

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE BLIDA 1**



**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE**



**DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGROECOLOGIE**

Laboratoire de Recherche sur les Plantes Aromatiques et Médicinales

**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique**

**en Sciences de la Nature et de la vie**

**Option : Agroenvironnement et Bioindicateurs**

**Thème**

**Contribution à l'étude de la pédofaune de milieux naturels selon  
un gradient d'altitude dans le Parc National de Chréa**

**Presenté par :**

- **Mr CHAOUCH Oussama**
- **Mlle BRAHIMI Lina**

**Devant le jury composé de :**

|                 |                 |            |              |
|-----------------|-----------------|------------|--------------|
| Président :     | Mme Lemiti S.   | MCB        | Univ. Blida1 |
| Promotrice :    | Mme Allal L.    | Professeur | Univ. Blida1 |
| Co promotrice : | Mme Marniche F. | Professeur | Ensv. Alger  |
| Examineur :     | Mr Bendjoudi D. | Professeur | Univ. Blida1 |

**Année universitaire : 2020/2021**

## **REMERCIEMENTS**

En premier lieu, nous remercions le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la patience pour être ce que nous sommes aujourd'hui et pour mener à terme ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice Mme Allal. L. Professeur au département de Biotechnologie et Agroécologie de l'Université Saad Dahleb Blida 1 pour ses précieuses orientations, son aide, ses conseils et son souci de réaliser ce travail.

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude à notre Copromotrice Mme Marniche F. Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger pour tout le temps qu'elle nous a consacré, sa patience et compréhension, et pour la qualité de son travail.

Nous remercions aussi très sincèrement les membres de jury la présidente Mme Lemiti. S Maitre de conférences B. au Département de Biotechnologie et Agroécologie et l'examineur de ce modeste travail Mr Bendjoudi. D. Professeur au Département de Biotechnologies et Agroécologie d'avoir bien voulu accepter d'évaluer notre travail.

Nous adressons nos remerciements à Mr Degaichia Houssem pour son aide dans l'identification de la flore.

Nous tenons également à remercier Mme Djemai A. Ingénieur de laboratoire pour sa disponibilité et son aide.

Nous voudrions aussi témoigner notre reconnaissance et exprimer toute notre gratitude à nos enseignants qui ont participé à notre formation.

Nous tenons à remercier nos amis pour nous avoir donné le courage, le soutien moral pour mener ce travail à terme.

Enfin, nous adressons un grand merci à nos familles et à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à tous ceux qui nous ont apporté leur aide.

**Merci .....**

# Dédicaces

Je dédie ce travail à la mémoire de mon regrettable PAPA, j'aurais aimé qu'il soit là  
pour partager mon bonheur

A ma chère maman qui a su m'épauler que Dieu tout puissant me la garde

A ma très chère Lina

A mon frère Yacine

A mes très chers amis Islam, Ramzi, Halim, Soheyb, Mohamed

A tous ceux et celles qui m'aiment.....

*Oussama...*

# Dédicaces

Ce travail modeste est dédié

A ma Mère qui a été toujours ma source de courage.

A mon Père mon premier encadrant depuis ma naissance.

A mon frère Khalil et mes sœurs Mina, Aya et Ibtihal .

A mon cher Oussama

A tous mes amis qui m'aiment : Bouchra, Safaa, Aicha, Halim, Soheyb .

A toute ma famille.

*Lina...*

# Contribution à l'étude de la pédofaune de milieux naturels selon un gradient d'altitude dans le Parc National de Chréa

## Résumé

Cette étude a été réalisée pendant une période de trois mois du 16 avril à la Mi-juin de l'année 2021, dans quatre milieux à différentes altitudes, situés au niveau du Parc National de Chréa. Un échantillonnage à travers l'utilisation des pots Barber et le dispositif du Berlese a permis de dresser l'inventaire des taxons rencontrés, appartenant plus particulièrement aux arthropodes de la classe des Insecta et des Aranea où nous avons recensé 100 espèces. Dans chaque milieu, la répartition des abondances et des richesses est donnée avec les familles les plus représentatives.

Les communautés de la pédofaune apparaissent diversifiées. Les richesses spécifiques respectives se distinguent par 43 espèces appartenant à 25 familles dans le milieu à 500 m d'altitude, 43 espèces appartenant à 28 familles au niveau du milieu à 800m d'altitude, et 31 à 33 espèces réparties en 24 familles aussi bien à 1100m qu'à 1400m d'altitude. Les Formicidae sont omniprésentes à toutes les altitudes mais la distribution des familles et des espèces les plus représentatives est différente. La famille la plus abondante est la famille des Formicidae. Les espèces constantes au niveau des quatre biotopes sont respectivement : *Camponotus alii*, *Gnaphosa sp*, les phalangides, *Peirates hybridus*, *Atheta sp*. Les résultats obtenus sont discutés à travers une analyse factorielle des correspondances.

**Mots clés** : altitude, communautés, Parc National de Chréa, pédofaune, végétation herbacée.

# Contribution to the study of the soil fauna of natural environments according to an altitude gradient in the National Park of Chr ea

## Abstract

This study was carried out over a three-month period from April 16 to mid-June 2021, in four environments differing in altitude, located in Chr ea National Park. Sampling through the use of Barber pots and the Berl ese device made it possible to establish an inventory of the taxa encountered, belonging more particularly to arthropods of the Insecta and Aranea class, where we have identified 100 species. In each environment, the distribution of abundance is given with the most representative families.

The communities of the soil fauna appear to be diverse. The respective specific riches are distinguished by 43 species belonging to 25 families in the forest environment located at 500 m of altitude, 43 species belonging to 28 families at the environments level at 800m altitude, and 31 to 33 species divided into 24 families. at 1100m as well as at 1400m of altitude. The Formicidae family was ubiquitous at all altitudes but the distribution of the most representative families and species is different. The most abundant family is the Formicidae family. The constant species at the level of the four forest environments are respectively: *Camponotus alii*, *Gnaphosa sp.*, *phalangids*, *Peirates hybridus*, *Atheta sp.* The results obtained are discussed through a multivariate analysis.

**Keywords:** soil fauna, National Park of Chr ea, communities, altitude, herbaceous vegetation.

## المساهمة في دراسة الاحياء الترابية في الاوساط الطبيعية وفقاً لتدرج الارتفاع في الحظيرة الوطنية للشريعة

### ملخص

أجريت هذه الدراسة على مدى ثلاثة أشهر من 16 أبريل إلى منتصف يونيو 2021، في أربع بيئات مختلفة في الارتفاع، وتقع في حظيرة شريعة الوطنية. تم أخذ العينات من خلال استخدام pots berbers وجهاز Berlèse بعمل جرد للأصناف التي تمت مواجهتها، والتي تنتمي بشكل خاص إلى مفصليات الأرجل من فئة Insecta و Aranea، حيث حددنا 100 نوع في كل بيئة، يتم توزيع الوفرة والثروة مع العائلات الأكثر تمثيلاً. يبدو أن مجتمعات الحيوانات البدائية متنوعة. تتميز الثروات الخاصة بكل منها بـ 43 نوعاً تنتمي إلى 25 عائلة في الوسط على ارتفاع 500 متر ، و 43 نوعاً تنتمي إلى 28 عائلة في المستوى المتوسط على ارتفاع 800 متر ، و 31 إلى 33 نوعاً مقسمة إلى 24 عائلة أيضاً. ارتفاع 1400 م. تتواجد Formicidae في كل مكان على جميع الارتفاعات ولكن يختلف توزيع العائلات والأنواع الأكثر تمثيلاً. الأسرة الأكثر وفرة هي عائلة Formicidae. الأنواع الثابتة على مستوى الأحياء الأربعة هي على التوالي: *Camponotus alii* و *Gnaphosa sp* و *phalangids* و *Peirates hybridus* و *Atheta sp*. تتم مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تحليل المراسلات العاملة.

الكلمات المفتاحية: الاحياء الترابية ، الحظيرة الوطنية شريعة ، المجتمعات ، الارتفاع ، الغطاء النباتي العشبي.

## Table de matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction .....1

### Chapitre I : Synthèse bibliographique

#### **I. Le sol .....3**

1. Définition.....3

2. Les caractéristiques du sol .....3

2.1. La phase solide .....4

- Fraction minérale.....4

- Fraction organique .....4

2.2. La phase liquide .....5

2.3. La phase gazeuse .....5

3. Les composants biologiques du sol .....5

#### **II. La pédofaune.....6**

1. La microfaune .....7

1.1. Les protozoaires.....8

1.2. Les nématodes .....8

2. La mésofaune.....9

2.1. Les collemboles .....9

2.2. Les acariens .....9

3. La macrofaune .....10

3.1. Les diptères.....10

3.2. Les coléoptères .....11

3.3. Les fourmis.....11

3.4. Les aranéides .....12

4. La mégafaune.....13

4.1. Les vers de terre.....13

## Chapitre II : matériel et méthodes

### I. Présentation de la zone d'étude : le parc national de chréa

|   |    |
|---|----|
| 1. Situation géographique .....                           | 15 |
| 2. Le climat .....  | 16 |
| 2.1. Précipitation .....                                  | 17 |
| 2.2. Température .....                                    | 18 |
| 2.3. Le vent.....   | 18 |
| 2.4. Diagramme ombrothémique de BAGNOULS et GAUSSEN ..... | 18 |
| 3. Flore et faune du parc .....                           | 19 |
| 3.1. La flore .....                                       | 19 |
| 3.2. La faune .....                                       | 21 |

### II. Présentation des milieux d'études .....22

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1. Milieu 1 (500 m d'altitude).....  | 22 |
| 2. Milieu 2 (800 m d'altitude).....  | 23 |
| 3. Milieu 3 (1100 m d'altitude)..... | 23 |
| 4. Milieu 4 (1400 m d'altitude)..... | 24 |

### III. Echantillonnage sue terrain .....25

|  |    |
|--|----|
| 1. Echantillonnage par piège barber .....    | 25 |
| 2. Période d'échantillonnage.....            | 27 |
| 3. Relever floristique.....                  | 27 |
| 3.1.Echantillonnage par quadra .....         | 27 |
| 4. Prélèvement des échantillons du sol ..... | 29 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>IV. Travail au laboratoire.....</b>      | <b>29</b> |
| 1. Utilisation de l'appareil de berles..... | 29        |
| 2. Tri et comptage des taxons .....         | 30        |
| 3. L'identification .....                   | 32        |
| 4. Analyse pédologique .....                | 32        |
| 4.1.Le dosage de matière organique .....    | 32        |
| 4.2.Mesure de PH .....                      | 33        |
| 4.3.La conductivité électrique.....         | 33        |
| 4.4.L'analyse granulométrique.....          | 35        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>V. Analyse des données.....</b>                     | <b>36</b> |
| 1. Indice écologique .....                             | 36        |
| 1.1.Richesse totale .....                              | 36        |
| 1.2.Abondance relative .....                           | 36        |
| 1.3.La dominance .....                                 | 36        |
| 1.4.diversité de SHANNON- Weaver et Equitabilité ..... | 36        |
| 2. Exploitation statistiques .....                     | 37        |

### **Chapitre III : résultat et discussion**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. Résultats des analyses pédologiques .....</b>                                    | <b>38</b> |
| 1.1.Matière organique, PH et conductivité électrique .....                             | 38        |
| 1.2.Analyse granulométrique .....  | 39        |
| <b>II. Analyse floristique des milieux d'étude .....</b>                               | <b>41</b> |
| <b>III. Analyse de l'inventaire de la pédofaune dans les milieux<br/>d'étude .....</b> | <b>43</b> |
| 1. Analyse des abondances des ordres .....   | 46        |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.1.Comparaison des abondances moyennes globales .....  | 46        |
| 1.2.Variation des abondances de chaque milieu d'altitude .....                                  | 47        |
| 2. Analyse des richesses taxonomiques .....   | 54        |
| 3. Comparaison des diversités des milieux d'altitude étudiés .....                              | 58        |
| 4. Structure des communautés saisonnières de la pédofaune selon les milieux<br>d'altitude ..... | 60        |
| <b>IV. Discussion .....</b>   | <b>72</b> |
| <b>V. Conclusion et perspective .....</b>   | <b>78</b> |

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## Liste des figures

Figure 1 : Les organismes vivants du sol sous la loupe.

Figure 2 : Taille des organismes du sol

Figure 3 : Un protozoaire

Figure 4 : Les nématodes

Figure 5 : Collembole

Figure 6 : Un acarien

Figure 7 : Un Diptère

Figure 8 : Un Coléoptère

Figure 9 : Les fourmis

Figure 10 : Araignée

Figure 11 : Ver de terre

Figure 12 : Localisation de la station d'étude

Figure 13 : Localisation en 3D de la région d'étude.

Figure 14 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson du PNC (2000 - 2014)

Figure 15 : Exemple de faune trouvée à Chréa

Figure 16 : Localisation du milieu 1 à 500 mètres d'altitude

Figure 17 : Localisation du milieu 2 à 800 mètres d'altitude

Figure 18 : Localisation du milieu 3 à 1100 mètres d'altitude

Figure 19 : Localisation du milieu 4 à 1400 mètres d'altitude

Figure 20 : Echantillonnage par pot Barber

Figure 21 : Echantillonnage de la végétation par quadrat dans les milieux d'étude.

Figure 22 : Utilisation de la méthode de Berlese

Figure 23 : Tris et comptage des espèces récoltées

Figure 24 : Dosage de la matière organique

Figure 25 : Mesure du PH

Figure 26 : Le conductimètre pour mesurer la conductivité

Figure 27 : Réalisation des analyses granulométriques au laboratoire

Figure 28: Variation des pourcentages en granulats des sols des milieux d'altitude étudiés.

Figure 29: Moyennes et intervalles de confiance des abondances globales de la pédofaune dans les milieux d'étude (\* significatif au seuil  $\alpha = 0,05$ ).

Figure 30a : Abondances relatives des ordres dans le milieu 1 (500m d'altitude).

Figure 30b: Abondances relatives des ordres dans le milieu 2 (800m d'altitude).

Figure 30c : Abondances relatives des ordres dans le milieu 3 (1100m d'altitude).

Figure 30d : Abondances relatives des ordres dans le milieu 4 (1400m d'altitude).

Figure 31 : Variabilité mensuelle des abondances relatives des ordres de la pédofaune.

Figure 32a : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 1.

Figure 32b : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 2.

Figure 32c : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 3.

Figure 32d : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 4.

Figure 33 : Richesse et diversité comparée

Figure 34 a : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 500 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

Figure 34 b : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 800 m d'altitude sur le plan de l'AFC

Figure 34 c : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 1100 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

Figure 34 d : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 1100 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyenne des températures et précipitations dans le PNC (2000- 2014).

Tableau 2 : Indices d'abondance dominance et recouvrement

Tableau 3 : Valeurs des paramètres physico-chimiques du sol des milieux étudiés

Tableau 4 : Résultats des analyses granulométriques des quatre milieux d'étude.

Tableau 5 : Taux de recouvrement végétal % et espèces végétales représentatives des milieux d'étude.

Tableau 6 : Présence-absence des taxons de la pédofaune dans les milieux d'études

(+ : présence, - : absence d'espèce)

Tableau 7 : Comparaisons multiples par paires des abondances globales des ordres.

Tableau 8 : Abondances totales mensuelles des ordres à 500m

Tableau 9 : Abondances totales mensuelles des ordres à 800m.

Tableau 10 : Abondances mensuelles des ordres à 1100m.

Tableau 11 : Abondances mensuelles des ordres à 1400m.

Tableau 12 : Richesse des familles et des espèces dans les 4 milieux

Tableau 13 : Indices écologiques de la diversité spatiotemporelle pédofaunique dans les 4 milieux d'altitude.

# **Introduction**

## **Introduction :**

La biodiversité est actuellement un enjeu majeur de la recherche écologique, en raison de son rôle important dans l'écosystème, notamment dans la préservation de l'environnement (Solbrig et *al*, 1994).

Le sol est l'habitat le plus diversifié sur Terre et contient un large assemblage d'espèces, ces espèces sont nommées la faune du sol dont le rôle essentiel est la régulation de la décomposition de la litière, du cycle des nutriments, de la dynamique de la matière organique (David, 1987, Andrene, 1999).

La pédofaune est représentée par des milliers d'espèces d'abondances numériques très hétérogènes (Bachelier, 1978). Elle a une action physique sur le sol et un rôle dans la dégradation de la matière organique Bachelier (1978); en favorisant l'activité biologique globale du sol et sa structure.

L'étude sur la pédofaune du Nord de l'Algérie reste incomplète. Quelques études ont été réalisées par Fekkoun et Ghezali, (2007), (Torche et Bennacer, 2009), Fekkoun et *al*, 2011). Néanmoins, les travaux sur la pédofaune et sa répartition selon un gradient d'altitude sont à notre connaissance, rares ou fragmentaires. C'est pour palier à ce manque que nous avons choisi de réaliser cette présente contribution. En effet, notre étude a été faite dans la forêt du Parc National de Chrèa dans quatre milieux à différentes altitudes, durant une période de trois mois.

Nous nous sommes posé les questions de savoir, à travers les objectifs de ce travail :

- i) Si les diversités en pédofaune des milieux d'étude varient selon l'altitude d'une part.
- ii) D'autre part, la distribution en abondances des communautés d'arthropodes et des espèces est-elle influencée par un gradient altitudinal.

Notre travail est structuré en trois chapitres. Le premier, est une synthèse bibliographique la première partie représente des généralités sur le sol La deuxième partie expose des éléments sur la diversité de la pédofaune. Le deuxième chapitre représente la partie expérimentale, elle comprend la présentation de la région d'étude avec sa situation géographique, son climat, ainsi que

## Introduction

---

le recensement des données bibliographiques sur la richesse faunistique et floristique de la région d'étude. Elle contient une description de la méthodologie et le choix de la région d'étude, le matériel biologique, les méthodes d'échantillonnages sur terrain et au laboratoire, puis l'exploitation écologique et statistique des résultats.

Le dernier chapitre récapitule les résultats obtenus au cours de la période d'étude, Enfin une conclusion et des perspectives clôturent ce travail.

**Chapitre I**  
**Synthèse**  
**bibliographique**

### **I. Le sol :**

#### **1. Définition :**

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. Le sol est défini 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 avec 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).

Le sol joue un rôle vital dans les fonctions des écosystèmes terrestres. Compte tenu de l'accélération de la dégradation associée, des ressources importantes, il convient de protéger souvent des activités humaines. La fonction organique du sol regroupe une série de fonctions fournies par des organismes qui vivent dans le sol et interagissent avec les ingrédients Sa physique et sa chimie permettent la dynamique de la matière organique et de l'eau et le cycle des nutriments (Antunes et *al*, 2008 ; Boudiaf Nait Kaci et *al*, 2014).

#### **2. Les caractéristiques du sol :**

Le sol est constitué de trois phases : solide, liquide et gazeuse. Leurs proportions sont variables en fonction, notamment, de leur état hydrique et des contraintes mécaniques qu'ils subissent.

### 2.1. La phase solide :

Elle est constituée par des minéraux et des matières organiques en proportions variables. On pourrait considérer les organismes vivants du sol comme une partie de la phase solide, puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquides (Calvet, 2003).

#### Fraction minérale :

Les minéraux constituent en général, de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche-mère. La nature des minéraux peut être extrêmement diverse avec des tailles granulométriques différentes (QUENEA, 2004): Sable ( $\emptyset = 2000$  à  $50 \mu\text{m}$ ), Limon ( $\emptyset = 50$  à  $2 \mu\text{m}$ ), Argile granulométrique ( $\emptyset < 2\mu\text{m}$ ).

La texture d'un sol correspond à la répartition des minéraux par catégorie de grosseur, indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. Les sols sont classés suivant leurs proportions relatives en particules argileuses, limoneuses et sableuses (Atlas et *al*, 1992).

#### Fraction organique :

Le sol est un habitat généralement favorable à la prolifération des microorganismes, leur nombre est supérieur à celui trouvé dans les eaux douces ou marines. La population microbienne s'élève à des valeurs comprises entre  $10^6$  et  $10^9$  bactéries par gramme de sol (Artiola-Fortuny et *al*, 1982). Leur abondance et leur nature dépendent du type de sol, de la végétation, du climat et des diverses actions anthropiques et de leurs variations (Atlas et *al*, 1992). La profondeur est une variable écologique qui affecte significativement la survie des microorganismes.

Les bactéries et les champignons constituent les microorganismes les plus représentés dans les sols où ils sont les principaux responsables de la minéralisation des matières organiques (Quenea, 2004). Ils participent aussi à un processus appelé humification qui conduit à la formation de l'humus (Paul et *al*, 1996) qui est un composé majeur et complexe du cycle de la matière organique et de la fertilité du sol.

### 2.2. La phase liquide :

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais une solution dont la composition est complexe et très variable. On la désigne par l'expression « solution du sol ». Elle contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non. D'une façon générale, la solution du sol est difficile à décrire et à étudier en raison de sa très grande variabilité spatiale et temporelle, de sorte qu'il n'existe pas de composition type.

### 2.3. La phase gazeuse :

La phase gazeuse du sol est souvent appelée l'atmosphère du sol. Sa composition est souvent voisine de celle de l'air mais elle peut être très variable dans l'espace et dans le temps. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, c'est-à-dire la profondeur dans le sol et l'activité biologique.

L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique. Les sols bien aérés contiennent environ 180 à 205 ml d'O<sub>2</sub> par litre d'air mais cette teneur peut être abaissée à 100 ml ou moins dans les sols inondés et dans des microenvironnements alentours des racines des plantes.

La teneur en CO<sub>2</sub> est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol et peut atteindre 100 ml par litre d'air en profondeur ou au voisinage des racines et en milieux saturés en eau. L'air du sol contient également d'autres substances, telles que NO, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S et parfois, des composés organiques volatils (Atlas et al, 1992).

## 3. Les composants biologiques du sol :

Les sols sont l'habitat d'innombrables organismes vivants (fig. 1) qui jouent un rôle important dans la décomposition et la transformation de la matière organique. Il s'agit de champignons, de bactéries, d'insectes et de vers, de nématodes, de collemboles.

Ils utilisent comme nourriture la litière tombée au sol qu'ils broient, décomposent, digèrent et constituent ainsi entre eux un système d'entraide. De nombreux organismes vivants prédateurs comme les acariens prédateurs et les Chilopodes habitent également le sol forestier. Les décomposeurs primaires leur servent de nourriture. (Walser M et al, 2021)



**Figure 1 : Les organismes vivants du sol sous la loupe.**

**Dessin de Hanspeter Läser**

## **II. La pédofaune:**

Elle regroupe une faune variée vivant dans le sol. Il s'agit d'espèces microscopiques pratiquement invisibles à l'œil nu comme les amibes, les tardigrades, les protozoaires, les nématodes, les rotifères, les vers ou bien les acariens, mais aussi

de divers insectes en phase larvaire comme les lépidoptères, les collemboles, les diptères, les myriapodes, ou même les coléoptères. Chaque espèce occupe une niche écologique spécifique et joue un rôle important dans l'équilibre du sol. La pédofaune change selon la nature du sol, et même selon la saison et les conditions climatiques qui en découlent. (Gobât et al, 2003).

De manière globale la faune du sol peut être classée en quatre catégories (Fig.2), selon la taille des organismes qui la composent (Gobât et al, 2003).

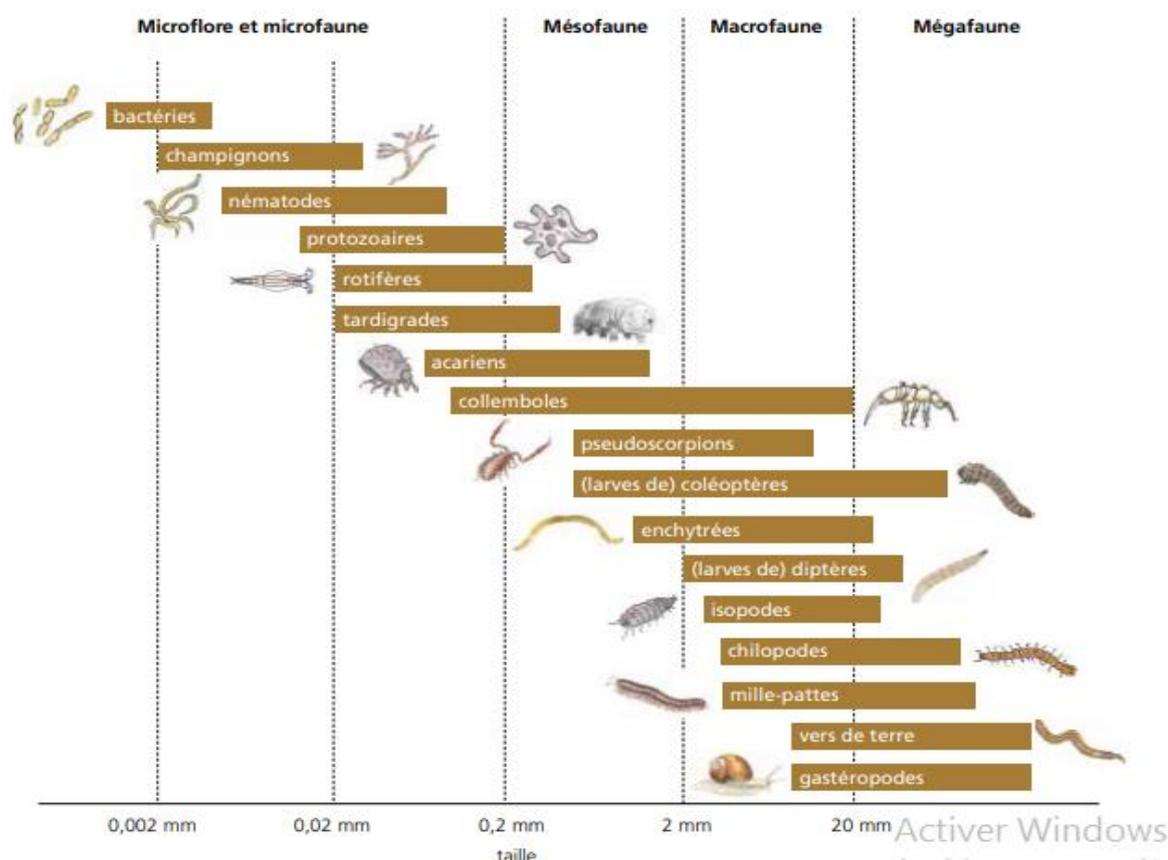


Figure 2 : Taille des organismes du sol, d'après Briones (2014).

### 1. La micro faune :

Ce sont des animaux de diamètre (< 0,2 mm), invisibles à l'œil nu. On y trouve des protozoaires grands consommateurs de bactéries, qui induisent le maintien de la jeunesse des populations de bactéries. On peut aussi observer des Métazoaires, essentiellement des Nématodes qui interviennent dans la première phase de

décomposition des végétaux en les brisants, ce qui facilite ensuite l'action des bactéries et des champignons. Ces nématodes participent aussi au brassage des horizons, activant la remontée des éléments minéraux vers la surface (Gobât et *al*, 2003 ; Martins et *al*, 2015).

### 1.1. Les protozoaires :

Ce sont des organismes unicellulaires vivant en colonies. Ils appartiennent au règne des protistes dont le noyau est entouré d'une membrane (fig. 3) (Benckiser, 1997 ; Gobat et *al*, 2003). Il existe trois grands groupes de protozoaires : les ciliés, les flagellés et les rhizopodes (Coineau, 1974).



Figure 3 : Un protozoaire (Diprince, 2003)

### 1.2. Les nématodes :

Ce sont des vers parasites ou libres, non métamérisés, au corps d'ordinaire très allongé (fig. 4). Ils sont présent dans les sols riches en matières organiques et assez humides (Bachelier, 1963).



Figure 4 : Les nématodes (DIPRINCE, 2003)

### 2. La méso faune :

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

#### 2.1. Les collemboles :

Sont répartis dans le sol et présentent des adaptations morphologiques à la profondeur. Ils se nourrissent des champignons et de la matière organique en décomposition. Ils jouent un rôle important dans la dégradation des litières par action mécanique en morcelant les aliments et par action chimique lors du passage de ces derniers dans l'intestin (Pihan, 1986).



Figure 5 : Collembole (Larochelle, 2004).

#### 2.2. Les acariens :

Les acariens du sol (fig.6) sont des consommateurs très actifs de débris végétaux, dont certains sont des phytosaprophages et d'autres sont prédateurs et consomment des Nématodes, des Collemboles et des larves d'insectes (Davet, 1996) et (Coineau, 1974).



**Figure 6 : Un acaridien (Pérès et *al*, 2010)**

### **3. La macrofaune :**

On la repère sans difficulté à l'œil nu d'autant plus que de par sa taille qui varie (4 à 80mm), elle occupe surtout les couches superficielles, regroupe les vers de terre, certains mollusques, arachnides, crustacés et myriapodes.

Les vers de terre ou lombrics ont un rôle primordial dans le brassage des différents horizons, ils ingèrent de la terre qu'ils rejettent ailleurs apportant des éléments organiques vers le bas.

Leur activité aussi permet d'améliorer la perméabilité et l'aération des sols. Enfin, leur biomasse importante constitue une réserve d'Azote pour le sol (Nadama, 2006 ; Machado et *al*, 2009).

#### **3.1. Les diptères :**

Cet ordre d'insecte est caractérisé par la présence d'une seule paire d'ailes (fig. 7). Ils jouent le rôle de nettoyeurs.

Ils maintiennent l'équilibre écologique et surtout ils exercent un rôle important dans la transformation de la matière organique et dans l'élimination des déchets indésirables (Feryssinel, 2007).



**Figure 7 : Un Diptère (Szpila et al, 2008).**

### **3.2. Les coléoptères :**

Les coléoptères constituent le plus grand ordre d'insectes du règne animal. Ils jouent le rôle de décomposeurs de matières organiques (Pihan, 1986) (fig. 8).\*



**Figure 8 : Un Coléoptère (Soldati, 2007).**

### **3.3. Les fourmis :**

Les fourmis appartiennent à l'ordre des hyménoptères et à l'une des familles les plus vastes chez les insectes, la famille des Formicidae (fig. 9). Avec environ 15776

espèces décrites, appartenant à 955 genres repartis en 46 sous-familles, les fourmis font partie des groupes d'invertébrés les plus omniprésents.

Ce groupe est diversifié et abondant dans les écosystèmes tropicaux où elles représentent plus de 80 % de la biomasse (Hölldobler et Wilson, 1990).



**Figure 9 : Les fourmis (COURNAULT, 2013).**

### **3.4. Les aranéides :**

Les araignées (fig. 10) sont des invertébrés dépourvus de squelette interne. Ce groupe se distingue au sein de l'embranchement des arthropodes par leur corps constitué de deux masses bien distinctes reliées par un pédicule (Darrigrand et *al*, 2008). L'une des caractéristiques importante des araignées est la production de la soie (Ho, 2012).

Selon Lubin et Henchel (1990) et Moiroux et *al* (2014), les araignées sont des organismes poïkilothermes, qui peuvent ajuster leur comportement pour maintenir leur température corporelle supérieure ou inférieure à la température de l'environnement.

La plupart des araignées adultes vivent de 1 à 2 ans (Hubert, 1980).



Figure 10 : Araignée ([www.Wikipédia.com](http://www.Wikipédia.com) consulté le 16 avril 2021).

#### 4. La mégafaune :

Cette classe représente les vertèbres qui ont une taille dépassant 80 mm de longueur. Ils agissent sur le sol par creusement de leurs galeries, reptiles, mammifères fouisseurs tels que les campagnols, les chiens de prairie, les marmottes, aussi les amphibiens, et des reptiles apodes et fouisseurs (Gobât et *al*, 2003 ; Peres, 2003).

##### 4.1. Les vers de terre :

Les vers de terre forment entre 50 et 75% de la biomasse animale (Bachelier, 1978) (fig. 11).

Selon Bouché (1972), on distingue trois catégories de vers de terre:

- Les épigés vivent en surface, ils sont liés à la litière, au fumier, compost ou encore bois mort.
- Les anéciques sont les vers verticaux, de grande taille, ils creusent un réseau de galerie. Ils ont le plus d'impact sur le sol.

-Les endogés vivent en profondeur et « horizontalement ».



Figure 11 : Ver de terre ([www.Wikipédia.com](http://www.Wikipédia.com) consulté le 16 avril 2021).

# **Chapitre II**

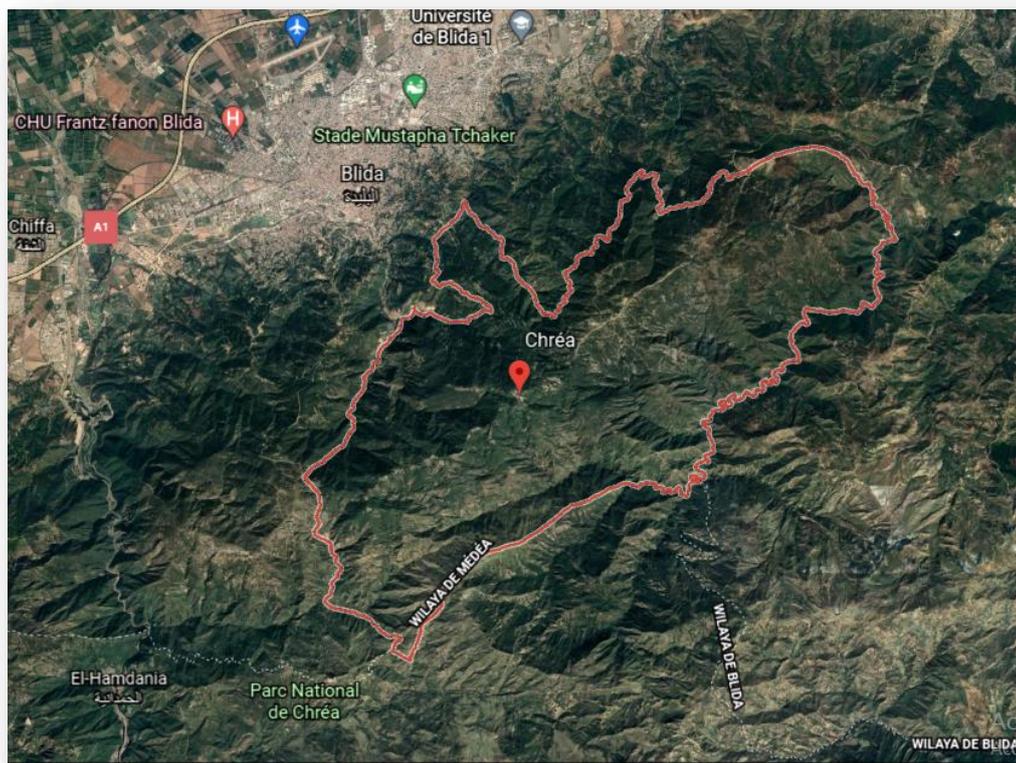
## **Matériel et méthodes**

## **I. Présentation de la zone d'étude : le Parc National de Chréa :**

### **1. Situation géographique :**

Le Parc National de Chréa est situé à 50 km au sud-ouest d'Alger. Il est localisé sur le massif de l'Atlas Blidéen, qui lui-même constitue une partie centrale de l'Atlas Tellien. Il est compris entre les latitudes Nord  $36^{\circ} 19'$  /  $36^{\circ} 30'$  et les longitudes Est  $2^{\circ}38'$  /  $3^{\circ} 02'$  (Fig. 12).

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



**Figure 12 : Localisation de la station d'étude (Google Earth, 2021).**

Les limites du Parc National sont des limites naturelles :

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

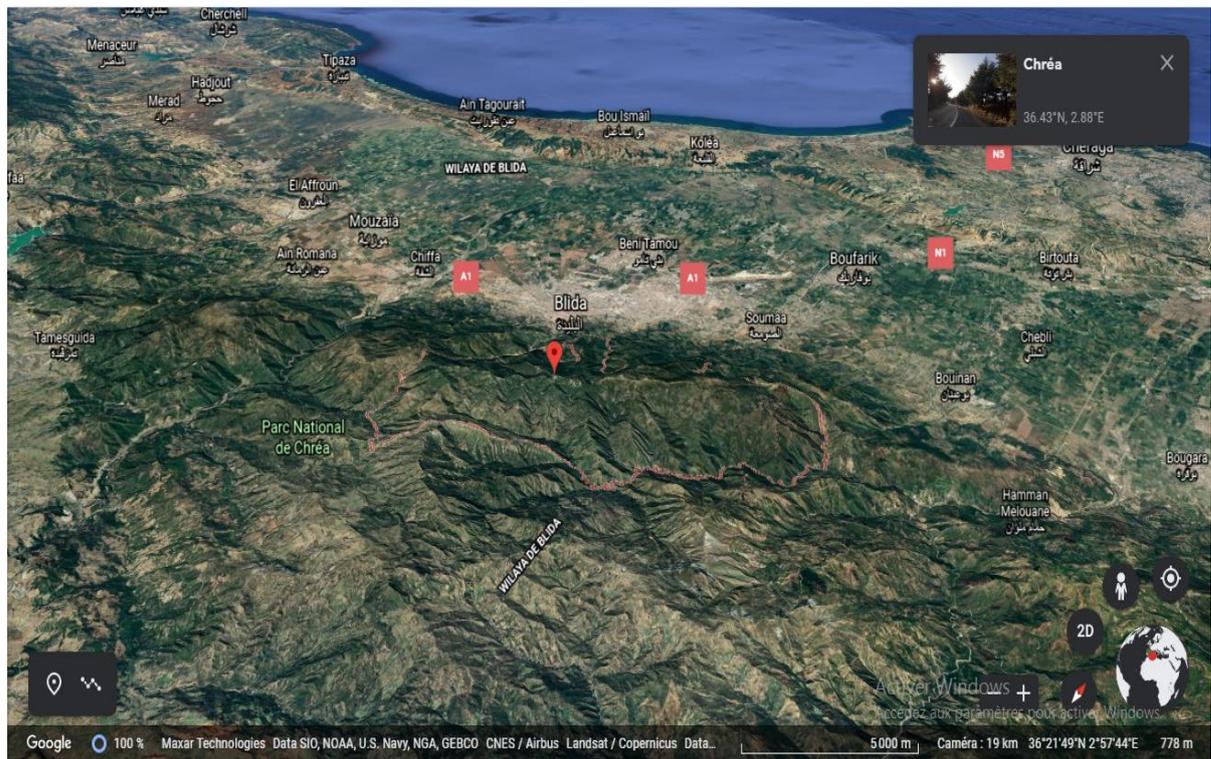


Figure 13 : Localisation en 3D de la région d'étude.

## 2. Le climat :

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

Le climat du parc est généralement de type méditerranéen humide, à hivers pluvieux doux et été chaud et sec. C'est un climat conditionné par l'altitude,

l'exposition des versants (Nord-est, Sud-ouest), captant toutes les influences maritimes chargées d'humidité. De par sa situation géographique, le Parc National de Chréa se caractérise par deux ambiances climatiques sous deux influences; maritime et présaharienne (Sahli, 2016).

En raison du non fonctionnement des stations météorologiques au niveau du Parc National de Chréa et l'absence de données climatiques, nous nous sommes basés, pour notre expérimentation, sur le travail de Lahrech et Khenafif (2018), qui ont procédé à une correction des données climatiques (pluviométrie et température) de la station de Médéa selon la méthode proposée par Seltzer (1946). (Tableau 1)

**Tableau 1 : Moyenne des températures et précipitations dans le PNC  
(2000- 2014).**

| Mois            | J     | F    | M    | A     | MI    | J     | JT    | OU    | S     | O     | N     | D     |
|-----------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Moyenne<br>P mm | 101,6 | 90,5 | 74,0 | 76,4  | 65,4  | 10,9  | 4,1   | 6,8   | 40,4  | 51,4  | 115,0 | 109,5 |
| Moyenne<br>T C° | 4,96  | 5,21 | 8,32 | 10,85 | 15,04 | 20,94 | 24,65 | 24,28 | 19,41 | 15,66 | 9,24  | 5,82  |

(Lahrech et Khenafif, 2018)

### 2.1. Précipitations:

Cependant, selon Ozenda (1983), L'installation de la végétation dépend aussi bien du total annuel des précipitations, mais aussi de la répartition des pluies au cours de l'année.

Dans l'Atlas Blidéen, le régime moyen des hauteurs des pluies subit l'influence capitale des facteurs orographiques, notamment l'altitude, créant ainsi une forte disparité entre les stations (Halimi, 1980 ; Aissani, 1983). Durant la période annuelle de 2000 à 2014, au niveau du PNC, les quantités de pluies moyennes des pluies les plus importantes sont enregistrées durant les mois de janvier, novembre et décembre (tab. 1),

### 2.2. Températures:

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

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

Au PNC, on peut remarquer selon Lahrech et Khenafif, (2018), que les températures moyennes de la période située entre 2000 et 2014 durant la période hivernoprintanière varient de 4,96 C° en janvier à 15,04 C° au mois de mai, et durant toute la période estivale, elles ne dépassent pas les 25 C° , (tab 1).

### 2.3. Le vent :

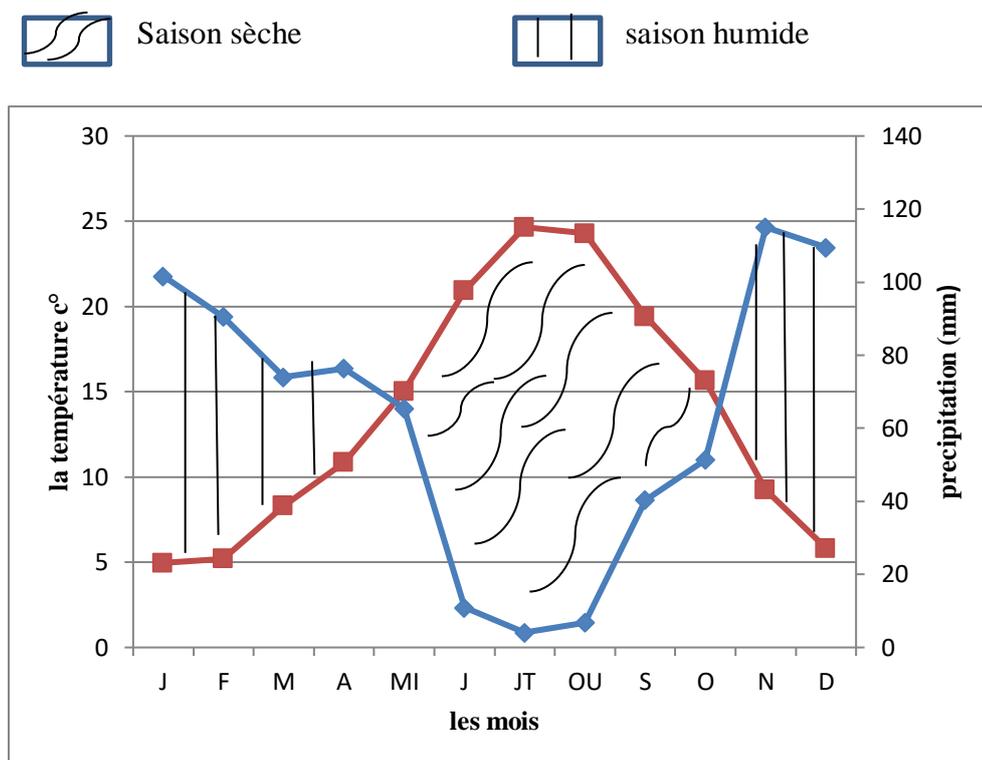
Dreux (1980), note que le vent est un facteur secondaire. Il a une action indirecte en activant l'évaporation, et contribue la sécheresse. Le vent constitue dans certain biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence des vents, la végétation est limitée dans son action (Ramade, 1984). A Chréa,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

### 2.4. Diagramme Obmrothémique de Bagnouls et Gaussen :

Selon Bagnouls et Gaussen (1953), le mois sec est définie lorsque la somme des précipitations moyennes exprimée en (mm), est inférieure au double de la température de ce mois ( $P/2T$ ). Il est exprimé par le diagramme ombrothermique sur lequel sont juxtaposées les précipitations et les températures et il révèle la présence de deux saisons contrastées. Une saison froide correspondant à la saison pluvieuse et une saison sèche correspondant à la saison chaude. La saison froide assez longue, débute à

la mi-septembre et se prolonge jusqu'à fin mai, alors que la saison sèche s'étale du début juin jusqu'à la mi-septembre pour la période 2000-2014 (Figure 14).

Alors tenant compte de ces données on peut dire que le climat dans notre période d'étude (mi-avril jusqu'à mi-juin), il était à la fin de la saison froide jusqu'au début de la saison chaude.



**Figure 14 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson du PNC (2000 - 2014).**

### 3. Flore et faune du parc :

#### 3.1. La flore :

Le Parc National de Chréa renferme un tapis végétal couvrant 22.673 ha de son territoire soit un taux de boisement de 85% Il est composé principalement de 02 strates : (Dahel, 2015)

## Chapitre II : Matériel et méthodes

---

-La strate arborescente, concerne toutes les zones où la végétation est à strate arborée et dont le couvert est fermé ou semi fermé. Elle renferme des formations végétales à potentiel forestier et économique. Elle concerne 5400 ha, soit 20.3% de la superficie totale du Parc. Cette strate comporte 12.58% de formations à base de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), réparties en général sur les reliefs septentrionaux du parc national et 4.86% de formation de Cèdre (*Cedrus atlantica*) se trouvant sur les crêtes centrales des monts de Chréa.

-La strate arbustive couvre 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. Elle se compose essentiellement de Lentisque (*Pistacia lentiscus*), de Chêne Vert (*Quercus ilex*), de Bruyère (*Erica arborea*), de Calycotome (*Calycotomespinosa*), et d' Arbousier (*Crataegus monogyna*).

Le maquis abrite un sous-bois parfois dense, constitué essentiellement de Cytise (*Cytisus triflorus*) de Diss (*Ampelodesma mauritanica*) de Daphné (*Daphne gnidium*) et de filaire (*Phyllerea media*).

Les inventaires réalisés ont révélé l'existence d'un patrimoine floristique évalué à 950 taxons de rang d'espèces et de sous espèces, ce qui représente 34,52% de la richesse floristique nationale (Dahel R, 2015). Ils évoluent dans de différentes formations végétales qui représentent pour eux les habitats vitaux nécessaires à leur subsistance harmonieuse :

- ✓ 878 espèces sont des végétaux autotrophes appartenant à 90 familles botaniques (72% des proportions nationales)
- ✓ plus de 350 genres botaniques.

Parmi ces espèces on en dénombre de nombreuses espèces rares, très rares et rarissimes (*Crupina vulgaris*). D'autres sont endémiques à l'Afrique du nord (*Cedrus atlantica*), à l'Algérie (*Origanum floribundum*).

Parmi ces espèces figurent également 174 plantes médicinales, 72 espèces de champignons et 15 espèces protégées en Algérie (par décret). De nombreuses espèces introduites (Pin noir, Pin de Canarie, Sapin de Numidie,...) caractérisent aussi la collection végétale du Parc national de Chréa.

### 3.2. La faune :

La faune du parc national de chréa se compose de 674 espèces recensées à ce jour. Elle représente 23% de la richesse faunistique nationale (Dahel, 2015). Le singe magot *Maccaca sylvanus* est l'animal emblématique du parc. Il est endémique à l'Afrique du nord. On y trouve aussi beaucoup d'autres espèces parmi elles :

- ✓ Mammifères : 31 espèces
- ✓ Oiseaux : 123 espèces
- ✓ Insectes : 470 espèces
- ✓ Myriapodes : 06 espèces
- ✓ Mollusques : 11 espèces
- ✓ Reptiles : 13 espèces
- ✓ Poissons : 05 espèces
- ✓ Crustacés : 03 espèces
- ✓ Amphibiens : 11 espèces
- ✓ Annélides : 01 espèce



**Figure 15 : Exemple de faune trouvée à Chréa (photo originale 2021).**

### II. Présentation des milieux d'études :

Nous avons choisi selon un gradient d'altitude quatre milieux au niveau du versant nord du Parc National de Chréa (fig. 16 à 19). Il est compris entre les latitudes Nord  $36^{\circ} 19'$  /  $36^{\circ} 30'$  et les longitudes Est  $2^{\circ}38'$  /  $3^{\circ} 02'$ .

#### 1. Milieu 1:

C'est une zone naturelle située à 500 m d'altitude au niveau du parc national de Chréa. Elle se trouve à proximité du village de Beni Ali.



Figure 16 : Localisation du milieu 1 à 500 mètres d'altitude.

### 2. Milieu 2 :

Le deuxième milieu est un milieu naturel situé à 800 mètres d'altitude près de la station téléphérique de Beni Ali.



Figure 17 : Localisation du milieu 2 à 800 mètres d'altitude.

### 3. Milieu 3 :

C'est un espace naturel localisé à 1100 mètres d'altitude.



**Figure 18 : Localisation du milieu 3 à 1100 mètres d'altitude.**

#### **4. Milieu 4 :**

Ce milieu naturel est situé à 1400 d'altitude, c'est le milieu plus haut des 4 milieux et le plus proche au sommet.



Figure 19 : Localisation du milieu 4 à 1400 mètres d'altitude.

### III. Echantillonnage sur terrain :

#### 1. Echantillonnage par les pièges Barber :

Les pièges Barbers sont fréquemment utilisés pour l'étude de la faune du sol. Il s'agit d'une méthode de capture passive, liée à l'activité des espèces sur le sol (Southwood, 1988).

Ce sont des récipients en métal, qu'on enterre verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve à ras du sol, ils sont remplis au 1/3 de leur contenu avec de l'eau additionnée de détergent qui joue le rôle de mouillant, empêchant les insectes piégés de s'échapper (Benkheilil, 1991).

## Chapitre II : Matériel et méthodes

---

Nous avons utilisé pour nos récoltes cinq récipients remplis d'eau additionnée à un détergent dans chaque altitude, afin de les récupérer après 2 à 3 jours.

Le choix de l'utilisation des pots Barber pour notre échantillonnage se justifie par leur simplicité d'emploi, et par le fait qu'ils procurent des effectifs de pédofaune importants. Le nombre d'individus et d'espèces capturés par effort temporel est élevé d'après Bonneil (in Bouget et Nageleisen, 2009).

- Les pots Barber permettent une bonne étude quantitative et capturent divers Arthropodes marcheurs, les coléoptères, les larves de collemboles, les araignées ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent par le vent.

Parmi les grands inconvénients de ce piège, leur dégradation fréquente par les sangliers et la capture d'espèces non-cibles (Benkhelil, 1992).



**Figure 20 : Echantillonnage par pot Barber (photo original 2021).**

### **2. Période d'échantillonnage :**

Il est important de savoir que la répartition et l'abondance de la pédofaune dans un milieu naturel est sous l'influence de plusieurs facteurs écologiques

L'étude menée dans le Parc National de Chréa s'est déroulée sur trois mois successifs (avril- mai-juin) à raison d'un échantillonnage chaque dix jour, durant la période de l'étude.

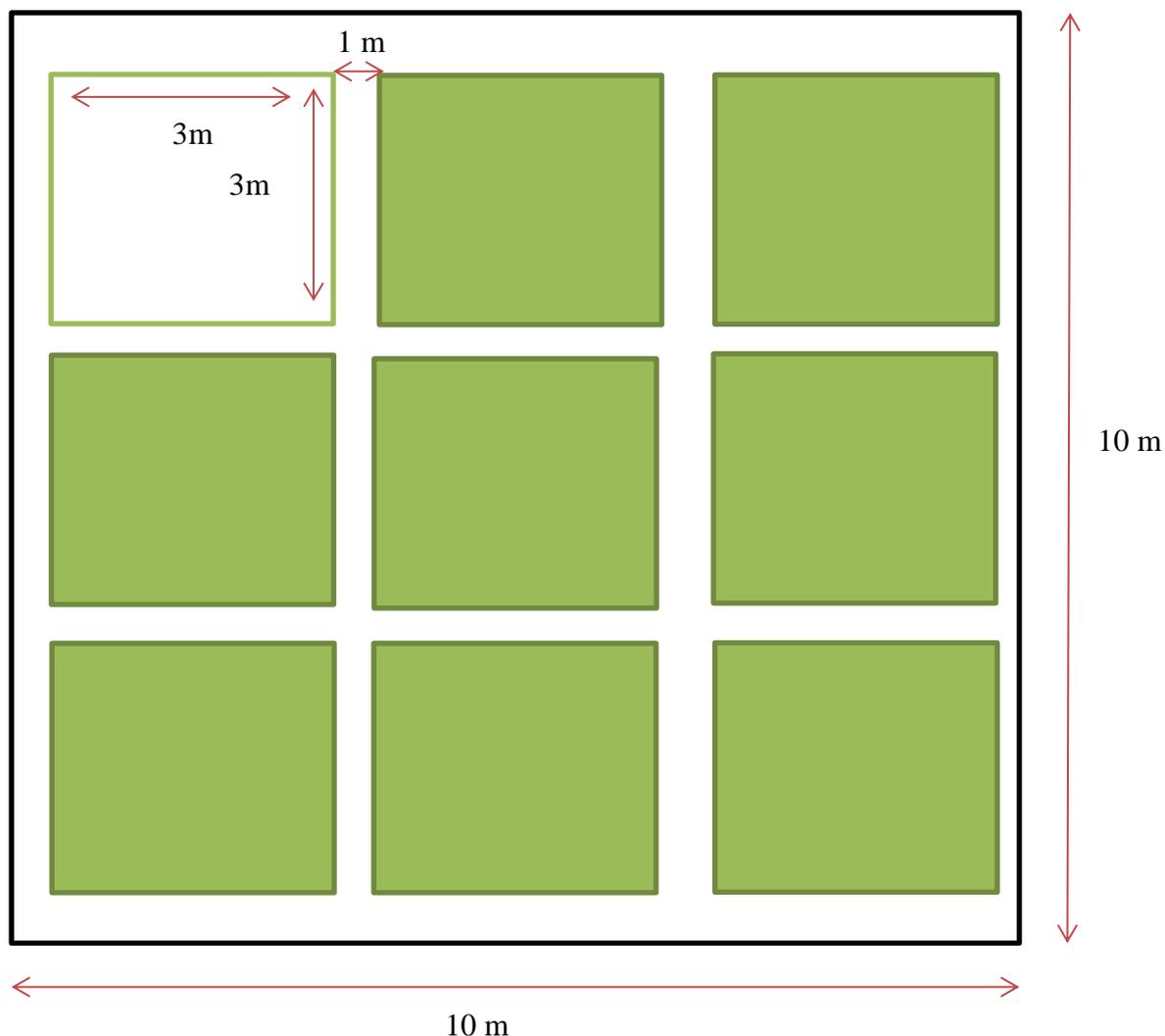
Les sorties d'échantillonnage se sont déroulées généralement la matinée. Les premiers pièges ont été déposés le 16 avril 2021 puis 2 à 3 jours après le dépôt, nous récoltons le contenu des pots. Nous avons répété cette opération chaque 10 jours jusqu'à la fin de l'échantillonnage soit le 16 avril, 28 avril, 08 mai, 18 mai, 28 mai et 08 juin, d'où un total de 6 dates d'échantillonnage.

### **3. Relevé floristique :**

#### **3.1. Echantillonnage par quadrat :**

Pour estimer l'abondance de chaque espèce végétale dans chaque milieu d'étude nous avons choisi aléatoirement une surface de 100 m<sup>2</sup> que l'on a divisé en 9 carrés de 3 m<sup>2</sup> (fig. 21), distants de 1mètre. Les différentes espèces végétales dans chaque quadrat ont été récoltées et leur abondance dominance a été estimée selon l'échelle de Braun Blanquet (1934).

Les identifications ont été réalisées sur la base de la clé de détermination des espèces d'après l'ouvrage sur la Nouvelle flore d'Algérie de Quezel et Santa (1962-1963) avec l'aide de Dr Degaichia H du département des Biotechnologies et Agroécologie, Faculté SNV à l'Université de Blida 1.



**Figure 21 : Echantillonnage de la végétation par quadrat dans les milieux d'étude.**

L'abondance est le nombre total d'individus de chaque espèce végétale dans l'échantillon total. Alors que la dominance en utilisant le recouvrement, est l'aire occupée par une espèce de plante dans un peuplement, par unité de surface. On l'estime à partir de la projection sur le sol de la couverture foliaire (Niang-Diop, 2010).

**Tableau 2 : Indices d'abondance dominance et recouvrement (Braun Blanquet, 1934)**

| <b>Recouvrement de l'espèce</b> | <b>Coefficient d'abondance</b> |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Supérieur à 75%                 | 5                              |
| Compris entre 50% et 75%        | 4                              |
| Compris entre 25% et 50%        | 3                              |
| Compris entre 5% et 25%         | 2                              |
| Inférieur à 5%                  | 1                              |
| Très peu abondant               | +                              |

#### **4. Prélèvement des échantillons de sol :**

L'échantillonnage du sol a été effectué au début du mois d'avril. La méthode consiste à prélever le sol 25cm de profondeur à l'aide d'une binette. Selon différentes orientations (Nord, Sud, Est, Ouest, centre) et à des distances différentes des pots Barber

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

#### **IV. Travail au laboratoire :**

##### **I. Utilisation de l'appareil de Berlèse :**

L'appareil de Berlèse (fig. 22), est constitué d'un entonnoir sur lequel est disposée une grille et sous lequel se trouve un flacon récepteur. L'échantillon de sol est placé sur la grille. Une lampe (source de lumière et de chaleur) disposée au-dessus de

l'échantillon de sol va provoquer la fuite des organismes de ce sol vers le bas. Ils vont alors passer à travers la grille puis vont tomber alors dans le flacon récepteur contenant de l'éthanol.

Au bout de 5-7 jours, on récupère le flacon et on verse le contenu dans une coupelle en verre. Sous la loupe binoculaire, on sépare les organismes par grands groupes taxonomiques (acariens, collemboles, fourmis...). Cette méthode permet d'identifier et de comptabiliser la mésofaune et la petite macrofaune du sol, (Bigot, 1965).

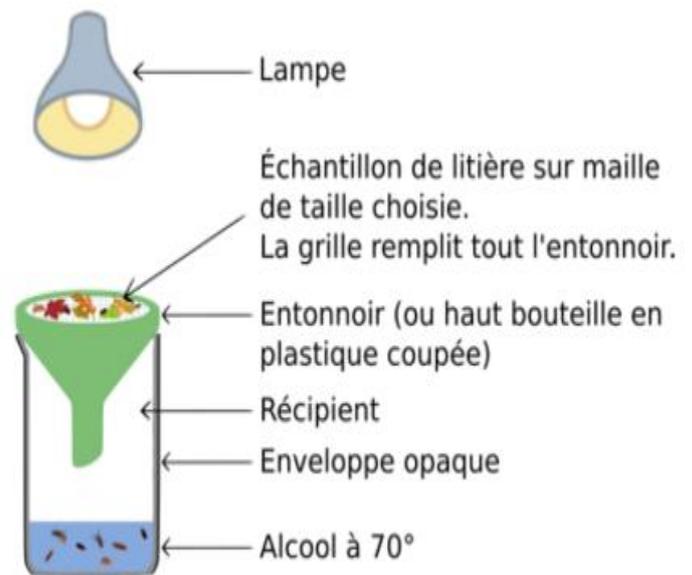


Figure 22 : Utilisation de la méthode de Berlese (Photo original 2021).

## II. Tri et comptage des taxons :

Le contenu des pots Barber et du Berlese récolté est trié et compté pour chaque taxon différent sous une loupe binoculaire aux grossissements 0,8 x puis 2,5x. Les espèces de grande à moyenne taille visibles à l'œil nu sont mises à sécher sur du papier absorbant puis placées dans des boîtes de pétri qui portent toutes les indications relatives à l'échantillon (date et lieu de prélèvement), en vue de les identifier ultérieurement (fig. 23). Les spécimens de petite taille susceptibles de se décomposer rapidement sont laissés jusqu'à leur identification dans de petits flacons en verre contenant de l'éthanol à 70°.

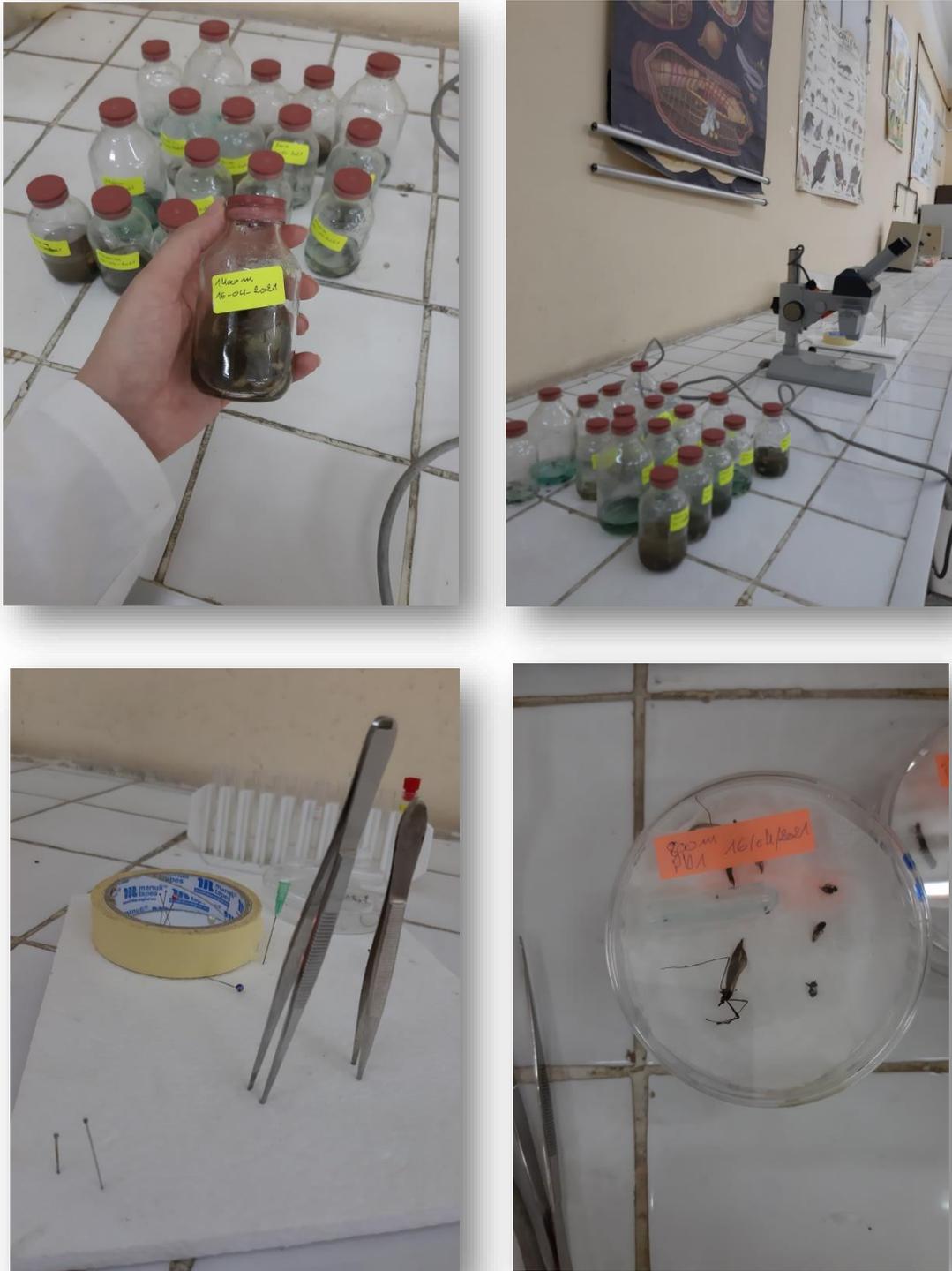


Figure 23 : Tris et comptage des espèces récoltées (Photo original 2021).

### III. L'identification :

Comme les autres organismes vivants (animaux et végétaux), les insectes sont classés dans différentes unités systématiques (Aberkane-Ounas, 2012).

L'identification des espèces est établie par Pr. Marniche.F. au niveau du laboratoire de zoologie de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Vétérinaires (ENSV, Bab Ezzouar, Alger), en utilisant différentes clés d'identification des Arthropodes et des Araneae. La richesse en espèces et le nombre d'individus de chaque espèce ont été considérés dans chaque milieu.

### IV. Analyse pédologique :

Dans cette partie nous avons traité l'aspect physico-chimique du sol qui a été effectuée au niveau du laboratoire de pédologie au département des Biotechnologies et Agro-écologie (Université de Blida 1). L'analyse des échantillons de sols des milieux d'étude a ciblé la détermination du PH, la conductivité électrique, le dosage de la matière organique, et les analyses granulométriques. Les modes opératoires sont présentés dans l'annexe III.

#### 4.1. Dosage de la matière organique :

La matière organique amplifie grandement la capacité d'échange cationique du sol et retient les nutriments assimilables par les plantes. Ainsi, la matière organique constitue un réservoir de nutriments lentement assimilables. Le carbone organique (C.O) est dosé par la méthode Anne, dont le C.O est oxydé par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique. L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert (**fig. 24**), (Aubert, 1978).

Le sable étant pris comme témoin. La teneur en matière organique est donnée par le calcul :  $(T \text{ (témoin)} - E \text{ (échantillons)} / 2) * 0,615 * 1,72$



**Figure 24 : Dosage de la matière organique (Photo original 2021).**

### **4.2. Mesure du PH :**

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

Selon Coineau, (1974), le degré de l'acidité est l'un des facteurs abiotiques qui influe sur la faune du sol. Les différentes mesures ont été réalisées avec un PH mètre (**fig. 25**).

### **4.3. La conductivité électrique :**

La conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) du sol par l'eau est utilisée comme un diagnostic de la salinité des sols. C'est une mesure de la quantité d'ions présents et qui pourraient se dissoudre en présence d'eau. Elle augmente avec la salinité et permet de juger d'une manière indirecte de la concentration en sels solubles (Lundy, 2011).

- La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre (fig. 26).



Figure 25 : Mesure du PH (Photo original 2021).



Figure 26 : Le conductimètre pour mesurer la conductivité (Photo original 2021).

### 4.4. L'analyse granulométrique:

L'analyse granulométrique consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon de sol en utilisant une série de tamis, pour la fraction sableuse et la sédimentation dans l'eau avec la pipette de Robinson pour les fractions fines. L'analyse granulométrique est réalisée suivant la méthode normalisée AFNOR NF X31-107.

L'échantillon de terre est mis en suspension dans l'eau additionnée d'héxamétaphosphate de sodium qui est un dispersant puissant qui neutralise l'action floculante des colloïdes sous l'effet des ions minéraux et principalement le calcium, ainsi que par le réactif d'ammoniac qui jouent un rôle important dans la détérioration des particules de sol. Les étapes de l'analyse granulométrique sont mentionnées dans l'annexe III et la figure 27.



Figure 27 : Étapes de l'analyse granulométrique au laboratoire (Original 2021).

### V. Analyse des données :

#### 1. Indices écologiques:

##### 1.1. Richesse totale (S) :

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

##### 1.2. Abondance relative (F%) :

C'est le rapport entre le nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre ( $n_i$ ) et le nombre total des individus de toutes les espèces confondues (N) (Ramade, 2003) . L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce. On admet qu'une espèce est abondante quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieure à 2.

$F\% = n_i/N \times 100$ ,  $n_i$  = Nombre des individus d'une espèce , N = Nombre total des individus toutes espèces confondues.

##### 1.3. La dominance :

Pour estimer la dominance d'une espèce donnée on peut recourir à l'indice de dominance de Simpson (D) :  $D = \sum n(n-1) / N(N-1)$ , n est le nombre d'individus de l'espèce i , N est le nombre total des individus capturés et S est la richesse spécifique totale.

##### 1.4. Diversité de Shannon-Weaver et Equitabilité

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

$H'(\text{Bits}) = -\sum n p_i \log_2 p_i$  -n est le nombre d'individus de l'espèce i

- N est le nombre total des individus capturés et S est la richesse spécifique totale
- Pi est l'abondance relative de l'espèce i et  $P_i = (n/N) \times 100$ .

L'équitabilité correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H' max) :  $E = H' / H' \text{ max}$ ,  $H' \text{ max} = \log_2 S$  avec S le nombre total des espèces présentes (Blondel, 1979).

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

### 2. Exploitation statistique :

Pour l'analyse des abondances des espèces inventoriées au niveau des 4 milieux sélectionnées dans le PN Chréa, nous avons utilisé l'analyse factorielle des correspondances suivie par la classification hiérarchique des groupes d'espèces. Une matrice basée sur les dates d'échantillonnage en colonnes et les taxons inventoriés en lignes a été établie à l'aide du logiciel excel, pour chaque station d'altitude. Nous avons également utilisé une matrice basée sur les abondances globales moyennes des espèces rencontrées par altitude afin de structurer de manière globale la distribution des taxons. Les AFC et CAH ont été réalisées à l'aide du logiciel Past version 9.11.

L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) est un mode de représentation graphique de tableaux de contingence. Elle vise à ressembler en un ou en plusieurs graphes la plus grande partie possible de l'information contenue dans un tableau (Delagarde, 1983). Elle maximise les corrélations entre les variables du milieu et les espèces (Blondel, 1986).

La CAH (Classification Ascendante Hiérarchique) consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilitude (Duchez et Loy, 2005). Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères (Benzecri, 1973, Lebart et al, 1982).

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

## I. Résultats des analyses pédologiques :

### 1. Matière organique, PH et conductivité électrique

Les teneurs en matière organique, les valeurs de PH et de conductivité électrique des échantillons de sol prélevés dans les 4 milieux d'altitude sont consignés dans le tableau 3

**Tableau 3 : Valeurs des paramètres physico-chimiques du sol des milieux étudiés**

|                                 | Valeur minimale | Valeur maximale | Moyenne      | observation      |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|------------------|
| <b>Milieu 1 (500m) (N=3).</b>   |                 |                 |              |                  |
| Matière organique %             | 7,70            | 7,93            | <b>7,81</b>  | Très riche en MO |
| PH                              | 7,21            | 7,23            | <b>7,22</b>  | neutre           |
| Conductivité électrique (µs/cm) | 631             | 639             | <b>635</b>   | légèrement salé  |
| <b>Milieu 2 (800 m) (N=3).</b>  |                 |                 |              |                  |
| Matière organique %             | 9               | 9,20            | <b>9,10</b>  | Très riche en MO |
| PH                              | 6,63            | 6,67            | <b>6,65</b>  | neutre           |
| Conductivité électrique (µs/cm) | 513             | 517             | <b>515</b>   | légèrement salé  |
| <b>Milieu 3 (1100 m) (N=3).</b> |                 |                 |              |                  |
| Matière organique %             | 11              | 11,30           | <b>11,15</b> | Très riche en MO |
| PH                              | 6,97            | 6,99            | <b>6,81</b>  | neutre           |
| Conductivité électrique (µs/cm) | 592             | 596             | <b>594</b>   | légèrement salé  |
| <b>Milieu 4 (1400 m) (N=3).</b> |                 |                 |              |                  |
| Matière organique %             | 11,25           | 11,34           | <b>11,29</b> | Très riche en MO |
| PH                              | 6,64            | 6,6             | <b>6,62</b>  | neutre           |
| Conductivité électrique (µs/cm) | 610             | 618             | <b>614</b>   | légèrement salé  |

Les taux moyens de matière organique sont de 7,81% dans le milieu à 500 m d'altitude, de 9,10 % dans le milieu à 800 m, de 11,15% à 1100m et 11,29% dans le

milieu à 1400 m d'altitude. Les sols des quatre milieux sont donc très riches en matière organique.

Les valeurs du pH varient en moyenne de 7,22 à 500 m, 6,65 à 800 m, 6,81 à 1100 m, à 6,64 au niveau du milieu situé à 1400 m. Les sols des milieux d'étude sont donc des sols neutres, à PH similaire. Les sols des quatre milieux ont des teneurs faibles de sel avec des valeurs variables de conductivité électrique respectivement de 635 us/cm à 500 m, 515 us/cm à 800 m, 594 us/cm à 1100 m et 614 us/cm au niveau des sols à 1400 m (tab. 3). D'après le classement de la qualité des sols, les sols des milieux d'altitude étudiés sont donc légèrement salés (Durand, 1983).

### 2. Analyse granulométrique :

Les milieux d'étude présentent des taux très faibles en argile et en limons fins, contrairement aux teneurs en sables fins et en sables grossiers. Les sables fins des sols situés entre 500 et 800m ont des taux qui varient de 24,70 à 26,09%. A plus haute altitude, entre 1100 et 1400m, ces taux atteignent 37 à 39,5%.

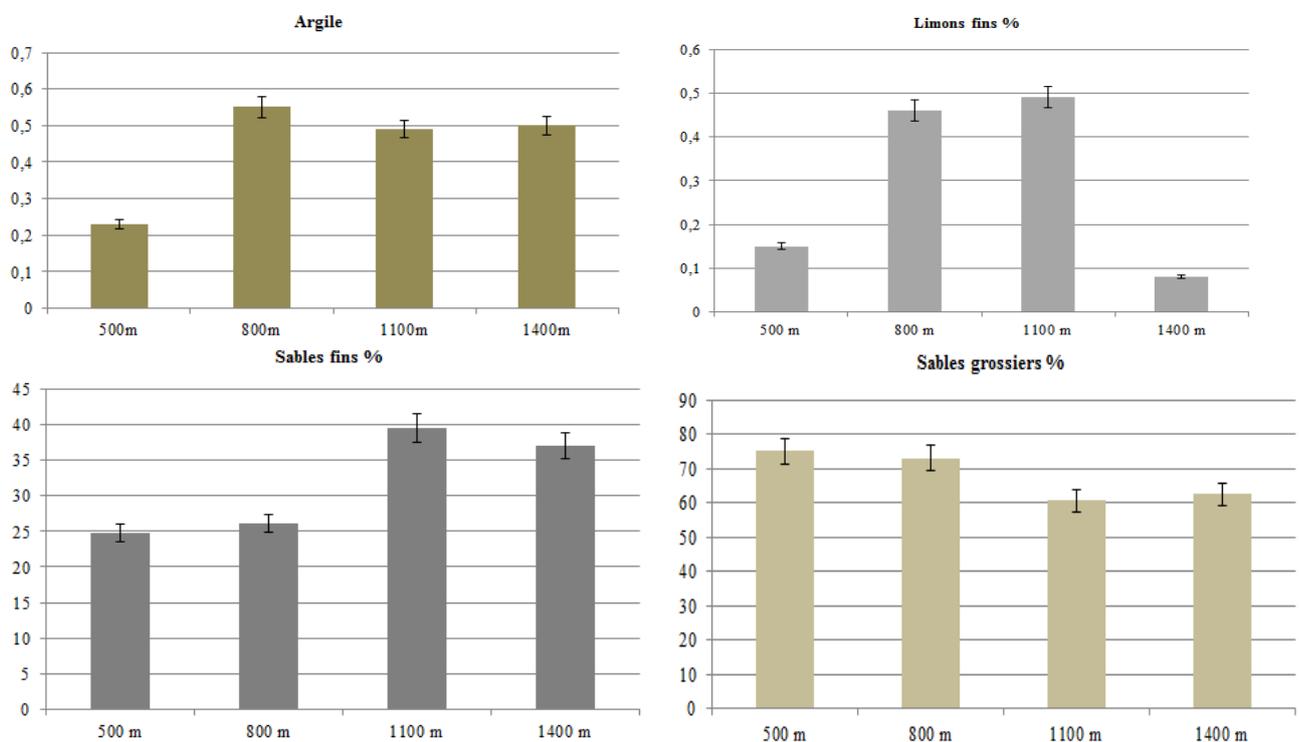
Les teneurs en sables grossiers sont les plus élevées. Les sols à moyenne altitude sont plus sablonneux avec des taux supérieurs à 70% tandis que les milieux à plus de 1000m ont des pourcentages en sables grossiers compris entre 60 et 62%, (tab. 4).

**Tableau 4: Résultats des analyses granulométriques des quatre milieux d'étude.**

| (N=1)                     | 500 m | 800 m | 1100 m | 1400 m |
|---------------------------|-------|-------|--------|--------|
| <b>Argile %</b>           | 0,23  | 0,55  | 0,49   | 0,50   |
| <b>Limons fins %</b>      | 0,15  | 0,46  | 0,49   | 0,08   |
| <b>Sables fins %</b>      | 24,70 | 26,09 | 39,50  | 36,99  |
| <b>Sables grossiers %</b> | 74,90 | 72,88 | 60,49  | 62,41  |

On remarque que le sol de la chênaie située à 500m d'altitude présente une plus faible teneur en argile et en limons fins ce qui traduit une teneur en matière organique plus élevée. Dans le même ordre d'idées, on constate qu'entre 500m et 800m d'altitude, la teneur en sables fins est presque similaire, et entre 1100m et 1400m d'altitude les sols sont doublement riches en sables fins. Par ailleurs, d'après les résultats de nos analyses, les valeurs des pourcentages de sables grossiers semblent très proches quel que soit le milieu d'étude, (fig. 28).

En effet, le test One way Anova ne montre aucune différence significative entre les 4 stations d'altitude (ddl=6,65 ; F=5,42 E-05, p=1).



**Figure 28: Variation des pourcentages en granulats des sols des milieux d'altitude étudiés.**

Le même test One way Anova a mis en évidence par contre des différences très hautement significatives entre les teneurs en argile et en limons fins avec celles des sables fins et des sables grossiers, et entre les teneurs en sables grossiers et en sables fins (ddl=5,84, F= 112,3, p= 1,45 E-05).

## II. Analyse floristique des milieux d'étude :

Les milieux d'étude sont représentés d'une manière générale par des chênaies pures ou mixtes et une cédraie à la plus haute altitude (1400m). Les principales espèces de plantes rencontrées et leurs recouvrements respectifs sont consignés dans le tableau 5.

Le milieu 1 à 500m est dominé par le chêne liège *Quercus suber* (Fagaceae) avec une végétation herbacée très dispersée, où la Fabaceae *Trifolium angustifolium* présente un recouvrement de 15%. Le milieu 2 qui se trouve à 800m d'altitude est une pelouse dominée par des Poaceae à *Lagurus ovatus* et *Avena barbata*. Le milieu 3 est un milieu forestier mixte situé à 1100m, il se caractérise par un ensemble de 6 familles botaniques faiblement représentées en espèces mais à recouvrement abondant compris entre 10 et 35%. Nous avons recensé dans ce milieu 7 espèces, où *Carduus pycnocephalus* (60%), *Quercus suber* (50%), *Urtica dioica* (70%) sont abondantes et dominantes.

Le milieu 4 est dominé par une cédraie. sur les 6 espèces inventoriées, les espèces *Anthriscus sylvestris* (83%), *Cedrus atlantica* (75%) sont abondantes et dominantes. Alors que *Salvia sclarea* (0,5%) et *Artemisia dracunculus* (0,5%) présentent une faible abondance.

**Tableau 5 : pourcentage des espèces végétales représentatives des milieux d'étude.**

### Milieu 1 (500 m)

| Famille         | Espèces  | Coef. Ab.dom. | Recouvrement % | Observation         |
|-----------------|--|---------------|----------------|---------------------|
| Caryophyllaceae | <i>Vaccaria hispanica</i> (Rauschert, 1965)    | +             | 1              | individus dispersés |
| Fabaceae        | <i>Trifolium angustifolium</i> L (Linné. 1753) | 2             | 15             | abondant            |
| Boraginaceae    | <i>Cynoglossum creticum</i> (Mill, 1768)       | 1             | 2              | individus dispersés |
| Fagaceae        | <i>Quercus suber</i> (L., 1753)                | 5             | 88             | dominant            |

### Chapitre III : Résultats et discussion

#### Milieu 2 (800 m)

| Famille    | Espèces                                      | Coef.<br>Ab.dom | Recouvrement<br>% | Observation            |
|------------|--|-----------------|-------------------|------------------------|
| Poaceae    | <i>Lagurus ovatus</i><br>(L. 1753)           | 3               | 30                | abondant               |
|            | <i>Avena barbata</i><br>(Pott ex Link, 1953) | 5               | 90                | dominant               |
| Asteraceae | <i>Anacyclus radiatus</i><br>(Loisel, 1828)  | 1               | 3                 | Individus<br>dispersés |

#### Milieu 3 (1100 m)

| Famille      | Espèces                                       | Coef.<br>Ab.dom | Recouvrement<br>% | Observation |
|--------------|---|-----------------|-------------------|-------------|
| Apiaceae     | <i>Apium graveolens</i> (Linné,<br>1753)      | 3               | 35                | abondant    |
|              | <i>Smyrniolum olusatrum</i><br>(Linné, 1753)  | 2               | 20                | abondant    |
| Asparagaceae | <i>Ruscus aculeatus</i> (Linné,<br>1753)      | 2               | 15                | abondant    |
| Asteraceae   | <i>Carduus pycnocephalus</i><br>(Linné, 1763) | 4               | 60                | abondant    |
| Fagaceae     | <i>Quercus suber</i> (Linné,<br>1753)         | 3               | 50                | abondant    |
| Rosaceae     | <i>Crataegus azarolus</i><br>(Linné, 1753)    | 2               | 10                | abondant    |
| Urticaceae   | <i>Urtica dioica</i> (Linné, 1753)            | 4               | 70                | dominant    |

#### Milieu 4 (1400 m)

| Famille    | Espèces  | Coef.<br>Ab.dom | Recouvrement<br>% | Observation            |
|------------|--|-----------------|-------------------|------------------------|
| Apiaceae   | <i>Anthriscus sylvestris</i> (Hoffm., 1814)      | 5               | 83                | dominant               |
|            | <i>Torilis arvensis</i> (Link, 1821)             | 2               | 13                | abondant               |
| Asteraceae | <i>Artemisia dracunculoides</i><br>(Linné, 1753) | +               | 0,5               | individus<br>dispersés |
| Fagaceae   | <i>Quercus ilex</i> (Linné, 1753)                | 1               | 3                 | individus<br>dispersés |
| Lamiaceae  | <i>Salvia sclarea</i> (Linné, 1753)              | +               | 0,5               | individus<br>dispersés |
| Pinaceae   | <i>Cedrus atlantica</i> (Carrière, 1855)         | 4               | 75                | abondant               |

### III. Analyse de l'inventaire de la pédofaune dans les milieux d'étude:

Les taxons de la pédofaune capturés globalement dans les quatre milieux d'altitude ont été classés selon leur appartenance taxonomique. Onze principaux ordres sont représentés : les Araneae, Coleoptera, Collembola, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isopoda, Julida, Lithobiomorpha, Orthoptera, Zygentoma.

Le tableau détaillé des espèces inventoriées figure en annexe I. Il présente les taxons rencontrés et leurs codes selon les familles et les différents ordres cités précédemment.

**Tableau 6 : Présence-absence des taxons de la pédofaune dans les milieux d'études**

(+ : présence, - : absence d'espèce)

| <b>famille</b>         | <b>taxon</b>  | <b>500m</b> | <b>800m</b> | <b>1100m</b> | <b>1400m</b> |
|------------------------|---|-------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>Acrididae</b>       | <i>Acrididae</i> sp (MacLeay, 1821)                       | -           | +           | -            | -            |
| <b>Andrenidae</b>      | <i>Andrenidae</i> sp (Latreille, 1802)                    | -           | +           | -            | -            |
| <b>Anthomyiidae</b>    | <i>Delia</i> sp (Robineau-Desvoidy, 1830)                 | +           | +           | +            | -            |
|                        | <i>Anthomyia pluvialis</i> (Linnaeus, 1758)               | -           | -           | +            | -            |
| <b>Anyphaenidae</b>    | <i>Anyphaenidae</i> sp (Bertkau, 1878)                    | -           | -           | +            | -            |
| <b>Apidae</b>          | <i>Apidae</i> sp (Latreille, 1802)                        | -           | -           | +            | -            |
|                        | <i>Eucera</i> sp (Scopoli, 1770)                          | -           | +           | -            | -            |
| <b>Armadillidiidae</b> | <i>Porcelio</i> (Latreille, 1804)                         | +           | +           | -            | -            |
| <b>Buprestidae</b>     | <i>Acmaeodera degener</i> (Scopoli, 1763)                 | -           | +           | -            | -            |
|                        | <i>Anthaxia</i> sp (Eschscholtz, 1829)                    | -           | +           | -            | -            |
| <b>Calliphoridae</b>   | <i>Calliphora vicina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)        | -           | -           | -            | +            |
|                        | <i>Chrysomya</i> sp (Robineau-Desvoidy, 1830)             | -           | -           | -            | +            |
| <b>Calliphoridae</b>   | <i>Calliphoridae</i> sp                                   | -           | -           | -            | +            |
| <b>Cantharidae</b>     | <i>Cantharis obscura</i> (Linnaeus, 1758)                 | -           | -           | -            | +            |
| <b>Carabidae</b>       | <i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)                      | +           | +           | -            | -            |
|                        | <i>Carabidae</i> sp (Latreille, 1802)                     | +           | -           | -            | -            |
|                        | <i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)                | +           | -           | -            | -            |
|                        | <i>Syntomus truncatulus</i> (Linnaeus, 1760)              | +           | -           | -            | -            |
|                        | <i>Brachinus eflans</i> (Weber, 1801)                     | -           | +           | -            | -            |
|                        | <i>Carabus (Microthorax) morbillosus</i> (Fabricius 1792) | -           | +           | -            | -            |

### Chapitre III : Résultats et discussion

|                        |   |   |   |   |   |
|------------------------|---|---|---|---|---|
|                        | <i>Harpalus sculus</i> (Dejean, 1829)             | - | + | - | - |
|                        | <i>Carterus rotundicollis</i> (Rambur, 1837)      | - | - | + | - |
|                        | <i>Chlaenius chrysocephalus</i> (Rossi, 1790)     | - | - | + | - |
| <b>Carcinophoridae</b> | <i>Anisolabis mauritanicus</i> (Fieber, 1853)     | - | - | - | + |
| <b>Collembola</b>      | <i>Collembola</i> sp (Lubbock, 1870)              | + | - | - | + |
| <b>Curculionidae</b>   | <i>Sitona</i> sp (Germar, 1817)                   | - | - | - | + |
| <b>Cydnidae</b>        | <i>Sehirus luctuosus</i> (Mulsant & Rey, 1866)    | - | + | - | - |
| <b>Dermestidae</b>     | <i>Dermestes frischii</i> (Kugelann, 1792)        | - | + | - | - |
| <b>Diapriidae</b>      | <i>Diapriidae</i> (Haliday, 1833)                 | - | - | - | + |
| <b>Dolichopodidae</b>  | Dolichopodidae sp (Latreille, 1809)               | + | - | - | - |
| <b>Dysderidae</b>      | <i>Dysdera crocata</i> (C. L. Koch, 1838)         | + | - | - | + |
| <b>Forficulidae</b>    | <i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)     | - | + | - | - |
| <b>Formicidae</b>      | <i>Aphaenogaster depilis</i> (Santschi, 1911)     | + | + | - | - |
|                        | <i>Aphaenogaster testaceopilosa</i> (Lucas, 1849) | + | + | - | - |
|                        | <i>Camponotus alii</i> (Forel, 1890)              | + | + | + | + |
|                        | <i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille, 1802)    | + | - | - | - |
|                        | <i>Camponotus lateralis</i> (Olivier, 1792)       | + | - | - | - |
|                        | <i>Cataglyphis viatica</i> (Fabricius, 1787)      | + | + | - | + |
|                        | <i>Crematogaster auberti</i> (Emery, 1869)        | + | + | + | - |
|                        | <i>Lasius grandis</i> (Forel, 1909)               | + | + | + | - |
|                        | <i>Messor barbarus</i> ((Linnaeus, 1767)          | + | - | - | - |
|                        | <i>Messor capitatus</i> (Latreille, 1798)         | + | + | - | - |
|                        | <i>Monomorium salomonis</i> (Linnaeus, 1758)      | + | - | - | - |
|                        | <i>Tetramorium semilaeve</i> (André, 1883)        | + | - | - | - |
|                        | <i>Aphaenogaster senilis</i> (Mayr, 1853)         | - | + | - | - |
|                        | <i>Dorylus fulvus</i> (Westwood, 1839)            | - | - | - | + |
| <b>Geometridae</b>     | Lepidoptera sp (Linnaeus, 1758)                   | - | - | - | + |
| <b>Glabrasidae</b>     | <i>Glabrasida</i> sp (Escalera, 1910)             | - | - | + | - |
| <b>Gnaphosidae</b>     | <i>Gnaphosa</i> sp (Walckenaer, 1802)             | + | + | + | + |
|                        | <i>Zelotes</i> sp (Gistel, 1848)                  | + | - | - | - |
| <b>Gryllidae</b>       | <i>Gryllus</i> sp (Linnaeus, 1758)                | + | - | - | - |
| <b>Halictidae</b>      | <i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)      | - | + | - | - |
|                        | <i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)           | - | + | - | - |
| <b>Heleomyzidae</b>    | <i>Helomyza</i> sp (Meigen, 1830)                 | - | - | + | + |
| <b>Ichneumonidae</b>   | <i>Alysinae</i> (Leach, 1815)                     | + | - | - | - |
| <b>Issidae</b>         | <i>Issus</i> sp (Fabricius, 1803)                 | - | + | + | - |
| <b>Julidae</b>         | <i>Iulus</i> sp (Linnaeus, 1758)                  | - | + | - | + |
|                        | <i>Diplopoda</i> (de Blainville in Gervais, 1844) | - | - | - | + |
| <b>Lampyridae</b>      | <i>Lampyris noctiluca</i> (Linnaeus, 1767)        | - | - | + | + |
| <b>Lepismatidae</b>    | <i>Lepisma</i> sp (Linnaeus, 1758)                | + | - | - | - |
| <b>Linyphiidae</b>     | <i>Linyphiidae</i> (Blackwall, 1859)              | + | - | - | - |

### Chapitre III : Résultats et discussion

|                       |  |   |   |   |   |
|-----------------------|--|---|---|---|---|
| <b>Lithobiidae</b>    | <i>Lithobius</i> sp (Linnaeus, 1758)                 | - | - | + | + |
| <b>Lycosidae</b>      | <i>Lycosidae</i> sp (Sundevall, 1833)                | + | + | - | + |
| <b>Malachiidae</b>    | <i>Malachius bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758)       | + | - | - | - |
| <b>Melyridae</b>      | <i>Danacea</i> sp (Laporte de Castelnau, 1836)       | - | - | - | + |
| <b>Muscidae</b>       | <i>Hydrotaea</i> sp (Robineau-Desvoidy, 1830)        | - | + | + | + |
| <b>Pentatomidae</b>   | <i>Pitedia juniperina</i> (Linnaeus, 1758)           | - | - | + | - |
| <b>Phalengidea</b>    | <i>Opiliones</i> (Sundevall, 1833)                   | + | + | - | - |
| <b>Pholcidae</b>      | <i>Phalangidae</i> sp (Fuesslin, 1775)               | + | + | + | + |
| <b>Phoridae</b>       | <i>Phora</i> sp                                      | - | - | + | + |
|                       | <i>Megaselia</i> sp (Róndani, 1856)                  | + | - | - | + |
| <b>Prionoceridae</b>  | <i>Lobonyx aeneus</i> (Fabricius, 1787)              | + | - | - | - |
| <b>Reduviidae</b>     | <i>Peirates hybridus</i> (Scopoli, 1763)             | + | + | + | + |
| <b>Sarcophagidae</b>  | <i>Sarcophaga</i> sp (Meigen, 1826)                  | - | - | + | + |
| <b>Scarabaeidae</b>   | <i>Aphodius fimetarius</i> (Linnaeus, 1758)          | - | + | - | - |
|                       | <i>Onthophagus verticicornis</i> (Laicharting, 1781) | - | + | + | - |
|                       | <i>Protaetia opaca</i> (Fabricius, 1787)             | - | + | - | - |
|                       | <i>Sisyphus schaefferi</i> (Linnaeus, 1758)          | - | + | - | - |
|                       | <i>Tropinota squalida</i> (Scopoli, 1763)            | - | + | - | - |
|                       | <i>Onthophagus aerarius</i> (Reitter, 1892)          | - | - | - | - |
|                       | <i>Rhyzotrogus aestirus</i> (Olivier, 1789)          | - | - | + | - |
| <b>Scoliidae</b>      | <i>Scoliidae</i> (Latreille, 1802)                   | - | + | - | - |
| <b>Silphidae</b>      | <i>Silpha granulata</i> (Linnaeus, 1758)             | - | - | - | + |
|                       | <i>Silphidae</i> (Latreille, 1806)                   | - | + | - | - |
| <b>Sphacroceridae</b> | <i>Sphacroceridae</i> sp (Macquart, 1835)            | - | - | + | - |
|                       | <i>Rachispoda</i> sp (Lioy, 1864)                    | + | - | + | - |
| <b>Staphylinidae</b>  | <i>Anotylus</i> (Thomson, 1859)                      | + | - | - | - |
|                       | <i>Atheta</i> sp (Thomson, 1858)                     | + | + | + | + |
|                       | <i>Ocypus olens</i> (O.F.Müller, 1764)               | - | - | + | + |
|                       | <i>Staphylinus olens</i> (O.F.Müller, 1764)          | - | - | + | - |
|                       | <i>Lathrobium</i> sp (Gravenhorst, 1802)             | - | - | - | + |
| <b>Tabanidae</b>      | <i>Pangonius micans</i> (Meigen, 1820)               | + | - | - | - |
| <b>Tenebrionidae</b>  | <i>Tentyria interrupta</i> (Latreille, 1807)         | + | - | - | - |
|                       | <i>Scaurus punctatus</i> (Fabricius, 1798)           | - | + | - | - |
| <b>Thomisidae</b>     | <i>Xysticus</i> sp (C. L. Koch, 1835)                | + | - | + | - |
| <b>Tipulidae</b>      | <i>Tipula</i> sp (Linnaeus, 1758)                    | + | + | + | - |
| <b>Trogidae</b>       | <i>Trox fabricii</i> (Reiche, 1853)                  | + | - | - | - |
| <b>Troglilidae</b>    | <i>Trogulus</i> sp (Linnaeus, 1758)                  | - | - | + | - |
| <b>Zodariidae</b>     | <i>Zodarion</i> sp (Walckenaer, 1826)                | + | - | - | - |
| <b>Lepidoptera</b>    | <i>Thaumetopea bonjeani</i>                          | - | + | - | - |

1. Analyse des abondances des ordres:

1.1 Comparaison des abondances moyennes globales :

Les effectifs de la pédofaune totale capturée durant la période d'échantillonnage ont été comparés selon le mois, l'altitude et les ordres inventoriés (fig. 29 a, b et c).

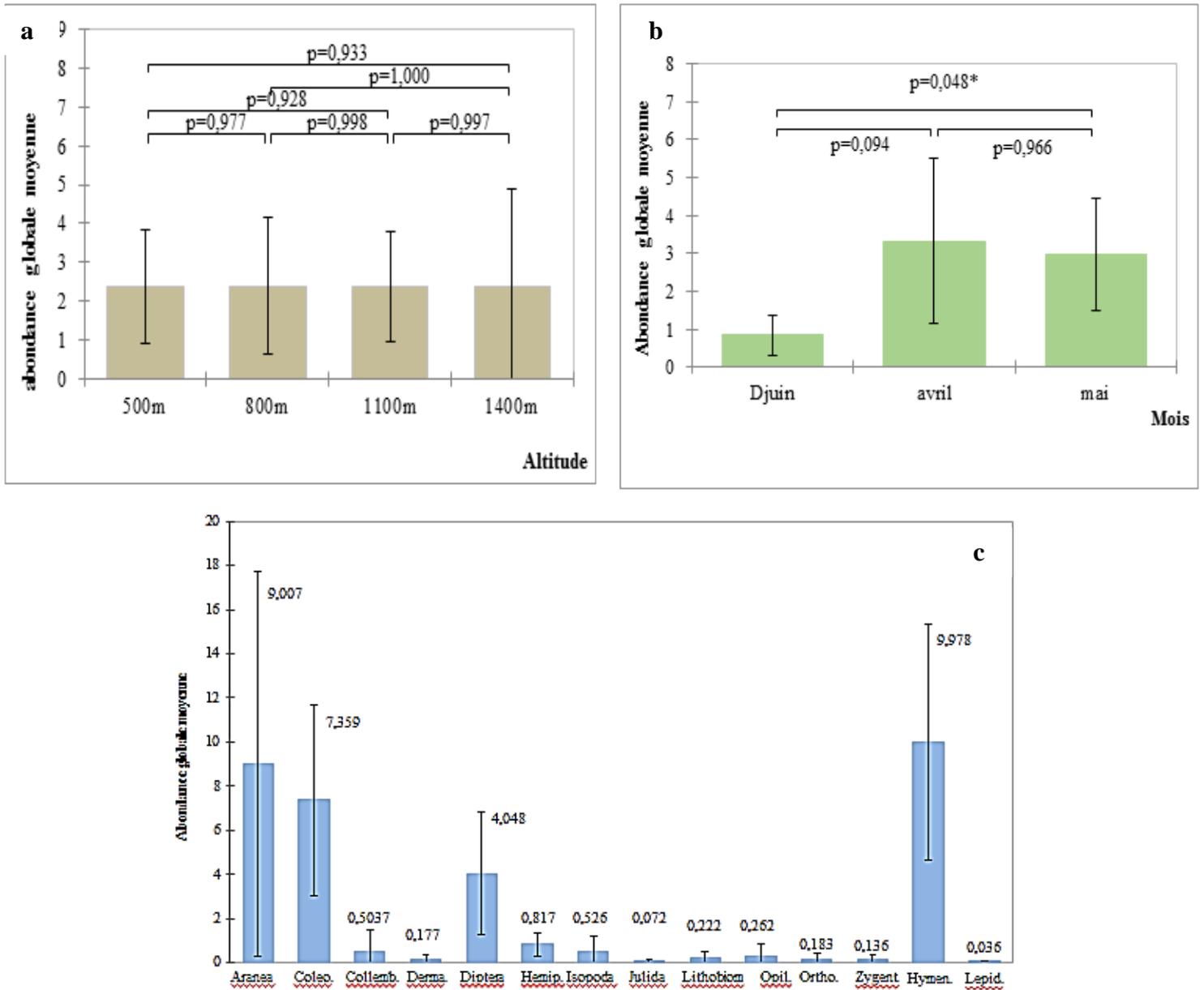


Figure 29: Moyennes et intervalles de confiance des abondances globales de la pédofaune dans les milieux d'étude (\* significatif au seuil alpha = 0,05).

La comparaison des moyennes du total des effectifs de la pédofaune capturée à chaque milieu d'altitude n'a pas mis en évidence une différence significative spatiale entre les altitudes (fig. 29a, test de kruskall wallis,  $p > 5\%$ , Past vers. 9.11). Par contre, il ya une différence saisonnière significative entre les abondances globales enregistrées en mai et au début de juin (fig. 29b, test de kruskall wallis,  $p = 0,04$ , Past vers. 9.11).

Les comparaisons multiples par paires des abondances des ordres de la pédofaune montrent des différences significatives entre les ordres du groupe a : Araneae, Hymenoptera, Coleoptera et les autres ordres classés dans les groupes (bc) et (c) lesquels se caractérisent par de très faibles abondances, (tab. 6).

**Tableau 7 : Comparaisons multiples par paires des abondances globales des ordres. (Test bilatéral, Kruskall Wallis, past vers. 9.11, les mêmes lettres des groupes homogènes ne sont pas significativement différentes).**

| Variable Ordre | Moyenne | Groupes | Variable Ordre | Moyenne | Groupes |
|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|
| Araneae        | 9,008   | a       | Julida         | 0,072   | c       |
| Coleoptera     | 7,359   | a       | Lithobiomorpha | 0,222   | c       |
| Collembola     | 0,504   | c       | Opilions       | 0,262   | c       |
| Dermaptera     | 0,177   | c       | Orthoptera     | 0,183   | c       |
| Diptera        | 4,049   | ab      | Zygentoma      | 0,137   | c       |
| Hemiptera      | 0,818   | abc     | Hymenoptera    | 9,979   | a       |
| Isopoda        | 0,527   | bc      | Lepidoptera    | 0,036   | c       |

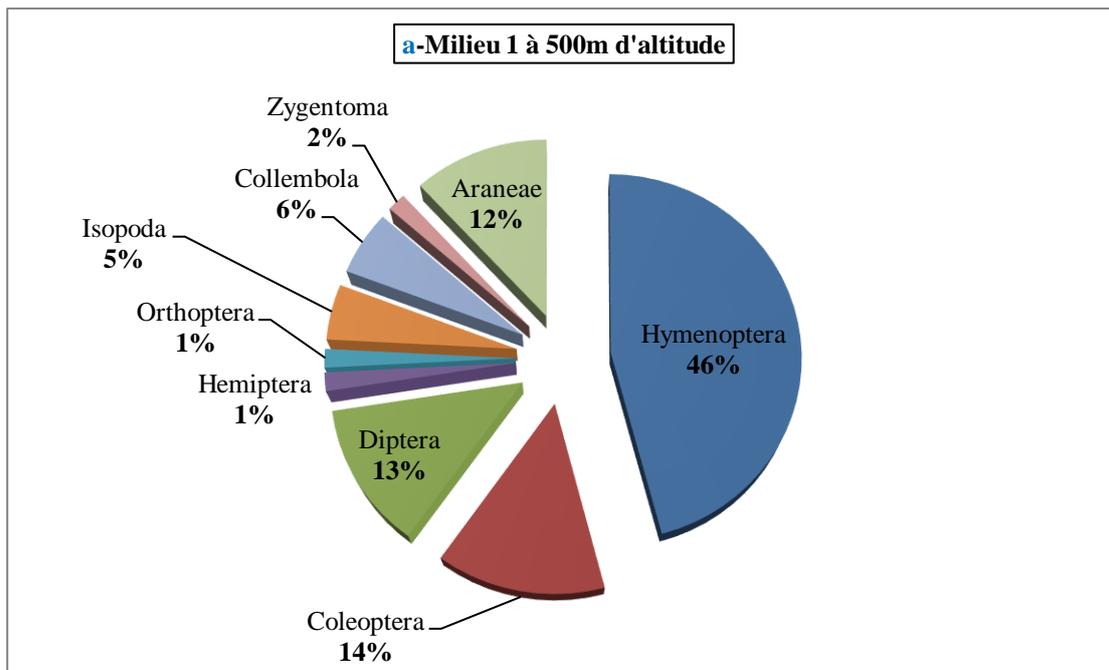
### 1.2 Variation des abondances de chaque milieu d'altitude

#### *a-Abondances relatives globales*

La répartition des pourcentages des abondances relatives globales des différents ordres de la pédofaune inventoriée dans les 4 milieux d'étude est représentée au niveau des figures 30 a, b, c et d

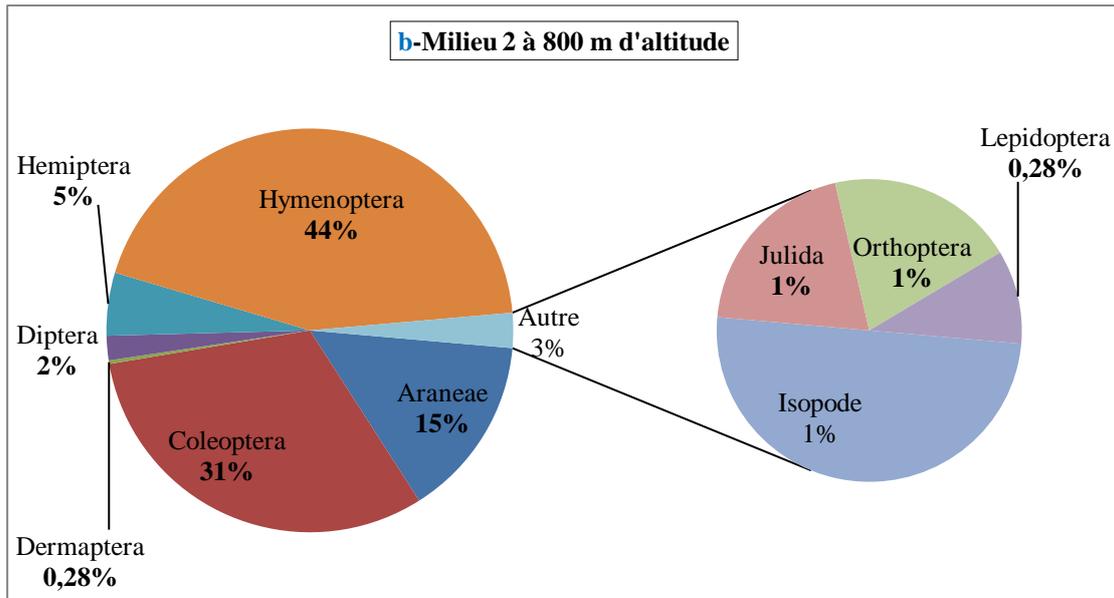
On peut constater un pourcentage différent des abondances relatives des principaux ordres rencontrés et représentés par les Hymenoptera, Coleoptera, Diptera et les Aranea, variant d'une altitude à une autre.

Les Hymenoptera occupent presque la moitié de la communauté de la pédofaune de 500 à 800mètres d'altitude avec des valeurs d'abondances relatives respectives similaires de 46% et 44% (fig. 30 a et b). Ils sont suivis par ordre d'importance par les Coleoptera et les Diptera avec les Aranea. Les Diptera et les Araneae avec les Coleoptera sont relativement présents à 500m d'altitude mais avec une faible représentativité (13%) (fig. 30a).



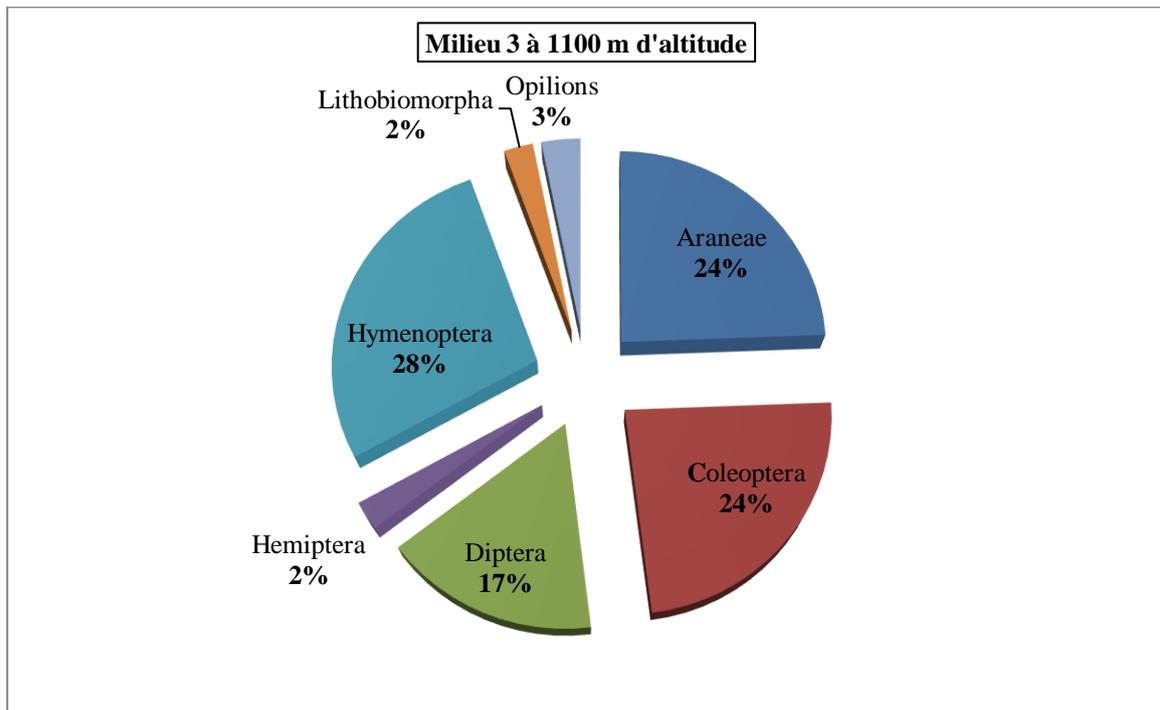
**Figure 30a : Abondances relatives des ordres dans le milieu 1(500m d'altitude).**

C'est au niveau du milieu situé à 800m d'altitude que l'abondance relative de l'ordre des Coleoptera est la plus importante en comparaison avec celle observée à des niveaux supérieurs 1100m et 1400m d'altitude où elle diminue graduellement (fig. 30 b, c et d).



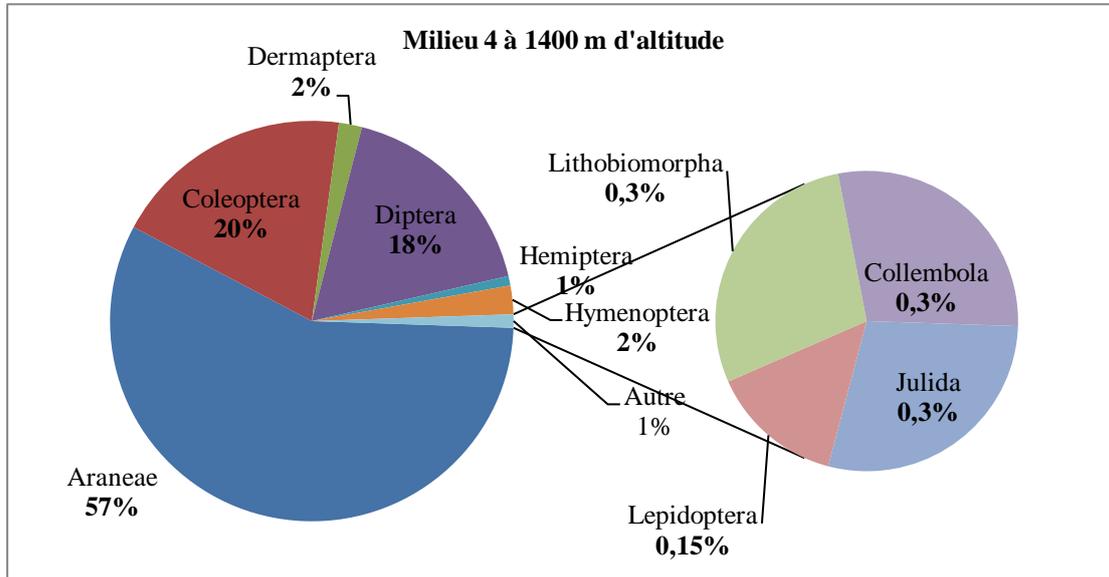
**Figure 30b: Abondances relatives des ordres dans le milieu 2 (800m d'altitude).**

Les pourcentages d'abondance diminuent de 31% dans le milieu 2 (fig. 30b) à 24% et 20% dans les milieux 3 et 4 (fig. 30c et d). Tandis que la représentativité des Araneae augmente considérablement en montant en altitude. En effet, de la chênaie ouverte, en passant par la chênaie avec pelouses jusqu'à la cédraie, les abondances des araignées augmentent de 12% à 15% dans les basses altitudes à 24% et 57% à plus haute altitude (fig. 30 a, b,c, d).



**Figure 30c : Abondances relatives des ordres dans le milieu 3 (1100m d'altitude).**

Dans la cédraie, on remarque que les Hymenoptera sont très faiblement représentés (2%) contrairement aux Diptera dont l'abondance relative avoisine les 20% (fig. 30d).



**Figure 30d : Abondances relatives des ordres dans le milieu 4 (1400m d'altitude).**

Enfin les ordres restants (Julida, Lithobiomorpha, Zygentoma, Hemiptera, Dermaptera etc) occupent une minorité où les abondances relatives respectives ne dépassent pas 3%. Les Collembola restent inféodés au milieu situé à l'altitude la plus basse (500m) d'après nos observations.

### ***b-Abondances globales mensuelles***

Les abondances globales mensuelles des différents ordres de chaque milieu sont représentées dans les tableaux 7, 8, 9, et 10.

A 500m, l'ordre des Hymenoptera est largement dominant devant les Coleoptera, Diptera et Aranea avec un total d'effectifs de 112, 34, 31 et 29 individus respectivement (Tab. 7). Les Isopoda et Collembola ont des effectifs faibles de l'ordre de 12 et 14 individus mais ne sont pas négligeables à côté des effectifs des autres ordres Zygentoma, Hemiptera et Orthoptera.

Durant le mois d'avril, le peuplement global des espèces capturées affiche la présence de neuf ordres avec une dominance des Hymenoptera et des Aranea. Les autres ordres sont présents avec une faible abondance devant les Collembola qui

### Chapitre III : Résultats et discussion

comptent 13 individus pendant ce mois. Au mois de mai, l'abondance des Hymenoptera augmente puis diminue vers le début de juin mais ce groupe reste exclusivement dominant à cette période, (tab. 7).

**Tableau 8 : Abondances totales mensuelles des ordres à 500m.**

| Ordre       | Avril | Mai | Début juin | Total |
|-------------|-------|-----|------------|-------|
| Hymenoptera | 38    | 53  | 21         | 112   |
| Coleoptera  | 12    | 22  | 0          | 34    |
| Diptera     | 7     | 23  | 1          | 31    |
| Hemiptera   | 2     | 1   | 1          | 4     |
| Orthoptera  | 2     | 2   | 0          | 4     |
| Isopoda     | 0     | 9   | 3          | 12    |
| Collembola  | 13    | 1   | 0          | 14    |
| Zygentoma   | 3     | 1   | 0          | 4     |
| Araneae     | 24    | 4   | 1          | 29    |
| Total       | 101   | 116 | 27         | 244   |

Au niveau du deuxième milieu situé à 800m d'altitude, les captures des pots Barber ont révélé une présence globale de 10 ordres. Le nombre d'hyménoptères est toujours prépondérant (157 individus). On peut constater également une dominance des coléoptères et des araignées avec des effectifs respectifs de 112 et 57 individus. Durant le mois d'avril, le peuplement global des espèces est dominé par les Coleoptera. Les autres ordres sont moyennement ou faiblement présents comme les araignées. Au mois de mai comme au début de juin, on a une dominance des Hymenoptera et une abondance moyenne pour les autres ordres. Enfin, durant le début du mois de juin on remarque une dominance absolue des Hymenoptera avec une faible abondance des autres ordres, (tab. 8).

**Tableau 9 : Abondances totales mensuelles des ordres à 800m.**

|             | Avril | Mai | Début juin | Total |
|-------------|-------|-----|------------|-------|
| Araneae     | 25    | 22  | 5          | 52    |
| Coleoptera  | 90    | 17  | 5          | 112   |
| Dermoptera  | 0     | 1   | 0          | 1     |
| Diptera     | 3     | 3   | 1          | 7     |
| Hemiptera   | 2     | 11  | 5          | 18    |
| Hymenoptera | 50    | 83  | 24         | 157   |

### Chapitre III : Résultats et discussion

|             |     |     |    |     |
|-------------|-----|-----|----|-----|
| Isopoda     | 0   | 5   | 0  | 5   |
| Julida      | 0   | 2   | 0  | 2   |
| Orthoptera  | 2   | 0   | 0  | 2   |
| Lepidoptera | 1   | 0   | 0  | 1   |
| Total       | 173 | 144 | 40 | 357 |

Concernant le milieu situé à 1100m d'altitude, les communautés de la pédofaune inventoriée sont composées de 7 ordres. Par ordre d'importance dans ce milieu, on retrouve également le groupe des Hymenoptera suivi par le groupe des Araneae et des Coleoptera avec des abondances totales respectives de 35, 31 et 30 individus, puis l'ordre des Diptera représenté par 21 individus au total. Les autres ordres sont très faiblement représentés.

Les Araneae dominent en avril, et les Coleoptera sont dominants aussi bien en avril qu'en mai. Les Hymenoptera et les Diptera sont les mieux représentés au mois de mai, alors qu'au début de Juin, on assiste à de très faibles abondances pour tous les ordres excepté une dominance absolue des Hymenoptera, (tab. 9).

**Tableau 10 : Abondances mensuelles des ordres à 1100m.**

| Ordre          | Avril | Mai | Début juin | total |
|----------------|-------|-----|------------|-------|
| Araneae        | 19    | 6   | 6          | 31    |
| Coleoptera     | 12    | 16  | 2          | 30    |
| Diptera        | 6     | 14  | 1          | 21    |
| Hemiptera      | 1     | 2   | 0          | 3     |
| Hymenoptera    | 1     | 23  | 11         | 35    |
| Lithobiomorpha | 2     | 1   | 0          | 3     |
| Opilions       | 4     | 0   | 0          | 4     |
| Total          | 45    | 62  | 20         | 127   |

Les ordres dominants au niveau du milieu situé à 1400m d'altitude concernent successivement les Araneae, les Diptera et les Coleoptera avec des abondances mensuelles respectives de 328 individus en avril, 57 individus et 78 individus en mai. Les autres ordres sont présents avec une faible abondance.

### Chapitre III : Résultats et discussion

Durant le début du mois de juin, en remarque une dominance des Diptera (2 individus) et des Coleoptera (23 individus) avec une faible abondance des autres ordres. On note notamment un très faible nombre d'individus des Hymenoptera tandis que les Collembola et les Lithobiomorpha ont été rarement capturés (tab. 9).

Enfin, le milieu le plus élevé situé à 1400m d'altitude se distingue par une plus forte représentativité des araignées devant tous les autres ordres entomofauniques. Pendant le mois d'avril, le peuplement global des espèces capturées comprend dix ordres avec une dominance surtout de l'ordre des Araneae puis celui des Coleoptera.

Les autres ordres sont présents avec une faible abondance. Au mois de mai, on a une dominance des Diptera, des Coleoptera et des Araneae avec une faible abondance pour les autres ordres. Durant le début du mois de juin, l'ordre des Diptera et des Coleoptera dominent le reste des ordres de la communauté qui se caractérisent par une faible abondance, (tab. 10).

**Tableau 11 : Abondances mensuelles des ordres à 1400m.**

| Ordre          | Avril | Mai | Début juin | Total |
|----------------|-------|-----|------------|-------|
| Araneae        | 328   | 35  | 9          | 372   |
| Coleoptera     | 46    | 57  | 23         | 126   |
| Dermaptera     | 3     | 7   | 2          | 12    |
| Diptera        | 14    | 78  | 21         | 113   |
| Hemiptera      | 0     | 2   | 3          | 5     |
| Hymenoptera    | 2     | 7   | 6          | 15    |
| Julida         | 1     | 1   | 0          | 2     |
| Lepidoptera    | 1     | 0   | 0          | 1     |
| Lithobiomorpha | 0     | 2   | 0          | 2     |
| Collembola     | 2     | 0   | 0          | 2     |
| Total          | 397   | 189 | 64         | 650   |

#### *c- Abondances relatives mensuelles*

Les pourcentages d'abondance relative de la pédofaune varient selon le mois (fig. 31).

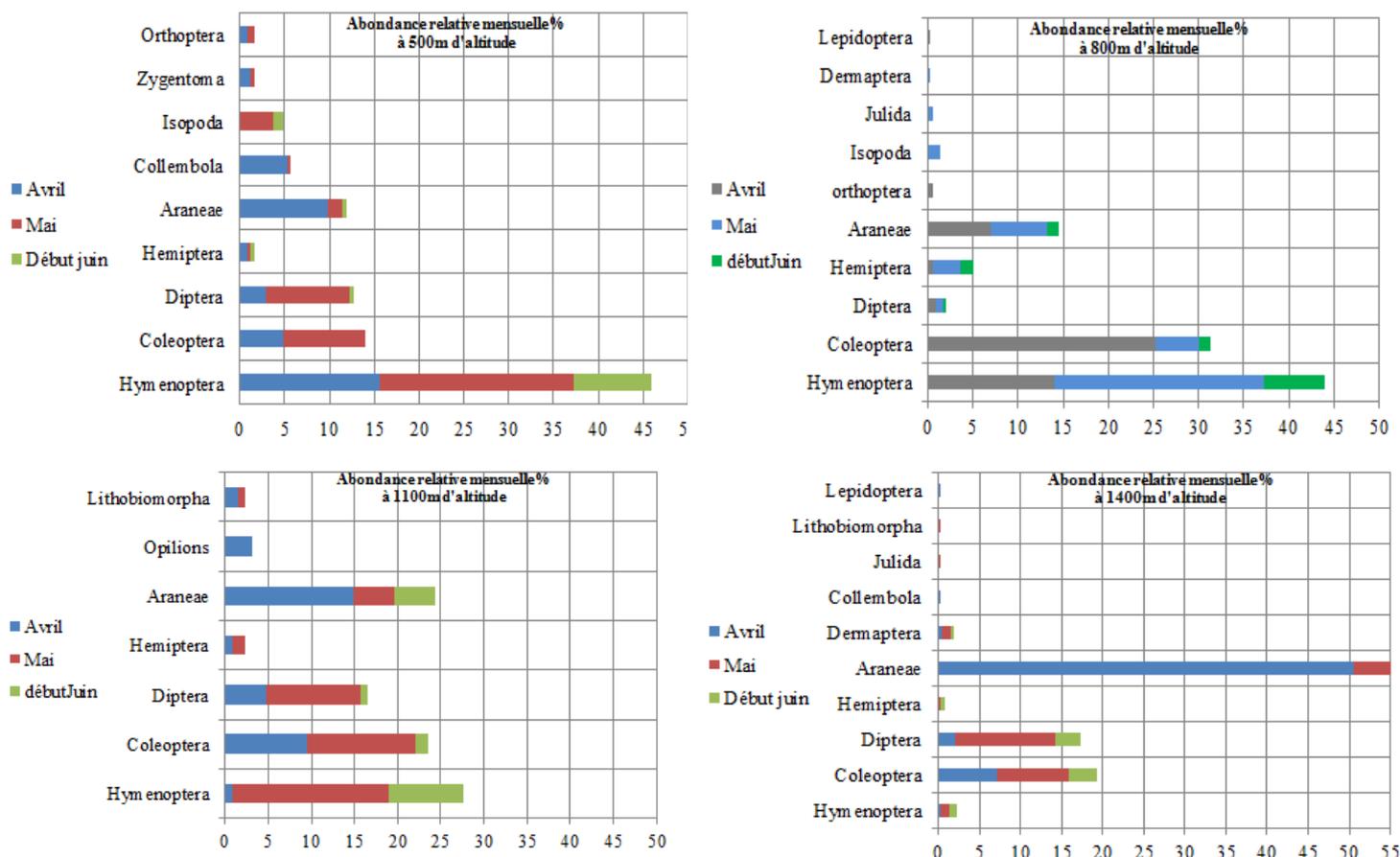


Figure 31 : Variabilité mensuelle des abondances relatives des ordres de la pédofaune.

Les Hymenoptera dominent surtout en mai avec des pourcentages d'abondance relative supérieures à 500m et 800 d'altitude devant ceux enregistrés à 1100m. Les Coleoptera ont par contre des abondances relatives élevées en avril à 800m alors que les araignées sont caractérisées par les plus importantes abondances relatives également en avril mais à 1400m d'altitude (fig 31).

## 2. Analyse des richesses taxonomiques

Les 100 taxa de la pédofaune capturée par les pots Barber se répartissent sur 57 familles. Nous avons présenté dans le tableau 11 les richesses des familles et des espèces de chaque ordre inventorié.

La figure 32 nous montre la composition spécifique des familles de chaque milieu d'altitude.

### Chapitre III : Résultats et discussion

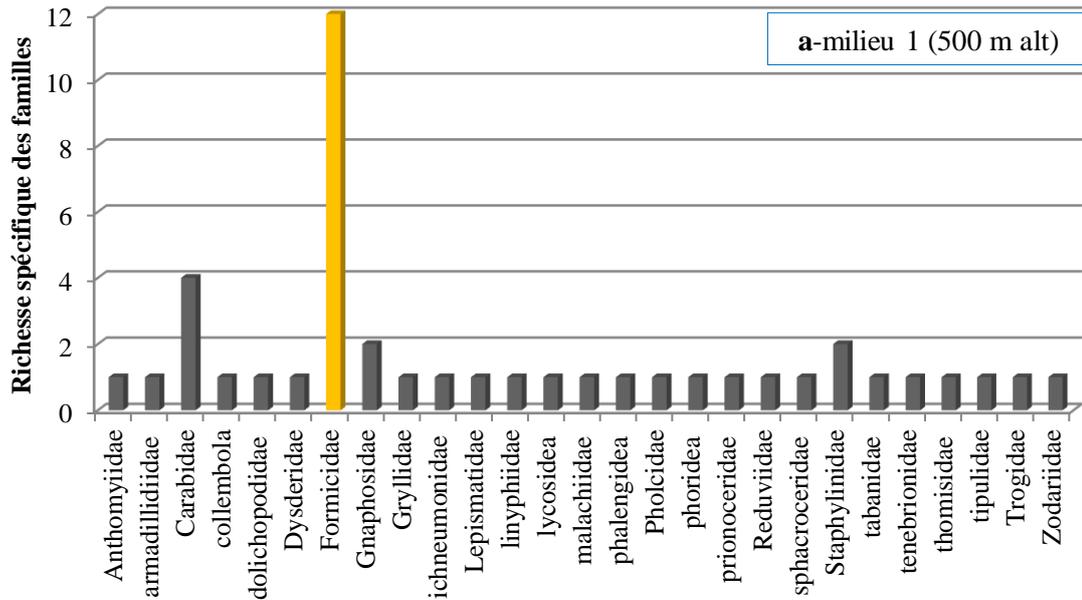
Les familles des Carabidae, des Formicidae, des Scarabaeidae et des Staphylinidae sont les mieux représentées en espèces (tableau 1 en annexe). Parmi les espèces de cet inventaire, *Camponotus alii* (Formicidae), *Gnaphosa sp* (Araneidae), *Peirates hybridus* (Hemiptera), *Atheta sp* (Coleoptera), sont des espèces communes aux quatre milieux.

**Tableau 12 : Richesse des familles et des espèces dans les 4milieux**

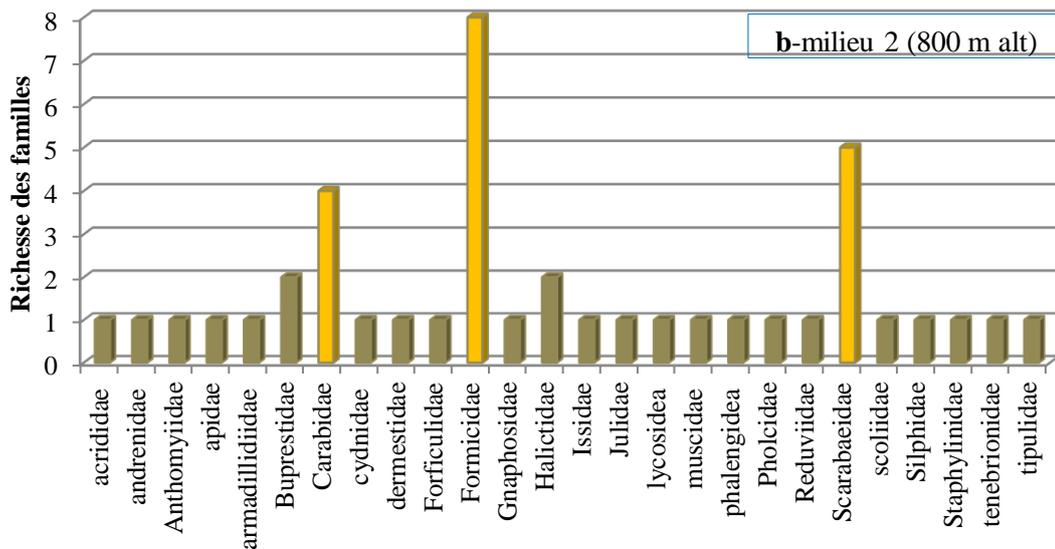
| <b>Ordres (500m, n=9)</b>  | <b>Familles</b> | <b>Espèces</b> | <b>Ordres (800m, n=10)</b>  | <b>Familles</b> | <b>Espèces</b> |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|-----------------|----------------|
| Araneae                    | 6               | 6              | Araneae                     | 4               | 4              |
| Coleoptera                 | 6               | 10             | Coleoptera                  | 7               | 15             |
| Collembola                 | 1               | 1              | Dermaptera                  | 1               | 1              |
| Diptera                    | 6               | 6              | Diptera                     | 3               | 3              |
| Hemiptera                  | 1               | 1              | Hemiptera                   | 3               | 3              |
| Hymenoptera                | 2               | 13             | Hymenoptera                 | 5               | 13             |
| Isopoda                    | 1               | 1              | Isopoda                     | 1               | 1              |
| Orthoptera                 | 1               | 1              | Julida                      | 1               | 1              |
| Zygentoma                  | 1               | 1              | Lepidoptera                 | 1               | 1              |
|                            |                 |                | Orthoptera                  | 1               | 1              |
| <b>Ordres (1100m, n=7)</b> | <b>Familles</b> | <b>Espèces</b> | <b>Ordres (1400m, n=10)</b> | <b>Familles</b> | <b>Espèces</b> |
| Araneae                    | 4               | 4              | Araneae                     | 4               | 4              |
| Coleoptera                 | 6               | 11             | Coleoptera                  | 7               | 8              |
| Diptera                    | 7               | 9              | Collembola                  | 1               | 1              |
| Hemiptera                  | 3               | 3              | Dermaptera                  | 1               | 1              |
| Hymenoptera                | 2               | 4              | Diptera                     | 6               | 8              |
| Lithobiomorpha             | 1               | 1              | Hemiptera                   | 1               | 1              |
| Opilions                   | 1               | 1              | Hymenoptera                 | 2               | 4              |
| Collembola                 | 1               | 1              | Julida                      | 1               | 2              |
|                            |                 |                | Lepidoptera                 | 1               | 1              |
|                            |                 |                | Lithobiomorpha              | 1               | 1              |

## Chapitre III : Résultats et discussion

Le milieu 1 situé à 500m compte 43 espèces réparties sur 27 familles dont la famille des Formicidae qui est beaucoup plus riche en espèces que les autres familles (fig. 32a). Dans le milieu 2 (800m), un nombre de 43 espèces réparties sur 24 familles a été inventorié. En plus des Formicidae (8 espèces), les Carabidae et les Scarabaeidae sont les mieux représentées au niveau de ce milieu, mais ont une faible richesse en espèces (fig. 32b).



**Figure 32a : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 1.**



**Figure 32b : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 2.**

A 1100m, nous avons recensé 33 espèces réparties sur 23 familles où les Formicidae, des Scarabaeidae, et des Staphylinidae sont très présents mais avec un faible nombre

d'espèces capturées (fig. 32c). Pour le milieu 4 qui se trouve à l'altitude la plus élevée (1400m), nous avons capturé 31 espèces réparties sur 23 familles. Les familles des Formicidae, des Scarabaeidae et des Staphylinidae sont également les mieux représentées mais leur richesse spécifique est faible (fig. 32d).

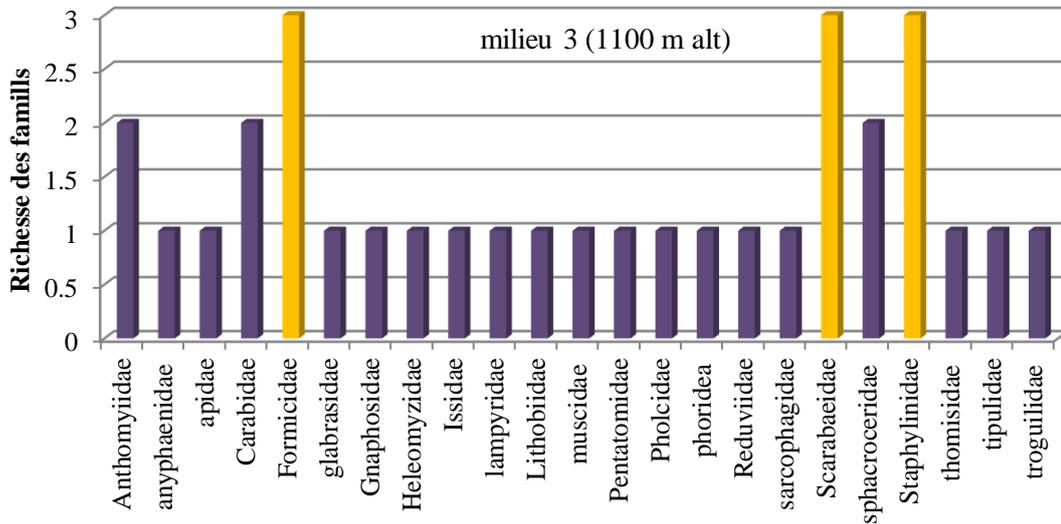


Figure 32c : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 3.

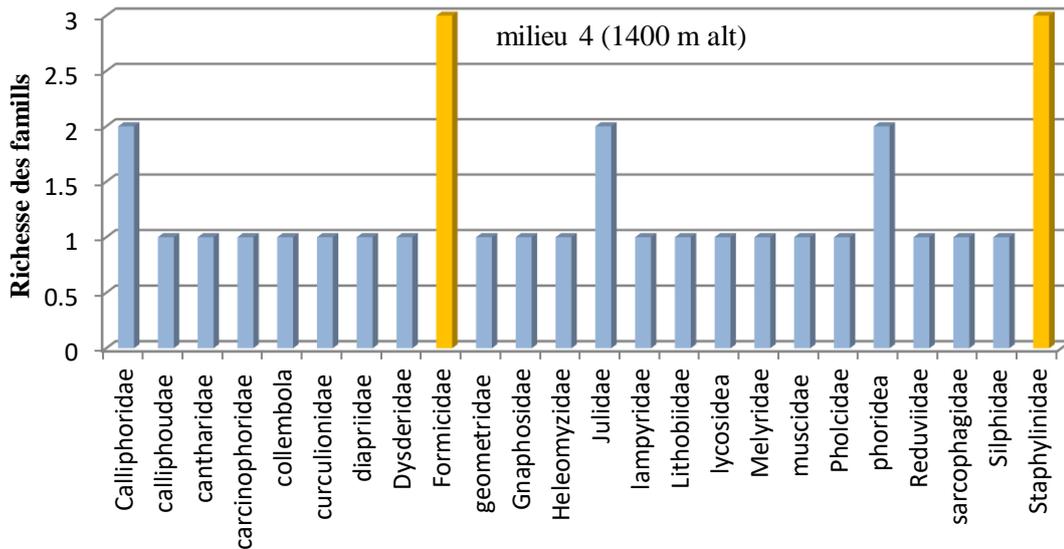


Figure 32d : Richesse spécifique des familles inventoriées dans le milieu 4.

### 3. Comparaison des diversités des milieux d'altitude étudiés:

Pour assurer une bonne description, nous avons retenu 6 descripteurs permettant de comprendre la structure numérique des peuplements. En plus des deux descripteurs principaux, richesse taxonomique et abondance, la diversité est évaluée à travers les indices suivants : indice de Shannon-Wiener H', indice de Simpson D. L'équitabilité du peuplement est appréciée à partir de l'indice classique de piélu J' et la dominance D. L'ensemble des résultats des calculs pour la période des 6 sorties d'échantillonnage est reporté dans le tableau 12.

**Tableau 13 : Indices écologiques de la diversité spatiotemporelle pédofaunique dans les 4 milieux d'altitude.**

| <b><u>Milieu 1 (500 m)</u></b>  | <b>16/4</b> | <b>28/4</b>  | <b>8/5</b>   | <b>18/5</b> | <b>28/5</b>  | <b>8/6</b> |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| Richesse                        | 16          | 17           | <b>21</b>    | 8           | 7            | 8          |
| Abondance totale                | 61          | 39           | <b>49</b>    | 23          | 28           | 27         |
| Dominance_D                     | 0,1277      | 0,1072       | 0,1054       | 0,1645      | 0,2526       | 0,1989     |
| Shannon_H                       | 2,347       | 2,506        | <b>2,613</b> | 1,922       | 1,606        | 1,796      |
| Simpson_1-D                     | 0,8723      | 0,8928       | 0,8946       | 0,8355      | 0,7474       | 0,8011     |
| Equitabilité                    | 0,8466      | 0,8846       | 0,8584       | 0,9243      | 0,8251       | 0,8639     |
| <b><u>Milieu 2 (800 m)</u></b>  |             |              |              |             |              |            |
| Richesse                        | 13          | 19           | <b>20</b>    | 7           | 14           | 10         |
| Abondance totale                | 47          | 126          | <b>92</b>    | 11          | 41           | 40         |
| Dominance_D                     | 0,1897      | 0,3333       | 0,177        | 0,157       | 0,1089       | 0,1975     |
| Shannon_H                       | 2,033       | 1,769        | <b>2,241</b> | 1,894       | <b>2,39</b>  | 1,933      |
| Simpson_1-D                     | 0,8103      | 0,6667       | 0,823        | 0,843       | 0,8911       | 0,8025     |
| Equitabilité                    | 0,7925      | 0,6007       | 0,7479       | 0,9732      | 0,9057       | 0,8395     |
| <b><u>Milieu 3 (1100 m)</u></b> |             |              |              |             |              |            |
| Richesse                        | 8           | <b>14</b>    | 4            | 5           | 13           | 7          |
| Abondance totale                | 15          | <b>30</b>    | 19           | 16          | 27           | 20         |
| Dominance_D                     | 0,1378      | 0,1933       | 0,6399       | 0,2422      | 0,1193       | 0,225      |
| Shannon_H                       | 2,026       | <b>2,159</b> | 0,7335       | 1,49        | <b>2,333</b> | 1,678      |
| Simpson_1-D                     | 0,8622      | 0,8067       | 0,3601       | 0,7578      | 0,8807       | 0,775      |
| Equitabilité_J                  | 0,9744      | 0,818        | 0,5291       | 0,9257      | 0,9095       | 0,8624     |
| <b><u>Milieu 4 (1400 m)</u></b> |             |              |              |             |              |            |
| Richesse                        | 8           | <b>15</b>    | <b>11</b>    | <b>12</b>   | <b>10</b>    | 11         |
| Abondance totale                | 223         | <b>171</b>   | <b>74</b>    | <b>44</b>   | <b>62</b>    | 59         |
| Dominance_D                     | 0,6931      | 0,6949       | 0,1738       | 0,2335      | 0,1696       | 0,2065     |

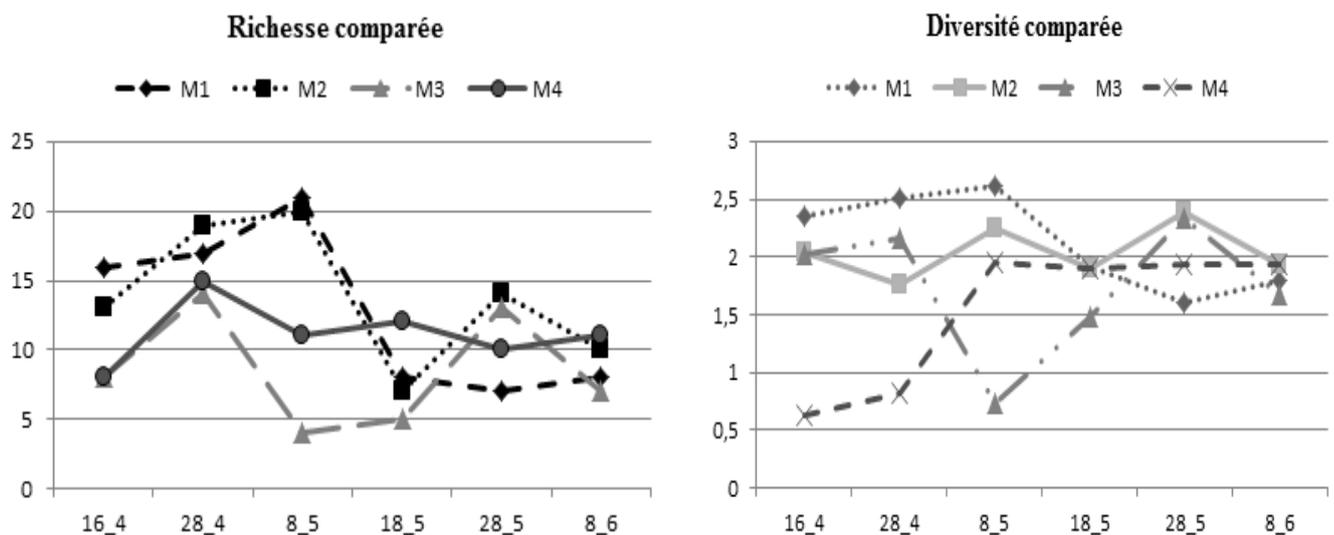
### Chapitre III : Résultats et discussion

|              |        |               |              |              |              |        |
|--------------|--------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| Shannon_H    | 0,6361 | <b>0,8234</b> | <b>1,956</b> | <b>1,896</b> | <b>1,937</b> | 1,931  |
| Simpson_1-D  | 0,3069 | 0,3051        | 0,8262       | 0,7665       | 0,8304       | 0,7935 |
| Equitabilité | 0,3059 | 0,3041        | 0,8157       | 0,7632       | 0,8414       | 0,8053 |

Les richesses spécifiques des milieux respectivement à 500m et 800m d'altitude sont plus élevées que celles des deux autres milieux situés à 1100 m et 1400 m jusqu'à la mi-avril puis elles semblent similaires pour le mois de juin où il est remarqué un faible nombre d'espèces respectivement dans les milieux.

L'évolution de la diversité pédofaunique est variable d'une station à une autre et d'un mois à l'autre (fig. 33). L'indice de diversité de shannon H' calculé pour les peuplements de pédofaune du milieu 1 indique une diversité élevée. Une valeur de 2,50 bits a été enregistrée au mois d'avril et une diversité plus faible est notée en juin de 1,79 bits. La valeur maximale de la dominance est enregistrée au mois de mai.

L'indice H' calculé pour la pédofaune du milieu 2 indique une diversité faible par rapport au milieu 1. La valeur maximale est de 2,39 bits enregistrée en Mai et la valeur minimale de 1,76 bits est enregistrée en avril. Une valeur maximale de la dominance est mentionnée en avril.



**Figure 33 : Richesse et diversité comparée**

La diversité de la pédofaune du milieu 3 est élevée au mois d'avril d'une valeur de 2,15 bits et faible de 0,73 bits en mai. La valeur maximale de la dominance est observée au mois de mai.

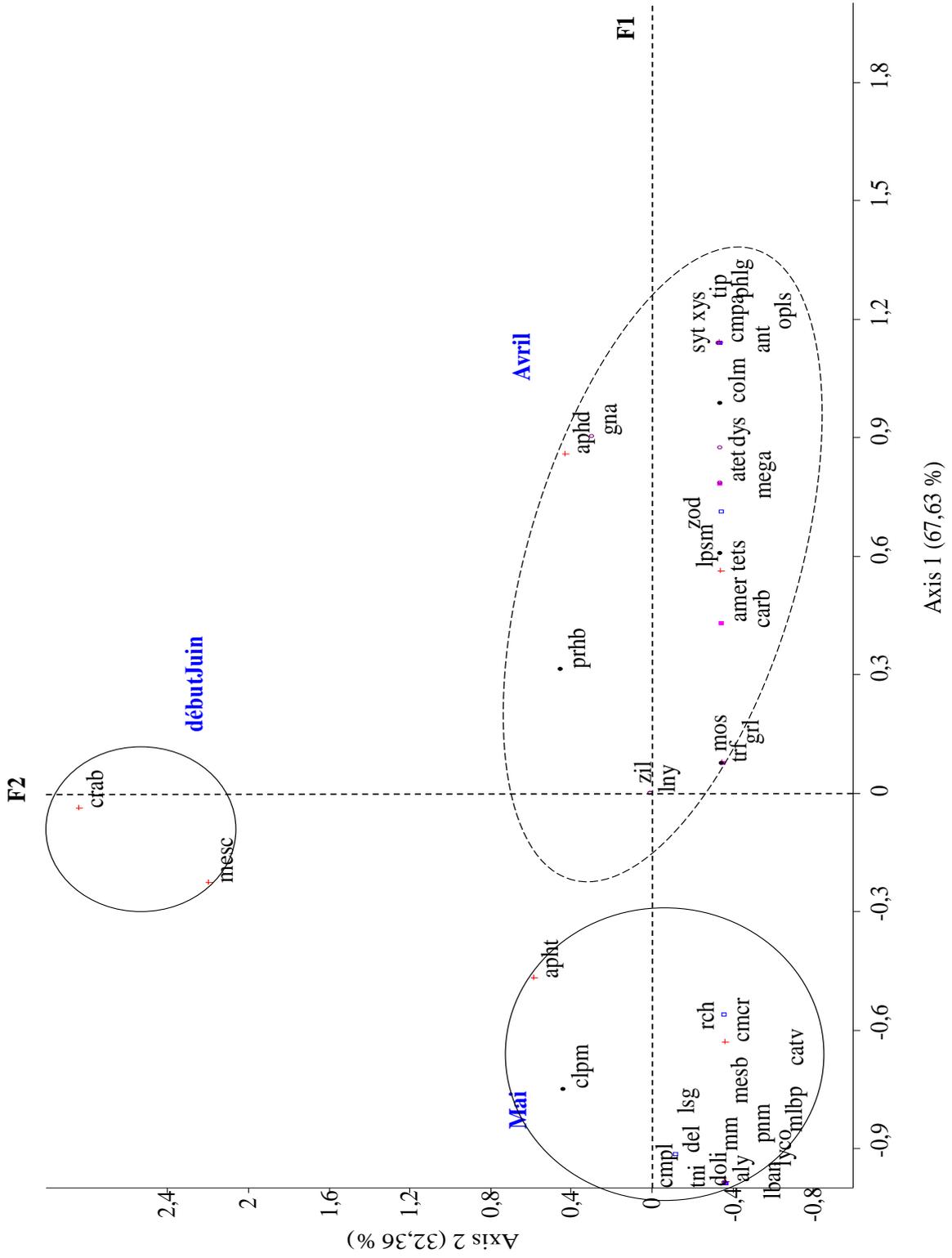
L'indice de Shannon H' pour le milieu 4 indique une diversité faible comparée à celle des trois milieux précédents par une valeur maximale de 1,93 bits enregistrée en juin, et une valeur minimale de 0,63 en avril. Pour la dominance la valeur maximale a été enregistrée en avril.

#### **4. Structure des communautés saisonnières de la pédofaune selon les milieux d'altitude :**

Les matrices d'abondances temporelles des différentes espèces ont fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) et d'une cluster analysis (CAH) pour permettre de comprendre la distribution des assemblages des espèces et leurs préférences selon la saison et l'altitude, (fig. 33a, fig. 33b, fig. 33c et fig. 33d).

Pour les 4 AFC traduisant la projection des variables d'abondance des différents taxons d'altitude, nous avons pris en considération les axes 1 et 2 puisque la somme de contribution de la variance à ces axes était supérieure à 50% et suffisante pour expliquer la répartition des espèces. Les mesures de similitude des droites de troncature choisies sur les dendogrammes de la CAH ont permis de déterminer les assemblages ou communautés d'espèces de la pédofaune saisonnière dans chacun des 4 milieux.

L'AFC et CAH établies dans la figure 33a montrent la structure des assemblages respectifs d'avril à début juin dans le milieu situé à 500m d'altitude.



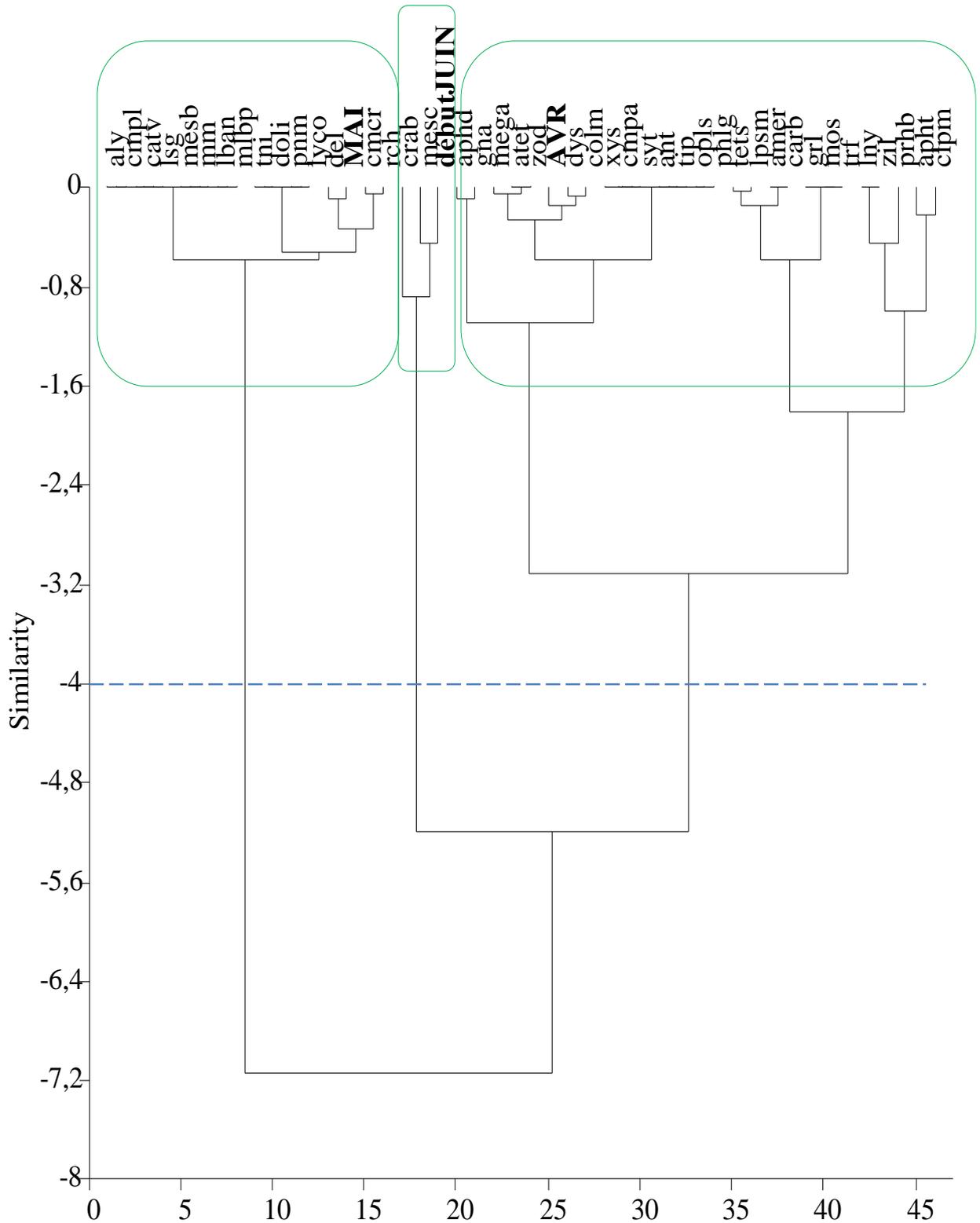


Figure 34 a : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 500 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

On peut distinguer 3 enveloppes dont la plus importante en taxons au nombre de 24 espèces concerne le mois d'avril. Les effectifs de ces espèces varient pour la plupart entre 1 et 8 individus représentés surtout par des Araneae Dysderidae, Pholcidae, Zodariidae, des Diptera Phoridae notamment pour le genre *Megaselia*, des Coleoptera Carabidae et Staphylinidae comme *Amara eurynota* et *Atheta sp.* Ce groupe diversifié compte cependant une population riche en Formicidae surtout *Aphaenogaster depilis* (22 individus) et *Tetramorium semilaeve* (8 individus). Le second groupe rassemble 17 taxons présents au mois de mai *Alysiinae*, *Aphaenogaster testaceopilosa* (16 individus) *Camponotus lateralis* (15 individus), *Cataglyphis viatica*, *Lasius grandis*, *Messor barbarus*, *Microlestes minutulus*, *Lobonyx aeneus*, *Malachius bipustulatus*, *Tentyria interrupta*, *Dolichopodidae*, *Pangonius micans*, *Lycosidae sp.*, *Delia sp.* Ce sont des taxons présents avec des abondances relativement moyennes comprises entre 1 et 15 individus.

Le groupe le plus faiblement représenté ne présente que deux taxons de Formicidae rencontrés au début juin *Messor capitatus* et *Crematogaster auberti*.

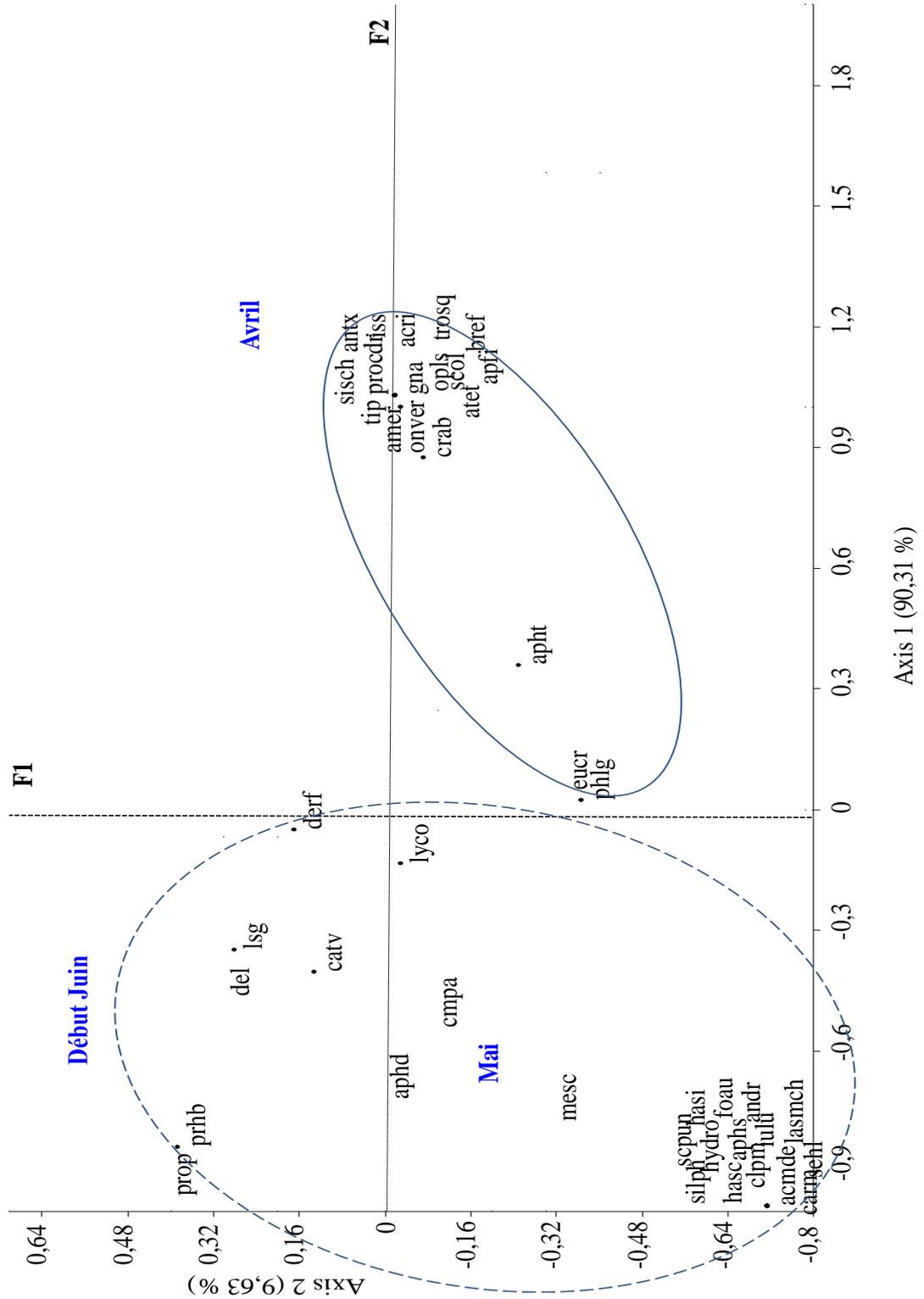
L'AFC et CAH établies dans la figure 33b montrent par ailleurs la structure des communautés de la pédofaune d'avril à début juin dans le milieu situé à 800m d'altitude.

Le groupe 1 englobe une majorité d'espèces (19) qui sont présentes aux mois d'avril. Ces espèces sont caractérisées par des abondances élevées (fig. 33 b). On y retrouve notamment des Lycosidae, des Dermestidae comme *Dermestes frichii*, des Scarabeidae *Sisyphus schaefferi*, et deux espèces de Formicidae *Cataglyphis viatica* et *Crematogaster auberti*.

Le groupe 2 beaucoup plus important regroupe une communauté diversifiée de 24 taxons capturés d'une part au début juin avec des effectifs très faibles tels le cloporte commun, *Iulus sp.*, *Acmaeodera degener*, *Carabus (Macrothorax) morbillosus*, *Harpalus siculus*, *Scaurus punctatus*, *Silphidae sp.*, *Forficula auricularia*, *Hydrotaea sp.*, *Sehirus luctuosus*, *Andrenidae sp.*, *Aphaenogaster senilis*, *Halictus scabiosae*, *Lasioglossum malachurum*. D'autre part, cette communauté s'élargit à d'autres taxons qui se distinguent par leur abondance plus élevée en mai comme le Formicidae *Cataglyphis viatica* (41 individus) et les Aranea Lycosidae (20 individus).

## Chapitre III : Résultats et discussion

Les autres espèces comme *Protaetia opaca*, *Peirates hybridus*, *Messor capitatus*, *Aphaenogaster depilis*, *Camponotus alii*, *Lycosidae sp*, *Dermestes frichii*, *Delia sp*, *Lasius grandis*. Ces taxons sont rencontrés en moyenne entre 1 et 11 individus.



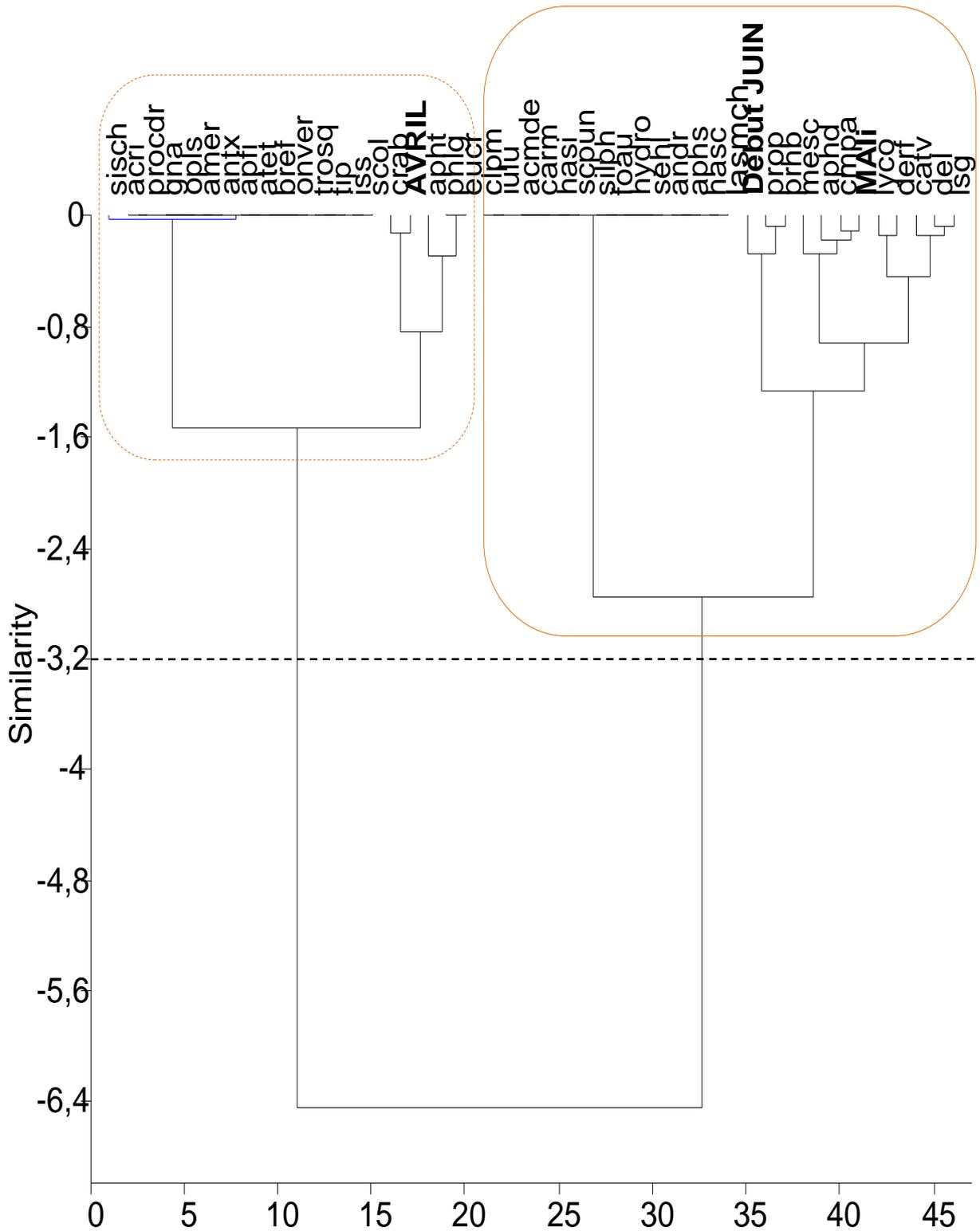
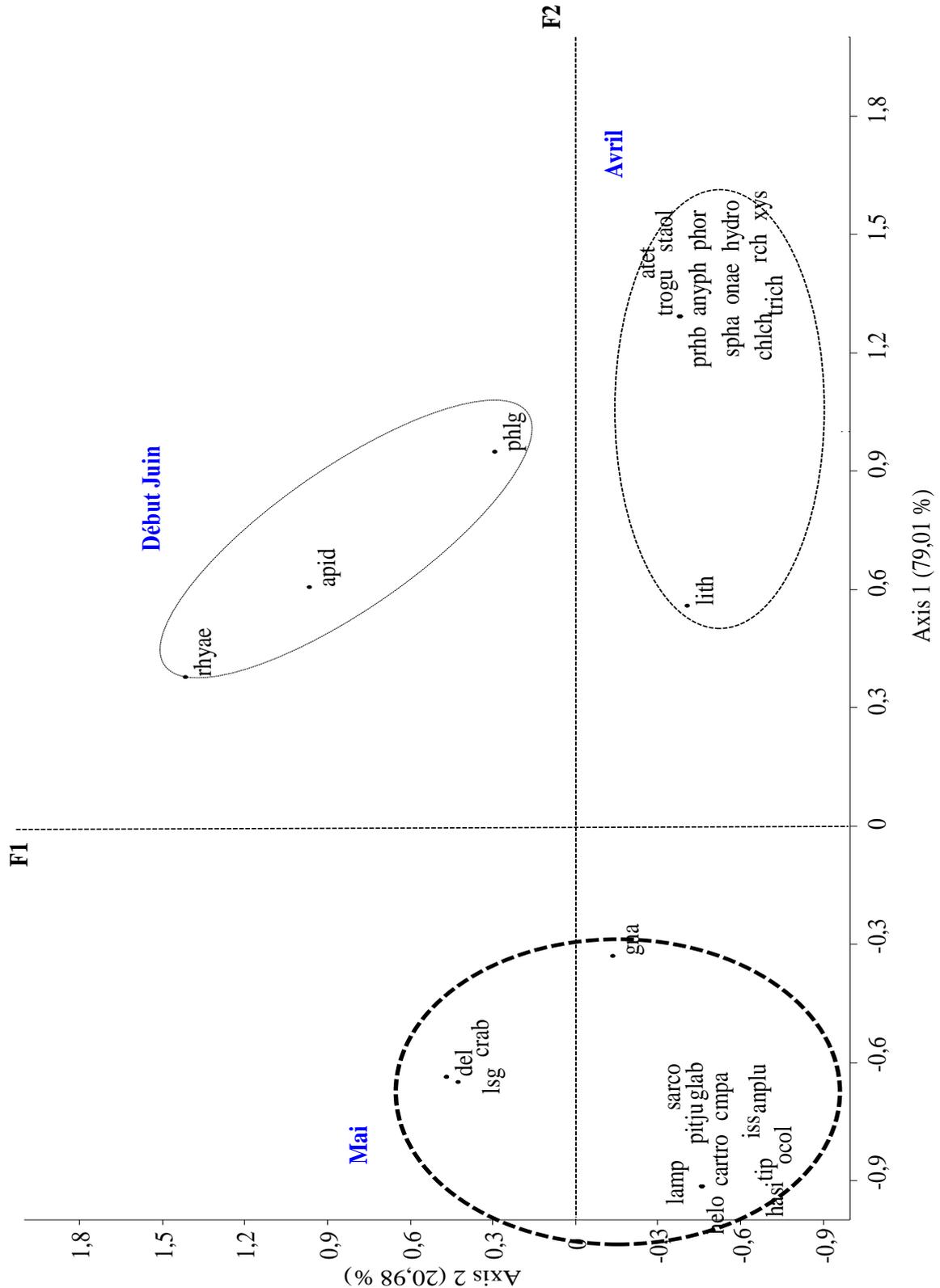


Figure 34 b : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 800 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

## Chapitre III : Résultats et discussion

L'AFC et CAH établies dans la figure 33c montrent la structure des communautés de la pédofaune d'avril à début juin dans le milieu situé à 1100m d'altitude.



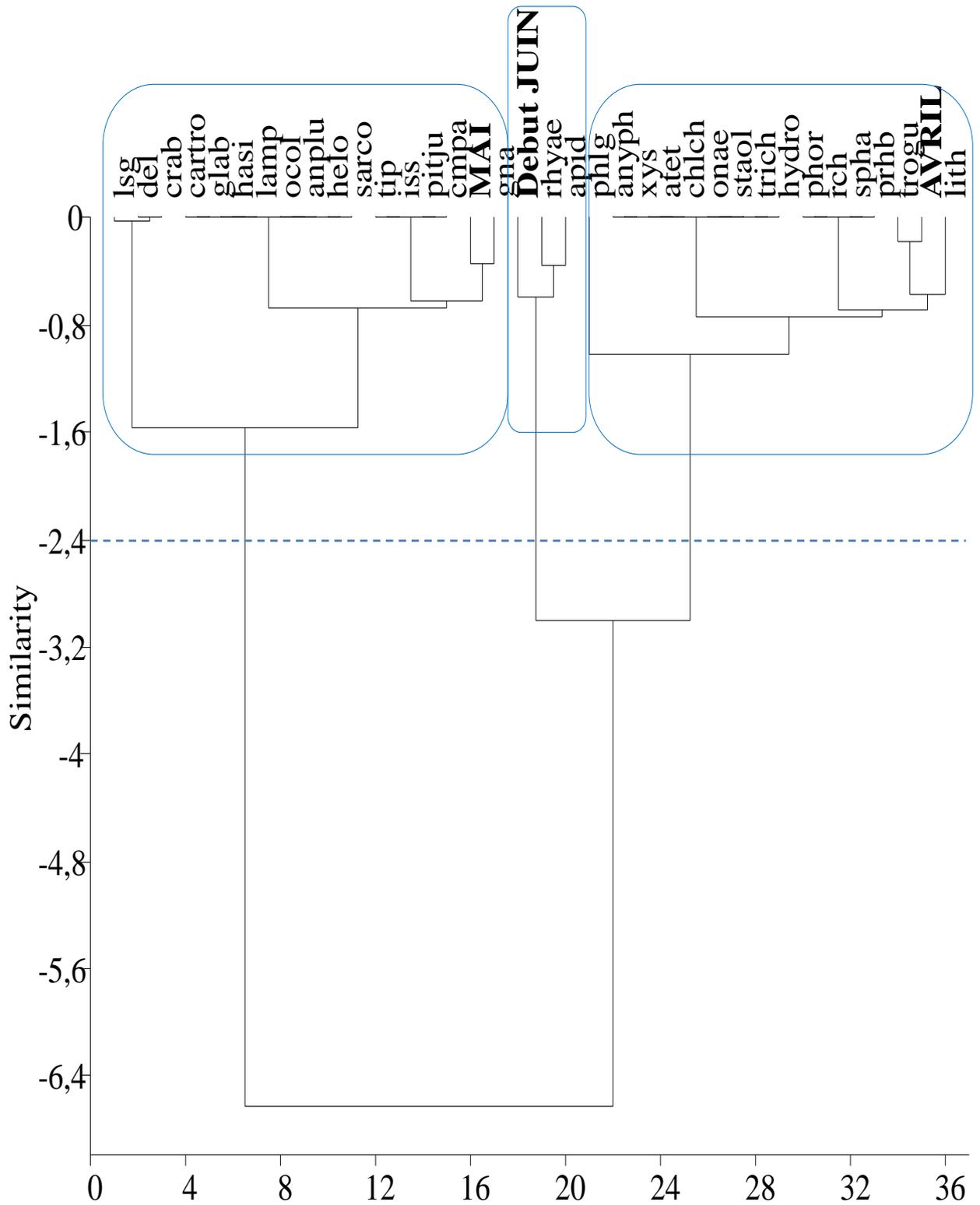
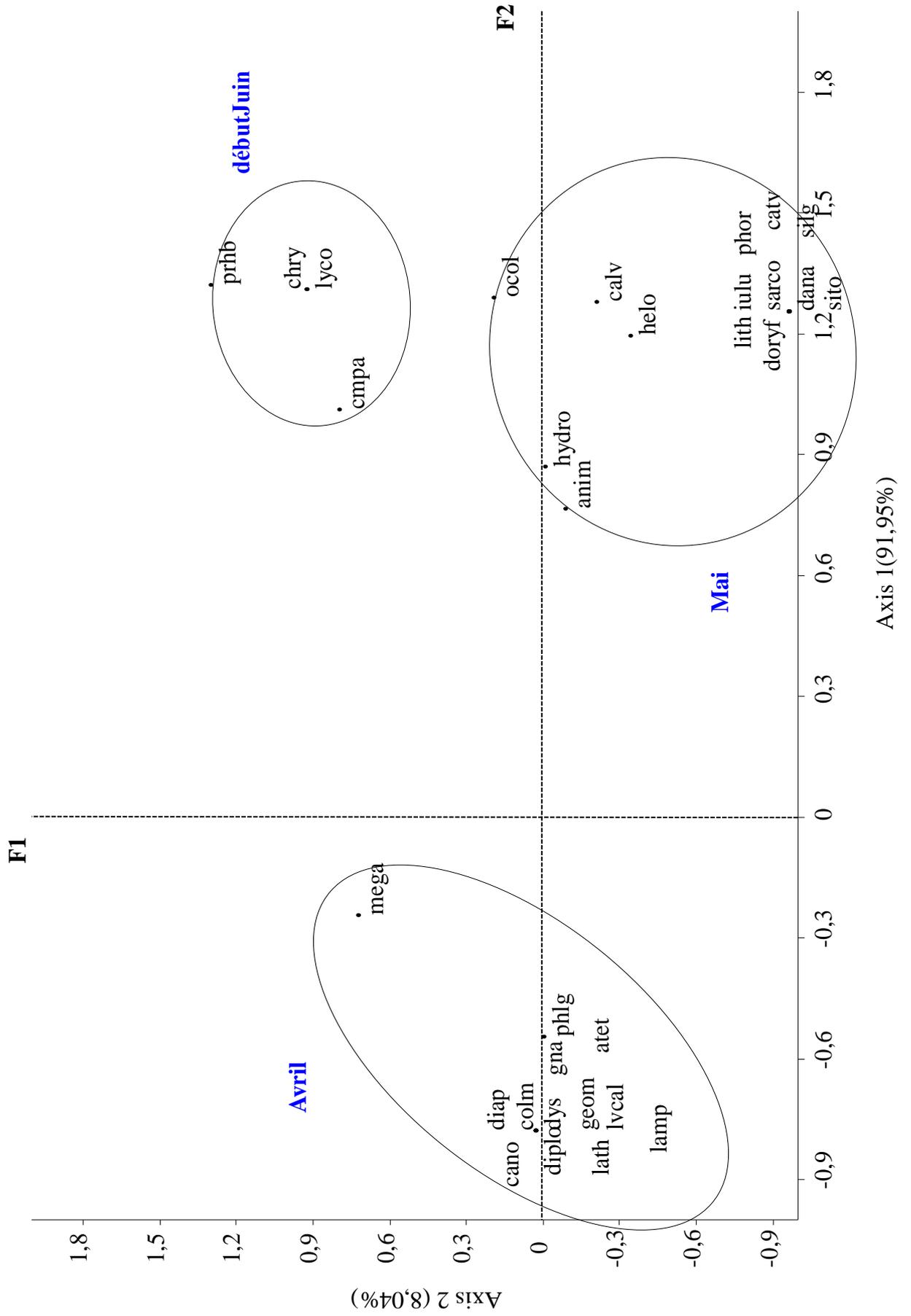


Figure 34 c : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 1100 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

Le groupe du mois de Mai renferme (16) taxons *Lasius grandis*, *Delia sp*, *Crematogaster auberti*, *Carterus rotundicollis*, *Glabrasida sp*, *Harpalus siculus*, *Lampyrus sp*, *Ocypus olens*, *Anthomyia pluvialis*, *Helomyza sp*, *Sarcophaga sp*, *Tipula sp*, *Issus sp*, *Pitedia juniperina*, *Camponotus alii*, *Gnaphosa sp*. Ce sont des taxons abondants dans le milieu 3

Au début juin, on peut constater une très faible disponibilité des espèces *Rhyzotrogus aestirus*, *Apidae sp* et un Phalangide. En Avril, figurent d'autres espèces *Anyphaenidae sp*, *Xysticus*, *Atheta sp*, *Chlaenius chrysocephalus*, *Onthophagus aerarius*, *Staphylinus olens*, *Trichoclaenus chrysocephalus*, *Hydrotaea sp*, *Phora sp*, *Rachispoda sp*, *Sphacroceride sp*, *Peirates hybridus*, *Trogulus sp*, *Lithobius sp*. Ce sont des taxons présents avec des abondances relativement moyennes comprises entre 1 et 15 individus.

L'AFC et CAH établies dans la figure 33d montrent enfin la structure des communautés de la pédofaune d'avril à début juin dans le milieu situé à 1400m d'altitude.



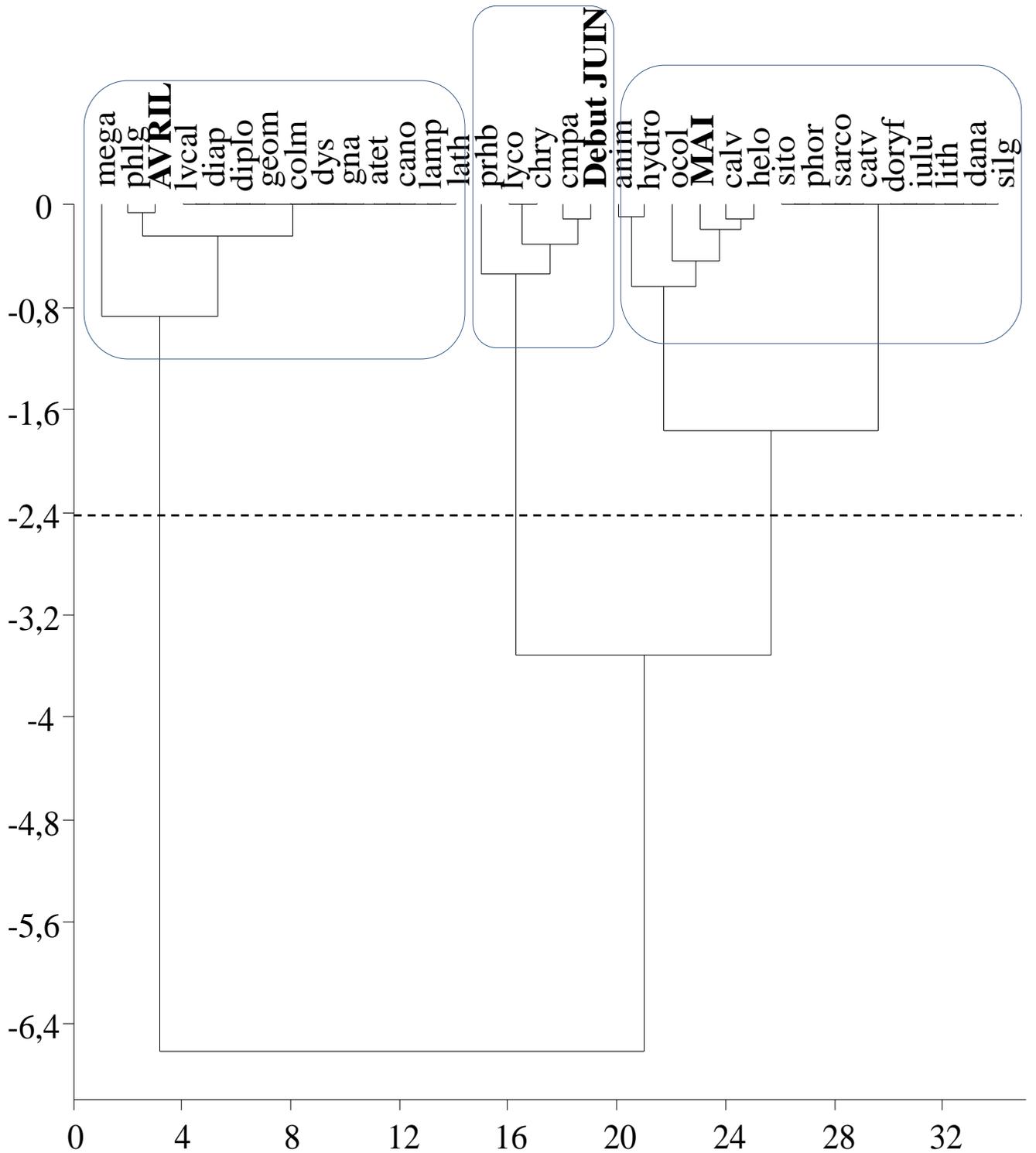


Figure 34 d : CAH et Projection des variables d'abondances des espèces de la communauté pédofaunique du milieu à 1100 m d'altitude sur le plan de l'AFC.

Le groupe 1 rassemble 13 taxons représentatifs en avril *Megaselia* sp, Phalengide, *Calliphoridae* sp, *Diaprurnae*, diplopodes, *Lepidoptera*, *Collembola*, *Dysdera crocata*, *Gnaphosidae* sp, *Atheta* sp, *Cantharis obscura*, *Lampyris noctiluca*, *Lathrobium* sp. Ce sont des taxons abondants dans le milieu 4

Le groupement 2 regroupe quatre taxons *Peirates hybridus*, *Lycosidae* sp, *Chrysomya* sp, *Camponotus alii* avec des effectifs très faibles.

Le groupement 3 englobe une majorité d'espèces (14) qui sont présentes au mois de mai. Ce sont des taxons présents avec des abondances relativement moyennes à élevées pour certains, comprises entre 1 et 34 individus.

### IV. Discussion générale :

Ce travail est une Contribution à l'étude de la pédofaune selon un gradient d'altitude dans le parc naturel de chréa dans des milieux naturels situé à 500m, 800m, 1100m et 1400m d'altitude . La durée de notre échantillonnage s'est étalée d'Avril à la mi-juin 2021.

Les analyses physico-chimiques ne révèlent pas de différences notables entre les quatre milieux d'étude, pour la majorité des paramètres. Le pH est neutre. Les valeurs de la matière organique montre que les quatre milieux sont très riches en matière organique. La conductivité varie en moyenne de 635 us/cm dans le milieu 1 (500 m d'altitude), de 515 us/cm pour le milieu 2 (800 m d'altitude), de 594 us/cm pour le milieu 3 (1100 m d'altitude) et de 614 us/cm pour le milieu 4 (1400 m d'altitude). L'analyse de la granulométrie des sols des 4 milieux forestiers a révélé un pourcentage élevé de sables grossiers que de sables fins ou de limons fins et de l'argile. Les teneurs en argile et en limons fins différaient significativement de celles des sables fins et des sables grossiers, et les teneurs en sables grossiers différaient des teneurs en sables fins.

La conductivité des sols mesurée à la capacité des sols varient dans une large gamme : de 30 à 60 mS/m pour les sols argileux, de 10 à 20 mS/m pour les sols de limons, et elle est inférieure à 10mS/m pour les sables. Ces différences de valeurs s'expliquent par leurs comportements hydriques, du fait qu'une argile retient plus d'eau qu'un sable. Par ailleurs, lorsque la température du sol augmente, la conductivité augmente significativement. Aussi, la conductivité sera donc d'autant plus importante que la quantité d'eau est importante et que celle-ci est riche en sels. Ainsi, les sols non salés ont des conductivités variant entre 0 et 50mS/m, les sols salés entre 100 et 200mS/m.

Durant la période d'étude, l'inventaire floristique réalisé dans les sites de prélèvements au niveau des chênaies mixtes à *Quercus suber* et de la cédraie, a révélé une différence dans la composition floristique des quatre milieux. Les milieux 3 et 4, les plus proches du sommet sont plus riches en familles botaniques (7 familles pour le milieu 3 et 6 familles pour le milieu 4) par rapport au milieu 1 et 2 caractérisées seulement par 4 familles pour le milieu 1 et 2 familles pour le milieu 2. Le

recouvrement du sol est surtout dominé par les Apiaceae et les Poaceae alors que les autres familles étaient représentées par des individus peu abondants ou dispersés du reste des familles de plantes inventoriées.

Parmi les Invertébrés du sol, les Insectes, Myriapodes et Crustacés fouisseurs jouent un rôle important dans le maintien de la porosité du sol. Les Formicidae, dépensent malgré leur faible taille, une énergie colossale pour construire leurs Fourmilières constituées de matières minérales et organiques mêlées. Ces insectes participent ainsi à l'intégration de la matière organique dans le sol et réalisent un travail de « décompactage » en remuant, dispersant, mélangeant ces éléments. Les Coleoptères de la famille des Tenebrionidae constituent un élément caractéristique de la faune des régions arides d'Afrique du Nord, leur régime alimentaire phytophage et détritivore jouent un rôle important dans le recyclage de la matière organique, (SOUTTOU *et al.*, 2015).

Les peuplements de la pédofaune inventoriés entre le mois d'avril et le début du mois de juin, à travers l'utilisation des pièges Barber et le dispositif de Berlèse totalisent un effectif global de 100 taxons répartis en 10 ordres et 57 familles. Les familles des Carabidae, des Formicidae, des Scarabaeidae et des Staphylinidae sont les mieux représentées dans les quatre zones d'étude. Certaines espèces sont communes aux quatre milieux comme *Camponotus alii*, *Gnaphosa* sp, *Peirates hybridus*, *Atheta* sp.

Sur le plan de la composition taxonomique, à l'exception de la cédraie de Chréa située à 1400m d'altitude, on retrouve une principale représentativité des Hyménoptères occupant la moitié de la communauté pédofaunique. Les populations des coléoptères et des araignées semblent similaires en abondances relatives dans les basses altitudes à 500 et 800m. Néanmoins, la dominance de certaines espèces de coléoptères ou une augmentation des richesses spécifiques à 1100 m ou d'Aranea à 1400 m se traduit par une augmentation de leurs abondances relatives. Les diptères ont plus d'effectifs à basse altitude. Dans la cédraie, ils se distinguent par la présence d'espèces prédatrices comme les Phoridae.

Nos résultats ont montré une diminution ascendante des richesses dans les familles des communautés de la pédofaune selon un gradient d'altitude, respectivement de 12 et 8 espèces à 500m et 800m jusqu'à 3 espèces par famille au

niveau des altitudes plus élevées. Le degré de naturalité des milieux d'étude a pour conséquence le maintien d'une stabilité des communautés. Les indices de diversités calculés pour la période d'échantillonnage mettent en évidence une diversité majoritairement maximale en mai et une équirépartition des espèces dans les 4 milieux d'altitude.

Les écosystèmes diversifiés sont les plus stables dans la nature, donnant l'impression d'une grande stabilité de la biomasse, de ce fait ils paraissent aptes à résister aux grandes perturbations (LEVEQUE, 2001). Quand la diversité est grande, les liens trophiques entre les divers constituants de la biocénose seront complexes conduisant ainsi à la complexité de la chaîne alimentaire et donc seront grands les interactions hétérotypiques (BACHELIER, 1978).

La littérature sur les réponses des espèces d'insectes aux changements d'environnement observés le long des gradients altitudinaux est très diverse, bien que les études de ces interactions demeurent fragmentaires en Algérie, à notre opinion.

Selon HODKINSON (2005), ces réponses peuvent servir d'analogues aux effets du réchauffement climatique qui se produisent à une altitude ou une latitude fixe particulière au fil du temps. Les insectes peuvent présenter une réaction positive ou négative aux changements d'altitude. Ces réactions peuvent être directes, telles les performances de l'insecte répondant à des paramètres environnementaux changeants, ou indirectes et modulées par l'interaction de l'insecte avec d'autres organismes. Ces organismes comprennent la plante hôte dans le cas des insectes herbivores, mais aussi les espèces concurrentes, les parasitoïdes spécifiques, les prédateurs et même les agents pathogènes.

En outre, plus précisément, les biomes sont déterminés principalement par la température et les précipitations et l'altitude va avoir des effets sur la température et les précipitations. Plus l'altitude augmente, plus la température diminue. ... Ainsi, l'altitude va affecter à la fois la température et les précipitations, ce qui va affecter la composition du biome.

Les travaux sur les communautés pédofauniques réalisés dans des milieux d'altitude concernent l'étude réalisée par AROUR (2001) sur l'étude systématique et écologique de la pédofaune associée aux formations végétales à Benhar dans la région

de Djelfa, DELLOULI (2006) sur les macroarthropodes (Coleoptera, Aranea) associés à la composition floristique en fonction des paramètres altitude-exposition dans la forêt de Sénalba Chergui, SOUTTOU (2015) qui a étudié également la pédofaune des pinèdes reboisées en zone présaharienne à Djelfa.

D'après SOUTTOU et *al.*, (2015), ayant étudié l'arthropodofaune en zone reboisée de pin d'Alep à Djelfa, l'ordre des Hymenoptera est le mieux recensé avec une richesse spécifique de 22 espèces (36,1%) et un effectif de 1101 individus (92,1%). Celui des Coleoptera se classe au deuxième rang avec 18 espèces (29,5%) et 35 individus (2,9%) suivi à la troisième position par l'ordre des Diptera avec 9 espèces (14,8%) et 30 individus (2,5%). Comme pour les résultats que nous avons obtenus dans ce travail, les autres ordres étaient faiblement recensés avec une richesse spécifique comprise entre 1 et 4 espèces.

Le peuplement des Araneae était surtout composé par les familles des Gnaphosidae, la plus riche en espèces : 5 espèces (25,0%), celle des Lycosidae avec 3 espèces (15,0%) et celle des Zodariidae connus pour leur prédation obligatoire des fourmis (JOCQUE, 1988).

Les Aranéides jouent un rôle très important dans l'équilibre biologique des peuplements d'invertébrés, elles sont prédatrices des insectes (HABITA et *al.*, 2012) et sont de très bons indicateurs écologiques du milieu., 1978).

FERNANE, (2012) a étudié la répartition de l'entomofaune dans la région de Tizi-Ouzou, en milieux forestiers au niveau d'une forêt de chêne vert, une forêt de chêne liège et d'un maquis à arbousier.

Les Hymenoptera dominaient avec une abondance relative de 46,48 % suivis par les Heteroptera (36%) ; les Diptera 29,3 % et les Orthoptera (25 %). Les proportions différaient au niveau spécifique et spatial chez les Formicidae comme par exemple pour les espèces *Aphaenogaster testaceopilosa* (12,19 %) en forêt de chêne vert, ou *Cataglyphis bicolor* (36,29 %), et *Tetramorium* sp. (6,84 %) dans le maquis à arbousier. Mais au niveau de la forêt de chêne liège, *Cataglyphis bicolor* ne représentait que 27,41 % du total et *Aphaenogaster testaceo pillosa* 12,25 % avec les Aranea 13,76 %.

Les forêts renferment de nombreuses espèces d'arthropodes d'une étonnante diversité du point de vue biologique et qui jouent un rôle primordial dans le fonctionnement des écosystèmes (DAJOZ, 2007). Les gradients environnementaux tels que l'altitude sont connus pour affecter la biodiversité et peuvent interagir avec les forces anthropiques qui façonnent la fonction des écosystèmes. Les altitudes élevées sont associées à un déclin de la richesse en espèces de nombreux groupes d'animaux, y compris les insectes (LAWTON et *al.*, 1987 ; HODKINSON 2005).

La composition d'un peuplement varie fortement avec la dynamique forestière en place. Cette variation de composition a par conséquent un effet structurant sur la diversité et les assemblages des espèces. D'après LEMITI (2020), la richesse de la pédofaune est graduelle, diminuant en profondeur. Cet auteur a constaté une préférence spécifique des taxons inventoriés par horizon ou un ensemble d'horizons en relation étroite avec les paramètres abiotiques analysés caractérisant d'une part le pH, la matière organique et la texture des sols en cédraie ; et d'autre part la saison avec les site de prélèvement, leur exposition et les horizons de différentes profondeurs pédologiques. Par ailleurs selon XU et *al.*, (2020), Les taxons rares ne présentent pas toujours les mêmes schémas d'altitude que la diversité des taxons abondants dans la faune et la flore du sol. Les corrélations de diversité entre la faune et la flore du sol dépendent de la forme de vie végétale et sont expliquées par les taxons rares. La diversité de la faune de la litière était plus étroitement liée à la diversité des plantes que la diversité de la faune de la rhizosphère. Ces auteurs soulignent de ce fait que les associations de diversité du biote aérien et souterrain dépendent probablement de la forme de vie des plantes et sont fortement déterminées par les taxons rares.

Selon Gauthier (1997), la présence d'une espèce dans les biotopes étudiés n'a pas la même signification et ne revêt pas la même importance selon son type d'écologie. Il peut y avoir des espèces situées préférentiellement en ambiance forestière, des espèces ubiquistes à grande amplitude écologique, qui peuvent se rencontrer dans différents biotopes sans marquer de préférence ou encore des espèces attirées par des particularités du biotope comme par exemple la présence de déchets, de matière organique, d'espèces particulières de plantes herbacées, etc...). D'autres espèces peuvent être aussi capturées fortuitement.

En forêts de montagne, dans le North Yorkshire en Angleterre, la richesse et l'abandonce des espèces d'herbivores ont été enregistrées dans cinq transects altitudinaux. D'après les auteurs LAWTON et *al.*, (1987), une seule espèce, la punaise Delphacidae *Ditropis pteridis* (Spin.), avait une distribution qui était liée à l'altitude. Au fur et à mesure que l'altitude augmente, cette espèce présente devenait moins abondante dans les sites occupés. Un certain nombre d'autres variables de l'habitat peuvent influencer la richesse en espèces d'insectes sur les gradients altitudinaux. C'est le cas de la diminution de la richesse en espèces de plantes hôtes et la réduction de la superficie de l'habitat à haute altitude. Par conséquent, ces autres variables, plutôt que l'augmentation de la dureté environnementale, peuvent être principalement responsables du déclin de la richesse en espèces d'insectes qui est souvent observé avec l'augmentation de l'altitude.

### **V. Conclusion et perspective :**

Le présent travail traite de l'étude des communautés de la pédofaune rencontrées selon un gradient altitudinal dans des milieux forestiers situés dans le Parc National de Chréa.

Un inventaire des taxons capturés à l'aide des pièges à interception et du dispositif de Berlèse durant la période printanière entre avril et début juin a été réalisé de manière hebdomadaire dans 4 sites sélectionnés pour leur accessibilité, se succédant en élévation depuis les chênaies situées entre 500 m, 800 et 1100mètres jusqu'à la cédraie pure située au sommet à 1400mètres. Parallèlement, les analyses du PH, de la matière organique, de la conductivité électrique et l'analyse granulométrique ont été effectuées pour caractériser les sols des milieux d'étude.

De manière globale, les sols des sites de prélèvement se caractérisent par une richesse en matière organique dont la teneur est croissante de 500m à 1400m, une faible salinité et un PH légèrement basique à neutre. La texture des sols des milieux d'étude respectifs est dominée par de fortes teneurs en sables grossiers en comparaison avec celles des sables fins ou des limons fins et l'argile.

La flore relevée dans les sites des milieux choisis est clairsemée mais certaines espèces de Poaceae ou d'Astraceae dominant à travers leur occupation du sol comme pour la pelouse située à 800m. Au niveau du milieu situé à basse altitude ou à l'altitude la plus élevée, on retrouve des formations à chêne liège et cèdre respectivement.

La pédofaune rencontrée entre avril et début juin est composée surtout d'arthropodes avec une prépondérance des Insecta devant les Aranea. Les 100 taxons inventoriés dans les 4 milieux appartiennent à 11 ordres au total et 57 familles diversifiées mais dont les richesses spécifiques diminuent avec l'élévation. Parmi les ordres les plus représentatifs, nous signalons au premier rang, une plus importante disponibilité en abondances relatives chez les Hyménoptères (44 à 46%) à toutes les altitudes sauf dans la cédraie. Au second rang, les coleoptères sont importants en effectifs et en abondance relative surtout à 800m d'altitude. Les Diptera sont les moins représentés, leur abondance est surtout constatée à 500m (13%). L'abondance

des Aranea est croissante, elle semble proportionnelle avec l'élévation de 12% à 500m jusqu'à 57% à 1400m où ces arthropodes sont omniprésents.

La comparaison des moyennes des effectifs des ordres des Hymenoptera (9,9%), Araneae, (9%) Coleoptera (7%), et Diptera (4%) n'a pas révélé de différences significatives entre eux. Les différences de diversité des communautés sont constatées avec les autres groupes représentés dans la litière en l'occurrence les ordres des Julida, Collembola, Zygentoma, Lithobiomorpha, opilions et Isopoda dont les moyennes d'abondance globale (pour toutes les altitudes) sont inférieures à 1%. Les effectifs de la communauté pédofaunique sont en revanche significativement différents entre le mois de mai et début juin. En effet, les richesses spécifiques et les diversités se démarquent durant le mois de mai avec des valeurs élevées qui s'étalent dans un intervalle compris entre 2,39 bits, 2,33 bits et 2,61 bits de 500m à 1100m d'altitude et des valeurs plus faibles de l'indice de diversité de l'ordre de 1,93 bits pour les communautés pédofauniques inventoriées à 1400m. Les valeurs de dominance et d'équitabilité démontrent du maintien en équilibre de la pédofaune en général.

Quelque soit le milieu d'altitude, les familles des Carabidae, des Formicidae, des Scarabaeidae et des Staphylinidae sont les mieux représentées en espèces, parmi lesquelles *Camponotus alii* (Formicidae), *Gnaphosa* sp (Araneidae), *Peirates hybridus* (Hemiptera), *Atheta* sp (Coleoptera) qui sont communes aux quatre milieux.

L'analyse de la distribution des différents taxons de la pédofaune selon l'altitude et la saison d'échantillonnage a fait ressortir des assemblages caractéristiques du mois de prélèvement mais pas de l'altitude.

Certaines espèces ont été rencontrées à des effectifs importants notamment les Formicidae *Aphaenogaster depilis*, *Tetramorium semilaeve* et *Camponotus lateralis* à 500m, *Cataglyphis viatica* (41 individus) et les Aranea Lycosidae (20 individus) ainsi que les Scarabaeidae *Sisyphus schaefferi* à 800m. Enfin, les milieux situés à 1100m et à 1400m ont montré certes une diversité de la communauté pédofaunique mais avec des effectifs faibles. A 1400m plus précisément, il est relevé une dominance importante des Phalangides et des fourmis de l'espèce *Lasius grandis*.

## *Conclusion et perspective*

---

Du fait de facteurs environnementaux très changeants, une continuité de cette étude est nécessaire pour les raisons suivantes :

-La composition et la structure de la pédofaune ainsi que sa dynamique spatiotemporelle est tributaire des interactions notamment trophiques entre les espèces lesquelles entretiennent la fertilité des sols des milieux forestiers et la production de la biomasse forestière.

-Les effets de la variabilité climatique altitudinale et les incendies de forêts qui pourraient entraîner des modifications de l'habitat des communautés de la pédofaune.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

1. **ABERKANE-OUNAS N.**, 2012 - Inventaire des insectes inféodés à la vigne *Vitis vinifera* L. dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Mém Ing. Agro., Univ. Tizi Ouzou, 93p.
2. **AFNOR**, 1987 - Qualité des sols. Méthodes d'analyse. Recueil de normes françaises. Afnor, Paris, 135 p.
3. **AISSANI B.**, 1983 - Cartographie automatique de champs pluviométriques : exemple de la région algéroise. Science de la terre. Informatique géologique, 17, 1983.
4. **ANDREN O et BALANDREAU J.**, 1999.- Biodiversity and soil functioning: From black box to can of Worms. Applied Soil Ecology **13**(2). PP 105-108.
5. **ANTUNES S.C., PEREIRA R., SOUSA J.P., SANTOS M.C., GONÇALVES F.**, 2008. Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal). European Journal of Soil Biology 44, 45-56p.
6. **AROUR Z.** 2001. L'étude systématique et écologique de la pédofaune liée aux formations végétales à Benhar (Ain Oussera, Djelfa). Mémoire Ingénieur en Sc. Agronomiques, Centre Universitaire Djelfa, 104 p.
7. **ARTIOLA-FORTUNY J., et FULLER W.H.**, 1982. Adsorption of some mono-hydroxybenzene derivatives by soils. Soil Science, 133: 218-227
8. **ATLAS R., BARTHA R.**, 1992. Microbial ecology. Fundamentals and applications. 3rd edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company. San Francisco. Californie (USA). 563.
9. **BACHELIER G.** 1978 - La faune des sols Son écologie et son action. ORSTOM 391p
10. **BACHELIER., G.** 1963. La vie animale dans le sol. Edition O.R.S.T.O.M. 278 p.
11. **BAGNOULS F. et GAUSSEN H.**, 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat., Vol 8, pp 193-239.
12. **BEAUCHAMP J.**, 2003. Article ; Propriétés des sols. Université de Picardie Julie.24p.
13. **BENCKISER G.**, 1997. Organic inputs and soil metabolism. In Fauna in Soil Ecosystems (G. Benckiser, ed.), pp 7-62. New York: Dekker.

## Références bibliographiques

---

14. **BENKHELIL M.L 1991.** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. OPU, Alger, 66 p.
15. **BENKHELIL M.L 1992.** Les techniques de récoltes des insectes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office Publications Université Alger, 68 p
16. **BENZECRI, J.P. 1973** - L'analyse des données. I : La taxinomie. II : L'analyse des correspondances. Dunod ed., Paris, 619p.
17. **BIGOT, L. 1965.** – Etudes écologiques et éthologiques des invertébrés haliophiles de dunaires dans les formations littorales du sud-ouest malgache. Rapport de mission.
18. **BLONDEL, J., 1979.** - Biogéographie et écologie. Masson éd., Paris, 173 p
19. **BONNEIL P 2009** - Catalogue des méthodes d'échantillonnage entomologique. In : NAGELEISEN L.M et BOUGET C. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « inventaires entomologiques en forêt » (inv. ent.for.), les dossiers forestiers n°19, office national des forêts, 36-52.
20. **BOUCHE M. B. 1972.** Lombriciens de France: écologie et systématique.
21. **BOUDIAF NAIT-KACI M., HEDDE M., MOUAS BOURBIA S., DERRIDJ A., 2014.** Hiérarchisation des facteurs déterminant la macrofaune du sol de vergers du nord de l'Algérie. Vol. 18, No 1.
22. **CALVET J., 2003.** Le sol propriétés et fonction contribution et structure, phénomènes aux interfaces (tome 1). Édition France agricole. 88p
23. **COINEAU., 1974.** Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Document pour l'enseignement pratique de l'Ecologie. Paris. 117 p.
24. **COURNAULT L., 2013-** Les fourmis : une biodiversité méconnue. La connaissance et l'action près de chez soi. Rev. Sci. Bourgogne-Nature, Pp : 233-242.
25. **DAHEL R., 2015** Le parc national de Chrea une aire protégée à influence régionale . Revue Agrobiologia, 2015, N°7, 05-14, 7p.
26. **DAJOZ R (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 434 p
27. **DAJOZ R. (2007).** Les insectes et la forêt : rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Ed. Lavoisier. Paris, 648 p.

## Références bibliographiques

---

28. **DAVET P., 1996** La vie microbienne du sol et production végétale. Edition I.N.R.A. 383 p.
29. **DAVID J.F., 1987.**- Relation entre les peuplements de Diplopodes et les types d'humus en forêt. Rev. Biol. Ecol. Sol, Ed. Gautiers-Villars, 515-527
30. **DELLOULI S. 2006.** L'écologie de quelques groupes de macro-arthropodes (Coleoptera-Arenea) associés à la composition floristique en fonction des paramètres; altitude-exposition, cas de la forêt de Sénalba Chergui. Thèse Magister Sciences Agronomiques, Centre Universitaire Djelfa, 119 p.
31. **DIPRINCE A., 2003.** La faune du sol, diversité, méthodes d'étude, fonction et perspective le courrier de l'environnement de l'INRA n°49, PP123-138. Consulté le 15 Février 2017. En ligne à [www.inra.fr/deprinc49.htm](http://www.inra.fr/deprinc49.htm)**DI CASTRI 1981.**
32. **DREUX P., (1980)** – Précis d'écologie. Ed. Presses. Univ. France, Paris, 213p.
33. **DUCHEZ, J et LOY, M. 2005** - La classification ascendante hiérarchique. Projet d'analyse de données. Insa ; Rouen
34. **EL OUMRI M. ET VIEILLEFON J., 1983** - Etude expérimentale de la conductivité électrique globale des sols. Application à l'estimation de leur salinité. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XX, 2, 91-108.
35. **FEKKOUN S, et GHEZALI D J., 2007.** L'évolution de l'acarofaune du sol de la région de Boufarik. Journées Internationales Zool. Agri. For., 8 - 10 avril 2007, Dép. Zool. Agro. For., Inst. Nati. Agro., El Harrach, 189 p.
36. **FEKKOUN S, GHEZALI D et DOUMANDJ S., 2011.** Variations saisonnières des peuplements invertébrés du sol en milieu cultivé dans la plaine de la Mitidja. Lebanese Science Journal. Vol 12, n°1. PP 3-11.
37. **FERNANE A., 2012** - Biodiversité des insectes en milieu forestier: cas de la région de Tizi-Ouzou (Algérie). 3ème Congrès Franco-Maghrebin de zoologie et d'ichtyologie et 115e journées annuelles de la société Zoologique de France, 152p.
38. **FREYSSINEL., 2007.** Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agro foresterie 2006-2008. Recherche et développement de la France, 46 p.

## Références bibliographiques

---

39. **GAUTHIER G.** 1979 - Les communautés de coléoptères et d'araignées des biotopes humides dans le Parc National des Écrins. *Ecologia mediterranea*, tome 5, pp. 3-24
40. **GOBAT J.M., ARAGONO M., MATTHEW Y.W., 2003.** Base de pédologie ; biologie des sols: le sol vivant. Ed. Lausanne.522p.
41. **HABITA, A., KHERBOUCHE-ABROUS O., BOUHALI A. et TOUAHRIA D., 2012-** Ecologie des peuplements d'Aranéides associées aux forêts naturelles et reboisées des régions de Djelfa. Recueil des résumés, 3<sup>e</sup> Congrès Franco Maghrébin, Marrakech, Novembre 2012, 152 pages.
42. **HALIMI A., 1980** – L'atlas blidéen-climat et étages végétaux. Ed. Office des publications nationales, Alger, 523p.
43. **HO, M-W. 2012.** Praise spiders and spider silk. Report ISIS, 15p.
44. **HODKINSON, I. D.2005** - Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Volume80, Issue3, August 2005, Pages 489-513*
45. **HOLLOBLER B. AND WILSON E.O., 1996.** Voyage chez les fourmis. Editions du seuil: 242.
46. **HUBERT, S. 1980.** Les araignées. (Encyclopedia of life) - Muséum de zoologie comparé d'Harvard, 2p.
47. **JOCQUE R.** (1988). La glande fémorale des Zodariinaes (Araneae, Zodariidae). *C. R. Xème Europ. Arachnol., Bulletin Société Sciences Bretagne 59(hors série 1),p. 109-114.*
48. **LAGARDE J. 1983.** - Initiation à l'analyse des données, Dunod
49. **LAHRECH B. et KHENAFIF H., 2018** - Evaluation de la biodiversité du Parc National de Chréa Thèse de Master de l'Université de Blida1, 82p.
50. **Larochelle L ., 2004.** L'impact du bois raméal fragmenté sur la dynamique de la méso faune du sol 2ème Edition février 2004.édité par le groupe de coordination sur les bois rameaux, Département des sciences du bois et de la forêt. Université Laval Québec.65p.
51. **LAWTON H., MACGARVIN M. et HEADS P.A, 1987** - Effects of Altitude on the Abundance and Species Richness of Insect Herbivores on Bracken. *ournal of Animal Ecology, Vol. 56, No. 1 (Feb., 1987), pp. 147-160*

## Références bibliographiques

---

52. **LEBART, L., MORINEAU, A et FENELON, J.P. 1982** - Traitement des données statistiques méthodes et programmes. Dunod édition. Paris. 518p.
53. **LEMITI S. 2020** - Effet de la combinaison des facteurs écologiques sur le cèdre de l'atlas dans le parc national de Chréa. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Univ. Blida, 130p.
54. **LUBIN , Y.D. et HENCHEL, J.R. 1990.** Spiders (Seothyra, Eresidae) in the Namib desert dunes, 461-467.
55. **LUNDY, 2011** - « Caractériser le sol par la conductivité : L'expérience de Défisol », Perspectives agricoles, n° 376, Mars 2011, pp. 44-45
56. **MACHADO, BENEDITO H., 2009.** Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, Volume 36, Issue 12, pages 1186–1187.
57. **MARTINS F., COSTA M., GALHANO C.I.C., 2015.** On the way for a new bionematicide. Agriculture & Food Journal of International Scientific Publications. Volume 3, pp: 130- 137p.
58. **MOIROUX, J., BOURGEOIS, G., BOIVIN, G. et BRODEUR, J. 2014.** Impact différentiel du réchauffement climatique sur les insectes ravageurs des cultures et leurs ennemis naturels : implication en agriculture. Canada: OURANOS, Québec. 12p.
59. **NADAMA., 2006.** Influence de trois modes de gestion des sols sur le profil de la macrofaune du sol en parcelles cotonnières paysannes au nord Cameroun, 8ème promotion F.A.S.A.66p. U.F.R Sciences de la vie et de l'environnement. 266p.
60. **NAGELEISEN L.M et BOUGET C 2009.** L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail. « Inventaires Entomologiques en Forêt », Mars 2009, N°19, 144p.
61. **NIANG-DIOP F. 2010.** / Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(5): 1693-1705.
62. **OZENDA. P., 1983** - Flore de Sahara. Ed. CNRS. Paris. 622p.
63. **PERES G., 2003.** Identification et quantification in situ des interactions entre la diversité lombricienne et macro-bio porosité dans le contexte dans le contexte polyculture breton. Influence sur le fonctionnement hydrique du sol. Thèse de Doctorat à l'université de Rennes 1.

## Références bibliographiques

---

64. **PERES G., BOULONNE L., GUERNIOR M., 2010.** Mesure de la biodiversité du sol. R.M.Q.S. Biodiv. 36p.
65. **PIHAN G., 1986.** Les insectes. Edition Masson, 160 p.
66. **QUÉNÉA K., 2004.** Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'une chrono séquence forêt/maïs (CESTAS, Sud-ouest de la France). Thèse de Doctorat. Université de Paris 6 (France).
67. **RAMADE F. (2003).** Eléments d'écologie fondamentale. 3ème édition Dunod. France. 690p
68. **RAMADE F., (1984)** –Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw- Hill, Paris, 397 p.
69. **SAHLI Z. 2016.** - Améliorer la gouvernance des espaces boisés méditerranéens à travers la mise en œuvre de démarches participatives, Parc National de Chréa. Algérie. Plan Bleu. Valbonne.
70. **SELTZER, P., 1946** - Climat de l'Algérie", Inst, nati, météo, phys., Globe de l'Algérie, Alger, 219 p.
71. **SOLBRIG O T., VAN EMDEN H M., VAN OORDT P G W J. 1994.** Biodiversity and global change, IUBS, Cab International, Wallingford. 227 p.
72. **Soldati F., 2007.** Systematic catalogue and atlas (Coleoptera, Tenebrionidae) Faune of France and Corsica. Mémoires de la Société Linnéenne de Bordeaux, Tome 6: 186p.
73. **SOLTNER D., 1987.** Les bases de la production végétale. TOME 1 : Le sol, 15ème Edition.465p.
74. **SOUTHWOOD, T.R.E. 1988.** Ecological methods: With particular reference to the study of insect population. Second edition.Londreset New York: Chapman et all.
75. **SOUTTOU K., CHOUKRI K, SEKOUR M., GUEZOUL O., ABABSA L. et DOUMANDJI S. 2015-** Ecologie des arthropodes en zone reboisée de Pin d'Alep dans une région présaharienne à Chbika (Djlefa, Algérie). Faunistic Entomology 2015 68, 159-172
76. **Szpila K; Matuszewski S; Bajerlein D; Konwerski S. (2008).** *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), a forensically important blowfly (Diptera:

## Références bibliographiques

---

Calliphoridae) new for the Polish fauna. Polish journal of entomology, 77: 351-355.

77. **TORCHE S et BEN NACER A., 2009.** Effet des rejets industriels sur la pédofaune au niveau d'Oued El Garahe Ain Mlila, Mémoire d'ingénieur, Univ. Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi, 69 p.

78. **WALSER, M.; SCHNEIDER MATHIS, D.; KÖCHLI, R.; STIERLI, B.; MAEDER, M.; BRUNNER, I., 2021:** Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol. 2e édition révisée. Not. prat. 60. 12 p.

79. **XU GUORUI, YUXIN ZHANG, SHUANG ZHANG, KEMING MA., 2020** - Biodiversity associations of soil fauna and plants depend on plant life form and are accounted for by rare taxa along an elevational gradient. Soil Biology and Biochemistry 140 (2020) 107640

# **Annexes**

## Annexe I : Composition taxonomique mensuelle de la pédofaune par altitude

### Inventaire de la pédofaune dans le Milieu 1 (500 m d'altitude)

| ordre              | famille           | taxon                               | code                  | avril | mai | Début juin |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------|-----|------------|
| <b>Hymenoptera</b> | ichneum/Alysiinae | <i>Alysiinae</i>                    | aly                   | 0     | 1   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Aphaenogaster depilis</i>        | aphd                  | 22    | 0   | 7          |
|                    | Formicidae        | <i>Aphaenogaster Testaceopilosa</i> | apht                  | 3     | 16  | 8          |
|                    | Formicidae        | <i>Camponotus alii</i>              | cmpa                  | 3     | 0   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Camponotus cruentatus</i>        | cmcr                  | 1     | 5   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Camponotus lateralis</i>         | cmpl                  | 0     | 15  | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Cataglyphis viatica</i>          | catv                  | 0     | 9   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Crematogaster auberti</i>        | crab                  | 0     | 0   | 2          |
|                    | Formicidae        | <i>Lasius grandis</i>               | lsg                   | 0     | 1   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Messor barbarus</i>              | mesb                  | 0     | 1   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Messor capitatus</i>             | mesc                  | 0     | 1   | 4          |
|                    | Formicidae        | <i>Monomorium salomonis</i>         | mos                   | 1     | 1   | 0          |
|                    | Formicidae        | <i>Tetramorium semilaeve</i>        | tets                  | 8     | 3   | 0          |
|                    | <b>Coleoptera</b> | Carabidae                           | <i>Amara eurynota</i> | amer  | 2   | 1          |
| Carabidae          |                   | <i>Carabide</i>                     | carb                  | 2     | 1   | 0          |
| Carabidae          |                   | <i>Microlestes minutulus</i>        | mm                    | 0     | 11  | 0          |
| carabidae          |                   | <i>Syntomus truncatulus</i>         | syt                   | 1     | 0   | 0          |
| Staphylinidae      |                   | <i>Atheta sp</i>                    | atet                  | 5     | 1   | 0          |
| Staphylinidae      |                   | <i>Anotylus</i>                     | ant                   | 1     | 0   | 0          |
| Prionoceridae      |                   | <i>Lobonyx aeneus</i>               | lban                  | 0     | 2   | 0          |
| Malachiidae        |                   | <i>Malachius bipustulatus</i>       | mlbp                  | 0     | 2   | 0          |
| Tenebrionidae      |                   | <i>Tentyria interrupta</i>          | tni                   | 0     | 3   | 0          |
| Trogidae           |                   | <i>Trox fabricii</i>                | trf                   | 1     | 1   | 0          |
| <b>Diptera</b>     | Anthomyiidae      | <i>Delia sp</i>                     | del                   | 0     | 12  | 1          |
|                    | Dolichopodidae    | <i>Dolichopodidae</i>               | doli                  | 0     | 5   | 0          |
|                    | Phoridae          | <i>Megaselia sp</i>                 | mega                  | 4     | 1   | 0          |
|                    | Tabanidae         | <i>Pangonius micans</i>             | pnm                   | 0     | 1   | 0          |
|                    | Sphaeroceridae    | <i>Rachispoda sp</i>                | rch                   | 1     | 4   | 0          |
|                    | Tipulidae         | <i>Tipula sp</i>                    | tip                   | 2     | 0   | 0          |
| <b>Hemiptera</b>   | Reduviidae        | <i>Peirates hybridus</i>            | prhb                  | 2     | 1   | 1          |
| <b>Orthoptera</b>  | Gryllidae         | <i>Gryllus sp</i>                   | grl                   | 2     | 2   | 0          |
| <b>Isopoda</b>     | Armadillidiidae   | <i>Cloporte commun</i>              | clpm                  | 0     | 9   | 3          |
| <b>Collembola</b>  | Collembola        | <i>Collembola</i>                   | colm                  | 13    | 1   | 0          |
| <b>Zygentoma</b>   | Lepismatidae      | <i>Lepisma sp</i>                   | lpsm                  | 3     | 1   | 0          |
| <b>Araneae</b>     | Dysderidae        | <i>Dysdera sp</i>                   | dys                   | 7     | 1   | 0          |
|                    | Gnaphosidae       | <i>Gnaphoside</i>                   | gna                   | 4     | 0   | 1          |
|                    | Linyphiidae       | <i>Linyphiidae</i>                  | lny                   | 0     | 0   | 0          |
|                    | Lycosidea         | <i>Lycoside sp</i>                  | lyco                  | 0     | 2   | 0          |
|                    | Phalangidae       | <i>Opiliones</i>                    | opls                  | 1     | 0   | 0          |
|                    | Pholcidae         | <i>Phalangide</i>                   | phlg                  | 6     | 0   | 0          |
|                    | Thomisidae        | <i>Xysticus sp</i>                  | xys                   | 1     | 0   | 0          |
|                    | Gnaphosidae       | <i>Zilotes sp</i>                   | zil                   | 0     | 0   | 0          |
|                    | Zodariidae        | <i>Zodarion sp</i>                  | zod                   | 5     | 1   | 0          |

## Inventaire de la pédofaune dans le Milieu 2 (800 m d'altitude)

| ordre              | famille           | taxon                               | code                         | Avril | mai | Début<br>juin |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------|-----|---------------|
| <b>Araneae</b>     | Gnaphosidae       | <i>Gnaphosa sp</i>                  | gna                          | 3     | 0   | 0             |
|                    | Lycosidea         | <i>Lycoside sp</i>                  | lyco                         | 18    | 20  | 5             |
|                    | Phalengidea       | <i>Opiliones</i>                    | opls                         | 2     | 0   | 0             |
|                    | Pholcidae         | <i>Phalengide</i>                   | phlg                         | 2     | 2   | 0             |
| <b>Coleoptera</b>  | Buprestidae       | <i>Acmaeodera degener</i>           | acmde                        | 0     | 1   | 0             |
|                    | Carabidae         | <i>Amara eurynota</i>               | amer                         | 1     | 0   | 0             |
|                    | Buprestidae       | <i>Anthaxia sp</i>                  | antx                         | 2     | 0   | 0             |
|                    | Scarabaeidae      | <i>Aphodius fimetarius</i>          | apfi                         | 1     | 0   | 0             |
|                    | Staphylinidae     | <i>Atheta sp</i>                    | atet                         | 2     | 0   | 0             |
|                    | Carabidae         | <i>Brachinus eflense</i>            | bref                         | 1     | 0   | 0             |
|                    | Carabidae         | <i>Carabus morbillosus</i>          | carm                         | 0     | 1   | 0             |
|                    | Dermestidae       | <i>Dermestes frichii</i>            | derf                         | 11    | 9   | 4             |
|                    | Carabidae         | <i>Harpalus siculus</i>             | hasi                         | 0     | 1   | 0             |
|                    | Scarabaeidae      | <i>Onthophagus verticicornis</i>    | onver                        | 1     | 0   | 0             |
|                    | Scarabaeidae      | <i>Protaetia opaca</i>              | prop                         | 0     | 2   | 1             |
|                    | Tenebrionidae     | <i>Scaurus punctatus</i>            | scpun                        | 0     | 1   | 0             |
|                    | Silphidae         | <i>Silphidae</i>                    | silph                        | 0     | 1   | 0             |
|                    | Scarabaeidae      | <i>Sisyphus schaefferi</i>          | sisch                        | 70    | 1   | 0             |
|                    | Scarabaeidae      | <i>Tropinota squalida</i>           | trosq                        | 1     | 0   | 0             |
|                    | <b>Dermaptera</b> | Forficulidae                        | <i>Forficula auricularia</i> | foau  | 0   | 1             |
| <b>Diptera</b>     | Anthomyiidae      | <i>Delia sp</i>                     | del                          | 1     | 2   | 1             |
|                    | Muscidae          | <i>Hydrotaea sp</i>                 | hydro                        | 0     | 1   | 0             |
|                    | Tipulidae         | <i>Tipula sp</i>                    | tip                          | 2     | 0   | 0             |
| <b>Hemiptera</b>   | Issidae           | <i>Issus sp</i>                     | iss                          | 1     | 0   | 0             |
|                    | Reduviidae        | <i>Peirates hybridus</i>            | prhb                         | 1     | 10  | 5             |
|                    | Cydnidae          | <i>Sehirus luctuosus</i>            | sehl                         | 0     | 1   | 0             |
| <b>Hymenoptera</b> | Andrenidae        | <i>Andrenidae</i>                   | andr                         | 0     | 1   | 0             |
|                    | Formicidae        | <i>Aphaenogaster depilis</i>        | aphd                         | 2     | 11  | 3             |
|                    | Formicidae        | <i>Aphaenogaster senilis</i>        | aphs                         | 0     | 1   | 0             |
|                    | Formicidae        | <i>Aphaenogaster Testaceopilosa</i> | apht                         | 4     | 2   | 0             |
|                    | Formicidae        | <i>Camponotus alii</i>              | cmpa                         | 3     | 9   | 2             |
|                    | Formicidae        | <i>Cataglyphis viatica</i>          | catv                         | 22    | 41  | 15            |
|                    | Formicidae        | <i>Crematogaster auberti</i>        | crab                         | 12    | 1   | 0             |
|                    | Apidae            | <i>Eucera sp</i>                    | eucr                         | 1     | 1   | 0             |
|                    | Halictidae        | <i>Halictus scabiosae</i>           | hasc                         | 0     | 1   | 0             |
|                    | Halictidae        | <i>Lasioglossum malachurum</i>      | lasmch                       | 0     | 1   | 0             |
|                    | Formicidae        | <i>Lasius grandis</i>               | lsg                          | 4     | 6   | 3             |
|                    | Formicidae        | <i>Messor capitatus</i>             | mesc                         | 1     | 8   | 1             |
|                    | Scoliidae         | <i>Scoliidae</i>                    | scol                         | 1     | 0   | 0             |
| <b>Isopoda</b>     | Armadillidiidae   | <i>Cloporte commun</i>              | clpm                         | 0     | 5   | 0             |
| <b>Julida</b>      | Julidae           | <i>Iulus sp</i>                     | iulu                         | 0     | 2   | 0             |

|                    |                 |                             |        |   |   |   |
|--------------------|-----------------|-----------------------------|--------|---|---|---|
| <b>Orthoptera</b>  | Acrididae       | <i>Acrididae</i>            | acri   | 2 | 0 | 0 |
| <b>Lepidoptera</b> | Thaumetopoeidae | <i>Procesioner de cedre</i> | procdr | 1 | 0 | 0 |

### Inventaire de la pédofaune dans le Milieu 3 (1100 m d'altitude)

| ordre                 | famille        | taxon                                   | code                       | avril | mai | debut<br>juin |
|-----------------------|----------------|---|----------------------------|-------|-----|---------------|
| <b>Araneae</b>        | Anyphaenidae   | <i>Anyphaenide sp</i>                   | anyph                      | 1     | 0   | 0             |
|                       | Gnaphosidae    | <i>Gnaphosa sp</i>                      | gna                        | 2     | 6   | 1             |
|                       | Pholcidae      | <i>Phalengide</i>                       | phlg                       | 15    | 0   | 5             |
|                       | Thomisidae     | <i>Xysticus</i>                         | xys                        | 1     | 0   | 0             |
| <b>Coleoptera</b>     | Staphylinidae  | <i>Atheta sp</i>                        | atet                       | 5     | 0   | 0             |
|                       | Carabidae      | <i>Carterus rotundicollis</i>           | cartro                     | 0     | 2   | 0             |
|                       | Carabidae      | <i>Chlaenius<br/>chrysocephalus</i>     | chlch                      | 2     | 0   | 0             |
|                       | Glabrasidae    | <i>Glabrasida sp</i>                    | glab                       | 0     | 4   | 0             |
|                       | Carabidae      | <i>Harpalus siculus</i>                 | hasi                       | 0     | 3   | 0             |
|                       | Lampyridae     | <i>Lampyris sp</i>                      | lamp                       | 0     | 1   | 0             |
|                       | Staphylinidae  | <i>Ocypus olens</i>                     | ocol                       | 0     | 6   | 0             |
|                       | Scarabaeidae   | <i>Onthophagus aerarius</i>             | onae                       | 1     | 0   | 0             |
|                       | Scarabaeidae   | <i>Rhyzotrogus aestirus</i>             | rhyae                      | 1     | 0   | 2             |
|                       | Staphylinidae  | <i>Staphylinus olens</i>                | staol                      | 1     | 0   | 0             |
|                       | Chlaenius      | <i>Trichoclaenus<br/>chrysocephalus</i> | trich                      | 2     | 0   | 0             |
|                       | <b>Diptera</b> | Anthomyiidae                            | <i>Anthomyia pluvialis</i> | anplu | 0   | 1             |
| Anthomyiidae          |                | <i>Delia sp</i>                         | del                        | 0     | 2   | 1             |
| Heleomyzidae          |                | <i>Helomyza sp</i>                      | helo                       | 0     | 9   | 0             |
| Muscidae              |                | <i>Hydrotaea sp</i>                     | hydro                      | 1     | 0   | 0             |
| Phoridae              |                | <i>Phora sp</i>                         | phor                       | 1     | 0   | 0             |
| Sphaeroceridae        |                | <i>Rachispoda sp</i>                    | rch                        | 3     | 0   | 0             |
| Sarcophagidae         |                | <i>Sarcophaga sp</i>                    | sarco                      | 0     | 1   | 0             |
| Sphacroceridae        |                | <i>Sphacroceride sp</i>                 | spha                       | 1     | 0   | 0             |
| Tipulidae             |                | <i>Tipula sp</i>                        | tip                        | 0     | 1   | 0             |
| <b>Hemiptera</b>      | Issidae        | <i>Issus sp</i>                         | iss                        | 0     | 1   | 0             |
|                       | Reduviidae     | <i>Peirates hybridus</i>                | prhb                       | 1     | 0   | 0             |
|                       | Pentatomidae   | <i>Pitedia juniperina</i>               | pitju                      | 0     | 1   | 0             |
| <b>Hymenoptera</b>    | Apidae         | <i>Apidae</i>                           | apid                       | 1     | 0   | 1             |
|                       | Formicidae     | <i>Camponotus alii</i>                  | cmpa                       | 0     | 2   | 0             |
|                       | Formicidae     | <i>Crematogaster auberti</i>            | crab                       | 0     | 6   | 3             |
|                       | Formicidae     | <i>Lasius grandis</i>                   | lsg                        | 0     | 15  | 7             |
| <b>Lithobiomorpha</b> | Lithobiidae    | <i>Lithobius sp</i>                     | lith                       | 2     | 1   | 0             |
| <b>Opiliones</b>      | Troguilidae    | <i>Trogulus sp</i>                      | trogu                      | 4     | 0   | 0             |

## Inventaire de la pédofaune dans le Milieu 4 (1400 m d'altitude)

| ordre                 | famille         | taxon                          | code  | avril | mai | début<br>juin |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------|-------|-------|-----|---------------|
| <b>Araneae</b>        | Dysderidae      | <i>Dysdera crocata</i>         | dys   | 2     | 0   | 0             |
|                       | Gnaphosidae     | <i>Gnaphoside sp</i>           | gna   | 1     | 0   | 0             |
|                       | Lycosidae       | <i>Lycosidae sp</i>            | lyco  | 0     | 1   | 1             |
|                       | Pholcidae       | <i>Phalengide</i>              | phlg  | 325   | 34  | 8             |
| <b>Coleoptera</b>     | Staphylinidae   | <i>Atheta sp</i>               | atet  | 42    | 0   | 0             |
|                       | Cantharidae     | <i>Cantharis obscura</i>       | cano  | 1     | 0   | 0             |
|                       | Melyridae       | <i>Danacea sp</i>              | dana  | 0     | 1   | 0             |
|                       | Lampyridae      | <i>Lampyris noctiluca</i>      | lamp  | 2     | 0   | 0             |
|                       | Staphylinidae   | <i>Lathrobium sp</i>           | lath  | 1     | 0   | 0             |
|                       | Staphylinidae   | <i>Ocypus olens</i>            | ocol  | 0     | 52  | 23            |
|                       | Silphidae       | <i>Silpha granulata</i>        | silg  | 0     | 2   | 0             |
|                       | Curculionidae   | <i>Sitona sp</i>               | sito  | 0     | 2   | 0             |
| <b>Dermaptera</b>     | Carcinophoridae | <i>Anisolabis mauritanicus</i> | anim  | 3     | 7   | 2             |
| <b>Diptera</b>        | Calliphoridae   | <i>Calliphora vicina</i>       | calv  | 0     | 28  | 7             |
|                       | Calliphoridae   | <i>Chrysomya sp</i>            | chry  | 0     | 1   | 1             |
|                       | Heleomyzidae    | <i>Helomyza sp</i>             | helo  | 1     | 21  | 4             |
|                       | Muscidae        | <i>Hydrotaea sp</i>            | hydro | 6     | 18  | 6             |
|                       | Calliphoridae   | <i>Larve de calliphoridae</i>  | lvc   | 1     | 0   | 0             |
|                       | Phoridae        | <i>Megaselia sp</i>            | mega  | 3     | 0   | 1             |
|                       | Phoridae        | <i>Phora sp</i>                | phor  | 0     | 2   | 0             |
|                       | Sarcophagidae   | <i>Sarcophaga sp</i>           | sarco | 0     | 1   | 0             |
| <b>Hemiptera</b>      | Reduviidae      | <i>Peirates hybridus</i>       | prhb  | 0     | 2   | 3             |
| <b>Hymenoptera</b>    | Formicidae      | <i>Camponotus alii</i>         | cmpa  | 1     | 3   | 3             |
|                       | Formicidae      | <i>Cataglyphis viatica</i>     | catv  | 0     | 1   | 0             |
|                       | Diapriidae      | <i>Diaprunaé</i>               | diap  | 1     | 0   | 0             |
|                       | Formicidae      | <i>Dorylus fulvus</i>          | doryf | 0     | 1   | 0             |
| <b>Julida</b>         | Julidae         | <i>Diplopodes</i>              | diplo | 1     | 0   | 0             |
|                       | Julidae         | <i>Iulus sp</i>                | iulu  | 0     | 1   | 0             |
| <b>Lepidoptera</b>    | Geometridae     | <i>Lépidoptère</i>             | lepi  | 1     | 0   | 0             |
| <b>Lithobiomorpha</b> | Lithobiidae     | <i>Lithobius sp</i>            | lith  | 0     | 2   | 0             |
| <b>Collembola</b>     | Collembola      | <i>Colombole</i>               | colm  | 2     | 0   | 0             |

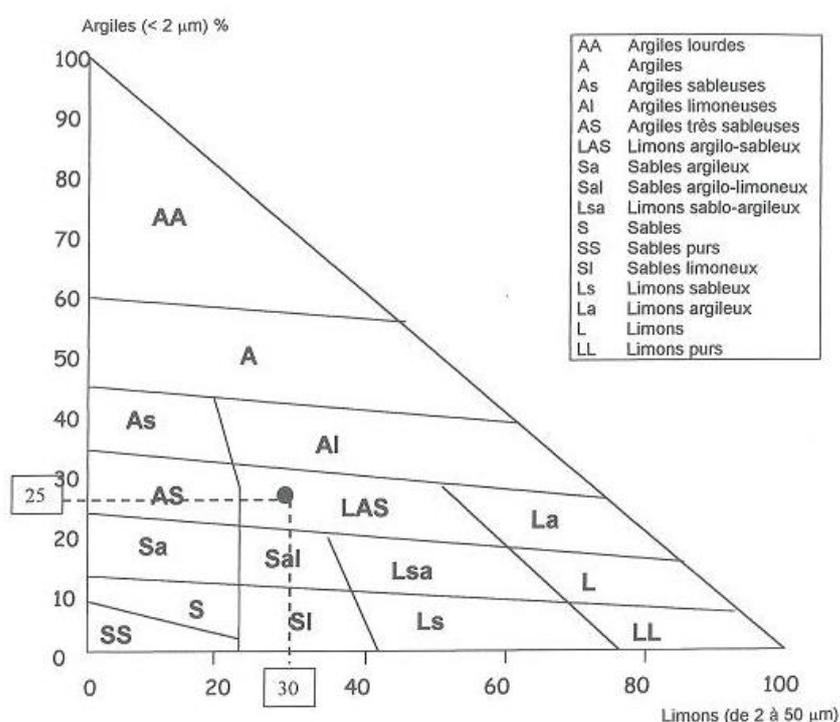
## Annexe II

### Normes de la chimie des sols des milieux d'étude et granulométrie

Classe de la qualité des sols selon l'échelle de Durand J.H. (1983)

| Classe     | CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25 °C | Qualité des sols | Effet sur le rendement  |
|------------|---------------------------------------|------------------|---|
| Classe I   | 0 à 500                               | Non salé         | Négligeable   |
| Classe II  | 500 à 1000                            | Légèrement salé  | Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel        |
| Classe III | 1000 à 2000                           | Salé             | Diminution des rendements de la plus part des cultures            |
| Classe IV  | 2000 à 4000                           | Très salé        | Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant |
| Classe V   | Plus de 4000                          | Extrêmement salé | Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants     |

| TENEUR EN MO     | INTERPRETATION                                     |   |
|------------------|--|---|
| MO < 14 ‰        | Sol très pauvre en matière organique               |   |
| 14 ‰ ≤ MO < 20 ‰ | Sol pauvre en matière organique                    |   |
| 20 ‰ ≤ MO < 30 ‰ | Argile < 22%                                       | Sol bien pourvu en matière organique        |
|                  | 22% < ARG. < 30%<br>(Ou teneur en argile inconnue) | Sol moyennement pourvu en matière organique |
|                  | Argile > 30%                                       | Sol pauvre en matière organique             |
| 30 ‰ ≤ MO < 40 ‰ | Sol bien pourvu en matière organique               |   |
| MO ≥ 40 ‰        | Teneur élevée en matière organique                 |   |



## Dosage de la matière organique

### Mode opératoire :

- Tout d'abord il faut sécher le sol 24 H à l'air libre
- Tamiser le sol avec un tamis de 2 mm pour avoir un sol fin.
- On pèse 1g de sol de chaque milieu (500 m, 800 m, 1100 m, 1400 m)
- On ajoute 10 ml de  $K_2Cr_2O_7$  (dichromate de potassium) 8%
- Puis on ajoute 15 ml de  $H_2SO_4$  98%
- On fait chauffer le tout à  $70C^\circ$  puis on compte 5min à partir de la 1<sup>ère</sup> goutte et on laisse refroidir afin d'ajouter 150ml d'eau distillée.
- On prélève 20 ml de la solution obtenue, puis on rajoute 150 ml d'eau distillée et 5 ml de NAF 3% en rajoutent 2 à 3 gouttes de diphénylamine (indicateur coloré).
- Dans la pipette de robinson, on met le sel de Mohr (sulfate de fer et d'ammonium) pour équilibrer la solution jusqu'à avoir le virage à la couleur bleu verdâtre.

## Mesure du PH

### Mode opératoire :

- Peser 20g de terre tamisée à 2mm et les introduire dans un bêcher de 100ml
- Ajouter 50ml d'eau distillée
- Agiter la suspension (agitation latérale) pendant 30 min
- On filtre la solution jusqu'à ce qu'elle soit nette
- On prend nos mesures avec le PH mètre puis on lit la valeur quand la lecture s'est stabilisée. Après chaque mesure, l'électrode a été rincée à l'eau distillée.

## Conductivité électrique

### Mode opératoire :

- Peser 20g du sol tamisée à 2mm et l'introduire dans un bêcher de 100ml
- Ajouter 50ml d'eau distillée
- Agiter la suspension (30 min) et laisser à reposer
- En filtre la solution jusqu'elle soit nette

Mesurer la conductivité avec le conductimètre

## Analyse granulométrique

### Mode opératoire :

- Peser 20g du sol tamisée à 2mm
- Ajouter 300 ml d'eau distillée
- On rajoute 40 ml de HMP (Hexamétaphosphate de sodium)
- Ajouter 1 ml de NH<sub>4</sub>OH (ammoniaque)
- Agiter le total 2 h avec un agitateur rotatif
- Peser 4 capsules vides pour chaque milieu chacune en indiquant les noms selon l'altitude dans l'ordre suivant : Argile, Limons fin, sable fin, sable grossier.
  - Après agitation, verser la suspension dans une allonge et compléter à un litre avec l'eau distillée.
  - Faire descendre la pipette de Robinson délicatement dans la suspension pour aspirer et recueillir le liquide dans une capsule tarée (pour l'argile)
  - Faire de la même manière que pour le limon fin
  - Pour le sable fin et grossier, on verse le contenu de l'éprouvette sur deux tamis superposés, le premier à 0.2mm et le second de 0.05mm, les sables retenus sur le tamis 0.2mm sont les sables grossiers, et les sables fins sur le tamis de 0.05mm.
  - Bien laver par jets de pissette ces sables et les recueillir dans deux capsules mentionnées par leurs noms.
  - Mettre dans l'étuve à 105°C pendant 24heures

## Annexe IV

Photos originales de quelques taxons de la pédofaune inventoriée dans les milieux d'altitude



*Lasius grandis*



*Comptonotus alii*



*Megaselis*



*Cataglyphis viatica*



*Xysticus*



*Amara sp*



*Tetramorium semilarve*



*Anthaxia*



*phalengide*



*Tipula sp*



*Trox fabricii*



*Dermestidae*



*Onthophagus verticicornis*



*Aphodiuse fimetarius*



*Tropinota squalida*



*Eucera sp*



*Cloporte commun*



*Ocypus olens*