.1.4.2. Milieu biologique : 28

II.2. La présentation de la zone d'étude El-Hmdania : 37

II.2.1. Température : 38

II.2.1.1. Températures moyennes mensuelles : 38

II.2.1.2. Précipitation : 39

II.2.1.2.1. Les précipitations mensuelles : 39

II.2.1.3. La neige : 40

II.2.1.4. Le vent (sirocco) : 40

II.2.1.5. Le brouillard : 40

II.2.1.6. La gelée et la grêle : 41

II.2.1.7. Régime saisonnière : 41

II.2.2. Synthèse climatique : 41

II.2.2.1. Diagrammes Ombrothermique : 41

II.2.2.2. Climagramme d'EMBERGER d'El hamdania : 42

CHAPITRE III Matériels et méthodes

III.1. Choix et description de la station de Sidi Rabah : 43

III.1.1. Cadre générale du site : .....Erreur ! Signet non défini.

III.2. Méthodologie : 44

III.2.1. Travail Sur terrain: 44

III.2.1.1. Périodes et fréquence d'échantillonnage : 44

III.2.1.2. Méthode d'échantillonnage :.....Erreur ! Signet non défini.

III.2.1.3. Échantillonnage suivant la méthode TSBF : 44

III.2.2. Traitement de la mésofaune échantillonnée au laboratoire : 46

III.2.2.1. Extraction de la mésofaune du sol avec l'appareil de Berlèse : 46

III.2.2.2. Identification des différents animaux échantillonnés :.....47

III.3. Exploitation des résultats : 47

CHAPITRE IV Résultats et discussions

VI.1. Analyse globale de la mésofaune du sol : 48

VI.2. Les divers groupes taxonomiques de la macrofaune récoltés dans la station de Parc National de Chréa :.....49

VI.2.1. Embranchement des Arthropodes : 49

VI.2.1.1. Classe des insectes :.....50

VI.2.1.2. Sous embranchement des myriapodes :.....51

VI.2.1.3. Sous embranchement des Chelicerata :.....51

VI.3. Les diverses ordres taxonomiques de la mésofaune récoltée dans la station de Sidi Rabah au niveau du Parc National de Chréa :.....52

VI.4. Les diverses espèces taxonomiques de la mésofaune récoltée dans la station de Sidi Rabah au niveau du Parc National de Chréa :.....53

VI.5. Discussion : 54

Conclusion et perspective..........55

Liste des tableaux

Tableau 1: Fonction des principaux ions (cations et anions) présents dans les sols. (Source : http://unt.unice.fr/uoh/degsol/fertilite-chimique.php).....8
Tableau 2: les principaux constituants du sol (Soltner, 2005).....10
Tableau 3: Abondance et biomasse des organismes vivants du sol. Ces évaluations concernent l'ensemble des continents (diverses sources : n.d= nom déterminable). Ces chiffres sont des.....13
Tableau 4: Des organismes vivants du sol – Pédofaune Les « fragmenteurs » (Programme SOL'ERE AQSSS).....16
Tableau 5: Superficies des différentes communes comprises dans le parc national de Chréa(PNC)...24
Tableau 6: Occupation du sol au niveau du parc national de chréa (PNC).....25
Tableau 7: la flore du Parc National de Chréa (PNC). 31
Tableau 8: Richesses de la faune dans le Parc Nationale de Chréa (P.N.C). 32
Tableau 9: la faune du parc national de Chréa (PNC). 37
Tableau 10: Températures moyennes mensuelles de secteur d'El Hamdania (2004-2014).....38
Tableau 11: Les précipitations mensuelles de secteur d'El Hamdania (1985-2014). 39
Tableau 12: Régime saisonnière pluviométrique de la région d'El-Hamdania. 41
Tableau 13: Climagramme pluviothermique d'Emberger. 43
Tableau 14: Les divers groupes taxonomiques de la mésoofaune récoltés dans la station de Sidi Rabah de Parc National de Chréa.....48

Liste des figures

Figure 1:Classification des composants de la terre fine (Baize et Jabiol, 1995).....5
Figure 2: Triangle des textures minérales (Gobat et al, 2010). 5
Figure 3:Organisation hiérarchique des différentes particules organiques et minérales du sol en agrégats. (Locatelli, 2013).....6
Figure 4:Structure du complexe argilo-humique (source : UNIFA, 2005).....7
Figure 5:Les trois phases du sol en poids et en volume (Morel, 1989).....10
Figure 6:les fonctions de la faune du sol http://designecologique.ca/reseau-alimentaire-vivant-du-sol/ 15
Figure 7: Diagramme de l'anatomie d'un ver de terre (Annélides, Oligochètes). (Bouche, 1972).....17
Figure 8: Fourmis (Isoptères, Hexapodes) source (Bachelier, 1972).....17
Figure 9: Coléoptère (Hexapodes) (Bachelier, 1972). 18
Figure 10: Diptère (Hexapodes) source (Bachelier, 1972).....18
Figure 11: Gastéropodes, Mollusques (Bachelier, 1972). 18
Figure 12: Reptiles (Carroll, 1969).....19
Figure 13: Musaraigne (Ball, 1970).....19
Figure 14: Spermophile de Richardson (Ball, 1970). 20
Figure 15: Morphologie des acariens (Peres et al., 2010). 21
Figure 16: La morphologie des collemboles (Larochelle, 2004). 22
Figure 17: Symphiles. (Bachelier, 1972). 23
Figure 18: Arthropode Aptérygote du sol (Bachelier, 1972).....24
Figure 19: Situation géographique et limites du Parc National de Chréa (Addar et al, 2016). 23
Figure 20: Extrait de la carte géologique de la zone d'étude Ech: 1/50 000(Flandrin, 1951). 26
Figure 21: Extrait de la carte pédologique de la zone d'étude Ech: 1/50 000 (Barbut, 1954).....27
Figure 22: Carte de l'occupation des terres du PNC (PNC, 2014). 29
Figure 23: mensuelles maximales (M), minimales (m) et (M) Moyenne de secteur d'El Hamdania (2004-2014).....39
Figure 24: Les précipitations mensuelles du secteur El Hamdania (1985-2014). ONM (2015).....40
Figure 25: Diagramme ombrothermique de Gaussen de la zone d'étude (Secteur El Hamdania).....42
Figure 26: Situation bioclimatique de secteur d'El Hamdania dans le Climagramme. d'EMBERGER,1955.....43
Figure 27: Station d'étude Sidi Rabah Chêne liège (Quercus suber) (Original).....43
Figure 28: Différentes étapes d'extractions, de traitement et d'étude de la mésofaune et la macrofaune dans une station choisie au niveau du Parc National de Chréa (Sidi Rabah El Hamdania). 45
Figure 29: L'appareil Berlèse utilisé pour l'éxtraction des mésofaunes (Originale). 46

Figure 30: Abondance relative des deux embranchements de la mésofaune recensée au niveau de la station de Sidi Rabah du Parc National de Chréa. 49
Figure 31: Abondance des différents Classe qui appartiennent à l'embranchement des Arthropode recensée au niveau de la station de Sidi Rabah du PNC. 50
Figure 32: Nombre d'individus des différentes familles des insectes dans la station de Sidi Rabah du PNC.....51
Figure 33: Nombre d'individus des différentes familles des Arachnida dans la station de Sidi Rabah du PNC.....52
Figure 34: Nombre d'individus des différents ordres de la mésofaune dans la station de Sidi Rabah du PNC.....53
Figure 35: Abondance relative des espèces de la mésofaune dans la station de Sidi Rabah du PNC...54

la liste d'abréviations

% : Pourcentage.

C : Carbone.

Ca : Calcium.

CEC : La capacité d'échange cationique.

Cl : Chlore**.**

cm : centimètre**.**

CO2 : Dioxyde de Carbone**.**

F.O : Fréquence d'occurrence**.**

H2S : Hydrogène sulfuré.

ha : Hectare.

HPAE : Hiver >printemps>automne>été.

K : Potassium.

Km : Kilomètre.

M (°C) : La température moyenne maximale.

m (°C) : La température moyenne minimale.

m : Mètre.

m^2: Mètre au carré.

Mg^{2+} : Magnésium.

mm : Millimètre

MO : Matière organique.

n.d : Nom déterminable.

NH_3: Ammoniac.

nm : Nanomètre.

NO : Oxyde Azotique.

ONM : Office National de la Météorologi.

P : Pluviométrie annuelle.

PH : Potentiel hydrogène.

PNC : Parc National de Chréa.

Q : Le quotient pluviothermique.

S : Soufre.

Si : Silane.

T.S.B.F : Tropical Soil Biology and Fertility.

P.N.C : Parc Nationale de Chréa **.**

Introduction

INTRODUCTION

La biodiversité est actuellement un enjeu majeur de la recherche en écologie, à la fois concernant son rôle dans les écosystèmes, son déterminisme et sa valorisation dans le domaine de la préservation de l'environnement (**Solbrig** *et al.* **1994**). D'abord descriptive, la biodiversité mesure la variabilité des organismes vivants dans les systèmes écologiques **Peet et al. (1974)** et possède à la fois une dimension biologique, du gène à l'écosystème, et spatiale, du local au global, (**Schneider** *et al*.**1994** *et* **Solbrig** *et al* **1994).**

La mise en évidence d'éventuelles relations entre la biodiversité .et le fonctionnement desécosystèmes ne peut se faire que s'il existe au préalable une standardisation des méthodes demesures qui sont multiples en fonction du type d'indices et des groupes taxinomiques utilisés **(Blondel 1995).** De plus, l'information apportée par ces différentes mesures de la biodiversité est variable et si de nombreux travaux en ont signalée la valeur diagnostique ou description des structures, très peu d'auteurs ont essayé d'en mesurer la valeur pronostique en termes de conséquences pour l'écosystème.

L'écosystème forestier joue un rôle certain dans les équilibres biologiques dans la mesure où il constitue un état stable de l'évolution naturelle. L'importance du végétal dans l'occupation des espaces n'est plus à démontrer mais à prendre en charge en associant le sol qui reste un facteur déterminant mais souvent peu connu. Les récents acquis scientifiques attribuent au sol de nombreuses fonctions dans la biosphère, la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère. Ces fonctions permettent de comprendre les enjeux que les sols représentent pour les individus et les sociétés humaines à travers leurs activités.

Le sol permet la production de biomasse qui entretient la vie, fournit de l'énergie renouvelable et contribue, par conséquent au bon fonctionnement de la chaîne alimentaire et du cycle de l'eau.

Les organismes du sol sont largement définis par leur rôle écologique de «décomposeurs». Parmi ceux-ci, la mésofaune, constituée d'organismes dont la taille varie entre 0,1 et 2 mm, joue un rôle important dans la transformation de la matière organique du sol, le cyclage des nutriments des plantes, et l'amélioration des propriétés physiques du sol (**Swift** *et al.,* **1979).** La mésofaune regroupe les acariens, les collemboles, les enchytréides et les isoptères. Les acariens et les collemboles, aussi appelés «microarthropodes», sont typiques du système trophique dit «mésotrophe». En fait, ce sont des organismes confinés aux macropores du sol ou à l'intérieur de résidus organiques, là où croissent préférentiellement les populations fongiques.

Ils se retrouvent surtout dans les couches superficielles du sol, les plus riches en résidus végétaux, mais plus en profondeur également à proximité de débris de racines. La morphologie des diverses espèces de

collemboles et d'acariens s'est développée en fonction des microhabitats et de leur profondeur dans le sol **(Butcher** *et al.*, **1971)** Ils n'ont pas la capacité des vers de terre d'ingérer la matière minérale, et ainsi de modifier directement de façon importante la structure du sol minéral. Le sol est un milieu complexe que les arthropodes peuplent depuis plusieurs millions d'années.

Les Arthropodes regroupent plusieurs classes parmi lesquelles celle des Acariens dont font partie les Oribates. Ces derniers sont les plus fréquents dans le sol comme en témoignent les travaux de **Petersen** et **Luxton (1982**), de **Wolwork (1983)** et de B**ehanpelletier** et **Walter (2000)**. Ils sont observés dans divers habitats arboricoles comme dans les écorces et les troncs d'arbres (**Nicolai, 1993**; **Prinzing, 2001; Proctor** *et al.*, **2002)**, dans les feuilles et les tiges **(Spain et Harrison, 1968; Walter et O'Dowd ,1995)**, dans les mousse, le lichen et d'autres couvertures corticoles épiphytes (**Seyd et Seaward, 1984; Andre, 1985)** et dans des accumulations de composés organiques **(Paoletti** *et al.*, **1991; Wunderle, 1992; Behan-Pelletier** *et al.*, **1993; Winchester** *et al*. **1999).**

Le travail fait l'objet d'une présentation des variations qualitatives et quantitatives desCommunautés de la méso faune des sols en liaison avec les caractéristiques physiques etbiochimiques des sols étudiés dans une station forestier.

Le but est d'étudier l'abondance de la méso faune et l'évaluation de la fertilité de ces sols, à travers des résultats obtenus pour la saison de l'automne .

Notre travail s'organise de la façon suivante :

1. Première chapitre : Elle se résume une synthèse bibliographie d'une généralité sur le sol et sur la pédofaune.

2. Deuxième chapitre : une présentation de la zone d'étude situé dans l'ouest de parc nationale de chréa.

3. Troisième chapitre : les matériels et les méthodes d'études. Elle présente les sites expérimentaux et les méthodologies d'études adoptées.

4. Quatrième chapitre : elle contient les résultats et discussions. Elle présente les résultats essentiels obtenus et leurs discussions, selon les objectifs visés. Ils aboutissent à des travaux sur les calculs de l'abondance relative pour e connaître les familles les plus dominantes dans notre station d'étude.

5.Conclusion

Chapitre I

Synthèse bibliographique généralité sue le sol et la pédofaune.

I.1. Généralités sur le sol :

I.1.1. Le sol est un système écologique :

Le mot écosystème apparaît pour la première fois dans un article de **Tansley (1935)**, qui le définit comme une entité incluant un ensemble d'organismes en interaction et le milieu physique dans lequel ces interactions se développent.

Les travaux d'**ODUM (1963)** replacent cette notion dans le cadre de la bioénergétique et appliquent à l'écosystème les principes de la thermodynamique. Dans la conception **d'ODUM,** largement popularisée en Europe par **Duvigneaud (1974)** et à l'origine des nombreux développements du PBI, l'écosystème est une unité de base de la nature , qui implique une indépendance vis-à-vis de son environnement immédiat.

Depuis, la recherche en écologie a progressé en parallèle; l'étude des milieux terrestres a permis d'établir l'interdépendance. L'écosystème n'est donc plus un « vase clos », où chaque organisme assure les fonctions pour lesquelles il est programmé, il devient une entité largement ouverte à l'extérieur et éminemment changeante **(Tilman 1999).**

I.1.2. Définition du sol :

Le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche –mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques. Définit aussi comme la partie superficielle de l'écorce terrestre fortement soumise à l'action des agents climatiques et colonisée par les êtres vivants. Ceux-ci, conjointement et lentement, la transforment par un ensemble de processus ou interagissent des phénomènes physiques, chimiques et biologiques. Par sa composition très particulière, le sol est composé de trois fractions, la fraction solide (constituants minéraux et organiques), la fraction liquide (solution du sol) et la fraction gazeuse ou atmosphère du sol (oxygène, azote et gaz carbonique) **(Soltner, 1987 ; Beauchamp, 2003).**

La science qui étudie les sols, leur formation, leur constitution et leur évolution, est la pédologie.

Etant à l'interface de la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère, il est le siège de forts échanges d'énergie et de matières, siège où l'activité biologique est déterminante.

I.1.3. Le rôle et les fonctions du sol :

Le sol joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres. C'est une ressource importante qu'il convient de protéger compte tenu de l'accélération de sa dégradation liée, souvent, aux activités humaines. Le bio fonctionnement des sols regroupe un ensemble de fonctions assurées par les organismes vivants dans ce sol et qui sont en interaction avec les composantes physiques et chimiques de

celui–ci, permettant la dynamique de la matière organique et de l'eau, ainsi que le recyclage des nutriments **(Antunes et al. 2008 ; Boudiaf Nait Kaci** et *al*., **2014).**

Clavet (2003) a regroupé les nombreuses fonctions du sol dans trois ensembles interdépendants, écologique, technologique et socio-économique.

En effet, selon **Gobat 2010**, le sol est un régulateur des échanges et des flux dans l'écosystème, abritant une biodiversité très riche constituants un réservoir et un milieu de transformation des matières minérales et organiques, mais aussi un épurateur des substances toxiques. En outre, il est miroir de l'histoire des civilisations et des cultures, un stock de matières premières et de déchets et demeures une des bases essentielles de vie humaine permettant entre autres la production agricole et forestière.

I.1.4. La pédogénèse :

La pédogénèse est la formation et l'évolution des sols. Cette formation est un processus extrêmement lent : un centimètre par siècle en moyenne. La roche mère se fragmente peu à peu sous l'action des facteurs du milieu. Une couche d'humus se forme en surface et s'incorpore peu à peu dans le sol sous l'action de la microfaune **(Lozet et Mathieu, 1997).**

Selon les mêmes auteurs, le sol apparait, s'approfondit et se différencie en strates superposées : les horizons pédologiques, qui forment le profil pédologique. IL atteint finalement un état d'équilibre avec la végétation et le climat.

I.1.5. Les propriétés physiques du sol :

I.1.5.1. La texture :

La texture c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (**Gobat** et al, **2010).** Elle reflète la part respective des constituants tries selon leur taille.

I.1.5.1.1. Texture minérale :

Elle s'exprime par un terme, simple (ex .sableuse, argileuse) ou composé (ex. limon-sableuse, argilo-lamineuse), repéré dans un triangle des texteurs minérales, au sien duquel des catégories sont délimitées.

Par convention internationale, elle regroupe les constituants minéraux individualisés d'une dimension supérieure à 2 mm, la plupart des analyses pédologiques néglige cette fraction et s'intéresse d'une manière générale à la fraction dite « terre fine ». L'analyse granulométrique et la plupart des analyses en pédologie s'intéressent à cette fraction, elle correspond à l'ensemble des éléments de dimension inférieure à 2 mm

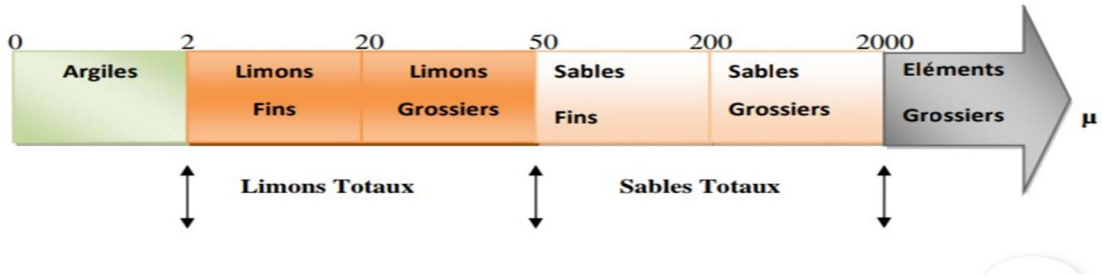


Figure 1:Classification des composants de la terre fine **(Baize et Jabiol, 1995).**

I.1.5.1.2. Texture organique :

La texteur organique est aussi déterminée dans un triangle, qui permet l'attribution de l'échantillon aux domines fibrique, mésique ou saprique, bases de la classification des tourbes (**Gobat** *et al,* **1991**).en plus d'indication granulométrique, elle fournit Ŕ c'est là une différence par rapport à la texture minérale Ŕ des informations sur la microstructure du matériel **(Gobat** *et al,* **2010).** Les constituants du sol interagissent pour lui conférer ses propriétés **(Gobat** *et al,* **2005).**

L'agencement des trois fractions décrites ci-dessus contrôle les fonctions de transfert (eau, soluté et gaz) et les propriétés mécaniques des sols (stabilité structurale, résistance à la compaction).La texture d'un sol se définit par les proportions relatives des constituants triés selon leur taille **(Gobat** *et al,* **1998).**

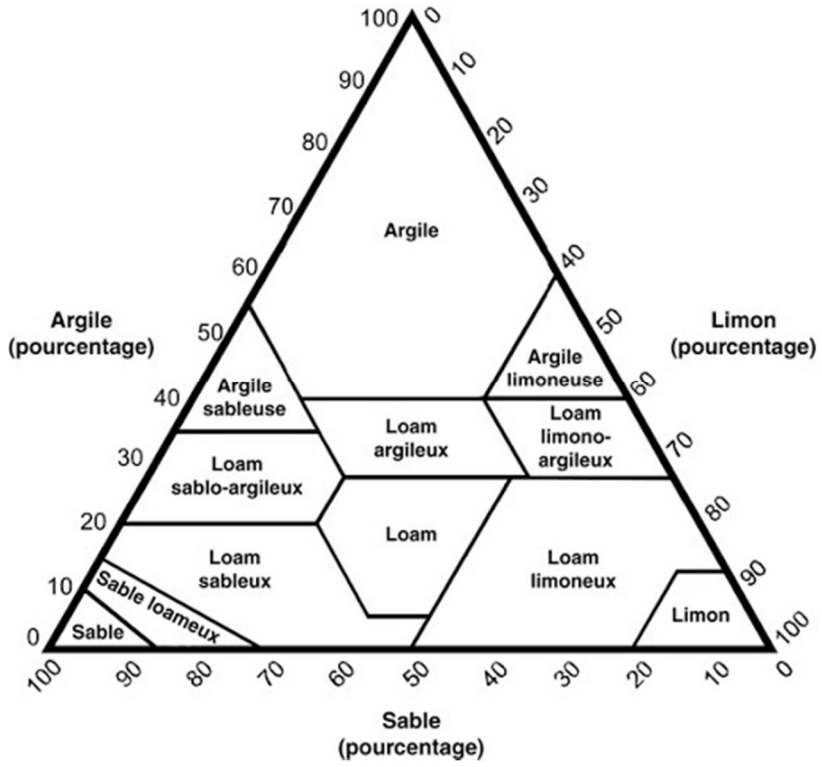


Figure 2: Triangle des textures minérales **(Gobat** *et al,* **2010**).

I.1.5.2. La structure :

La structure c'est un état du sol qui varie avec le temps selon la texture mais aussi selon le taux d'humidité, l'état des colloïdes et la présence de matière organique,… **(Gobat** *et al,* **1998**). La porosité qui en découle subit de nombreuses modifications : fissuration par les racines, labourage sous l'action des organismes fouisseurs et des vers de terres, fissuration suite à alternance pluie/dessèchement ou gel/dégel et enfin labourage ou compactage par le travail de l'homme **(Girard** *et al,* **2005).**

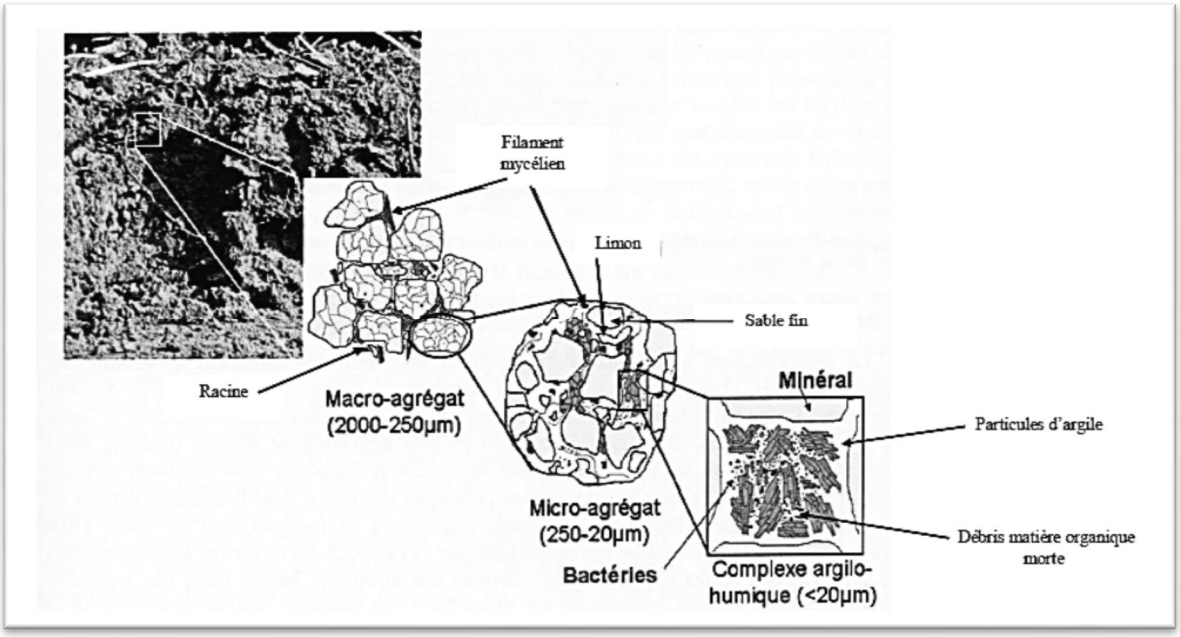


Figure 3*:*Organisation hiérarchique des différentes particules organiques et minérales du sol en agrégats. **(Locatelli, 2013).**

-Les argiles, non au sens granulométrique mais au sens minéralogique du terme1, jouent un rôle centrale dans le fonctionnement du sol. Grâce à leur caractère colloïdal, elles agissent sur ses propriétés physiques et aussi chimiques.

-Le colloïde se dit d'un système dans lequel les particules sont en suspension dynamique dans un liquide, c'est-à-dire « comme une colle, une gélatine ». Ces particules sont entourées d'une couche dense de charges, généralement, négatives qui attirent les ions positifs (H^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+, NH_4^+). Du caractère colloïdal des argiles dépend trois propriétés essentielles (**Soltner, 1992**):

- Elles sont électronégatives : de cette propriété dépend la mise à disposition d'ions pour la nutrition des plantes. Localement des charges positives existent aussi sur les feuillets des argiles ce qui permet la fixation d'anions comme le phosphate (PO_4^{3-}) ;
- Elles sont hydrophiles ce qui leur permet de fixer l'eau ;

- Elles sont capables de se disperser ou de floculer, propriété qui leur permet de se séparer facilement de l'eau et de souder les particules du sol en de solides agrégats.

- **L'assemblage des agrégats** suit une organisation structurale hiérarchique qui s'établit en plusieurs étapes (**Tisdall** et **Oades 1982**). Tout d'abord les particules d'une taille inférieure à 20 µm telles que les particules d'argile, la matière organique morte (débris fongiques, bactériens, racinaires, humus, polysaccharides) et vivante (bactéries) s'assemblent. L'argile et l'humus sont dotés de charges négatives mais s'associent par l'intermédiaire de cations polyvalents (ponts calciques, ponts aluminium), d'hydroxydes de fer ou d'aluminium et d'aluminosilicates (**Tisdall** et **Oades 1982**). Cette association constitue le complexe argilo-humique (CAH), ou complexe adsorbant du sol.

- **Les complexes argilo-humiques** s'agglomèrent aux particules minérales plus grosses (limon et sable fin) pour former des microagrégats dont la taille se situe entre 20 et 250 µm. La réunion des migroagrégats avec des particules de sable grossier, des racines et des filaments mycéliens aboutit à la formation de macroagrégats dont la taille est supérieure à 2000 µm **(Tisdall** et **Oades 1982).**

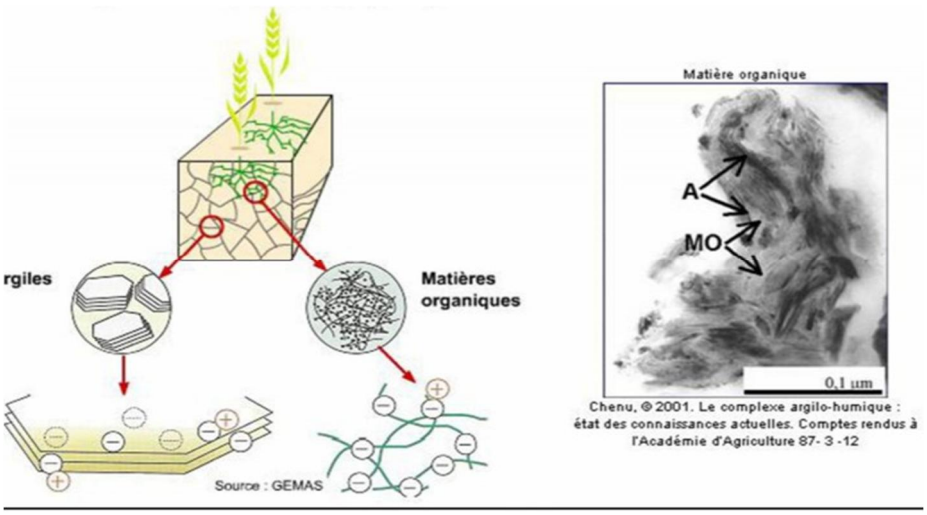


Figure 4:Structure du complexe argilo-humique **(source : UNIFA, 2005).**

- **L'empilement des particules minérales et organiques** dans les micro et macroagrégats du sol laisse des espaces vides qui constituent la porosité du sol (**Callot** *et al.* **1982**). Les pores formés à l'intérieur et entre les agrégats conditionnent la circulation de la phase liquide et de la phase gazeuse entre les particules du sol. La structure détermine de manière considérable le fonctionnement du sol. Elle agit, d'une part, sur la pénétration des racines dans le sol et, d'autre part, sur la circulation des éléments nutritifs (**Callot** *et al.* **1982**; **Lavelle** *et* **Spain 2001**). Elle influence également la distribution des microorganismes du sol.

I.1.6. Les propriétés chimiques :

Le sol est une matrice réactive qui est composée d'éléments chargés, minéraux et organiques. Ces éléments interagissent entre eux et confèrent au sol des propriétés chimiques qui interviennent, entre autres, dans la nutrition des plantes.

I.1.6.1. Les ions :

Les ions présents dans les sols proviennent essentiellement des processus de dégradation de la roche mère et de minéralisation de la matière organique. Ils peuvent également être introduits par l'intermédiaire de fertilisants chimiques et d'amendements organiques. Le tableau 04 dresse une liste des principaux ions (cations et anions) ainsi que leurs fonctions dans les sols.

Tableau 1: Fonction des principaux ions (cations et anions) présents dans les sols. **(Source : http://unt.unice.fr/uoh/degsol/fertilite-chimique.php).**

CATION(+)		**ANION(-)**	
H^+ :	mesure d'activité du sol	**NO_3^- :**	Elément nutritif ; polluant
K^+ :	élément nutritif et stabilité structurale	**H^2PO^4 :**	élément nutritif
NH_4^+ :	élément nutritif	**HPO_4^{2-}:**	élément nutritif
Na^+ :	stabilité structurale du sol	**PO_4^{3-}:**	élément nutritif
Ca^{2+} :	stabilité structurale	**SO_4^{2-}:**	élément nutritif
Mg^{2+} :	stabilité structurale	**OH^-:**	Présent mai sans effet
Al^{3+} :	stabilité structurale		
Fe^{3+} :	stabilité structurale		

I.1.6.2. La capacité d'échange cationique (CEC) :

La capacité d'échange cationique (CFC) est la capacité à fixer de façon réversible les cations échangeables (Li^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}) (**Baize ,2004**). Les cations sont liés aux feuillets d'argile par des forces de nature électrostatique et possèdent la propriété d'être échangeables. Ces cations échangeables se fixent à la surface des feuillets et assurent la liaison entre eux.

L'intensité de ces liaisons dépend de la valence de ces cations, qui est probablement le facteur déterminant dans la capacité d'échange ou de remplacement des cations plus élevé qui peuvent remplacer facilement les cations de valeurs plus faibles **(Calvet, 2003).** Par ordre de capacité de remplacement croissante, les ions se classent comme suit : $Li^+ < Na^+ < H^+ < NH_4^+ < K^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Al^{3+}$ D'après cette série, le lithium est le plus facile à remplacer alors que l'aluminium est le plus difficile (**Calvet. ,2003**).

I.1.6.3. Matière organique (MO) :

Les classes d'appréciation de la teneur du sol en matière organique sont réalisées en fonction du taux d'argile. En effet, la matière organique améliore la structure et diminue l'érosion du sol, a un effet régulateur sur sa température, permet au sol de stocker davantage d'eau et représente aussi un milieu de culture pour les organismes vivants, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol **(Mirsal, 2004).**

I.1.6.4. PH :

L'acidité, exprimée par le pH, est définie par la concentration d'ions H+ qui sont fixés sur le CAH ou en mouvement dans la solution du sol. L'alcalinisation d'un sol se traduit généralement, pour les colloïdes négatifs, par une augmentation des charges négatives ce qui tend à accroitre la CEC. Inversement, l'acidification du sol se traduit par une diminution de la CEC du sol **(Gobat** *et al.* **2010).**

I.1.7. Les constituants et organisation du sol :

Le sol est un milieu tridimentionnel organisé, structuré qui peut étre obsérver sur des échelles dont les dimentions varient de plusieurs ordres de grandeur, depuis l'agencement des feuillets minéraux des argiles qui composent en phase solide, jusqu'à l'agencement comlexe des couches de sol qui constituent la couverture pédologique. Le sol est constitué de 3 phases, solides, liquides et gazeuse. Chacune d'elles peuvent être caractérisée independament des autres,mais elles sont en réalité intimement mélées **(Moyes, 2007).**

Calvet (2003) disssocie les organismes vivants de la matiére organique du sol et consifére le sol comme étant un système composé de quatre compartiments, les trois phases sus-citées ajoutées aux organismes vivants.

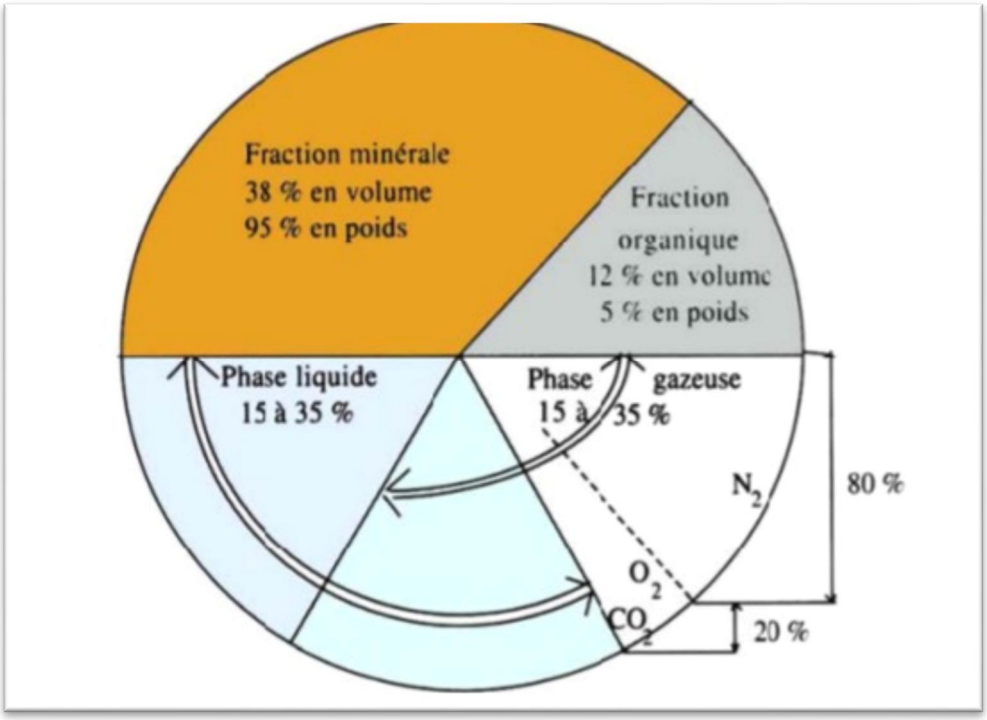


Figure 5: Les trois phases du sol en poids et en volume **(Morel, 1989).**

Tableau 2: les principaux constituants du sol **(Soltner, 2005).**

	Constituants solides		**Constituants liquides (solution du sol)**	**Constituants gazeux (Atmosphère du sol)**
	Minéraux	**Organique**		
Origine	.Désagrégation. .Physique et altération. .Biochimique des roches.	**.**Décomposition des êtres vivants.	. Précipitations, nappes, ruissèlement.	**.**Air hors sol, matières en décompositions, respiration.
Critère de classement	**.**Taille (granulométrie). **.**Qualité (minéralogie)	**.**Etat (vivant, mort). **.**Qualité chimique (originelle, transformée)	**.** Origine (métrologique, phréatique). .Etat physique (potentiels hydrique) .Qualité chimique.	**.**Origine (aire, organismes) **.**Qualité chimique.
Catégories	Selon granulométrie :	**.**Organisme vivants. **.**Organisme mort.	**.** Eau. **.** Substances	**.** Gaz de l'air, N^2,O^2, Co^2. **.**Gaz issus de la

	.Squelette (sup.2mm). .Terre fine (inf.2mm). Selon minéralogie : .Quartz. .Minéraux silicates. .Minéraux carbonates.	.Matières organique héritées : cellulose, lignine, résine. .Matières organiques humifiées : acides fulviques, humines.	dissoutes : Glucides, alcool, acides organique et minéraux, cation et anion.	respiration et de la décomposition des organismes, Co^2, H^2, CH4, NH.

I.1.7.1. La phase solide du sol (matrice du sol) :

Constitué par des minéraux et des matières organique en proportions variables, la nature des minéraux du sol et déterminée à la fois par les roches sur lesquelles ils se sont formés et par le processus de pédologie.

La matière organique provient principalement des résidus végétaux qui subissent diverses transformations physique et chimique, et leur abondance dans le sol dépond en premier lieu du climat mais aussi de la végétation et des modalités d'utilisation du sol.

La teneur en matière organique est toujours plus grande en surface et décroit en profondeur et s'annule souvent à la roche mère.

I.1.7.1.1. La fraction minérale du sol :

Fraction minérale est principalement constituée de minéraux primaires (quartz, micas, feldspaths…) et de minéraux secondaire, les oxydes métalliques ou les argiles **(Duchaufour, 2001).**

Mirsal (2004) rapporte que la fraction minérale n'intervient pas ou peu dans la sorption des polluants organiques sauf quand la teneur en carbone organique du sol est faible.

I.1.7.1.2. La fraction organique du sol :

La fraction organique est formée en grande partie de cellulose, d'hémicellulose, de lignine et de tanins en plus faibles pourcentages, venant de la matière décomposée. Cette matière organique contient également de petites quantités de protéines et des fragments d'hydrates de carbone, des composés aminés, phénoliques ou aromatiques issus de l'activité biologique **(Mirsal, 2004).**

Gabet (2004) atteste que cette fraction intervient fortement dans la sorption des composés organiques tels que les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique).

I.1.7.2. La phase liquide du sol (solution du sol) :

Elle contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques ionisées et non ionisées dont la nature et la concentration dépendent de plusieurs phénomènes.

Généralement, elle est difficile à décrire et à étudier en raison des variabilités spatiales et temporelles de sorte qu'il n'existe pas de composition type. Cependant **Sposito (1989)** a distingué deux grandes catégories de solutés :

-Les micro-éléments dont la concentration est inférieure à 10-6 mol.L-1, il s'agit d'éléments traces métalliques.

- Les macro-éléments dont la concentration est supérieure à cette limite, les éléments les plus fréquents et les espèces chimiques correspondant sont : C (HCO_3^-), N (NO_3^-), Na (Na^+), Mg (Mg^{2+}), Si ($Si(OH)_4$), S (SO_4^{-2}), Cl (Cl^-), K (K^+),Ca (Ca^{2+})…

Elle contient aussi des ions H^+ et OH^- dont les concentrations déterminant le pH de la solution du sol est variable à cause notamment des sols salés ou des sols irrigués par des eaux saumâtres et l'épandage des fertilisants.

I.1.7.3. La phase gazeuse du sol (Atmosphère du sol) :

Sa composition est souvent voisine de celle de l'air, mais elle peut varier dans l'espace et dans le temps. Elle dépend de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère c'est-à-dire la profondeur dans le sol et de l'activité biologique **(Sposito, 1989).**

Elle est composée notamment de : CO^2, NO, NO^2, NH^3, CH^4, H^2S et parfois de composés organiques volatils.

I.1.7.4. Les organismes vivants du sol :

Ils sont variés et nombreux et confèrent aux sols des caractéristiques qui en font des objets naturels particuliers à divers titres et on peut dire qu'il n'existe pas de sols en leur absence, on y trouve des organismes végétaux et des organismes animaux des micro-organismes aux macro- organismes **(Calvet, 2003).**

Tableau 3: Abondance et biomasse des organismes vivants du sol. Ces évaluations concernent l'ensemble des continents (diverses sources : n.d= nom déterminable). Ces chiffres sont des évaluations et ne peuvent se rattacher à des sols particuliers **(Locatelli, 2013).**

Organismes	**Nombre approximatifs**		**Biomasse moyenne**	
	Par gramme du sol sec	Par m^2	En kg/ha prof. 20 cm	en % (sans les racines)
Bactéries	10^8-10^{10}	10^{13}- 10^{15}	1500	25
Champignons	n.d	n.d.	3500	59
Algues	1000- 10^5	10^{8-} 10^9	10- 1000	traces
Protozoaires	10^4- 10^6	10^{9-} 10^{11}	250	4
Faune du sol (sans Protozoaires)	0,1- 1000 selon les groupes	10-5- 10^6 selon les groupes	1-5000 selon les groupes	12
Racines	n.d.	n.d.	6000	----
Totale	n.d.	n.d.	Env. 12000	100

I.2. Généralités sur la faune du sol (pédofaune) :

La pédofaune est une communauté animale qui rassemble les organismes présents de manière permanente ou temporaire dans le sol, à sa surface, ou dans les annexes (bois mort, sous les pierres,…). Elle est représentée par de nombreux taxons comprenant eux même des centaines voire des milliers d'espèces **(Bachelier, 1978 ; Dindal, 1990 ; Gobat** *et al.,* **2003).**

Les animaux qui vivent de façon temporaire ou permanente dans le sol, à sa surface ou dans ces annexes, constituent la pédofaune ou faune du sol. Dans un premier temps leur étude a relevé de la faunistique générale, axée sur le recensement, la répartition géographique des espèces et de la description de nouveaux taxons. Ces connaissances ont progressées avec l'apparition de méthodes d'échantillonnage appropriées.

Depuis longtemps, les auteurs ont essayé de simplifier cette diversité taxonomique à travers diverses classifications écologiques et fonctionnelles. Pour la faune, la couverture pédologique représente une diversité d'habitats, de texture, de structure et de composition chimique et physique très variable, offrant ainsi des niches écologiques multiples tout en exerçant des contraintes sur les stratégies adaptatives des différents taxons **(Girard, 2005).**

Des zoologues, écologistes et pédologues ont essayé de classer cette faune terrestre.

La classification la plus fonctionnelle peut être utilisée en liant les organismes à leur lieu et notamment aux ressources qu'ils proposent (alimentation et habitat). La taille, le régime alimentaire, la position dans le sol, les adaptations morphologiques, les modes de progression, la durée de présence dans le sol constituent d'autres paramètres de classification de la pédofaune **(Freyssine, 2007).**

I.2.1. La classification des pédofaunes :

I.2.1.1. Classification fonctionnelle selon le réseau trophique :

La faune du sol pris sous l'angle d'un facteur d'influence des processus du sol a fait l'objet d'une classification fonctionnelle qui contient trois groupes basés sur leur capacité à créer des structures biogéniques et leur relation avec la microflore du sol **(Jones** *et al,* **1994; Lavelle, 1997).**

a) les micro-prédateurs (protozoaires et nématodes), ils ne créent pas de structures spécifiques mais régulent les activités microbiennes par leur prédation;

b) les transformateurs de litière comprennent les invertébrés qui dégradent physiquement les litières et créent des structures purement organiques (pelotes fécales) au sein desquelles les microorganismes trouvent des conditions favorables à leur développement (digestion externe);

c) les ingénieurs écologiques regroupent les invertébrés qui créent des structures organo minérales durables, qui interagissent avec les microorganismes directement au niveau de leur tube digestif (digestion interne) et dans les structures qu'ils créent. Ces structures correspondent à des déjections, des galeries, des dômes, etc. **(Decaëns** *et al.,* **2001).**

En milieu tempéré, les ingénieurs écologiques du sol correspondent principalement aux lombriciens dont l'écologie et la biologie sont aujourd'hui bien documentées **(Bouche, 1972; Sims** *et* **Gerard, 1985; Edwards** ***et*** **Shipitalo, 1998)**. Ces organismes occupent une position clé puisqu'ils influencent la diversité et l'activité des autres groupes fonctionnels et des microorganismes, et donc le recyclage des nutriments. Parmi le groupe des transformateurs de litière (mille-pattes, cloportes, acariens, collemboles), on peut citer le fort caractère indicateur des collemboles vis-à-vis du fonctionnement des formes d'humus forestières **(Ponge, 1993; Chamberlain** *et al.,* **in press).**

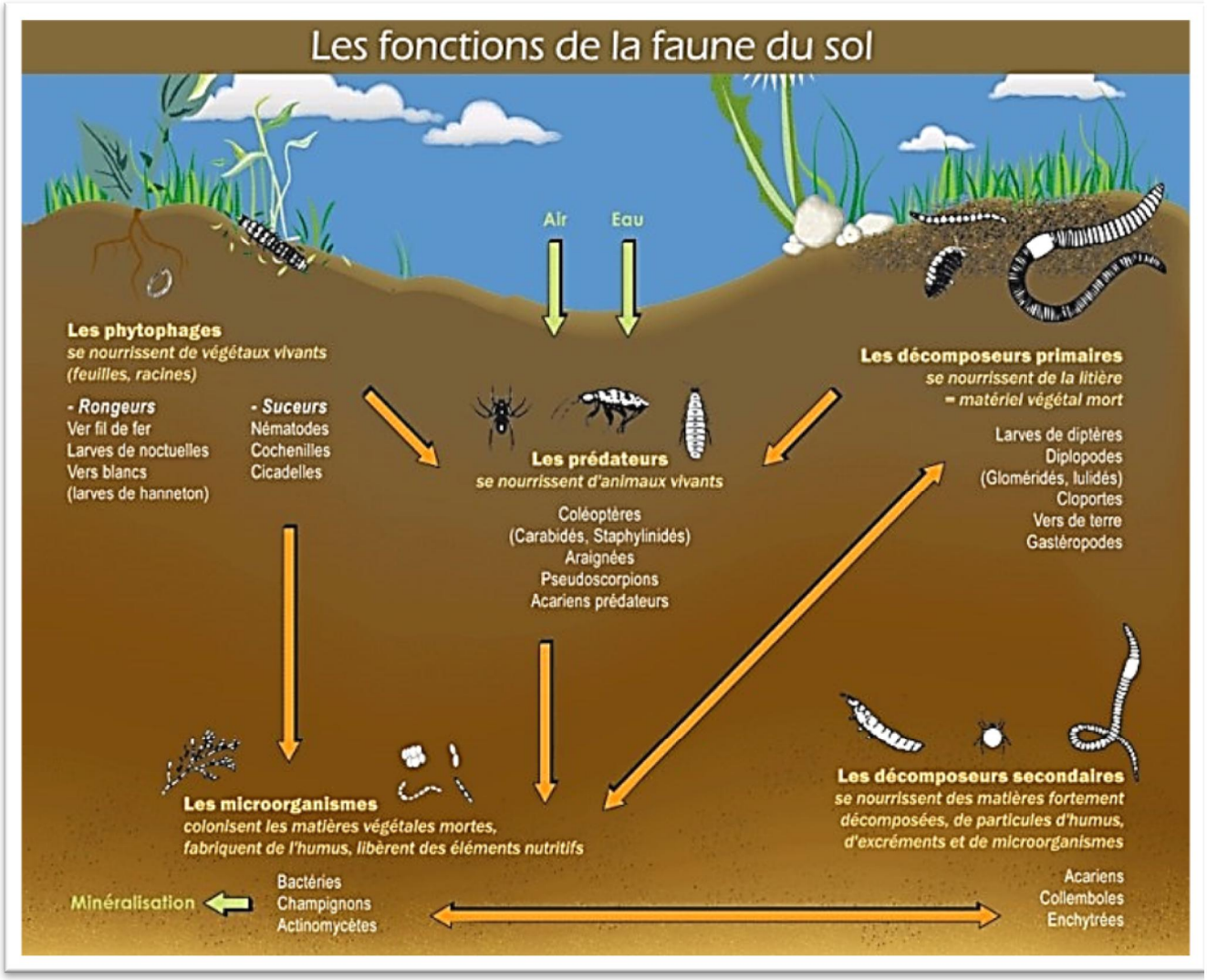


Figure 6: les fonctions de la faune du sol ***http://designecologique.ca/reseau-alimentaire-vivant-du-sol/***

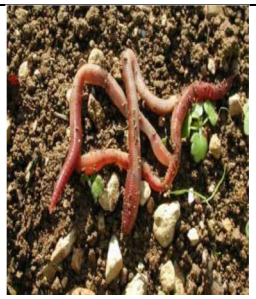
d) Les ravageurs : ils sont, par définition, nuisibles pour les cultures agricoles et les plantes en général. Ils sont majoritairement phytophages et peuvent, en se nourrissant ou en transmettant des pathogènes, causer la mort de la plante. La pédofaune peut dont être classée de différentes façons : par sa taille, son régime alimentaire ou encore par son réseau trophique. Ces invertébrés peuvent aussi être définis par leur rôle et fonctions multiples au sein du sol **(Metral ,2005)**

I.2.1.2. Classification morphométrique de la pédofaune :

Elle à une longueur entre (< 0,2 mm), regroupe principalement des microorganismes ayant besoin d'eau liquide pour vivre. On trouve des protozoaires grands consommateurs de bactéries, ils induisent le maintien de la jeunesse des populations de bactéries, celle-ci devant se reproduire pour pallier à cette prédation. On peut aussi observer des Métazoaires, essentiellement des Nématodes (Vers ne présentant pas de segmentation), qui interviennent dans la première phase de décomposition des végétaux en les brisants, ce qui facilite ensuite

l'action des bactéries et des champignons. Ils participent aussi au brassage des horizon, activant la remontée des éléments minéraux vers la surface **(Gobat** *et al.*, **1998 ; Martins** *et al.*, **2015).**

Tableau 4: Des organismes vivants du sol – Pédofaune Les « fragmenteurs » **(Programme SOL'ERE AQSSS).**

Mégafaune	**Macrofaune**	**Mésofaune**	**Microfaune**	**Microorganisme**
Aérateurs	**Ingénieurs physiques**	**Ingénieurs de la litière**	**Régulateurs biotiques**	**Chimistes et nettoyeurs**
Salamandres, Taupes, Souris, Musaraignes Écureuils, Tamias	Cloportes, Vers de terre Coléoptères, Arachnides	Fourmis, Acarien Diptères, Collemboles	Champignons, Protozoaires, Nématodes	Bactéris
				
Ils profitent de la biodiversité du sol pour s'alimenter, s'abriter, se défendre et se reposer. À leur tour, ils fournissent de la matière organique qui assure la santé du sol. Ils fragmentent mécaniquement la matière en plus petites particules.	Ils fabriquent des trous et des tunnels qui aèrent le sol permettant l'entrée d'eau et d'air. Ils découpent les déchets en plus petites particules utilisables par les organismes du niveau tropique inférieur.	Ils décomposent ou fra mécaniquement la matière organique en petites particules qui nourrissent les bactéries.	Ils régularisent microorganismes Ils transportent les nutriments du sol vers les plantes.	Ils libèrent les minéraux et les éléments nutritifs du sol qui nourrit les plantes décontaminent le so des toxines.

- ✓ **La méso faune**

Cette catégorie d'invertébrés comprend la majorité des Nématodes, les Acariens, les Collemboles, et des Protoures, dont la longueur varie entre 0,2 et 4mm avec un diamètre de 0,1 à 2mm. Les jeuneslarves de macro arthropodes entrent généralement dans cette catégorie **(Nadama,2006).**

✓ **La Macrofaune :**

Dans laquelle les individus mesurent entre 4 et 100mm. La macrofaune est constituée par les Vers de terre, les Insectes supérieurs, les Myriapodes, de nombreux Arachnides, des Mollusques, quelques Crustacés (Isopodes ou Amphipodes) et quelques autres groupements fauniques d'importance secondaire.

- **Les Vers de terre**

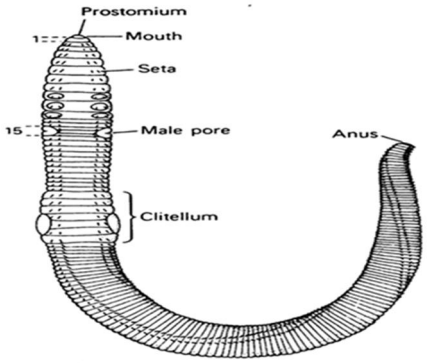


Figure 7: Diagramme de l'anatomie d'un ver de terre (Annélides, Oligochètes).**(Bouche, 1972).**

- **Fourmis (Hyménoptères)**

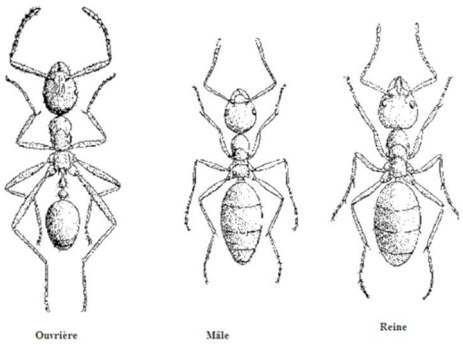


Figure 8: Fourmis (Isoptères, Hexapodes) source **(Bachelier, 1972).**

- **Les Coléoptères**

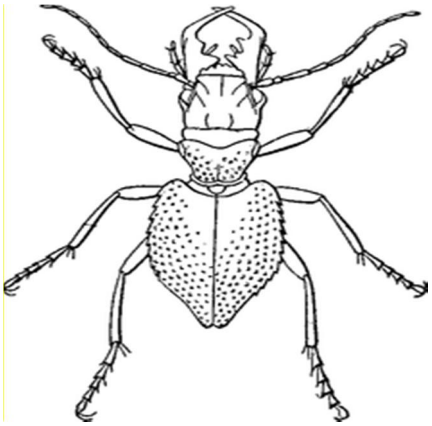


Figure 9: Coléoptère (Hexapodes) **(Bachelier, 1972).**

- **Les Diptères**

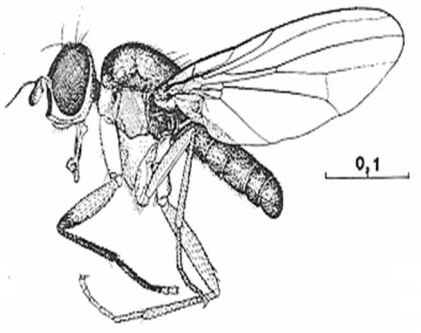


Figure 10: Diptère (Hexapodes) source **(Bachelier, 1972).**

- **Les Gastéropodes (Mollusques)**

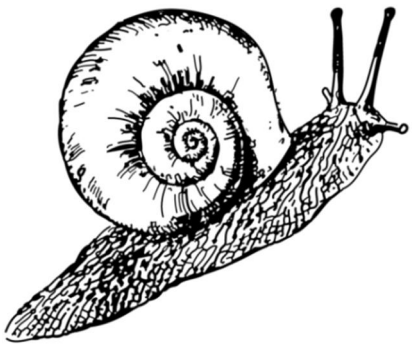


Figure 11: Gastéropodes, Mollusques **(Bachelier, 1972).**

✓ **La Mégafaune :**

Dans laquelle les individus mesurent plus que 100 mm. On trouve à la fois dans ce groupement des Crustacés (crabes de terre, et même écrevisses, des Reptiles, des Batraciens, comme les très curieux Amphisbènes qui ont perdu leurs pattes, de nombreux Insectivores (taupes, musaraignes), des Rongeurs (rats, campagnols, marmottes, lapins, chiens de prairie) et quelques édentés (Tatous d'Amérique, Oryctéropes d'Afrique).

Notons que même si cette taxonomie permet d'avoir une vue générale de la faune du sol, elle possède ses limites. En effet, d'une part, plusieurs taxons peuvent appartenir à deux catégories de taille (e.g. les vers appartiennent à la macrofaune; les Enchytréides à la mésofaune), d'autre part certaines espèces passent d'une catégorie de taille à l'autre pendant leur développement **(Hedde, 2006).**

- **Des Reptiles**

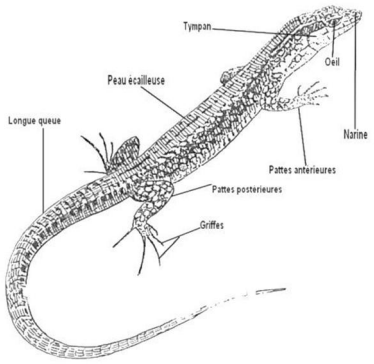


Figure 12: Reptiles **(Carroll, 1969).**

- **Des Insectivores**

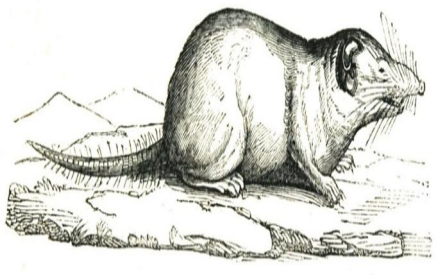


Figure 13: Musaraigne **(Ball, 1970).**

- **Des Rongeurs** :



Figure 14: Spermophile de Richardson **(Ball, 1970).**

I.2.2. La mésofaune :

C'est une classification morpho-métrique qui distingue les individus appartenant à la faune du sol selon leur taille et leur relation vis-à-vis de l'eau. Cependant, il existe d'autres classifications des invertébrés selon leur durée de vie dans un sol et une autre selon leurs préférences alimentaires. La plus utilisée et fiable est la taxonomie qui identifie avec un maximum d'exactitude morphologique. Ainsi la méso faune fait partie de la faune du sol, celle-ci joue un rôle intermédiaire entre la macrofaune et la microfaune, le plus souvent composée de trois espèces qui jouent un rôle important dans le bio fonctionnement des agro systèmes, composée des nématodes, acariens et collemboles **(Pelosi, 2008).**

- **Acariens** (Gamasides, Actinedides, oribates)

Les Acariens sont les Arachnides les plus importants en nombre et en qualité de tous les microarthropodes du sol, qui mesurent entre 200 nm à 2 mm. Leur corps ne présente pas de régions distinctes, le céphalothorax étant fusionné à l'abdomen **(Lozet *et* Mathieu, 2002).**

Les acariens sont composés de plusieurs sous-ordres dont les Gamasida, les Actinedida, les Acaridida et les Oribatida. On en rencontre deux principaux dans le sol : Les Oribates, essentiellement saprophages, participent très activement à la dernière étape de fragmentation de la matière organique ; les Gamasides qui sont surtout des carnivores, prédateurs d'autres microarthropodes et de petits vers.

Ces différents groupes ont une morphologie et des mœurs très diversifiées. Ils occupent principalement les premiers centimètres des sols, mais il existe des espèces des strates profondes. Ces dernières présentent des

adaptations morphologiques à l'absence de lumière et à la faible porosité : elles sont dépigmentées, portent moins de soies, leurs appendices sont plus courts, leur taille est réduite.

prédateurs d'autres microarthropodes et de petits vers.

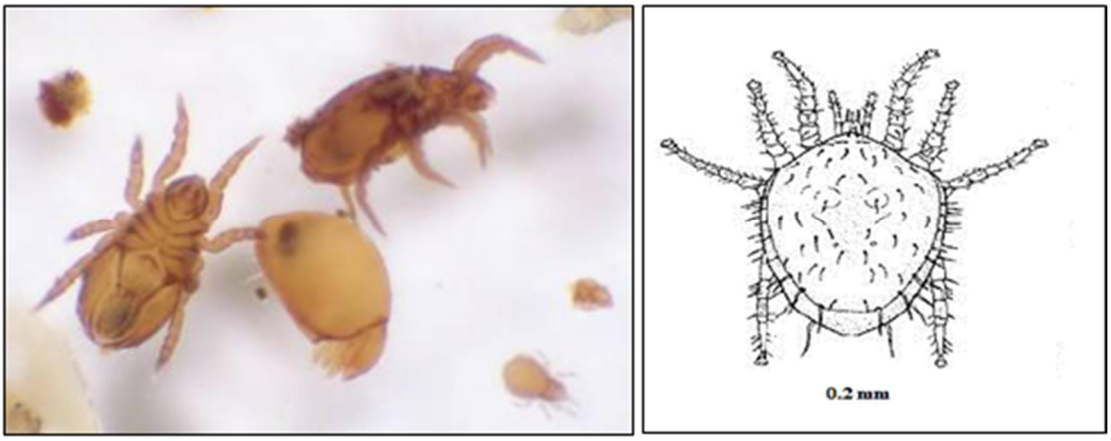


Figure 15: Morphologie des acariens **(Peres *et al.*, 2010).**

Cycle de vie des Acariens

Les espèces d'Oribates se nourrissent principalement de champignons (mycophages), mais il en existe qui consomment des végétaux vivants (algues, mousses, lichens voire plantes supérieures), et d'autres qui **décomposent la matière végétale morte** (ils sont détritivores). Une partie d'entre eux sont prédateurs de nématodes ou charognards.

Les **Prostigmates** se composent principalement d'**espèces prédatrices** : prédateurs de nématodes, ils consomment également des arthropodes (comme les collemboles) et leurs œufs, et les espèces plus petites sont des « micro-prédateurs », chassant **des micro-organismes** comme les bactéries. D'autres espèces sont **mycophages** et d'autres encore, comme les « araignées rouges » sucent le contenu des cellules **des végétaux**. Les formes parasites dépendent d'arthropodes ou de petits vertébrés.

Pour les **Mésostigmates**, c'est à peu près la même chose ! À cela près que **certaines espèces de Mésostigmates chassent les Prostigmates** (pour exemple la famille des Laelapidae s'attaque particulièrement aux « araignées rouges » tant redoutées). Une autre différence réside dans la capacité à certaines espèces de Mésostigmates à se nourrir de **bois en décomposition**.

Les **Ixodida** sont **sanguinivores** (ils se nourrissent de sang).

La reproduction des acariens est principalement sexuée, soit par accouplement direct, soit par accouplement indirect. Dans ce cas, le mâle dépose des spermatophores (capsules contenant des spermatozoïdes) dans les lieux fréquentés par les femelles, qui viennent les récupérer.

Cependant, la reproduction par parthénogenèse n'est pas rare, donnant naissance à des générations constituées exclusivement d'individus soit femelles soit mâles.

Les acariens passent par 1 à 5 mues successives, durant lesquelles l'individu se débarrasse de la cuticule qui recouvre son corps (et forme son exosquelette). Chaque mue correspond à un stade de développement, de l'œuf à l'individu adulte. Les individus immatures ont une morphologie et/ou des comportements distincts de ceux des adultes.

- **Les collemboles** : Les collemboles sont des Arthropodes aptérygotes, Formes primitives n'ayant pas développé d'ailes. Mues sans métamorphoses ou avec métamorphoses rudimentaires. Microarthropodes de pettite taille moins de 1 mm), à peinevisible à l'œil nue, les mieux représentés dans le so l. Ils existent partout et vivent sous les écorces, les feuilles mortes, les pierres et même sur la neige des régions polaires, mais principalement en terraishumides **(Beaum mont** *et* **Cassier, 2000).**

La plupart des espèces se nourrissent de microorganismes, stimulant ainsi la croissance des champignons dans le sol et régulant la microflore. Ils contribuent également à la fragmentation de la matière organique. Ils se nourrissent de microorganismes en stimulant ainsi la croissance des champignons avec une régulation de toute la microflore du sol. Leur abondance peut atteindre 200 000 ind/m2 en milieu humide **(Jansens** *et* **Dethier, 2005**). Cependant, ils interviennent dans la fragmentation et le brassage des matières organiques mais peuvent devenir nuisibles **(Moor** *et al,* **2002).**

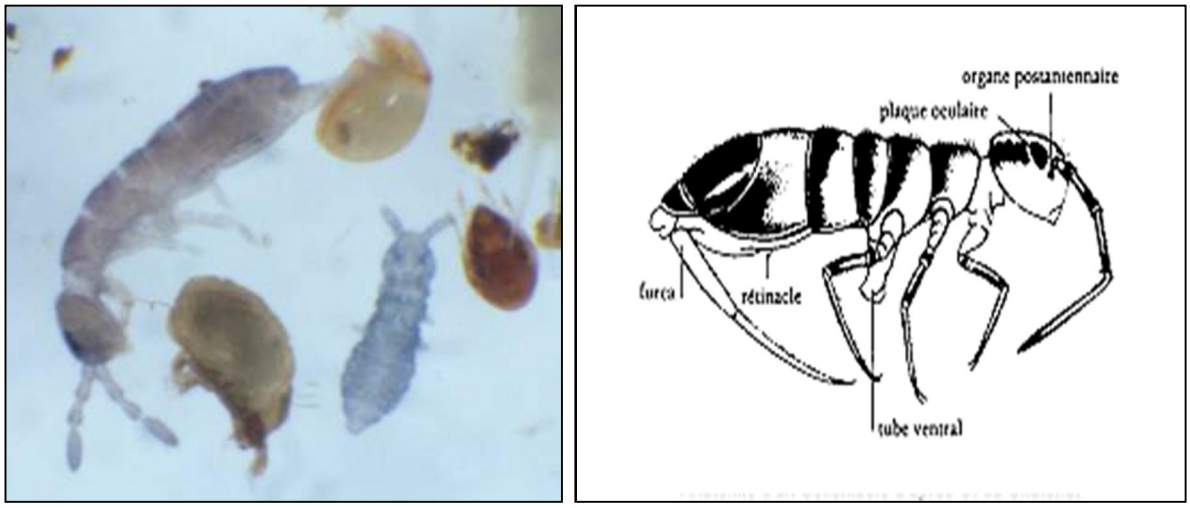


Figure 16: La morphologie des collemboles **(Larochelle, 2004).**

- **Symphiles :**

Ce sont des myriapodes progoneates, dépigmentés avec de petites ailles qui dépassent rarement 10 mm et un tronc segmenté et complexe sans concordances entre les segments ventraux er les plaques dorsales qui sont plus nombreuses (12 segments.). Ils possèdent des appendices avec des vésicules coxales et un stylé à partir de la deuxième paire de segments. Leur tète porte une paire de mandibules, une paire de maxilles et une paire d'antennes en avant. Ils s'abritent la terre humide et le terreau. Ils habitent sous les pierres et se nourrissent d'algues vertes unicellulaires de champignons et des tissues végétaux (**Grasse ET Doumaenc, 2000).**

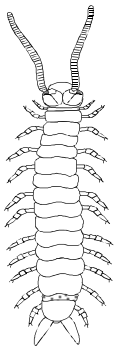


Figure 17: Symphiles. **(Bachelier, 1972).**

- **Les Thysanoures**

On en connaît environ 42 genres et 350 espèces. On distingue les Machilis et Upismes qui sont peu fréquents dans les sols.

- Les Machilis vivent dans les broussailles, près des pierres et des rochers, et dans les endroits peu humides. Ils courent rapidement et peuvent sauter en contractant brusquement le thorax et l'abdomen. Ils semblent se nourrir d'algues microscopiques, de lichens, ou de petits débris végétaux **(Chopard, 1947).**

- Les Upismes courent rapidement, mais ne sautent pas comme les Machilis. Ils recherchent la chaleur et on en trouve même dans les sols sableux des régions arides. Plusieurs espèces vivent dans les fourmilières. Les Upismes se nourrissent de débris végétaux et animaux, de pollen, de spores de champignons, de cellulose, de coton, de farine, etc. **(Chopart, 1947).**

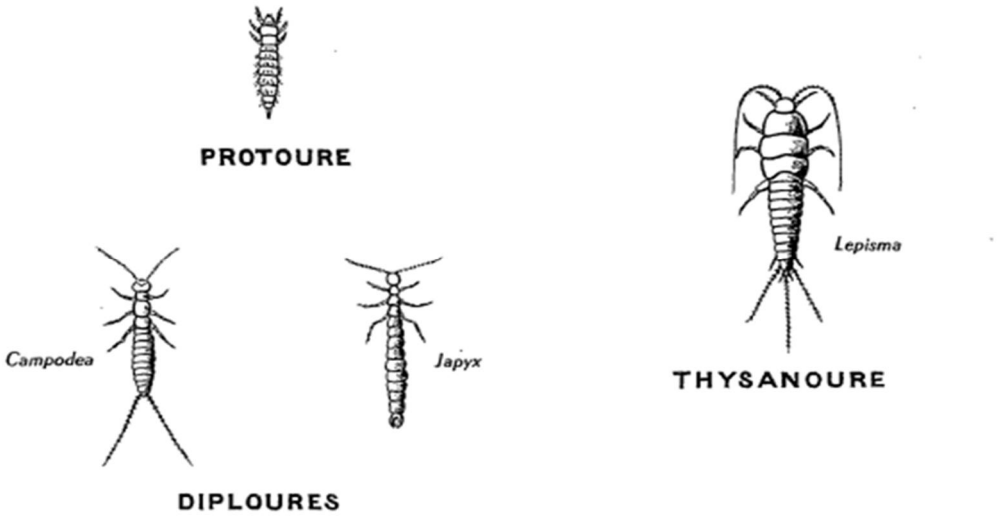


Figure 18: Arthropode Aptérygote du sol **(Bachelier, 1972).**

- **Les Diploures :**

On en connaît dans les sols environ 150 espèces. On a deux familles de Diploures qui se distinguent facilement :

- **les Japygidae** qui, à l'extrémité de leur abdomen, ont des cerques en forme de pince. On distingue parmi eux les Projapygidae, dont les cerquesmultiartidulés et courts logent un canal glandulaire ; certains auteurs en font une troisième famille.
- **les Campodeidae** qui possèdent de longs cerques multiarticulés sans canal glandulaire.

Les Diploures vivent dans les milieux humides : terre, mousse, humus, abris pierreux, grottes, etc. D'après Bornemissza (1957), qui les a étudiés dans les sols de l'ouest de l'Australie, les Diploures préfèrent les sols à fine texture et à forte teneur en argile. Leur répartition serait assez régulière mais ils apparaissent toujours peu nombreux. **Van Der Drift (1950)**, dans des sols sous hêtraie, en a trouvé 200 au mètre carré.

Du point de vue nutrition, les Campodeidae ont généralement un régime détritiphage et mycétophage, mais pour **Kuhnelt (1955)** ils se nourriraient aussi de petites larves d'insectes, principalement de larves de Diptères. Les Japygidae, eux, sont carnivores et se nourrissent de Collemboles, d'Acariens (même à forte carapace) et, si l'occasion s'en présente, de Campodeidae **(Fox, 1957).**

I.2.3. L'importancec de la pédofaune dans les forêts

La décomposition de la litière forestière est une étape cruciale dans la formation de matière organique du sol, la minéralisation des éléments nutritifs organiques, et le bilan carbone dans les écosystèmes terrestres

(Austin *et* **Ballare, 2010)** , qui joue un rôle important dans le cycle de la matière normale et l'équilibre nutritif, dans les écosystèmes forestiers, le maintien de la fertilité des sols et d'assurer la disponibilité des nutriments pour la croissance des plantes **(Chen** *et al.,* **2005) .**

En général, la disponibilité des éléments nutritifs du sol est un facteur important affectant le taux de décomposition de la litière. Le sol peut non seulement fournir les nutriments nécessaires aux décomposeurs (faune du sol) et de maintenir ses activités de la vie **(Swift** *et al.,* **1979).**

L'effet des arbres sur les propriétés physiques et chimiques du sol peut être médiée par la faune du sol, qui peuvent considérablement affecter les propriétés de terre végétale comme une conséquence de la bioturbation **(Lavelle** *et al.,* **1997; Scullion** *et* **Malik, 2000; Ponge, 2003; Frouz** *et al.,* **2007).**

La recherche dans les écosystèmes forestiers a souvent mis l'accent sur les effets de la faune du sol sur la décomposition de la litière et l'élimination des déchets de la surface du sol **(Setälä** *et al.,* **1996; Aubert** *et al.,* **2010).**

Chapitre II

Particularités abiotiques et biotiques de la région d'étude

II.1. Présentation du parc national de Chréa :

II.1.1. Localisation :

Situé à 5O km au sud-ouest d'Alger, le Parc National de Chréa s'étend en écharpe sur 26 585 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas Tellien, comprises entre les latitudes Nord 36°19' / 36°30', et les longitudes Est 2°38' / 36°02.

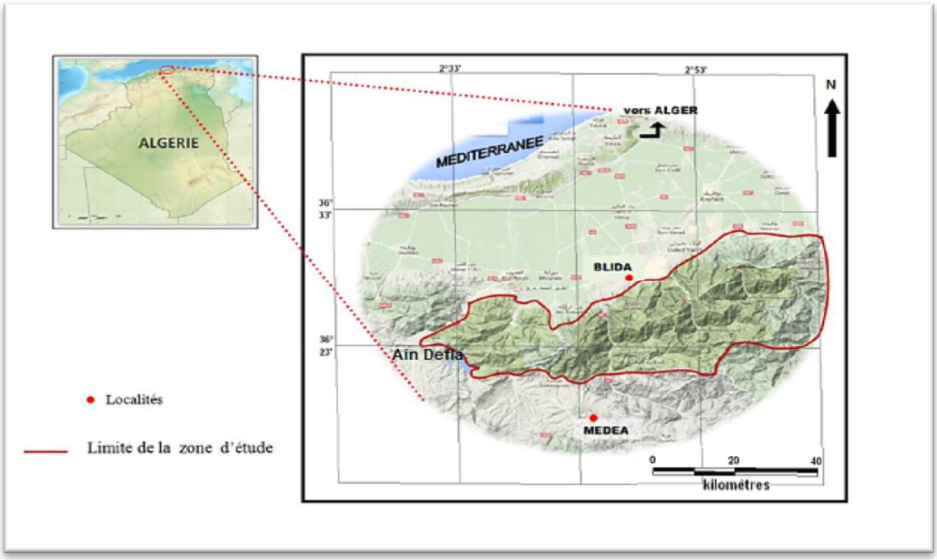


Figure 19: Situation géographique et limites du Parc National de Chréa **(Addar** *et al*, **2016).**

II.1.2. Localisation administrative :

Situé à mi-distance entre le chef-lieu des wilayas de Blida et de Médéa, le Parc National de Chréa chevauche entre les wilayas de Blida et Médéa, selon le nouveau découpage territorial datant de 1984 par le décret n° 91 306 du 24/08/91.

La wilaya de Blida compte près de 17875 ha soit 67,43% de la superficie totale. Elle regroupe principalement les reliefs septentrionaux des djebels Mouzaia, Guerroumane et Ferroukha situés successivement , dans les communes de Ain Romana, Chiffa, Bouarfa, Blida, Chréa, OuledYaïch, Bouinan, Soumaâ et Hammam Melouane .

La wilaya de Médéa, compte près de 8 650 ha soit 32,57% de la superficie totale. Elle regroupe en particulier les reliefs méridionaux des djebels Mouzaia, les versants nord et sud et adrets des djebels Azrou Mouch, de Sidi Mohamed, ainsi que toutes les topographies de Koudiat El Kalàa, Koudiat Alloua, et Koudiat El Guettara. Il est à noter que la commune d'El Hamdania est totalement englobée dans le territoire du Parc.

Les 8650 ha que totalise la wilaya de Médéa sont répartis entre les communes de Tamezguida, et El Hamdania. Elle couvre toute la partie méridionale du Parc national de Chréa qui repose avec sa zone périphérique, sur un milieu épars fortement ponctué par une anthropisation rurale.

Tableau 5: Superficies des différentes communes comprises dans le parc national de Chréa **(P.N.C).**

WILAYAS	Communes	Superficie	%	% Wilaya
BLIDA	Ain Romana	316 ha	1,26%	67,43%
	Chiffa	1225 ha	4,61%	
	Bouarfa	3343 ha	12,57%	
	Blida	84 ha	0,32%	
	Chréa	7602 ha	28,59%	
	OuledYaïch	56 ha	0,21%	
	Soumaâ	273 ha	1,03%	
	Bouinan	174 ha	0,65%	
	Hammam Melouane	4764 ha	17,92%	
	Total de la wilaya	**17857ha**	**67,43%**	
MEDEA	Tamezguida	4100 ha	15,45%	32,57%
	El Hamdania	4550 ha	17,12%	
	Total de la wilaya	**8650ha**	**32,55%**	
	T O T A L	**26587ha**	**100%**	**100%**

II.1.3. Situation biogéographique :

Le Parc National de Chréa occupe en particulier les hauteurs aux reliefs accidentés des djebels Mouzaia, Djamaa Dràa, Guerroumane, AzrouMouch, Sidi Mohamed, Ferroukha, et toute la partie orientale sud-est - méridionale regroupant les reliefs des Koudiat El-Kalàa , KoudiatAllone, et Koudiat El - Guettara. Dans cet enchevêtrement géomorphologique, le Parc National de Chréa, occupe un territoire montagnard peuplé en général, en dehors de quelques agglomérations, par une population rurale éparse disséminée çà et là sur la totalité du territoire.

Le Parc national de Chréa est entouré d'un milieu anthropique. A ses contrebas septentrionaux, il domine la plaine de la Mitidja, et dans ses revers méridionaux, il est ponctué par une population rurale qui s'étend jusqu'aux confins de la ville de Médéa. Le Parc national de Chréa domine vers le Nord la ville de Blida et relie d'une part, l'avant pays à sa partie méridionale, et d'autre part l'Est à l'Ouest du pays. Il occupe de ce fait, une position de carrefour et de transit.

Couvert végétale et occupation du sol :

Le Parc National de Chréa renferme un tapis végétal couvrant près de **22.673 ha** de son territoire soit un taux de boisement de **85%**. Le reste représente les terrains dénudés exploités par l'homme, par l'agriculture et ayant été irréversiblement érodé.

Les études et les inventaires portant sur l'occupation du sol et les potentialités naturelles au niveau du parc, révèlent l'existence d'occupations (strates) de type :

- **Arborescente,** elle concerne **5400 ha**, soit 20.31% de la superficie totale du Parc.

- **Arbustive,** cette strate se couvre sur **17 274 ha** soit 65% de la superficie totale du parc. Elle concerne les zones à végétation arbustive se présentant dans sa majorité en maquis.

- **Les terrains dénudés**, couvrent près de **2911 ha** soit 11% du Parc National de Chréa. Caractérisés par une végétation rabougrie laissant apparaître des sols partiellement nus ou des affleurements rocheux, taillés par l'érosion, empêchant toute possibilité de remontée biologique. Ils se localisent en général dans le versant Sud-est du parc, du côté de Hammam Melouane et d'Imma Hlima.

- **Les terrains occupés**, regroupent les **1003 ha** restant, soit 3,77% de la superficie totale du Parc. Ce sont tous les bocages et jardins vivriers, ainsi que toutes les pelouses naturelles à forte pression pastorale.

Tableau 6: Occupation du sol au niveau du parc national de chréa (PNC).

OCCUPATION	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à PA)	588.85	2.21%
T O T A L		**5399,62**	**20,31%**
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
T O T A L		**17273.78**	**64.97%**
Terrains Dénudés	Terrains nus	2787,72	10,49%
	Terrains rocheux	91,10	0,30%
	Terrain dégradé	31,90	0,10%

T O T A L		**2910,72**	**10,95%**
Autres	Terrains cultivés	728,35	2,74%
	Habitat	192,48	0,72%
	TPF	56,35	0,10%
	Lacs	26,10	0,92%
T O T A L		**1003,28**	**3,77%**
TOTAL GENERAL		**26 .587**	**100%**

II.1.4. Milieu physique et biologique :

II.1.4.1. Milieu physique :

✓ Géologie

Le Parc National de Chréa appartient au massif de Blida, représentant la zone externe de la chaîne alpine en Algérie. Il se situe au sud des massifs anciens Kabyles, et des massifs du Chenoua et de Bouzahréah, dont il est séparé par le synclinal plio-quaternaire de la Mitidja. Ce massif a subi de violents mouvements orographiques, datant de la partie de l'ère tertiaire. C'est ce qui explique son aspect très mouvementé au niveau de sa partie centrale. Il se compose essentiellement de schistes sur ses versants Nord (**Meddour ,1994).**

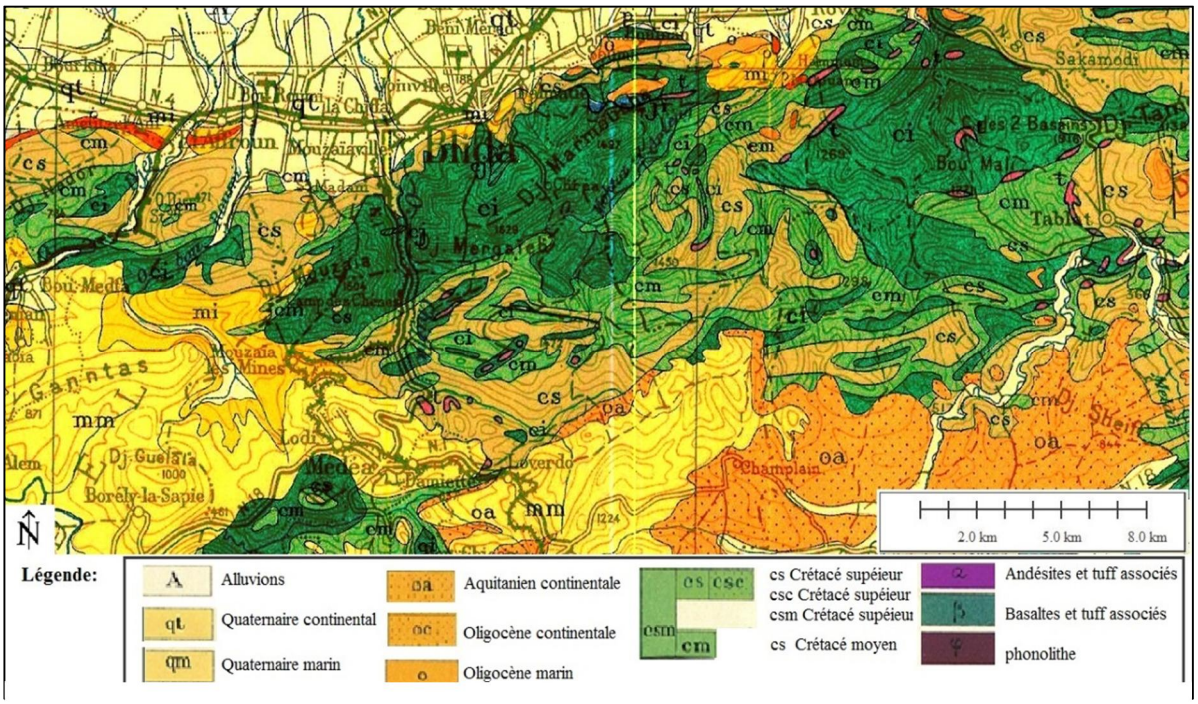


Figure 20: Extrait de la carte géologique de la zone d'étude Ech: 1/50 000**(Flandrin, 1951).**

✓ Pédologie

A partir des analyses pédologiques faites par **Faurel (1947)** et **Nedjahi (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_0 : De couleur brun très sombre, qui est plus mince au versant Sud.
- L'horizon A_1 : 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 perméables.

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 en1977 confirment la tendance siliceuse des sols de l'Atlas blidéen ainsi que leur pauvreté en éléments nutritifs (**Halimi, 1980).**

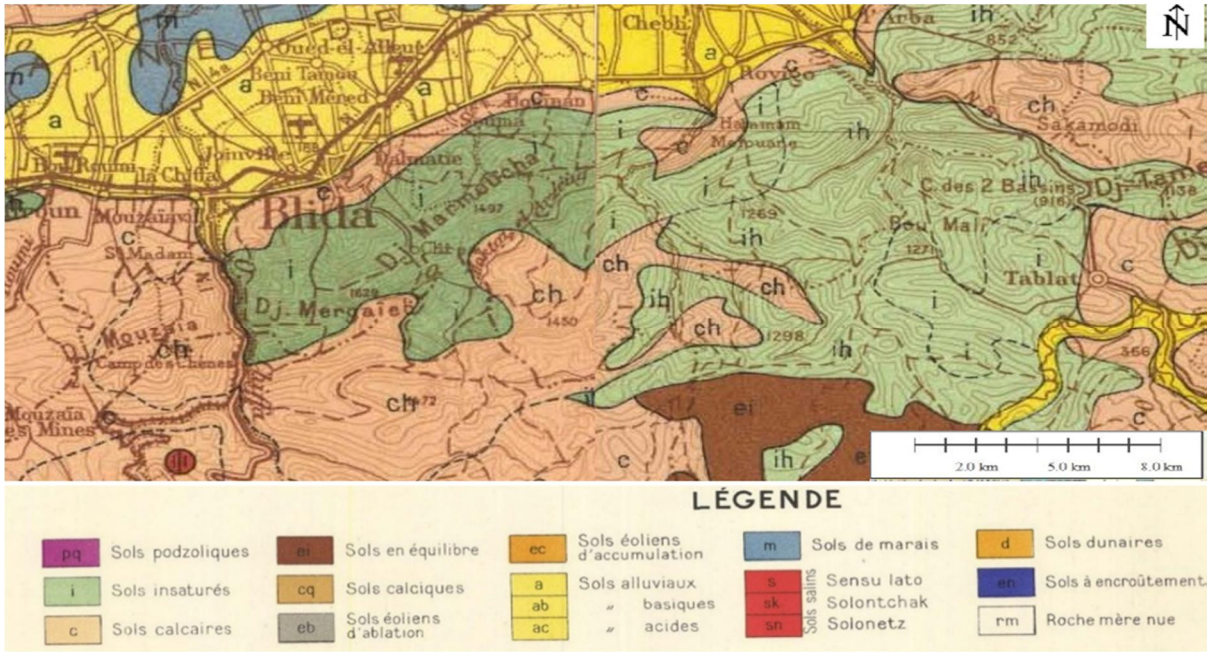


Figure 21: Extrait de la carte pédologique de la zone d'étude Ech: 1/50 000 **(Barbut, 1954**).

✓ Hydrographie

Le Parc national de Chréa présente de par sa position géographique, une potentialité hydrique importante. C'est une zone très arrosée : 1000 mm de précipitations sur les sommets et les zones d'altitude du versant nord, et autour de 900 mm pour la majorité des stations

La composante hydrographique de ce territoire est divisée en deux grandes parties appartenant aux deux bassins versants des oueds El Harrach et Mazafran.

- À l'Est le bassin versant de l'Oued El Harrach s'étendant sur 12.450 ha,
- À l'Ouest le bassin versant de l'Oued Mazafran s'étendant sur 14.137 ha.

Les eaux du parc liées au bassin versant de l'oued El Harrach sont principalement drainées par oued Maktaa (dont les principaux affluents sont oued Kerrache, oued Tamda, oued Edhib, oued Taberbout, oued Isselsel, et oued Boussaad), et oued Boumaâne (drainant les eaux situées au sud de cette partie). L'oued Boumaâne constitue la limite sud-est du parc. Les eaux déversées par l'oued Chiffa dans l'oued Mazafran, forment une plus grande étendue et regroupent plusieurs zones.

- La zone Nord: Drainée essentiellement par oued el Kébir qui se déverse dans l'oued Chiffa
- La zone Sud: Les eaux situées à l'Est de l'oued Chiffa constituent l'origine de l'oued Merdja, principal collecteur des eaux de la région. Elles sont déversées dans l'oued Chiffa
- La zone de l'extrême Ouest: Une grande partie de ses eaux proviennent en grande majorité du massif de Mouzaia, à travers oued El Kébir, oued Sidi Bouabdellah, et oued Erha**. (Halimi, 1988).**

II.1.4.2. Milieu biologique :

Le parc national de Chréa est bio géographiquement un lieu ou Co-évaluent deux ambiances climatiques engendrant, l'une sous l'influence maritime et l'autre sous l'influence présaharienne, une distribution végétative très diversifiée répartie dans l'espace du parc selon une zonation altitudinale. Aussi cette végétation est à la base de la répartition d'une diversité animale.

Les unités écologiques :

A) - Flore :

Avant d'aborder ce chapitre relatif au couvert végétal du parc national de Chréa, nous précisons que le travail s'est basé sur un traitement des données et résultats qui proviennent des études écologiques qui se sont succédés au parc de Chréa, et encore disponibles au centre de documentation du parc. En outre, nous avons effectué une synthèse mettant en relief les grandes formations végétales, leur localisation, leur superficie, la densité de ces peuplements leur cortège floristique.

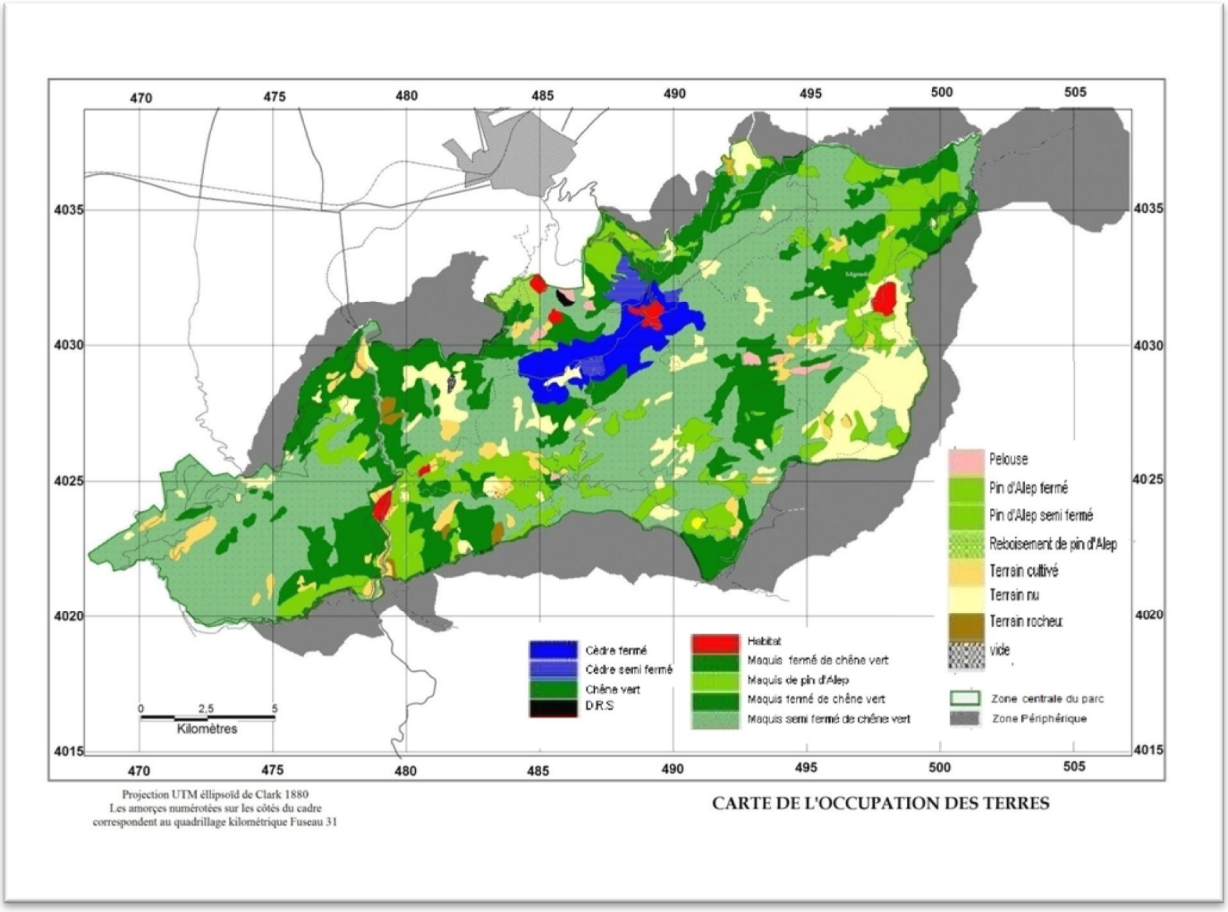


Figure 22: Carte de l'occupation des terres du PNC **(P.N.C, 2014).**

✓ Formation du Cèdre :

Le cèdre de l'atlas occupe les sommets schisteux de la région centrale du parc national de Chréa. Il se développe sur une superficie d'environ 1200 ha sur le djebel Gueroumêne et la forêt de Beni Salah embrassant sur une partie le versant nord du parc, balcon de la Mitidja, et une autre partie plus restreinte sur le versant sud. Il occupe l'étage méditerranéen supérieur 1350 m à 1600m d'altitude) et évolue dans le bioclimat per humide frais (**Faurel, 1947).**

La cédraie de Chréa se compose selon plusieurs auteurs, dont **(Halimi, 1988)**, de trois groupements suivant que l'on se trouve sur versant nord ou sur versant sud.

✓ Les Formations du Chêne Vert :

Le chêne vert est un arbre de montagne, rustique et extrêmement plastique. Il est sans conteste l'essence dominante du parc, nous le retrouvons aussi bien sous les régimes du maquis que de futaie; en formation dense et claire que pure et en mélange. Cet aspect revient en partie au fait que le chêne vert s'accommode des conditions écologiques les plus variées et les plus rigoureuses. Il s'adapte avec une grande facilité aux différents types de climats et supporte des températures extrêmes. Occupant sur notre territoire, la tranche

altitudinale 800m à 1400m voire 1500m, sous les ambiances bioclimatique subhumide, humide et localement perhumide tempérée et fraîche.

✓ La formation du chêne liège :

Le chêne liège (Quercus suber L) est un arbre calcifuge qui se développe normalement dans les régions à fortes précipitations ou dans des régions humides et relativement chaudes, sur un sol sablonneux ou schisteux, meuble et profond, exemple : forêt de Béni Salah où prospère cet arbre sur un sol schisteux.

La formation du chêne liége se développe entre 400 et 700 m d'altitude sur le versant nord du djebel ferraoun et djebel Guerroumene et atteint les 1100m au djebel Tamezguida. **(Meddour, 1994**).

✓ La formation du Chêne zeen :

Le chêne zen (Quercus faginea Lamk.ou Quercus mirbekii) n'existe sur le territoire du parc qu'à l'état résiduel. On le retrouve sur les altitudes de 300 à 450 m au niveau des stations fraîches et humides du djebel Tamezguida. Quelques bouquets subsistent sur le versant nord du djebel Mouzaia à une altitude de 1200m à 1400m **(Meddour, 1994)**. D'autres pieds ou bouquets de chêne zen sont observés sur des sites humides comme celui concernant l'oued Chiffa et le long des ravins frais et humides, faisant partie du cortège de la ripisylve, qui compte un grand nombre d'espèces végétales telles que : Laurier tin, L'érable, Laurier noble, etc.

✓ Les formations à pin d'Alep :

Le pin d'Alep (Pinus halepinsis Mill.) occupe la plus grande superficie de l'atlas Blidéen. Il est caractérisé par son adaptation à la sécheresse et à la haute température (**Halimi**, **1988**).

Il est considéré comme essence colonisatrice (grâce à sa rusticité et à sa plasticité) prenant la place des espèces plus originales qui ont reculées par l'action de l'homme, du troupeau et des incendies.

C'est ainsi que dans les stations humides exposées au nord, les forêts de pin d'Alep remplacent les forêts de chêne liège qui se régénèrent difficilement; tel est le cas dans le lieu-dit Hakou Ferraoun. Aux versants sud de l'atlas Blidéen, dans les stations sèches, la même situation est observée. Le pin d'Alep arrive à envahir le chêne liège et le supplanter. On le retrouve à différents niveaux jusqu'à 900m d'altitude mais cet arbre très héliophile évite les endroits ombragés.

✓ La formation de Thuya de Berberie :

C'est une essence forestière, surtout abondante dans la partie occidentale de l'Algérie, toute fois, le thuya existe par pieds isolés ou par petits bouquets sur le territoire du parc. Il se rencontre le long de l'oued dans les altitudes de 287 m et 703m (d'après **Halimi, 1988**) où il forme des peuplements clairs mélangés avec le lentisque, l'olivier, le caroubier et la filère.

Au « Ruisseau des singes » et en pénétrant plus en avant dans le massif en direction de l'Est, le thuya n'apparaît plus que par bande étroites le long des ravins, sur les substrats rocheux jusqu'à la crête. (**Halimi**, **1988**).

✓ Les formations à ripisylves :

Les formations ripisylves sont des formations particulières à caractère zonal, liées strictement aux ravins et fonds de vallons. On les retrouve aux abords des oueds plus ou moins permanents. Elles sont caractérisées par des conditions écologiques propres à elles, de par leur ambiance humide et fraîche essentiellement, constituant des groupements végétaux stables et en équilibre avec les variables écologiques prépondérantes du milieu, telles que l'édaphisme et la géomorphologie (**Halimi**, **1988**).

Tableau 7: la flore du Parc National de Chréa **(P.N.C).**



Cèdre de l'atlas



chêne zen



plante ripisylves



Champignon



plante aquatique



murier noire



Pin d'Alep



Fouger



orchidée

B) - Faune :

La faune ou a richesse faunistique du parc national n'a pas bénéficiée de l'intérêt des programme de recherches de la communauté universitaire. De ce fait peu d'études ont été consacrées à la faune sauvage. D'autres part, de grandes lacunes en matière d'information et ces connaissances sur le dynamique des populations et du rôle de chacune d'elles dans l'écosystème persistent à ce jour réclamant d'être clarifiées ou éclaircies.

Tableau 8: Richesses de la faune dans le Parc Nationale de Chréa **(P.N.C).**

classes	La richesse du P.N.C	Protège du P.N.C	Richesse nationale P.N.C
MAMMIFERES	32	19	108
OISEAUX	134	34	278
INSECTES	966	35	3357
ARCHINIDES	183		
MOLLUSQUES	19		75
POISSONS	05		71
CRUSTACES	03		
AMPHIBIENS	13	03	
ANNILIDES	18		
MYRIPODES	14		
REPTILES	21	11	80
TOTALES	1141		3988

✓ Les vertébrés :

L'avifaune :

L'avifaune du Parc National de Chréa (dans la région de Ghellaie) a fait l'objet d'une étude d'inventaire par **Bazi (1987).** Cette zone couverte principalement par la chênaie verte abrite 81 espèces parmi lesquelles 73 sont nicheuses. **Mazari (1995**) étudia plusieurs stations du Parc National de Chréa. Il a pu recenser 108 espèces réparties sur 11 ordres différents, et regroupant 29 familles et 68 genres.

D'après ces différents travaux, le Parc National de Chréa abrite 123 espèces aviaires appartenant à 35 familles. Leur classification selon la catégorie faunistique laisse apparaître que l'avifaune du parc est essentiellement de type boréale. Du point de vue phénologie, il ressort que 52,9 % des espèces (soit 62 espèces) sont migratrices, ce qui reflète l'importance du Parc en tant qu'aire de passage dans la conservation de l'avifaune à l'échelle mondiale. Parmi ces espèces migratrices 63,13% sont migratrices dont 54,8% passent en

été et 8,33% passent en hiver. Pour la proportion restante, le type de migration est indéterminé. Les espèces sédentaires représentent 37,60% (soit 44 espèces de l'effectif total). Le reste des espèces est à la fois migrateur et sédentaire.

Du point de vue trophique, la grande majorité des espèces inventoriées a un régime alimentaire insectivore.

Les carnivores sont représentés par 16 espèces en majorité des rapaces. Leur fréquence augmente dans deux régions, le centre du Parc sur le versant Nord, et au Djebel Mouzaia et les gorges de la Chiffa. Il semblerait que ces deux zones soient les plus favorables pour le développement des rapaces. D'une part le territoire accidenté de ces régions constitue une protection naturelle pour les rapaces et d'autre part, elles sont couvertes par une végétation diversifiée où se développent les petits rongeurs, les oiseaux et les reptiles qui constituent une partie importante du régime alimentaire des rapaces. Pour les deux espèces charognards existantes, il y a lieu de signaler en particulier pour le vautour fauve les dizaines de couples qui nichent chaque année dans la région Ouest **(Gorges de la Chiffa).**

✓ La faune mammale :

Mazari (1995) a établi la liste complète des mammifères du Parc National de Chréa. Celle-ci regroupe 19 espèces à laquelle s'ajoute le singe magot. A partir de ces travaux nous avons illustré la liste des espèces de mammifères du Parc qui comprend les espèces disparues et les espèces encore existantes. Parmi ces dernières, figurent les espèces jamais rencontrées.

Parmi les grands mammifères, le sanglier, le chacal doré et le renard roux sont abondants. Ces espèces sont observées fréquemment dans les différentes régions du Parc par nos services, et par **Meftah (2004)** dans la région de **Ghellaie** (carte). Par contre l'hyène rayée et le lynx caracal disparu de la région de l'Atlas blidéen et du Parc National. Ces deux espèces n'ont jamais été observées par les services du Parc.

D'après la population riveraine, l'hyène a été observée en 1979, du côté de la maison forestière de **Ghellaie**. En ce qui concerne le lynx caracal, les traces ont été observées par **Larid (1989**) au niveau de l'embranchement des pistes de **Ghellaie** et de **Tirailleurs**. Quant au chat sauvage, il a été observé une fois en Juillet 1994 par **Mazari (1995)**.

Selon **Desmet (1988)** in **Larid, (1989)**, depuis la période coloniale, les fermiers et les riverains élevaient des chats domestiques. Ces derniers erraient dans les forêts et s'accouplaient avec des chats sauvages pour donner des hybrides.

Quant aux mammifères de taille moyenne, la genette et la mangouste ont été observées à plusieurs reprises par les services du Parc surtout dans la région de **Hakou Ferraoun** durant les années 1990-1993. Ces deux carnivores fréquentent surtout les milieux diversifiés riches en petits passereaux et rongeurs. Selon les enquêtes que nous avons menées, ces deux espèces préfèrent le genre d'habitats voisins des bocages familiaux. Parfois, elles s'attaquent aux petits élevages. Pour le reste des espèces de cette catégorie, elles sont plus abondantes. Le porc-épic espèce très méfiante, est difficile à observer. Elle n'a d'ailleurs pas été signalée par

les services du Parc ; par contre elle a souvent été vue par les riverains, et cela d'autant plus que c'est une espèce qui porte atteinte aux cultures vivrières. Il semble que cette espèce subit des actions de braconnage en tant que gibier et en tant qu'animal néfaste pour les bocages.

Pour les petits mammifères, excepté la belette, le reste des espèces a été rencontré et observé par **Mazari (1995).**

Parmi ces espèces citons en particulier la pipistrelle de savi (Pipistrellus savii) signalée par **Mazari (1995)** et la pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus) observée par les services du Parc. Elles sont assez fréquentes au niveau du Parc National de Chréa. Pendant la période d'activité (printemps -été) ce mammifère volant apparaît la nuit, poursuivant au vol les papillons nocturnes.

Le singe Magot Maccaca sylvanus, ce primate endémique à l'Afrique du nord est d'une importance toute particulière. On le retrouve en tête de liste des mammifères protégés en Algérie ; c'est pourquoi son aire de répartition est classée Réserve Intégrale au parc national de Chréa.

Le biotope du magot se limitait aux Gorges de la Chiffa et au Djebel Mouzaia mais depuis les années 2003-2004, il a été observé au secteur de Hammam Melouane et au secteur de Chréa à Oued Blat. En tant qu'espèce endémique à l'Afrique du Nord et tenant compte de sa répartition très localisée (sous forme de tâches) cette espèce fait l'objet d'une protection particulière..

D'après **Bellatrech (1987)** les mammifères tels que le lion de l'Atlas et la panthère ont disparus depuis une époque plus ou moins ancienne. **Seurat (1930)** affirme que la panthère (panthera pardus) et le lion (panthera leo) n'existent plus sur toute l'étendue de l'Algérie.

Pour ce qui est du serval (Felis serval), selon un vieux forestier il fréquentait les forêts humides et semble avoir disparu bien avant la guerre de libération.

Pour la quatrième espèce qui est la loutre (Lutralutra) , la diminution du niveau des cours d'eau, la chasse excessive et la pollution paraissent être les causes de la disparition de cette espèce de la région de Chréa .

✓ La faune aquatique :

Seuls les oueds et la retenue collinaire des gorges de la Chiffa ont été prospectés dans le but d'inventorier les espèces de poissons (ou Agnathes) d'eau douce de cette station. Les 5 espèces identifiées appartiennent toutes à l'ordre des Cyprini formes et à celui des Anguilliformes.Elles ont été pêchées dans l'oued des gorges de la Chiffa et dans la retenue collinaire des services de l'hydraulique situés au Nord-Est du village de Hamdania; ce sont Cyprinus carpio et Barbus barbu. La troisième espèce a été rencontrée dans les endroits profonds des Oueds de la Chiffa, il s'agit d'Anguilla anguilla. En général les cyprini formes habitent les eaux douces. Les anguilles sont apodes, à cycle complexe et sujet à migration.

Les deux premières espèces sont sédentaires, la population de Barbus barbus, assez régulière dans le temps, est menacée par la pollution des eaux au niveau des oueds **(Mazari, 1995).**

✓ Les Amphibiens ou Batraciens:

La liste des espèces d'amphibiens recensées au niveau du Parc National de Chréa est établie dans le tableau : seules 7 espèces appartenant à l'Ordre des Anoures sont dénombrées.

Parmi les 11 espèces de la Classe des amphibiens recensées dans le Parc National de Chréa, les crapauds sont largement répartis, surtout le crapaud commun Bufo bufo. Nous l'avons observé à Ghellaie, près de la fontaine de la maison forestière, a Béni Ali, à côté d'une petite source d'eau permanente, et au niveau des Gorges de la Chiffa en bordure d'Oued dans un terrain. Par contre le crapaud vert a été observé une seule fois entre le monument de Mouzaïa et Ain Romana sur un terrain nu. Bupo mauritanicus a été surpris dans un trou situé à 200 m au Nord -Est de la zone humide du Lac Mouzaia. Cette espèce est notée également dans les stations des Gorges de la Chiffa et à Ghellaie.

La grenouille rieuse a été observée au niveau des Gorges de la Chiffa et du Lac Mouzaia durant la saison du printemps et de l'été.

La grenouille verte Rana esculenta est notée dans les fossés, creusés par les services de l'hydraulique au niveau du Lac Mouzaia. Une grenouille non déterminée (Ranidae) a été observée à côté d'une petite source d'eau au Sud-Ouest de la maison forestière de Ghellaie .Rana ridibunda et Rana esculenta fréquentent un biotope identique, c'est à dire des endroits où il y a des eaux non profondes et parfois des eaux plutôt chaudes des creux de terrains. Ces deux espèces ont des activités diurnes et nocturnes **(Mazari, 1995).**

D'après **Hoffer (1984)** in **Mazari (1995)** le régime alimentaire de Rana ridibenda et de Rana esculentaest composé d'invertébrés et de vertèbres, et notamment de poissons. La reproduction a lieu d'Avril à Juin et chaque femelle pond plusieurs milliers d'œufs.

✓ Les reptiles :

Les espèces de reptiles recensés au niveau du Parc National de Chréa appartiennent à 3 Ordres. Elles sont représentées .

Ce qui attire l'attention, c'est l'existence des lézards dans presque toutes les stations surtout les espèces lacerta muralis et lacerta lepida à condition qu'il y ait du soleil et des tas de pierres. A Beni-Ali, Lacerta lepida a été surprise en train de se nourrir de fourmis Messor barbara. Le lézard non déterminé a été observé sur les murailles de la maison forestière de Hakou Ferraoun. Nous pensons qu'il s'agit de Gecko. Toutes les espèces de Lacertidae sont essentiellement insectivores, elles se nourrissent d'Orthoptères, de Sauterelles, d'Hyménoptères, de Formicidae et autres insectes.

L'espèce Chameleo vulgaris ou caméléon a été rencontré dans la station de Meurdja sur un arbuste de Caly cotumspinosa en bordure de piste en automne.

Nous n'avons pas trouvé beaucoup d'espèces de l'Ordre des Ophidiens ou serpents, à l'exception de deux espèces; Coronella austriaca et une couleuvre non déterminée. La première espèce a été observée à Chréa au lieu-dit Tala-Izzane situé au Sud Est du village de Chréa. La deuxième est vue à la périphérie du lac Mouzaia.

En ce qui concerne l'ordre des Chelonia, nous n'avons observé que deux espèces seulement. Il s'agit de Testudo graeca et une espèce indéterminée. Toutes deux sont notées dans les stations de Hamdania et du Ruisseau des singes. La première espèce est trouvée en bordure d'Oued juste avant le Ruisseau des singes. La deuxième est observée non loin de la retenue collinaire de Hamdania. L'espèce Testudo graeca se nourrit de divers végétaux, de fruits, de limaces, d'escargots et de lombrics **(Mazari, 1995).**

- ✓ **Les invertébrés :**

L'arthropodofaune :

Vu sa complexité d'une part et le manque d'études portant sur sa description d'autre part, l'arthropodofaune du Parc reste très peu connue. Le peu de travaux effectués sur ce volet ne dépasse pas la notion d'inventaires et de recensement des espèces existantes. De ce fait, la description que nous allons présenter sur cette composante se résume essentiellement à la présentation d'un listing des espèces inventoriées dans quelques stations du Parc national de Chréa.

Les travaux d'inventaires réalisés jusqu'à l'élaboration du présent document concernent les Arthropodes des trois principales unités de végétation du Parc à savoir la cédraie, la Pinède à Pin d'Alep et la Chênaie verte. Les crustacées et les myriapodes sont présentés selon le lieu où ils ont été observés. (**Attal, 1995).**

Tableau 9: la faune du parc national de Chréa **(P.N.C).**



Tortue grecque



Huppe fasciée



Le geai des chênes



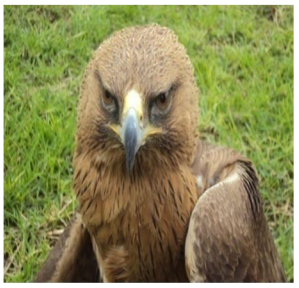
singe magot



Les amphibiens



Lézard ocellé



aigle royal



Hyaen



Renard



chacal



Insecte



poison

II.2. La présentation de la zone d'étude El-Hmdania :

Secteur d'El- Hamdania situé à 60 km seulement de la capitale, à l'entrée nord de Médéa sur les gorges de l'Oued Chiffa, et est surplombée par les monts de Chréa et de Temizghida. Situé dans la zone Ouest du Parc Nationale de Chréa sa superficie et de 8825 ha.

II.2.1. Température :

Selon **Dreux** (**1980**) la température est un facteur écologique capital agissant sur la répartition géographique des espèces. En effet chacune d'elles ne peut vivre que dans un certain intervalle de températures. **(Ramade, 1984 ; Dajoz, 1985).**

II.2.1.1. Températures moyennes mensuelles :

Les températures de la zone d'étude collectées durant la période allant de 1985 à2014 sont récapitulées dans le Tableau, elles éprouvent d'énormes balancements au cours des mois de l'année.

Tableau 10: Températures moyennes mensuelles de secteur d'El Hamdania (2004-2014).

Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
M. (° C.)	9,3	9,6	13,3	17	21,8	28,2	32,4	32,6	26,6	22,2	13,6	10,2
m. (° C.)	4,5	4,7	6,5	9,2	13,2	18,3	22,2	21,3	17	14,1	8,1	5,2
Tmoy (°C)	6,9	7,1	9,9	13,1	17,5	23,2	27,3	26,9	21,6	18,15	10,85	7 ,7

Avec :

M: Moyenne des températures maximales en degré Celsius.

m: Moyenne des températures minimales en degré Celsius.

(M+m)/2: Moyenne des températures en degré Celsius**.**

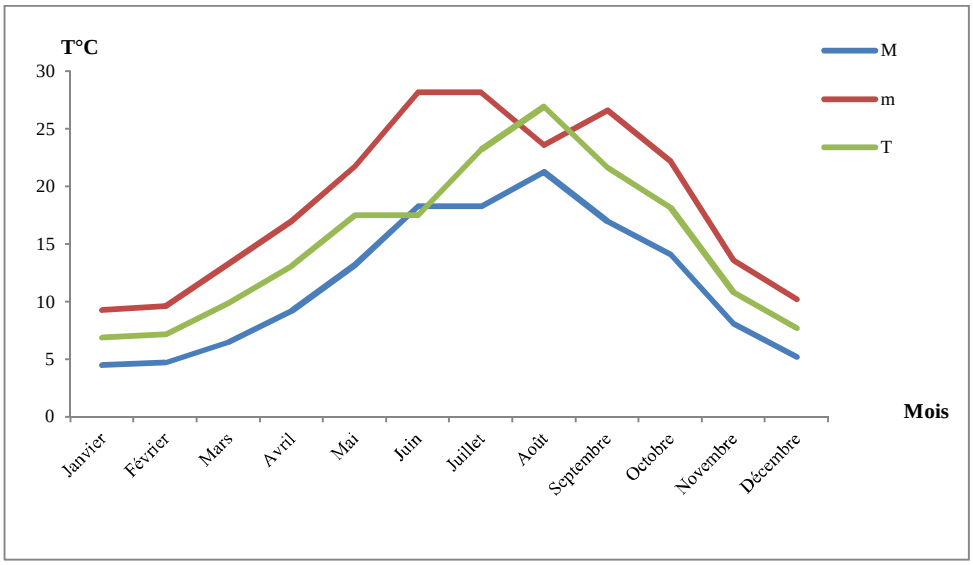


Figure 23: mensuelles maximales (M), minimales (m) et (M) Moyenne de secteur d'El Hamdania (2004-2014).

Ces données, nous relevons que dans notre secteur le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 6.9°C. Au contraire, le mois le plus chaud est celui de juillet avec une moyenne respectivement de 27,3°C.

II.2.1.2. Précipitation :

II.2.1.2.1.Les précipitations mensuelles :

Les mois les plus pluvieux dans le secteur d'El Hamdania s'étalent du mois de novembre au mois de février. La saison pluvieuse commence en mois de novembre. Les pluies d'Hiver sont parfois torrentielles et plus ou moins catastrophiques. Quant aux pluies d'automne, elles sont moins violentes. (**Tableau N°08**).

Tableau 11: Les précipitations mensuelles de secteur d'El Hamdania (1985-2014).

Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
P(mm)	120,9	105,5	86,5	59,3	44,6	11,8	4,4	10,6	36	44,9	96,1	118,1

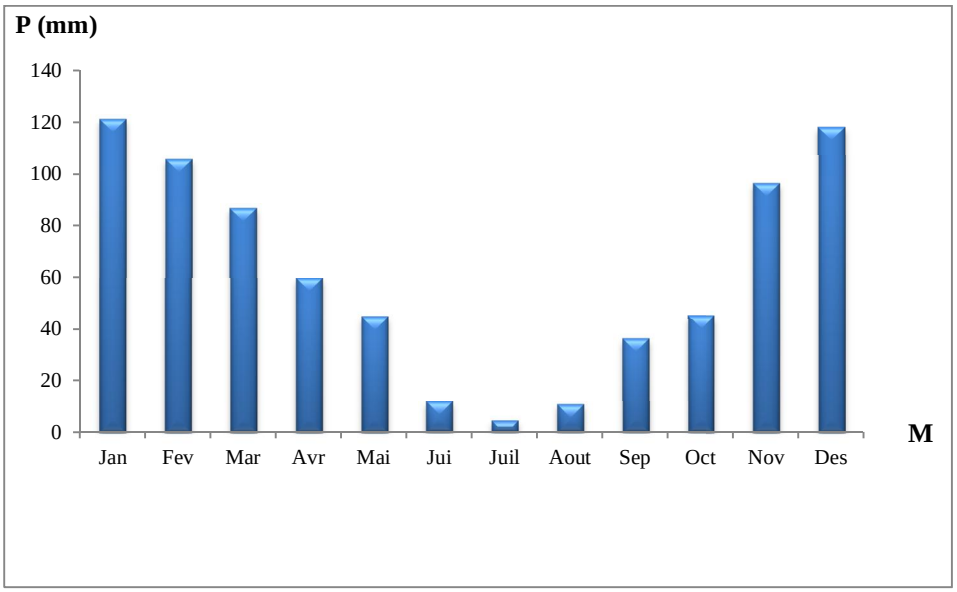


Figure 24: Les précipitations mensuelles du secteur El Hamdania (1985-2014). ONM (2015).

L'analyse des données pluviométriques reflète l'irrégularité des précipitations qui connaissent de grandes fluctuations d'un mois à un autre durant la période retenue pour cette étude (1985-2014). Généralement, notre zone d'étude connaît une plus grande quantité des précipitations au cours des périodes automnales et hivernales.

II.2.1.3. La neige :

La couche de neige qui en moyenne est de 15 à 20 cm, atteint parfois 50 cm. Les moyennes annuelles des jours d'enneigement dans le Parc national de Chréa, atteignent la fréquence moyenne de 26 jours pour Chréa, et de 20,2 jours pour le lac de Mouzaia .

II.2.1.4. Le vent (sirocco) :

Dans le Parc National de Chréa, ce sont les vents du Nord-Ouest qui prédominent. En ce qui concerne le sirocco, il se manifeste un à trois jours/an.

II.2.1.5. Le brouillard :

Le brouillard est relativement fréquent dans les parties hautes du Parc national qui sont souvent plongées dans les nuages. Pour le col de Chréa, les observations faites sur une dizaine d'années seulement ont donné 104 jours/an de brouillard.

II.2.1.6. La gelée et la grêle :

Les gelées blanches se manifestent surtout en Septembre. Elles apparaissent en automne et disparaissent au début du printemps (fin Mars début Avril). Le risque de gelées blanches commence lorsque le minimum moyen tombe au-dessous de 10 C°. **O.N.M., 2012**

Quant à la grêle, elle tombe durant presque toute la période allant de Décembre à Mars (Lac de Mouzaia, Hakou Ferraoun, Médéa).

II.2.1.7. Régime saisonnière :

Tableau 12: Régime saisonnière pluviométrique de la région d'El-Hamdania.

Saison /Région	Hier	Printemps	Eté	Automne	Régime
El-Hamdania	344.5 (mm)	190.4 (mm)	26.8 (mm)	177 (mm)	**HPAE**

Le régime saisonnier calculé pour la région d'étude es de type HPAE, caractéristique de climat méditerranéenne, ceci signifie que la saison la plus arrosée est l'hiver de 344.5 (mm), puis le printemps de 190.4 (mm), puis l'automne de 177 (mm), alors que l'été est la saison la plus sèche de 26.8 (mm).

II.2.2. Synthèse climatique :

Afin de caractériser d'une manière objective le climat de notre zone d'étude, nous avons utilisé le diagramme ombrothermique de Gaussen et le Climagramme **d'Emberger.**

II.2.2.1. Diagrammes Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique permet d'estimer les éléments du climat d'une région du point de vue précipitations et températures pendant une période donnée et permet également de préciser les périodes sèches et humides **(Dajoz, 1982).**

D'après **Dajoz (1971)**, la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius (P (mm)<2T(°C)). A cet effet, nous pouvons constater, en se référant aux données météorologiques de 10 ans (2004 /2014), que le secteur **le secteur d'El Hamdania,** la période sèche est courte. Elle s'étend sur 4 mois et demi environ, soit depuis la fin de mai et jusqu'au début de la première décade d'octobre. La période humide intervient pendant 8 mois, durant l'automne, l'hiver et le début du printemps.

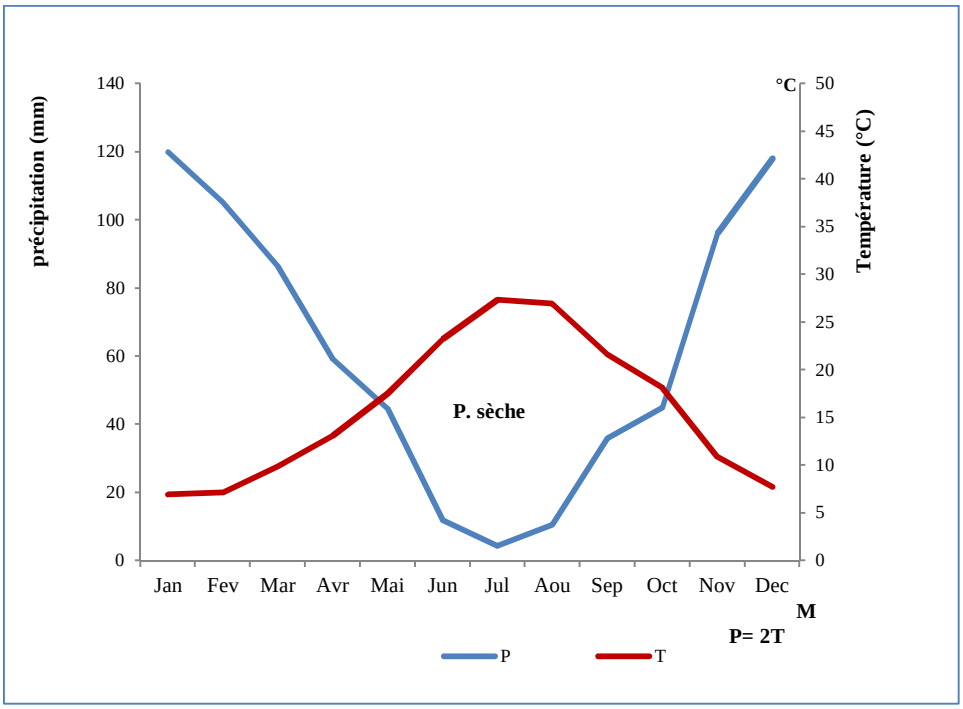


Figure 25: Diagramme ombrothermique de Gaussen de la zone d'étude (Secteur El Hamdania).

II.2.2.2. Climagramme d'EMBERGER d'El hamdania :

Le quotient pluviothermique **d'Emberger** (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le Climagramme **d'emberger.**

C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide. Il est calculé par la formule suivante :

-Ce quotient a été simplifié par **Emberger, 1955** :

Q_2= 2000p/M2-m2.

Avec :

P : Pluviométrie annuelle.

M : Température maximale du mois le plus chaud.

m: Température minimale du mois le plus froid.

Calculé pour notre zone d'étude avec la correction d'altitude, étant donné que les stations d'étude et la station météorologique ne se trouvent pas sur la même altitude, ce quotient est évalué comme suit :

On a :

m= 4,5 C
M= 32,6 C donc
P= 738,4 m

Q_2= 90,97 k

Tableau 13: Climagramme pluviothermique d'Emberger.

Région	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2	Etage bioclimatique
S. El Hamdania	738,4	32,6	4,5	90,97	**Subhumide à hiver doux**

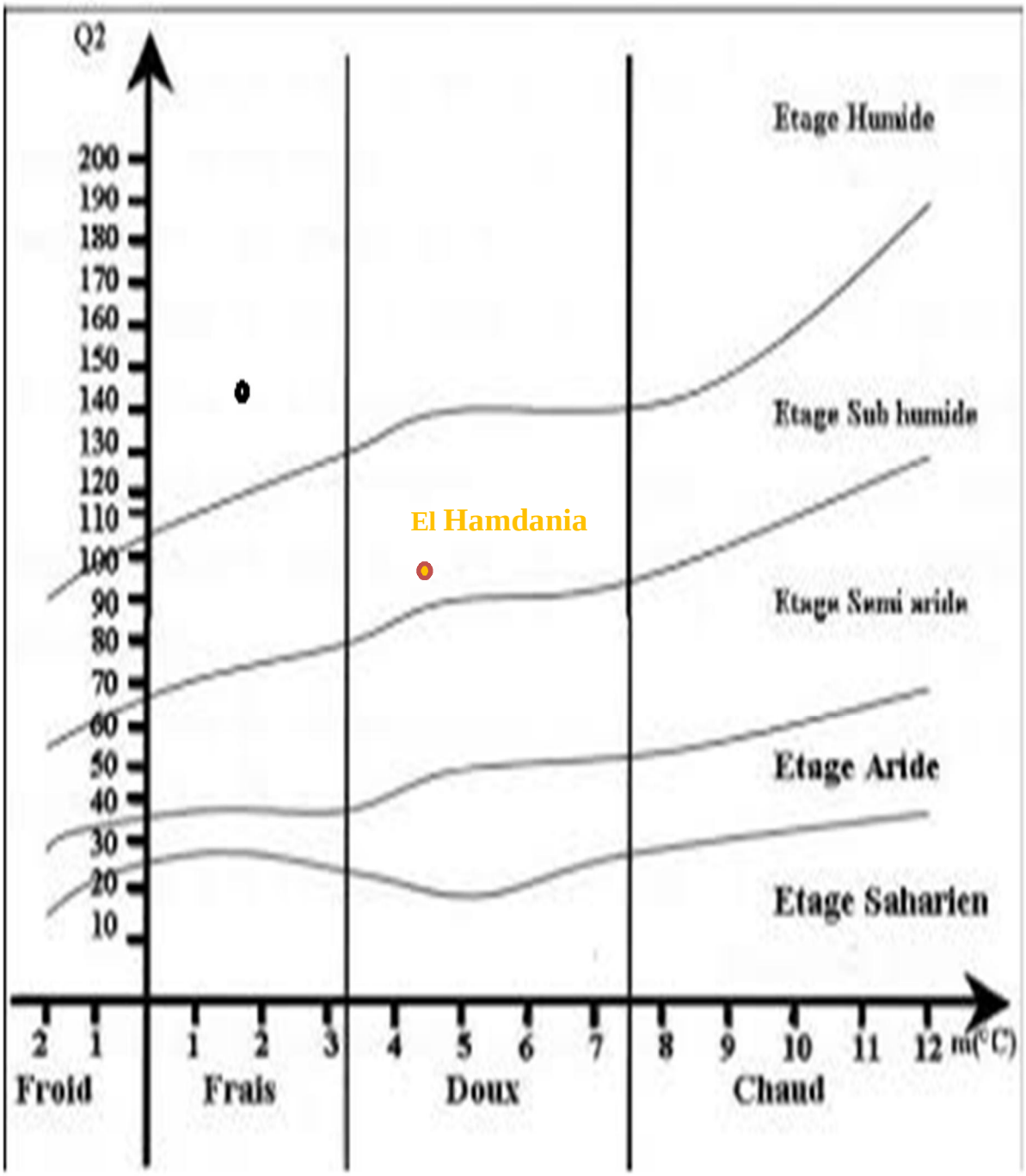


Figure 26: Situation bioclimatique de secteur d'El Hamdania dans le Climagramme. d'**EMBERGER,1955.**

Chapitre III

Matériels et méthodes

Pour mener à bien cette étude nous avons d'abord procédé au choix de la station d'étude de sorte que le maximum d'informations soit recueillies afin d'avoir une image globale sur la richesse et la dispersion spatiale.

III.1. Choix et description de la station de Sidi Rabah :

La station de Sidi Rabah a été repérée comme étant un site relativement potentiel pour réaliser l'inventaire de la mésofaune dans le secteur d'El Hamdania.

Altitude : 500 m
Latitude : 36°22' 04.3'' N
Longitude : 02° 53'47.9'' E
Pente : 5%.

Elle est limitée au Nord-Ouest par Bouflous, à l'Ouest par la zone urbaine de la commune d'El Hamdania, à l'Est par Djbel Azrou.

Le recouvrement général avoisine les 70%. La strate herbacée est réprésentée par Geranium robertiesum, Galium ratundifolium, Galactites tomentosa, Andryala integrifolia, Ampe, lodesma mauritanica. Strate arbustive ; Pistacia lentiscus et Rosa carina. la strate arborescente est marquée par Quercus suber et Quercus ilex d'où on a effectué nos prélèvements.



Figure 27: Station d'étude Sidi Rabah Chêne liège (Quercus suber) **(Original).**

III.2. Méthodologie :

Le prélèvement de la mésofaune ne présente aucune difficulté en soi, mais il demande beaucoup d'attention aussi bien pour un travail écologique précis que pour un simple relevé faunistique.

III.2.1. Travail Sur terrain:

III.2.1.1. Périodes et fréquence d'échantillonnage :

Les peuplements d'invertébrés ont été échantillonnés pendant une année (2016-2017) durant l'automne. Pour des mesures ponctuelles, il faut choisir un moment de référence indépendant des perturbations liées aux aléas climatiques extrêmes en cas de sécheresse, grêle, fortes pluies et neige. Le manque d'eau peut causer la dessiccation des animaux, surtout au moment des mues et l'excès d'eau détermine les pièges de la tension superficielle, le danger des phénomènes d'endosmose et le manque possible d'oxygène **(Bachelier)**. Selon le même auteur le froid ralentit les activités des animaux et le gel contribue à la mort de nombre d'entre eux mais son action sur la faune des sols est peut être surestimée, en dehors du fait qu'il existe des faunes d'été et des faunes d'hiver ; tandis que la sècheresse cause la disparition de certains groupes ou leurs migration verticale. De nombreux animaux peuvent être transportés par le vent.

Il n'est pas simple de définir la qualité biologique optimale d'un sol, et d'en donner une mesure quantifiée pour un système forestier. La diversité des sols, des espèces (animales et végétales) à l'échelle mondiale comme locale représentent un nombre important de paramètres qu'il est très difficile, voire parfois impossible à prendre en compte (Metral, 2007). Les méthodes utilisées pour recenser et étudier la pédofaune doivent être adaptées aux différents groupes d'animaux choisies.

Les peuplements d'invertébrés ont été échantillonnés durant la saisons automne pour l'année (2016-2017). Pour des mesures ponctuelles, on a choisi les moments de référence indépendants des perturbations liées aux aléas climatiques extrêmes en cas de sécheresse, grêle, fortes pluies et neige. Le manque d'eau peut causer la dessiccation des animaux, surtout au moment des mues et l'excès d'eau détermine les pièges de la tension superficielle, le danger des phénomènes d'endosmose et le manque possible d'oxygène **(Bachelier, 1978).**

On a choisi une méthode d'échantillonnages suivant la méthode T.S.B.F.

III.2.1.2. Échantillonnage suivant la méthode T.S.B.F. :

T.S.B.F. ou Tropical Soil Biology and Fertility**.**

L'étude biologique d'un milieu consiste à analyser une fraction représentative de la réalité des communautés présentes dans ce milieu **(Metral, 2007)**. Souvent un petit prélèvement d'aspect médiocre fournira les éléments faunistique les plus intéressants.

L'extraction choisie est réalisée selon la méthode modifiée de **Lavelle (1987)** et **Anderson** et **Ingram (1988)**. Cette méthode est très largement employée dans un grand nombre d'études, elle est avérée la méthode d'extraction la plus pertinente pour l'extraction de la mésofaune et la macrofaune et de ce fait est devenue la méthode de référence dans ce milieu (**Blanchard** *et* **Brauman**, **2010 ; Descaëns, 1999).**

Pour cette méthode les prélèvements des quadras (Etape II) sont faits selon un transect diagonal où les échantillons (au nombre de 5) de 25cm × 25cm × 30 cm, sont espacés de 5 m, le long d'un transect choisi au hasard.

La durée totale du prélèvement est de 30 mn pour chaque échantillon. Le protocole de cette méthode d'échantillonnage est illustré dans la figure III 2. Ces échantillons ainsi prélevés, sont au nombre de 10 pour notre station d'étude, sont placés dans des sacs noirs en matière plastique qui portent chacun une étiquette avec tous les renseignements accessoires, à savoir le nom, l'orientation et l'altitude du lieu, la date du prélèvement, et le couvert végétal. Ces sacs doivent être fermés hermétiquement et sont transportés au laboratoire afin d'être analysés.

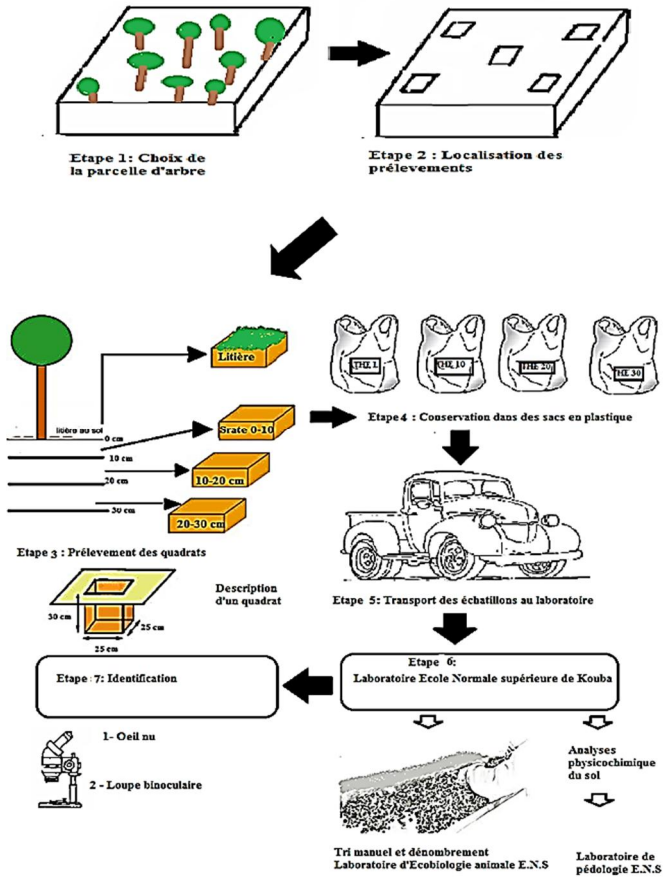


Figure 28: Différentes étapes d'extractions, de traitement et d'étude de la mésofaune et la macrofaune dans une station choisie au niveau du Parc National de Chréa (Sidi Rabah El Hamdania).

III.2.2. Traitement de la mésofaune échantillonnée au laboratoire :

III.2.2.1. Extraction de la mésofaune du sol avec l'appareil de Berlèse :

- **Mise en œuvre de l'appareil de Berlèse :**

L'isolement des acariens, des enchytréides, des collemboles, des symphile et des pauropodes est réalisé grâce à un extracteur de Berlèse. Le principe repose sur le phototactisme négatif de ces arthropodes **(Vannier, 1970).** Selon **Coineau (1974)** c'est une méthode dynamique ou sélective qui utilise le tactisme des individus. Ces derniers quittent l'échantillon par leurs propres moyens sous l'influence du stimulus thermodynamique. Les échantillons sont placés sur un tamis dont la maille est de 1 à 2 mm Le tout est installé dans plusieurs entonnoirs, maintenu verticalement grâce à un support en bois. Une source lumineuse réchauffe et dessèche progressivement l'échantillon, créant ainsi un gradient de dessiccation. Les microarthropodes sensibles à ce gradient thermique fuient en profondeur, traversent les mailles du tamis et glissent sur les pentes de l'entonnoir, et aboutissent enfin au niveau du Bécher qui contient de l'alcool à 70 %. Il est admis qu'au bout de 4 jours, la majeure partie de ces animaux finit par quitter l'entonnoir.

Mais un problème se pose au niveau de l'emploi de l'extracteur de Berlèse, qui concerne le contrôle de la température émise par l'ampoule. Souvent lorsque la chaleur est trop importante les acariens et les insectes 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** *et al.*, **1997).**



Figure 29: L'appareil Berlèse utilisé pour l'éxtraction des mésofaunes **(Originale).**

- **Tri et comptage des microarthropodes :**

Le contenu des béchers est versé dans des boîtes de Pétri pour le tri et le comptage des microarthropodes qui se font par observation grâce à une loupe binoculaire. Les éspéces ainsi triés sont fixés dans l'éthanol à 70% dans des piluliers avec des étiquettes de référence.

III.2.2.2. Identification des différents animaux échantillonnés :

L'identification des taxons a été basée sur des critères morphologiques suivant des clés de détermination spécifique pour chaque groupe.

La détermination des Invertébres est réalisée on utilise différentes clés de détermination et des guides. On peut citer les guides des insectes du **Zahradnik (1988)**. Pour l'identification des acariens nous avons suivi le guide taxonomique **d'Andre** et **N'dri (2012**).

III.3. Exploitation des résultats :

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

- **Fréquence d'occurrence :**

La fréquence d'occurrence d'une espèce est le rapport exprime en pourcentage, du nombre de prélèvement ou cette espèce est notée au nombre total de prélèvements échantillonnées :
les catégories correspondent aux classes de constance suivantes :

- Une espèce qui appartient à l'intervalle 0 % < F.O. $\leq$ 16,6 % est qualifiée de rare.
- Celle qui se trouve dans l'intervalle 16,6 % < F.O. % $\leq$ 33,32 %, se situe de fait dans la classes de constance accidentelle.
- Les espèces dont les valeurs de constance se retrouvent dans la fourchette 33,32 % < F.O. % $\leq$ 49,98 % sont accessoires
- Celles présentent dans l'intervalle 49,98 % < F.O. % $\leq$,64 %, sont qualifiées de régulières
- Une espèce qui appartient à l'intervalle 66,64 % < F.O. % $\leq$ 83,3 % est qualifiée de constantes.

Chapitre IV

Résultats et discussions

L'analyse faunistique consiste à inventorier les micro-invertébrés du sol prélevés dans leur habitat naturel. Comme ces organismes sont le reflet des conditions environnementales, ils permettent de révéler certains dysfonctionnements du milieu **(Charvet, 1999).**

VI.1.Analyse globale de la mésofaune du sol :

L'inventaire de la mésofaune du sol dans la station de sidi Rabah au niveau du parc national de Chréa , nous a permis de recenser la présence de 11 espèces réparties sur 02 Embranchements, les Annélides et les Arthropodes, 04 classes , 05 ordres, et 09 familles (Tableau).

Tableau 14: Les divers groupes taxonomiques de la mésoofaune récoltés dans la station de Sidi Rabah de Parc National de Chréa.

Emb	**S/emb**	**Classe**	**Ordre**	**Famille**	**Espèce**	Ni	AR%
Annelida	Oligochaeta		Opisthopora	Enchytraeidae	*Buchholzia fallax*	77	12,46
					buchholzia appendiculata	53	8,58
Arthropoda	Insecta	Collembola	Entomobryomorpha	Entomobruidae	*Heteromurus tetrophtalmus*	96	15,53
				Isotomidae	*Isotomina bituberculata*	73	11,81
					Isotoma mauretaneca	18	2,91
			poduromorpha	neanuridae	*neanuridae sp*	18	2,91
	Myriapoda	Symphylla	Symphyllidae	scitigerellidae	*Scutigerella immaculata*	19	3,07
	Chelicerata	Arachnida	Oribatidae	Liacaridae	*Liacarus sp.*	175	28,32
				Scheloribatidae	*Scheloribates sp*	26	4,21
				Eviphididae	*Eviphis sp*	45	7,28
				Alycidae	*alycidae sp*	18	2,91
Totale						618	100

La présente étude faunistique a permis de récolter au cours de deux campagnes de prélèvement (2016/2017) un total de 618 individus répartis en deux groupes (**Figure).** Du point de vue de la composition taxinomique, les Arthropodes est le groupe

Taxonomique qui domine avec de 79 % de l'effectif total, suivi par les annélides avec 21 % de l'effectif total.

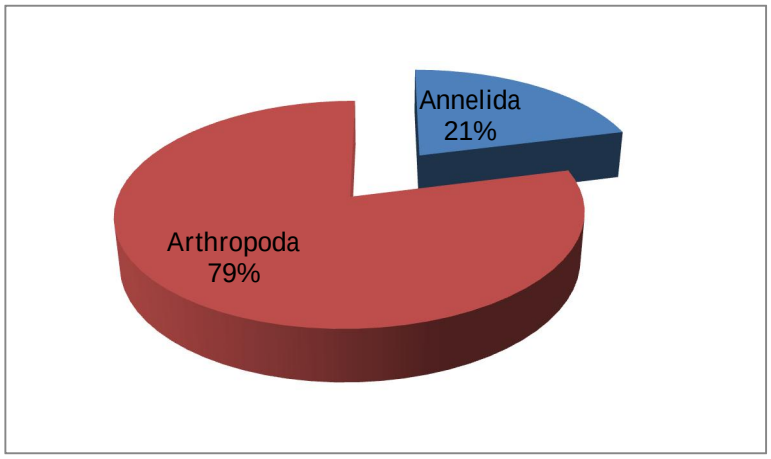


Figure 30: Abondance relative des deux embranchements de la mésofaune recensée au niveau de la station d Rabah du Parc National de Chréa.

VI.2.Les divers groupes taxonomiques de la macrofaune récoltés dans la station de Parc National de Chréa :

VI.2.1. Embranchement des Arthropodes :

Cet embranchement regroupe 03 classes (Symphylla, Collembola, Arachnida).

Nous notons que la classe des Arachnida est le plus abondant avec 42,72% suivi par celle des Collembola qui appartienne au sous embranchement des insecta avec 33,17%. La classe des Symphylla qui appartienne au sous embranchement des Myriapoda vienne en troisième position avec 03,07 % **(Figure IV.02.).**

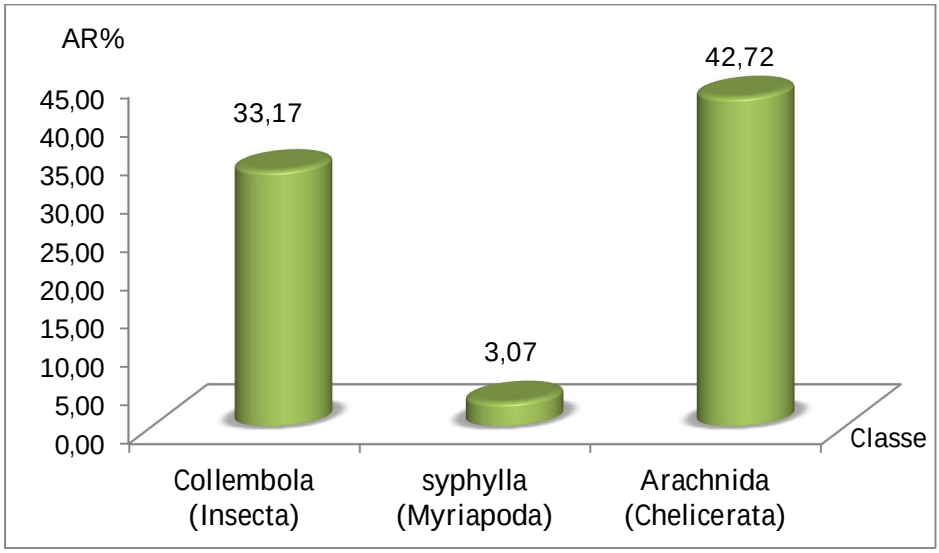


Figure 31: Abondance des différents Classe qui appartiennent à l'embranchement des Arthropode recensée au niveau de la station de Sidi Rabah du P.N.C.

VI.2.1.1. Sous embranchement des insectes :

Les insectes du sol constituent le groupe animal le plus important et le plus diversifié dans les écosystèmes terrestres. Dans ce milieu, leur diversité et leur nombre surpassent énormément celui des autres animaux y habitant, dont les annélides, les mollusques, etc...

Les insectes du sol présentent un très large éventail d'adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales qui leur permettent d'habiter pratiquement tous les types de milieux.

Les insectes triés dans la station de sidi Rabah sont représentés par une sous classe (Collembola) et deux ordres: les Entomobryomorpha et poduromorpha.

Dans ce groupe d'insectes, la famille des Entomobruidae qui appartienne à l'ordre des Entomobryomorpha est la plus abondante avec 96 individus, suivis par la famille Isotomidae qui appartienne au même ordre, avec 91 individus. Par contre la famille des neanuridae qui appartienne à l'ordre des poduromorpha vienne en troisième position avec 18 individus.

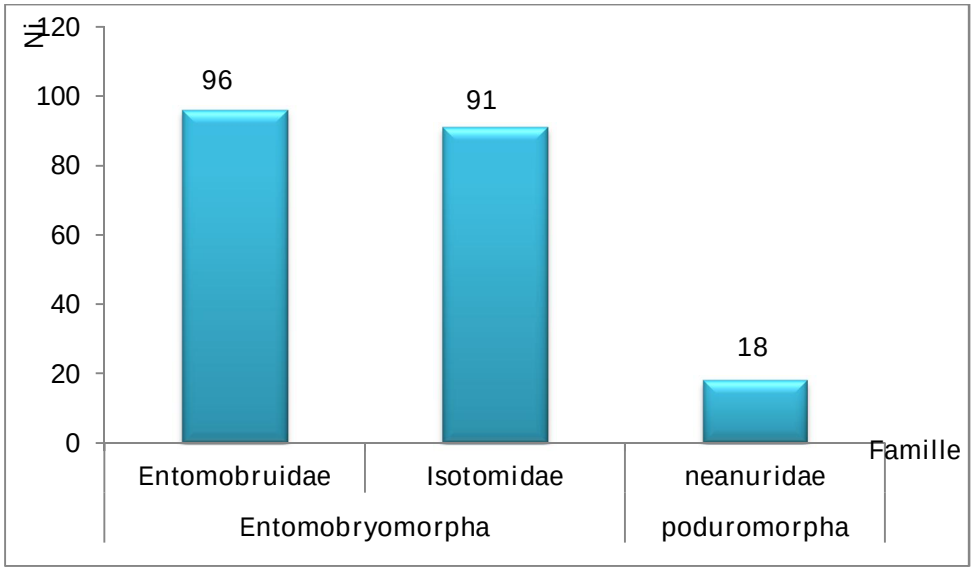


Figure 32: Nombre d'individus des différentes familles des insectes dans la station de Sidi Rabah du P.N.C.

VI.2.1.2. Sous embranchement des myriapodes :

Les myriapodes sont représentés par une seule classe : Symphylla, un seule ordre : Symphyllidae, une famille : scitigerellidae et une seule espèce : Scutigerella immaculata.

Cette espèce est représentée par 19 individus **(tableau IV.01.).**

VI.2.1.3. Sous embranchement des Chelicerata :

Les Chélicérates sont représentés par une seule classe : Arachnida.

VI.2.1.3.1. Classe des Arachnida :

La classe des Arachnides est représentée par un seul ordre Oribatidae et quatre familles : Liacaridae, Scheloribatidae, Eviphididae, Alycidae.

On remarque dans la figure N°33 que la famille de Liacaridae est la plus abondante avec 175 individus, suivi par la famille des Eviphidae avec 45 individus. La famille des Scheloribatidae vienne en troisième position avec 26 individus. Parc contre la famille des Alycidae vienne en dernière position avec 18 individus.

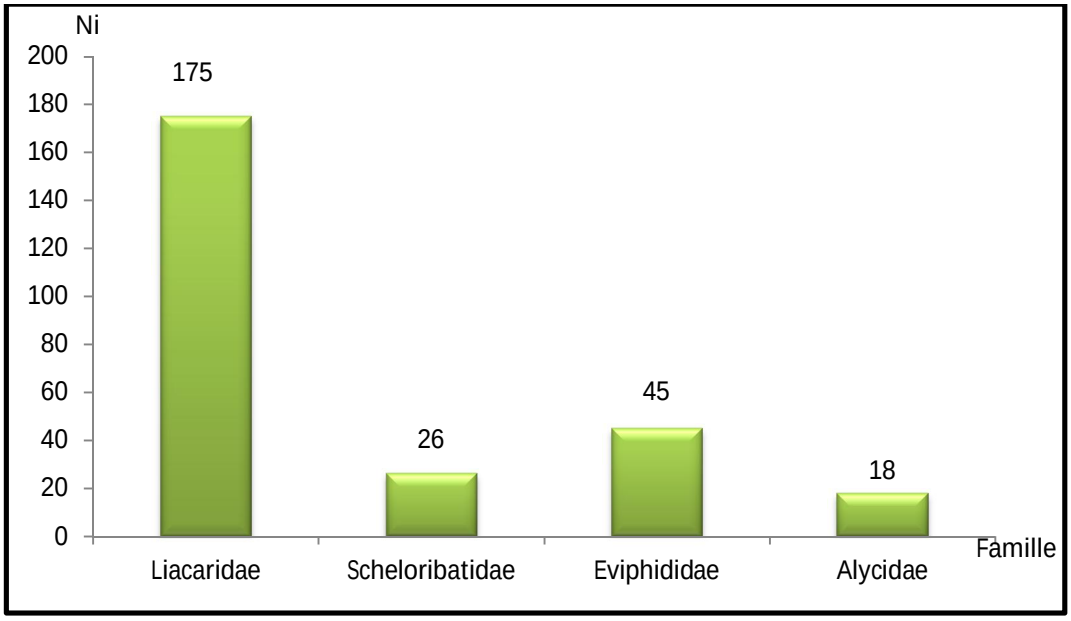


Figure 33: Nombre d'individus des différentes familles des Arachnida dans la station de Sidi Rabah du P.N.C.

VI.3.Les diverses ordres taxonomiques de la mésofaune récoltée dans la station de Sidi Rabah au niveau du Parc National de Chréa :

L'inventaire de la mésofaune du sol de la station de sidi Rabah au niveau du parc national de Chréa, nous a permis de recenser la présence 05 ordres. Oribatidae, Entomobryomorpha, Opisthopora, Symphyllidae, Poduromorpha.

On remarque dans la figure si dessous, que les Oribatidae est l'ordre le plus fréquent, il est représenté par 264 individus, suivi par l'ordre de l'ordre de l'Entomobryomorpha qui vient en deuxième position avec 187 individus. L'ordre d'Opisthopora vient en troisième position avec 130 individus. Par contre l'ordre de Symphyllidae et Poduromorpha viennent en dernier position avec respectivement 18 et 19 individus.

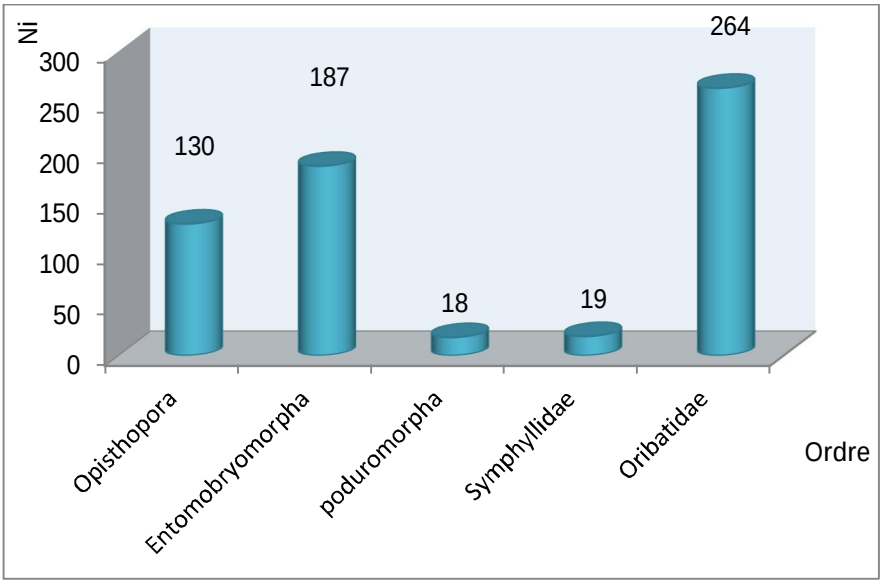


Figure 34: Nombre d'individus des différents ordres de la mésofaune dans la station de Sidi Rabah du P.N.C.

VI.4.Les diverses espèces taxonomiques de la mésofaune récoltée dans la station de Sidi Rabah au niveau du Parc National de Chréa :

L'inventaire de la mésofaune du sol de la station de sidi Rabah au niveau du parc national de Chréa, nous a permis de recenser la présence 11 espèces.

On remarque dans la figure si dessous, que Liacarus sp. est l'espèce la plus fréquente, avec 28,32%, suivi par Heteromurus tetrophtalmus qui vient en deuxième position avec 15,53%. Buchholzia fallax vienne en troisième position avec 12,46%. Par contre Isotoma mauretaneca, neanuridae sp et alycidae sp viennent en derniere position avec 2,91%.

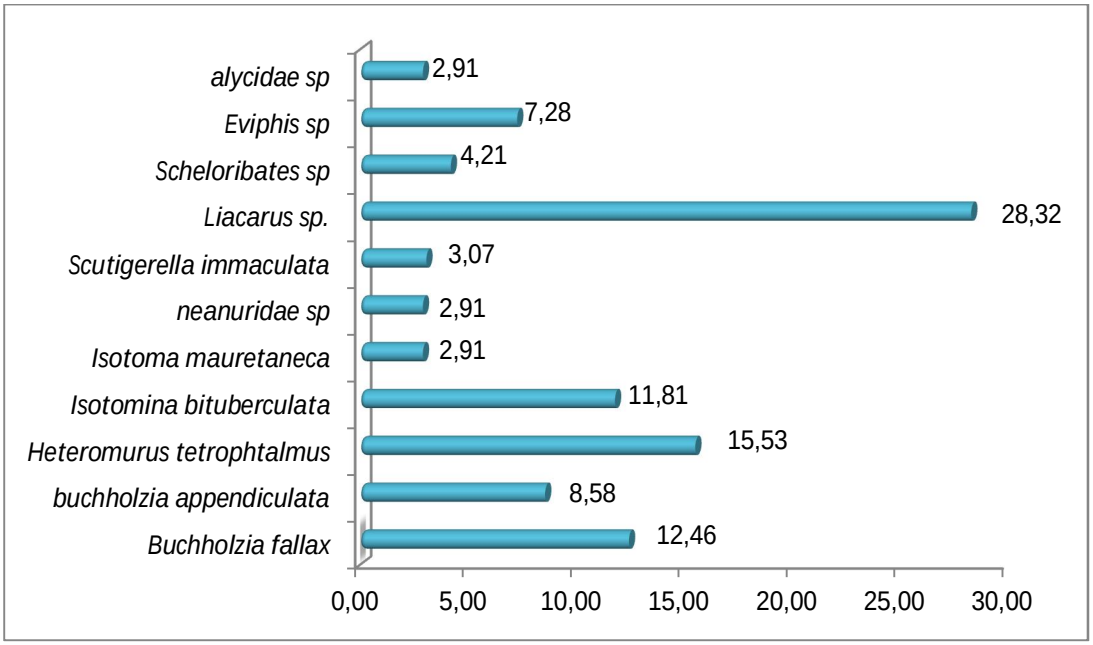


Figure 35: Abondance relative des espèces de la mésofaune dans la station de Sidi Rabah du P.N.C.

VI.5.Discussion :

La mésofaune du sol dans la station de Sidi Rabah du Parc National de Chréa est dominée respectivement par les Acariens 264 individus, suivi par les collemboles avec 205 individus. Les Enchytraeidae (Annélides) 130 individus, les Symphylla viens en dernier position avec 19 individus.

Une richesse 11 espèces recueillies à l'aide de l'appareil de Berlèse est à noter dans notre station. Les présents résultats sont dans le même sens que ceux de **Ghezali. (2011)** dans la station de Chréa qui note que le Pin d'Alep et l'Eucalyptus semblent offrir les mêmes conditions étant donné que les valeurs enregistrées au niveau de ces deux stations sont comparables, soit 17 espèces.

Cette richesse diminue lorsqu'il fait chaud et sec. En effet, **Trave (1964)** dans les régions de la Méditerranée ou dans les pays chauds, montrent que la mésofaune diminue en période estivale et augmente dès l'apparition des premières pluies. Dans le même sens, **Behan-Pelletier (1997)** souligne que les populations d'oribates peuvent résister au froid dans les zones très humides. Apparemment l'automne et le printemps sont les deux saisons favorables pour le développement de l'acarofaune du sol.

Du point de vue de la composition taxinomique, les Arthropodes est le groupe taxonomique qui domine avec une dominance de 79 % de l'effectif total, suivi par les annélides avec une dominance de 21 % de l'effectif total. Ces résultats sont dans le même sens que ceux de **Esserhane (2016)** qui a constaté que les Arthropodes sont abondants et très diversifiés avec 15 ordres sur 18 qui ont été inventoriés dans la région représentant 85% de la biodiversité des invertébrés du sol. Ceci traduit l'importance déjà connue des Arthropodes dans le règne animal estimé actuellement à un million **(Raven** *et al.***2007)** sur un million trois cent mille espèces connues **(Campbelle, 2007)**. Tandis que les Annélides (15%). Ces données semblent être

identiques à ceux de **Lavelle (1984)** ; **Mboukou- Kimbasa (1977)** dans des forets. Au cours de leur évolution, les sols renferment une faune de plus en plus variée et généralement les espèces apparues un moment donné tendent ensuite à demeurer dans la communauté vivante, si l'évolution du milieu maintient pour elles des conditions de vie possibles. L'évolution du sol modifie en permanence les conditions de vie offertes aux animaux présents, comme aux animaux susceptibles d'y venir. Ces conditions de vie sont à la fois de nature abiotique et biotique : abiotiques, elles correspondent aux facteurs physico-chimiques du milieu, biotiques aux interactions entre les organismes.

- ## Acariens :

En nombre d'individus par m^2, les acariens apparaissent les mieux représentée dans notre station d'étude avec une abondance de 42,72 %. Les présents résultats vont dans le même sens que ceux de **Ghezali** *et al.* **(2011)** dans la le parc national de Chréa qui notent que le cèdre de l'atlas et le Pin d'Alep et chênaie semblent offrir les conditions qui sont favorable au développement des populations des acariens.

l'ordre des Acerentomata, les Pauropodida et les Symphyllidae sont présentes aussi dans toutes les stations d'études, cette étude est comparable de ceux mentionnés par **Fekkoun** *et al.,* **(2011)** au niveau du PNC.

Les acariens : Selon les espèces, selon les individus et selon leurs stades de développement, manifestent des préférences et ont un régime alimentaire plus ou moins sélectif (**Daniel** *et* **Engelman, 1961**). D'après **Eitminaviute (1960)**, le nombre des oribates dans les sols sous conifères décroit dans cet ordre : avec pin sous strate sous- jacente de mousse, sol sous sapin sans strate herbacé. **Ponge (1988)** souligne que l''alimentation des Phthyracarides et des Euphthyracarides est essentiellement basée par du matériel végétal provenant du pin. **Fekkoun** *et al.* **(2011)** observent une abondance d'acariens sous Pinus halepensis. Dans la présente étude, ils sont plus abondants sous chênes et diminuent respectivement dans la pinerai puis la cédraie, cela est due au taux d'humidité qui est très important dans ces stations, sachant que les acariens pullulent dans un microclimat humide **Borcard (1988).**

- ## Les Collembole :

Les insectes triés dans la station de sidi Rabah sont représentés par une sous classe (Collembola) et deux ordres: les Entomobryomorpha et poduromorpha.

Ordre des Entomobryomorpha est représenté par deux familles : Entomobruidae et Isotomidae et Ordre des poduromorpha qui est représenté par deux familles : Onychiuridae.

Les Collemboles sont habituellement les insectes les plus nombreux du sol, étant donné leur pouvoir de multiplication élevé et leur rapidité de croissance, ils forment une source importante de nourriture pour de nombreux prédateurs : araignées (**Manley, Butcher** *et* **Zabik, 1976)**, Acariens, Mésostigmates, Japygidae, Staphylins, Carabes, Pseudoscorpions, certains Chilopodes et aussi diverses fourmis **(Vannier, 1971).**

Les Collemboles constituent avec les Acariens l'essentiel de la mésofaune (ou méiofaune) et ils marquent un stade dans la dégradation des débris végétaux.

Après les acariens, ce sont les collemboles qui viennent en deuxième position parmi la mésofaune avec une abondance de 33,16 %. Les araignées exercent en surface une pression prédatrice très forte. on note l'absence de ce groupe dans les stations qui renferme un nombre important de collemboles.

La majorité de ces animaux trouvent les débris végétaux dont ils se nourrissent, broyés et plus ou moins décomposés, dans les excréments des herbivores de la mésofaune et la macrofaune **(Bachelier, 1972)**. Ce qui a été relativement trouvé dans notre station de d'étude.

- **Les Enchytraeidae**

Les Enchytréides ne peuvent vivre que dans un substratum trop graveleux, trop sableux ou, au contraire, manquant pas trop de porosité et donc d'aération **(Bachelier, 1983)** Ce qui paraît dans notre étude avec leur apparition dense au niveau de notre station d'étude. L'optimum écologique des Enchytréides varie avec les espèces, mais, d'une manière générale, il correspond à un milieu humide, aéré et riche en débris végétaux assez dégradés. Les Enchytréides paraissent, plus encore que les autres vers de terre, susceptibles de fréquenter des biotopes variés **(Tetry, 1939).**

Conclusion et perspective

Les prélèvements de la pédofaune effectués à l'aide de l'appareil de Berlèse dans la station de Sidi Rabah du Parc National de Chréa récence de 11 espèces répartis en 09 familles réunis dans 04 classes et deux embranchements.

Au sein des Insecta, c'est les collemboles qui occupent le premier rang. Mais selon la classification taxinomique, on trouve que les acariens sont les mieux représentés.

Du point de vue de la composition taxinomique, les Arthropodes est le groupe taxonomique qui domine avec 79 % de l'effectif total, suivi par les annélides avec 21 % de l'effectif total.

En nombre d'individus par m^2, les acariens apparaissent les mieux représentée dans notre station d'étude avec une abondance de 42,72 %. Suivi par les collemboles avec 33,16 %. Les Enchytriedes viennent en troisième position avec 21.04 %. Par contre les sympilla viennent en dernière position avec 3.07 %.

Cette explication nous permet de comprendre que les espèces qu'on a trouvé dans leur aire de développement où ils créent leurs propre niche écologique avec la disponibilité du nutriment, ils ont une faible compétition avec d'autre population parce que le milieu est simple, pionnier et se considère comme des populations primaires qui s'installent pendant l'évolution de ce type d'habitat. En perspective, on peut dire qu'il serait intéressant à l'avenir d'augmenter l'effort d'échantillonnage, et surtout qu'il faut envisager l'utilisation d'autres techniques de piégeages, tel que le piège lumineux pour les insectes nocturnes sensibles à la lumière, le bac jaune pour attirer particulièrement les Hyménoptères et les Homoptères, ceci dans le but d'obtenir des résultats qui seraient d'avantage plus proche de la réalité c'est-à-dire établir un inventaire faunistique capable de prendre en considération le maximum des espèces présentes dans le milieu. Il serait également intéressant d'adopter des techniques d'échantillonnage appliquées aux dénombrements des populations des macrofaunes notamment méthode du Berles durant tout le cycle annuel dans laboratoire.

Bibliographie

ABATUROV .B. D , (1972) : The role of burrowing animals in the transport of mineral substances in the soil. Pedobiologia, 261-266 p.

ANDRE , (1985) : Association between corticolous microarthropods communities and epiphytic cover on baannork. Holarctic Ecol. 8, 113–119

ANONYME1 : http://unt.unice.fr/uoh/degsol/fertilite-chimique.php

ANONYME2:http://designecologique.ca/reseau-alimentaire-vivant-du-sol/

ANONYME3: Programme SOL'ERE AQSSS

ATTAL, (1995) : Contribution à l'étude de l'entomofaune du Chêne vert (Quercus ilex L.) dans le parc national de Chréa. Thèse Magister, Int. nati. agro., El Harrach, 250 p.

AUBERT *et al***, (2010) :** dual role of lignin in plant litter decomposition in terrestrial ecosystems, Proceedings of the National Academy

BACHELIER , (1978) : «La faune des sols, son écologie et son action». Initiation-Documentations Techniques n° 38. O.R.S.T.O.M. Paris, 391 p.

BACHELIER, (1972) : livre la faune des sols son écologers et sonaction.

BAIZE *et* **JABIOL , (1995) :** Guide pour la description des sols. INRA, 375 p.

BAL .L , (1970) : Morpsl~olo~cianlvestigations in twomoder-humus profiles and the role of the soil fauna in theirgenesis. Geodemaz. 4, 1 ~ 5-36.

BAZI , (1987) : Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, 172 p.

BEHANPELLETIER *et* **WALTER , (2000) :** Biodiversity of oribatid mites (Acari: Oribatida) in tree canopies and litter. In:Coleman, D.C., Hendrix, P.F. (Eds.), Invertebrates as Webmasters in Ecosystems. CAB International, Wallingford, pp. 187–202

BLANCHART *et* **BRAUMAN , (2010) :** Les ingénieurs du sol : diversité et fonctions. Extrait du dossier thématique d'Agropolis International « Biodiversité. Des sciences pour les humains et la nature ».

BLONDEL (1995) : L'analyse des peuplements d'oiseaux elements d'un diagnostic des échantillons fréquentiels progressifs (E.F.P.) Rev.Ecol.(Terre et Vie), 30 (4) pp. 533-589

BORNEMISSAZ , (1957) : The first Projapygidae from Western Australia with some additional notes on the family and its allies. IV. Ause. Nat., 6, 3, 76-79

BOUCHE , (1972) : Lombriciens de France. Ecologie et Systématiques. I.N.R.A. Publ. Ann. Zool. Ecol. Anim. (no hors-serie) 72(2), 671pp.

BOUCHE , (1972) : Lombriciens de France. Ecologie et Systématiques. I.N.R.A. Publ. Ann. Zool. Ecol. Anim. (no hors-serie) 72(2), 671pp.

BOUDIAF NAIT KACI *et al***, (2014) :** Hiérarchisation des facteurs déterminant la macrofaune du sol de vergers du nord de l'Algérie. Vol. 18, No 1

CALLOT *et al***,(1982) :** Mieux comprendre les interactions solracines. Paris..

CARROLL, (1969) : Mieux comprendre les interactions solracines. Paris.

CHEN *et al,* **(2005) :** Interaction Effect and mechanism between Litter and Soil Quality, Research and Development on Scientific and Technological of the World 27 (4):88–94p.

CHOPARD, (1947) : Atlas des Aptérygotes et Orthoptères de France. Boubée éd. (Paris), 1 11 p., 12 pl**.**

ClAVET, (2003) : Le sol "propriétés et fonctions" Tome 2 : Phénomènes physiques et chimiques applications agronomiques et environnementales. eds. France agricole, Dunod,

DAJOZ, (1971) : Atlas des Aptérygotes et Orthoptères de France. Boubée éd. (Paris), 1 11 p., 12 pl

DAJOZ, (1982) : Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 495 p.

DECAËNS, (2001) : Propriétés des structures produites par les ingénieurs écologiques à la surface du sol d'une savane colombienne. comptes rendus de décomposition in terrestrial ecosystems: Application to soils of Thehumidtropics. biotropica25, 130-150.

DUVIGNEAUD , (1974) : La synthèse écologique: Populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphére. Doin, Paris.

EDWARDS *et* **SHIPIYALO, (1998) :** Consequences of earthworms in agricultural soils: their role in decomposition processes." 195: 111-118. Oikos

EMBERGER, (1955) : Une classification biogéographique des climats. Rev. Labo. Bot. Géol. Zoo. Fac. Sci. Montpellier. 7. 1-43.

FREYSSINEL, (2007) : étude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agroforestiers, programme

CASDAR agroforesterie 2006-2008, recherche et développement de la France, 46p

FROUZ *et al***, (2007) :** The Effect Of Earthworms And Other Saprophagous Macrofauna On Soil Microstructure

In Reclaimed And Un reclaimed Post-Mining Sites In Central Europe. Eur. J. Soil. Biol. 43, 184–189p.

GIRARD *et al***, (2005) :** Sols et environnement. Paris, DUNOD, 816 p.

GOBAT *et al***, (1998) :** Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 519 p**.**

GOBAT, (2010) : Le sol vivant. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 817

GRASSE *et* **DOUMAENC, (2000) :** Zoologie 1. Invertébrés. Masson édition. Paris : 126-136.

HAIMI, (1980) : L'Atlas Blidéen : climats et étages végétaux. O.P.U. , éd., Alger, 523p.

HEDDE, (2006) : Specific functional signature in soil macro-invertebrate biostructures. Functional Ecology 19, 783-795.

JONES E*t al***, (1994) :** Organisms as ecosystemengineers. Oikos69, 373-386.

LARID, (1989) : Comparaison faunistique entre trois stations au mont mouzaïa dans le parc national de Chréa. Thèse ing. agro., inst. nati.agro., EL-HARRACH, 152 p**.**

LAVELLE, (1987): Interactions, hiérarchies et régulations dans le sol : à la recherche d'une nouvelle approche conceptuelle. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol 24:219-229.

LAVELLE, (1997) : Faunal activities and soil processes: adaptative strategies that determine ecosystem function. Advances in Ecological Soil Research, 27, 93-132p.

LAVELLE ET SPAIN (2001) : SoilEcology. Kluwer Scientific Pubications, Amsterdam.

LOCATELLI, (2013) : Prévalence de pathogènes humains dans les sols français, effet des facteurs pédoclimatiques, biologiques et du mode d'utilisation des sols. Thèse de doctorat. Univ. Bourgognr. Specialité Écologie Microbienne. P : 187. France**.**

LOCATELLI, (2013) : Prévalence de pathogènes humains dans les sols français, effet des facteurs pédoclimatiques, biologiques et du mode d'utilisation des sols. Thèse de doctorat. Univ. Bourgognr. Specialité

Écologie Microbienne. P : 187. France.

LOZET et **J, MATHIEU C , (2002) :** Dictionnaire des sciences du sol, Tec. & Doc. Lavoisier édition, Paris, pp. 575.

MARTINS *et al***, (2015) :** On the way for a new bionematicide.Agriculture & Food Journal of International Scientific Publications. Volume 3, pp:130- 137p.

MAZARI, (1995) : Etude faunistique de quelques stations du parc national de Chréa. Thèse Magister sci. agro.,Inst. nati. agro., El Harrach, 165 p.

MOORETAL,(2002): Impactdescoupesforéstiéressur lafaune du sol. Naturaliste canadien Vol126 N 2. 55-58p.

MOREL , (1989) : Les sols cultivés. Ed. TEC. DOC- LAVOISIER

MOYES , 2007 : Variabilité spatiale et déterminismes agro pédologiques du devenir d'un herbicide dans l'horizon de surface. Thèse de Doctorat en sciences du sol, Ecole doctorale ABIES

NICOLAI, (1993) : The arthropod fauna on the bark of deciduous and coniferous trees in a mixed forest of the Itasca State Park, MN, USA. Spixiana 16, pp.61–69

PAOLETTI *et al***, (1991) :** Diversity of soil fauna in the canopy and forest floor of a Venezuelan cloud forest. J. Trop. Ecol. 7, 373–383

PEET *et al***, (1974):** The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics Page 285 of 285-307

PELOSI, (2008) : Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terreLumbricus terrestris au champ, contribution a l'étude de l'impact de systèmes decultures sur les communautés lombriciennes. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).141p

PETERSEN *et* **LUXTON, (1982) :** A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decompositionprocesses. Oikos 39, pp.287–388.

PONGE, (1993) : Collembolan response to experimental perturbations of litter supply in a

temperateforestecosystem,Eur. J. Soil. Biol. 29 141–153.

PRINZING, (2001) : Use of shifting microclimatic mosaics by arthropods on exposed tree trunks. Ann. Entomol. Soc. Am. 94, 210–218

PROCTOR, (2002) : Are tree trunks habitats or highways? A comparison of oribatid mite assemblages from hooppine bark and litter. Aust. J. Entomol. 41, 294–299**.**

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

SCHNEIDER *et al***, (1994) :** ystemic acquired resistance inplants. International Review of Cytology. ; 168:303–340.

SCULLION *et* **MALIK, (2000) :** Earthwormactivityaffectingorganicmatter, aggregation and microbialactivity in Soil srestoredafteropen cast mining for coal. SoilBiol. Biochem. 32, 119–126.

SETÄLÄ H, (1996) : Influence Of Body Size Of Soil Fauna On Litter Decomposition And 15N Uptake By Poplar In A Pot Trial. Soil Biol. Biochem. 28, 1661–1675p

SOLBRIG *et al***, (1994):** The strategies and community patterns of desert plants. Convergent evolution In warm deserts. Eds G.H. Orians and O.T. Solbrig, pp 67-106

SOLTNER, (1987) : Les bases de la production végétale, Tome 1 : Le sol. 16e édition.Collection sciences et techniques agricoles. 466 p.

SOLTNER, (2005) : la base de la production végétale tom i. le sol et son amélioration 24eme edi. collection science et technique agricole. 472p

SPAIN *et* **HARRISON, (1968) :** Some aspects of the ecology of arboreal cryptostigmata (Acari) in New Zealand

with special reference to the species associated with Olearia colensoi Hook.f. N. Z. J. Sci. 11, 452–458.

SPOSITO, (1989) : The chemistry of soils, oxford university press, New York, 277p.

SWIFT *et al***, (1979) :** Décomposition in terrestrial ecosystems. Studies in ecology,V.5 , University of California press,Bekerley,372p.

TANSLEY,(1935) : use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology, 16, 284- 307.

TILMAN, (1999) : The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. Ecology, 80, 1455-1474.

TISDALL *et* **OADES, (1982) :** Organicmatter and water-stable aggregates in soils. J. SoilSci. 34:141-163.

WALTER et **O'DOWD, (1995) :** Beneath biodiversity: factors influencing the diversity and abundance of canopy mites. Selbyana 16, 12–20.

WINCHESTER *et al***, (1999) :** 1999: Arboreal specificity, diversity and abundance of canopy-dwelling oribatid mites (Acari:Oribatida).Pedobiologia 43, pp.391–400.

UNDERLE, (1992) : Arboricolous and edaphic oribatids (Acari) in the lowland rainforest of Panguana, Peru. Amazoniana 12, pp.119–142