

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE FRERES MENTOURI CONSTANTINE  
FACULTE DES SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE

N° d'ordre : 09/D3C/2017  
N° de série : 01/BioA/2017

# THESE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3<sup>EME</sup> CYCLE  
SPECIALITE : BIOLOGIE ANIMALE  
OPTION : BIODIVERSITE ET ECOLOGIE DES ARTHROPODES

**Biodiversité comparée et endémisme des Collemboles  
(Hexapoda: Collembola) de deux massifs algériens  
dans un même contexte bioclimatique**

Présentée par :

**ZOUGHAILECH Abdelmalek**

Devant le jury :

<u>Président:</u>	Pr. HARRAT Abboud	Université Frères Mentouri Constantine
<u>Directeur de thèse:</u>	Pr. HAMRA-KROUA Salah	Université Frères Mentouri Constantine
<u>Co-directeur de thèse:</u>	Dr. DEHARVENG Louis	Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité, MNHN Paris, France

<u>Examineurs:</u>	Pr. LOUADI Kamel	Université Frères Mentouri Constantine
	Pr. SI BACHIR ABDELKRIM	Université Hadj Lakhdar, Batna

Soutenue le : 31/01/2017  
(Mise en ligne le : 29 / 06 / 2017)

## **REMRCIMENTS**

*Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements au Professeur Hamra-Kroua Salah qui fut pour moi un directeur de thèse attentif et disponible. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance m'ont beaucoup appris. Ils ont été et resteront des moteurs de mon travail de chercheur. J'ai trouvé une relation cordiale, une écoute et ce que j'ai aimé par-dessus tout, une franchise à toute épreuve. Merci pour tout Professeur.*

*Je remercie très chaleureusement le Professeur émérite Deharveng Louis, qui malgré ses nombreuses occupations a accepté de m'accueillir au sein de son laboratoire (ISYEB) durant deux années et de prendre la co-direction de cette thèse en cours de route, transformant ainsi les difficultés rencontrées en une expérience enrichissante. Je lui suis également reconnaissant de m'avoir assuré un encadrement rigoureux tout au long de mon stage au sein de son laboratoire.*

*J'exprime mes vifs remerciements à Monsieur le Professeur Harrat Abboud d'avoir accepté de présider le jury de thèse et de juger le présent travail, à l'ensemble des membres du jury : Monsieur le Professeur Louadi Kamel ex-directeur du Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes et monsieur le Professeur Si bachir Abdelkrim de l'université Hadj Lakhdar de Batna, qui m'ont fait l'honneur de juger la présente thèse.*

*Cette thèse n'aurait pas abouti sans l'aide que j'ai pu recevoir sur le terrain ou au laboratoire.*

*Je remercie Monsieur le Professeur Ponge Jean-François pour m'avoir aidé dans la réalisation des analyses pour l'étude écologique.*

*Un grand merci à Bedos Anne pour son soutien, sa présence et son aide si précieuse dans la réalisation de se travail au Muséum National d'Histoire Naturelle. Ta gentillesse et ta patience, sont un exemple.*

*J'adresse toute ma gratitude à mon ami et collègue Mohamed de m'avoir aidé dans la réalisation des sorties terrain et plusieurs taches au laboratoire, ce fut une belle expérience. Je remercie également Hayet pour son soutient et son aide.*

*Un grand merci à Foued, technicien du laboratoire LBEA, pour son soutien et sa présence.*

*Céline, merci à toi pour ton aide dans la réalisation des photos MEB, mais plus que tout pour ton sourire et ta bonne humeur.*

*Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin durant la réalisation de cette thèse. A mon cousin Yanis pour son accueil à Paris.*

*Je ne remercierai jamais assez mes parents, mes frères et sœurs, Michou en particulier, Nassim, Nada, Asma, Safa et Hani, sans qui rien n'aurait été possible. Vous êtes mon pilier, et ma force dans tout ce que j'entreprends.*

*Enfin, je tiens à dédier ce travail à mon père, El hadi, car tout simplement tu es un papa formidable.*

*A ma très chère mère, Khadidja, une mère exceptionnelle par sa patience, son dévouement et son attention. A toi j'exprime toute ma gratitude et te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.*

## Résumé

Plusieurs mois de prospection dans le massif forestier de Collo nous ont permis d'effectuer une série d'échantillonnages dans des milieux édaphiques divers, dans le but d'enrichir nos connaissances sur la faune des sols.

Les résultats obtenus révèlent une richesse exceptionnelle en espèces endémiques et très rares d'un grand intérêt taxonomique et biogéographique. Soixante et onze espèces identifiées dont 4 sont nouvelles pour la science et sont décrites dans le présent travail et publiées.

Trois des quatre nouvelles espèces appartiennent au même genre : *Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes labiatus* et *Pseudachorutes octosensillatus* (Neanuridae, Pseudachorutinae.) La quatrième nouvelle espèce appartient au genre *Deutonura* : *Deutonura zana* (Collembola : Neanuridae : Neanurinae) seconde espèce du même genre en Algérie. Cette espèce a été collectée à l'Edough et récemment à Collo. Notre étude révèle l'existence d'une diversité cryptique (non apparente morphologiquement) entre les populations de l'Edough et de Collo. La divergence génétique est révélée par le séquençage du gène mitochondrial COI. Il s'agit d'un cas unique chez les Neanurinae.

Plusieurs espèces non encore identifiées sont listées en morphospecies ou sp. Elles sont au nombre de 16, soit 22% du nombre total des espèces récoltées. Concernant l'appartenance biogéographique de la faune récoltée, 45% des espèces sont à large distribution, 16% sont des espèces rares ou éventuellement endémiques. L'un des caractères les plus originaux de ce travail est la découverte d'une espèce jusqu'ici endémique des Alpes du nord (*Sensillanura austriaca*).

La richesse du massif en Neanuridae est beaucoup plus importante que celle de la plupart des autres régions méditerranéennes (hors Corse) échantillonnées de façon significative. Les indices de diversité indiquent que Oued Z'hor est la plus riche des quatre localités prospectées.

Il existe une différence significative dans la composition spécifique entre les localités, indiquant que selon la provenance géographique, un même habitat ne présente pas la même composition spécifique.

Le résultat de la comparaison de la diversité des Collemboles du massif de Collo à celle du massif de l'Edough, montre qu'il existe des dissimilarités significatives dans la composition faunistique (33 espèces communes sur 71 à Collo et 68 à l'Edough).

Des cas de vicariances claires ont été détectés, le plus remarquable entre l'espèce *Edoughnura* sp., de Collo et l'espèce du même genre endémique de l'Edough *Edoughnura rara* (Deharveng & Hamra-Kroua, 2007). Le second cas est une divergence génétique à un niveau intraspécifique entre les populations des deux massifs chez *Deutonura zana*. Cette diversité cryptique suggère qu'une zone de parapatricité ou de suture pourrait exister au nord d'Azzaba.

**Mots clés :** Collemboles, *Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes labiatus*, *Pseudachorutes octosensillatus*, *Deutonura zana*, Taxonomie, Massif de Collo, Massif de l'Edough, Diversité cryptique.



## Summary

Several months of prospecting in the forest of Collo allowed us to perform a series of samples in various edaphic environments in order to enrich our knowledge about soil fauna.

The results show an exceptional richness in endemic rare species having a large taxonomic and biogeographic interest. Seventy-one species are identified, of which four are new to science and are described in this work and published. Three of the four new species belong to the same genus: *Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes labiatus* and *Pseudachorutes octosensillatus* (neanuridae, Pseudachorutinae.).

The fourth new species belongs to the genus *Deutonura*: *Deutonura zana* (Collembola: neanuridae: Neanurinae) second species of the same genus in Algeria. This species was collected in Edough and more recently in Collo. Our study reveals the existence of cryptic diversity (not apparent morphologically) between populations of Edough and Collo. This genetic divergence is revealed by the sequencing of the mitochondrial gene COI. This is a case in Neanurinae.

Several unidentified species are listed in morphospecies or sp. They are in number of 16, representing 22% of the total number of harvested species. Regarding biogeographical membership of harvested wildlife, 45% of species are widely distributed, 16% are rare or possibly endemic species.

One of the original features of this work is the presence of an endemic species (*Sensillanura austriaca*) from the north's Alpes so far.

The wealth of the massif Neanuridae is much higher than most of other Mediterranean regions (excluding Corsica) sampled significantly. Diversity index indicate that Oued Z'hor is the richest of the four areas surveyed.

There is a significant difference in species composition between localities, indicating that according to geographical origin, the same habitat does not present the same specific composition.

The result of the comparison of the diversity of the Collembola of the Collo massif to those of the bulk of the Edough shows that there are significant dissimilarities in the faunal composition (33 common species between Collo and Edough). Cases of clear vicariances were detected, the most remarkable one between *Edoughnura* sp., from Collo and the endemic species of the same kind *Edoughnura rara* from Edough (Deharveng & Kroua-Hamra, 2007). The second case is an intraspecific level of a genetic divergence between populations of *Deutonura zana* of the two massifs. This cryptic diversity suggests that a parapatric area may exist in the north of Azzaba.

**Key words:** Collembola, *Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes labiatus*, *Pseudachorutes octosensillatus*, *Deutonura zana*, Taxonomy, Collo's Massif, Edough's massif, Cryptic diversity.

## ملخص :

سمحت عدة أشهر من التنقيب في غابة القل بأخذ مجموعة عينات من عدة اوساط مختلفة من التربة بهدف اثناء معرفتنا لحيوانات هذه الاخيرة.

النتائج المحصل عليها اظهرت وجود تنوع استثنائي من حيث الانواع المحلية جد نادرة ذات اهمية تصنيفية و بيوجغرافية كبيرة. تم تحديد واحد و سبعون نوع من الكولومبولاً من بينها 04 انواع جديدة تم وصفها في هذا العمل و نشرها.

ثلاثة من الاربعة انواع الجديدة تنتمي الى نفس الصنف : *Pseudachorutes deficiens* ، *Pseudachorutes labiatus* و *Pseudachorutes octosensillatus* (Neanuridae, Pseudachorutinae.) ، النوع الرابع ينتمي الى الصنف *Deutonura zana* : *Deutonura* (Collembola : Neanuridae : Neanurinae) ثاني نوع من نفس الصنف في الجزائر. هذا النوع التقط بالايذوغ و مؤخراً بالقل. دراستنا تظهر وجود تنوع خفي ( غير ظاهر مورفولوجيا ) بين مجموعة حيوانات الايدوغ و القل. ما يمثل تشعب جيني واضح مبين عن طريق سلسلة الجين الميتوكوندري COI. هذه الحالة فريدة من نوعها لدى حيوانات Neanurinae.

العديد من الانواع غير المحددة بعد علمت ب : sp ، يبلغ عددها 16 بنسبة 22% من اجمالي الانواع الملتقطة. بالنسبة للانتماء البيوجغرافي للانواع الملتقطة 45% منها ذات انتشار واسع، 16% أنواع نادرة و من المحتمل محلية. احدى خاصيات هذا العمل الاصلية هي وجود نوع، حتى الان كان يعتبر نوع محلي لاوروبا غير المتوسطية (*Sensillanura austriaca*).

ثروة المنطقة من حيوانات Neanuridae اهم بكثير من مناطق البحر الابيض المتوسط الاخرى ( باستثناء كورسيكا). مؤشرات التنوع تظهر ان وادي الزهور هي الاكثر تنوعا بين المناطق الاربعة المستكشفة. هناك اختلاف ذو معنى في التركيب الخاص بين المناطق المدروسة ما يوضح ان حسب المنشأ الجغرافي نفس وسط العيش لا يمثل نفس التركيب الخاص.

نتائج مقارنة تنوع حيوانات الكولومبولاً بين الايدوغ و القل يظهر وجود تشابه ذو معنى في التركيب الحيواني ( 33 نوع مشترك من اصل 71 في القل و 68 في الايدوغ). اكتشفنا عدة حالات vicariance، الاولى بين نوع *Edoughnura* من القل و نوع من نفس الصنف المحلي بالايذوغ *Edoughnura rara* Deharveng & Hamra-Kroua, 2007. الحالة الثانية هي تشعب جيني بين مجموعة حيوانات المنطقتين داخل نوعي عند *Deutonura zana*. هذا التنوع المخفي يقترح وجود منطقة parapatric او منطقة التحام شمال عزابة.

**كلمات مفتاحية:** كولومبولاً، *Pseudachorutes deficiens*، *Pseudachorutes labiatus*، *Pseudachorutes octosensillatus*، *Deutonura zana*، القل، الايدوغ، تصنيف، تنوع مخفي.

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
OBJECTIFS .....	5
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES COLLEMBOLS .....	6
1 MORPHOLOGIE DES COLLEMBOLS .....	6
1.1 TEGUMENT ET SOIES .....	7
1.1.1 Ornementation de la cuticule .....	7
1.1.2 Les soies .....	11
1.1.3 Pseudocelles .....	15
1.2 TETE .....	16
1.2.1 Antennes .....	16
1.2.2 Pièces buccales .....	18
1.2.3 Yeux .....	21
1.2.4 Organe postantennaire (OPA) .....	21
1.3 CORPS ET APPENDICES .....	22
1.3.1 Thorax et abdomen.....	22
1.3.2 Pattes .....	22
1.3.3 Tube ventral .....	23
1.3.4 Furca .....	23
1.3.5 Arrière corps.....	26
2 ANATOMIE INTERNE DES COLLEMBOLS .....	27
2.1 LE SYSTEME DIGESTIF ET EXCRETEUR.....	27
2.2 LE SYSTEME REPRODUCTEUR .....	28
2.2.1 Appareil génital et cycle sexuel des femelles.....	28
2.2.2 Appareil génital et cycle sexuel du mâle .....	28
3 ECOLOGIE ET BIOLOGIE DES COLLEMBOLS .....	29
3.1 LE REGIME ALIMENTAIRE DES COLLEMBOLS .....	29
3.2 PARASITES ET PREDATEURS .....	29
3.3 REPRODUCTION .....	30
3.4 DEVELOPPEMENT ET CYCLES .....	31
3.4.1 Développement embryonnaire.....	31
3.4.2 Développement post-embryonnaire.....	31
3.4.3 Ecomorphose.....	32
3.4.4 Cyclomorphose .....	33
3.5 ADAPTATIONS ET ECOPHYSIOLOGIE .....	34
3.5.1 Adaptations morphologiques .....	34
3.5.2 Adaptations physiologiques aux facteurs du milieu .....	35
3.6 INFLUENCE DES FACTEURS ABIOTIQUES .....	37
3.6.1 Température et humidité .....	37
3.6.2 Porosité et aération du sol .....	38
3.7 HABITATS.....	38
4 CLASSIFICATION DES COLLEMBOLS.....	40
5 EVOLUTION ET PHYLOGENIE .....	42
5.1 PHYLOGENIE .....	42

5.2 DIVERSITE GENETIQUE ET BARCODE.....	42
5.3 BIOGEOGRAPHIE .....	43
<b>CHAPITRE 2 : METHODES D'ETUDE.....</b>	<b>44</b>
<b>1 PRESENTATIONS DES REGIONS D'ETUDE .....</b>	<b>44</b>
1.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOGRAPHIQUE.....	44
1.1.1 Le nord-est algérien .....	44
1.2 PRESENTATION DU MASSIF DE COLLO .....	48
1.2.1 Géologie du massif de Collo .....	48
1.2.2 Températures et précipitations .....	50
1.2.3 Végétation.....	51
1.3 PRESENTATION DU MASSIF DE L'EDOUGH .....	51
1.3.1 Aperçu de géologie générale .....	51
1.3.2 Bioclimat et végétation .....	52
1.3.3 Précipitations .....	53
1.3.4 Végétation.....	53
<b>2 COLLECTE DES DONNEES.....</b>	<b>55</b>
2.1 METHODES DE RECOLTE .....	58
2.1.1 L'échantillonnage.....	58
2.1.2 Berlese et technique d'échantillonnage du sol .....	59
2.1.3 L'extraction sur appareil de Berlese .....	59
2.1.4 L'analyse des échantillons de faune .....	60
2.2 L'IMAGERIE MEB (MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE) .....	61
2.3 GESTION DES DONNEES ET ANALYSE EXPLORATOIRE .....	62
<b>3 ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES.....</b>	<b>63</b>
3.1 CARACTERISATION DE LA BIODIVERSITE .....	63
3.1.1 La richesse cumulée .....	63
3.1.2 Mesures de la diversité biologique .....	63
3.1.3 Similarités entre les assemblages .....	66
3.2 STRUCTURE DU PEUPEMENT .....	67
<b>4 COMPARAISON DES RESULTATS FAUNISTIQUES DE COLLO ET L'EDOUGH .....</b>	<b>68</b>
<b>5 BARCODING .....</b>	<b>68</b>
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS DE L'ETUDE.....</b>	<b>70</b>
<b>RAPPEL DES OBJECTIFS .....</b>	<b>70</b>
<b>1 INVENTAIRE ET ETUDE TAXONOMIQUE .....</b>	<b>70</b>
1.1 COMPOSITION FAUNISTIQUE DU MASSIF DE COLLO .....	70
1.2 ESPECES NOUVELLES POUR LA SCIENCE DECRITES DE COLLO .....	77
1.2.1 Nouvelles espèces du genre Pseudachorutes .....	77
1.2.2 Deutonura zana Deharveng, Zoughailech, Hamra-Kroua & Porco, 2015.....	85
1.3 ESPECES DE COLLO NOUVELLES POUR L'AFRIQUE DU NORD ET L'ALGERIE.....	89
1.4 ESPECES DE COLLO REMARQUABLES PAR LEUR BIOGEOGRAPHIE .....	94
1.5 AUTRES ESPECES DE COLLO: COMMENTAIRES ET ILLUSTRATIONS.....	95
<b>2 ETUDE ECOLOGIQUE.....</b>	<b>109</b>
2.1 BIODIVERSITE DES COMMUNAUTES DE COLLEMBOLS DE COLLO .....	109
2.2 CARACTERISATION DE LA BIODIVERSITE DU MASSIF DE COLLO .....	113
2.2.1 Courbes de richesse cumulée .....	113

2.2.2 Analyse de la diversité .....	120
2.2.3 Analyse des similarités .....	122
2.3 ECOLOGIE DES COMMUNAUTES.....	127
2.3.1 Structure du peuplement .....	127
2.3.2 Analyses de redondance .....	131
2.3.3 Caractérisation de la distribution des types biomorphologiques en fonction du type de milieu.....	133
3 COMPARAISON AVEC LE MASSIF DE L'EDOUGH .....	134
3.1 COMPOSITION DES COMMUNAUTES DE COLLEMBOLS.....	134
3.2 VICARIANCE .....	140
4 DIVERSITE GENETIQUE .....	141
4.1 LA LIBRAIRIE BARCODE DE REFERENCE DES COLLEMBOLS DU NORD-EST DE L'ALGERIE .....	141
4.2 LA DIVERSITE CRYPTIQUE .....	141
4.3 LISTE DES ESPECES, BARCODEES ET LEUR LOCALITE DE PROVENANCE .....	142
CHAPITRE 4 : DISCUSSION ET PERSPECTIVES.....	146
1 DISCUSSION DES RESULTATS FAUNISTIQUES ET TAXONOMIQUES .....	146
2 DISCUSSION DES RESULTATS ECOLOGIQUES .....	150
3 SUR LA RICHESSE COMPAREE DES DEUX MASSIFS, COLLO ET EDOUGH .....	153
4 SUR LA LIBRAIRIE BARCODE ADN DES COLLEMBOLS DU NORD-EST ALGERIEN.....	155
CONCLUSION GENERALE.....	156
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	157
ANNEXES .....	177



## LISTE DES FIGURES

- FIGURE 1. ASPECTS DES DIFFERENTES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES COLLEMBOLS (JORDANA ET AL. 1997) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 2. GRAINS SECONDAIRES CHEZ DEUTONURA ZANA DEHARVENG ET AL., 2015 ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 3. MICRO-SCULPTURE EPICUTICULAIRE ET SON EVOLUTION CHEZ LES ARTHROPLEONES (CASSAGNAU 1990A) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 4. FACE DORSALE DE L'ABDOMEN DE SUPERODONTELLA TAYAENSIS DE COLLO ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 6. HETEROMURUS SP., CORPS COUVERT D'ECAILLES AVEC QUELQUES FRANGES DE GRANDES SOIES NOTAMMENT EN AVANT DU MESOTHORAX (BELLINGER ET AL. 2016) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 7. (A). SOIES SELON LA STRUCTURE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 7. (B). SOIES SELON LA FORME ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 7. (C). SOIES SELON LA FORME ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 7. (D). SOIES S (« SENSILLES » DE MASSOUD & ELLIS 1977) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 5. ECAILLES ET SOIES D'HETEROMURUS MAJOR (MONIEZ, 1889) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 8. « EPINES ANALES » DE SUPERODONTELLA TAYAENSIS DE GUELMA (ARBEA ET AL., 2013) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 9. PSEUDOCELLE DE PROTAPHORURA ARMATA (TULLBERG, 1869) DE COLLO ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 10. PHOTOGRAPHIE AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE D'UNE ANTENNE DE PROCTOSTEPHANUS SANCTIAUGUSTINI (ISOTOMIDAE) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 11. ANTENNE DE PSEUDACHORUTES OCTOSENSILLATUS ZOUGHAILECH ET AL., 2016 ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 12. ZONE BUCCALE D'HETEROMURUS MAJOR (PHOTO ORIGINALE MEB) ... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 13. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES PIECES BUCCALES ET DES STRUCTURES ASSOCIEES EN VUE DORSALE DE FOLSOMIA CANDIDA (ISOTOMIDAE), ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 14. DIFFERENTES STRUCTURES DES PIECES BUCCALES CHEZ CERTAINS NEANURIDAE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 15. PLAQUE OCULAIRE DE PSEUDACHORUTES DEFICIENS ZOUGHAILECH ET AL., 2016 ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 16. ORGANE POST-ANTENNAIRE (PSEUDACHORUTES DEFICIENS, P. OCTOSENSILLATUS, P. LABIATUS) ZOUGHAILECH ET AL. 2016 ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 17. MUCRON DE PROCTOSTEPHANUS SANCTIAUGUSTINI (COLLO) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- FIGURE 18. FURCA D'HETEROMURUS MAJOR (COLLO) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

**FIGURE 19. FACE VENTRALE DE *PSEUDACHORUTES DEFICIENS* ZOUGHAILECH ET AL., 2016, DE COLLO** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 20. DIMORPHISME SEXUEL CHEZ *GUTHRIELLA MUSKEGIS* BÖRNER, 1906...** ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 21. PERTURBATIONS MORPHOLOGIQUES CHEZ *CERATOPHYSELLA ARMATA* (NICOLET, 1842)** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 22. LOCALITES D’ETUDE** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 23. GRANDS ENSEMBLES MORPHO-STRUCTURAUX DU MAGHREB (REPRESENTATION DU SYSTEME TELLIEEN (DESANGES & RISER 1989))**.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 24. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN LISSE DE L’EST ALGERIEN TRAITE SOUS SURFER (MEBARKI 2007)** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 25. PRECIPITATIONS ANNUELLES MEDIANES DE L’EST ALGERIEN (PERIODE 1972/73-1983/84) (MEBARKI 2007)** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 26. COUVERTURE VEGETALE DE L’EST ALGERIEN (MEBARKI 2007) .....** ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 27. VUE SUR LES MONTAGNES DU MASSIF DE COLLO** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 28. CARTE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE DE LA REGION DE COLLO-CAP BOUGAROUN** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 29. CARTE SCHEMATIQUE DE LOCALISATION DES MASSIFS GRANITIKES (ROUBAULT 1934)** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 30. STATION D’ETUDE DANS LA LOCALITE DE OUED Z’HOR** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 31. CARTE BIOCLIMATIQUE DE L’EXTREME NORD-EST ALGERIEN (1969-1974) (BENDERRADJI ET AL. 1999)** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 32. DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE SERAIDI 2001 (HAMRA-KROUA 2005) ....** ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 33. LOCALITES PROSPECTEES DANS LE MASSIF DE COLLO** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 34. HABITATS ECHANTILLONNES DANS LES LOCALITES D’ETUDE** ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.7

**FIGURE 35. EXTRACTION DE LA FAUNE DU SOL SUR APPAREILS DE BERLESE...** ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0

**FIGURE 36A. REPRESENTATION DE LA PROPORTION DES ESPECES PAR ORDRE DANS LE MASSIF DE COLLO**.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4

**FIGURE 36B. REPRESENTATION DE LA PROPORTION DES ESPECES PAR FAMILLE DANS LE MASSIF DE COLLO**.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4

**FIGURE 37. REPRESENTATION DES PROPORTIONS DES ESPECES SELON LE STATUT DE DISTRIBUTION** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6

**FIGURE 38. PROPORTION DES ESPECES IDENTIFIEES A COLLO SELON LE TYPE BIOLOGIQUE.** ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

**FIGURE 39. MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE DE *PSEUDACHORUTES DEFICIENS* SP. NOV.** .....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0

**FIGURE 40. *DEUTONURA ZANA* SP. NOV.**.....ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5



FIGURE 41. <i>EDOUGHNURA</i> SP. DE OUED Z'HOR .....	89
FIGURE 42. <i>LEPIDOCYRTUS</i> SP. DE OUED Z'HOR.....	89
FIGURE 43. <i>ISOTOMURUS</i> SP. DE OUED Z'HOR .....	89
FIGURE 44. <i>HETEROMURUS</i> CF. <i>NITIDUS</i> DE SIAOUANE .....	89
FIGURE 45. <i>EDOUGHNURA</i> SP. DE OUED Z'HOR .....	90
FIGURE 46. MANDIBULE D' <i>EDOUGHNURA RARA</i> .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0
FIGURE 47. <i>ISOTOMURUS</i> SP. DE OUED Z'HOR .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.1
FIGURE 48. <i>HETEROMURUS</i> CF. <i>NITIDUS</i> DE SIOUANE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.2
FIGURE 49. <i>LEPIDOCYRTUS</i> SP. DE COLLO .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.3
FIGURE 50. <i>SENSILLANURA AUSTRIACA</i> ET SON AIRE DE DISTRIBUTION .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4
FIGURE 51. <i>CERATOPHYSELLA ARMATA</i> DE COLLO.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5
FIGURE 52. MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE DE <i>SUPERODONTELLA TAYAENSIS</i> DE COLLO .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6
FIGURE 53. <i>FRIESEA LAOUINA</i> DE OUED Z'HOR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.7
FIGURE 54. <i>FRIESEA MAJOR</i> DE OUED Z'HOR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.7
FIGURE 55. <i>PROTANURA</i> CF. <i>PSEUDOMUSCORUM</i> DE SIOUANE.....	98
FIGURE 56. <i>PROTANURA</i> CF. <i>PSEUDOMUSCORUM</i> (ET <i>EDOUGHNURA</i> SP.) DE COLLO .....	98
FIGURE 57. <i>PROTAPHORURA ARMATA</i> DE COLLO .....	99
FIGURE 58. <i>PROTAPHORURA ARMATA</i> DE KANOUA .....	99
FIGURE 59. <i>FOLSOMIA PENICULA</i> DE COLLO .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0
FIGURE 60. MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE DE <i>PROCTOSTEPHANUS SANCTIAUGUSTINI</i> DE OUED Z'HOR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.1
FIGURE 61. <i>HETEROMURUS MAJOR</i> DE COLLO.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.2
FIGURE 62. MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE DE <i>HETEROMURUS MAJOR</i> DE KHENAK MAYOUNE .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4
FIGURE 63A. <i>ORCHESELLA</i> SP. DE OUED Z'HOR .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5
FIGURE 63B. <i>ORCHESELLA</i> SP. DE OUED Z'HOR .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5
FIGURE 64. <i>PSEUDOSINELLA</i> SP. DE COLLO .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6
FIGURE 65. JEUNE <i>TOMOCERUS MINOR</i> DE KANOUA.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6
FIGURE 66. DICYRTOMIDAE SP. DE KHENAK MAYOUNE .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.7
FIGURE 67. <i>CAPRAINEA MARGINATA</i> DE SIOUANE .....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.08
FIGURE 68. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR L'ENSEMBLE DU MASSIF DE COLLO.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.3
FIGURE 69. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LE BOIS MORT... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4	
FIGURE 70. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LA LITIERE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4
FIGURE 71. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LES MILIEUX HUMIDES... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5	

**FIGURE 72. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LA MOUSSE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5**

**FIGURE 73. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LE SOL ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6**

**FIGURE 74. COURBES D'ACCUMULATION DU NOMBRE D'ESPECES OBSERVEES (HABITATS) ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6**

**FIGURE 75. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LA LOCALITE DE KANOUAERREUR ! SIGNET NON DEFINI.17**

**FIGURE 76. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LA LOCALITE DE OUED Z'HOR . ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.18**

**FIGURE 77. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LA LOCALITE DE KHENAK MAYOUNE... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.18**

**FIGURE 78. COURBES DE RICHESSE CUMULEE POUR LA LOCALITE DE SIOUANEERREUR ! SIGNET NON DEFINI.19**

**FIGURE 79. COURBES D'ACCUMULATION DU NOMBRE D'ESPECES OBSERVEES (LOCALITES) ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0**

**FIGURE 80. EFFECTIFS (NOMBRE DE SPECIMENS) RECOLTES PAR LOCALITES... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.3**

**FIGURE 81. EFFECTIFS (NOMBRE DE SPECIMENS) RECOLTES PAR HABITAT ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6**

**FIGURE 82. (ACP1). ANALYSE DES RELEVES AVEC CODE-RELEVES..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.28**

**FIGURE 83. (ACP2) ANALYSE PAR ESPECES ET LOCALITES ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.28**

**FIGURE 84. (ACP3) LES OUTLIERS EN VARIABLES SUPPLEMENTAIRES..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.29**

**FIGURE 85. (ACP4). ANALYSES EN FONCTION DE L'HABITAT AVEC POINTS RELEVES ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.30**

**FIGURE 86. CARACTERISATION DE LA DISTRIBUTION DES TYPES BIOMORPHOLOGIQUES EN FONCTION DU TYPE DE MILIEUX ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.3**

**FIGURE 87. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES DEUX MASSIFS COMPARES.. ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4**

**FIGURE 88. STATUT DE DISTRIBUTION DES ESPECES DE L'EDOUGH.. ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.39**

**FIGURE 89. ARBRE DE DISTANCE (COI) REPRESENTANT LE NIVEAU DE DIVERGENCE ENTRE LES DEUX POPULATIONS DE *DEUTONURA ZANA*, EN COMPARAISON DE CELUI ENTRE ESPECES VOISINES AU SEIN DU GENRE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0**

**FIGURE 90. ARBRE DE DISTANCES ENTRE SEQUENCES COI DES COLLEMBOLS DE COLLO, EDOUGH ET AZZABA ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4**

**FIGURE 91. EXPLOITATION DU CHENE LIEGE A KANOUA ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.52**

## LISTE DES TABLEAUX

- TABLEAU 1. HIERARCHIE TAXONOMIQUE MODERNE DES COLLEMBOLS ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- TABLEAU 2. DONNEES CLIMATIQUES DE LA WILAYA DE SKIKDA ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- TABLEAU 3. TEMPERATURES EN (C°), MINIMALES, MAXIMALES, MOYENNES ET EXTREMES DE SERAÏDI DANS L'EDOUGH, D'APRES DE BELAIR (1990)..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- TABLEAU 4. CARACTERISTIQUES ECO-CLIMATIQUES DE L'EDOUGH POUR LA ZONE PROSPECTEE ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
- TABLEAU 5. NOMBRE DE RELEVES PAR TYPE D'ECHANTILLONNAGE DANS LA REGION DE COLLO ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.7**
- TABLEAU 6. LISTE DES ESPECES DE COLLEMBOLS IDENTIFIEES DANS LE MASSIF DE COLLO, LEUR AIRE DE DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET LEUR TYPE BIOLOGIQUE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.1**
- TABLEAU 7. CHETOTAXIE DORSALE DE TH. II A ABD. III CHEZ *PSEUDACHORUTES DEFICIENS SP. NOV.* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.8**
- TABLEAU 8. CHETOTAXIE DORSALE DE TH. II A ABD. III CHEZ *PSEUDACHORUTES OCTOSENSILLATUS SP. NOV.* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.2**
- TABLEAU 9. CHETOTAXIE DORSALE DE TH. II A ABD. III CHEZ *PSEUDACHORUTES LABIATUS SP. NOV.* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4**
- TABLEAU 10. CHETOTAXIE CEPHALIQUE DE *DEUTONURA ZANA SP. NOV.*..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.7**
- TABLEAU 11. CHETOTAXIE POST-CEPHALIQUE DE *DEUTONURA ZANA SP. NOV.*..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.8**
- TABLEAU 12. LISTE DES ESPECES DES RELEVES STANDARDS DE COLLO..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.0**
- TABLEAU 13. INDICES DE DIVERSITE POUR LES 4 LOCALITES D'ETUDE (AVEC *PROISOTOMA MINUTA*) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.1**
- TABLEAU 14. INDICES DE DIVERSITE POUR LES 4 LOCALITES D'ETUDE (SANS *PROISOTOMA MINUTA*) ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.2**
- TABLEAU 15. EFFECTIFS, NOMBRE DE RELEVES ET NOMBRE D'ESPECE PAR LOCALITE EN PRESENCE (« AVEC ») ET EN ABSENCE (« SANS ») DE *PROISOTOMA MINUTA* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.3**
- TABLEAU 16. INDICES DES SIMILARITES ENTRE LOCALITES AVEC ET SANS *PROISOTOMA MINUTA* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.4**
- TABLEAU 17. EFFECTIFS, NOMBRE DE RELEVES ET NOMBRE D'ESPECE PAR HABITAT EN PRESENCE (« AVEC ») ET EN ABSENCE (« SANS ») DE *PROISOTOMA MINUTA* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5**
- TABLEAU 18. INDICES DE SIMILARITE ENTRE LES HABITATS, AVEC ET SANS *PROISOTOMA MINUTA* ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.6**
- TABLEAU 19. COMPARAISON DES RESULTATS DES TESTS DE PERMUTATION DES DIFFERENTS FACTEURS ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.3**
- TABLEAU 20. COMPOSITION DE LA FAUNE COLLEMBOLOLOGIQUE DE COLLO ET D'EDOUGH INCLUANT DONNEES DE LA LITTERATURE ET DONNEES DE NOS OBSERVATIONS, ET INCLUANT ENTRE AUTRES TOUTES LES ESPECES DES RELEVES STANDARD ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.5**

**TABLEAU 21. REPRESENTATION DU NOMBRE D'ESPECES PAR STATUT DE DISTRIBUTION POUR LES DEUX MASSIFS ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.39**

**TABLEAU 22. LISTE DES ESPECES DE COLLO, EDOUGH ET AZZABA, BARCODEESERREUR ! SIGNET NON DEFINI.42**

## INTRODUCTION

Au cours de ces vingt dernières années, la connaissance de la biodiversité des sols d'Algérie a fait plus de progrès que durant tout le siècle précédent. Une dynamique de coopération efficace a pu se mettre en place et a permis de rationaliser l'exploration de la biodiversité du pays. Nous avons aujourd'hui une connaissance satisfaisante des Collemboles, groupe fonctionnel majeur du sol, pour le massif de l'Edough, même si les publications réalisées sont encore loin de couvrir la majorité des espèces collectées. Par contre, le reste du pays n'a été exploré que de façon sporadique, et la diversité de groupes vivants du sol autres que les Collemboles demeure très mal connue.

Nous avons donc entrepris des travaux d'exploration sur les Collemboles dans les milieux forestiers et les maquis du massif de Collo, jamais étudié auparavant. Probablement la région la plus arrosée de l'Algérie (jusqu'à 2000 mm de précipitations annuelles), ce massif se situe en bordure de mer à une centaine de kilomètres à l'ouest du massif de l'Edough dont il est isolé par deux larges vallées et de petits massifs peu élevés. Collo est un massif de roches cristallines culminant à 1183 m, couvert de vastes formations forestières où dominent chêne liège et chêne zen.

Les données disponibles sur le massif de l'Edough sont d'une valeur inestimable pour la connaissance du patrimoine biologique de la région. Nous avons donc exploité cette base de données dans le travail de comparaison des deux massifs, qui nous a permis d'évaluer pour la première fois l'importance locale du micro-endémisme dans un contexte bioclimatique et édaphique similaire, prenant en compte la composition et la diversité des assemblages de Collemboles et abordant la question de l'étendue des divergences intra-spécifiques cryptiques mise en évidence par l'utilisation de l'outil moléculaire.

Nos connaissances sur la faune collembologique de l'Algérie restent limitées, mais un certain nombre d'études lui ont cependant été consacrées. Les premiers travaux sur le pays remontent à la fin du 19ème siècle quand Lucas (1846-1849) cité par Thibaud et Massoud (1980) décrit 7 nouvelles espèces difficiles à classer dans la systématique actuelle: *Achorutes affinis*, *Orchesella mauritanica*, *O. luteola*, *Dicyrtoma alveolus*, *D. circata*, *D. oranciensis* et *Sminthurus punctatus*. Absolon (1913) décrit une espèce cavernicole d'Hypogastruridae : *Acherontiella onychiuriformis* d'une grotte près d'Alger. Denis (1924) cite 3 espèces dont 2 nouvelles : *Sira obscuriventris*, *S. lesne*. En 1925 le même auteur décrit 4 nouvelles espèces *Seira rosei*, *Orchesella pseudoluteola*, *O. lucasi* et *Sminthurus lesnei* avec 2 formes nouvelles:

*obscura* et *maculata*, puis *Onychiurus saccardy* en 1935, et *Heteromurus peyerimhoffi* en 1937. Durant l'année 1926, Handschin publie deux travaux, dans le premier il cite 12 espèces dont 2 nouvelles : *Isotoma mauretanic*a et *Lepidocyrtinus incertus*, dans le second il cite 32 espèces. Les travaux de Delamare-Deboutville ont permis à l'auteur de décrire la nouvelle espèce *Megacyphoderus oraniensis* (1948) et d'en citer 12 de la zone intertidale dont 2 nouvelles : *Archisotoma interstitialis* et *Sphyroteca bernardi* (1953). Murphy (1958) décrit une nouvelle espèce du Djurdjura : *Isotoma vaillanti*. Stomp (1974) étudie des Collemboles cavernicoles des grottes glaciaires du Djurdjura et cite 5 espèces dont 1 nouvelle : *Oncopodura delhezi* et en décrit une autre, *Typhlogastrura delhezi*, dans un second travail. La même année Jaquemart découvre 4 nouvelles espèces : *Seira insalahi*, *S. algira*, *S. vanderheydeni* et *S. debruyni*. Dans leur synthèse bibliographique Thibaud et Massoud (1980) dressent une liste de 170 espèces connues d'Afrique du nord dont 17 endémiques d'Algérie. Stomp (1983) cite 12 espèces dont 3 nouvelles : *Onychiurus delhezi*, *Isotomurus nicolae* et *Orchesella delhezi*. Bretfeld publie deux travaux sur les Symphyleones algériens: l'un en 1997 où il décrit la nouvelle espèce *Sphaeridia foliata*, le second en 2001 où il cite 37 espèces et en décrit 9 nouvelles : *Bourletiella lanceolata*, *Fasciosminthurus lacunifer*, *F. mascaraeus*, *F. mertensis*, *F. nairicus*, *F. niger*, *F. perforatus*, *F. tarianus*, *Ptenothrix blidana*. A cette brève énumération s'ajoutent les 30 espèces mentionnées par Cassagnau (1963) pour le Constantinois, dont 2 étaient nouvelles pour la science: *Onychiurus obsiones* et *Proctostephanus sancti-augustini*. Jusqu'en 2001 donc, c'est un total de 148 espèces qui étaient signalées du pays.

A partir de 2003, en rupture avec les travaux de la période précédente qui avaient tous été réalisés et publiés par des chercheurs européens, les études taxonomiques et écologiques sur la faune algérienne ont été le fruit de collaborations entre des chercheurs algériens et des chercheurs européens, à l'initiative et sous l'égide de deux laboratoires du pays, l'un à Constantine (Prof. Salah Hamra Kroua), l'autre à Tizi Ouzou (Pr. Salah Ait Mouloud). L'étude des habitats édaphiques de la région d'Azzaba (nord-est de l'Algérie) a révélé l'existence de 22 espèces de Collemboles parmi lesquelles 4 n'avaient pas encore été citées pour l'Algérie (Hamra-Kroua & Allatou 2003). La collaboration entre Hamra-Kroua et Deharveng (Museum national d'Histoire naturelle de Paris) a apporté un important lot d'informations sur la composition taxonomique de la faune du nord-est de l'Algérie. Les auteurs décrivent une nouvelle espèce de Neanuridae : *Friesea laouina* en 2004, puis une nouvelle espèce du massif de l'Edough pour laquelle est érigé un nouveau genre très

particulier : *Edoughnura rara* en 2007. Ait Mouloud et al. (2007) publient de leur côté un travail sur l'écologie d'un écotone sol-eau en Kabylie et citent une cinquantaine de taxons.

En 2009, Hamra-Kroua publie en collaboration plusieurs travaux taxonomiques sur la faune du nord-est algérien, incluant la description d'une nouvelle espèce de Neanuridae : *Friesea major* (Hamra-Kroua, Jordana & Deharveng, 2009) et d'une nouvelle espèce d'Entomobryidae : *Entomobrya numidica* (Baquero et al., 2009), et il re-décrit avec Jordana l'Isotomidae *Isotominella geophila* sur du matériel algérien, espèce décrite par Delamare en 1948 de la Côte d'Ivoire (Jordana et al., 2009). L'auteur étudie également une communauté édaphique comprenant 17 espèces et 14 genres dans un travail intitulé « dynamique saisonnière du peuplement de Collembolles d'un sol agricole de la ferme pilote d'El-Baaraouia (Wilaya de Constantine, Algérie) » (Hamra-Kroua & Cancela Da Fonseca 2009). Dans un récent travail, Arbea et al. (2013) citent 10 espèces de Poduromorphes de la région de Taya (Guelma) dont trois sont nouvelles pour l'Algérie, et une nouvelle pour la science: *Superodontella tayaensis* (Arbea et al., 2013). Enfin une nouvelle espèce du genre *Deutonura*, *Deutonura adriani*, est décrite dans la région de Tizi-Ouzou (Deharveng et al. 2015) et une autre, *Deutonura zana* est décrite de l'Edough et de Collo (Deharveng et al. 2015).

Durant les 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> éditions de la Conférence Internationale Francophone d'Entomologie, Hamra-Kroua et Deharveng exposent plusieurs listes des Collembolles du nord-est algérien et publient une liste des Neanuridae du massif forestier de l'Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010). Cette liste comporte 17 espèces appartenant à 3 sous-familles. Pour la première fois l'aspect remarquable de la composition et la richesse du massif de l'Edough y est soulignée. Une importante contribution à la connaissance des Collembolles d'Algérie est apportée par Hamra-Kroua (2005) lors de ses travaux de thèse sur quelques localités du nord-est du pays. Ainsi 113 espèces sont identifiées dont 58 sont nouvelles pour l'Algérie. Ce travail est à ce jour le plus important sur les Collembolles du pays.

La faune collembologique d'Algérie est donc relativement assez bien connue en comparaison avec celle de certains pays voisins, faisant de l'Algérie l'un des pays les mieux étudiés d'Afrique. Mais cette connaissance est pour l'essentiel concentrée sur deux sites, le massif de l'Edough (Annaba), et les environs de Tizi-Ouzou en Kabylie.

Compte tenu des découvertes réalisées et des lacunes mises en évidence, poursuivre l'enrichissement de nos connaissances du patrimoine biologique des sols du nord-est algérien apparaissait donc comme un enjeu majeur pour la compréhension des patrons de biodiversité du pays. C'est dans ce contexte que se place la contribution de cette thèse, qui documente la taxonomie et l'écologie des Collembolles du massif de Collo, une région à climat

exceptionnellement humide pour l'Algérie et qui restait complètement inconnue pour sa faune collemologique.



## OBJECTIFS

La présente thèse a eu pour but de mener de front une acquisition rapide et rigoureuse de données de base sur les espèces, les patrons de diversité, la composition et l'écologie des peuplements de Collemboles dans le massif montagneux de Collo.

L'objectif premier est de construire un inventaire global des espèces qui occupent les principaux milieux édaphiques des écosystèmes forestiers du massif de Collo. Ce volet de la thèse avait pour corollaire de jeter les bases de la connaissance taxonomique des Collemboles de la région.

Le second objectif de la thèse concerne l'écologie des peuplements de Collemboles dans les milieux édaphiques du massif. Il s'agit de l'étude la diversité du groupe et de l'organisation des communautés en lien avec l'habitat et la localisation géographique, un champ de recherche essentiel pour comprendre la dynamique de la biodiversité des sols à Collo.

Enfin le troisième objectif est de comparer la faune du massif de Collo avec celle du massif voisin de l'Edough, afin d'obtenir des informations sur les patrons de diversification et d'endémisme régionaux. Compte tenu de leur proximité géographique et écologique, la question qui se posait était de savoir si leur faune serait ou non significativement différentes. Cette comparaison a été menée de l'échelle de la composition et de la diversité des communautés à l'échelle des divergences interspécifiques cryptiques.

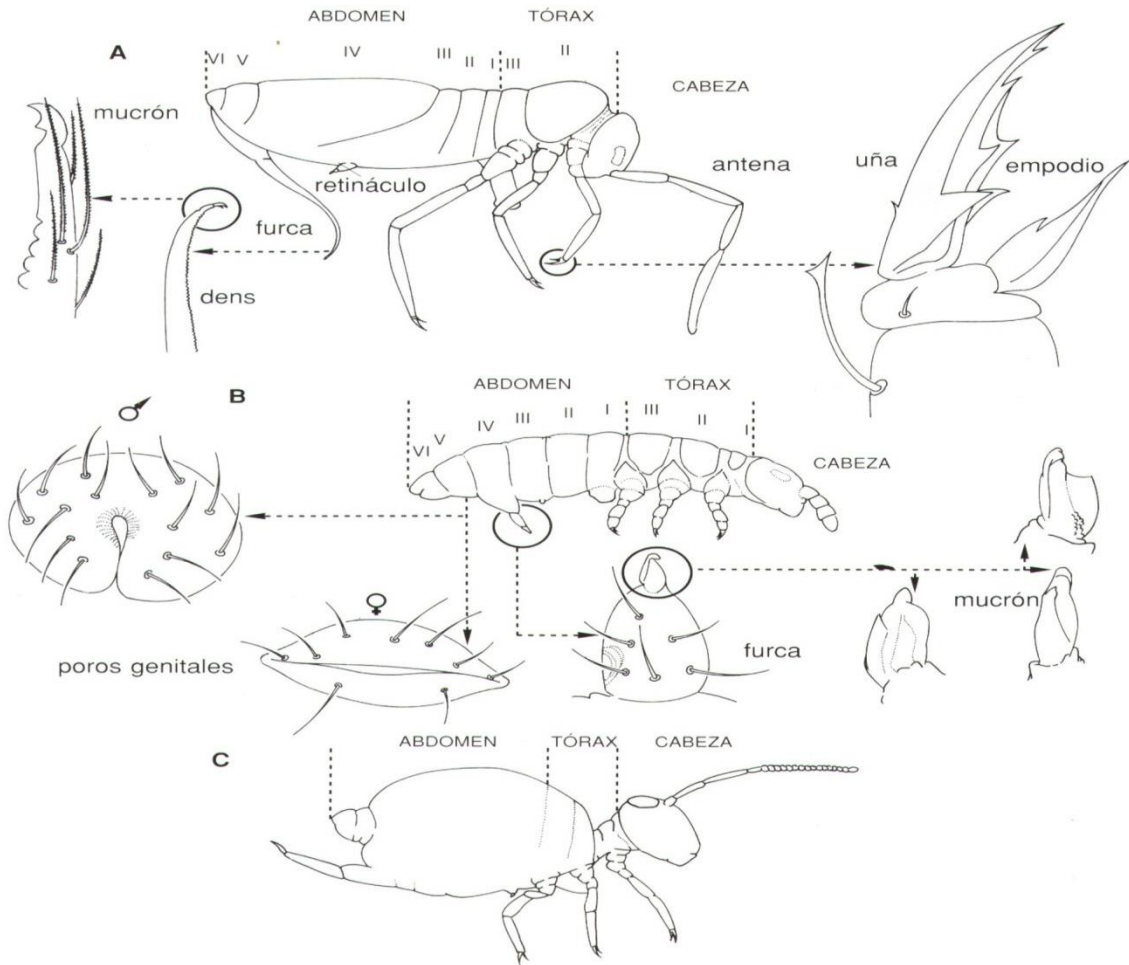
Enrichir nos connaissances sur la biologie des arthropodes d'Algérie et du patrimoine biologique des sols pour une région inconnue de ce point de vue, représente, dans un contexte plus large, l'enjeu majeur de ce travail de recherche, qui contribuera à ouvrir de nouvelles perspectives dans l'étude de la biodiversité du pays et sans doute de sa conservation.

## **CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES COLLEMBOLS**

Les organismes du sol influencent son évolution, et ont un rôle considérable dans son fonctionnement: support de la végétation, support de la biodiversité, stockage d'eau et de nutriments, fonctions qui contribuent aux services éco-systémiques à l'échelle de l'écosystème (régulation du climat, du cycle de l'eau et des nutriments, de l'érosion) (Barios 2007, Lavelle et al. 2006). Nous présentons dans ce chapitre la morphologie, l'anatomie, l'écologie, la classification moderne et la biogéographie des Collembols, qui sont considérés, avec les Oribates (Acariens), comme les arthropodes dominants des écosystèmes édaphiques. Ce chapitre est essentiellement basé sur des articles synthétiques de la littérature (Gisin 1943, Cassagnau 1990, Hopkin 1997, Deharveng 2004).

### **1 Morphologie des Collembols**

Les Collembols sont des Aptérygotes de petite taille (0,5 à 8 mm, 1 à 2 mm en moyenne), qui possèdent 9 segments post-céphaliques bien individualisés chez les formes primitives, secondairement plus ou moins coalescents. Le corps des Arthropleones (Poduromorphes et Entomobryomorphes) est clairement divisé en trois parties : une tête, un thorax avec trois segments et un abdomen avec six segments. Chez les Neelipleones et les Symphypleones, la structure primaire est la même, mais certains segments thoraciques et abdominaux ont fusionné pour donner à ces Collembols leur apparence globulaire. Dans ce chapitre, nous décrivons la morphologie externe, ainsi que celle des structures et des différents organes sensoriels et ambulatoires qui confèrent aux Collembols la possibilité d'interagir avec l'environnement extérieur.



**Figure 1. Aspects des différentes caractéristiques morphologiques des Collembos (Jordana et al. 1997)**

A: Entomobryomorpha, B: Poduromorpha, C: Symphypleona

**Traduction des mots espagnols:** cabeza : tête, uña: griffe, empodio: empodium, retináculo: rétinacle, poros génitales: orifices génitaux (mâle et femelle).

## 1.1 Tégument et soies

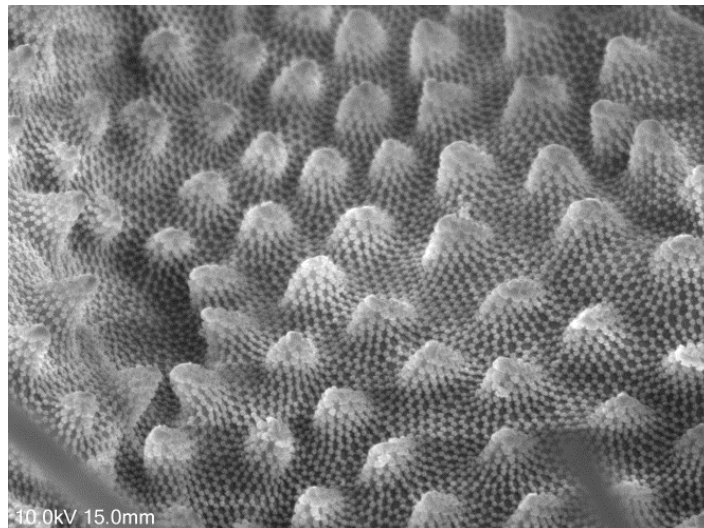
Le tégument des Collembos porte deux types de structures: une ornementation en granules diversement agencés, et un revêtement de soies, qui ne sont que la partie externe de sensilles enfouies sous le tégument.

### 1.1.1 Ornementation de la cuticule

La structure de base du tégument des Collembos est bien connue : une procuticule plane montrant la superposition de plusieurs couches surmontées d'une épicuticule à l'origine de

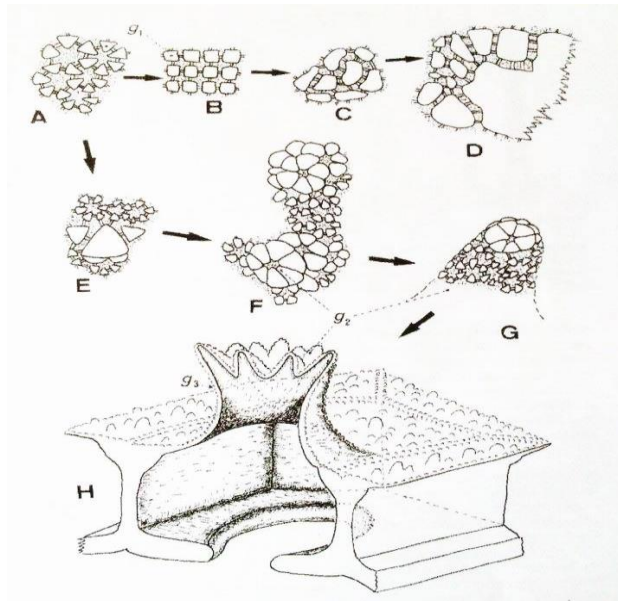
grains primaires triangulaires groupés en rosettes de 6 autour d'une alvéole, et réunis par des ponts étroits.

Chez les Isotomidae, la tendance générale est au resserrement du grain primaire qui devient pavimenteux, avec des soudures plus ou moins importantes entre les grains jointifs, conduisant à la formation de plaques polygonales irrégulières ou de larges plages lisses, la couche procuticulaire restant plane. Nous avons pu observer cette particularité chez certaines espèces récoltées dans le massif de Collo comme : *Proctostephanus sanctiaugustini* Cassagnau, 1963 et *Tetracanthella pilosa* Schött, 1891. Chez les Poduromorphes s'observe l'exagération de certains grains primaires et la formation de grains secondaires, ce grain secondaire se groupant en papilles digitiformes (« grain tertiaire ») chez les Neanurinae (fig. 2).



**Figure 2. Grains secondaires chez *Deutonura zana* Deharveng et al., 2015 (photo originale MEB)**

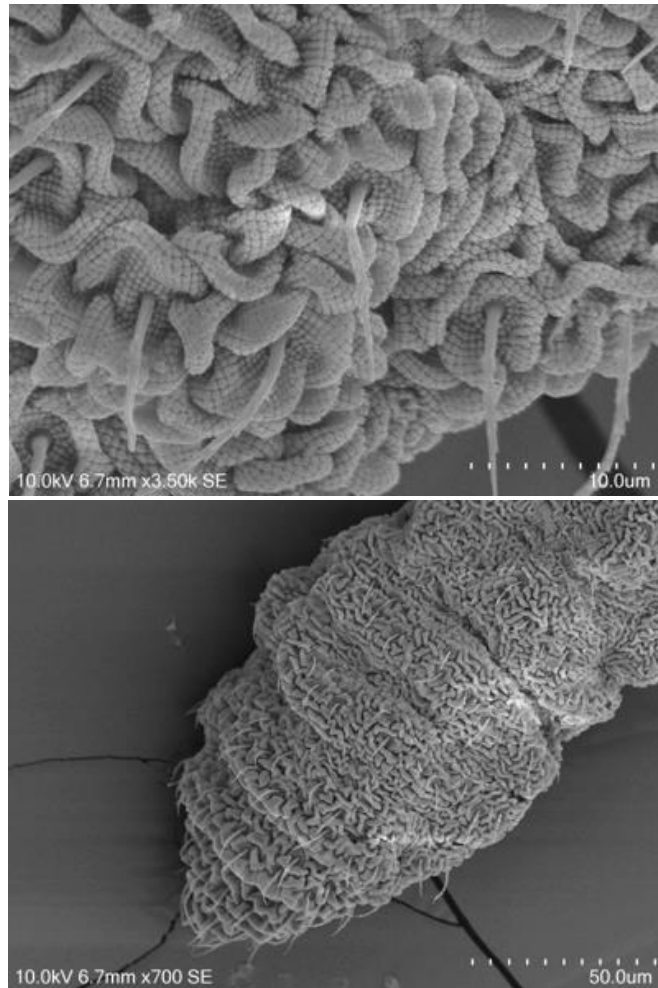
Si les trois types de téguments (grains primaires non modifiés, grains primaires qui tendent à former des plaques, grains primaires regroupés en grains secondaires) correspondent en gros à trois directions phylogénétiques reconnues par la systématique (Entomobryomorphes sauf Isotomidae, et Poduromorphes), l'analyse plus précise des structures permet, selon Cassagnau (1990a), d'y voir souvent le résultat de processus adaptatifs.



**Figure 3. Micro-sculpture épicuticulaire et son évolution chez les Arthroples**  
(Cassagnau 1990a)

**A** : type de base à grain primaire ( $g_1$ ) en rosettes de 6 chez les Entomobryidae, **B** : grain primaire pavimenteux (Isotomidae), **C**, **D** : soudure des grains primaires et formation des polygones (type : *Tetracanthella*), **E**, **F**, **G** surélévation des grains secondaires ( $g_2$ ) et formation des papilles (Poduromorphes), **H** : regroupement des papilles en grain tertiaire ( $g_3$ ) et apparition d'un endosquelette superficiel chez les Neanurinae (Cassagnau 1990a).

La morphologie de la surface de la cuticule au microscope électronique à balayage est souvent utilisée à des fins taxonomiques (Dallai 1970b, 1974b, 1977; Dallai & Malatesta 1973; Hale 1969). Cependant, alors qu'il y a sans aucun doute des différences entre taxons (Dallai 1972), la structure est parfois liée aux pressions sélectives de l'environnement (King et al. 1990, Leinaas 1980, Cassagnau 1990b), une hypothèse dérivée des liens entre certains types d'ornementation et les conditions de vie des espèces. Ainsi, l'évolution des grains semble être globalement liée aux tendances écologiques des espèces. La formation de grains tertiaires marque une tendance hygrophile observée essentiellement chez les Neanurinae, le grain en papilles des *Monobella* nous donnant une bonne image du stade ultime d'une telle évolution. Chez les *Superodontella*, le tégument présente des circonvolutions complexes plutôt que des granules secondaires bien délimités, comme nous l'avons observé chez *Superodontella tayaensis* Arbea et al., 2013 de Collo (fig. 4). Des changements dans la structure de la cuticule sont même observés au cours du cycle chez certaines espèces en lien avec des phénomènes appelés épitoquie, cyclomorphose et écomorphose (Cassagnau 1990b, cf. plus loin dans le texte).



**Figure 4. Face dorsale de l'abdomen de *Superodontella tayaensis* de Collo (photos originales MEB)**

La cuticule de la plupart des espèces est hydrophobe en raison de la présence d'une couche de cire (Ghiradella & Radigan 1974). Chez certains Sminthuridae et Neelidae tels que *Ptenothrix atra* (Linnaeus, 1758) ou *Megalothorax minimus* Willem, 1900, la cire est sécrétée par des glandes spécialisées localisées sur l'abdomen et se dressent au-dessus de la cuticule comme de longues épines émoussées (Juberthie & Massoud 1977, Massoud & Vannier 1965a). La plupart des Collemboles habitant en surface sont pigmentés, certains le sont très fortement (Noble-Nesbitt 1963c), le pigment étant associé à la cuticule. Le degré de pigmentation est corrélé avec la latitude et l'altitude, ainsi la proportion d'espèces fortement pigmentées augmente à mesure que l'on s'approche des pôles ou dans les hautes montagnes (Rapoport 1969a). Les Collemboles très pigmentés se réchauffent plus rapidement au soleil et peuvent être actifs plus tôt que ceux de couleur plus claire (Rapoport 1971). La pigmentation est évidemment importante pour le camouflage, mais elle protège également les espèces vivant à la surface contre les effets néfastes des rayons ultraviolets (Zinkler & Wilking 1989).

### 1.1.2 Les soies

L'analyse de la surface des Collemboles au microscope électronique à balayage (MEB) montre une profusion des soies qui recouvrent le corps et les appendices. Les trichobotries, longues et fines, détecteraient les courants d'air et les vibrations, alors que les soies ordinaires, plus courtes, 'sont probablement', selon Massoud et Ellis (1977), chemosensorielles.

Certaines soies peuvent avoir plus d'une fonction, ainsi les soies tibiotarsales en spatule chez *Pogonognathellus flavescens* (Tullberg, 1871) combinent mécano-sensibilité et sécrétion d'une substance adhésive (Blottner & Eisenbeis 1984).

Différents types de soies ont été définis par André (1988b) par analogie avec celles des acariens, à partir de l'étude de *Xenylla jocquei* sur laquelle il a compté un total de 1010 organes sétiformes sur la surface du corps et les appendices. André (1988a) a nommé cette approche 'phyllotaxie'. Le système plus global proposé par Deharveng (1983a) reste aujourd'hui le plus couramment utilisé. Il reconnaît 5 grands types de soies : les soies ordinaires, qui constituent l'essentiel du revêtement, les soies S, limitées à certaines parties du corps, abondantes sur les antennes, les écailles, soies très modifiées qui couvrent en tuile le tégument de nombreux Entomobryoidea et Tomoceroisea, les trichobothries, toujours en très petit nombre quand elles sont présentes, et les épines, qui sont le plus souvent des soies modifiées. La distribution des soies -la chétotaxie- est très largement utilisée en taxonomie.

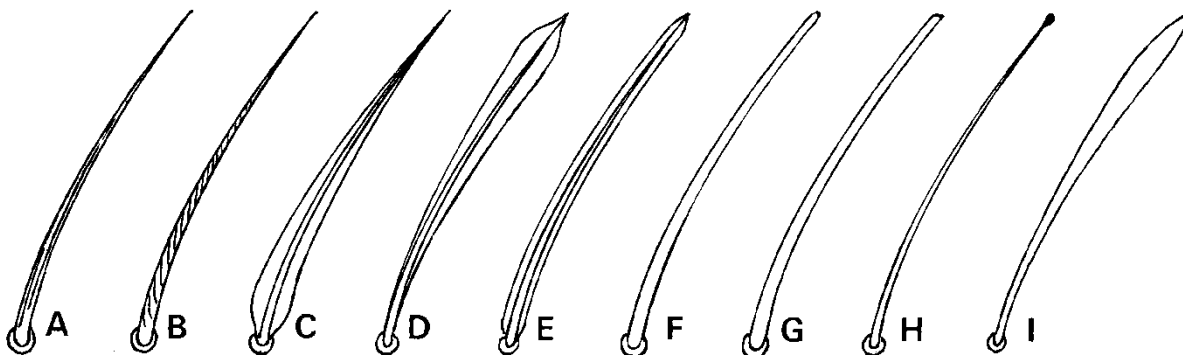


**Figure 6.** *Heteromurus* sp., corps couvert d'écailles avec quelques franges de grandes soies notamment en avant du mésothorax (Bellinger et al. 2016)

### 1.1.2.1 Soies ordinaires et soies S (Sensilles chez les auteurs)

Une sensille est un organe sensoriel constitué d'un complexe cellulaire comprenant au moins 3 cellules (sensorielle, trichogène et tormogène) et d'une formation cuticulaire externe prenant des formes variées: soie ordinaire, soie **S** sensu Deharveng (1983a), écaille, trichobothrie, épine. Les soies ordinaires se rencontrent sur toutes les parties du corps, de la tête et des appendices. Selon leurs dimensions, on les nomme microchètes, mésochètes ou macrochètes. Les soies **S** se localisent principalement sur les antennes, et en petit nombre sur les tergites. Le terme souvent employé « soie sensorielle » est impropre, car toutes les soies sont sensorielles. Le terme largement utilisé de sensille pour désigner un certain type de soies est également impropre, car toutes les soies représentent la partie externe d'une sensille (Deharveng, comm. pers.).

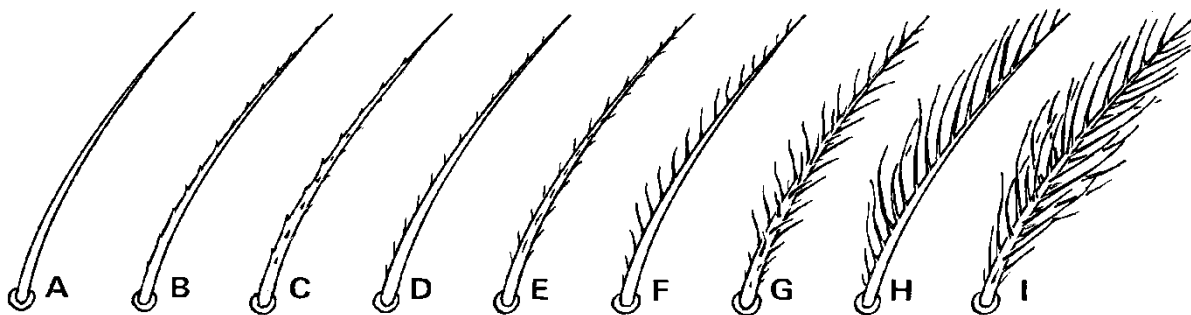
La morphologie des soies, comme leur disposition ou chétotaxie, est un caractère très utilisé en taxonomie. Outre les catégories fondamentales énumérées plus haut, on peut les décrire par des qualificatifs variés. Les types de soies illustrés par Massoud et Ellis (1977) représentent ainsi une collection pratique de termes morphologiques qui s'appliquent à la fois aux soies ordinaires et aux soies S (fig.7).



— A, soie avec des stries longitudinales. — B, soie avec des stries obliques. — C, D et E, soies à ailettes. — F, soie mousse. — G, soie tronquée. — H, soie capitée. — I, soie claviforme.

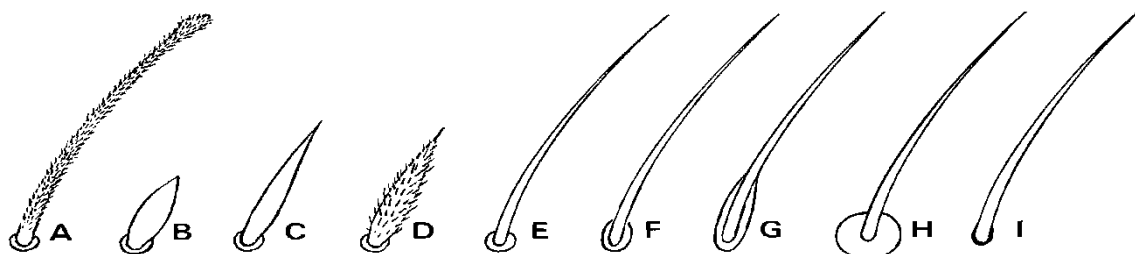
**Figure 7. (a). Soies selon la structure**





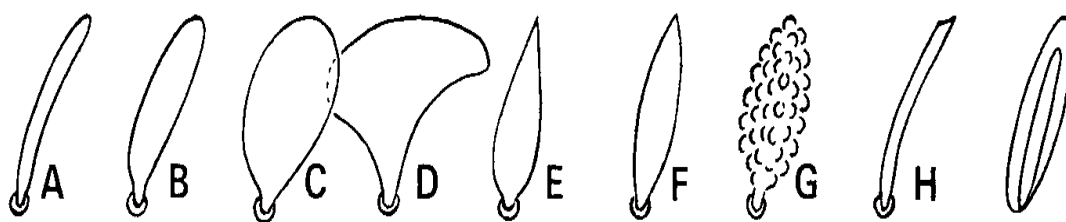
— A, soie lisse. — B, soie denticulée sur une face. — C, soie denticulée sur tout le pourtour. — D, soie ciliée sur une face. — E, soie ciliée sur tout le pourtour. — F, soie barbelée sur une face. — G, soie barbelée sur tout le pourtour. — H, soie plumeuse sur une face. — I, soie plumeuse sur tout le pourtour.

**Figure 7. (b). Soies selon la forme**



— A, soie en crosse. — B, épine. — C, soie spiniforme lisse. — D, soie spiniforme ciliée. — E, soie à embase elliptique. — G, soie à embase allongée. — H, soie à embase très large. — I, embase de même dimension que la base de la soie.

**Figure 7. (c). Soies selon la forme**



— A, sensille typique. — B, sensille gonflée. — C, sensille en ballon. — D, sensille en francisque. — E, sensille en flamme de bougie. — F, sensille en lancette. — G, sensille en grappe. — H, sensille tronquée. — I, sensille en logette.

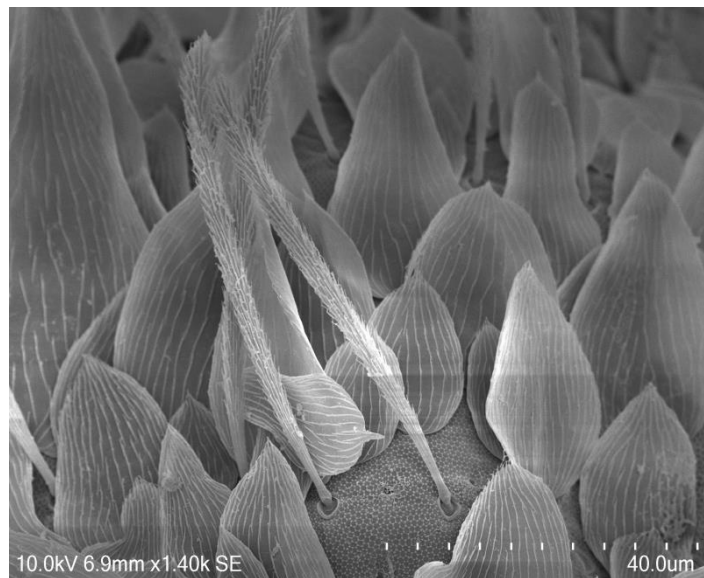
**Figure 7. (d). Soies S (« sensilles » de Massoud & Ellis 1977)**

Pour les soies S : gonflée, en ballon, en francisque, en flamme de bougie, en lancette, en grappe, tronquée, en logette.

Deharveng (1983a), est le premier à avoir donné les principaux caractères distinguant les soies ordinaires des soies **S**. Le même auteur donne une classification des soies **S** selon leur épaisseur et leur longueur sur les différentes parties du corps chez les **Neanurinae** et donne une nouvelle définition de cette sous-famille.

### 1.1.2.2 Ecailles

L'écaille chez les Collemboles est un phanère aplati très mince, en général pourvue d'une embase enfouie dans le tégument. Ce sont des soies transformées d'un aspect laminé avec une fine ciliation superficielle; produisant des reflets métallisés chez quelques espèces d'Entomobryidae. Elles présentent différents types selon les groupes et l'emplacement sur le corps. Elles peuvent être simples sans striations ou avec des stries longitudinales et transversales.



**Figure 5. Ecailles et soies d'*Heteromurus major* (Moniez, 1889) (photo originale MEB)**

### 1.1.2.3 Trichobothries

Chez les Collemboles, les trichobothries sont des phanères en forme de très fins filaments lisses ou ciliés, d'épaisseur constante sur toute leur longueur. Elles sont constantes chez les Entomobryoidea, Tomoceroidea et Symphypleones, rares chez les Isotomidae (*Isotomurus*), absentes chez les Poduromorphes.

#### 1.1.2.4 Epines

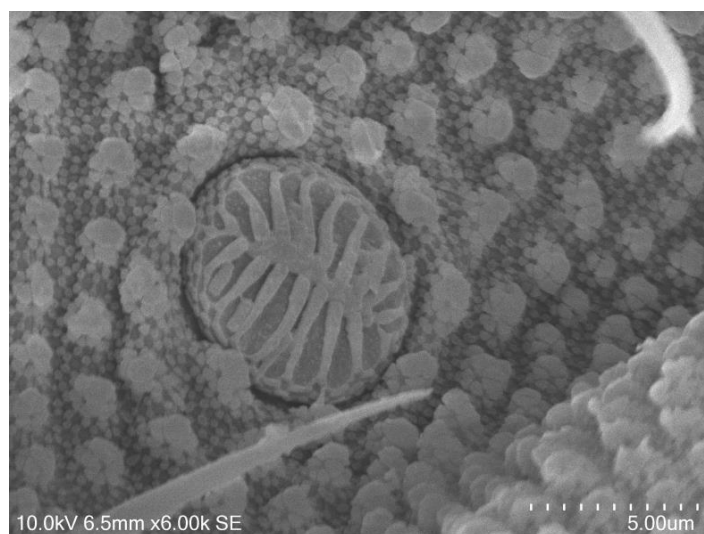
Certaines soies sont modifiées en épines. Les épines peuvent être longues et minces, ou épaisses et courtes, et sont parfois couvertes par de nombreuses petites épines (Palacios-Vargas 1984). Il est à noter que les épines anales présentes chez certains Odontellidae ne sont pas équivalentes aux épines anales des autres Poduromorphes : ce ne sont pas des soies modifiées, mais des extensions tégumentaires. C'est le cas chez *S. tayaensis*, récemment décrit à Guelma et retrouvé à Collo.



**Figure 8. « Epines anales » de *Superodontella tayaensis* de Guelma (Arbea et al., 2013)**

#### 1.1.3 Pseudocelles

Les Onychiuridae possèdent de nombreuses structures circulaires sur la tête, le thorax, l'abdomen et les appendices qui sont connus sous le nom de «pseudocelles» (Pomorski 1998, Weiner 1996). Lorsqu'ils sont irrités, ces Collemboles secrètent, grâce à des glandes situées sous les pseudocelles, un fluide (Rusek & Weyda 1981).



**Figure 9. Pseudocelle de *Protaphorura armata* (Tullberg, 1869) de Collo (photo originale MEB)**

Le nombre et la distribution des pseudocelles ont été largement utilisés par les taxonomistes pour l'identification des espèces d'Onychiuridae (Gisin 1960, Pomorski 1998, Weiner 1996).

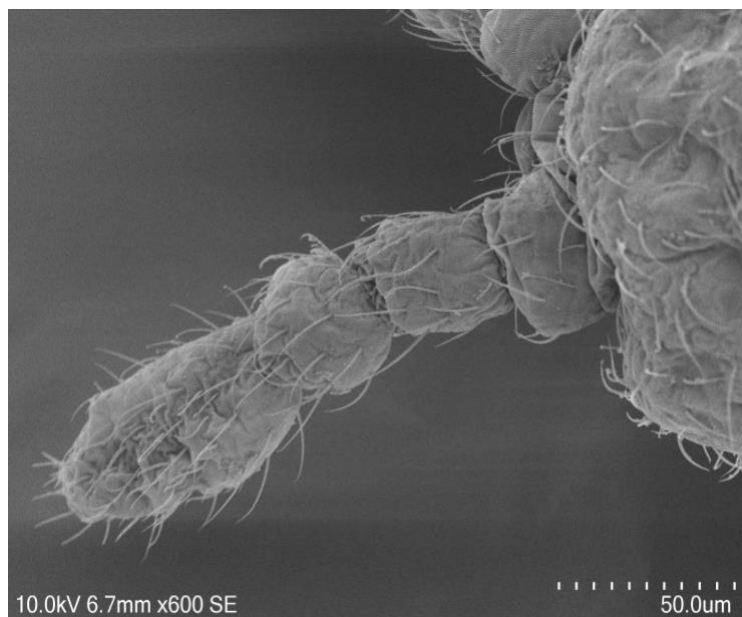
## 1.2 Tête

La tête est orthognathe ou prognathe portant une paire d'antennes à 4 segments possédant leur musculature propre, un labre impair, un labium pair, une paire de mandibules et une paire de maxilles.

### 1.2.1 Antennes

Les antennes des Collemboles se composent de quatre segments de base qui sont dotés d'organes sensoriels. Les antennes peuvent être très longues pour les Collemboles habitant dans les milieux épigés (atmobios). Chez certaines espèces, certains segments peuvent être divisés en sous-unités qui confèrent à l'antenne une plus grande flexibilité.

Chez les Mackenziellidae (Fjellberg 1989) et les Sminthurididae (Massoud & Betsch 1966c), les antennes du mâle sont modifiées pour lui permettre de s'accrocher à la femelle avant le dépôt des spermatophores.



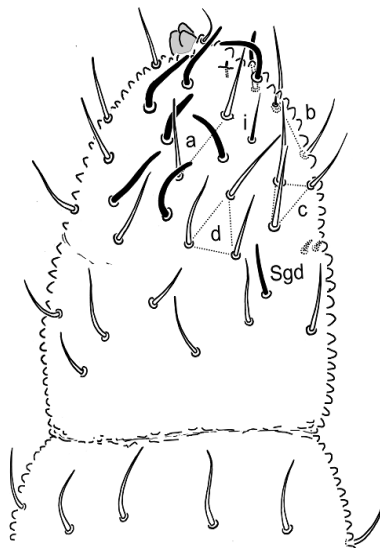
**Figure 10. Photographie au microscope électronique à balayage d'une antenne de *Proctostephanus sanctiaugustini* (Isotomidae) (photo originale MEB)**

Les antennes sont richement dotées de structures sensorielles, en particulier sur le dernier segment (Slifer & Sekhon 1978). Les segments antennaires portent des soies normales, qui détectent les courants et les vibrations d'air et des soies chemosensorielles pouvant former des complexes sensoriels (Altner & Altner 1985, Altner & Ernst 1974).

Tous les Collemboles possèdent un tel complexe sur le troisième segment antennaire, constitué de deux soies courtes et épaisses flanquées de soies de garde de chaque côté (Deharveng 1983a, Chen & Christiansen 1993, Potapov 2001, D'haese 2003, Jantarit et al. 2014).

L'extrémité de l'antenne des Collemboles porte un complexe de récepteurs sensoriels (Massoud & Delamare-Deboutteville 1969, chez les Neelipleones) et très souvent un sac éversible à l'extrémité de l'antenne contenant des cellules sensorielles et des glandes neurosécrétrices (Altner & Thies 1973). Chez *Hypogastrura socialis* (Uzel, 1891), le sac peut être impliqué dans la production de phéromones (Altner & Thies 1973). La position de l'antenne est contrôlée par des propriocepteurs (Scolopidia, voir Paulus 1974) associés à la cuticule (Altner & Thies 1984).

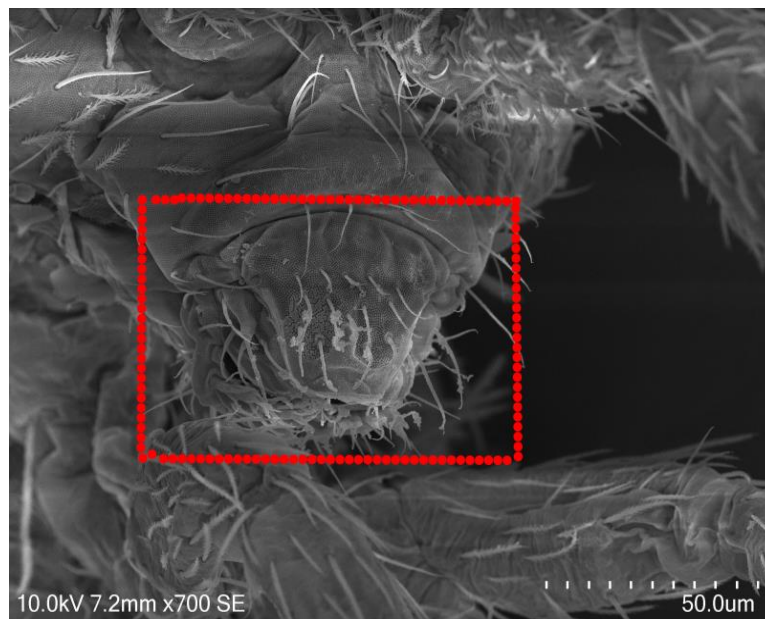
Le détail des types de soies antennaires et de leur distribution n'a été établi que chez un petit nombre d'espèces appartenant aux familles Neanuridae (Deharveng 1983, Smolis 2008), Hypogastruridae (André 1988b) et de façon plus partielle chez les Cyphoderidae et le genre *Cyphoderopsis* (Jantarit et al. 2013, 2014). Elle pourrait fournir de précieuses informations taxonomiques et phylogénétiques, mais les progrès se heurtent à la complexité des patrons et à la variété des morphologies de soies.



**Figure 11. Antenne de *Pseudachorutes octosensillatus* Zoughailech et al., 2016 (photo originale)**

### 1.2.2 Pièces buccales

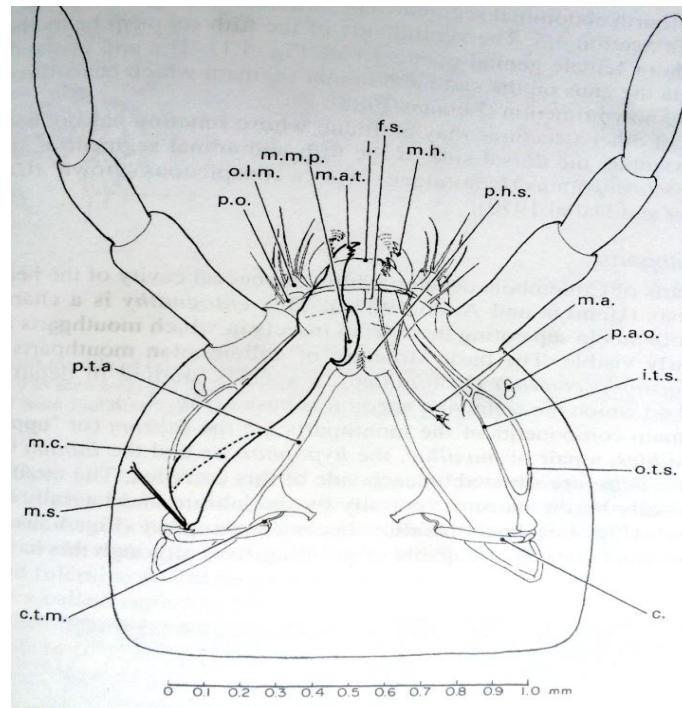
Les pièces buccales des Collemboles se développent dans la cavité buccale de la tête lors de l'embryogenèse (Uemiya & Ando 1987b). Cette entognathie est une caractéristique des Collemboles qui les sépare des insectes. La structure de base des pièces buccales des Collemboles est incarnée par *Folsomia candida* Willem, 1902 (Isotomidae), une espèce étudiée en détail et sur laquelle est basée ce qui suit. Les cinq principales composantes des pièces buccales sont le labre (ou «lèvre supérieure»), une paire de mâchoires, l'hypopharynx et le labium incluant les palpes maxillaires et un lobe externe. Les pièces buccales sont entourées dorsalement par le labre, ventralement par le labium et latéralement, par des plis pleuraux de cuticule (fig. 13). Chaque mandibule porte une plaque molaire qui a traditionnellement été considérée comme capable de broyer la nourriture, bien que cette hypothèse ait été contestée par Goto (1972).



**Figure 12. Zone buccale d'*Heteromurus major* (photo originale MEB)**

La structure fine des pièces buccales, et les arrangements des soies sur les parties enveloppantes, sont extrêmement importants pour la taxonomie des Collemboles (Fjellberg 1976c, 1977b, 1984b). Dans certaines familles, la structure des pièces buccales peut différer sensiblement de ce qui a été décrit plus haut. Par exemple chez les Neanuridae la plaque molaire est absente sur les mandibules. Les Brachystomellidae ne possèdent pas de mandibules. Les Odontellidae se caractérisent par une réduction du cardo et une articulation directe du stipe sur le fulcre (Deharveng 1981a).

Les pièces buccales sont particulièrement diversifiées chez les Neanuridae, allant d'un type suceur à un type broyeur. Collo abrite ainsi des espèces à maxilles et mandibules fines de type suceur (*Bilobella aurantiaca* (Caroli, 1912), *Deutonura zana*), une espèce à pièces buccales fortes et broyeuses [*Protanura* cf. *pseudomuscorum* (Börner, 1903)], et une espèce à pièces buccales d'un type exceptionnel indéterminé (*Edoughnura* sp., voir fig. 45).



**Figure 13. Représentation schématique des pièces buccales et des structures associées en vue dorsale de *Folsomia candida* (Isotomidae), Goto (1972):** c : cardo; c.t.m.: membrane tentorielle cardo-postérieur ; f.s.: sclérite frontal; i.t.s.: épaisseur interne du stipe; l : labre; M.A.: apodème maxillaire; m.a.t. : dents mandibulaires apicales; M.C. : apodème de la cavité maxillaire inférieure; m.h. : tête de la maxille (capitulum); m.m.p. : plaque molaire mandibulaire; M.S. : suspension mandibulaire ; o.l.m. : lobe externe de la maxille (palpe maxillaire); o.t.s. : épaisseur externe du stipe; p.a.o. : position de l'organe postantennaire; p.h.s. : position de l'hypopharynx et des super linguæ; p.o. : oralis plica; p.t.a.: apodème tentorial (point d'appui)

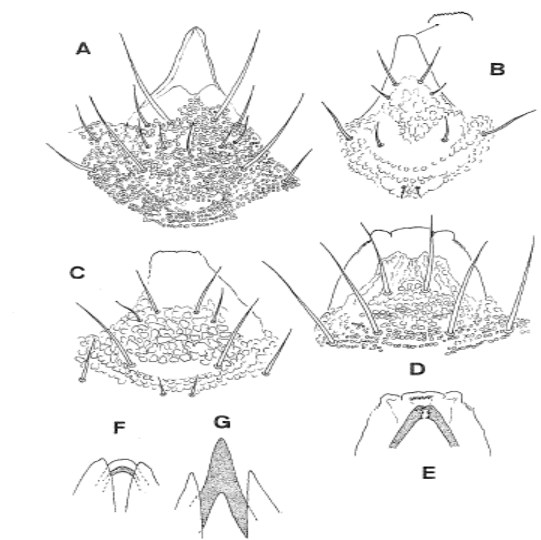


Figure 3 : Labres. A- Chez *Nigulius* sp. (Japon); B- Chez *Deutocoura deflexus* (avec détail de la marge antérieure); C- Chez *Lathripaxia vladimirovi*; D- Chez *Copestola* sp. (Nouvelle Guinée); E- Détail des sclérotisations ventro-distales; F- Sclérotisations ventro-distales chez *Hionobella crassae*; G- H., chez *Hionobella crassae*.

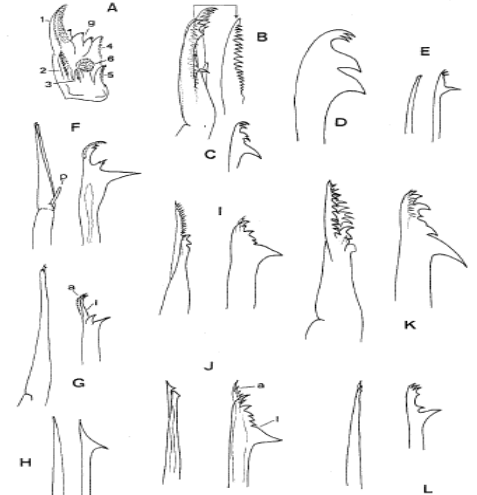


Figure 7 : A- Maxille d'*Eriophora nixa*, d'après FJELLBERG, 1959 (gr. grille: 1 à 6 lamelles); B, C- Maxille et mandibule de *Australomura wallingfordi*, d'après YOSHI et al., 1962; D- Mandibule de *Eriophora nixa*; E- Maxille et mandibule de *Hionobella crassae*, d'après CASSEGRAIN, 1968 (gr. prémaxilla basale); F- Maxille et mandibule de *Hionobella crassae*. Le mandibule est vu de trois-quarts (= lamelle principale; a= lamelle accessoire de la mandibule); G- Maxille et mandibule de *Lathripaxia vladimirovi*, d'après YOSHI, 1962; H- Maxille et mandibule de *Lathripaxia vladimirovi*, d'après YOSHI, 1962; I- Maxille et mandibule de *Lathripaxia vladimirovi*, d'après YOSHI, 1962; J- Maxille et mandibule de *Lathripaxia vladimirovi*, d'après YOSHI, 1962; K- Maxille et mandibule de *Lathripaxia vladimirovi*; L- Maxille et mandibule de *Lathripaxia vladimirovi*.

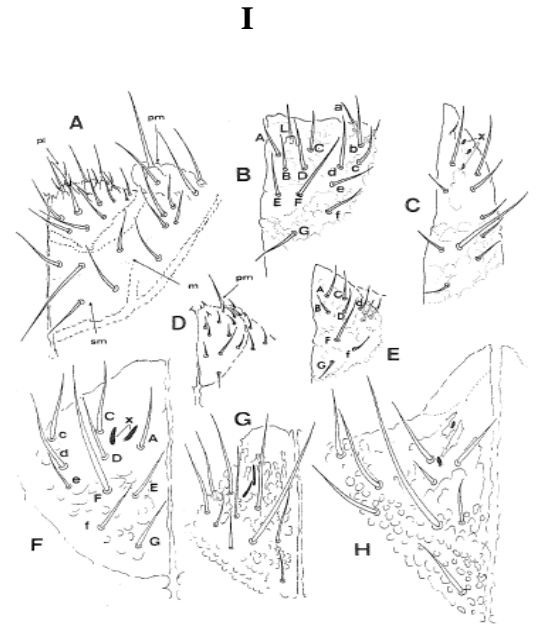


Figure 4 : Labium et palpus maxillaris. A- Chez *Tritentella frigida*; B- Chez *Brachygnathella parvula*; C- Chez *Pseudochorates parvifus*; D- Chez *Quinetellina ulnilla*; E- Chez *Pseudochorates parvifus*; F- Chez *Deutocoura papillata*; G- Chez *Copestola* sp. (Nouvelle Guinée); H- Chez *Vixocoura pinnata* (gr. palpus maxillaris); I- Chez *Copestola* sp. (Nouvelle Guinée); J- Chez *Vixocoura pinnata* (gr. palpus maxillaris); K- Chez *Copestola* sp. (Nouvelle Guinée); L- Chez *Vixocoura pinnata* (gr. palpus maxillaris).

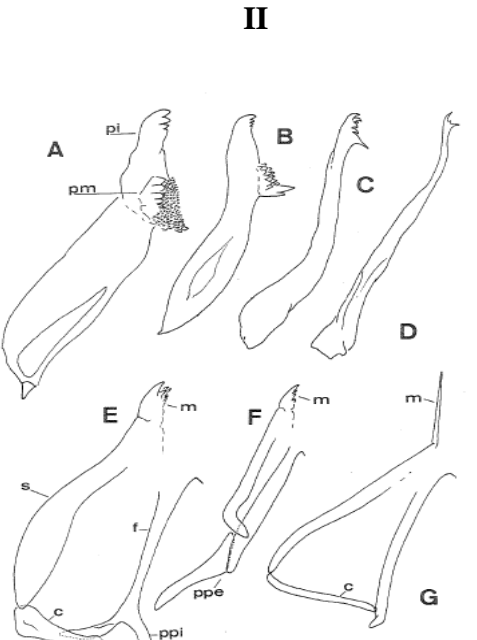


Figure 4 : Mandibules. A- Chez *Tritentella frigida*; B- Chez *Willetia amphitalma*; C- Chez *Xanthomura* sp. (Philippines); D- Chez *Nemora muscorum* (pt= pars incisiva; pm= pars notata); E- Cheu *Caratophysella terricola*; F- Chez *Odontella* (*Superodontella*) sp. (Madagascar); G- Chez *Deutocoura deflexus* (cs= carbo; f= fovea; m= capitulum; ppe= prolongement postéro-externe et postéro-interne de l'écrot; se= setae).

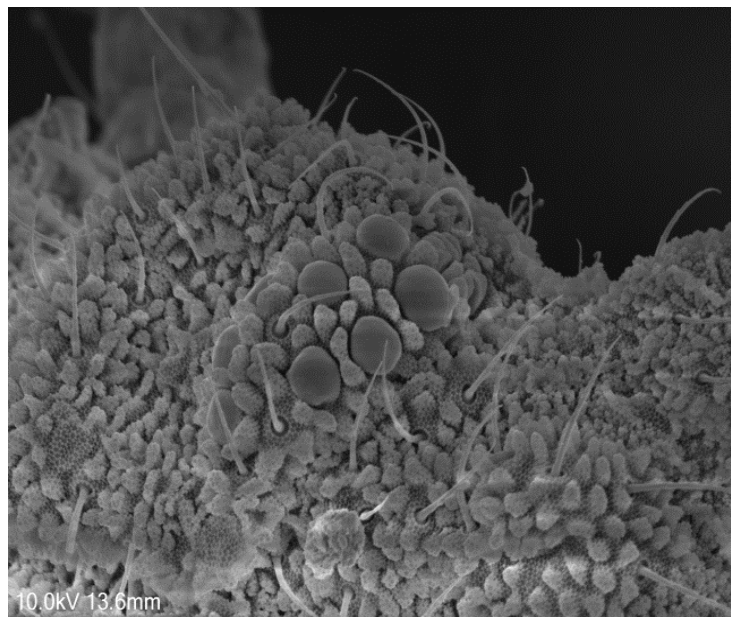
**I** **II** **III** **III**

**Figure 14. Différentes structures des pièces buccales chez certains Neanuridae, I: Labre, II : Maxilles, III : Labium, IIII : Mandibules (Deharveng 1983)**



### 1.2.3 Yeux

Chaque œil est composé d'un maximum de huit ommatidies simples. Les espèces vivant dans les milieux épigés montrent rarement une réduction de ce nombre, mais les Collemboles des sols et des grottes ont généralement des yeux réduits ou sont aveugles (Barra 1973). La structure des ommatidies est très similaire à celles des crustacés.



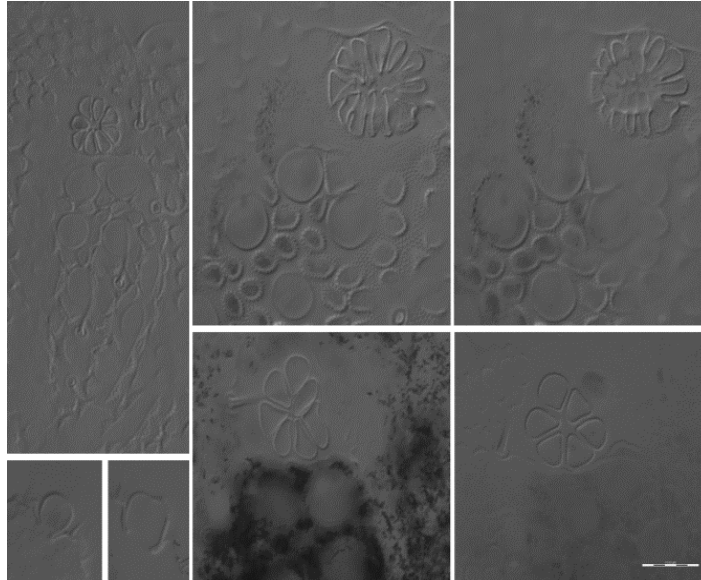
**Figure 15. Plaque oculaire de *Pseudachorutes deficiens* Zoughailech et al., 2016 (photo originale MEB)**

### 1.2.4 Organe postantennaire (OPA)

De nombreuses espèces de Collemboles possèdent un organe postantennaire (OPA) dorsal à la base de chaque antenne qui peut avoir une fonction olfactive.

L'OPA est en général absent dans certaines familles telles que les Entomobryidae, chez les Neanurinae, et dans certains genres d'Isotomidae tel que *Isotomiella*. Chez les Tomoceridae, il est très rarement présent chez l'adulte, plus fréquent chez les stades juvéniles bien que ce ne soit pas le cas pour toutes les espèces de la famille (Ireson & Greenslade 1990). La structure de l'OPA est d'une grande importance taxonomique, en particulier chez les Onychiuridae (Weiner 1996, Pomorski 1998). Chez de nombreux Hypogastruridae, l'OPA se présente sous la forme de quatre protubérances lobées situées dans une fosse peu profonde. Chez les Onychiuridae, il se compose d'une rosette allongée avec jusqu'à 70 petites protubérances lisses ou lobées fixées dans un sillon.

L'OPA des Isotomidae est une plaque cuticulaire ovalaire élevée au-dessus de la surface de la cuticule. En dépit de cette diversité d'aspect extérieur, il y a des similitudes dans la structure interne de l'OPA chez les différentes familles. On a émis différentes hypothèses sur sa fonction : sensibilité olfactive, à l'humidité ou à la température (Altner & Thies 1976).



**Figure 16. Organe post-antennaire (*Pseudachorutes deficiens*, *P. octosensillatus*, *P. labiatus*) Zoughailech et al. 2016 (photo originale)**

### 1.3 Corps et appendices

Le corps et les appendices sont porteurs d'une gamme d'organes sensoriels diversifiés.

#### 1.3.1 Thorax et abdomen

Le thorax est constitué de 3 segments, le premier étant partiellement (Poduromorphes) ou complètement (Entomobryomorphes) régressé. Le développement et la courbure du premier tergite thoracique varie selon les espèces au sein des Entomobryoidea. L'abdomen comporte 6 segments, mais la soudure des 2 ou 3 derniers tergites est fréquente chez les Isotomidae. Chez les Symphypleones et quelques Neanuridae, c'est tout ou presque tous les segments abdominaux qui peuvent se souder. La longueur relative des tergites est un caractère important au niveau supra-générique chez les Entomobryidae.

#### 1.3.2 Pattes

Les segments thoraciques portent chacun une paire de pattes. Chaque patte est constituée de 2 praecoxae ou subcoxae, d'une coxa, d'un trochanter, d'un fémur, d'un tibiotarse, d'un prétarse à appendice empodial et d'une griffe simple terminale. De nombreuses espèces ont une ou

plusieurs longues soies dorso-distales sur le tibiotarse avec des extrémités élargies qui leur permettraient d'adhérer aux surfaces lisses (Blottner & Eisenbeis 1984), une capacité dont l'intérêt dans la nature n'est pas évident. La griffe des espèces hygrophiles et cavernicoles est souvent fine et longue, ce qui leur donnerait une aptitude à marcher sur des surfaces ruisselantes et sur l'eau (Christiansen 1965).

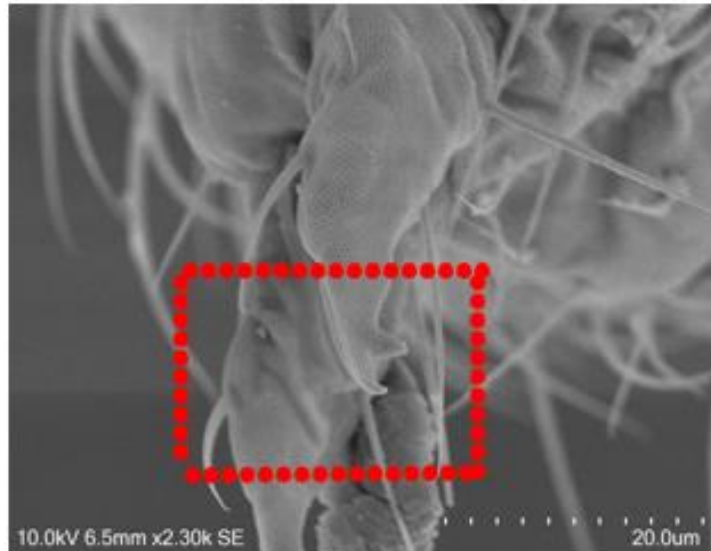
### **1.3.3 Tube ventral**

Le premier segment de l'abdomen de tous les Collemboles porte un tube ventral qui joue un rôle extrêmement important dans l'équilibre électrolytique. Les vésicules de cet organe peuvent également être utilisées pour l'adhérence à des surfaces lisses (Pedigo 1967). Le tube ventral reçoit l'urine produite par les néphridies labiales dans la face ventrale de la tête par l'intermédiaire d'un canal appelé *linea ventralis* (Rusek 1987b).

### **1.3.4 Furca**

L'organe de saut ou furca est l'un des caractéristiques propres aux Collemboles. Chez les espèces épigées, la furca est très bien développée, alors que chez certaines espèces euédaphiques vivant dans le sol, elle est très réduite ou complètement absente. La régression de cet organe est en général corrélée à la régression oculaire.

L'origine de l'évolution de la furca est une paire d'appendices sur le quatrième segment abdominal. Celles-ci fusionnent pour former le *manubrium* (Eisenbeis & Ulmer 1978). Les deux parties distales sont restées séparées et se sont développées pour donner deux *dens*. Chaque dens porte une courte griffe modifiée ou *mucron* à son extrémité. Le mucron des Collemboles qui vivent sur l'eau est souvent élargi en une petite palette qui l'empêche de briser la tension superficielle lors d'un saut. La position des soies sur la furca, la forme et le nombre de dents sur le mucron, sont des caractères très importants pour la taxonomie.



**Figure 17. Mucron de *Proctostephanus sanctiaugustini* (Collo) (photo originale MEB)**

La furca permet aux Collemboles de se déplacer rapidement et d'échapper aux prédateurs. *Entomobrya dorsalis* Uzel, 1891, mesure seulement 2 mm mais peut atteindre une distance de saut de plus de 16 cm (Bauer & Christian 1986).

La furca est normalement maintenue en place par un crochet ou *tenaculum* (aussi appelé *rétinacle*) sur la face ventrale du troisième segment abdominal.

Le saut est réalisé par la flexion rapide de la furca à distance du corps. *Pogonognathellus longicornis* (Müller, 1776) et *Dicyrtomina ornata* (Nicolet, 1842) ont un mécanisme de clic impliquant la contraction des muscles internes et la déformation des sclérites abdominaux.

Après une série de sauts, il y a une diminution significative de l'ATP alors que les niveaux d'ADP et AMP augmentent (Ruhfus & Zinkler 1995). Les muscles deviennent rapidement fatigués si le Collembole est forcé de faire plusieurs sauts en succession rapide. Lors d'un saut, un Collembole peut faire plusieurs culbutes. L'orientation lors de l'atterrissage est imprévisible, mais ils se redressent très vite.



**Figure 18. Furca d'*Heteromurus major* (Collo) (photo originale MEB)**

### 1.3.5 Arrière corps

La face ventrale du cinquième segment porte la plaque génitale mâle ou femelle, qui a une structure bien différente entre les deux ordres de Collemboles, Poduromorphes et Entomobryomorpha. L'extrémité du tube digestif s'ouvre par l'intermédiaire de l'anus sur le sixième segment abdominal. Un certain nombre d'autres structures sont présentes, dont la fonction n'a pas encore été élucidée. Par exemple, la face dorsale du cinquième segment abdominal des espèces du genre *Proctostephanus* (Isotomidae) porte une sorte de «couronne» remarquable (Cassagnau 1953, Poinso & Dallai 1970, Arbea 2003) (fig. 60).



**Figure 19. Face ventrale de *Pseudachorutes deficiens* Zoughailech et al., 2016, de Collo (photo originale)**

## **2 Anatomie interne des Collemboles**

Les plus petits Collemboles tels que *Mackenziella psocoides* Hammer, 1953 (qui mesure 250 micromètres de longueur) ne sont que quelques fois plus grands qu'une cellule de foie humain. Néanmoins, même les Collemboles de cette petite taille possèdent une gamme complète d'organes internes. L'arrangement de base chez tous les Collemboles est une tête contenant des glandes salivaires et néphridies ou des reins labiaux et un tube digestif qui est entouré par les autres organes thoraciques et abdominaux. Il y a aussi un système neurosécréteur et un cerveau formé à partir de la partie antérieure du cordon nerveux ventral (Chaudonneret 1987). Pour un examen détaillé de la structure du système neurosécréteur, et une discussion sur son évolution, voir Juberthie et Cassagnau (1971).

La cavité du corps contient du « corps gras » où les lipides et certains produits de déchets du métabolisme sont stockés.

Il existe un système complexe de muscles internes (Bretfeld 1963, Eisenbeis 1978, Maki 1938, Manton 1977). Chez les espèces extrêmement aplaties telles que *Nepalimeria dal* Cassagnau, 1984, décrite du centre du Népal, les piliers musculaires, joignant les parois dorsale et ventrale du corps, se multiplient afin de faciliter une meilleure adhérence au substrat (Cassagnau 1993a). La circulation sanguine qui baigne les organes est maintenue par le vaisseau sanguin dorsal ou «cœur». Contrairement à la plupart des autres insectes, les Collemboles semblent ne pas avoir d'organes circulatoires spécialisés pour pomper le sang dans les antennes (Pass 1991). Les Actaletidae et certains Symphypleones sont les seuls Collemboles possédant des trachées.

### **2.1 Le système digestif et excréteur**

Le système digestif des Collemboles se compose d'un intestin antérieur, un intestin moyen élargi, et un petit intestin postérieur.

Les bactéries et les champignons sont souvent observés dans le lumen de l'intestin (Christian 1993b), et constituent l'essentiel de la nourriture des espèces. Certains peuvent former des populations symbiotiques résidentes qui secrètent des enzymes que les Collemboles sont incapables de fabriquer eux-mêmes (Borkott & Insam 1990, Urbášek & Rusek 1994).

## 2.2 Le système reproducteur

### 2.2.1 Appareil génital et cycle sexuel des femelles

L'appareil génital de la femelle a fait l'objet d'études anatomiques approfondies chez plusieurs espèces (Krzysztofowicz 1977). L'ovogenèse a été étudiée par de nombreux auteurs, mais c'est Joosse et Veltkamp (1970) et Palevody (1976) qui établissent la chronologie la plus exacte du cycle en relation avec le rythme des mues imaginale. Le nombre de cycle de pontes et le nombre d'œufs par pontes dépendent en effet de très nombreux facteurs qu'il n'est pas possible d'analyser ici. Chez les Poduromorphes étudiés jusqu'ici, on a observé une ponte tous les deux ans chez *Tetrodontophora bielanensis* (Waga, 1842) (Krzysztofowicz & Kisiel 1986) à une ou deux pontes par an chez *Hypogastrura boldorii* Denis, 1931, dans la nature, mais une même femelle peut pondre 7 à 8 fois de suite en élevage (Bedos & Cassagnau 1986). Chez certains Isotomidae, il n'est pas rare d'observer plus de 10 pontes, à raison d'une tous les quinze jours en élevage (Snider 1973). Mais les conditions en laboratoire déforment souvent la réalité et rendent difficile l'extrapolation aux conditions naturelles. Le nombre d'œufs est lui aussi très variable, de 128 à 1654 chez *Folsomia candida*, de 40 à 70 chez les Hypogastruridae (Thibaud 1970), de 5 à 10 chez les Neanuridae.

### 2.2.2 Appareil génital et cycle sexuel du mâle

La gonade mâle est composée d'une paire de testicules à germarium latéral. Le fonctionnement du testicule est lui aussi rythmé par les mues imaginale. Les spermatozoïdes s'accumulent dans la vésicule séminale, mêlés à des gouttelettes nutritives secrétées par la paroi. Ils ont une tête filiforme et sont enroulés sur eux-mêmes (Cassagnau 1971b, Dallai 1975). Ils sont acheminés par le conduit dorsal du *ductus* cependant que se forme dans le conduit ventral la tige du spermatophore qui pénètre au sein de la gouttelette spermatique ou forme des nervures à la surface de celle-ci ; le pédoncule du spermatophore est long chez les Symphypléones et les Entomobryomorphes, beaucoup plus réduit chez les Poduromorphes pratiquement absent chez les *Hypogastrura* et les *Onychiurus*. Les spermatophores sont disposés en grand nombre sur le substrat et les modalités de la prise par la femelle montrent des variations très nettes suivant les groupes : dépôt au hasard et fécondation ultérieure en l'absence du mâle (cas général) ; dépôt stimulé par la présence de la femelle (nombreux Entomobryens) ; dépôt et prise du spermatophore lors d'une pariade primitive (*Dicyrtomina*, *Sminthurus*) ou lors d'une pariade spécialisée liée à l'existence de caractères sexuels secondaires spectaculaires [Sminthuridae, Bourletiellidae (Betsch 1980)]. L'existence d'une



fécondation directe chez *Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898) a été signalée, mais demande confirmation.

### **3 Ecologie et biologie des Collemboles**

#### **3.1 Le régime alimentaire des Collemboles**

De nombreuses études basées sur l'analyse des contenus intestinaux ne montrent pas une spécialisation alimentaire stricte inféodée à un type de nourriture. Les Collemboles se nourrissent de parenchymes végétaux frais, hyphes et spores de champignons, matière organique en décomposition, fragments minéraux, algues filamenteuses, pollens, bactéries, excréments d'autres animaux. Ils peuvent se nourrir de racines de plantes vivantes et plantules, d'où les dégâts causés par certaines espèces comme *Sminthurus viridis* (Linnaeus, 1758) sur les luzernières.

Cassagnau (1990b) donne plus de détails sur la nourriture de certains groupes de Collemboles; les Isotomidae des mousses humides consomment des diatomées dont on retrouve les squelettes dans le tube digestif. L'auteur rapporte que certaines espèces se nourrissent de cadavres d'animaux, mais d'autres sont des prédateurs, il cite le cas de l'Isotomidae: *Metisotoma grandiceps* (Reuter, 1891) (= *Cephalotoma grandiceps*) qui possède des mandibules dissymétriques adaptées à ce type de nourriture. C'est le cas aussi des *Friesea* qui se nourrissent de Tardigrades, Protoures, Rotifères et de Nématodes. De nombreux Neanuridae ont eux des pièces buccales de type suceur, adaptées (par hypertrophie et polyténisation des glandes salivaires) à l'absorption de liquide. Une étude récente a montré que certains se nourrissent en fait de myxomycètes (Hoskins et al. 2015).

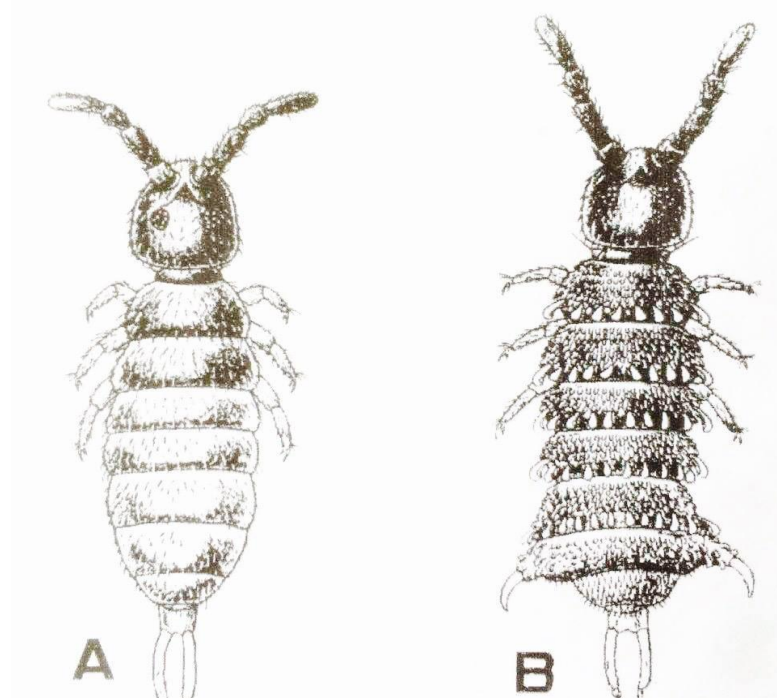
#### **3.2 Parasites et prédateurs**

Parmi les parasites rencontrés chez les Collemboles la plupart des auteurs ont signalé la présence de Grégarines et de Nématodes comme endoparasites. Cassagnau (1990b) mentionne des Coccidies, Champignons, Microsporidies, et Hélicosporidies. La liste des prédateurs des Collemboles s'étend à divers groupes zoologiques. Massoud (1971) cite des Chilopodes et des araignées, Delamare Deboutteville (1951) des diptères Empidiidae, mais aussi certains coléoptères (Schomann et al. 2008) sont des prédateurs exclusifs et ont développé des adaptations particulières en lien avec la capture des Collemboles.

### 3.3 Reproduction

La fécondation de type indirecte par l'intermédiaire d'un spermatozoïde déposé par le mâle sur le substrat est décrite pour la première fois par Schaller en 1952.

Indépendamment des plaques génitales très différentes entre mâles et femelles, le dimorphisme sexuel peut se manifester par des caractères sexuels secondaires parfois discrets chez les espèces bisexuées. C'est ainsi le cas chez certains Poduromorphes (soies ventrales des mâles différenciées chez les Onychiuridae et les Neanuridae par exemple) et chez de nombreux Entomobryomorphes. Les caractères sexuels secondaires deviennent spectaculaires chez quelques Isotomidae (mâles de *Rhodanella minos* (Denis, 1928) par exemple pourvus de soies hypertrophiées sur la tête et les segments post-céphaliques, femelles des Hydroisotoma à soies périanales en bâtonnets). Chez les Symphypléones, on voit se développer chez les mâles, des antennes préhensiles (Sminthurididae), un organe abdominal (Arrhopalitidae, Bourletiellidae), et des appendices anaux et soies élargies chez les femelles dans la plupart des familles (Betsch 1980).



**Figure 20. Dimorphisme sexuel chez *Guthriella muskegis* Börner, 1906 (d'après Cassagnau 1990b), A : femelle, B : mâle**

La reproduction parthénogénétique a été signalée chez quelques espèces (*Onychiurus parthenogeneticus* Choudchuri 1958, de nombreux Tullbergiidae, *Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896), *Folsomia candida*...), mais elle est sans doute plus répandue que ne le

laisserait croire la littérature (Chernova et al. 2010). Il s'agit parfois de parthénogenèse géographique, comme par exemple chez *Neanura muscorum* (Templeton, 1835) (Cassagnau 1972a).

### **3.4 Développement et cycles**

Nous empruntons directement à Cassagnau (1990b) les informations sur les cycles de vie des Collemboles.

#### **3.4.1 Développement embryonnaire**

Les œufs sont pondus soit isolément (Entomobryomorphes, Symphypléones), soit en groupes dans de petites cavités du substrat (majorité des cas), soit, chez des espèces à fort effectif, en pontes collectives pouvant rassembler plusieurs milliers d'œufs (Isotomidae, Hypogastruridae). Chez les Symphypléones, la tendance à un mode de vie épigée (atmobios) entraîne l'enrobage des œufs par la femelle à l'aide d'excréments. Le développement de l'œuf est court chez la plupart des formes édaphiques mais chez les épigés, les œufs d'hiver peuvent voir leur développement différer pendant plusieurs mois. Il est vraisemblable que ces arrêts correspondent à des diapauses embryonnaires, mais il faut avouer que nous manquons de données dans ce domaine. Quant à la durée du développement embryonnaire lui-même, il est bien entendu conditionné par l'optimum thermique intrinsèque de l'espèce et la température extérieure. Krzysztofowicz et Kisiel (1986) donnent pour l'Onychiuridae *Tetrodontophora bielanensis* en conditions naturelles un chiffre de six mois (de novembre à avril). Les Isotomidae édaphiques semblent avoir les développements les plus rapides: une semaine chez *Isotomurus palustris* à 25°, 8 à 9 jours à 26° chez *Folsomia candida* (Snider & Butcher 1973). Les Neanurinae semblent avoir les développements les plus lents. Les détails de l'embryogenèse ont donné lieu à de nombreuses publications ; une revue en est donnée par Jura en 1972, en particulier chez *Tetrodontophora bielanensis*.

#### **3.4.2 Développement post-embryonnaire**

Le développement post-embryonnaire des Collemboles est qualifié classiquement de protomorphe et amétabole, le premier stade sortant de l'œuf avec ses 9 segments post-céphaliques définitifs sans anamorphose ultérieure. Les stades successifs ne présentent pas de transformations spectaculaires dans l'ontogenèse. Un des caractères principaux de ce développement est la persistance de la mue tout au long de la vie de l'animal (jusqu'à 30 mues chez *Folsomia candida*, jusqu'à 60 mues chez les *Orchesella*) (Snider 1973, Lindenmann 1950). Les manifestations biologiques et histologiques de l'exuviation ont été

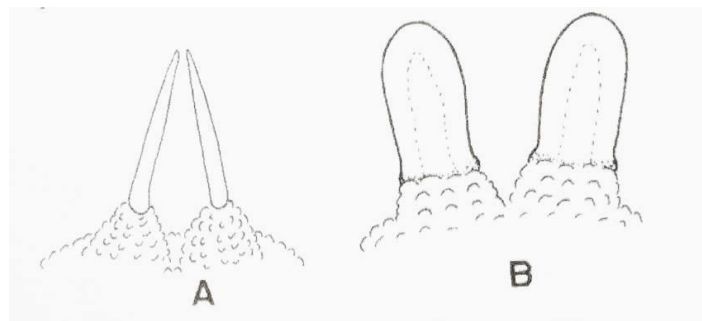
minutieusement étudiées chez *Tomocerus*, *Lepidocyrtus*, *Pseudosinella* (Barra 1977). La périodicité des mues et la longueur des inter-mues ont fait l'objet de très nombreux travaux au cours des 50 dernières années. Malheureusement, nous manquons d'une vue synthétique des problèmes. La plupart des auteurs opposent de façon schématique les mues de type larvaire et les mues imaginale. En fait, certaines ambiguïtés subsistent quant à la limite entre les deux, la croissance de nombreuses espèces pouvant se poursuivre au cours de la phase imaginaire que certains auteurs font commencer à la différenciation maximale de l'orifice génital ou des caractères sexuels secondaires quand ils existent, d'autres aux manifestations de la première oviposition.

Le nombre d'inter-mues juvéniles varie de 3 à 5 chez les Symphypléones (Betsch 1980), de 4 à 6 chez les Poduromorphes (Hale 1965, Thibaud 1970), de 6 à 7 chez les Isotomidae (Snider 1973, Grégoire-Wibo 1976, Cassagnau & Fabres 1968), de 9 à 11 chez les Orchesellinae (Lindenmann 1950). La durée des inter-mues, et donc du développement larvaire, est directement conditionné par la température (voir la revue que donne Thibaud en 1977 a et b) avec parfois introduction de phase de quiescence ou de diapause dans la nature en période hivernale chez les espèces à développement lent (*Tetrodontophora bielanensis* par exemple). Dans les conditions optimales, les durées d'inter-mues les plus brèves ne dépassent pas 3 à 4 jours, avec des chiffres moyens allant de 5 à 20 jours, suivant la gamme thermique utilisée, des chiffres supérieurs à 30 jours révélant la plupart du temps un blocage de l'exuviation qui peut se prolonger de plus d'un an dans certaines conditions expérimentales (Neanurinae maintenus à basses températures). Au cours des mues successives, une analyse approfondie montre une morphogenèse progressive touchant des structures discrètes, ou même parfois des remaniements beaucoup plus apparents; dans tous les cas, l'augmentation du revêtement chétotaxique est toujours concernée.

### **3.4.3 Ecomorphose**

L'écomorphose est une crise métabolique généralisée mais passagère, révélée par l'apparition d'une morphologie nouvelle à l'occasion d'une mue, avec retour à la morphologie pré-écomorphique à la faveur de mues ultérieures (Cassagnau 1990b). Les cas documentés concernent de rares espèces de régions tempérées et méditerranéennes vivant au nord de 30° de latitude N, ou les mêmes espèces introduites dans la partie tempérée de l'hémisphère sud (Najt 1982). L'écomorphose se déclenche lorsque les conditions optimales pour la vie de l'espèce ne sont pas remplies, par exemple à l'apparition d'une saison chaude et sèche. L'écomorphose est par bien des aspects une diapause estivale accompagnée de modifications

morphologiques plus ou moins profondes touchant le tégument, les soies, les pièces buccales, l'appendice empodial et le mucron. La crise écomorphique que révèlent les modifications du tégument et des phanères a un impact considérable sur l'anatomie interne des principaux organes et sur le métabolisme des individus : le tube digestif s'involue, le tissu adipeux s'hypertrophie, et l'activité de la gonade est bloquée (Lauga-Reyrel 1983).



**Figure 21. Perturbations morphologiques chez *Ceratophysella armata* (Nicolet, 1842)**  
(Cassagnau, 1990b). **A** : Epine anales, **B** : Forme écomorphique

L'élévation de la température permet d'expliquer l'apparition de l'écomorphose au printemps dans la nature. Cependant, même en conditions optimales, une écomorphose rémanente révèle l'existence d'un effet maternel transmis d'une génération à l'autre dans certaines populations. Quel que soit le déterminisme initial, la crise métabolique est déclenchée par l'inhibition des *corpora allata* : la rupture de l'écomorphose peut être provoquée par l'injection de JH.

Dans notre matériel de Collo, nous avons décelé un seul cas d'écomorphose probable, dans une population de Oued Z'hor de l'espèce *Ceratophysella armata*, avec épaissement important des épines anales.

#### 3.4.4 Cyclomorphose

C'est un type de polymorphisme saisonnier découvert par Fjellberg (1976) chez quelques Isotomidae et Hypogastruridae du Nord de l'Europe. Elle touche des espèces cryophiles avec une forme d'été et une forme d'hiver qui se distinguent essentiellement par la forme du mucron ou des ergots du tibiotarse. Aucun phénomène de cyclomorphose n'a été observé chez les espèces d'Algérie ou d'Afrique du Nord.

### 3.5 Adaptations et écophysiologie

#### 3.5.1 Adaptations morphologiques

Dès 1943, Gisin propose une classification de type biologique associant morphologie et milieu, devenue classique. La classification de Gisin (1943 : 187) est la suivante:

**Atmobios** : espèce des macrophytes ; 8 + 8 yeux, antennes très longues

**Hemiédaphon** : pigment bien développé, antennes moyenne ;

- a) hydrophiles : peuplement de la surface de l'eau, mucron à lamelles élargies ;
- b) mésophiles : peuplement des couches superficielles du sol, ergots aigus ou capités ;
- c) xérophiles : peuplement des écorces, des mousses, des milieux les plus secs ; plusieurs ergots capités.

**Euedaphon** : peuplement des couches profondes du sol, yeux réduits ou manquants, pigment limité aux yeux.

Une partition plus détaillée et un peu différente des formes biologiques a été proposée par divers auteurs, par exemple par Cassagnau (1990b: 19, modifié):

**Atmobios** : présence de la furca, fréquente perte du post-antennaire, pattes et antennes longues, présence de trichobothries très sensibles aux turbulences de l'air, revêtement dense de soies ou d'écailles, souvent de grande taille:

8 + 8 yeux, pigment bien développé, Atmobios épigé.

Régression des yeux et du pigment, Atmobios souterrain (milieu souterrain superficiel et milieu souterrain profond).

Mucron élargi, soies dentales (vie sur l'eau), Atmobios hydrophile.

**Edaphon** (« de type interstitiel » dans le texte de Cassagnau) : furca en général régressée, présence du post-antennaire parfois compliqué, pattes et antennes moyennes ou courtes, absence de trichobothries, pas d'écailles, soies dorsales courtes, revêtement paurochaetotique :

- 8 + 8 yeux, pigment présent, d'intensité variable, plusieurs ergots aigus ou capités, Edaphon mésophile (correspond à l'hemiédaphons de Gisin 1947).

- 8 + 8 yeux, pigment très dense, ergots capités nombreux, Edaphon xérophile.

- Yeux réduits ou absents, pigment réduit ou absent ; épaissement des sensilles antennaires, furca réduite dans certaines lignées. Euedaphon.

Ces catégories biomorphologiques correspondent grosso modo aux radiations adaptatives à la base des catégories taxinomiques supérieures, l'atmobios étant essentiellement constitué

d'Entomobryomorphes, et de Symphypléones, tandis que l'édaphon est constitué de Poduromorphes et d'Isotomidae (voir plus haut).

Plusieurs travaux ont été menés dans le but d'étudier les différentes «formes de vie» des Collemboles. De tels systèmes sont utiles pour donner un aperçu général des principaux types éco-morphologiques des Collemboles. Néanmoins, il existe des espèces qui sont difficiles à intégrer dans ces groupes.

Nous avons utilisé la terminologie de Gisin (1943) dans ce travail pour classer les espèces récoltées à Collo, mais en nous basant uniquement sur leurs caractères morphologiques.

### **3.5.2 Adaptations physiologiques aux facteurs du milieu**

#### **3.5.2.1 Adaptation au froid**

Les Collemboles possèdent d'intéressantes propriétés leur permettant de peupler des régions et des habitats particulièrement froids. De telles performances ne sont possibles que grâce aux propriétés «antigel» du milieu intérieur à base de cryoprotecteurs comme le glycérol (Somme & Conradi-Larsen 1977), manitol, tréhalose, fructose (Block & Somme 1982). On trouvera une mise au point de ces problèmes dans les articles de Somme (1981) et de Jooisse (1983).

#### **3.5.2.2 Adaptation à la sécheresse**

La dessiccation des habitats en saison sèche, en particulier en région méditerranéenne est supposée être palliée par la capacité de résistance des œufs pondus dans les interstices et capables de reconstituer des populations au retour des précipitations, mais aucune démonstration n'en a été fournie dans la littérature. Poinot (1968, 1974) a mis en évidence un processus original chez *Folsomides variabilis* Palacios-Vargas, 1979, qui correspond à une véritable anhydrobiose, associée à la construction de logettes. Au fur et à mesure de la dessiccation, les individus se contractent, se creusent en gouttière sur la face ventrale, les antennes repliées vers l'arrière. Ils peuvent rester ainsi desséchés plusieurs mois et reprennent leurs activités si l'on procède à la réimbibition du milieu. Un cas comparable a été signalé chez *Isotomurus palustris* (Müller, 1776) avec comportement constructeur, dessiccation et réimbibition possible, mais uniquement chez les jeunes individus préalablement entrés en écomorphose (Cassagnau 1986). Nous n'avons pas détecté dans le matériel de Collo de cas d'anhydrobiose, mais il est vraisemblable qu'il en existe compte tenu des conditions climatiques dans la région durant la saison sèche.

### 3.5.2.3 Adaptation à l'inondation

La saturation du milieu édaphique par l'eau refoule la plupart des espèces vers la surface du fait de la faible mouillabilité de leur cuticule. Toutefois les individus prisonniers en profondeur subissent pendant un laps de temps variable des conditions de vie subaquatiques, enfermés dans des bulles d'air, en particulier dans la zone intertidale. Les espèces des milieux halophiles de la zone intertidale aussi bien de type interstitiel [*Archisotoma pulchella* (Moniez, 1890)] qu'atmosphérique [*Anurida maritima* (Guérin-Méneville, 1836)] sont capables d'immersion prolongée dans l'eau salée à marée haute grâce à des mécanismes physiologiques complexes. Mais des espèces moins spécialisées comme *Isotoma viridis* Bourlet, 1839, ou *Hypogastrura viatica* (Tullberg, 1872) sont elles aussi capable de résister à la submersion pendant plusieurs jours (Witteveen & Joosse 1988).

### 3.5.2.4 Régulation hydrique

Un des facteurs clef de la distribution des Collemboles réside dans la teneur en eau des habitats sous forme d'eau liquide et surtout de vapeur d'eau atmosphérique. Les fluctuations spatiales et temporelles de l'eau sont une des caractéristiques les plus faciles à mettre en évidence dans ce milieu (Vannier 1971). C'est dire l'importance que va revêtir l'aptitude des diverses espèces à supporter ces variations. L'essentiel de nos connaissances sur ce sujet est dû aux travaux de Vannier sur l'évolution de flux d'évaporation corporelle en atmosphère sèche. Trois types principaux ont été reconnus :

Le type hydrophile caractérise des formes qui n'exercent aucun contrôle sur leurs pertes d'eau corporelle, le transfert hydrique s'effectuant comme un simple phénomène de diffusion (nombreux Poduromorphes édaphiques et endogés).

Le type mésophile caractérise les espèces capables d'atmosphérie, surtout des Entomobryomorphes.

Le type xérophile montre un long plateau suivi par une brusque élévation du flux d'évaporation corporelle et par une diminution rapide qui précède le dessèchement total (Symphypléones trachéates).

Les différents stades d'une même espèce peuvent se situer dans l'un type ou dans l'autre, obligeant les espèces à migrer d'un habitat à un autre. Le facteur hydrique est sans doute primordial pour comprendre la distribution des espèces dans la région d'étude, mais n'a pas été pris en compte dans le cadre de cette thèse où les habitats échantillonnés étaient tous relativement humides.



### **3.6 Influence des facteurs abiotiques**

#### **3.6.1 Température et humidité**

L'action de ces deux facteurs se porte essentiellement sur la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire par une action sur l'intermue (Cassagnau 1990a).

Chaque espèce possède une température préférentielle pour son activité et les variations de température déterminent des migrations verticales des Collemboles. Les fortes températures, liées souvent à une faible humidité de l'air, agissent surtout indirectement en desséchant le milieu, ce qui diminue la respiration cutanée qui devient plus difficile à cause de la fragilité des téguments. Les basses températures de quelques degrés en dessous du zéro sont létales pour la plupart des Collemboles édaphiques de surface (*Orchesella* et de nombreux Sminthuridae) de la région méditerranéenne si elles persistent pendant plusieurs jours.

L'excès d'humidité peut provoquer des phénomènes d'endosmose et de manque d'oxygène, l'insuffisance de l'humidité entraîne elle la dessiccation des animaux. Parmi les Collemboles, on distingue les hydrobiontes (affinité à l'eau), hygrobiontes (affinité à l'humidité) et les xérophiles (résistant à la sécheresse). C'est la dessiccation du milieu qui affecte le comportement des Collemboles hygro et hydrobiontes. A ce sujet Vannier (1971) énonce le concept de disponibilité en eau (Les microarthropodes ne sont affectés par le dessèchement de leur milieu qu'à partir d'un seuil critique de son taux d'humidité, constant pour chaque groupe d'espèces, le plus souvent situé après le point de flétrissement permanent (pF 4.2). Sous l'effet de la dessiccation, soit les espèces migrent verticalement vers les couches encore humides, soit elles peuvent limiter leur activité par la diapause et la quiescence (Bachelier, 1971). Par ailleurs Hamra-Kroua & Cancela Da Fonseca (2009) démontrent que la dynamique saisonnière des peuplements de Collemboles est conditionnée par les fluctuations de la température et la teneur en eau du sol.

Dans le sol, l'humidité est un facteur abiotique qui joue un rôle déterminant dans la survie des Collemboles. Holmstrup et al. (2001) notent que les Collemboles édaphiques hygrophiles perdent 50 % de leur humidité corporelle quand ils sont placés dans un sol sec. Les auteurs précisent que les Collemboles tolèrent la dessiccation du milieu et compensent le déficit hydrique par une augmentation de l'absorption de la vapeur d'eau atmosphérique grâce à l'accumulation de sucres : l'inositol et le tréhalose. Cependant, si la dessiccation en dessous de 95% d'humidité relative persiste; certaines espèces recourent à la stratégie de l'anhydrobiose (construction d'une logette d'argile ou de calcaire).

### 3.6.2 Porosité et aération du sol

La porosité du sol et le volume des vides du sol permettent la circulation de la faune, de l'eau et de l'air. Pour fuir les contraintes climatiques estivales (haute températures et sol sec), les Collemboles édaphiques migrent verticalement vers les couches profondes où persistent des conditions de température et d'humidité optimales. Un sol à faible taux de porosité offre une mauvaise circulation de la faune (Gobat et al. 1998). Cette explication rationnelle n'a cependant pas de support expérimental à ce jour.

La porosité du sol bien que liée en grande partie à sa structure, peut être affectée par d'autres facteurs mécaniques tels que la compaction due au piétinement par l'homme, les animaux ou les engins agricoles (Hermosilla et al. 1978, Massoud et al. 1984). Les auteurs notent qu'il y a des effets immédiats sur les Collemboles qui se traduisent par une forte baisse de l'effectif total, de la richesse et la diversité spécifiques en période estivale.

### 3.7 Habitats

L'essentiel de cette présentation est empruntée à Cassagnau (1990b), avec quelques modifications.

La répartition spatiale des groupes de Collemboles a fait l'objet de nombreux travaux de la part des écologistes. Ce qui semble déterminer la répartition des espèces de Collemboles dans le milieu naturel est leur localisation spatio-temporelle et leurs besoins trophiques; donc deux dimensions fondamentales pour délimiter et définir une niche écologique. L'étude des habitats renfermant une faune Collemologique est une nécessité pour la connaissance des modèles de distribution des communautés. La sélection des espèces par les contraintes de l'habitat est l'un des processus influençant la composition des communautés (Vellend 2010).

Cassagnau (1990b), reconnaît autour du sol habitat « originel » du groupe plusieurs habitats périphériques. Le sol au sens large, largement échantillonné à Collo, présente une diversité spécifique plus importante que les autres milieux, et héberge les formes les plus plésiomorphes (ayant des caractères primitifs hérités de l'ancêtre); les *Hypogastrura* en sont l'exemple le plus typique. Cet habitat de base comprend les humus et les litières, les strates muscinales superficielles et toutes les annexes directes: les mousses, lichens, et hépatiques des habitats humides, les mousses au pied des arbres, les troncs morts tombés à terre, les terriers et nids, les champignons (temporaires), les cadavres sur le sol et les déjections animales.

Les habitats « périphériques » reconnus par Cassagnau (1990b) sont les suivants :

## **A - Habitats offrant des conditions de vie de type atmosphérique**

-Milieu épigé: herbes, arbustes, arbres, canopées (*Entomobrya*, et nombreux taxons en régions tropicales).

-Milieu sub-épigé, litières (*Tomocerus*, *Orchesella*, *Lepidocyrtus*).

Côtes rocheuses, récifs (*Oudemansia*, *Anurida*).

Surface de l'eau (*Podura*, *Hydroisotoma*, *Sminthurides*).

-Milieu souterrain superficiel et profond (*Arrhopalites*, *Oncopodura*, *Pseudosinella*, *Tritomurus*, *Ongulogastrura*...).

## **B - Habitats offrant des conditions de vie de type interstitiel**

-Sol profond (*Tullbergia*, *Isotomodes*...).

-Milieu sub-épigé, annexes indirectes isolées du sol et annexes directes et à éco-climat différent : mousses et humus isolés en plaques sur les rochers, mousses et lichens sur les toits, les arbres et nids d'oiseaux. On y trouve essentiellement: *Xenylla*, *Tetracanthella*, *Vertagopus* en régions tempérées.

-Sables fins, incluant les sables marins de Cassagnau (*Acherongia*, *Scaphaphorura*, *Anuridella*, *Archisotoma*).

-Substrats azotés: pholéophiles, coprophiles, guanobies (*Acherontiella*, *Mesogastrura*).

-Nids d'insectes sociaux (Cyphoderidae).

-Habitats froids: cryophiles, nivicoles (*Schaefferia*, *Triacanthella*, *Gnathisotoma*, *Desoria saltans*).

Aucun de ces habitats périphériques, peu importants ou absents à Collo, n'a été échantillonné dans le massif.

#### **4 Classification des Collemboles**

La classification des Collemboles est fondée dans ses grandes lignes sur la métamérisation plus ou moins apparente extérieurement et sur la structure des segments. On distingue de façon classique les (Arthropleones) Poduromorphes et les Entomobryomorphes à segments abdominaux nettement séparés et les Symphypleones et Neelipleones caractérisés par coalescence des segments thoraciques et abdominaux I à IV.

Au sein des Arthropleones, les Poduromorphes ont conservé le tergite du premier segment thoracique pourvu de soies alors que les Entomobryomorphes ne présentent plus de tergite individualisé à cet emplacement. Parmi ces derniers les Isotomidae s'isolent des autres familles par la structure homonome des segments abdominaux et la persistance d'un organe postantennaire ovale simple dans la grande majorité des espèces. L'analyse des organes endocrines du complexe retro-cérébral (Cassagnau 1971) tout comme l'analyse phylogénétique moléculaire, confirment la valeur de ces coupures.

Peu de changements, mais assez importants, ont eu lieu pour la définition des taxons supra-génériques au cours des 30 dernières années. Le plus important a été la complète restructuration des Neanurinae du niveau du genre à celui de la tribu (Cassagnau 1989). La phylogénie moléculaire très sommaire disponible pour la sous-famille (Dell'ampio et al. 2002) est à peu près en accord avec la conception de Cassagnau. En ce qui concerne les autres groupes, quelques nouveaux taxons supra-génériques ont été proposés en particulier chez les Onychiuridae (Weiner 1996, Pomorski 1998), mais beaucoup ont été simplement mis à niveau ou combinés différemment (par exemple chez les Entomobryidae, Zhang et al. 2015).

La classification proposée par Deharveng (2004), est présentée dans le tableau 1. Nous avons rajouté à la liste deux nouvelles sous-familles qui n'existaient pas lors de la publication du travail : Heteromurinae et Bessoniellinae, et supprimé les sous familles de Tullbergiidae, conformément aux conceptions actuelles. Nous surlignons également les familles et sous-familles récoltées lors de se travail de thèse.

**Tableau 1. Hiérarchie taxonomique moderne des Collemboles.** Les familles et sous-familles représentées à Collo sont indiquées en rouge.

Poduromorphes	Entomobryomorphes	Symphyleones	Neelipleones
Hypogastruroidea	Isotomoidea	Arrhopalitidae	Neelidae
Gulgastruridae	Isotomidae	Bourletiellidae	
Hypogastruridae		Dicyrtomidae	
Pachytullbergiidae	Tomoceroidea	Dicyrtominae	
Paleotullbergiidae	Oncopoduridae	Pterothricinae	
	Tomoceridae	Katiannidae	
Neanuroidea		Mackenziellidae	
Brachystomellidae	Entomobryoidea	Sminthuridae	
Neanuridae	Cyphoderidae	Sminthurinae	
Caputanurinae	Entomobryidae	Sphyrothecinae	
Frieseinae	Entomobryinae	Sminthurididae	
Neanurinae	Heteromurinae	Spinothecidae	
Pseudachorutinae	Lepidocyrtinae	Sturmiidae	
Morulininae	Orchesellinae		
Uchidanurinae	Seirinae		
Odontellidae			
	Microfalculidae		
Onychiuroidea			
Onychiuridae	Paronellidae		
Onychiurinae			
Tetrodontophorinae	Incertae sedis		
Tullbergiidae	Actaletidae		
	Coenaletidae		
Taxa incertae sedis			
Acherongia			
Isotogastruridae			
Poduridae			

## **5 Evolution et phylogénie**

La diversité écologique des Collemboles et leur potentiel adaptatif découlent de leur grande plasticité génétique et, selon Cassagnau (1990b), de l'efficacité des intermédiaires hormonaux entre facteurs mésologiques et grandes fonctions. Cet auteur souligne dans cette perspective l'intérêt d'une approche combinant génétique et endocrinologie au niveau de l'évolution et de la spéciation. Si la génétique s'est considérablement développée ces dernières années, les aspects chromosomiques et endocrinologiques n'ont pas été repris depuis les derniers travaux de Cassagnau dans les années 80.

### **5.1 Phylogénie**

La phylogénie des Collemboles dans leur ensemble a fait l'objet d'assez nombreux travaux ces dernières années (D'haese 2002, 2003 ; Xiong et al. 2008) qui, comme il est dit plus haut, reflètent souvent la classification taxonomique. A un niveau taxonomique inférieur, seules quelques lignées ont été analysées phylogénétiquement (Dell'Ampio et al. 2002 par exemple). Par ailleurs, les génomes mitochondriaux complets de plusieurs espèces sont aujourd'hui connus, et des progrès décisifs sont à attendre dans les prochaines années.

### **5.2 Diversité génétique et barcode**

L'analyse électrophorétique des enzymes menée chez les Neanurinae (Fanciulli et al. 1986 a et b) indique une variation génétique importante entre populations, en dépit de biais liés à un éventuel polymorphisme physiologique au cours du cycle biologique (Dalens & Rousset 1986). Plusieurs auteurs ont étudié le polymorphisme de l'ADN mitochondrial à travers le gène COII (Cicconardi et al. 2010 chez *Lepidocyrtus* par exemple). Plus récemment, le COI, gène standard du barcode, parfois associé à d'autres gènes, a été largement utilisé pour explorer la diversité cryptique au sein du groupe (Porco et al. 2012, 2013, Schneider & D'Haese 2013). Les variations intra-populationnelles se sont avérées limitées, mais les variations inter-populationnelles sont considérables. Espèces cryptiques ou diversité moléculaire infra-spécifique, la question reste en suspens. Dans ce travail, nous présentons un exemple de polytypisme suggérant un isolement génétique important entre deux populations de l'espèce *Deutonura zana* collectées dans la région d'étude.

### 5.3 Biogéographie

La faible mobilité des Collemboles, leur sténotopie et leur pouvoir de diversification écologique, en font un matériel de choix comme marqueurs biogéographiques. Ainsi plusieurs travaux basés sur des phylogénies morphologiques ont permis d'étudier un certain nombre de catégories taxinomiques supra-spécifiques et de mieux comprendre leur répartition biogéographique et leur évolution : *Pseudosinella* (Gama 1984a), *Xenylla* (Gama 1980), *Willemia* (D'Haese 2000), Odontellidae (Deharveng 1981a), Neanurinae (Deharveng 1983 et Cassagnau 1983). Ces travaux sont cependant souvent limités par la faiblesse des hypothèses phylogénétiques. Les phylogénies moléculaires récentes commencent à être exploitées à cet effet comme chez Zhang et al. (2014) pour les Entomobryidae, ou Schneider et al. (2011) pour les Neelidae.

Différentes catégories de distribution géographique peuvent être reconnues chez les Collemboles. Les taxons à large distribution sont des genres répartis sur les deux hémisphères tels que *Xenylla*, *Onychiurus*, *Friesea*, *Isotoma*, *Folsomia*, *Megalothorax*, *Sminthurinus* etc, ainsi que quelques espèces cosmopolites comme *Folsomia candida*. Selon Cassagnau (1990b) ces larges distributions pourraient être liées à leur lointaine origine pangéenne, à l'exception des espèces supposées introduites du fait de l'homme. Plusieurs de ces genres sont signalés dans le massif de Collo et le massif de l'Edough.

Les taxons holarctiques sont des genres ou des espèces fréquents et nombreux dans le sol et l'humus des régions froides et tempérées situées au nord du 30ème degré de latitude nord: le genre *Tetracanthella* (Deharveng 1987c) et la lignée Neanurienne (Cassagnau 1983, Deharveng 1983) sont par exemple surtout représentés dans la région paléarctique. La majorité des *Hypogastrura* se sont également différenciés dans le domaine holarctique. Nous avons au cours de notre travail récolté de nombreuses espèces appartenant à ces lignées. Le genre *Sensillanura* mérite d'être cité ici, car son centre de diversification est en Amérique du Nord, avec une seule espèce qui est restreinte à l'Europe ce qui représente un cas tout à fait exceptionnel.

Un certain nombre de taxons sont enfin des endémiques limités au Nord-est algérien qui leur confère un intérêt majeur en termes biogéographique et patrimonial (voir : chapitre 3 : inventaire faunistique).

## CHAPITRE 2 : METHODES D'ETUDE

### 1 Présentations des régions d'étude

La région concernée par notre étude se situe dans le Nord-est algérien. Il s'agit d'un ancien grand massif appartenant à la chaîne Tellienne littorale : le massif de Collo, où nos collectes ont été menées principalement de 2011 à 2014.

Le massif forestier de l'Edough, a fait l'objet d'une première prospection et a été largement échantillonné lors d'un travail sur la faune Collembologique (Hamra-Kroua 2005), et dont les données vont être utilisées pour l'étude comparative entre les deux massifs.



**Figure 22. Localités d'étude.** Les sites échantillonnés sont représentés par les points rouges (photo originale)

### 1.1 Contexte géologique et géographique

#### 1.1.1 Le nord-est algérien

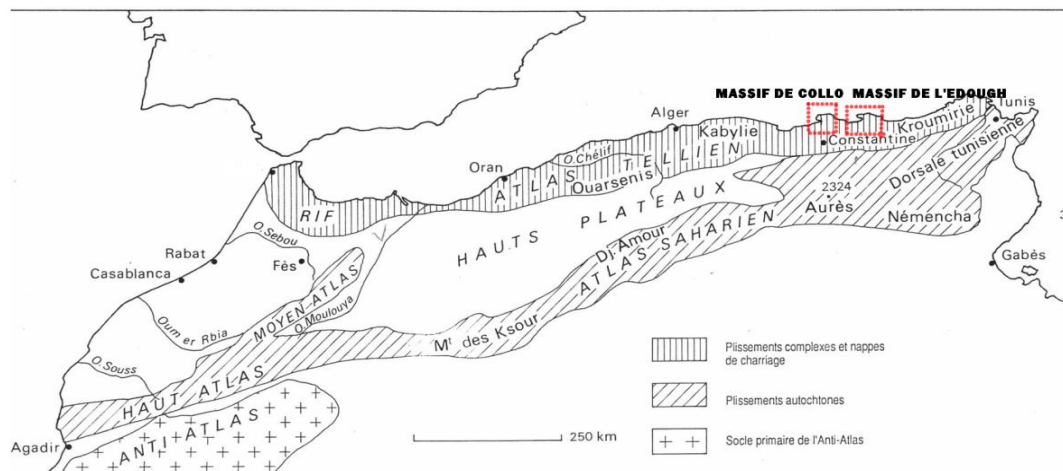
##### 1.1.1.1 Le système Tellien

C'est une succession de massifs montagneux et de plaines qui s'étendent le long du littoral de la Méditerranée de la région de l'Oranie, par le Rif (Maroc) à l'Ouest jusqu'à l'Ouest de la Tunisie à l'Est et s'étirant sur environ 1500 kilomètres. Le système Tellien est défini par sa géologie (Desanges & Riser 1989) mais aussi par son climat beaucoup plus humide que celui des régions plus méridionales. On distingue:

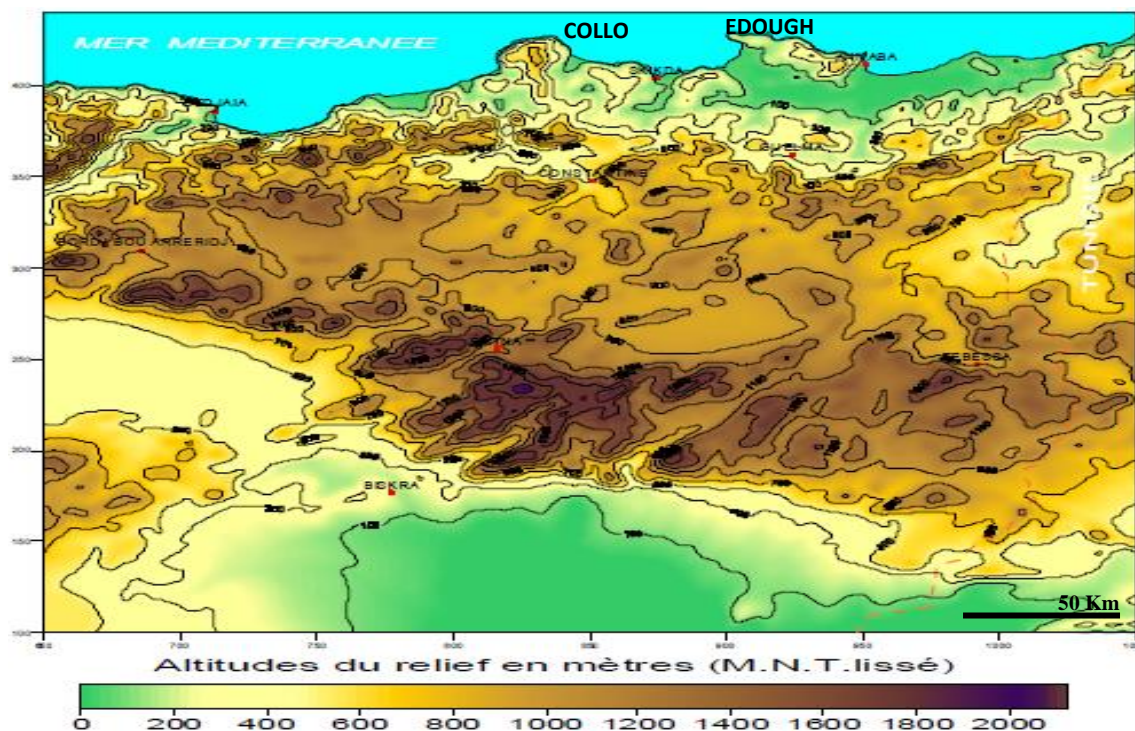
- les plaines littorales qui s'adosent à la première chaîne montagneuse constituent la frange qui bénéficie directement du climat méditerranéen et de sa régulation thermique ;
- les plaines intérieures sont continentalisées par la première chaîne Tellienne ;



- les montagnes: on distingue la chaîne Tellienne littorale, constituée essentiellement de massifs anciens, qui prolongent le socle Kabyle par sa partie interne (monts de Collo, monts de Skikda et Djebel Edough) et par sa partie externe (Djebels Babors et Djebel Tababort qui culmine à 2000 m). Ces massifs bordent la basse plaine d'Annaba où se trouvent les deux plus grandes zones humides d'eau douce : le lac Tonga et le lac Oubeira. Plus au Sud, on retrouve les chaînes Telliennes externes constituées par les monts des Babors et les massifs de petite Kabylie.



**Figure 23. Grands ensembles morpho-structuraux du Maghreb (Représentation du Système Tellien (Desanges & Riser 1989))**



**Figure 24. Modèle Numérique de Terrain lissé de l'Est algérien traité sous SURFER (Mebarki 2007)**

### 1.1.1.2 Le cadre climatique

L'Algérie nord-orientale représente la région la plus arrosée du pays et détient de ce fait la part la plus importante des ressources en eau de surface. La quantité de pluie annuelle dépend en partie du relief et en partie de l'exposition des versants des massifs. Avec un écoulement annuel moyen pouvant dépasser les 200 - 300 mm sur les bassins Tellien, elle s'oppose nettement à l'Algérie occidentale où la semi-aridité dominante ne permet que des écoulements médiocres en majorité inférieurs à 50 mm par an.

La carte donnée par Mebarki (2007, fig. 25) fait ressortir des zones de fortes précipitations (supérieures à 900 mm) dans la zone montagneuse nord-ouest allant de Bejaia à Collo, ainsi que dans les tranches d'altitude les plus élevées des monts de la Medjerda et du massif de l'Edough dans le Nord-est. Les précipitations atteignent plus de 1400 mm sur les hauteurs d'Erraguène et jusqu'à 1800 mm sur le massif de Collo, avec 1689 mm à la station de Zitouna. Les isohyètes de 600 à 800 mm balayent tout le reste de l'atlas Tellien avec cependant des contrées beaucoup plus pluvieuses dans la région extrême Est (El Kala).

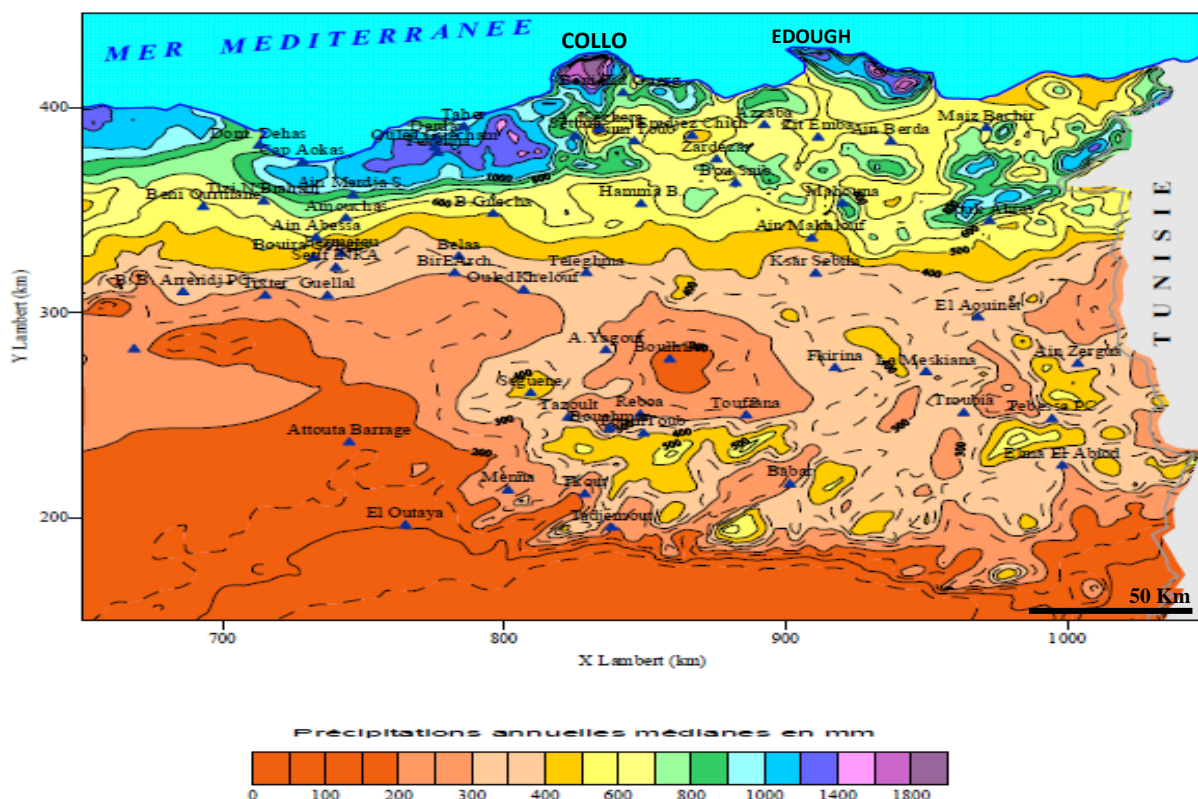
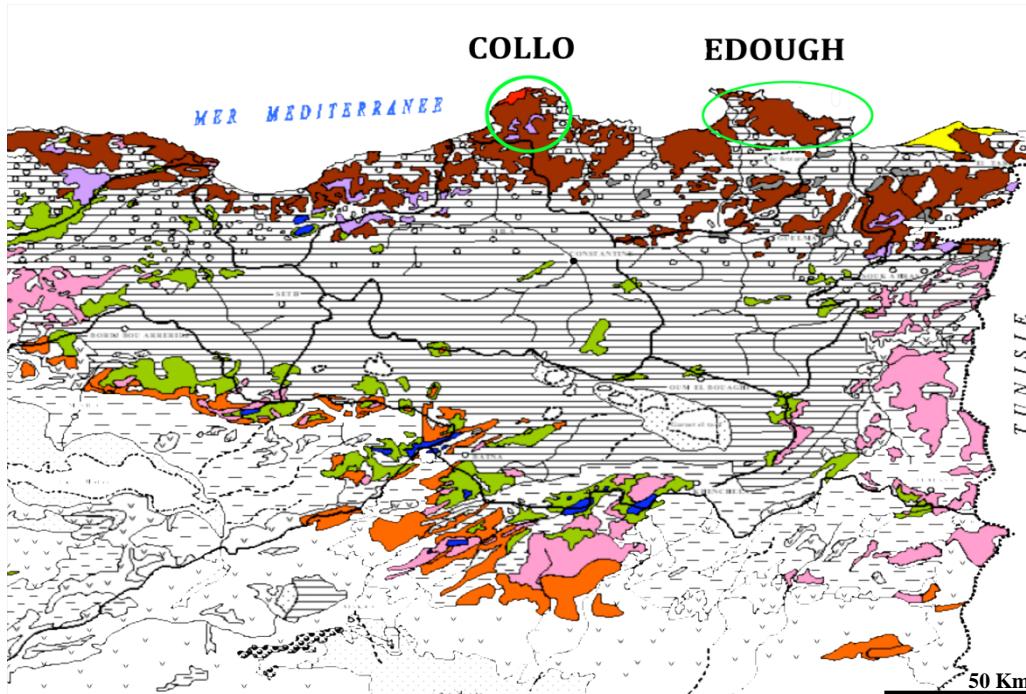


Figure 25. Précipitations annuelles médianes de l'Est Algérien (Période 1972/73-1983/84) (Mebarki 2007)

### 1.1.1.3 La végétation forestière

L'organisation du relief influence incontestablement la répartition des entités forestières d'autant qu'elle correspond à la répartition spatiale des bioclimats, dont l'influence est essentielle. Malgré sa faible extension en termes de surfaces et sa discontinuité, le couvert forestier d'Algérie s'étend depuis les forêts des montagnes méditerranéennes surplombant la mer jusqu'aux forêts « subalpines » des hautes montagnes de l'atlas Saharien. Les zones étudiées sont majoritairement couvertes de forêt. Dans la zone Tellienne, en particulier le Tell maritime (Jijel, Collo, Edough) (Tabet 2008), les résineux (Pin d'Alep ou *Pinus halepensis*, pin maritime ou *Pinus maritima*, cèdre ou *Cedrus atlantica*) et les feuillus (chêne liège ou *Quercus suber*, chêne zen ou *Quercus canariensis* et chêne de Kabylie ou *Quercus afares*, chêne kermès ou *Quercus coccifera*, chêne vert ou *Quercus ilex*) constituent les principales essences forestières. Ce domaine humide et subhumide (le plus arrosé de l'Est et de toute l'Algérie), caractérisé par des espaces fortement montagneux et la prépondérance des formations gréseuses, est le terrain de prédilection du chêne liège : subéraies des massifs de Bejaia, de petite Kabylie, de l'Edough, du massif de Collo et des confins Algéro-tunisiens. L'oléo-lentisque se trouve localisé et disséminé à la périphérie des forêts précitées. Le cèdre fait son apparition sur les reliefs élevés et bien enneigés des Babor.



**Figure 26. Couverture végétale de l'Est algérien (d'après carte internationale du tapis végétal au 1/1000 000 feuilles Tunis-Sfax et Alger, complétées) (Mebarki 2007)**

- Cèdre    ● Chêne zen et Chêne afares    ● Chêne liège    ● Chêne Kermes    ● Chêne vert
- Pin maritime    ● Pin d'Alep    ● Génévrier de Phénicie    ● Olivier / Lentisque



## 1.2 Présentation du massif de Collo

Collo est un massif de roches cristallines, situé dans le Nord-est du pays en bordure de mer et constituant une partie de l'atlas Tellien maritime, entre la vallée de Skikda à l'Est et celle du Rhummel el-Kebir à l'Ouest. Constitué de petites montagnes d'altitude modeste (sommets de 900 à 980 m), le massif culmine à une altitude comparable à celle de l'Edough (1183 m contre 1008 m). Il bénéficie d'un climat méditerranéen relativement humide et est couvert de vastes formations forestières où dominent chêne liège (assurant 30 % de la production nationale de liège), chêne zen et replantations des pins maritimes. Collo s'avance fortement vers la mer Méditerranée : le cap Bougaroun est le point le plus septentrional d'Algérie dans la région la plus arrosée d'Algérie et du Maghreb avec plus de 1200 mm par an.

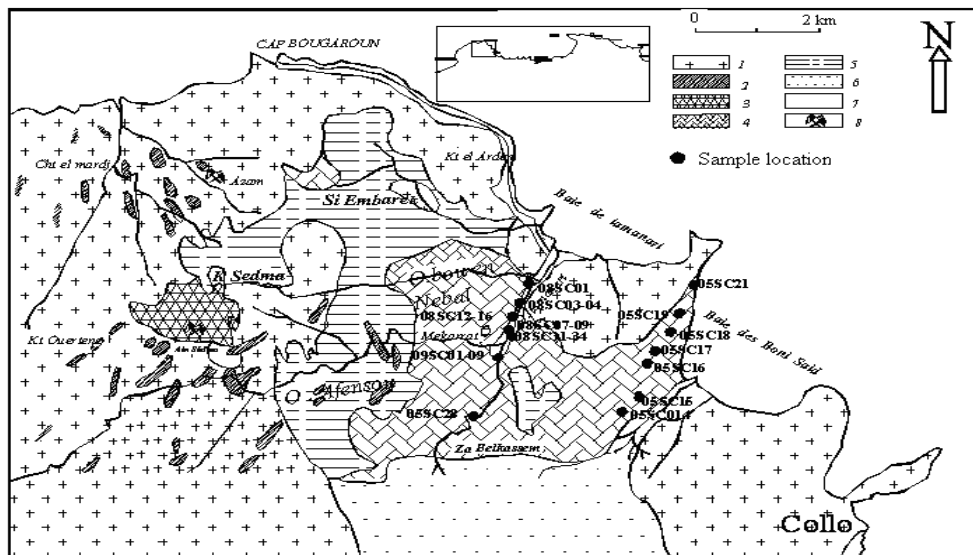


**Figure 27. Vue sur les montagnes du massif de Collo (photos originales)**

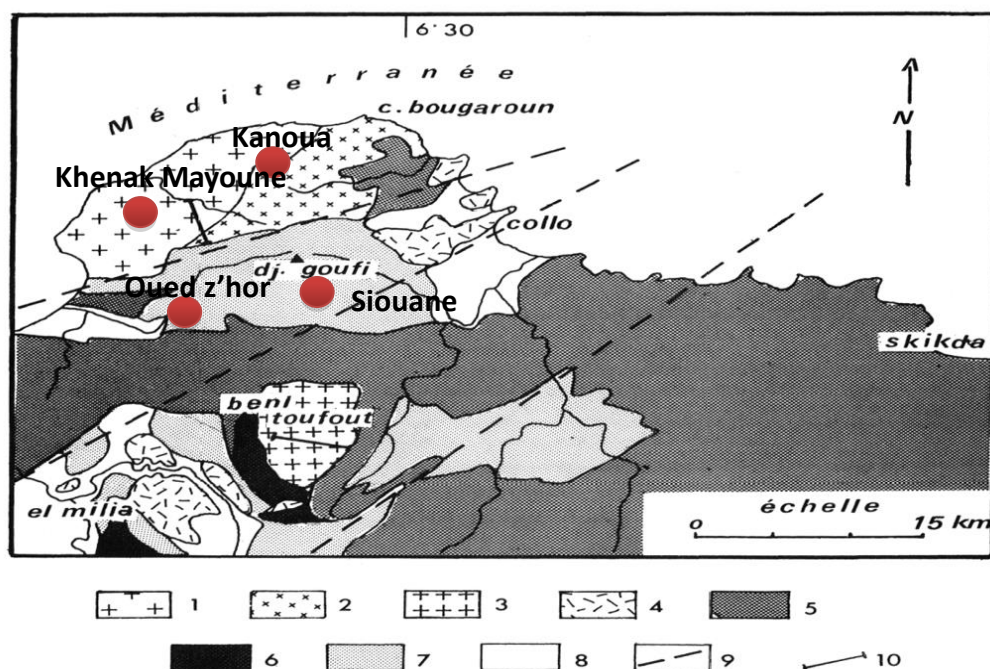
### 1.2.1 Géologie du massif de Collo (Mahdjoub et al. 1997)

Collo appartient à un segment de la chaîne alpine de l'Algérie orientale (Toubal & Toubal 1998) née de la collision de la plaque Africaine et de la plaque Européenne. Comme pour les Alpes, cette orogénèse s'est produite au cours de l'éocène et du miocène en plusieurs "phases alpines" (Vila 1980).

Les roches ultrabasiques de Collo affleurent au sein du socle métamorphique, de formations sédimentaires et des roches ignées miocènes du cap Bougaroune (fig. 28). Les roches métamorphiques qui représentent le socle sont principalement des gneiss, des micaschistes et des lentilles de roches calco-silicatées (skarns) (Roubault 1934). Cet ensemble de roches chevauche les formations sédimentaires mésozoïques et cénozoïques. Les roches ignées tertiaires sont composées principalement de microgranites et rhyolites.



**Figure 28.** Carte géologique schématique de la région de Collo-Cap Bougaroun (d'après Roubault 1934, modifiée) (1) granite et microgranite. (2) rhyolite. (3) complexe rhyolite-granite d'Ain Sedma. (4) roches ultrabasiques. (5) gneiss. (6) argiles numidiens. (7) alluvions récents. (8) indices minéralisés.



**Figure 29.** Carte schématique de localisation des massifs granitiques (Roubault 1934) : 1 : granite ouest du massif de Cap Bougaroun ; 2 : granite Est du massif de Cap Bougaroun ; 3 : massif granitique des Beni-Toufout ; 4 : massifs mic-rogranitiques de Collo et d'EI Milia; 5 : socle Kabyle et socle à péridotites ; 6 : Prékabyle ; 7 : oligomiocène kabyle ; 8 : post nappe (fini-miocène, pliocène et quaternaire) ; 9 : grands accidents tectoniques ; 10 : toposéquences étudiées.

## 1.2.2 Températures et précipitations

Les données publiées sont celles enregistrées dans la station climatologique de la Wilaya de Skikda étant donné l'absence de données propres à la commune ou au massif de Collo.

Le climat est de type méditerranéen humide. Les pluies de saison fraîche atteignent un total moyen annuel supérieur à 1000 mm sur les bas versants et environ 1800 mm au-dessus de 500 - 600 m (le djebel Gouffi, à proximité de Siouane une des stations d'étude, à l'Ouest de Collo). Les températures moyennes annuelles sont d'environ 18°C avec des minima moyens de 10°C et des maxima moyens de 26°C à Skikda.

Ci-dessous la représentation du tableau des données climatiques de plusieurs années. (Source : <http://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>):

**Tableau 2. Données climatiques de la wilaya de Skikda.** **T** - Température moyenne annuelle, **TM** - Température maximale moyenne annuelle, **Tm** - Température minimale moyenne annuelle, **PP** - Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm), **V** - Vitesse moyenne annuelle du vent (Km/h), **RA** - Total jours de pluie durant l'année, **SN** - Total jours de neige durant l'année, **TS** - Total jours de tempête durant l'année, **FG** - Total jours de brouillard durant l'année, **TN** - Total jours de tornades ou nuages en entonnoir durant l'année, **GR** - Total jours de grêle durant l'année.

Année	T	TM	Tm	PP	V	RA	SN	TS	FG	TN	GR
<u>1986</u>	18.2	21.5	14.9	749.05	11.1	104	0	22	0	0	0
<u>1987</u>	18.8	22.1	15.6	758.21	9.5	86	0	20	2	0	2
<u>1988</u>	18.5	21.8	15.3	708.16	9.7	87	0	19	0	0	1
<u>1992</u>	17.7	21.2	14.2	825.03	8.7	88	1	12	1	0	0
<u>1993</u>	17.9	21.4	14.4	569.27	12.9	81	0	15	0	0	1
<u>1994</u>	19.2	22.6	15.7	563.16	13.6	61	0	20	0	0	0
<u>1995</u>	18.6	21.8	15.2	614.19	14.5	79	0	17	0	0	1
<u>1996</u>	18.5	22.0	15.0	800.90	12.3	92	0	15	0	0	0
<u>1997</u>	19.1	22.4	15.6	754.16	11.5	81	0	22	1	0	0
<u>1998</u>	18.6	22.6	14.9	824.52	10.8	88	0	15	3	1	0
<u>2011</u>	18.9	22.8	15.5	655.83	12.5	91	0	13	0	0	0

### 1.2.3 Végétation

Ces moyennes montagnes sous climat humide et chaud, sont recouvertes par d'importantes subéraies. Le chêne-liège (*Quercus suber*) domine le paysage mais est parfois dégradé par l'intervention humaine, remplacé par un matorral dense dans les endroits les plus reculés du massif. Sa forte présence à Kanoua et Khenak Mayoune fait de lui une importante ressource pour le développement économique de la région. Dans certaines localités, le chêne liège cohabite avec le chêne zen (*Quercus canariensis*) comme est le cas dans la localité de Oued Z'hor et de Siouane.



Figure 30. Station d'étude dans la localité de Oued Z'hor (photo originale)

## 1.3 Présentation du massif de l'Edough

### 1.3.1 Aperçu de géologie générale

Le massif de l'Edough est situé à l'Ouest de la ville d'Annaba: latitude : 36°55' Nord, Longitude : 07°40' Est. Le massif est constitué de :

- une plaine alluviale orientée approximativement Ouest-est, enchâssée dans le système orographique constitué par le massif de l'Edough à l'Ouest et les monts de la Medjerda au Sud et à l'Est.
- d'un cordon dunaire au Nord, dont la hauteur est de 100 mètres environ. Il est jalonné de caps gréseux: le cap Rosa à l'Ouest et le cap Segleb à l'Est de la ville d'El Kalla.

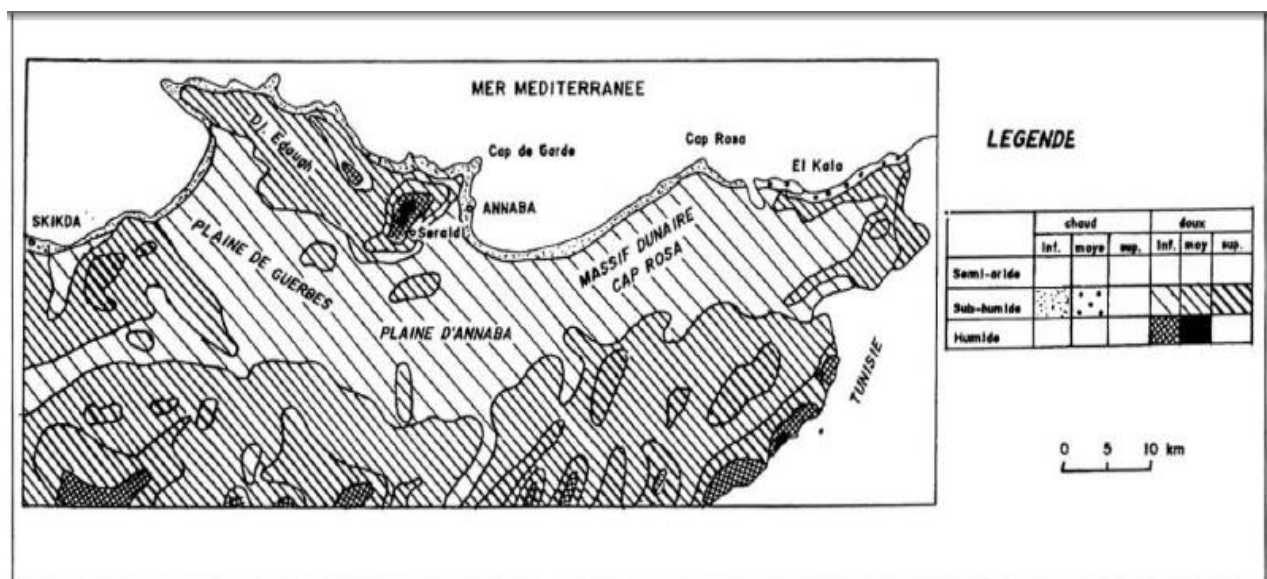
L'Edough se situe au Nord-est du Tell oriental, cette partie du pays a fait l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels le travail de Joleaud (1936) sur la géologie du Nord-est algérien. L'auteur note que les systèmes géologiques de cette partie de l'Algérie sont constitués de terrains du secondaires (crétacé), du tertiaire (nummulitique et néocène), le quaternaire est représenté par le pliocène et l'holocène.

Comme tous les massifs côtiers de l'Algérie orientale, l'Edough est constitué d'un soubassement primaire cristallin qui se caractérise particulièrement par des terrains métamorphiques où dominant les gneiss glanduleux, les gneiss schisteux, des micaschistes grenatifères et des gneiss feuilletés. Cette série cristallophyllienne remonte au paléozoïque, elle est antérieure à l'éocène supérieur.

L'Edough culmine à 1008 mètres à Kef Sebaa, dominant toute la plaine de Bône et la dépression du lac Fetzara. Le Djebel Edough sépare véritablement en tant que barrière géologiquement métamorphique deux zones humides écologiquement comparables : l'une située à l'ouest de l'Edough c'est-à-dire celle de Guerbes-Senhadja et l'autre positionnée à l'Est de l'Edough, il s'agit de la région Annaba–Bouteldja–El Kala (Marre 1992).

### 1.3.2 Bioclimat et végétation

Le massif de l'Edough appartient à l'étage humide (Benderradji et al. 1999) qui caractérise les sommets des montagnes les plus élevées (Djebel Edough, Djebel Rokba et Djebel Rourra) et les versants nord du tell nord guelmien.



**Figure 31. Carte bioclimatique de l'extrême nord-est algérien (1969-1974) (Benderradji et al. 1999)**

Le massif de l'Edough se caractérise par des amplitudes thermiques élevées entre les extrêmes les plus froids "m" et les plus chauds "M" (Tableau 3). Les températures les plus clémentes sont observées en octobre et novembre et particulièrement en avril et mai. Ces données ne sont pas disponibles pour Collo.



**Tableau 3. Températures en (C°), minimales, maximales, moyennes et extrêmes de Séraïdi dans l'Edough, d'après De Belair (1990). m'' : température minimale absolue, m: température minimale annuelle moyenne, M'': température maximale absolue, M: température maximale annuelle moyenne.**

Station	m''	m	(M+m)/2	M	M''
Séraïdi	-0,4	10,7	13,8	16,9	39 (août)

### 1.3.3 Précipitations

La région se caractérise par un régime pluviométrique du type méditerranéen où il existe deux périodes distinctes. Une période pluvieuse qui s'étale sur six mois, de novembre à avril et une période sèche pour le reste de l'année, soit de mai à octobre. L'influence des perturbations de l'atlantique et / ou Nord-ouest et les dépressions qui naissent en méditerranée occidentale, sont à l'origine du climat humide de l'extrême Nord-est algérien. D'après la carte de Mebarki (2007, fig. 25), les précipitations au cœur du massif pourraient atteindre plus de 1,8 m par an (voir plus haut) soit plus de 1200 mm. Ainsi la moyenne annuelle dans la station de Seraidi est de 1169 mm sur 86 jours de pluie.

### 1.3.4 Végétation

Le couvert végétal est constitué d'espèces à affinité Européenne, méditerranéenne et tropicale. C'est une véritable mosaïque de milieux diversifiés, façonnée par l'action combinée du climat et du réseau hydrologique. D'après les travaux de Toubal (1982) et de De Belair (1990) cité par Hamra-Kroua (2005), la région comporte environ 850 espèces végétales, composées principalement de spermaphytes, d'algues, de champignons, de lichens, de mousses et de fougères.

Quelques types de forêts ont été déterminés dans le massif de l'Edough:

- La forêt à *Cytisus triflorus*, *Crataegus monogyna*, *Pteridium aquilinum* et *Rubus incanescens*.
- La forêt à *Castanea sativa*.
- La forêt à *Alnus glutinosa*, *Laurus nobilis* et plus rarement *flex aquifolium*» (Bonin et al. 1986).

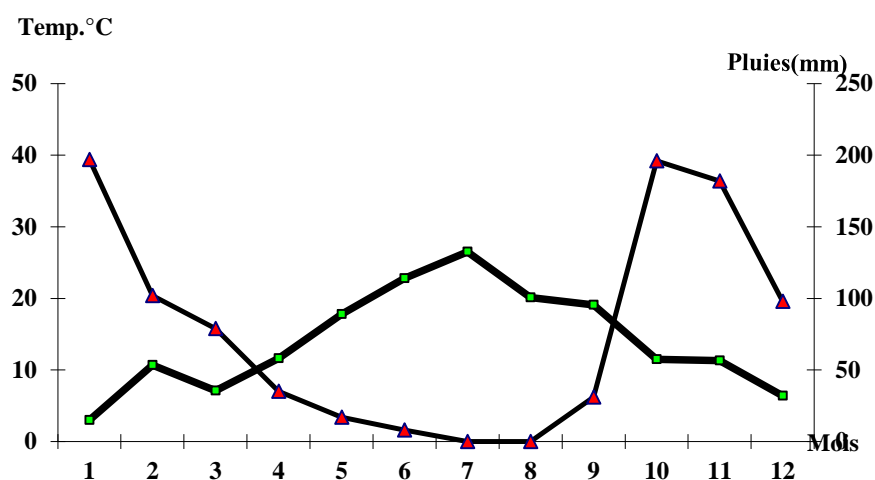
Sur le versant nord du massif de l'Edough, de 0 m jusqu'à 200 m d'altitude, le *Quercus coccifera* occupe les formations dunaires (Cordon dunaire juxta littoral). Entre 200 et 700 m. la végétation est dominée par un maquis haut constitué essentiellement de *Quercus suber*. A

partir de 700 m et jusqu'au sommet l'étage humide à hiver tempéré à froid, se caractérise par une forêt de chêne zen.

Sur le versant sud, entre 900 et 1000 m une forêt dense de chêne zen se cantonne surtout sur les crêtes sommitales. Entre 500 et 900 m on rencontre un maquis haut de chêne liège. Entre 200 et 500 m et sur les deux rives de l'Oued Mafragh, des maquis hauts d'oleo-lentisque dominant.

**Tableau 4. Caractéristiques éco-climatiques de l'Edough pour la zone prospectée**

Caract. écoclimatiques	Biotopes de récolte Forêts de Chêne-zen ou/et Chêne-liège
Latitude : 36° 55' Nord Longitude : 07° 40' Est Altitude : 700 – 800 m T° moy. Hiver : 6,5 C° T° moy. Ete : 24,6 C° Précipit Annu. : 900- 1200 mm	Litières, Humus, Bois mort, Mousses et Lichens sur arbres, sur sol, sur roches, dans le sol et l'humus, sol près de sources d'eau douce.
Etage bioclimatique : Humide doux à Humide frais.	



**Figure 32. Diagramme ombrothermique de Seraidi 2001 (Hamra-Kroua 2005)**

## 2 Collecte des données

Aucune méthode ne permet de définir a priori le nombre de prélèvement nécessaire pour inventorier une faune ou en analyser les communautés. Ce nombre est fonction du type d'étude (écologique ou faunistique), de l'abondance du peuplement, de la dominance et la rareté des espèces, de la dimension et du type de distribution spatiale des individus (Cancela da Fonseca & Sarkar 1996). Vannier (1971a) préfère un grand nombre de petits échantillons. Notre travail repose sur plusieurs centaines de relevés de faune du sol réalisés dans les massifs forestiers de la région de Collo (Wilaya de Skikda). Les principaux sites prospectés se trouvent au niveau des localités suivantes : Oued Z'hor (altitude : 40 m, latitude : 36.924661°, longitude : 6.324058°), Khenak Mayoune (altitude : 510 m, latitude : 37.016458°, longitude : 6.279675°), Siouane (altitude : 770 m, latitude : 36.940482°, longitude : 6.405243°) et Kanoua (altitude : 710 m, latitude : 37.045855°, longitude : 6.417661°). Ce sont ces sites qui ont fourni le matériel pour les analyses écologiques. D'autres localités ont été prospectées auparavant : Zitouna (altitude : 602 m, latitude : 36.986257°, longitude : 6.454641°) et El Ouedja (altitude : 354 m, latitude : 37.022531°, longitude : 6.337231°) par Hamra-Kroua. Les résultats de l'analyse de ces derniers échantillons sont traités dans l'étude faunistique.



**Figure 33. Localités prospectées dans le massif de Collo (Zoughailech et al. 2013)**

Haut: les deux localités de l'Edough (bleu) et de Collo (rouge)

Bas: position des localités échantillonnées de façon standardisée (en rouge) et de celles échantillonnées de façon non standardisée (en jaune).

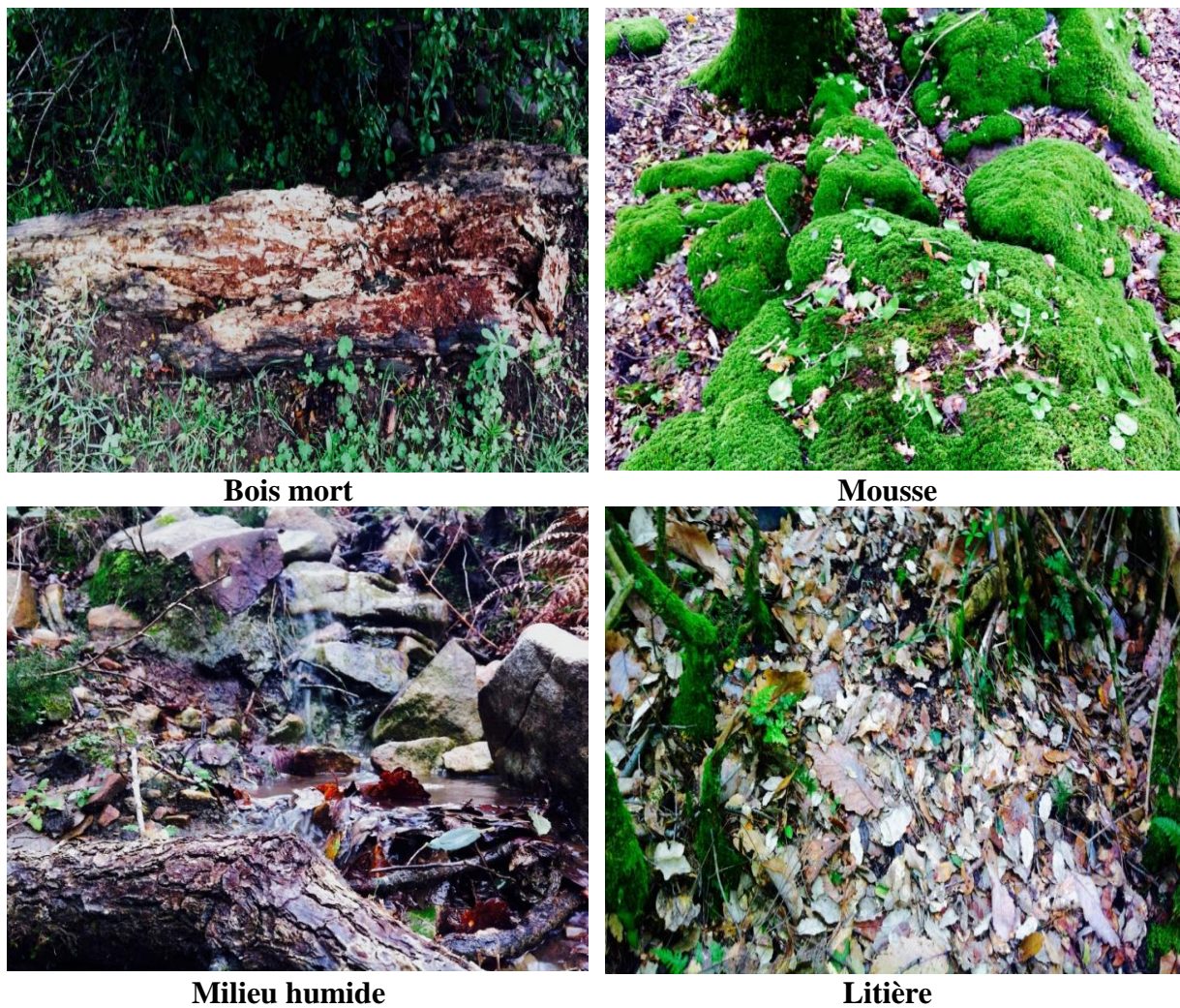
La région de Collo a été beaucoup moins étudiée que celle de l'Edough pour son écologie et sa végétation. Aucun travail sur la faune des Collemboles de ce massif n'a été réalisé auparavant. Nous avons entrepris d'échantillonner globalement les peuplements de cette région pour, avant tout, combler cette lacune. En 2011 en début de la saison humide (octobre, novembre, décembre) nous avons effectués plusieurs dizaine de relevés dans la localité de Oued Z'hor. L'échantillonnage était aléatoire et constitué de relevés de grande taille. Litière, mousse, bois mort et sol ont été échantillonnés sur plusieurs points différents. En novembre et décembre 2012 une nouvelle série de relevés a été effectuée. L'échantillonnage s'est étendu sur les quatre localités d'études mentionnées plus haut, en ciblant les habitats précités. Quinze relevés d'environ 5L sont prélevés aléatoirement.

Durant les mois de novembre et décembre 2013, 200 relevés ont été effectués suivant un protocole standard mis en application en vue de mieux comprendre la dynamique du peuplement de Collemboles des quatre localités prospectées (Oued Z'hor, Kanoua, Khenak Mayoune, Siouane). Dans chaque localité, les relevés ont été réalisés au niveau de cinq habitats (litière forestière, sol, milieux humides, bois mort et mousse) à raison de cinq échantillons par habitat, prélevés à des points différents.

Enfin en février et mars 2014, 15 relevés d'environ 4L (échantillons pris au hasard dans plusieurs points) ont été réalisés dans des habitats différents dans la localité de Oued Z'hor.

Ces différentes campagnes de relevés sont synthétisées sur le tableau 5 et les illustrations des habitats échantillonnés sont données dans la figure 34.





**Figure 34. Habitats échantillonnés dans les localités d'étude (photos originales)**

**Tableau 5. Nombre de relevés par type d'échantillonnage dans la région de Collo**

<b>Années</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Localités d'étude</b>	<b>Oued Z'hor</b>	<b>Oued Z'hor / Kanoua / Khenak Mayoune / Siouane</b>	<b>Oued Z'hor / Kanoua / Khenak Mayoune / Siouane</b>	<b>Oued Z'hor</b>
<b>Litière</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>50</b>	<b>4</b>
<b>Bois mort</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>3</b>
<b>Sol</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
<b>Mousse</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>4</b>
<b>Milieus humides</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>2</b>

## **2.1 Méthodes de récolte**

### **2.1.1 L'échantillonnage**

Dans ce travail nous avons réalisé deux types d'échantillonnages suivant les objectifs de notre étude : un échantillonnage sélectif visant à étudier la faunistique, et un échantillonnage standardisé au hasard pour l'étude écologique des peuplements.

#### **2.1.1.1 Echantillonnage qualitatif (volume non standard)**

L'étude faunistique nécessite la réalisation d'un échantillonnage sélectif, c'est à dire que les points de récolte sont choisis comme paraissant particulièrement intéressants par la faune qui y est rassemblée, et non standard en volume. Les biotopes sélectionnés jouissent de conditions (humidité, végétation, ombre...) propices aux rassemblements du plus grand nombre d'espèce, cherchant des conditions de vie optimale, dans un espace restreint. Ce type d'échantillonnage, que l'on peut qualifier de qualitatif, est très informatif même avec un petit nombre de relevés ; il constitue de très loin l'approche la plus efficace pour l'étude de la diversité biologique d'un milieu. Nous avons procédé par échantillonnage sélectif durant la première année de prospection dans la localité de Oued Z'hor, et durant la seconde année dans les 4 localités d'étude. Trois habitats ont été échantillonnés : litière de chêne, mousse, bois mort (pourris).

#### **2.1.1.2 Echantillonnage quantitatif (standardisé)**

Un échantillonnage quantitatif standardisé consiste en des relevés de dimension donnée et répétés un certain nombre de fois pour permettre les comparaisons statistiques. L'absence de standardisation des techniques de récolte utilisées par de nombreux auteurs constitue le handicap le plus sérieux à la comparaison entre données de la littérature.

La méthode adoptée été définie dans le but de trouver un compromis, issu des expériences, entre la représentativité de l'échantillon (nombre de spécimens) et le temps nécessaire au tri de l'échantillon. Elle s'inspire des travaux de Deharveng (1996) et s'est déroulée en plusieurs phases :

- **Sélection des milieux d'étude**

Dans notre travail 5 milieux (habitats) ont été sélectionnés préalablement: la litière forestière (chêne liège et chêne zen), le bois mort, les milieux humides, le sol et les mousses.

- **Nombre de relevés par milieu**

Nous avons opté pour 5 prélèvements pour chaque habitat de chaque localité. Les points de prélèvements sont choisis au hasard dans une surface de 2 hectares. Chaque relevé contient 250 ml de substrat. Ce qui nous fait un total de 5 points x 5 habitats = 25 échantillons par localité.

Nous avons, dans cette étude trié et identifié les spécimens récoltés dans la première série de relevés, celle de Novembre 2013, ce qui nous fait un total de 100 échantillons triés et intégré dans l'analyse écologique.

### **2.1.2 Berlese et technique d'échantillonnage du sol**

Nous nous sommes basés sur des techniques classiquement utilisées pour la récolte de la faune édaphique et connues pour leur efficacité.

### **2.1.3 L'extraction sur appareil de Berlese**

La méthode employée est la récolte et extraction de la faune des échantillons de sol au Berles. Appelée aussi 'l'**Extraction par voie sèche**', c'est une méthode sélective ou dynamique, par laquelle les microarthropodes (Acariens, Collemboles et larves de petits insectes ptérygotes) sont récoltés sans l'intervention directe d'un opérateur.

Cette technique est la seule donnant une représentation objective de la faune des arthropodes pour un volume ou une surface donnée de sol, car elle ne détermine ni concentration, ni sélection artificielle des espèces, contrairement aux autres techniques (chasse à vue, lavage, tamisage, piégeage...).

#### **2.1.3.1 Principe de la technique**

La technique classiquement utilisée consiste dans l'échantillonnage de sol avec extraction de la faune sur appareil de Berlese-Tullgren (Berlese 1905, Tullgren 1917). L'appareil de Berlese est formé d'une sorte d'entonnoir dans lequel on dispose un échantillon de sol, d'un tamis ou une cuvette en toile métallique à maille de 2 à 4 mm et parfois surmonté d'une lampe, et d'un récipient rempli d'alcool éthylique à 70° ou 90° dans lequel se vide la faune contenu dans l'échantillon de sol. On modifie les conditions environnementales du substrat en extraction: éclaircissement, élévation de la température et dessèchement. Les animaux grâce à leur tactisme quittent l'échantillon et tombent dans le réceptacle.



**Figure 35. Extraction de la faune du sol sur appareils de Berlese (photo originale)**

### **2.1.3.2 L'extraction des Collemboles**

On place l'échantillon de sol sur le tamis ou la cuvette en toile métallique à maille de 2 à 4 mm, sur laquelle on l'étale soigneusement sur une épaisseur de 2 à 3 cm. Le tout est disposé sur un entonnoir métallique ou plastique d'une ouverture de 20 à 25 cm et à une forte pente (60°). On place un tube de récolte renfermant de l'alcool éthylique à 70-90° à l'extrémité inférieure de l'entonnoir.

L'échantillon se dessèche progressivement ; on peut utiliser éventuellement une lampe à filament d'une puissance de 25 ou 40 watts, située au dessus du tamis pour accélérer le processus. Les Collemboles, fuyant la sécheresse, quittent l'échantillon à travers les mailles du tamis et finissent par tomber dans l'entonnoir et le tube de récolte. Vannier et Thibaud (1968) ont montré que la réponse des Collemboles à la dessiccation semble se situer entre pF 4,2 (point de flétrissement permanent) et pF 5.

L'extraction dure entre 4 et 5 jours ou plus, selon l'état hydrique de l'échantillon. Des précautions sont à prendre pour une meilleure conduite de l'extraction afin d'améliorer le rendement: retarder l'allumage éventuel de la lampe à la dernière phase de la dessiccation.

### **2.1.4 L'analyse des échantillons de faune**

La faune édaphique échantillonnée est conservée dans des flacons d'alcool éthylique à 90°, qui sont mis dans un frigo à 4-6° pour éviter la détérioration de l'ADN et permettre le cas échéant des analyses moléculaires. Une grande partie de notre travail a consisté à identifier et à dénombrer les individus des espèces et des taxons récoltés.



#### **2.1.4.1 Le tri**

Les Collemboles extraits d'un échantillon sont placés dans une boîte de Pétri pour entamer le tri qui s'effectue sous la loupe binoculaire à l'aide d'une pince fine, d'une pipette et/ou d'un poil de brosse monté selon la taille des individus. Nous procédons au comptage afin de déterminer le nombre total d'individus de Collemboles, isolés des autres taxons, pour chaque morpho-espèce présente dans un échantillon. Les spécimens d'un échantillon une fois comptés sont transférés dans un petit tube contenant de l'éthanol à 90°.

Les prélèvements standardisés de 250 ml contiennent en moyenne 65 Collemboles avec un maximum d'environ 950 individus (souvent dû à la pullulation d'une espèce) pour un relevé de litière. L'identification de nombreuses espèces nécessite un examen microscopique. Le spécimen à monter est retiré de l'alcool et placé dans l'acide lactique pendant plusieurs minutes afin de l'éclaircir. Si le pigment est très sombre, il est nécessaire d'intercaler un bain de potasse et de chauffer l'acide lactique. Une fois le Collembole décoloré, on le dépose dans une goutte de gomme arabique (Marc André II) sur une lame, que l'on couvre d'une lamelle.

#### **2.1.4.2 L'identification**

Les Collemboles sont identifiés au niveau de l'espèce ou de la morpho-espèce. Cette étape, réalisée avec un microscope optique, consiste essentiellement à observer les différentes structures morphologiques du spécimen et à les comparer avec celles d'espèces ressemblantes décrites dans la littérature. Certaines espèces peu ou pas connues nécessitent la réalisation de dessins et de planches afin de faciliter l'examen des différentes parties du corps dans une perspective de publication (révision taxonomique ou découverte d'un nouveau taxon). Nous avons utilisé pour l'identification des espèces les ouvrages de référence dans le domaine de la taxonomie des Collemboles tel que Gisin (1960), et les synopses de la faune des Collemboles paléarctiques édités par Dunger, mais aussi différents articles de la littérature.

#### **2.2 L'imagerie MEB (Microscope Electronique à Balayage)**

Le microscope électronique à balayage (MEB ou SEM en anglais pour *scanning electron microscopy*) utilise un fin faisceau d'électrons, émis par un canon à électrons. Des lentilles électromagnétiques permettent de focaliser le faisceau d'électrons sur l'échantillon. Grâce cette technique, nous avons pu illustrer des détails du tégument et des soies de plusieurs espèces à haute résolution. Les images sont enregistrées et utilisables pour l'analyse de différentes structures non visibles au microscope optique.

### 2.3 Gestion des données et analyse exploratoire

Les données de terrain comme certaines données issues des prises de vue de l'animal, des observations morphologiques et du barcode, prennent vite de l'ampleur et gagnent à être gérées en base de données pour réaliser facilement les extractions diversifiées que demandent les analyses écologiques. Nous avons utilisé la base de données intitulée ECOBASE développée sous 4<sup>ème</sup> Dimension (4D) sous Macintosh, au sein de laquelle est intégré un ensemble de procédures d'exploration de la biodiversité (Deharveng & Bedos 1995). Nous avons utilisé ECOBASE pour gérer l'ensemble de nos données, et réaliser une partie de nos analyses : indices de diversité, indices de similarités, courbes d'accumulation. Les facilités de manipulation apportées par la base donnent une grande souplesse et une grande rapidité pour l'analyse des données, car la sélection des sous-ensembles de données bénéficie de l'ensemble des opérateurs fournis par le moteur 4D, et les traitements exploratoires sont effectués directement dans la base.

La base est constituée de plusieurs fichiers (ou tables) reliés entre eux :

Le fichier **Relevés** contient les informations concernant chaque relevé, telles la date et le lieu d'échantillonnage. Chaque fiche correspond donc à un relevé, auquel on attribue un code.

Le fichier **CarEsp** est lié au fichier « EspRel » par le nom d'espèce; chaque fiche contient des informations biogéographiques, morphologiques et biologiques concernant une espèce.

Le fichier **TaxRel** contient les taxons (pour nous, les espèces de Collemboles) rencontrés dans les relevés effectués. Chaque fiche correspond à une seule espèce d'un seul relevé. En effet chacune de ces fiches contient le code du relevé et le nombre d'exemplaires. Il existe donc plusieurs fiches de Collemboles possédant le même code, correspondant à un même relevé.

Le fichier **Taxrel** est lié à **RELEVES** par le code du relevé et à **CARESP** par le nom du taxon. Le fichier **Coordonnées**, lié par le code relevé-coordonnées au fichier **RELEVES**, contient les coordonnées d'un site.

Un fichier gérant le barcode et lié à **TAXREL**, également utile, est implémenté dans les versions de travail de Ecobase.

### 3 Analyses statistiques des données

#### 3.1 Caractérisation de la biodiversité

##### 3.1.1 La richesse cumulée

Les courbes cumulatives ont été utilisées pour visualiser à la fois comment la richesse observée et la richesse théorique estimée en espèces augmentent avec l'augmentation de l'effort d'échantillonnage.

Cette méthode est basée sur la répétition de tirages aléatoires. Les courbes sont établies après 100 répétitions grâce au logiciel ECOBASE. Le programme calcule la courbe de richesse spécifique cumulée pour un tableau faunistique ( $n$  lignes-relevés et  $p$  colonnes-espèces). Cette courbe présente en ordonnée le nombre  $Y$  d'espèces trouvées, en fonction du nombre  $X$  de relevés pris en compte. Pour un nombre  $X$  de relevés  $Y$  donne la moyenne des richesses spécifiques trouvées pour ces 100 tirages. Ceci nous donne une courbe « nombre de relevés  $X$  richesse (nombre d'espèces) ». Quand la courbe atteint un plateau, le nombre de relevés est considéré suffisant pour mesurer la richesse de l'ensemble d'échantillons étudiés.

Nous avons utilisés en parallèle deux estimateurs des richesses totales estimées en fonction des richesses observées: le Jackknife et le Monod.

- **L'estimateur Jackknife**

Jack1, le premier estimateur Jackknife de la richesse en espèces totale, a été calculé comme:  $(S = Sobs + L (n-1) / n)$ , où  $Sobs$  est le nombre d'espèces observées dans l'ensemble des échantillons,  $L$  le nombre d'espèces qui a été contacté dans un seul échantillon, et  $n$  le nombre d'échantillons (Colwell et Coddington, 1994).

- **L'estimateur de Monod** se référer au travail de Lauga & Joachim (1987) et de Palmer (1990).

##### 3.1.2 Mesures de la diversité biologique

Une série d'ouvrages traite de la diversité au sein des communautés vivantes. Cependant, ces ouvrages proposent des approches divergentes voir contradictoires sur des problèmes liés à la mesure de la diversité. Notre principale source d'informations fut l'ouvrage de Magurran (2004). Nous nous sommes inspirés de cet auteur pour le choix des analyses utilisés dans

l'étude écologique des peuplements de Collemboles de Collo. Le calcul des indices retenus a été réalisé à travers le logiciel ECOBASE.

Les indices les plus souvent employés se basent sur l'estimation de l'abondance relative des espèces dans les échantillons et décrivent soit la richesse spécifique (nombre d'espèces), soit l'équitabilité (régularité des effectifs des espèces au sein des relevés), ou bien une combinaison des deux. Le calcul de la diversité et des indices de régularité permet de caractériser la structure des communautés et devrait être idéalement complété par des informations sur le fonctionnement écologique.

### **3.1.2.1 La richesse spécifique**

Il existe plusieurs indices simples exprimant la richesse spécifique qui tentent de compenser les effets d'échantillonnage en pondérant la richesse,  $S$ , le nombre d'espèces enregistrées, par  $N$ , le nombre total d'individus de l'échantillon.

- **Indice de Shannon**

L'une des plus durables de toutes les mesures de la diversité est l'indice de Shannon. Cette endurance est d'autant plus remarquable que la plupart des commentateurs qui discutent les mérites relatifs des différentes méthodes de mesure de la diversité font ressortir les inconvénients de cet indice (May 1975, Magurran 1988, Southwood & Henderson 2000). L'origine du Shannon dans la théorie de l'information et son association avec des concepts tels que l'entropie, rendant compte de sa popularité. L'indice est basé sur l'idée que la diversité ou l'information, dans un système naturel peut être mesuré d'une manière similaire à l'information contenue dans un code ou un message. Il suppose que les individus sont prélevés au hasard dans une communauté infiniment grande (Pielou 1975), et que toutes les espèces sont représentées dans l'échantillon. L'indice de Shannon est calculé à partir de l'équation :

$H' = -\sum P_i \ln P_i$ . La quantité  $P_i$  est la proportion d'individus trouvés dans l'espèce  $i^{\text{th}}$ .

### **3.1.2.2 Mesures de dominance et d'équitabilité**

Nous entendons par dominance la composition et la structure du groupe des taxons les plus importants (numériquement ou fonctionnellement) au sein d'un peuplement. D'une façon générale, la dominance augmente soit à la suite d'un déséquilibre écologique (Cassagnau 1961), soit sur un gradient de contrainte écologique croissante.

- **Indice de Simpson ( $D$ )**

L'une des plus connus et plus anciennes mesures de dominance, est l'indice de Simpson (qui peut aussi être considéré comme un indice de diversité). L'indice de Simpson (Simpson 1949) est une formule permettant de calculer la probabilité pour que deux individus sélectionnés aléatoirement dans un milieu donné soient de la même espèce.

$$D = \sum Ni (Ni-1) / N (N-1)$$

$D$  : Indice de Simpson

$Ni$  : Nombre d'individus de l'espèce donnée.

$N$  : Nombre total d'individus

Si  $D$  augmente, la dominance est plus marquée. L'indice de Simpson est donc généralement exprimé en  $1 - D$  ou  $1 / D$ . L'indice de Simpson est fortement axé sur les espèces les plus abondantes dans l'échantillon, tout en étant moins sensible que d'autres à la richesse en espèces. Ainsi, lorsqu'elle est exprimée comme le complément ( $1 - D$ ) de  $D$ , la valeur de la mesure augmentera à mesure que l'assemblage devient plus uniforme.

Son intérêt est illustré dans une gamme de contextes par exemple, Ito (1997), Azuma et al. (1997).

- **Indice de Berger-Parker ( $d$ )**

L'indice de Berger-Parker  $d$ , est une mesure de dominance simple, extrêmement facile à calculer. Il exprime l'abondance proportionnelle de l'espèce la plus abondante :  $d = N / N_{\max}$ , où  $N_{\max}$  = le nombre d'individus dans l'espèce la plus abondante. La simplicité et la signification biologique de l'indice conduisent May (1975) à conclure qu'il est l'une des mesures de diversité les plus satisfaisantes disponibles.

- **Indice de Hill (1973)**

Il s'agit d'une mesure complexe de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon-Weaver et de Simpson :  $NA = (1/D)/eH'$ .

$1/D$ : l'inverse de l'indice de Simpson.

$eH'$  : l'exponentiel de l'indice de Shannon-Weaver.

L'indice de diversité de Hill permet en théorie d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée.  $1/D$  va permettre la mesure du nombre effectif d'individus très abondants.  $eH'$  va en revanche permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares. Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1, et plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est alors possible d'utiliser l'indice  $1-NA$ , où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0. L'indice de Hill a pu être considéré comme pertinent dans la mesure où il intègre les deux autres indices, mais sa complexité et sa difficulté d'interprétation en limitent fortement l'intérêt.

### **3.1.2.3 L'équitabilité**

Krebs considère, à la suite de Peet (1974), que les mesures d'équitabilité, malgré l'intérêt théorique de la notion (régularité des abondances spécifiques au sein de l'échantillon), sont à éviter dans les travaux sur l'écologie des peuplements. Elles sont en effet biaisées vers le haut parce qu'en général le nombre total d'espèces dans la communauté, qui intervient dans les formules, n'est pas connu, mais estimé par le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon. Cependant ce biais, s'il est effectif pour les mesures classiques, serait très atténué pour d'autres mesures d'équitabilité comme  $E5$  (Hill 1973) que Krebs ne mentionne pas.

Nous avons donc utilisé cette dernière mesure, dont la formule est :  $E5 = (N2-1) / (N1-1)$ , en complément de l'équitabilité de Shannon, beaucoup plus classique :  $E1 = H' / \log(S)$

### **3.1.2.4 Sur la diversité des indices de diversité**

Cette multitude d'indices de diversité proposés dans la littérature, dont nous n'avons retenu que les plus classiques et les plus intéressants, reflète la diversité des aspects de la notion même de diversité. Peu d'indices se montrent en définitive indépendants de la taille de l'échantillon analysé, et il est clair qu'il y a toujours avantage à travailler dès le départ sur les relevés aussi standardisés que possible, la diversité biologique d'un échantillon n'ayant d'intérêt que par comparaison avec celle d'autres échantillons. Accessoirement, les comparaisons directes avec les données de la littérature doivent être envisagées avec beaucoup de précautions.

### **3.1.3 Similarités entre les assemblages**

Les similarités entre les habitats et entre les localités ont été mesurées par trois indices (Magurran 1988):

**Coefficient de Jaccard:  $j / (a + b - j)$**

**Sorensen:  $2a / (2a + b + c)$ .**

**Indice de Morisita :  $2 * \sum (ani * bni) / [(da + db) * aN * bN]$**

Avec  $da = \sum ANi^2 / AN^2$  et  $db = \sum bni^2 / BN^2$

Où  $j$  = le nombre d'espèces présentes dans les échantillons A et B;

$a$  = nombre d'espèces dans l'échantillon A;  $b$  = nombre d'espèces dans l'échantillon

B;  $ani$ ,  $bni$  = nombre d'individus de l'espèce  $i$  dans l'échantillon A et l'échantillon B, respectivement;

$aN$  = nombre total d'individus dans l'échantillon A;

$Bn$  = nombre total d'individus dans l'échantillon B.

Les indices de Jaccard et de Sorensen reposent sur les présence/absence des espèces dans les relevés, et de ce fait donnent un poids relativement important aux espèces rares.

L'indice de Morisita prend en compte, lui, l'abondance des espèces, ce qui donne un poids inférieur à des espèces rares, et reflète mieux la similarité écologique entre les échantillons comparés.

Les indices de similarité, les indices de diversité, Jack1 et les valeurs des courbes d'accumulation d'espèces ont été calculées dans le logiciel Ecobase.

### **3.2 Structure du peuplement**

Nous avons étudié les relations entre les facteurs du milieu (habitats, altitudes, localités) et les communautés de Collemboles en appliquant des analyses multivariées.

Nous avons ainsi effectué des analyses en Composante principale (ACP) sur les données de présence / Absence.

Nous avons ensuite pratiqué des analyses partielles, sur un seul type d'habitat, afin de mettre en évidence la composition spécifique de chaque habitat. Nous avons également testé certaines hypothèses, comme par exemple: la composition spécifique plus influencée par le type d'habitat que par la provenance géographique en utilisant « l'analyse de redondance », et ainsi évaluer les différences entre l'impact du type d'habitat, de la localité et de l'altitude sur la composition spécifique des peuplements de Collemboles, et voir si ces différences sont significatives.

La méthode de Borcard et al. (1992), ici utilisé pour les mesures des RDA simples et partielles qui ont permis le calcul de la part de la variance de la composition spécifique que l'on peut attribuer à l'habitat, à la localité (en pratique, confondue avec le facteur altitude), et

à l'interaction entre ces deux facteurs. L'analyse est basée sur l'utilisation des méthodes préexistantes d'ordination canonique: l'**analyse de redondance** qui permet d'étudier la relation entre deux variables (Espèces de Collembole et facteurs environnementaux dans notre cas) (RDA in van der Wollenberg 1977), et l'**analyse canonique des corrélations** qui permet de comparer deux groupes de variables quantitatives appliqués tous deux sur les mêmes individus (CCA Cajo & Braak, 1986). Les analyses ont été effectuées par le professeur J.F Ponge.

#### **4 Comparaison des résultats Faunistiques de Collo et l'Edough**

Un des principaux objectifs de notre travail est la comparaison du matériel identifié provenant du massif de Collo, avec le matériel provenant du massif de l'Edough éloigné de plus de 100 Km. Nous avons analysés les espèces récoltées par Hamra-Kroua (2005), lors de l'échantillonnage du massif de l'Edough. L'auteur donne une liste de 75 espèces dont 68 sont valides.

Lors de cette étude, nous avons fait face à deux types de problème : La non-standardisation des relevés ponctuels et les différences dans l'effort d'échantillonnage car l'échantillonnage mené au cours des études dans les deux massifs n'a pas eu le même objectif principal (inventaire à l'Edough et écologie à Collo). Cependant les données disponibles ont permis une comparaison se basant sur les aspects faunistiques (Composition et richesse spécifique).

#### **5 Barcoding**

Le séquençage de l'ADN mitochondrial de plusieurs espèces de Collemboles provenant de différentes régions dans le Nord-est de l'Algérie et de la zone d'étude, a été réalisée par le laboratoire CCDB (Canadian Center of DNA Barcoding) de Guelph au Canada, dans l'optique de démontrer l'éventuelle existence d'une diversité génétique au sein des populations et des morpho-espèces.

#### **Principe de la technique**

Un fragment de 658 paires de base du gène mitochondrial Cytochrome c-oxydase I (COI) a été proposé comme un code-barres standard pour la classification des espèces animales (Hebert et al. 2003). Le principe est que la bi-modalité des variations génétiques intra et interspécifiques permettrait l'utilisation de ce marqueur comme une balise pour regrouper les spécimens et distinguer une espèce des autres espèces. L'avantage du barcode est qu'il peut



être utilisé pour des animaux inaccessibles à l'identification traditionnelle, c'est-à-dire de jeunes stades, des œufs, ou des fragments de l'animal (Rougerie et al. 2009).

Les spécimens sont placés individuellement dans des micro-tubes, et envoyés au laboratoire sous forme de plaques de 96 spécimens. Du point de vue technique, le protocole d'extraction et de séquençage au laboratoire est celui décrit par Deharveng et al. (2015).

Nous réalisons la construction des arbres de distances génétiques grâce aux séquences renvoyées par le laboratoire en utilisant les outils fournis sur le site BOLD (<http://www.boldsystems.org/>) où toutes les séquences sont sauvegardées dans une base de données à laquelle nous avons accès. Un séquençage parfaitement réussi donne 658 paires de base, ce qui n'est pas toujours le cas. Les données peuvent être exploitées en général à partir de 300 paires de bases. Dans nos analyses, nous avons écarté les séquences ayant moins de 500 paires de bases.

Le barcode étant encore à ses balbutiements en Algérie, la première tâche était de construire des bibliothèques de référence. A cet effet, quelques spécimens d'espèces différentes ont été caractérisés moléculairement. Les séquences déposées sur BOLD ont une identification à la famille, les identifications à l'espèce n'étant mises en ligne qu'après publication.

Pour renforcer le pouvoir de caractérisation des espèces, les codes-barres d'ADN sont associés à d'autres ensembles de données, telles que la morphologie, l'écologie, le comportement, la biogéographie ainsi que d'autres marqueurs génétiques nucléaires.

## CHAPITRE 3 : RESULTATS DE L'ETUDE

### Rappel des objectifs

Dans ce chapitre nous allons illustrer les résultats de l'étude faunistique, obtenus après l'analyse des échantillons que nous avons récoltés dans le massif de Collo. Une liste détaillée de toutes les espèces identifiées est dressée. Nous présenterons également les résultats de l'étude taxonomiques avec la description de nouvelles espèces ainsi que des commentaires et des illustrations sur les espèces remarquables et / ou à intérêt particulier pour la taxonomie.

### 1 Inventaire et étude taxonomique

Cette étude nous a permis d'identifier 71 espèces dans le massif de Collo. Nous avons décrits 4 nouvelles espèces pour la science appartenant à la famille des Neanuridae : *Deutonura zana*, *Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes octosensillatus*, *Pseudachorutes labiatus*, et identifiés 5 autres comme étant probablement nouvelles pour la science et qui sont nouvelles pour l'Algérie : une appartient à la famille des Neanuridae ; *Edoughnura* sp., deux à la famille des Isotomidae : *Isotomurus* sp., et *Proisotoma* sp., et deux à la famille des Entomobryidae : *Heteromurus* sp., et *Lepidocyrtus* sp. Nous avons également identifié *Sensillanura austriaca*, espèce à distribution géographique tout à fait exceptionnelle qui sera discutée plus loin.

#### 1.1 Composition faunistique du massif de Collo

Les taxons rencontrés sont listés dans le tableau 6 qui contient la liste des espèces ou morpho-espèces reconnues dans le massif de Collo, leur statut de distribution et leur type biologique. Nous avons surligné les espèces nouvelles pour la science, décrites au cours de notre travail de thèse, les espèces reconnues comme probablement nouvelles et celles à distribution géographique particulière. Aucune espèce strictement atmobiotique n'a été rencontrée (seule *Entomobrya multifasciata* est morphologiquement à la charnière entre atmobios et hémiedaphon), si bien que nos espèces se répartissent entre eudédaphon et hémiedaphon tels qu'ils sont définis (Chapitre 1 Généralités : Adaptations morphologiques).

**Tableau 6. Liste des espèces de Collemboles identifiées dans le massif de Collo, leur aire de distribution géographique et leur type biologique**

**Abréviations :** C : Cosmopolite, E : Euédaphon, H : Hemiédaphon, En : Endémique, Eu : Europe, N.A : Non applicable (forme non identifiée à l'espèce), W : Large distribution en et hors Europe. La nomenclature taxonomique est conforme à la liste de référence fournie par Fauna Europaea (Deharveng 2013).

Espèce	Aire de distribution	Type biologique
<b>I. PODUROMORPHA</b>		
<b>1. Hypogastruridae Börner 1913</b>		
1. <i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1842)	W	H
2. <i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940)	C	H
3. <i>Ceratophysella gr denticulata</i> (Bagnall, 1941)	C	H
4. <i>Ceratophysella tergilobata</i> (Cassagnau, 1954)	W	H
5. <i>Microgastrura</i> sp.	N.A	H
6. <i>Pseudacherontides</i> sp.	En	E
7. <i>Willemia</i> sp.	N.A	E
8. <i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i> Gama, 1959	W	H
<b>2. Odontellidae Deharveng, 1982</b>		
9. <i>Superodontella tayaensis</i> Arbea & al., 2013	En	H
10. <i>Xenyllodes armatus</i> Axelson, 1903	W	H
<b>3. Brachystomellidae Stach, 1949</b>		
11. <i>Brachystomella</i> sp.	N.A	H
<b>4. Neanuridae sensu Cassagnau, 1955</b>		
<b>a. Sous-famille : Frieseinae Massoud, 1967</b>		
12. <i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i> (Denis, 1926)	Eu	H
13. <i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i> Börner, 1903	Eu	H
14. <i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i> Arbea & Jordana, 1993	Eu	H
15. <i>Friesea laouina</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2004	En	E
16. <i>Friesea major</i> Hamra-Kroua et al., 2009	En	H
<b>b. Sous-famille : Neanurinae Börner, 1901</b>		
17. <i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912)	W	E
18. <i>Deutonura zana</i> Deharveng et al., 2015	En	H
19. <i>Edoughnura</i> sp.	En	H
20. <i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i> (Börner, 1903)	W	H
21. <i>Sensillanura austriaca</i> (Gama, 1963)	Eu	E
<b>c. Sous-famille : Pseudachorutinae Börner, 1906</b>		
22. <i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i> Cassagnau, 1952	W	E
23. <i>Pseudachorudina meridionalis</i> (Bonet, 1929)	W	H
24. <i>Pseudachorutella asigillata</i> (Börner, 1901)	W	H

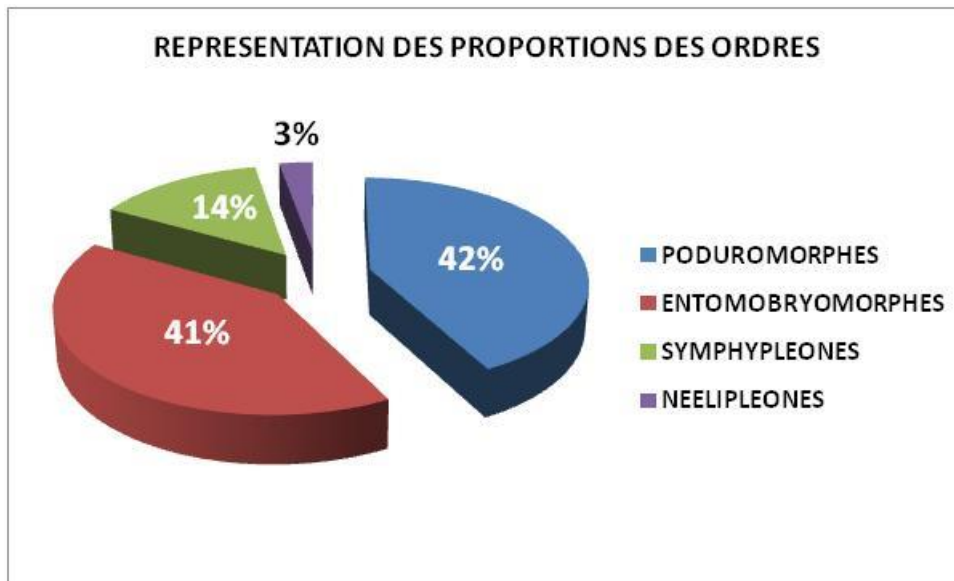
Tableau 6. Liste des espèces de Collemboles identifiées dans le massif de Collo (suite)

Espèce	Aire de distribution	Type biologique
25. <i>Pseudachorutes deficiens</i> Zoughailech et al., 2016	En	H
26. <i>Pseudachorutes labiatus</i> Zoughailech et al., 2016	En	H
27. <i>Pseudachorutes octosensillatus</i> Zoughailech et al., 2016	En	H
5. Onychiuridae Börner, 1913		
28. <i>Deuteraphorura</i> sp.	N.A	E
29. <i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	W	E
6. Tullbergidae		
30. <i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	W	E
II. ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913		
7. Isotomidae Börner, 1913		
31. <i>Folsomia candida</i> Willem, 1902	C	E
32. <i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939	W	H
33. <i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg, 1871)	W	H
34. <i>Folsomides angularis</i> (Axelson, 1905)	W	E
35. <i>Folsomides parvulus</i> Stach, 1922	C	E
36. <i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900)	C	H
37. <i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i> Bourlet, 1839	W	H
38. <i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896)	W	E
39. <i>Isotomurus</i> sp.	En	H
40. <i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	W	H
41. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> Cassagnau, 1963	En	H
42. <i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	C	H
43. <i>Proisotoma</i> sp.	N.A	H
44. <i>Tetracanthella pilosa</i> Schött, 1891	W	H
8. Entomobryidae Tömösvary, 1882		
45. <i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)	W	H
46. <i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i> (Templeton, 1835)	En	E
47. <i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889)	W	H
48. <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	W	H
49. <i>Lepidocyrtus</i> sp.	N.A	H
50. <i>Orchesella quinquefasciata</i> (Bourlet, 1841)	Eu	H
51. <i>Orchesella</i> sp.	N.A	H
52. <i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	W	E
53. <i>Pseudosinella</i> sp.1	N.A	H
54. <i>Pseudosinella</i> sp.2	N.A	E
55. <i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842)	C	H
9. Tomoceridae Schäffer, 1896		
56. <i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)	W	H
10. Cyphoderidae Börner, 1913		

Tableau 6. Liste des espèces de Collemboles identifiées dans le massif de Collo (suite)

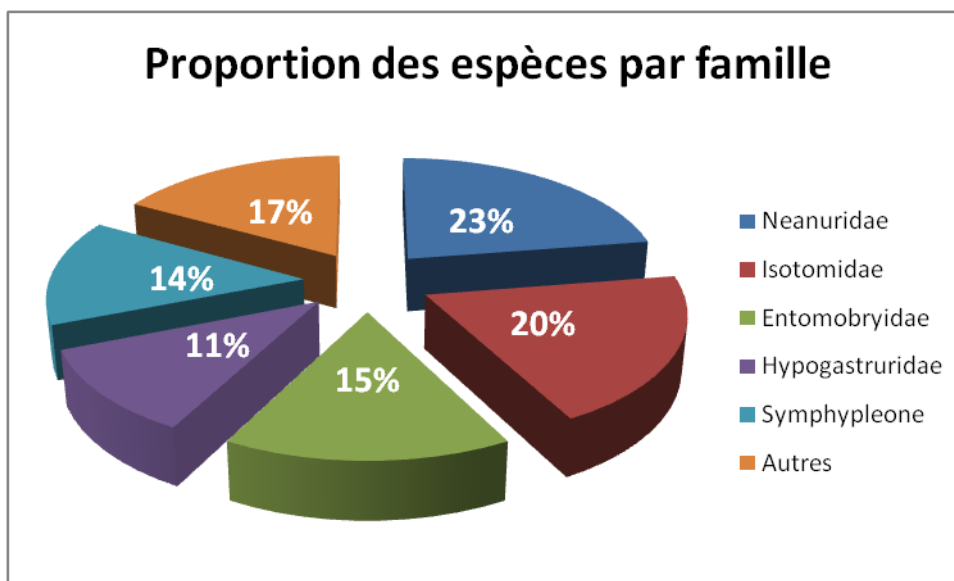
Espèce	Aire de distribution	Type biologique
57. <i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i> Nicolet, 1842	W	E
58. <i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i> Delamare, 1948	N.A	E
<b>11. Oncopoduridae Denis, 1932</b>		
59. <i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i> Shoebbotham, 1911	W	E
<b>III. SYMPHYPLEONA Börner, 1901</b>		
<b>12. Arrhopalitidae Richards, 1968</b>		
60. <i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i> Gisin, 1958	W	E
<b>13. Bourletiellidae Börner, 1912</b>		
61. Bourletiellidae sp.	N.A	H
<b>14. Dicyrtomidae Börner, 1906</b>		
62. Dicyrtomidae sp.	N.A	H
<b>15. Katiannidae Börner, 1913</b>		
63. <i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868)	W	H
64. <i>Sminthurinus signatus</i> (Krausbauer, 1898)	Eu	H
<b>16. Sminthurididae Börner, 1906</b>		
65. <i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898)	W	H
66. <i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	W	H
<b>17. Sminthuridae Börner, 1913</b>		
67. <i>Allacma</i> sp.	N.A	H
68. <i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	W	H
69. <i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)	W	H
<b>IV. NEELIPLEONA Folsom, 1896</b>		
<b>18. Neelidae Folsom, 1896</b>		
70. <i>Megalothorax</i> sp.	N.A	E
71. <i>Neelus murinus</i> Folsom, 1896	W	E

Les 71 espèces de Collemboles listées se répartissent en 4 ordres et appartiennent à 51 genres et 18 familles. La proportion des espèces dans les différents ordres, familles ainsi que leur statut de distribution sont illustrées sur les figures 36 à 37.



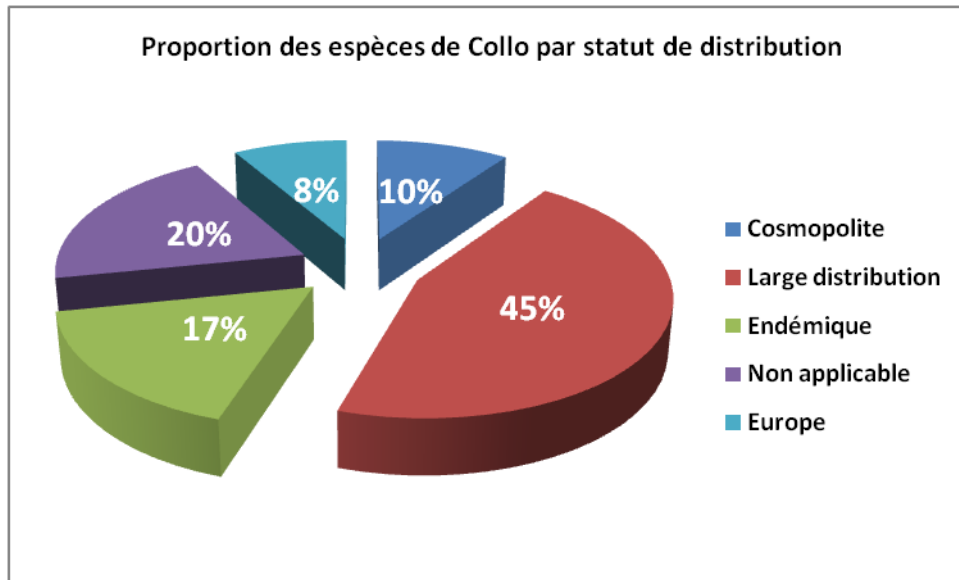
**Figure 36a. Représentation de la proportion des espèces par ordre dans le massif de Collo**

Les résultats s'accordent dans leurs grandes lignes avec la diversité des groupes de Collemboles illustrée dans la littérature (par exemple, Hopkin 1997 : 27), si ce n'est que la représentation des Poduromorphes dans notre matériel dépasse légèrement celle des Entomobryomorphes. Ainsi la plus grande proportion des espèces de Collo appartient à l'ordre des Poduromorphes avec 30 espèces, et des Entomobryomorphes avec 29 espèces. L'ordre des Symphypleones est représenté par 10 espèces (14%) et les Neelipleones avec seulement 2 espèces (3%).



**Figure 36b. Représentation de la proportion des espèces par famille dans le massif de Collo**

La richesse des Poduromorphes est due à l'impressionnante richesse de la famille des Neanuridae qui est la famille dominante avec 16 espèces (23% de l'effectif total). L'apport en nouvelles espèces est considérable dans cette famille (quatre nouvelles espèces pour la science, et une espèce reconnue comme probablement nouvelle).

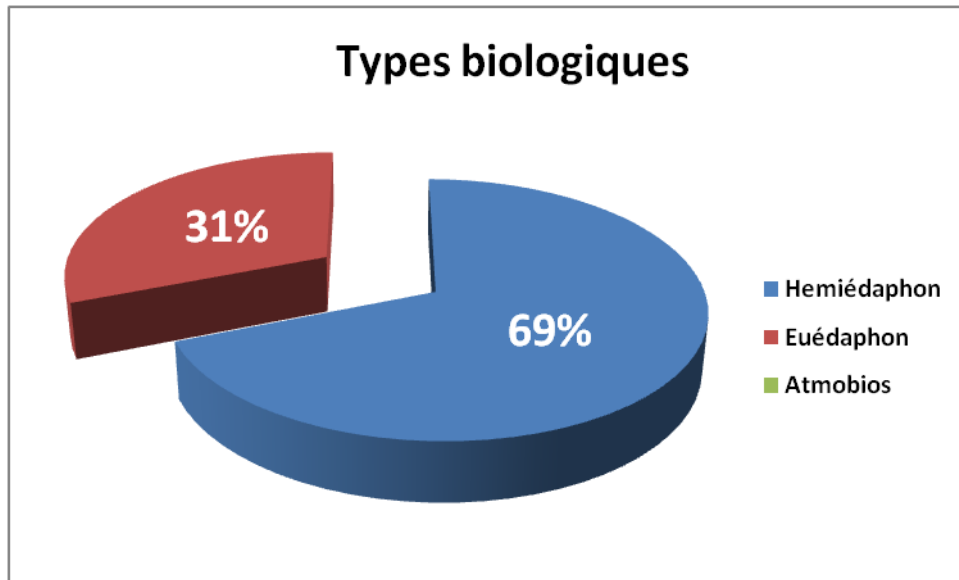


**Figure 37. Représentation des proportions des espèces selon le statut de distribution**

Les espèces à large distribution représentent presque la moitié des Collemboles récoltés (46%) soit 32 espèces. Les espèces endémiques en représentent 17% soit 12 espèces et les espèces cosmopolites 10% soit 7 espèces. Ces valeurs sont comparables à celles présentées dans les résultats des diverses études faunistiques menées sur les Collemboles, où les espèces à large distribution sont généralement dominantes. La proportion des espèces endémiques est significative et reflète la grande richesse du massif.

### Représentation des formes biologiques

La figure qui suit illustre la proportion en pourcentage des espèces récoltées à Collo en fonction de leur forme biologique. Elle montre la nette prédominance des hemiédaphons représentés par 49 espèces (69%) sur les euédaphons [22 espèces (31%)] dans nos relevés.



**Figure 38. Proportion des espèces identifiées à Collo selon le type biologique**

La structure de la faune est liée aux différents types de milieux échantillonnés et à la méthode de récolte des relevés. Ainsi la proportion élevée des espèces de l'hemiédaphon est due au nombre important d'échantillons de litière, mousse, bois mort et milieux humides, où ils se retrouvent dominants de part leur morphologie adaptée à ces milieux non interstitiels (voir partie généralités : Classification). La proportion des Poduromorphes (21 espèces sur 32), Entomobryomorphes (19 espèces sur 29), et Symphypléones (9 espèces sur 10) de l'hemiédaphon est semblable à celle de ces différents ordres au sein de la faune totale. Le faible nombre des espèces de l'euédaphon est le résultat d'un échantillonnage peu significatif des milieux édaphiques (sol). Les espèces de l'atmobios absentes de nos relevés, ont des préférences pour des strates herbacées et les branches des arbustes, et ne sont donc pas présentes dans les milieux étudiés dans ce travail.



## 1.2 Espèces nouvelles pour la science décrites de Collo

Les figures sont celles des articles publiés et joints dans la partie « annexes » de cette thèse.

### 1.2.1 Nouvelles espèces du genre *Pseudachorutes*

Trois nouvelles espèces appartenant au genre *Pseudachorutes* (famille des Neanuridae) ont été décrites du massif de Collo. Elles présentent des caractères rares au sein de ce genre.

Les abréviations utilisées dans ce chapitre sont les suivantes : **Abd** : Abdomen, **Ag** : Soie anté-génitale, **Ant** : Segment antennaire, **AIII** : Organe de l'Ant. III, **De** : Groupe de soies dorso-externe, **Di** : Groupe de soies dorso-interne, **DL** : Groupe de soies dorso-lateral, **L** : Groupe de soies latérales, **mes** : Mésochète, **mic** : Microchète, **ms** : Microchète S, **N** : Nombre de spécimens, **OPA** : Organe postantennaire, **S** : Soie S, **Th** : Tergite thoracique, **Ve** : Groupe de soies ventro-externes, **Vi** : Groupe de soies ventro-internes, **VL** : Groupe de soies ventro-latérales sur Abd. IV et V.

- *Pseudachorutes deficiencia* Zoughailech et al., 2016

Le nom de l'espèce a été attribué en référence à l'absence de la soie E sur le labium, un caractère rare chez les Neanuridae observé chez *P. ouatiloensis* de Nouvelle Calédonie. L'espèce est trouvée en abondance dans le bois mort, et la litière de chêne liège et chêne zen et est bisexuée. Les femelles sont dominantes dans nos relevés (environ 80% du total des spécimens).

### Description

Longueur du corps sans les antennes: 0,525 à 0,840 mm (femelles, N = 8), 0,530 à 0,635 mm (mâles, N = 3); l'holotype mâle mesure 0.530 mm. La couleur des spécimens dans l'éthanol est gris bleuâtre, et la plaque oculaire est noir bleuâtre. La granulation dorsale du tégument est régulière, plus prononcée vers l'arrière. Les granules secondaires sont arrondis, et 1 à 2 fois plus large en diamètre que les insertions des soies sur la tête et le corps. Il y a cinq granules secondaires entre les soies P1 sur Abd. V.

### Antenne (figures 1B, 7F de l'article en annexe)

Antennes plus courtes que la tête. Ant. I porte 7 soies, l'Ant. II 12 soies (11 mes et un microchète ventro-externe) Ant. III avec 17-18 soies ordinaires et 5 soies S. Ant. III et IV sont fusionnés dorsalement. AIII externe-distal, composé de deux petits microchètes S globulaires, entourés de deux soies S subcylindriques, la ventrale légèrement plus longue que

la dorsale et plus longue que les soies S d'Ant IV, et un microchète S ventral. Ant. IV avec 6 soies S dorsales, subégales, subcylindriques, courbées (S1 à S4 et S7-S8), le microchète S dorso-externe présent; une soie S épaissie ventro-basale; organite subapical présent, bulbe apical simple.

### **Tête (figures 1A, C, D, 7A de l'article en annexe)**

OPA rond, 1,5 fois plus grand que l'œil le plus proche, avec 5 à 8 vésicules. 8 + 8 yeux. Pièces buccales allongées. Mandibule très mince, avec 2 dents. Maxilles styliformes. Labre plutôt allongé et arrondi, avec des sclérifications ventro-distales. Formule du labre: 0 / 3, 5, 2, ?. Labium avec 11-12 soies ordinaires: 3 soies basales (F, f, G présente, E absente), 4 soies distales (A, B, C, D), et 4 soies latérales; soie L absente, remplacée par un très petit processus distal; pas de papilles X détectées. Zone péri-labiale avec 5 + 5 soies subégales, dont 2 + 2 le long de la linea ventralis. La chétotaxie de la tête est constituée de mésochètes subégaux ordinaires. Zone centrale avec 19 soies (d1 appariée, d2 à d5, SD1 à SD5), a0 absente. Zone oculaire avec 3 soies. Zone postéro-interne avec 4 + 4 soies (C1, C2, P1, P2).

### **Tergites (figures 1A, 8A de l'article en annexe)**

La chétotaxie est constituée de mésochètes subégaux, ordinaires et de soies S. Formule des soies S par demi tergite: 2 + ms, 2 / 1, 1, 1, 1, 1. Position des soies S de Th. II à Abd. V : 3, 3 / 3, 3, 3, 4, 2. Th. II avec a2 présente. Th. II-III sans soie De4. Soie p2 absente sur Abd. V. Abd VI avec 13 soies dorsales.

**Tableau 7. Chétotaxie dorsale de Th. II à Abd. III chez *Pseudachorutes deficiens* sp. nov.**

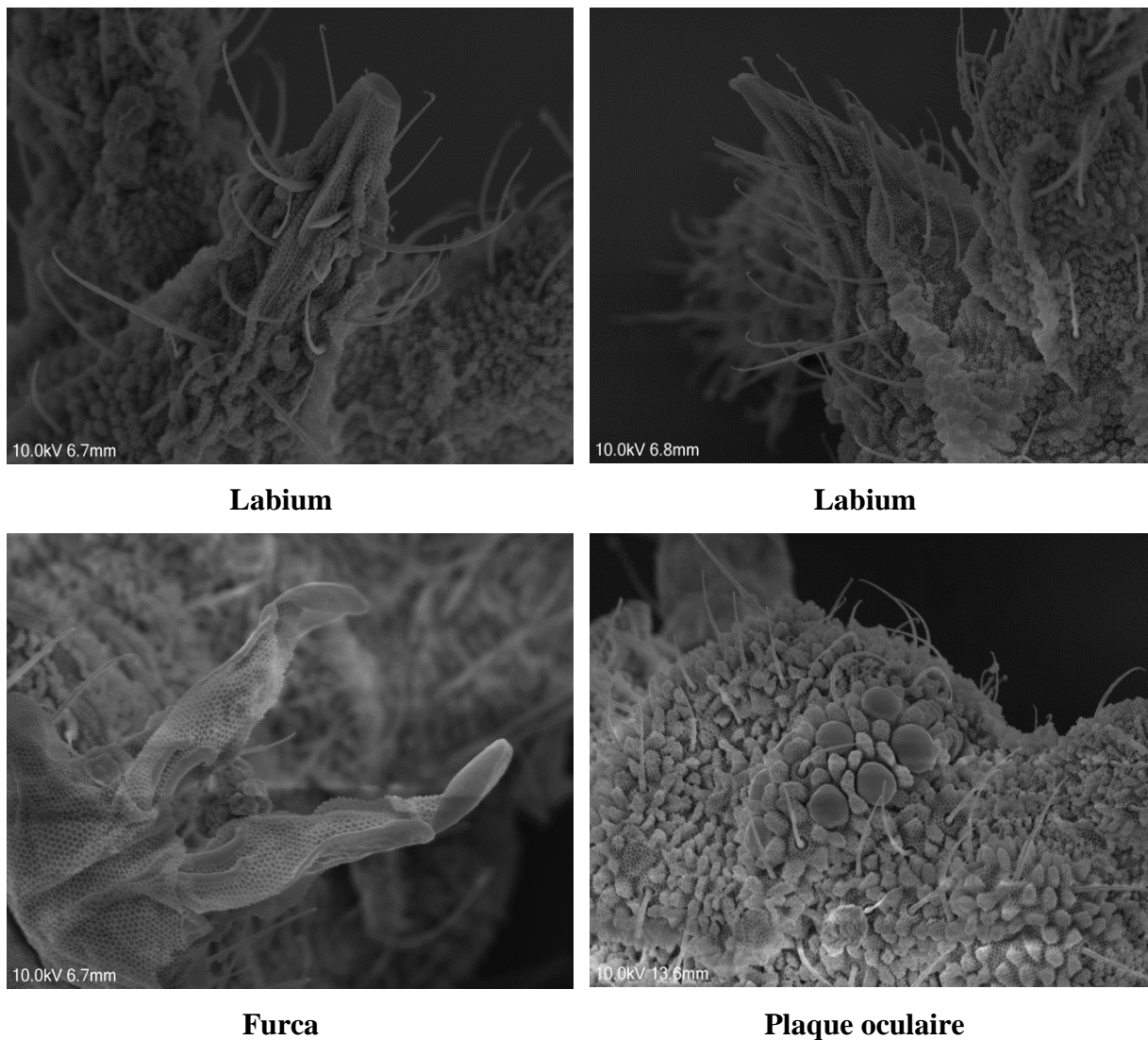
	Di	De	DL	L	total
Th. I	1	2	1	-	4
Th. II	4 (a2 présente)	3+S	2+S+ms	2	11+2S+ms
Th. III	3 (a2 absente)	3+S	2+S	2	10+2S
Abd. I	3	2+S	2	2	9+S
Abd. II	3	2+S	2	2	9+S
Abd. III	3	2+S	2	2	9+S

### **Les pattes et les sternites thoraciques (fig. 2A de l'article en annexe)**

Sternites de Th. I-III sans soies. Griffes avec une dent interne médiane, parfois discrète, sans dents latérales. Tibiotarses I, II et III avec 19, 19 et 18 soies (M présent). Fémurs I, II et III avec 13, 12 et 11 soies. Trochanters I, II et III avec 6, 6 et 6 soies. Coxae I, II et III avec 3, 7 et 7 soies (vérifié sur 10 spécimens), subcoxae 2 des pattes I, II et III avec 0, 2 et 2 soies.

### **Sternites abdominaux et appendices (figures 1E, 2B, D, 8C de l'article en annexe)**

Tube ventral avec 4 + 4 soies. Abd. II avec 4-5 + 4-5 soies. Abd. III pas clairement séparé d'Abd. IV, avec 4-5 + 4-5 soies antérieures et 2 + 2 postérieures qui pourraient appartenir à Abd. IV. Furca bien développée. Tenaculum avec 3 + 3 dents. Manubrium avec 13 + 13 soies postérieures comprenant 4 + 4 soies VL, avec VL3 et 2 + 2 autres soies 20 à 30% plus longues que les autres. Dens avec 6, ou exceptionnellement 5 soies dorsales mélangées avec des granules secondaires, et ventralement avec seulement la granulation primaire et une grande zone distale lisse couvrant 2/3 de la dens. Mucron 2-2,3 fois plus court que la dens, avec une large lamelle latérale, lisse sur la face ventrale, avec des granulations primaires dorsalement, sauf pour le crochet apical. Abd. V avec 3 + 3 soies Ag, en continuité avec les soies VL qui ne sont pas individualisés en tant que groupe de soies. Plaque génitale femelle avec 1 + 1 microchètes génitaux et 5-8 soies circumgénitales. Plaque génitale mâle avec 4 + 4 microchètes génitaux et 8-10 soies circumgénitales réunies dans un cercle. Abd. VI avec 14 soies Ve (et une 15<sup>ème</sup> soie légèrement plus longue que les autres et mis à part latéralement). Chaque valve anale porte 2 microchètes hr. Soies ventrales chez le mâle non modifiées.



**Figure 39.** Microscopie électronique a balayage de *Pseudachorutes deficiens* sp. nov.

- *P. octosensillatus* Zoughailech et al., 2016

Il s'agit de la seule espèce du genre à avoir 8 soies S sur le segment antennaire IV d'où le nom attribué de l'espèce. Les spécimens sont retrouvés isolés à l'intérieur de grandes populations de *P. déficiens* beaucoup plus communes, dans la litière des forêts de *Quercus suber* et *Q. canariensis* du massif de Collo. L'espèce est bisexuée.

### **Description**

Longueur du corps sans les antennes : 0,819 mm (holotype femelle) et 1.230 mm (paratype femelle). Couleur dans l'éthanol gris bleuâtre. Granulation dorsale du tégument régulière et modérément grande, plus forte postérieurement. Granules secondaires arrondis, 1,2-1,8 fois

plus large de diamètre que les insertions des soies sur la tête et le corps. Six à neuf granules secondaires entre les soies P1 sur Abd. V.

#### **Antenne (fig. 3A de l'article en annexe)**

Antennes plus courtes que la tête. Ant. I avec 7 soies, Ant. II avec 12 soies (11 mésochètes et un microchète ventro-latéral). Ant. III avec 17-18 soies ordinaires et 5 soies S. Ant. III et IV sont fusionnés dorsalement. AIIIIO externo-distal, composé de deux petits microchètes S en forme de tige, entourés de deux soies S subcylindriques, la ventrale un peu plus longue que la dorsale, similaires en taille aux soies S d'Ant. IV, et un microchète S ventral. Ant. IV avec 8 soies S dorsales courtes, minces, subcylindriques, et courbées (S1 à S8), microchète S dorso-externe présent, soie S ventro-basale non épaissie. Organite subapical présent. Bulbe apical simple ou légèrement trilobé.

#### **Tête (figures 3B-E, 7B, C de l'article en annexe)**

OPA arrondi, 1,5 fois plus grand que l'œil le plus proche, avec 9 à 12 vésicules, qui parfois se chevauchent. 8 + 8 yeux. Cône Buccal modérément allongé. Mandibule très mince, avec 3 dents. Maxilles styliformes. Labre triangulaire, large à la base, assez court, avec des sclérifications ventro-distales qui se terminent dans un ogiva émoussée. Formule du labre: ? / 4, 3, 2, 4. Labium court, avec 11 soies ordinaires: 4 soies basales (E, F, f, G), 3 soies distales (A, C, D présentes, B absente) et 4 soies latérales; soie L absente; pas de papilles x détectées. Zone péri-labiale avec 5 + 5 soies subégales, dont 2 + 2 le long de la linea ventralis. La chétotaxie dorsale de la tête est constituée de mésochètes subégaux ordinaires ; zone centrale avec 20-21 soies (J1 à J5, SD1 à SD5); les variations sont dues soit à la présence d'une soie d1 apparié ou deux soies asymétriques (parfois asymétries ou duplication d'autres soies), a0 absente. Zone oculaire avec 3 soies. Zone postérieure interne avec 4 + 4 soies (C1, C2, P1, P2).

#### **Tergites (fig. 3F de l'article en annexe)**

La chétotaxie est constituée de mésochètes subégaux, ordinaires et de soies S. Soies S 1/3 plus courtes que les mésochètes. Formule des soies S par demi tergite: 2 + ms, 2 / 1, 1, 1, 1, 1. Position des soies S de Th. II à Abd.V : 3, 3 / 4, 4, 4, 4, 2. Th. II sans soie a2. Th. II-III sans soie De4. Soie p2 absente sur Abd. V. Abd. VI avec 13 soies dorsales.

**Tableau 8. Chétotaxie dorsale de Th. II à Abd. III chez *Pseudachorutes octosensillatus*****sp. nov.**

	Di	De	DL	L	total
Th. I	1	2	1	-	4
Th. II	3 (a2 absente)	3+S	2+S+ms	2	10+2S+ms
Th. III	3 (a2 absente)	3+S	2+S	2	10+2S
Abd. I	3	?+S	?	?	?
Abd. II	3	2+S	2	?	?
Abd. III	3	2+S	?	?	?

**Sternites thoraciques et les pattes (fig. 4A de l'article en annexe)**

Sternites de Th. I-III sans soies. Griffes avec petite dent interne, sans dents latérales. Tibiotarses I, II et III avec 19, 19 et 18 soies (M présente). Fémurs I, II et III avec 13, 12 et 11 soies. Trochanters I, II et III avec 6, 6 et 5 soies. Coxae I, II et III avec 3, 7 et 7 soies. Subcoxae 2 des pattes I, II et III avec 0, 2 et 2 soies.

**Sternites abdominaux et appendices (figures 4B, C, 8D de l'article en annexe)**

Tube ventral avec 4 + 4 soies. Abd. II avec 4 + 4 soies. Abd. III pas clairement séparé d'Abd. IV, avec 4-6 + 4-6 et 2-3 soies antérieures + 2-3 soies postérieures qui pourraient appartenir à Abd. IV, avec des asymétries fréquentes. Furca bien développée. Tenaculum avec 3 + 3 dents. Manubrium avec 12-13 + 12-13 soies postérieures, et (3) -4+ (3) -4 soies VL, avec la VL3 légèrement plus longue. Dens avec 6 soies, 2,2 à 2,4 fois plus longues que le mucron. Mucron avec une large lamelle latérale. Abd. V avec 3 + 3 soies Ag, en continuité avec des soies VL latérales qui ne sont pas individualisées en tant que groupe de soies. Plaque génitale féminine avec 1 + 1 microchètes génitaux et 10-15 soies circumgénitales. Plaque génitale mâle avec 4 + 4 microchètes génitaux et environ 15 soies circumgénitales. Abd. VI avec 14 soies Ve (et une 15<sup>ème</sup> légèrement plus longue que les autres et mis à part latéralement), valve anale avec 3 microchètes hr chacun. Pas de modification des soies ventrales chez les mâles.

- ***P. labiatus* Zoughailech et al., 2016**

Se caractérise par la présence de 3 papilles x sur le labium d'où le nom de l'espèce. Elle est bisexuée, et a été collectée dans un seul relevé de bois mort.

### **Description**

Longueur du corps sans les antennes : 0,698 à 1,055 mm (femelles, N = 4), 0,647 à 1,003 mm (mâles, N = 2), holotype mâle 0,647 mm. Couleur dans l'éthanol gris bleuâtre. Plaque oculaire noir bleuâtre. Granulation dorsale du tégument fine et régulière. Granules secondaires arrondis, de diamètre égal aux insertions des soies sur la tête et le corps. Cinq à neuf granules secondaires entre les soies P1 sur Abd. V.

### **Antenne (figures 5B, 7G de l'article en annexe).**

Antennes plus courtes que la tête. Ant. I avec 7 soies, Ant. II avec 12 soies (11 mésochètes et un microchète ventro-latéral). Ant. III avec 17-18 soies ordinaires et 5 soies S. Ant. III et IV sont fusionnées dorsalement. AIIIIO externo-distal, composé de deux petits microchètes S, et entouré par deux soies S subégales, et subcylindriques, légèrement plus longues que S1-S4 et S7-S8 d'Ant. IV, et un microchète S ventral. Ant. IV avec 6 soies S subégales, subcylindriques, courbées dorsalement (S1 à S4 et S7-S8), microchète S dorso-externe présent; soie S ventro-basal non épaissie. Organite subapical présent et très petit. Lobe apical bien différencié, simple.

### **Tête (figures 5A, C, D, 7D, E de l'article en annexe).**

OPA arrondis, 1,5 fois plus grand en diamètre que l'œil le plus proche, avec 5 à 8 vésicules. 8 + 8 yeux. Cône Buccal assez court. Mandibule mince, avec 2 dents. Maxilles styliformes, relativement épaisses, constituées de 2 lamelles. Labre allongé, apex arrondi, avec des sclérifications ventro-distales. Formule du labre: 2 /?, 2, 3, 2, 4. Labium avec 11-12 soies ordinaires: 4 soies basales (E, F, f, G), 4 soies distales (A, B, C, D), 3 ou 4 soies latérales, soie L présente; trois petites papilles x présentes. Zone péri-labiale avec 5 + 5 soies subégales dont 2 + 2 le long de la linea ventralis. Chétotaxie dorsale de la tête constituée de mésochètes subégaux ordinaires. Zone centrale avec 19 soies (d1 apparié, d2 à d5, SD1 à SD5), a0 absente. Zone oculaire avec 3 soies. Zone postéro-interne avec 4 + 4 soies (C1, C2, P1, P2).

### **Tergites (figures 5A, 8B de l'article en annexe)**

La chétotaxie est constituée de mésochètes subégales ordinaires et de soies S plus longues et plus épaisses. Formule des soies S par demi tergite: 2 + ms, 2 /1, 1, 1, 1, 1. Position des soies S de Th. II à l'Abd. V : 3, 3 / 4, 4, 4, 4, 2. Th. II avec soie a2 présente. Th. II avec une soie supplémentaire De4. Abd. V avec soie p2 absente. Abd. VI avec 13 soies dorsales.

**Tableau 9. Chétotaxie dorsale de Th. II à Abd. III chez *Pseudachorutes labiatus* sp. nov.**

	Di	De	DL	L	total
Th. I	1	2	1	0	4
Th. II	4 (a2 présente)	4+S	2+S+ms	2	12+2S+ms
Th. III	3 (a2 absente)	4+S	2+S	2	11+2S
Abd. I	3	2+S	2	2	9+S
Abd. II	3	2+S	2	2	9+S
Abd. III	3	2+S	2	2	9+S

### **Sternites thoraciques et pattes (figure 6B de l'article en annexe)**

Sternites de Th. I-III sans soies. Griffes avec petite dent interne médiane, et sans dents latérales. Tibiotarses I, II et III avec 19, 19 et 18 soies (M présente). Fémurs I, II et III avec 13, 12 et 11 soies. Trochanters I, II et III avec 6, 6 et 6. Soies. Coxae I, II et III avec 3, 7 et 7. Subcoxae 2 des pattes I, II et III avec 0, 2, 2 soies.

### **Sternites et appendices abdominaux (figures 6A, C, D de l'article en annexe)**

Tube ventral avec 4 + 4 soies. Abd. II avec 4 + 4 soies. Abd. III pas clairement séparé d'Abd. IV, 4-5 + 4-5 soies antérieures et 2 + 2 soies postérieures qui pourraient appartenir à Abd. IV. Furca bien développée. Tenaculum avec 3 + 3 dents. Manubrium avec 12-13 + 12-13 soies postérieures comprenant 4 + 4 soies VL, avec VL3 et 2 + 2 soies, plus longues. Dens avec (5) -6, soies environ 2 fois plus longues que le mucron. Mucron avec un crochet subapical et une large lamelle latérale. Abd. V avec 3 + 3 soies Ag, en continuité avec les soies latérales VL qui ne sont pas individualisées en tant que groupe de soies. Plaque génitale féminine avec 1 + 1 microchètes génitaux et 10-11 soies circumgénitales. Plaque génitale mâle avec 4 + 4 microchètes génitaux et 12 soies circumgénitales. Abd. VI avec 14 soies Ve (et une 15ème soie légèrement plus longue que les autres et mise à part latéralement). Valve anale avec 2 microchètes hr chacun. Soies ventrales mâles non modifiées.



### 1.2.2 *Deutonura zana* Deharveng, Zoughailech, Hamra-Kroua & Porco, 2015

Les premiers spécimens de cette espèce que nous avons récemment décrite, ont été collectés par Hamra-Kroua dans le massif de l'Edough en 2003, puis dans plusieurs localités du massif de Collo: Azakor, El Oueldja par le même auteur. Nous avons récemment identifiée l'espèce dans nos relevés de Khenak Mayoune (Collo). L'espèce appartient à la famille des Neanuridae et au groupe de *D. phlegraea* et se caractérise par l'absence de la soie O sur la tête contrairement aux espèces les plus voisines du même groupe, *D. deficiens meridionalis* et *D. luberonensis*. Le séquençage d'une portion de l'ADN mitochondrial (gène COI), nous a permis de mettre en évidence une divergence génétique claire entre les deux populations examinées (Collo vs Edough), observée pour la première fois chez un Neanuridae, qui correspond à l'existence d'une diversité cryptique car elle ne s'accompagnait d'aucune différence morphologique. L'espèce est en outre le premier *Deutonura* décrit d'Afrique du Nord; une seconde espèce algérienne bien distincte a été décrite ultérieurement du Djurdjura en Algérie (Deharveng et al. 2015).



**Figure 40.** *Deutonura zana* sp. nov.

Les figures avec la numérotation, sont illustrées dans les articles joints dans la partie annexes.

**Abréviations: Parties du corps:** **Abd.:** abdomen, **Ant.:** antenne, **Cx:** Coxa, **Fe:** fémur, **Scx2:** subcoxa 2, **Ti:** tibiotarse, **Th.:** thorax, **Tr:** trochanter, **VT:** tube ventral.

**Groupes de soies:** **Ag:** antegénital, **An:** anal, **Fu:** furcal, **Ve:** ventroexterne, **Vi:** ventrointerne, **VL:** ventrolateral.

**Tubercules:** **Af:** antenno-frontal, **CL:** clypeal, **De:** dorsoexterne, **Di:** dorsointerne, **DL:** dorsolateral, **L:** lateral, **Oc:** oculaire, **So:** suboculaire.

**Types de soies:** **d2, d3, d5:** soies dorsales ordinaires d'Ant. III, **ML:** macrochète long, **Mc:** macrochète court, **me:** mésochète, **mi:** microchète, **ms:** microchète s, **S:** soie S, **or:** organite d'Ant. IV, **mou :** soies mousses d'Ant. IV, **x:** papille labiale x.

## **Description**

Longueur: 1,3-1,4 mm. Couleur: bleu. Abd. VI bien visible avec une faible cryptopygie (fig. 1). Tous les tubercules sont bien développés, représentés par des réticulations et granules tertiaires sans ou avec très faibles papilles (sauf sur la partie postérieure du tubercule Di d'Abd. V), mais avec une forte granulation secondaire. Toutes les soies dorsales sont intégrées dans les tubercules, sauf D sur la tête qui est libre (figures 2, 5). Soies dorsales ordinaires de quatre types: longs macrochètes, courts macrochètes et, uniquement sur la tête, mésochètes et microchètes. Macrochètes longs robustes, épais, finement rugueux, chemisés, et arrondis (fig. 7 de l'article), rétrécis dans la partie apicale; les plus latéraux sont pointus apicalement et pas gainés. Les macrochètes courts sont similaires aux macrochètes longs, mais plus court que ces derniers. Les mésochètes et microchètes sont minces et acuminés, courts, présents uniquement sur les tubercules céphaliques Oc et (L + So). Soies S des tergites minces et longues, mais beaucoup plus courtes que les macrochètes voisins; sur Abd. V, la soie S mesure moins de la moitié du macrochète à proximité. Pseudopores morphologiquement similaires aux zones d'insertion musculaire, mais avec des points de type petites perforations. Formule complète des pseudopores: un ventral sur chaque base antennaire; 1,1 / 1, 1, 1, 1 de Th. II à Abd. IV par demi-tergite, situé du côté antéro-interne du tubercule De; un postérieur sur le sternite d'Abd. II; 1 + 1 postérieur sur le sternite d'Abd. III; un antérieure inégale sur le sternite d'Abd. V. Répartition des insertions musculaires sur les tergites et sternites provisoirement donnée sur les figures 2 et 8 (quelques-uns peuvent avoir été négligés). Elles forment un motif symétrique avec des homologies partielles claires de Th. II à l'Abd. IV.

Antenne habituelle pour le genre avec de longues soies S, épaissies et subégales; soie d4 d'Ant. III absente; vésicule apical d'Ant. IV trilobée (fig. 3). Pièces buccales réduites, et minces. Mandibule tridentée. Maxilles styliformes. Cône buccal pointu et modérément long:

labre tronqué, avec des sclérifications ventro-distales non ogivales, son bord distal pourvu de plusieurs microdentcules (fig. 4 de l'article). Yeux noirs, 2 + 2.

La chétotaxie et l'arrangement des tubercules sont résumés sur les figures 2, 8 de l'article et le tableau 10. Tubercules élémentaires DE et EE absents sur le tubercule céphalique Af; pas de plaque granulaire entre A et B; un seul tubercule élémentaire entre les soies A (fig. 5 de l'article). Sur l'Abd. V, Di1 est un macrochète long, plié est épais, faisant 1.05 à 1.08 la longueur de Di2. Soie Di3 plus de 4,2 fois plus courtes (en holotype) que DI1, généralement beaucoup plus courte ou absente (fig. 6 de l'article).

Chétotaxie des pattes résumée dans le tableau 11. Aucune dent sur la griffe. Ttbiotarse avec soie M présente, soies ventrales B4 et B5 modérément allongées (fig.9 de l'article). Mâle sans soies ventrales modifiées.

**Tableau 10. Chétotaxie céphalique de *Deutonura zana* sp. nov.**

Groupe de soies	Tubercule	Nombre de soies	Type de soies	Nom des soies
<b>CL</b>	+	4	ML	F
			Mc	G
<b>Af</b>	+	11	ML	B
			Mc	A,C,D,E,O
<b>Oc</b>	+	3	ML	OCm
			Mc ou ML	OCp
			mi	OCa
<b>Di+De</b>	+	4	ML	Di1, De1
			Mc	Di2, De2
<b>DL</b>	+	6	ML	DL1, DL5
			Mc	DL2, DL3, DL4, DL6
<b>L+So</b>	+	8 ou 9	ML	So1, L1, L4
			Mc	L2
			me	So3 à 6
			mi	L3

Vi: 6. Ve: 8 or 9. Labre: 2/ 2, 4. Labium: 11, 0x, Ant. I, II: 7, 12, Ant. III: 17+5s, Ant. IV: 12 mou+or+i+8s.

**Tableau 11. Chétotaxie post-céphalique de *Deutonura zana* sp. nov.**

	Di	De	DL	L	Scx2	Cx	Tr	Fe	Ti
Th. I	1	2	1		0	3	6	13	19
Th. II	3	2+S	3+S+ms	3	2	7	6	12	19
Th. III	3	3+S	3+S	3	2	8	6	11	18
Abd. I	2	3+S	2	3	VT : 4				
Abd. II	2	3+S	2	3	Ve : 5 (Ve1 prés)				
Abd. III	2	3+S	2	4	Ve : 5 ou 6, Fu : 6me, 0mi				
Abd. IV	2	2+S	3	8	Ve : 8, VL : 4				
Abd. V	3+3	7+S	7+S	1	Ag : 3 VL : 1				
Abd. VI	7	7	7	7	Ve : 14, An : 2				

### 1.3 Espèces de Collo nouvelles pour l'Afrique du nord et l'Algérie (Reconnues comme probablement nouvelles pour la science, non encore décrites)

Cinq espèces ont été reconnues comme probablement nouvelles pour la science, et seront décrites prochainement: un *Edoughnura* (Neanurinae), un *Isotomurus* (Isotomidae), un *Proisotoma* (Isotomidae), un *Heteromurus* (Entomobryidae) et un *Lepidocyrtus* (Entomobryidae). Elles sont commentées ci-dessous avec leur numéro dans le tableau 6 et quatre d'entre elles sont illustrées par les photos originales ci-dessous :

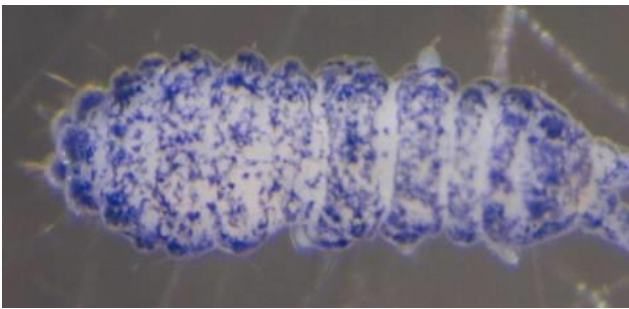


Figure 41. *Edoughnura* sp. de Oued Z'hor.



Figure 42. *Lepidocyrtus* sp. de Oued Z'hor.



Figure 43. *Isotomurus* sp. de Oued Z'hor.



Figure 44. *Heteromurus* cf. *nitidus* de Siaouane.

### 19. *Edoughnura* sp.

Il s'agit de la seconde espèce de ce genre très isolé au sein des Neanurinae, endémique du Nord-est algérien. Le genre *Edoughnura* a été décrit, et est resté seulement connu jusqu'à présent, qu'à partir d'une seule espèce découverte dans le massif de l'Edough, *Edoughnura rara* Deharveng, Hamra-Kroua & Bedos, 2007. La nouvelle espèce semble vicariante d'*Edoughnura rara*. Elle présente la morphologie unique de la mandibule caractéristique du genre, mais diffère d'*E. rara* par de nombreux caractères chétotaxiques. Cette espèce a déjà été récoltée à Azzaba et une troisième existe à Belezma (Batna). Ces deux dernières ont été collectées en 2008 par Hamra-Kroua (Cife 2010 en Belgique et Cife 2014 en Tunisie).

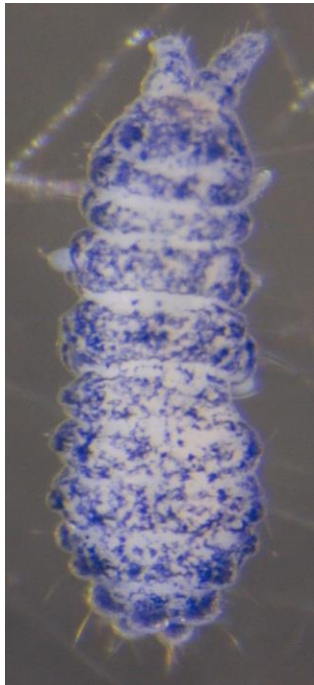


Figure 45. *Edoughnura* sp. de Oued Z'hor (taille : 0,7-0,9 mm) (photo originale)

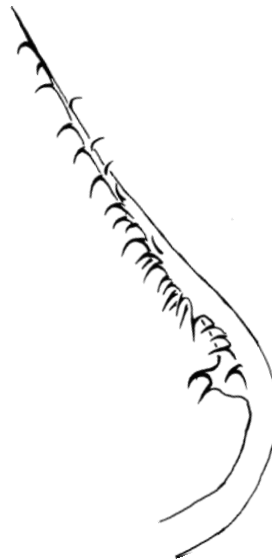


Figure 46. Mandibule d'*Edoughnura rara* (Deharveng et al., 2007)

### 39. *Isotomurus* sp.

Quatre espèces du genre *Isotomurus* ont été citées d'Afrique du Nord, dont trois d'Algérie (Handschin 1926, Ait mouloud et al. 2007 et Stomp 1983). L'espèce rencontrée à Collo semble s'éloigner de celles-ci par son patron de coloration, mais l'insuffisance des descriptions ne permet pas de l'affirmer de façon certaine.

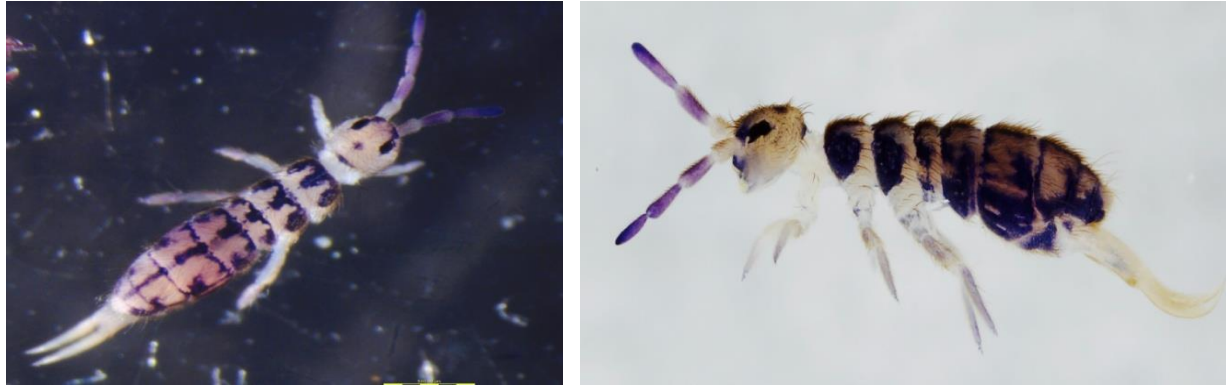


Figure 47. *Isotomurus* sp. de Oued Z'hor (taille : 1,8 mm) (photos originales)

### 43. *Proisotoma* sp.

Il s'agit de la première espèce du grand genre *Proisotoma* à être dépourvue de mucron. Elle ressemble à un *Proctostephanus* mais n'a pas de couronne sur l'Abd.V. Cette espèce a été collectée dans la localité de Oued Z'hor, dans la mousse.

**46. *Heteromurus* cf. *nitidus* (Templeton, 1835)**

Cette espèce est distincte d'emblée de *H. nitidus*, très fréquente dans l'hémisphère Nord, par sa coloration blanche (et non pas orangée). Les 2+2 yeux sont noirs et bien tranchés, alors qu'ils tendent à être orange foncé et à contours flous chez *H. nitidus*. La chétotaxie des *Heteromurus* étant très homogène, seule une étude détaillée de la distribution des macrochètes permettra de détecter d'autres différences.



**Figure 48. *Heteromurus* cf. *nitidus* de Siouane (taille : 2 mm) (photo originale)**



**49. *Lepidocyrtus* sp.**

Une espèce blanche avec des coxae fortement pigmentées. Elle se caractérise par la présence d'un bulbe apical (comme les espèces du groupe *L. lusitanicus*) et d'écailles sur les antennes et les pattes.



**Figure 49. *Lepidocyrtus* sp. de Collo (taille : 1,7 mm) (photos originales).** Il se peut que plusieurs espèces distinctes soient présentes.

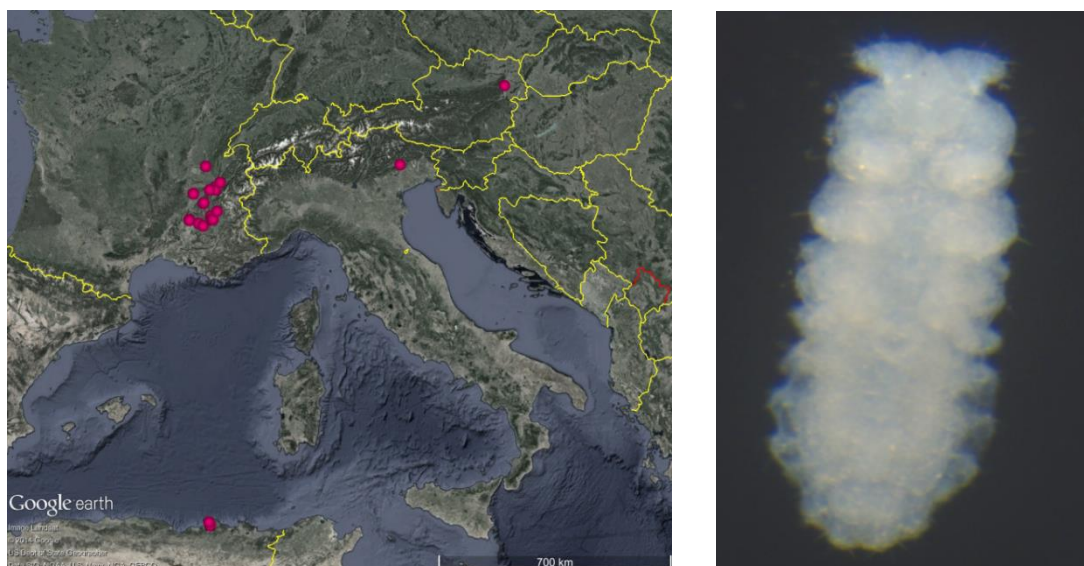
## 1.4 Espèces de Collo remarquables par leur biogéographie

### 6. *Pseudacherontides* sp.

Genre de grand intérêt collecté en un unique spécimen à Collo, dans du bois mort. Les deux espèces de ce genre sont très rares et peu nombreuses en Europe. La plus voisine a été collectée dans le Nord de l'Espagne (Sierra de Lóquiz), à plus de 1000 km du massif de Collo. Ce genre de distribution est souvent lié à une écologie de type pholéophile, mais il est impossible de l'affirmer dans le cas de Collo.

### 21. *Sensillanura austriaca* (Gama, 1963)

Cette minuscule espèce, bien caractérisée morphologiquement parmi les Neanurinae Paléarctiques, est la seule représentante du genre *Sensillanura* et de la tribu Sensillanurini en Europe. Décrite d'Autriche orientale, elle est fréquemment trouvée dans la litière forestière des Alpes occidentales, mais pas dans les Alpes du Sud-ouest (Deharveng 1981). Sa présence dans le massif de Collo, à savoir 1000 km plus au Sud que sa précédente occurrence la plus méridionale, et de l'autre côté de la Méditerranée, est très étonnante et fait d'elle une espèce énigmatique sur le plan biogéographique. Le fait qu'elle ait été retrouvée dans plusieurs relevés exclut toute pollution accidentelle. Morphologiquement, elle est identique dans les moindres détails à la forme alpine. Le barcode de l'espèce n'a malheureusement pas été fructueux, mais il sera de grand intérêt de renouveler l'analyse sur du matériel frais.



**Figure 50. *Sensillanura austriaca* et son aire de distribution (taille : 0,8-1 mm) (photos originales)**

### 1.5 Autres espèces de Collo: commentaires et illustrations

Dans la liste qui suit ne figurent que des espèces sur lesquelles nous apportons des informations originales, ou que nous avons illustrées. Les espèces nouvelles pour la science ou à distribution particulières sont commentées dans les deux sections précédentes. Les numéros sont ceux des espèces dans le tableau 6.

**Abbreviations utilisées :** **Abd.** : Abdomen, **cf.** : Désignation incertaine, **MEB** : Microscope électronique à balayage, **sp.** : Espèce non identifiée.

#### 1. *Ceratophysella armata* (Nicolet, 1842)

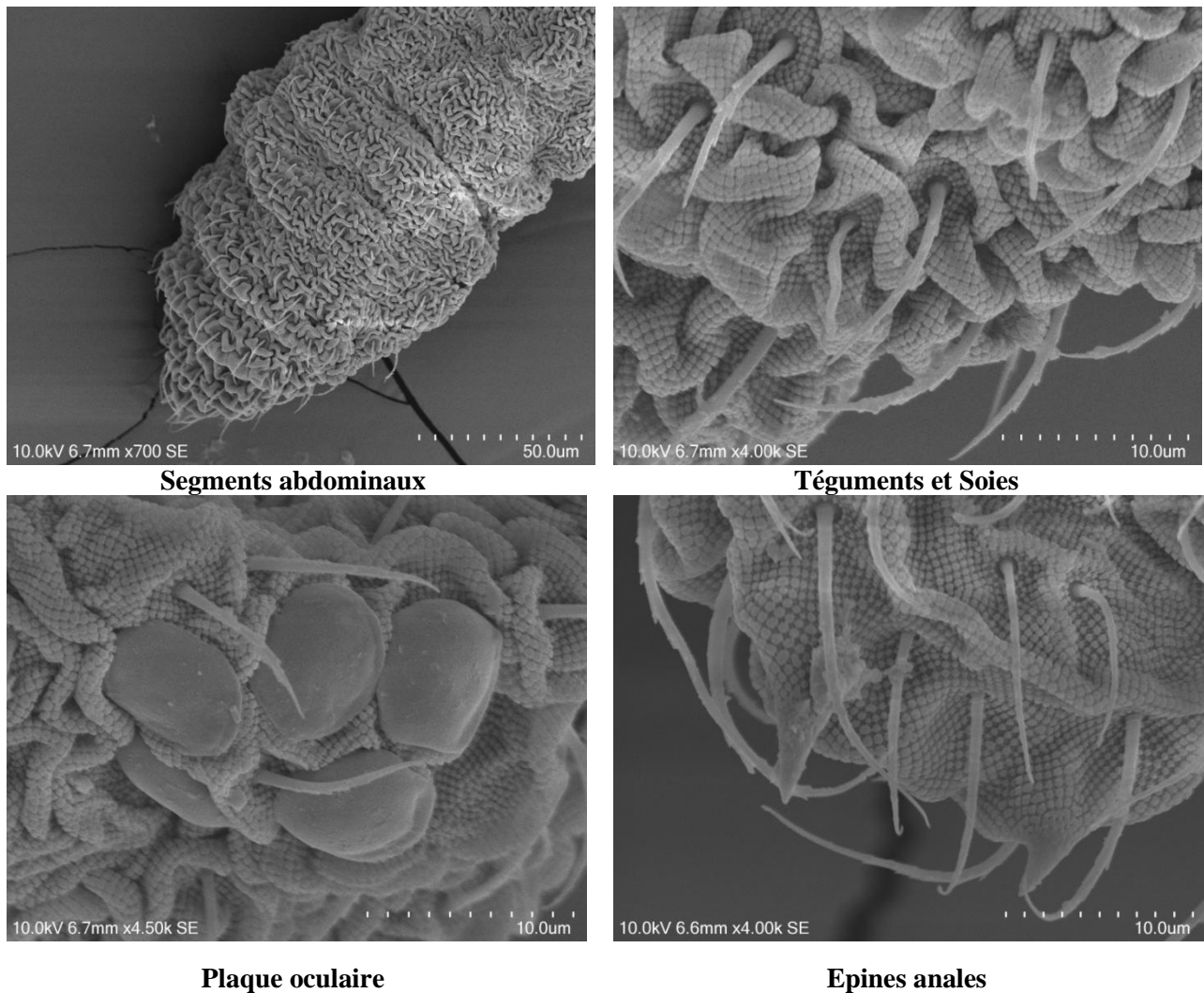
Cette espèce largement répandue en Europe comportait quelques spécimens collectés en milieu humide de Collo. Leur mucron grand et tordu suggère qu'il pourrait s'agir d'une espèce différente.



**Figure 51. *Ceratophysella armata* de Collo (taille : 0,8-1,5 mm) (photo originale)**

**9. *Superodontella tayaensis* Arbea, Brahim-Bounab & Hamra Kroua, 2013**

L'espèce, décrite récemment de la région de Taya à Guelma, a été retrouvée à Collo.



**Figure 52. Microscopie électronique à balayage de *Superodontella tayaensis* de Collo (photos originales)**

**12. *Friesea* cf. *afurcata* (Denis 1926)**

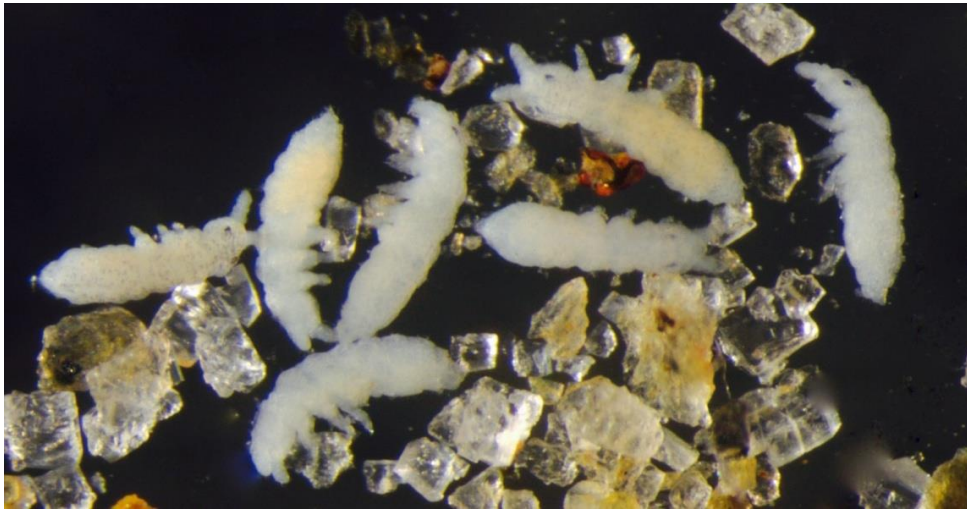
En l'absence d'une description moderne de *F. afurcata*, il subsiste un doute sur l'assignation à cette espèce de la forme de Collo et de l'Edough.

**14. *Friesea* cf. *espunaensis* Arbea & Jordana, 1993**

Cette espèce de Collo est très voisine voire identique à *F. espunaensis* décrite d'Espagne.

**15. *Friesea laouina* Deharveng & Hamra-Kroua, 2004**

L'espèce décrite de l'Edough est fréquente à Collo, et bien caractérisée par la réduction de sa plage oculaire en comparaison des autres espèces du complexe de *F. afurcata*.



**Figure 53. *Friesea laouina* de Oued Z'hor (taille: 0,8-1mm) (photo originale)**

**16. *Friesea major* Hamra-Kroua, Jordana & Deharveng, 2009**

L'espèce, caractérisée par sa grande taille et son rétinacle à nombre de dents réduit, a été décrite de l'Edough. Elle est présente mais rare à Collo.



**Figure 54. *Friesea major* de Oued Z'hor (taille: 1-1.2 mm) (photo originale)**

**17. *Bilobella aurantiaca* (Caroli, 1912)**

Espèce méditerranéenne très abondante dans le bois pourri, et facilement identifiable dans les échantillons, de part sa pigmentation orange très caractéristique, et son segment abdominal V bilobé. Deux populations sont barcodées, une provenant de Collo et l'autre de la commune de Azzaba.



**20. *Protanura cf. pseudomuscorum* (Börner, 1903)**

Plusieurs populations de cette espèce provenant de Collo ont été barcodées. L'identification ne pourra être confirmée qu'au vu de spécimens de la localité type de Sicile, la description originale étant beaucoup trop sommaire.



**Figure 55. *Protanura cf. pseudomuscorum* de Siouane (taille : 1,5-3 mm) (photo originale)**



**Figure 56. *Protanura cf. pseudomuscorum* (et *Edoughnura sp.*) de Collo (photo originale)**

**28. *Deuteraphorura sp.***

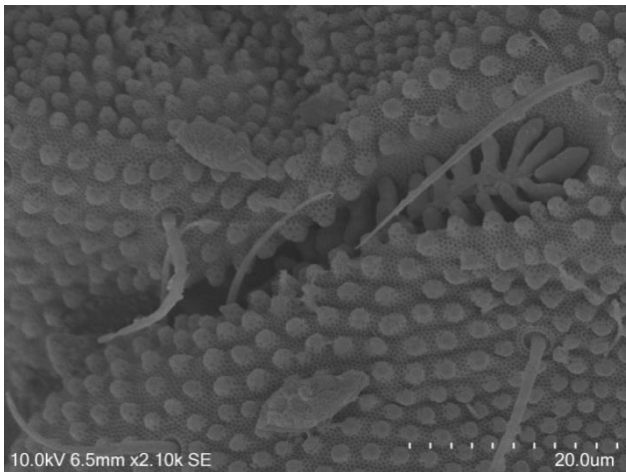
Un ensemble de formes édaphiques très voisines existent au sein du grand genre *Deuteraphorura*. Une certaine variabilité des caractères diagnostics a été observée, et ne nous permet pas d'assigner avec certitude nos spécimens à une espèce du genre.

**29. *Protaphorura armata* (Tullberg, 1869)**

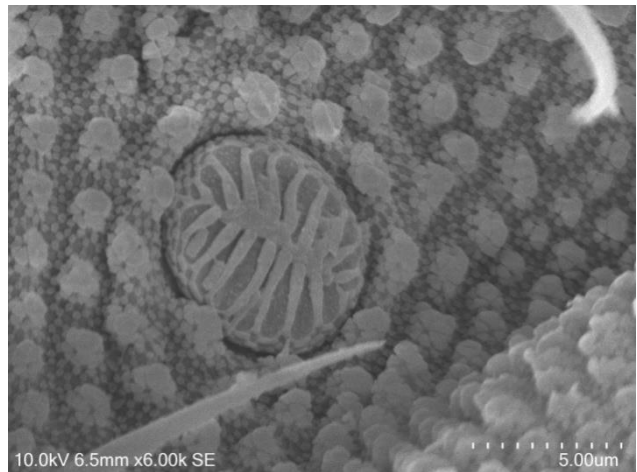
Une certaine variabilité des formules pseudocellaires a été observée, et mériterait une analyse plus détaillée. Le patron le plus fréquent sur les spécimens examinés est celui de l'espèce *P. armata*, très largement répandue en Europe.



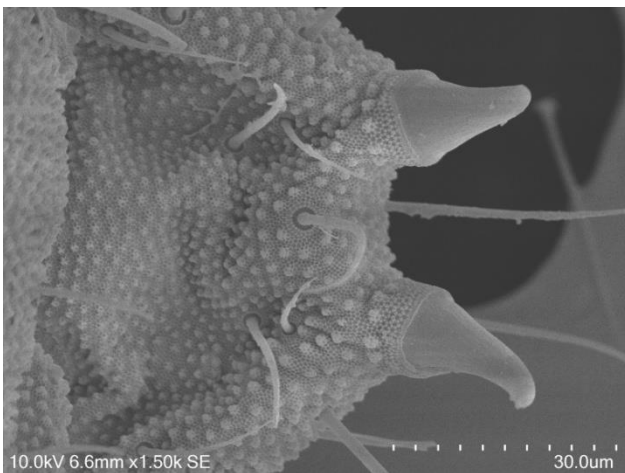
**Figure 57. *Protaphorura armata* de Collo (taille : 1,1-1,6 mm) (photo originale)**



**Organe post-antennaire.**



**Pseudocelle.**



**Epines anales.**



**Griffe (Patte I).**

**Figure 58. *Protaphorura armata* de Kanoua (photo originales MEB)**

**31. *Folsomia penicula* (Bagnall, 1939)**

Une des espèces dominantes dans les sols de Collo.



**Figure 59. *Folsomia penicula* de Collo (taille : 1,6 mm) (photo originale)**

**33. *Folsomia quadrioculata* (Tullberg 1871)**

L'espèce est rare à Collo, liée à des milieux relativement humides comme en Europe.

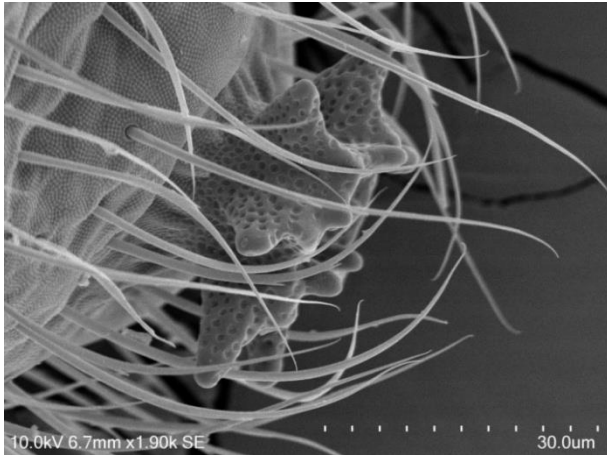
**40. *Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896)**

Deux populations ont été barcodées, une provenant de Collo et l'autre d'Annaba.

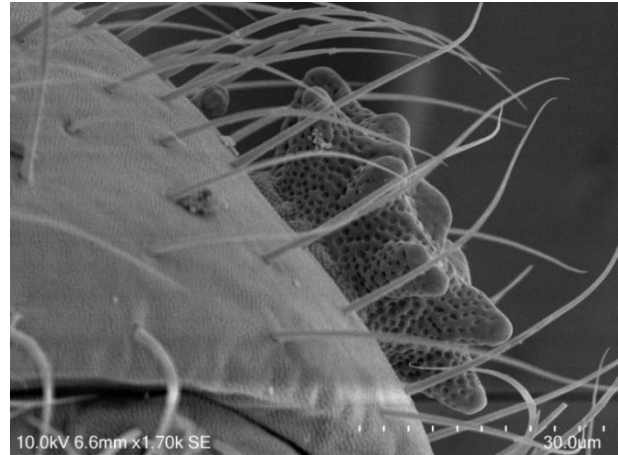


#### 41. *Proctostephanus sanctiaugustini* (Cassagnau, 1963)

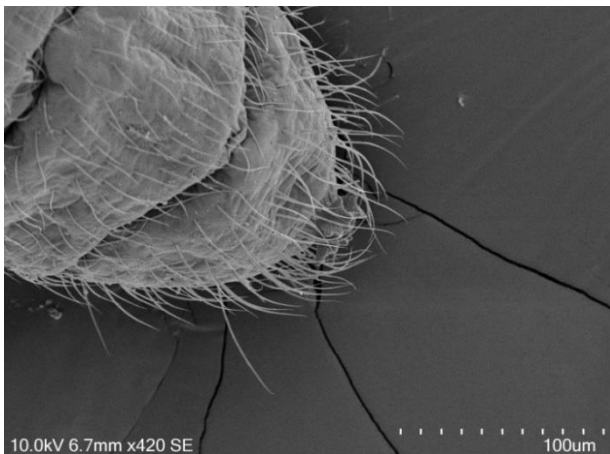
Cette espèce appartient à un genre remarquable par la couronne sclérifiée qui surmonte l'Abd. V. dont le rôle est inconnu à ce jour. Chaque espèce du genre a une couronne particulière. Celle du *P. sanctiaugustini* de Collo est illustrée sur ces images prises au MEB.



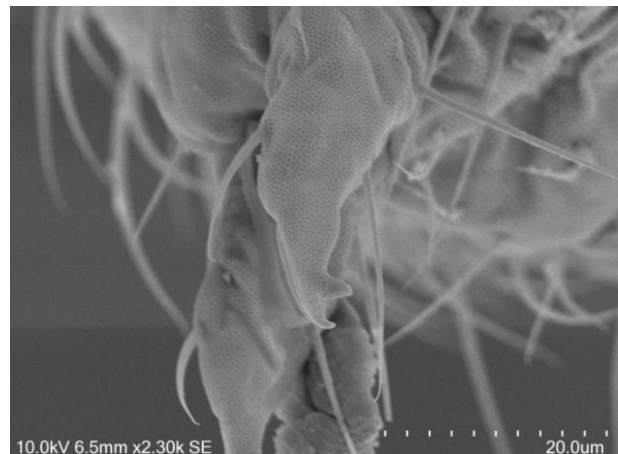
**Couronne**



**Couronne**



**Segments abdominaux IV et V**



**Furca**

**Figure 60. Microscopie électronique à balayage de *Proctostephanus sanctiaugustini* de Oued Z'hor (photos originales)**

#### 42. *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871)

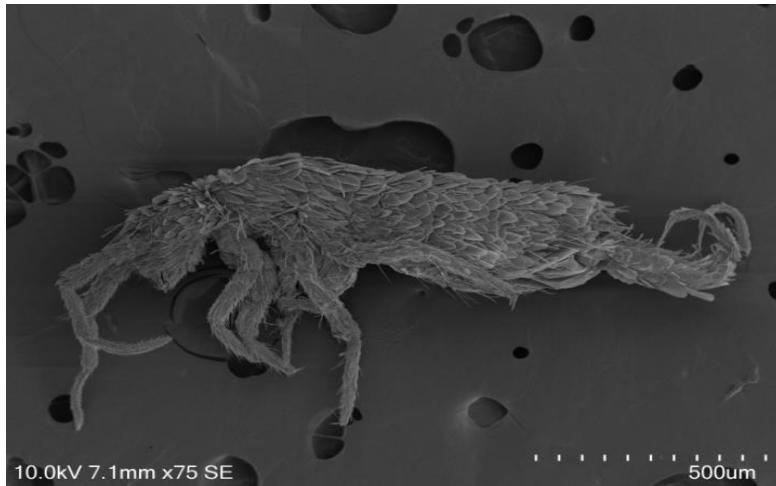
Espèce à tendance explosive parfois récoltée en des centaines de spécimens dans les relevés. Le nombre assez élevé de spécimens récoltés à Siouane est dû à la pullulation de l'espèce, qui parfois forme des populations pouvant atteindre les 900 individus par relevé de 250 m<sup>3</sup>.

**47. *Heteromurus major* (Moniez, 1889)**

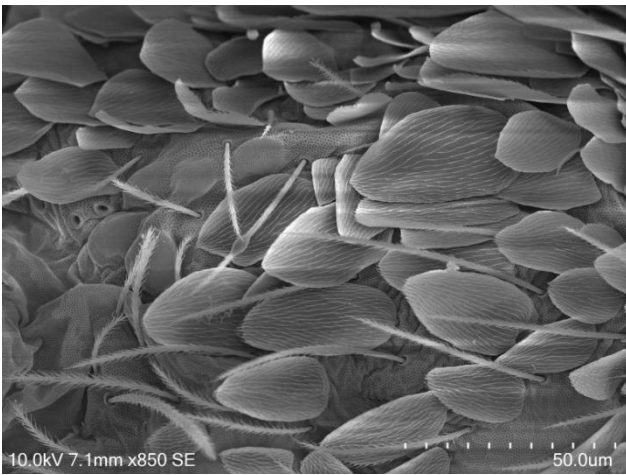
L'espèce est fréquente à Collo. Elle regroupe en fait différentes formes caractérisées par leur barcode (des populations provenant de Collo et de Azzaba ont été barcodées) et son statut taxonomique sera à revoir lorsqu'on aura des informations plus détaillées sur leur distribution et leurs éventuelles différences morphologiques.



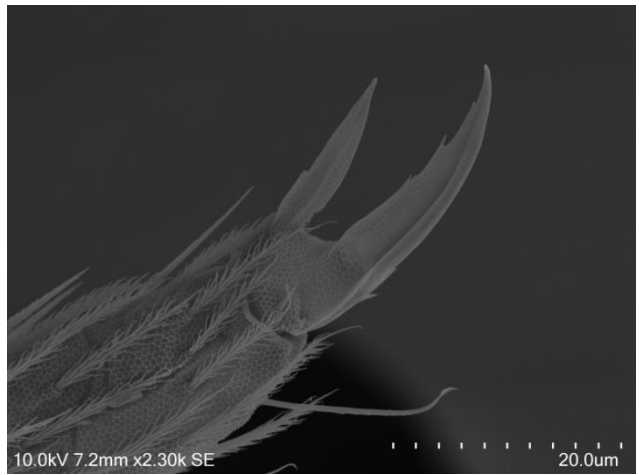
**Figure 61. *Heteromurus major* de Collo (taille : 2 mm) (photos originales)**



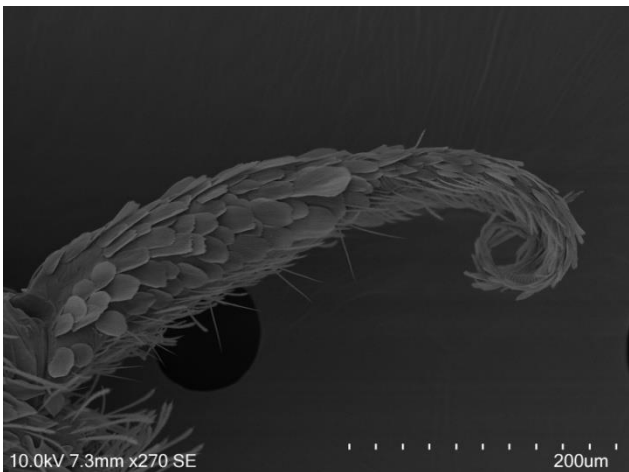
**Corps**



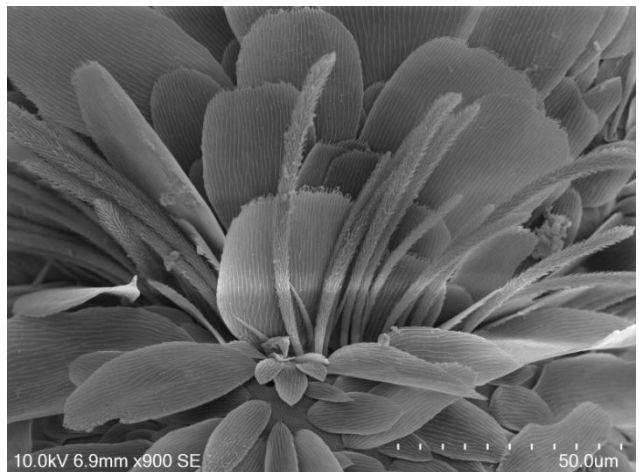
**Ecailles et soies**



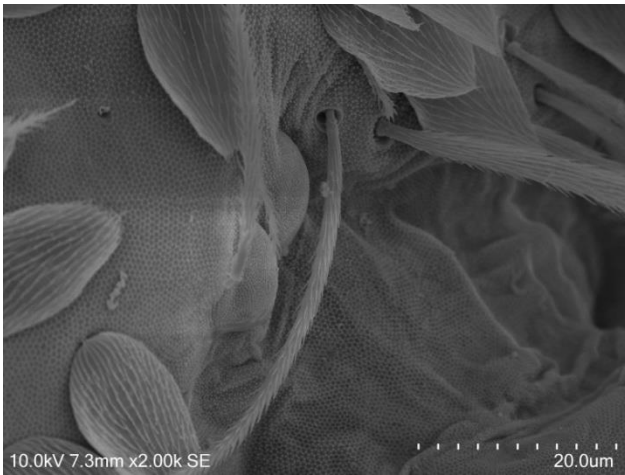
**Griffe**



**Furca**



**Région céphalique dorsale**



**Insertions des soies ordinaires**



**Antenne**



**Antenne**



**Antenne**

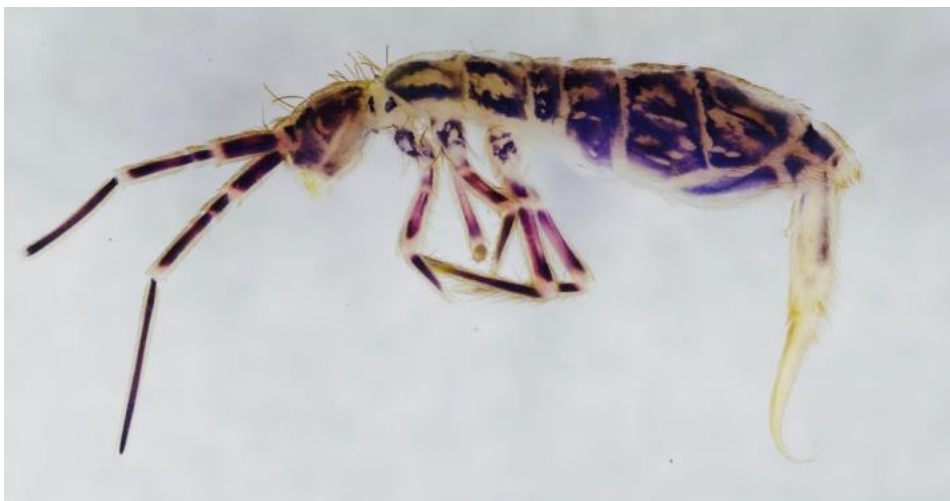
**Figure 62. Microscopie électronique à balayage de *Heteromurus major* de Khenak Mayoune (photos originales)**

**51. *Orchesella* sp.**

Les Orcheselles rencontrées pourraient être des espèces inédites.



**Figure 63a. *Orchesella* sp. de Oued Z'hor (juvenile) (photo originale)**



**Figure 63b. *Orchesella* sp. de Oued Z'hor (taille : 5 mm) (photo originale)**



**53. *Pseudosinella* sp.1**

Les *Pseudosinella* rencontrées pourraient être des espèces inédites.



**Figure 64. *Pseudosinella* sp. de Collo (taille : 0,7 mm) (photo originale)**

**56. *Tomocerus minor* (Lubbock, 1862)**

La forme de Collo est en cours d'étude, l'espèce *T. minor* apparaissant de plus en plus comme un complexe de formes voisines à taxonomie incertaine (Yu comm. pers.).



**Figure 65. Jeune *Tomocerus minor* de Kanoua (taille : environ 3 mm) (photo originale)**

**57. *Cyphoderus cf. albinus* (Nicolet, 1842)**

L'espèce appartient à un groupe très homogène au sein duquel ont été décrites de nombreuses espèces sur la base de caractères minimes (Jantarit et al. 2014). L'espèce *albinus* est très insuffisamment décrite, ce qui ne permet pas une assignation aisée des formes rencontrées dans la région euro-méditerranéenne. Les formes de ce groupe sont myrmécophiles en Europe, alors que les quelques spécimens de Collo ont été collectés dans le bois mort et en litière.

**62. *Dicyrtomidae* sp.**



**Figure 66. *Dicyrtomidae* sp. de Khenak Mayoune (juvénile, taille : 1,5 mm)  
(photo originale)**

**68. *Caprainea marginata* (Schött, 1893)**



**Figure 67. *Caprainea marginata* de Siouane (taille : 1,3 mm) (photo originale)**

**70. *Megalothorax* sp.**

L'identification des espèces jadis regroupées sous le nom de *M. minimus* est à revoir entièrement suite au travail de Schneider et D'Haese (2013).

**71. *Neelus murinus* Folsom, 1896**

Nous avons barcodé une population de Collo.



## **2 Etude écologique**

Dans ce chapitre nous allons aborder les questions relatives à l'écologie des peuplements de Collemboles (structure et diversité), en lien avec les conditions environnementales biotiques et abiotiques. La structure et l'organisation des communautés dans les différentes localités et les différents milieux d'étude seront traitées à travers différentes approches. Afin de déterminer dans quel habitat ou à quelle altitude, l'abondance et la richesse spécifique sont au maximum, nous avons mis en place une série d'analyses (ACP, richesse cumulée, similarités...etc.) pour comprendre la répartition des espèces récoltées dans les différents milieux et les différentes localités.

### **2.1 Biodiversité des communautés de Collemboles de Collo**

Les résultats de l'analyse de 87 relevés standards (13 des 100 relevés réalisés ne comportaient aucun Collembole par suite de problèmes notamment à l'extraction), dans 4 différentes localités et 5 habitats, sont présentés dans le tableau 12 qui contient la liste des espèces, et pour chaque espèce le nombre de spécimens récoltés (effectifs cumulés), le nombre de relevés dans lesquelles elle a été trouvée (fréquence), l'habitat ou les habitats et la/les localité(s) où elle a été récoltée, et son type biomorphologique. Les effectifs en gras sont ceux des espèces les plus abondantes.

**Tableau 12. Liste des espèces des relevés standards de Collo**

**Abréviations:** **E** : Euédaphon, **H** : Hemiédaphon (surligné en vert) **K**: Kanoua, **KM**: Khenak Mayoune, **L**: Litière, **M** : Mousse, **OZ**: Oued Z'hor, **R**: Bois mort, **S** : Sol, **Si**: Siouane, **W** : Milieux humides.

Espèces	Effectifs cumulés	Fréquence	Localités de récolte à Collo	Habitat	Type biologique
1. <i>Allacma</i> sp.	3	2	OZ	L, S	H
2. <i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	17	10	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	E
3. <i>Bilobella aurantiaca</i>	138	14	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	E
4. <i>Brachystomella</i> sp.	3	1	OZ	S	H
5. <i>Bourletiellidae</i> sp.	1	1	OZ	W	H
6. <i>Caprainea marginata</i>	29	16	OZ, KM, SI	L, S, W, R, M	H
7. <i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	OZ	W	H
8. <i>Ceratophysella armata</i>	22	11	OZ, KM	L, S, W, R, M	H
9. <i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	1	OZ	W	H
10. <i>Ceratophysella tergilobata</i>	3	2	SI	W, R	H
11. <i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i>	5	3	OZ, SI	L, W	E
12. <i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i>	2	1	KM	S	E
13. <i>Deuteraphorura</i> sp.	16	6	OZ, K	L, S, W, R, M	E
14. <i>Deutonura zana</i>	1	1	KM	R	H
15. <i>Dicyrtomidae</i> sp.	19	11	KM, OZ	L, S, W, R, M	H
16. <i>Edoughnura</i> sp.	2	2	OZ, KM	L, M	H
17. <i>Entomobrya multifasciata</i>	4	4	OZ	L, S, M	H
18. <i>Folsomia candida</i>	1	1	SI	S	E
19. <i>Folsomia penicula</i>	353	54	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
20. <i>Folsomia quadrioculata</i>	19	2	OZ, KM	R, M	H
21. <i>Folsomides angularis</i>	100	1	SI	M	E
22. <i>Folsomides parvulus</i>	53	7	OZ, KM, K, SI	L, S, R, M	E
23. <i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i>	1	1	OZ	W	H
24. <i>Friesea</i> cf. <i>decemoculata</i>	1	1	SI	W	H
25. <i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	43	15	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
26. <i>Friesea laouina</i>	146	35	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	E
27. <i>Friesea major</i>	2	2	OZ	L	H
28. <i>Hemisotoma thermophila</i>	116	10	OZ, K, SI	L, S, W, R, M	H
29. <i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	186	15	OZ, SI	L, S, W, R, M	E
30. <i>Heteromurus major</i>	186	37	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
31. <i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	8	4	OZ	L, R	H
32. <i>Isotomiella minor</i>	241	31	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	E
33. <i>Isotomurus</i> sp.	23	5	OZ	L, R, M	H

**Tableau 12. Liste des espèces des relevés standards de Collo (suite)**

Espèces	Effectifs cumulés	Fréquence	Localités de récolte à Collo	Habitat	Type biologique
34. <i>Lepidocyrtus lignorum</i>	16	8	OZ	L, R, M	H
35. <i>Lepidocyrtus</i> sp.	6	4	OZ, KM	L, M	H
36. <i>Lipothrix lubbocki</i>	20	9	OZ, KM	L, S, R, M	H
37. <i>Megalothorax</i> sp.	51	26	OZ, KM, K	L, S, W, R, M	E
38. <i>Mesaphorura macrochaeta</i>	23	5	OZ, KM, K	S, W, M	E
39. <i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	72	6	OZ, K, SI	L, W, R, M	E
40. <i>Microgastrura</i> sp.	2	2	OZ	L	H
41. <i>Neelus murinus</i>	6	5	OZ, KM, K	S, R, M	E
42. <i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	82	17	OZ, KM, K	L, S, W, R, M	E
43. <i>Orchesella quinquefasciata</i>	3	1	OZ	M	H
44. <i>Orchesella</i> sp.	3	2	OZ	L, M	H
45. <i>Parisotoma notabilis</i>	36	10	OZ, K, SI	L, S, W, R, M	H
46. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	121	15	OZ, KM	L, S, W, R, M	H
47. <i>Proisotoma minuta</i>	2950	24	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
48. <i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	51	23	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
49. <i>Proisotoma</i> sp.	39	2	OZ	M	H
50. <i>Protaphorura armata</i>	94	26	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	E
51. <i>Pseudacherontides</i> sp.	1	1	SI	W	E
52. <i>Pseudachorudina meridionalis</i>	9	5	OZ, KM	L, R, M	H
53. <i>Pseudachorutella asigillata</i>	4	3	OZ, K	W, R, M	H
54. <i>Pseudachorutes deficiens</i>	248	11	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
55. <i>Pseudachorutes labiatus</i>	9	1	KM	W	H
56. <i>Pseudosinella alba</i>	25	8	OZ, KM, K, SI	L, S, W	E
57. <i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	OZ	L	H
58. <i>Pseudosinella</i> sp.2	6	5	OZ, KM, SI	S	E
59. <i>Seira domestica</i>	2	2	KM, SI	S, W	H
60. <i>Sensillanura austriaca</i>	2	2	KM, SI	W, R	E
61. <i>Sminthurides signatus</i>	3	2	OZ	R, M	H
62. <i>Sminthurinus niger</i>	22	8	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
63. <i>Sminthurinus signatus</i>	1	1	OZ	S	H
64. <i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	118	25	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
65. <i>Superodontella tayaensis</i>	74	8	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
66. <i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	SI	M	H
67. <i>Tomocerus minor</i>	9	7	OZ, K	L, W, R, M	H
68. <i>Willemia</i> sp.	2	1	OZ	M	E
69. <i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	123	13	OZ, KM, K, SI	L, S, W, R, M	H
70. <i>Xenyllodes armatus</i>	32	10	K, SI	S, W, R, M	H
<b>Total</b>	<b>6052</b>				

Nous avons identifié un total de 70 espèces. Ce nombre est inférieur au nombre total des espèces dans les résultats faunistiques du tableau 6 car une espèce n'a été trouvée que dans les relevés non standards écartés de l'étude écologique (*Pseudachorutes octosensillatus*). Le nombre total de spécimens récoltés est de 6089. Cependant, pour les analyses, nous avons retiré les stades jeunes, les spécimens en mauvais état ou non identifiables, afin de permettre une évaluation plus rigoureuse de la richesse spécifique, pour obtenir au final 6052 spécimens. Parmi les 70 espèces identifiées, la plus abondante est *Proisotoma minuta*, dont on a collecté 2950 spécimens, soit 48% du nombre total des Collemboles récoltés. Elle est présente dans toutes les localités d'étude et peut localement pulluler. *Pseudachorutes deficiens* une nouvelle espèce décrite de Collo, est assez abondante (248 individus récoltés) ainsi que *Folsomia penicula*, *Heteromurus* cf. *nitidus*, *Heteromurus major*, et *Friesea laouina*, qui sont très fréquentes dans les relevés analysés. Certaines espèces sont présentes dans tous les milieux et récoltés dans les quatre localités d'étude (comme *Sphaeridia* cf. *pumilis*, *Friesea laouina*, et *Heteromurus major*). *Folsomia penicula* est présente dans 54 relevés, *Friesea laouina* dans 35 et *Heteromurus major* dans 37 ce qui illustre la grande capacité de dispersion de ces espèces dans le massif. Par ailleurs il existe des espèces rares dont on cite *Bourletiellidae* sp., *Folsomia candida*, *Pseudacherontides* sp., et bien d'autres, récoltées en un seul spécimen. Les espèces identifiées appartiennent à deux types biologiques (Hemiédaphon et Euédaphon).

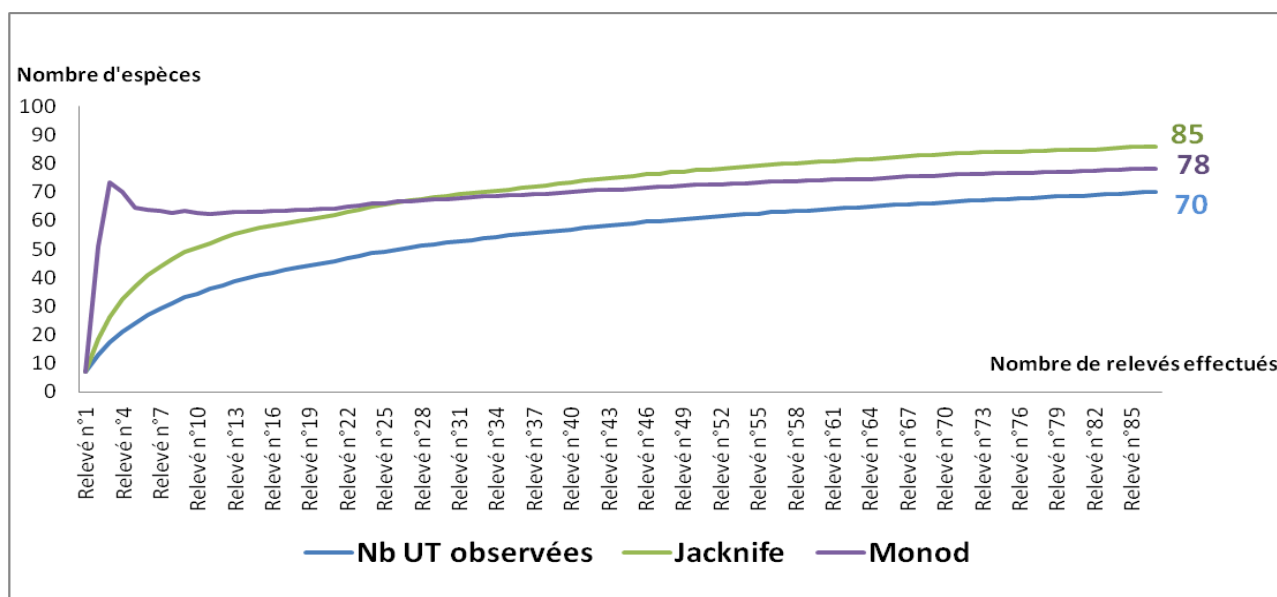
## 2.2 Caractérisation de la biodiversité du massif de Collo

### 2.2.1 Courbes de richesse cumulée

Les courbes de richesse cumulées permettent de visualiser et de comparer le niveau d'exhaustivité de l'échantillonnage. Nous les avons établies par milieu et par station.

#### 2.2.1.1 Globale

La figure 68 illustre les courbes cumulatives de la richesse spécifique regroupant tous les relevés récoltés dans le massif de Collo.



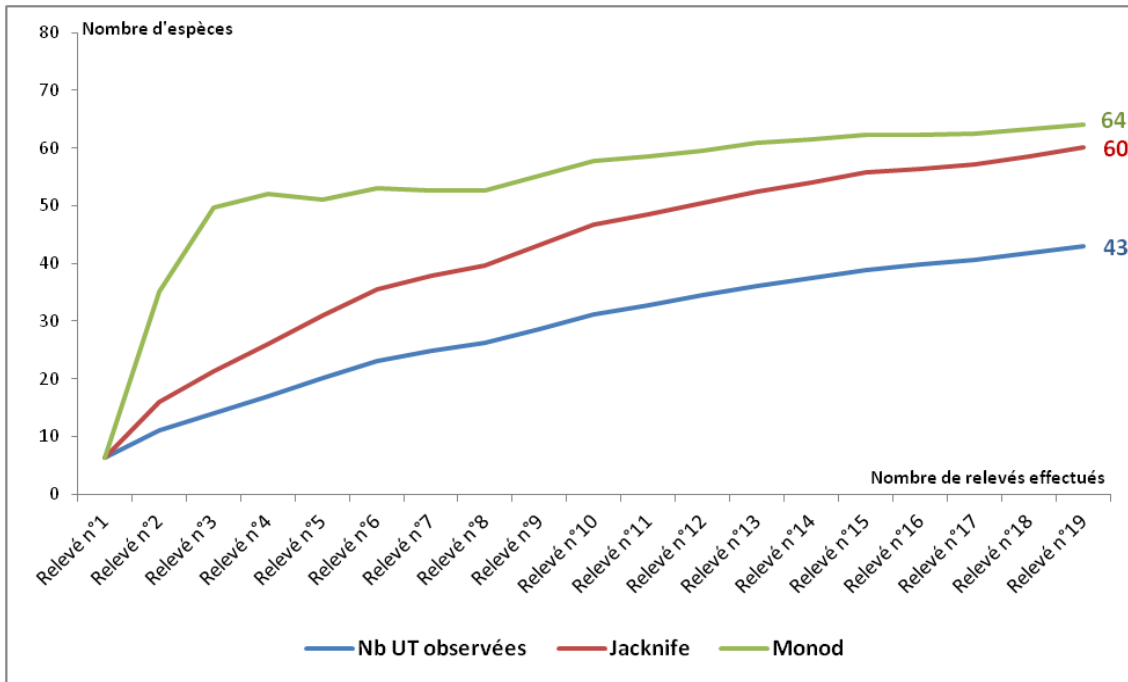
**Figure 68. Courbes de richesse cumulée pour l'ensemble du massif de Collo**

La pente des courbes cumulatives reste significative, ce qui signifie qu'une asymptote n'est pas atteinte. Le nombre d'espèce supplémentaires pouvant être attendues dans le massif de Collo est de 15 espèces soit 18% de la richesse attendue. L'effort d'échantillonnage global est satisfaisant étant donné que plus de 80% de la faune a été recueilli.

#### 2.2.1.2 Courbes de richesse cumulée par habitat

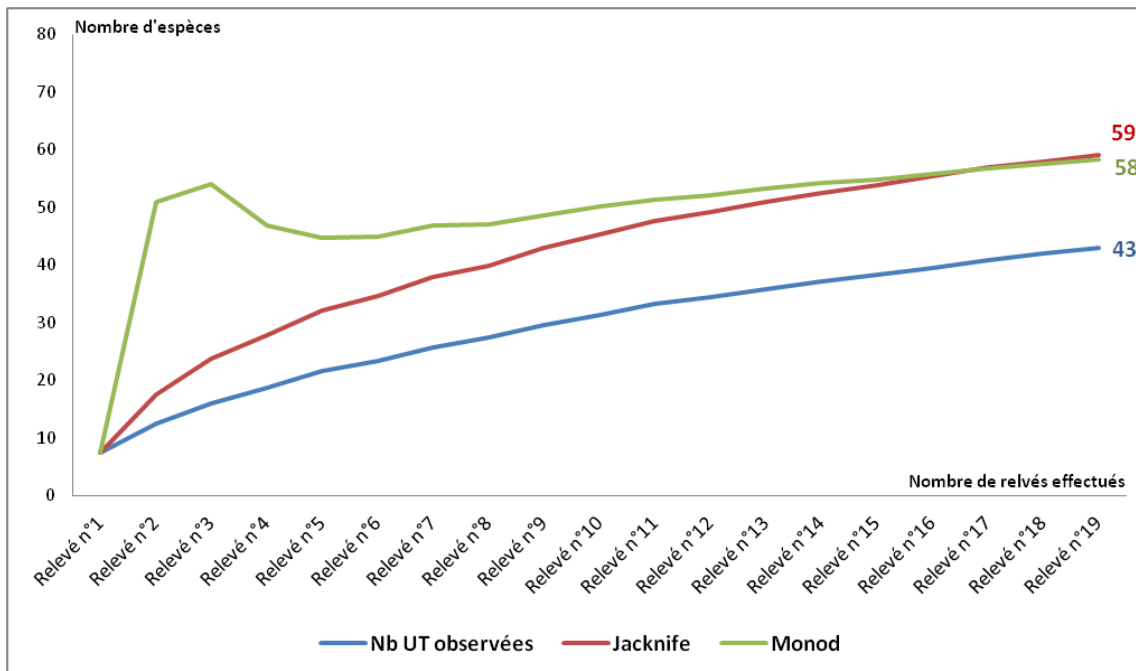
L'analyse de la richesse cumulée a été effectuée pour chaque habitat. Les résultats sont illustrés par les courbes d'accumulation de la richesse des figures 69 à 74.

La figure 69 représente les courbes d'accumulation pour le bois mort pour un total de 19 relevés analysés. Le substrat a fourni 43 espèces.



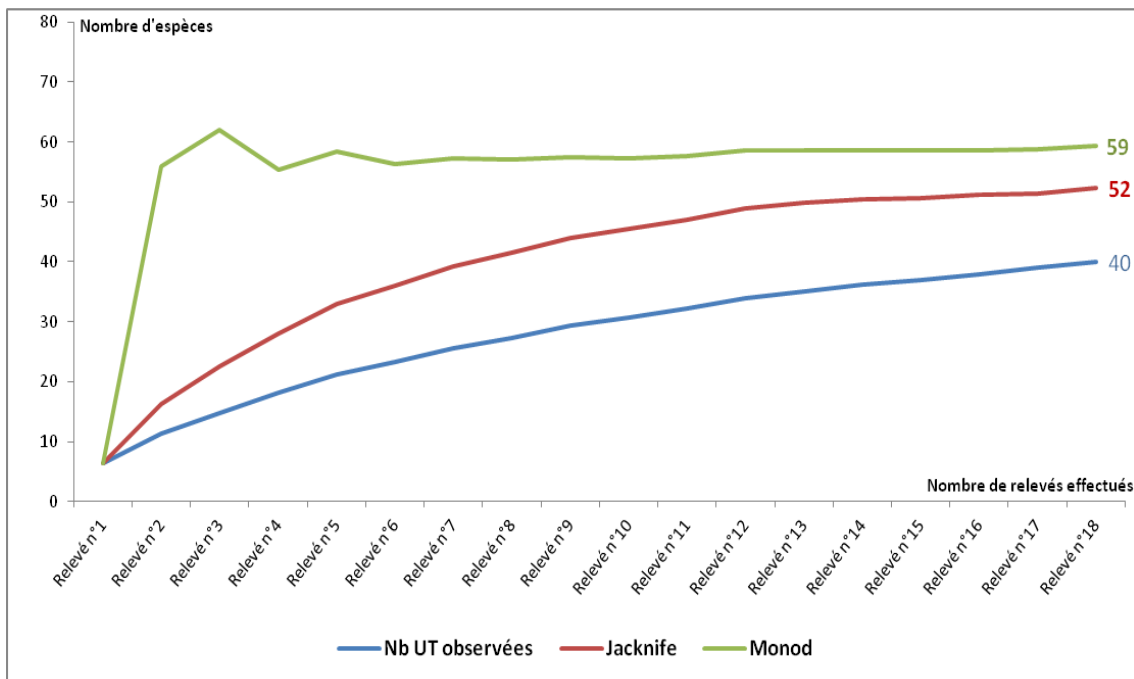
**Figure 69. Courbes de richesse cumulée pour le bois mort**

La figure 70 représente les courbes d'accumulation pour la litière pour un total de 19 relevés analysés. Le substrat a fourni 43 espèces.



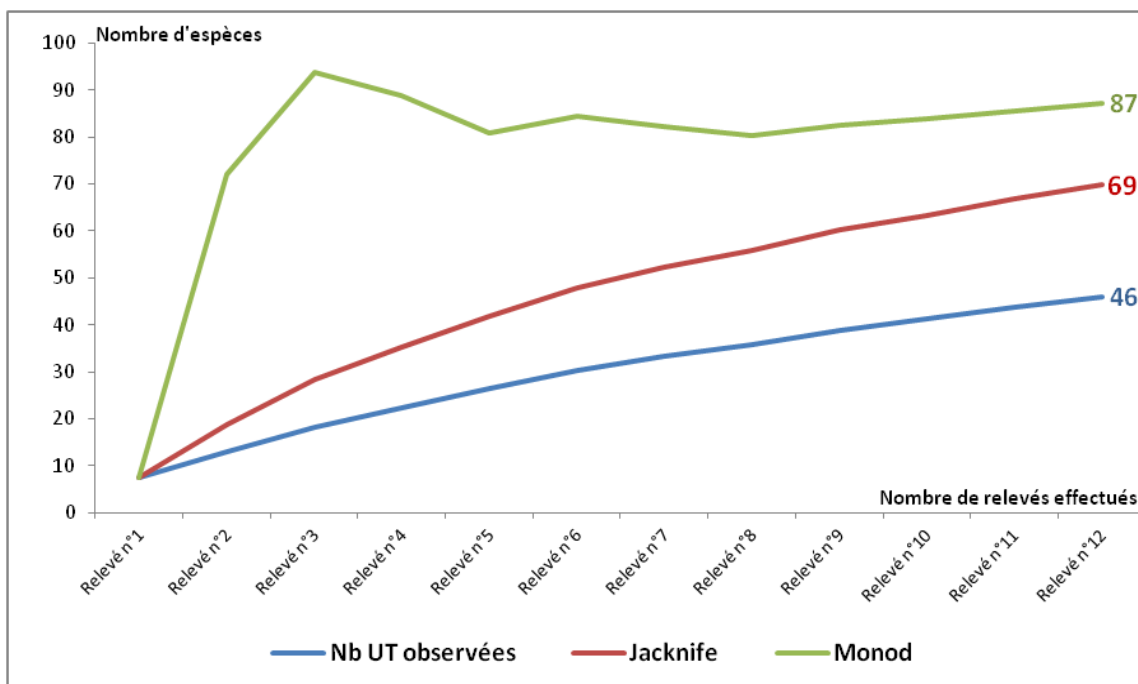
**Figure 70. Courbes de richesse cumulée pour la litière**

La figure 71 représente les courbes d'accumulation pour les milieux humides, pour un total de 18 relevés analysés. Le substrat a fourni 40 espèces.



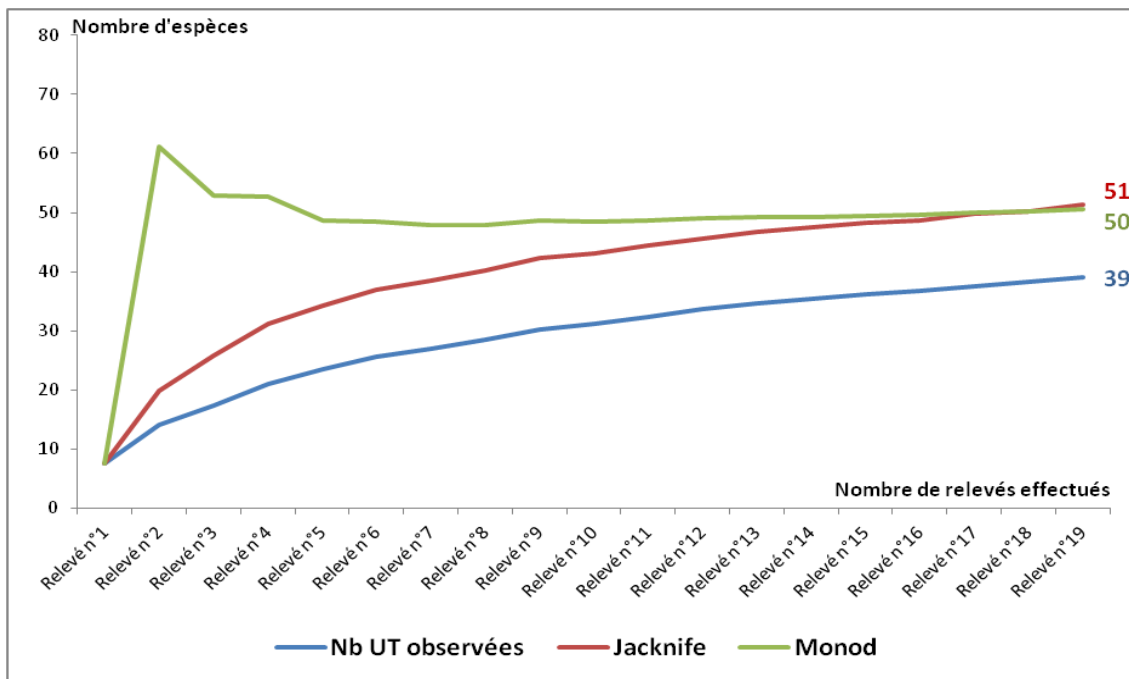
**Figure 71. Courbes de richesse cumulée pour les milieux humides**

La figure 72 représente les courbes d'accumulation pour la mousse, pour un total de 12 relevés analysés. Le substrat a fourni 46 espèces.



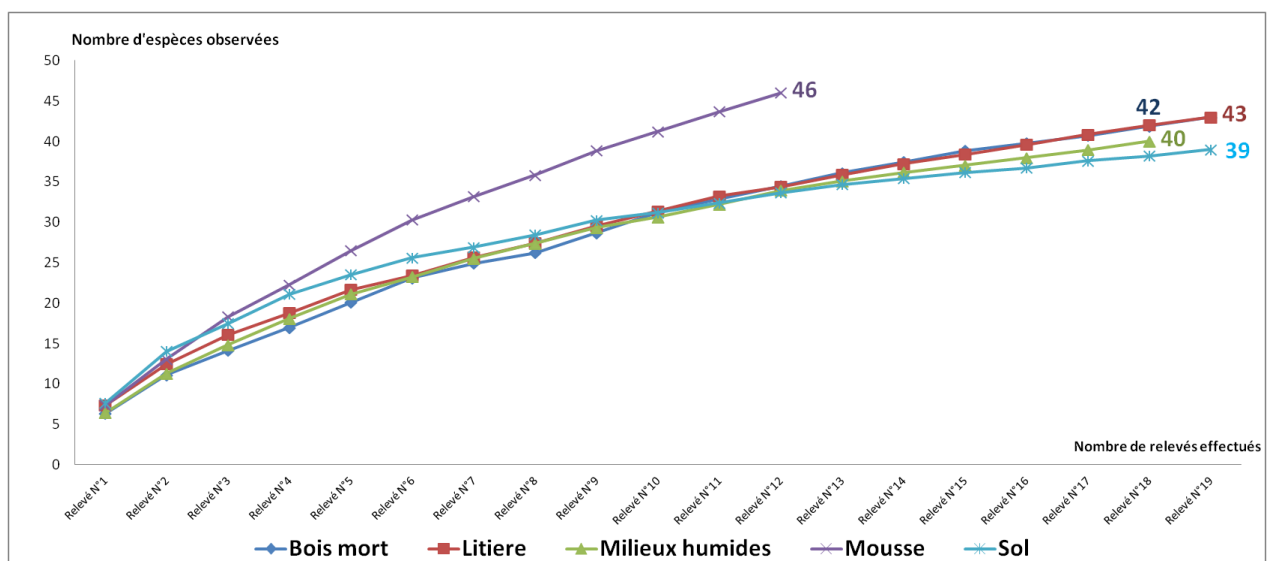
**Figure 72. Courbes de richesse cumulée pour la mousse**

La figure 73 représente les courbes d'accumulation pour le sol, pour un total de 19 relevés analysés. Le substrat a fourni 39 espèces.



**Figure 73. Courbes de richesse cumulée pour le sol**

Les courbes cumulatives des espèces n'atteignent jamais l'asymptote. Celles du sol et des milieux humides s'en approchent, cependant, beaucoup plus que celles du bois mort de la litière et des mousses.



**Figure 74. Courbes d'accumulation du nombre d'espèces observées (Habitats)**



Au moins 13 espèces supplémentaires pour les milieux humides, 17 pour la litière, 18 pour le bois mort, 13 pour le sol et 26 pour la mousse, pourraient être attendues selon l'estimateur Jackknife, soit respectivement + 36% pour la mousse, + 25% pour le sol, et + 28% pour la litière, + 29% pour le bois mort et + 24% pour les milieux humides. L'échantillonnage des Collemboles dans les milieux humides et le sol a été le plus efficace, puisque environ 75% de la faune a été recueillie, un chiffre du même ordre que celui donné par Salmon et al. (2010) pour une litière de hêtres dans les Pyrénées avec un nombre d'échantillons comparable. La comparaison des courbes offerte par la figure 74 est très informative. La courbe pour la mousse s'écarte fortement des 4 autres, indiquant un nombre d'espèces potentiel beaucoup plus important que les autres habitats. C'est cet habitat qui demandera le plus d'effort d'échantillonnage supplémentaire lors de futures recherches dans la région.

### 2.2.1.3 Courbes de richesse cumulée par localité

L'analyse de la richesse cumulée a été effectuée pour chaque localité. Les résultats sont illustrés par les courbes d'accumulation de la richesse des figures 75 à 79.

La figure 75 représente les courbes d'accumulation pour la localité de Kanoua, pour un total de 20 relevés analysés. Le substrat a fourni 28 espèces.

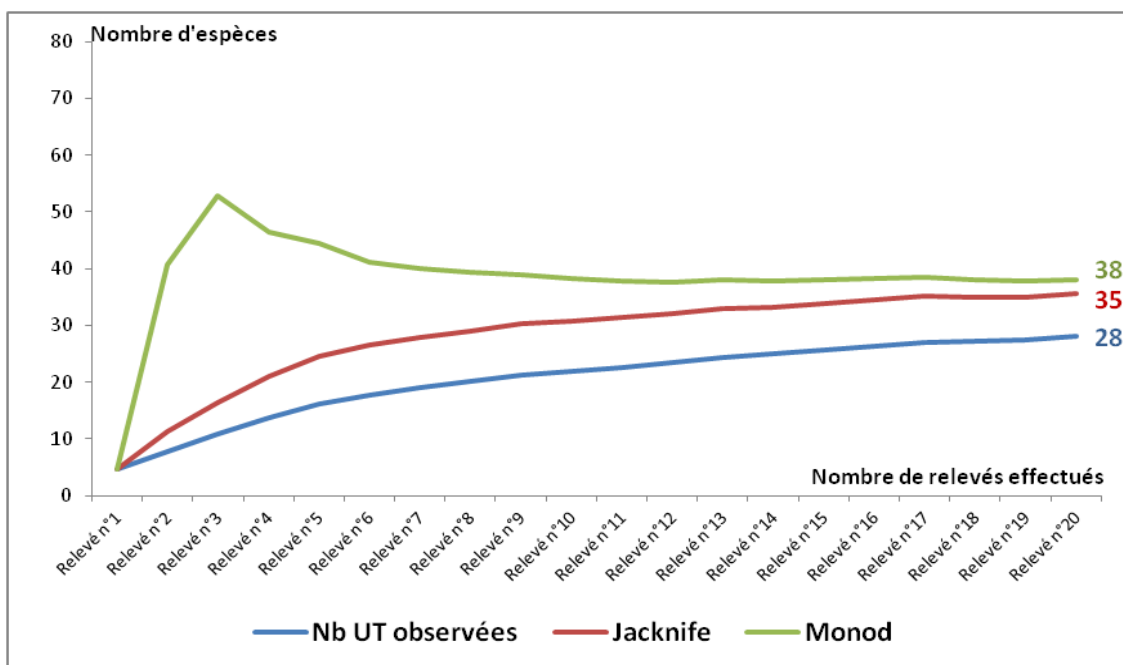
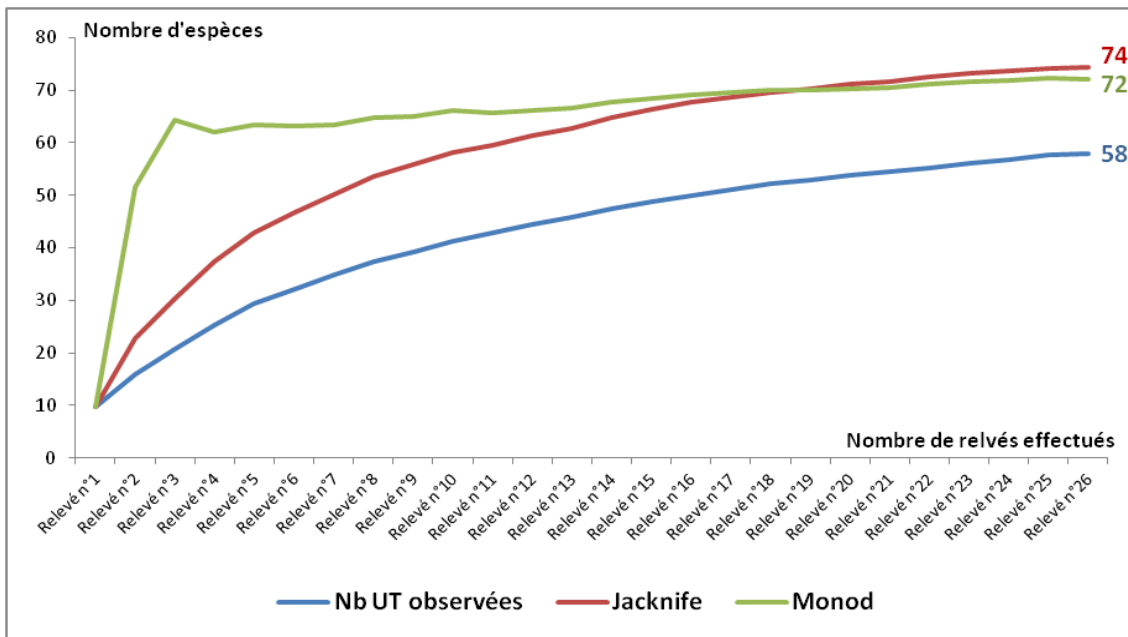


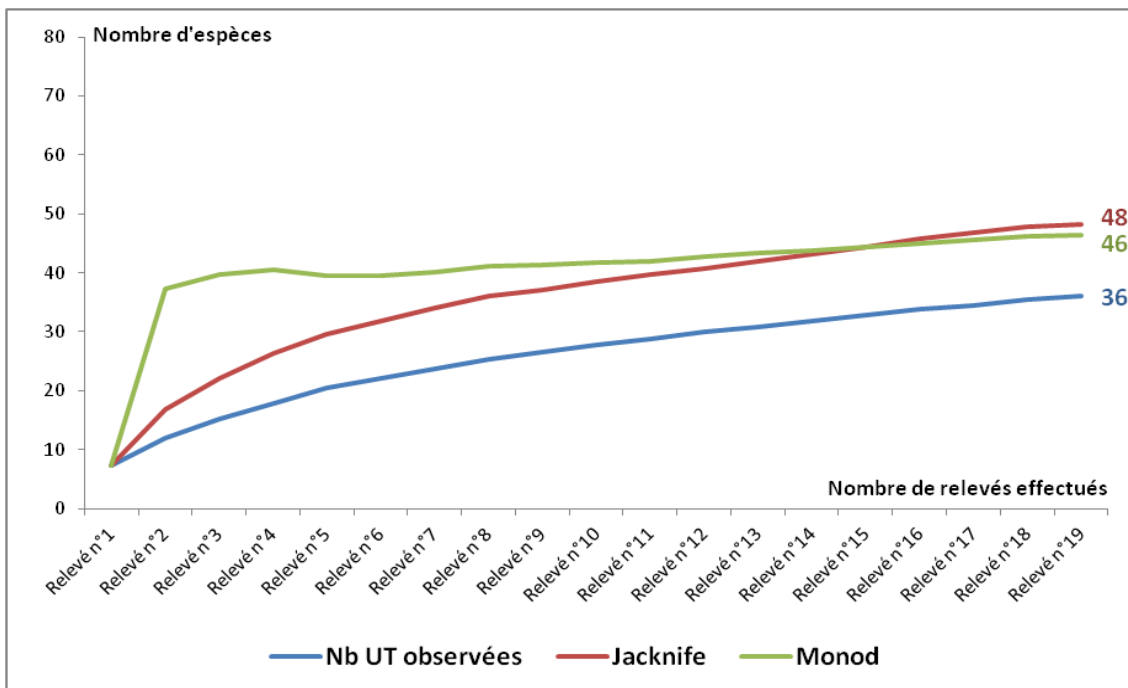
Figure 75. Courbes de richesse cumulée pour la localité de Kanoua

La figure 76 représente les courbes d'accumulation pour la localité de Oued Z'hor, pour un total de 26 relevés analysés. Le substrat a fourni 58 espèces.



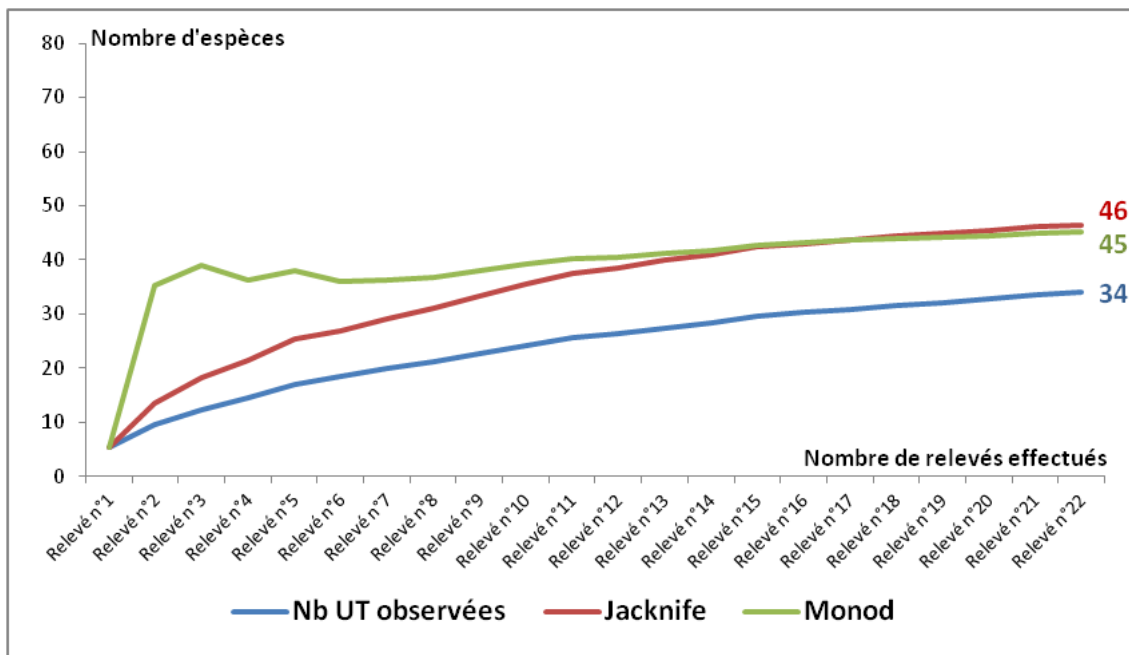
**Figure 76. Courbes de richesse cumulée pour la localité de Oued Z'hor**

La figure 77 représente les courbes d'accumulation pour la localité de Khenak Mayoune, pour un total de 19 relevés analysés. Le substrat a fourni 36 espèces.



**Figure 77. Courbes de richesse cumulée pour la localité de Khenak Mayoune**

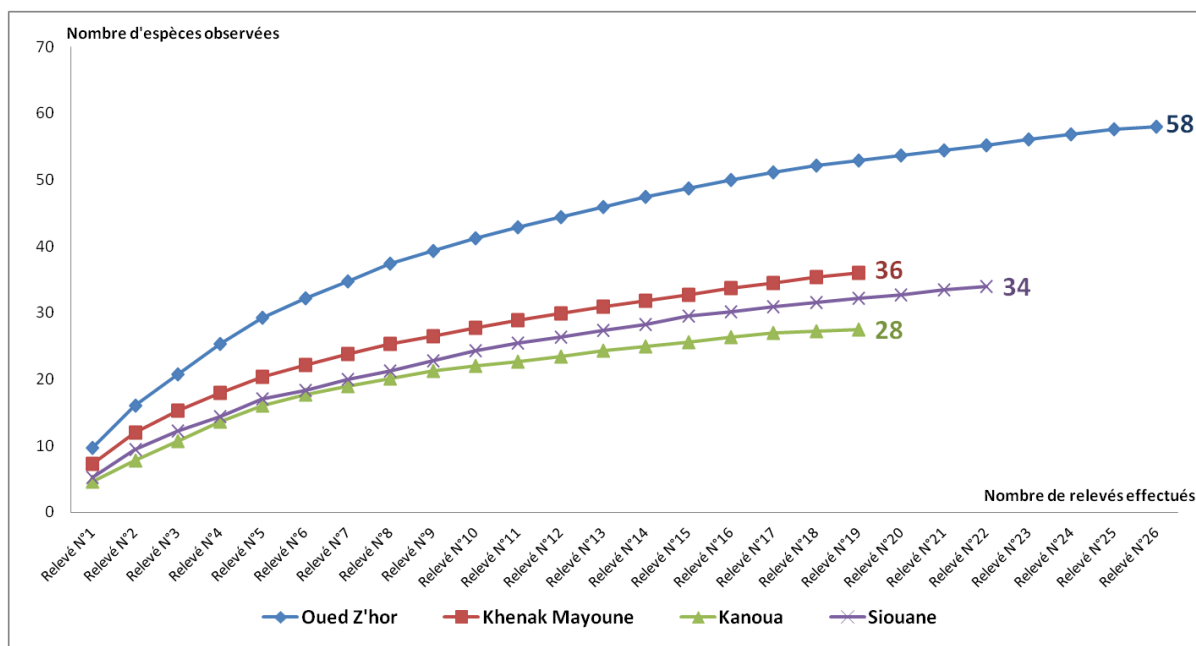
La figure 78 représente les courbes d'accumulation pour la localité de Siouane, pour un total de 22 relevés analysés. Le substrat a fourni 34 espèces.



**Figure 78. Courbes de richesse cumulée pour la localité de Siouane**

Les courbes d'accumulations des espèces n'ont pas atteint une asymptote pour Oued Z'hor, Siouane et Khenak Mayoune. Les deux estimateurs de la richesse spécifique suggèrent qu'au moins 17 espèces supplémentaires peuvent être attendues à Oued Z'hor, 13 à Siouane, et 13 à Khenak Mayoune, compte tenu de la pente de la courbe non asymptotique. Pour Kanoua, la courbe de l'estimateur de richesse Jackknife, diminue fortement dans sa partie distale et tend le plus vers l'asymptote. Cette courbe suggère qu'environ 8 espèces supplémentaires peuvent être attendues. C'est le taux le plus faible de toutes les localités. Le lien avec la perturbation de l'écosystème forestier est suspecté d'être la cause de cette pauvreté biologique, car c'est dans cette station que la forêt est la plus perturbée.

Le plus grand nombre de nouvelles découvertes probables se trouve à Oued Z'hor, et ressort clairement de la figure 79. Cette localité, la plus basse en altitude, présente non seulement la plus grande richesse de toutes les localités, avec 58 espèces récoltées (contre 34 à Siouane, 36 à Khenak Mayoune et 28 à Kanoua), mais encore une pente aussi marquée que les autres habitats à 19-22 relevés. (fig. 76-78).



**Figure 79. Courbes d'accumulation du nombre d'espèces observées (Localités)**

Cette remarquable quantité d'espèces nouvelles attendues dans la station de Oued Z'hor pourrait être lié à la nature de l'essence forestière (chêne zen et non pas chêne liège), et / ou à la moindre perturbation des habitats forestiers.

L'échantillonnage de toutes les stations à l'exception de Kanoua semble être insuffisant au vu des courbes d'accumulation, et la connaissance de cette faune de Collo nécessitera un échantillonnage complémentaire important.

### 2.2.2 Analyse de la diversité

Nous avons effectués des analyses en utilisant les indices de diversité suivants: Shannon, Simpson, équitabilité de Shannon et Berger-Parker (voir chapitre 2 : matériel et méthodes). Le nombre d'échantillons introduits est de 87 échantillons. Nous avons dans un premier temps réalisé une analyse globale incluant l'ensemble des relevés récoltés, et, dans un second temps, nous avons réalisé les mêmes analyses en introduisant les relevés de chaque localité d'étude séparément. Dans une première série d'analyses nous avons inclus toutes les espèces récoltées (tableau 13), tandis que dans la seconde série d'analyse l'espèce *Proisotoma minuta*, qui pullule dans deux localités (Kanoua et Siouane), a été écartée (Tableau 14).

Les tableaux 13-14 donnent les valeurs des indices de diversité pour le massif de Collo.

**Tableau 13. Indices de diversité pour les 4 localités d'étude (avec *Proisotoma minuta*)**

	Nb de relevés	Nb d'espèces	Effectif total	Shannon	Equitabilité Shannon	1/Simpson	Berger Parker	Espèce dominante
<b>Global</b>	87	70	6052	3,47	0,566	3,99	0,48	<i>Proisotoma minuta</i>
<b>Oued Z'hor</b>	26	58	1346	4,53	0,773	16,04	0,11	<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>
<b>Khenak Mayoune</b>	19	36	613	3,94	0,762	9,83	0,2	<i>Folsomia penicula</i>
<b>Kanoua</b>	20	28	1257	2,81	0,585	4,07	0,44	<i>Proisotoma minuta</i>
<b>Siouane</b>	22	34	2836	1,41	0,277	1,56	0,8	<i>Proisotoma minuta</i>

Une forte disparité est manifeste entre les valeurs des indices. Elle résulte des pullulations locales de *Proisotoma minuta*, comme le montrent les mêmes analyses excluant cette espèce (tableau 14).

La dominance de cette espèce en termes de nombre de spécimens est écrasante, et sa distribution spatiale très irrégulière est à l'origine de l'hétérogénéité observée, qui rend problématique toute comparaison des localités.

Ces pullulations n'ont pas pu être reliées à des particularités locales, alors qu'on sait que l'espèce est habituellement liée aux habitats dégradés riches en matière organique en Europe. Les analyses dont *P. minuta* a été exclue fournissent des indices beaucoup plus comparables entre stations, Oued Z'hor (basse altitude) ayant de loin la richesse et les indices de diversité les plus élevés, associés à un indice de dominance moindre. Les trois autres stations sont caractérisées par des valeurs moins élevées de la plupart des indices, et une dominance bien plus marquée. Il est enfin à noter que les espèces dominantes sont différentes dans chaque station.

**Tableau 14. Indices de diversité pour les 4 localités d'étude (sans *Proisotoma minuta*)**

	Nb de relevés	Nb d'espèces	Effectif total	Shannon	Equitabilité Shannon	1/Simpson	Berger Parker	Espèces dominantes
<b>global</b>	87	69	3102	4,82	0,789	20,15	0,11	<i>Folsomia penicula</i>
<b>Oued Z'hor</b>	27	57	1312	4,47	0,766	15,4	0,11	<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>
<b>Khenak Mayoune</b>	19	35	506	3,96	0,772	9,57	0,25	<i>Folsomia penicula</i>
<b>Kanoua</b>	20	27	706	3,25	0,683	5,88	0,34	<i>Pseudachorutes deficiens</i>
<b>Siouane</b>	22	33	578	3,35	0,663	6,08	0,31	<i>Heteromurus nitidus</i>

Par rapport à la littérature, les valeurs des indices incluant *P. minuta* sont atypiques, mais les mêmes indices sans cette espèce sont tout à fait comparables à ce qui a pu être publié. Par exemple, pour 32 échantillons de taille standard (250 m<sup>3</sup>) d'une hêtraie pyrénéenne, Deharveng (1996) trouve 3413 individus de Collemboles et des valeurs de 3,56 pour le Shannon, 6,67 pour le Simpson, et 0,63 pour l'équitabilité du Shannon, des valeurs semblables à celles que nous avons trouvées à Collo dans un environnement forestier méditerranéen pourtant très différent.

### 2.2.3 Analyse des similarités

Des richesses spécifiques semblables ne signifient pas forcément que des compositions en espèces soit comparable. Nous avons entrepris des analyses sur les similarités des échantillons d'abord par localité ensuite par habitat pour détecter les divergences dans la répartition des espèces de Collemboles que ce soit au sein des habitats ou dans les différentes stations d'études. Les tableaux en annexe (Tableaux S3 à S19 : Annexes) présentent les résultats de ces analyses.

#### 2.2.3.1 Comparaison des différentes localités

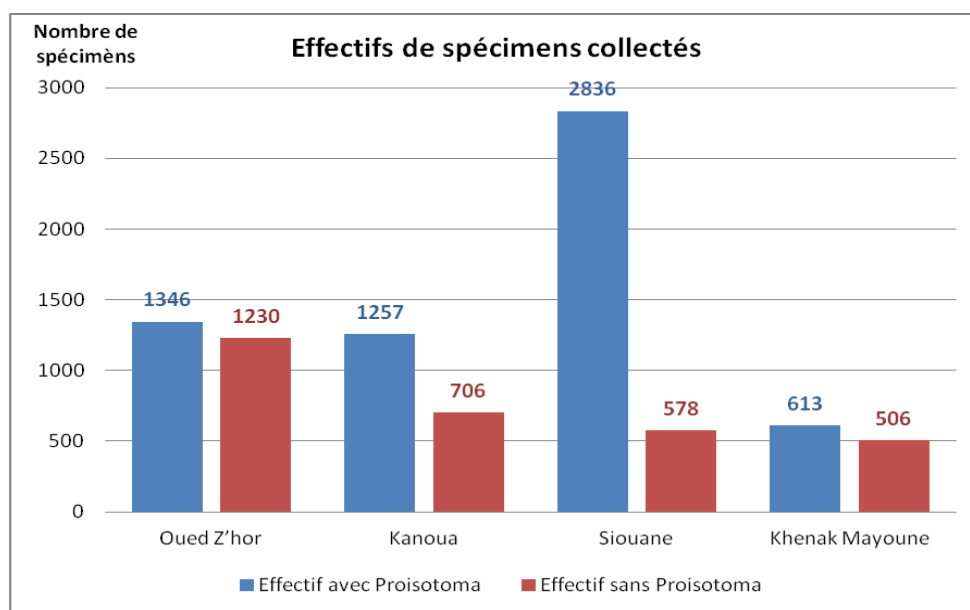
L'ensemble des valeurs relatives au nombre de relevés analysés dans l'étude écologique, aux effectifs (nombre de spécimens récoltés) et au nombre d'espèces pour les différentes localités est résumé dans le tableau 15.

**Tableau 15. Effectifs, nombre de relevés et nombre d'espèce par localité en présence (« avec ») et en absence (« sans ») de *Proisotoma minuta*. Les différences les plus importantes entre « avec » et « sans » sont en rouge.**

	Relevés analysés	Effectifs avec	Effectifs sans	Nombre d'espèces avec	Nombre d'espèces sans
Oued Z'hor	26	1346	1230	58	57
Kanoua	20	1257	706	28	27
Siouane	22	2836	578	34	33
K. Mayoune	19	613	506	36	35
Total	87	6053	3020	70	69

Le tableau 15 montre que les effectifs dans les différentes localités d'étude sont assez semblables une fois que l'espèce *Proisotoma minuta* est écartée des relevés analysés, sauf pour Oued Z'hor, la plus riche des localités, qui abritait un petit nombre de spécimens de cette espèce et donc a un effectif total de Collemboles peu différent entre « avec » et « sans » *P. minuta*.

La figure 80 illustre les valeurs des effectifs et leurs fluctuations en fonction de la présence / absence de l'espèce *Proisotoma minuta* dans les relevés.



**Figure 80. Effectifs (Nombre de spécimens) récoltés par localités**

Le nombre assez élevé de spécimens récoltés à Siouane est dû à la présence de l'espèce *Proisotoma minuta* qui parfois pullule avec des populations pouvant atteindre les 900 individus par relevé de 250 cm<sup>3</sup>.

Certaines espèces présentent une large distribution dans le massif de Collo. *Folsomia penicula*, *Bilobella aurantiaca*, *Friesea laouina*, ou *Protaphorura armata*, par exemple sont présentes dans les relevés des quatre localités d'étude, tandis que d'autres sont rares et récoltées dans une seule station (*Edoughnura* sp. *Proisotoma* sp., et *Orchesella* sp., à Oued Z'hor, *Folsomia candida* à Siouane). La localité de Oued Z'hor se démarque des autres localités par un nombre d'espèces nettement plus élevé

En termes de similarité, les valeurs des indices (dont la signification écologique est brièvement expliquée dans le Chapitre 2) sont assez comparables entre les différents couples de localités. Les moins similaires sont Kanoua et Oued Z'hor, les plus similaires Kanoua et Siouane. L'originalité de Oued Z'hor, déjà évidente en termes de richesse spécifique, se retrouve donc en termes de composition des peuplements.

**Tableau 16. Indices des similarités entre localités avec et sans *Proisotoma minuta***

« Avec »

	Jaccard	Sorensen	Morisita
Oued Z'hor vs Siouane	0,37	0,54	0,07
Oued Z'hor vs Khenak mayoune	0,49	0,66	0,43
Oued Z'hor vs Kanoua	0,46	0,63	0,15
Khenak Mayoune vs Siouane	0,46	0,63	0,38
Khenak Mayoune vs Kanoua	0,49	0,66	0,6
Kanoua vs Siouane	0,55	0,71	0,79

« Sans »

	Jaccard	Sorensen	Morisita
Oued Z'hor vs Siouane	0,36	0,53	<b>0,23</b>
Oued Z'hor vs Khenak mayoune	0,48	0,65	0,45
Oued Z'hor vs Kanoua	0,45	0,62	0,19
Khenak Mayoune vs Siouane	0,45	0,62	<b>0,15</b>
Khenak Mayoune vs Kanoua	0,48	0,65	0,45
Kanoua vs Siouane	0,54	0,7	<b>0,08</b>

L'indice de Jaccard (cf. chapitre 2) est basé sur la présence / absence des espèces composant l'échantillon. Les valeurs obtenue dans nos analyses sont voisines entre deux localités, mais faibles. Les espèces à large distribution dans le massif sont à l'origine de la similarité entre



localités (*Bilobella aurantiaca*, *Superodontella tayaensis*, *Heteromurus major*... etc), mais il y a par ailleurs un grand nombre d'espèces plus rares, qui sont souvent des endémiques (*Edoughnura* sp., *Isotomurus* sp., *Friesea major*...) et sont à l'origine des faibles dissimilarités observées. La similarité minimale est observée entre Oued Z'hor et Kanoua, qui diffèrent par 31 espèces (52%) sur les 59 identifiées pour l'ensemble des deux localités. Ainsi la faune de Oued Z'hor est riche en espèces rares trouvées en petit nombre ou en un seul spécimen, tandis que la faune de Kanoua est pauvre en espèces rares et riche en espèces à large distribution dans Collo. Nous pouvons dire qu'il existe un effet de la localisation géographique de chaque station d'étude sur l'organisation spatiale de la faune Collembologique dans le massif de Collo.

### 2.2.3.2 Similarités entre habitats

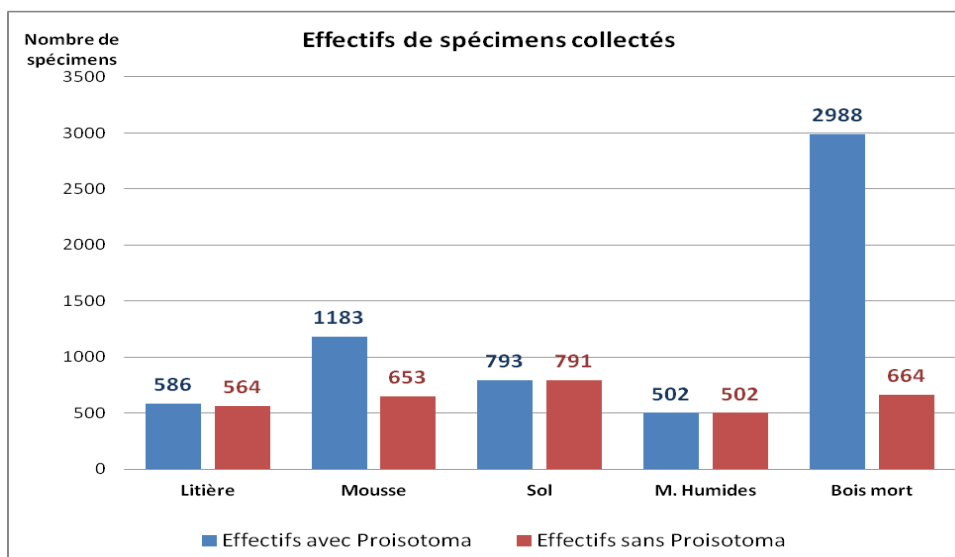
Le tableau 17 regroupe l'ensemble des valeurs relatives au nombre de relevés analysés dans l'étude écologique, les effectifs (nombre de spécimens récoltés) ainsi que le nombre d'espèce pour les différents habitats. Cette analyse nous permet d'évaluer la répartition de la richesse spécifique dans les différents habitats. Ces différences sont illustrées par les analyses de diversité effectuées.

**Tableau 17. Effectifs, Nombre de relevés et nombre d'espèce par habitat en présence (« avec ») et en absence (« sans ») de *Proisotoma minuta*. Les différences les plus importantes entre « avec » et « sans » sont en rouge**

	R analysé	Effectif avec	Effectif sans	Nombre d'espèces avec	Nombre d'espèces sans
Litière	19	586	564	43	42
Mousse	12	1183	653	46	45
Sol	19	793	791	39	38
M. Humides	18	502	502	40	39
Bois mort	19	2988	664	43	42
Total	87	6052	3174	70	69

Le tableau 17, montre que les effectifs dans les différents biotopes sont assez semblable après avoir écarté l'espèce *Proisotoma minuta* des relevés analysés.

La figure 81 illustre les valeurs des effectifs et leurs fluctuations en fonction de la présence / absence de l'espèce *Proisotoma minuta* dans les relevés.



**Figure 81. Effectifs (Nombre de spécimens) récoltés par habitat**

Les résultats sont illustrés dans les figures ci-dessus :

La figure 81 illustre les effectifs en nombre d'espèces en rapport avec le total d'espèces récoltées pour chaque localité échantillonnée dans le massif de Collo. Les valeurs de la richesse spécifique des différents habitats sont, à quelques espèces près, similaires. La mousse est le milieu le plus peuplé (46 espèces). Comme attendu le sol est le milieu le plus pauvre (39 espèces). Vingt-cinq espèces, parmi lesquelles *Bilobella aurantiaca*, *Folsomia penicula*, *Friesea laouina*, *Proisotoma minuta* ou *Protaphorura armata* (Tableau 12), sont présentes dans les relevés des cinq habitats. Vingt-et-une espèces ne se trouvent que dans un seul ou deux habitats, parmi lesquelles *Edoughnura* sp., *Folsomia candida*, *Proisotoma* sp. ou *Orchesella* sp.

**Tableau 18. Indices de similarité entre les habitats, avec et sans *Proisotoma minuta***

« avec »

	Jaccard	Sorensen	Morisita
Litière vs Mousse	0,65	0,79	0,25
Litière vs Bois mort	0,51	0,67	0,11
Litière vs Sol	0,58	0,73	0,75
Litière vs Milieux humides	0,63	0,77	0,64
Mousse vs Bois mort	0,51	0,67	0,11
Mousse vs Sol	0,52	0,68	0,1
Mousse vs Milieux humides	0,65	0,79	0,53
Bois mort vs Sol	0,58	0,73	0,02
Bois mort vs Milieux humides	0,57	0,72	0,34
Milieux humides vs Sol	0,55	0,71	0,54

**« Sans »**

	Jaccard	Sorensen	Morisita
Litière vs Mousse	0,64	0,78	<b>0,46</b>
Litière vs Bois mort	0,5	0,67	0,3
Litière vs Sol	0,57	0,73	0,76
Litière vs Milieux humides	0,62	0,77	0,66
Mousse vs Bois mort	0,45	0,62	0,15
Mousse vs Sol	0,51	0,67	<b>0,28</b>
Mousse vs Milieux humides	0,65	0,79	0,44
Bois mort vs Sol	0,57	0,73	<b>0,23</b>
Bois mort vs Milieux humides	0,56	0,72	0,21
Milieux humides vs Sol	0,54	0,7	0,62

Le patron de similarité qui ressort des valeurs du tableau 18 appelle deux remarques intéressantes :

1) Les valeurs des indices de similarité basés sur les présences / absences sont peu différentes entre couples d'habitats, ce que nous n'avons pas su interpréter. Par contre, les valeurs du Morisita sont beaucoup plus dispersées. Ce dernier résultat suggère des structures d'abondance hétérogènes au sein des différents relevés.

2) Les valeurs similaires des richesses spécifiques des différents habitats contrastent avec les valeurs plutôt modérées des indices de similarité, y compris le Morisita « sans » *Proisotoma minuta*.

## **2.3 Ecologie des communautés**

### **2.3.1 Structure du peuplement**

Nous avons utilisé des analyses multivariées (Analyse en Composantes Principales ou ACP) pour représenter la structure des peuplements dans un système d'axes dont nous avons tenté de définir la signification. Le travail a été réalisé par Jean-François Ponge, et nous avons repris les interprétations à la lumière des traits de vie des espèces et de nos connaissances de la faune régionale.

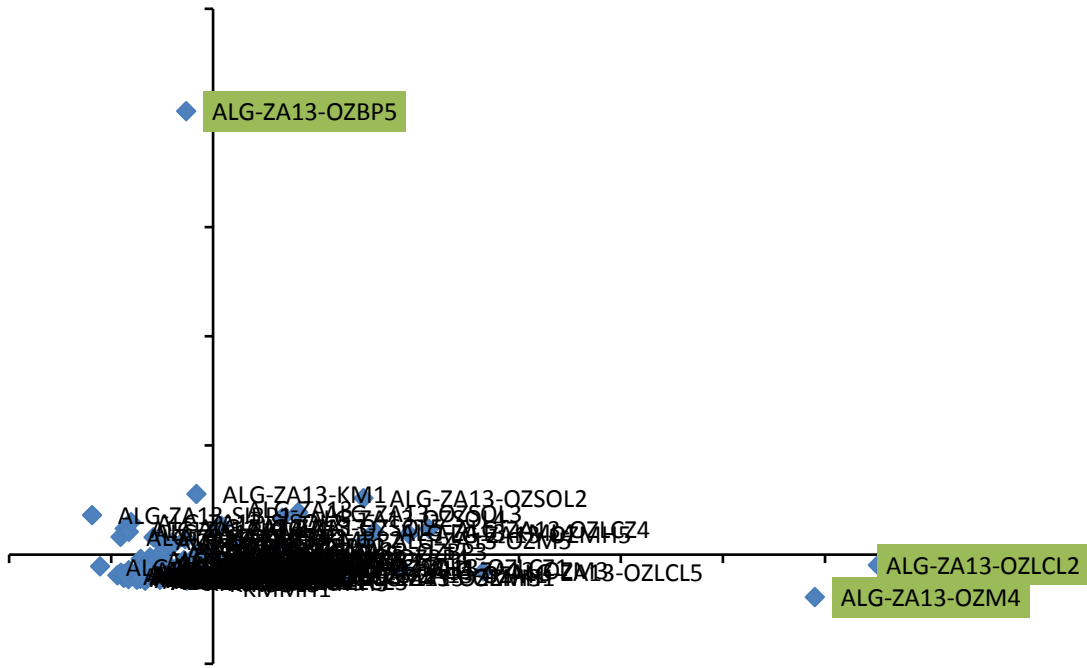


Figure 82. (ACP1). Analyse des relevés avec code-relevés  
(Codes échantillons cf. annexes, tableau S2)

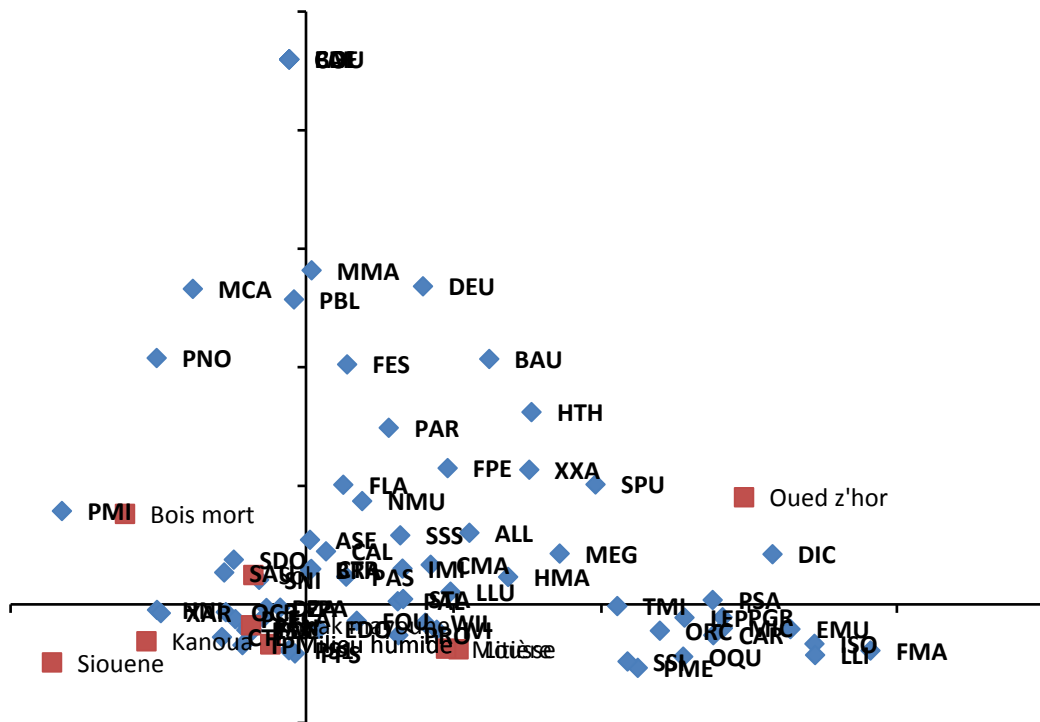
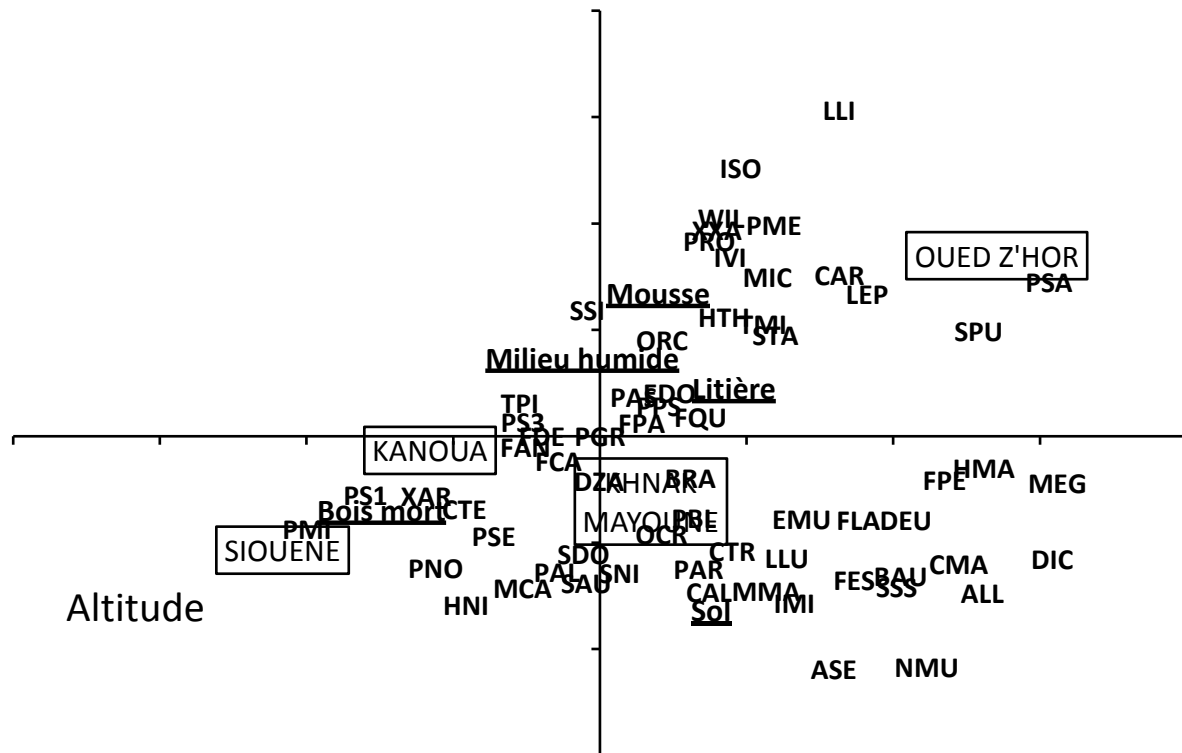


Figure 83. (ACP2) Analyse par espèces et localités. (Abréviations des espèces cf. Annexes, tableau S2)

Une première analyse (figure 82. ACP1) montre que trois prélèvements sont des "outliers", car ils sont les seuls à contenir des espèces absentes de tous les autres relevés. Ils génèrent donc à eux seuls des axes qui n'ont pas de signification écologique (au sein de l'échantillon étudié) car on ne sait pas quelles sont les particularités de ces relevés.

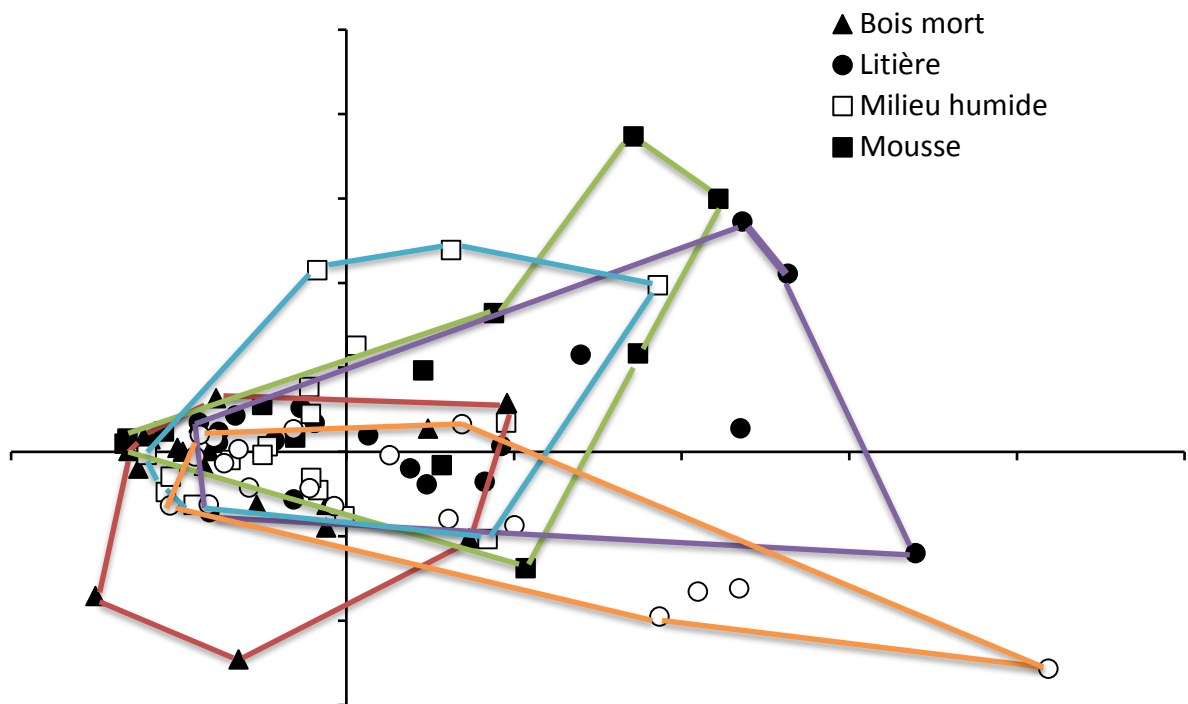
Une deuxième série d'analyses ("ACP2") a été réalisée en plaçant ces relevés en observations supplémentaires. Ils ne sont donc pas supprimés mais ne participent plus à la formation des axes.



**Figure 84. (ACP3) Les outliers en variables supplémentaires. (Abréviations des espèces, cf. Annexes, tableau S2)**

Dans la figure 84 (ACP3) (représentant les espèces, les indicateurs d'habitat et de localisation géographique en variables supplémentaires), On voit que le premier axe oppose le bois mort (à gauche) à la litière et au sol (à droite), alors que le second axe oppose la mousse (en haut) au sol (en bas).

On voit bien par ailleurs que l'étalement des 4 localités le long de l'axe 1 de la figure 84 (ACP3) correspond à un gradient d'altitude (qui augmente de la droite vers la gauche comme l'explique la projection du vecteur "Altitude").



**Figure 85. (ACP4). Analyses en fonction de l'habitat avec points relevés**

La projection des relevés (AXE 1, figure 85, ACP4) montre que l'on n'a pas affaire à des groupements nettement séparés mais plutôt à des variations continues dans la composition spécifique, avec de forts chevauchements. Il y a de fortes différences entre les localités, ce qui semble indiquer que selon la provenance géographique un même habitat ne présente pas la même composition spécifique. Pour le mettre en évidence il faudrait pratiquer des analyses partielles, sur un seul type d'habitat. Il est aussi possible de tester certaines hypothèses, comme par exemple: la composition spécifique plus influencée par le type d'habitat que par la provenance géographique. L'analyse de redondance, comme nous le verrons plus loin, définira ce type d'hypothèse.

### 2.3.2 Analyses de redondance

Plusieurs analyses de redondance, qui permettent de tester si des variables environnementales (ici l'habitat ou la localité) influencent la composition spécifique montrent que (Les valeurs de la variance sont en rouge) :

- l'habitat influence la composition spécifique.

Inertie :	Valeur	%
Totale	64,000	100,000
Contrainte	4,393	6,863
Non-contrainte	59,607	93,137

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	1,179
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

- la localité influence la composition spécifique

Inertie :	Valeur	%
Totale	64,000	100,000
Contrainte	5,214	8,147
Non-contrainte	58,786	91,853

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	1,892
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

- L'habitat et la localité (réunis) influencent la composition spécifique.

Inertie	Valeur	%
Totale	64,000	100,000
Contrainte	9,491	14,829
Non-contrainte	54,509	85,171

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	1,592
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

- la localité influence la composition spécifique indépendamment de l'effet habitat

Inertie :	Valeur	%
Totale	59,607	100,000
Contrainte	5,098	8,553
Non-contrainte	54,509	91,447

Résultats du test de permutation	
Permutations	500
Pseudo F	1,995
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

- l'habitat influence la composition spécifique indépendamment de l'effet localité

Inertie	Valeur	%
Totale	58,786	100,000
Contrainte	4,277	7,275
Non-contrainte	54,509	92,725

Résultats du test de permutation	
Permutations	500
Pseudo F	1,255
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

La décomposition de la variance montre que 14,8% de la variance totale est expliquée par l'habitat et la localité, dont 6,8% pour l'effet pur de l'habitat, 8,0% pour l'effet pur de la localité et 0,2% pour leur interaction. L'interaction entre habitat et localité est négligeable, ce qui veut dire qu'il faut chercher des causes différentes dans leur effet respectif sur la distribution des espèces : il existe un facteur autre que l'habitat qui explique les différences observées entre les localités, c'est l'altitude. La faible valeur de la variance expliquée (15%) est normale lorsqu'on a un aussi grand nombre de variables et de nombreux zéros dans la matrice de données : les fluctuations sont importantes d'un prélèvement à l'autre, même lorsque les conditions sont identiques, essentiellement en lien avec la petitesse des prélèvements effectués, car toutes les espèces pouvant être présentes sont très loin d'être effectivement présentes comme le montrent les courbes d'accumulation présentées plus haut. C'est typique de la faune du sol. L'important est qu'on ait un fort pouvoir explicatif des facteurs tels que l'habitat et la localité, le nombre de prélèvements effectués compensant la faible information apportée par chacun d'entre eux.

### **Analyses de redondance sur les rapports entre les différents facteurs (Habitat, localité et altitude)**

Les tests de redondances montrent clairement que l'effet de l'altitude était toujours présent lorsqu'on annulait l'effet du micro-habitat.

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	3,209
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

De même l'effet localité subsiste lorsqu'on se débarrasse de l'effet altitude et de l'effet habitat.

Inertie	Valeur	%
Totale	61,018	100,000
Contrainte	2,232	3,658
Non-contrainte	58,786	96,342

Résultats du test de permutation :	
Permutations	500
Pseudo F	1,215
p-value	< 0,0001
alpha	0,050

Il y a donc bien un effet de l'altitude, un effet localité et un effet habitat, les effets ne sont pas confondus même s'ils sont corrélés. Pour comparer la "force" de ces effets, on peut prendre la valeur du pseudo-F (qui exprime un rapport de variance) dans les RDA simples. On voit que l'effet de l'altitude (pseudo-F=3,128) est plus fort que l'effet de la localité (pseudo-F = 1,892),



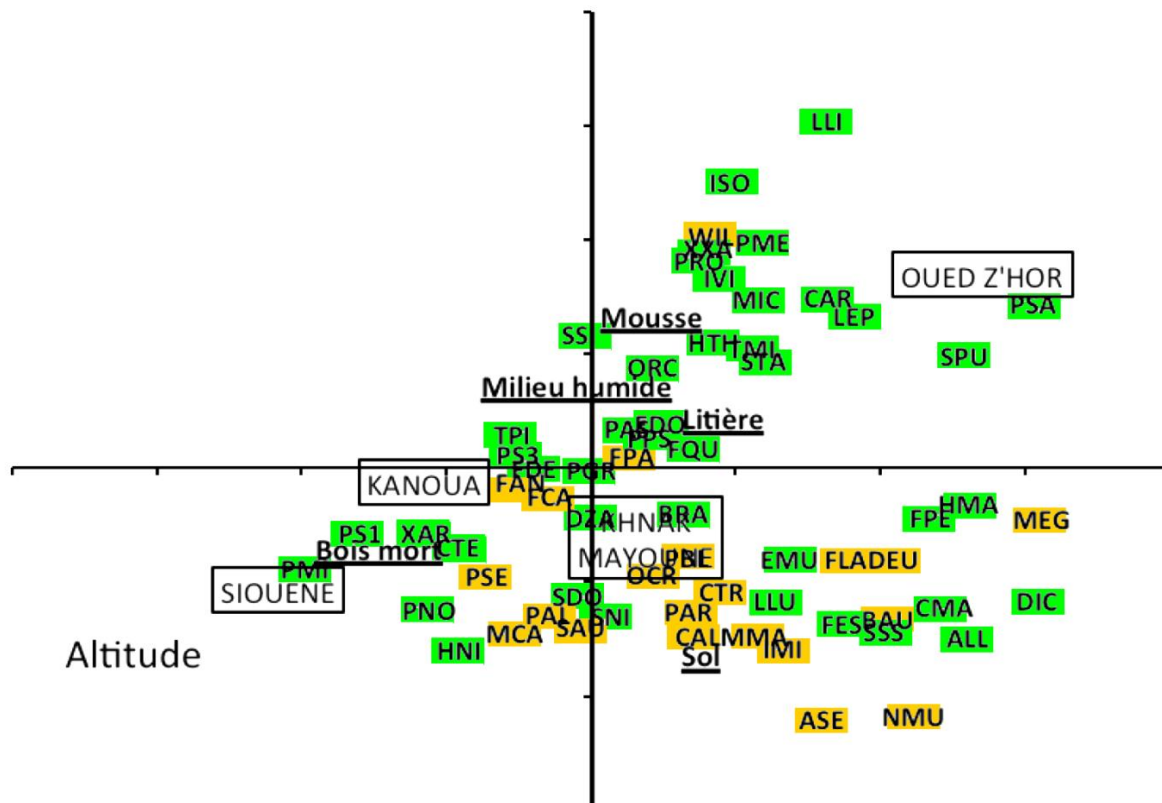
lui-même légèrement plus fort que l'effet de l'habitat (pseudo-F = 1,179), et l'effet de l'altitude est plus fort que l'effet de la localité et de l'habitat réunis (pseudo-F = 1,592).

**Tableau 19. Comparaison des résultats des tests de permutation des différents facteurs**

	Effet de l'altitude	Effet de la localité	Effet de l'habitat
Permutations	500	500	500
Pseudo F	3,128	1,892	1,179
p-value	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
alpha	0,050	0,050	0,050

### 2.3.3 Caractérisation de la distribution des types biomorphologiques en fonction du type de milieu

Le graphique de la figure 86, tiré des AFC, représente la distribution des espèces en fonction des différents milieux de vie, sur lequel a été porté la **forme biomorphologique** de chaque espèce. Cette approche vise à tester visuellement le lien entre type biomorphologique, et milieu de vie.



**Figure 86. Caractérisation de la distribution des types biomorphologiques en fonction du type de milieu**

On voit que les nuages de points verts (hemiédaphon) et de points orange (euédaphon) se chevauchent, mais ont un centre de gravité bien différent. Il y a peu d'espèces de l'euédaphon près de Oued Z'hor et dans les habitats mousse, litière, milieux humides. Il y en a beaucoup dans les milieux bois mort et sol, et près des trois autres localités.

Le lien sol – morphologie de type euédaphon est très net, mais n'est pas un lien exclusif puisque l'euédaphon est également bien représenté dans les mousses. De même, les morphologies de type hémiédaphon sont bien représentées à proximité des sols.

La localité Oued Z'hor est une fois de plus originale par l'absence de formes de l'eudéaphon hormis une rare *Willemia*.

### 3 Comparaison avec le massif de l'Edough

Bien que la comparaison entre les deux massifs ait été réalisée, nous tenons à rappeler que l'intensité et les méthodes d'échantillonnage ont été bien différentes. Certains groupes à l'Edough n'ont pas été identifiés de façon complète (par exemple les Entomobryomorphes), et certaines espèces ont été écartées de l'étude pour cause de doute sur leur identification qui a été réalisée par différents taxonomistes et pour lesquelles nous n'avions plus les spécimens.



**Figure 87. Localisation géographique des deux massifs comparés**

#### 3.1 Composition des communautés de Collemboles

Le tableau 20 dresse la liste de toutes les espèces de Collemboles connues à ce jour, et leur biogéographie, des deux massifs. Nous avons surlignés en vert les espèces communes aux deux massifs.

**Tableau 20. Composition de la faune Collembologique de Collo et d'Edough incluant données de la littérature et données de nos observations, et incluant entre autres toutes les espèces des relevés standard**

Remarque : les lignes en vert représentent les espèces communes aux deux massifs.

**Abréviations :** **C** : Cosmopolite, **Ci** : Cote d'ivoire, **E** : Endémique, **Eu** : Europe, **N.A** : Non applicable (forme non identifiée à l'espèce), **NEu** : Europe du nord, **P** : Portugal, **S** : Espagne, **SEu** : Europe du Sud, **unconf** : unconfirmed data from literature, **W** : Large distribution en et hors Europe, **WEu** : Europe de l'ouest. La nomenclature taxonomique est conforme à la liste de référence fournie par Fauna Europaea (Deharveng 2013).

COLLO	EDOUGH
<b>I. Poduromorpha</b>	
<b>Hypogastruridae Börner 1913</b>	
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1842) <b>(W)</b>	/
<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940) <b>(C)</b>	
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i> (Bagnall, 1941) <b>(C)</b>	
<i>Ceratophysella tergilobata</i> (Cassagnau, 1954) <b>(W)</b>	
<i>Microgastrura</i> sp. <b>(N.A)</b>	/
<i>Pseudacherontides</i> sp. <b>(E)</b>	/
<i>Willemia</i> sp. <b>(N.A)</b>	/
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i> Gama, 1959 <b>(W)</b>	/
<b>Odontellidae Deharveng, 1982</b>	
<i>Superodontella tayaensis</i> Arbea & al, 2013 <b>(E)</b>	
<i>Xenyllodes armatus</i> Axelson, 1903 <b>(W)</b>	
<b>Brachystomellidae Stach, 1949</b>	
<i>Brachystomella</i> sp. <b>(N.A)</b>	
<b>Neanuridae sensu Cassagnau, 1955</b>	
<b>a. Sous-famille : Frieseinae Massoud, 1967</b>	
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i> (Denis 1926) <b>(Eu)</b>	
/	<i>Friesea</i> cf. <i>claviseta</i> (Axelson, 1900) <b>(W)</b>
<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i> Börner, 1903 <b>(Eu)</b>	
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i> Arbea & Jordana, 1993 <b>(Eu)</b>	
/	<i>Friesea</i> cf. <i>mirabilis</i> (Tullberg, 1871) <b>Unconf (W)</b>
/	<i>Friesea</i> cf. <i>steineri</i> (Simon, 1975) <b>Unconf (S, P)</b>
/	<i>Friesea</i> cf. <i>truncata</i> (Cassagnau, 1958) <b>Unconf (W)</b>
<i>Friesea laouina</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2004 <b>(E)</b>	
<i>Friesea major</i> Deharveng et al., 2004 <b>(E)</b>	
/	<i>Friesea</i> sp. <b>(N.A)</b>
<b>b. Sous-famille : Neanurinae Börner, 1901</b>	
<i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912) <b>(W)</b>	
<i>Deutonura zana</i> Deharveng et al., 2015 <b>(E)</b>	

**Tableau 20. Composition de la faune Collembologique de Collo et d'Edough (suite)**

COLLO	EDOUGH
<i>Edoughnura</i> sp. (E)	/
/	<i>Edoughnura rara</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2007 (E)
/	<i>Endonura</i> sp. (N.A)
/	<i>Protanura</i> cf. <i>monticelli</i> (Caroli, 1910) (W)
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i> (Börner, 1903) (W)	
<i>Sensillanura austriaca</i> (Gama, 1963) (Eu)	/
<b>c. Sous-famille : Pseudachorutinae Börner, 1906</b>	
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i> Cassagnau, 1952 (W)	/
/	<i>Micranurida pygmaea</i> (Börner, 1901) (W)
<i>Pseudachorudina meridionalis</i> (Bonet, 1929) (W)	
<i>Pseudachorutella asigillata</i> (Börner, 1901) (W)	
/	<i>Pseudachorutes boerneri</i> (Schott, 1902) (W)
/	<i>Pseudachorutes</i> cf. <i>subcrassus</i> (Tullberg, 1871) (W)
<i>Pseudachorutes deficiens</i> Zoughailech et al., 2016 (E)	/
/	<i>Pseudachorutes parvulus</i> (Börner, 1901) (W)
<i>Pseudachorutes labiatus</i> Zoughailech et al., 2016 (E)	/
<i>Pseudachorutes octosensillatus</i> Zoughailech et al., 2016 (E)	/
/	<i>Pseudachorutes</i> sp. (N.A)
<b>Onychiuridae Börner, 1913</b>	
<i>Deuteraphorura</i> sp. (N.A)	/
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869) (W)	
/	<i>Onychiurus</i> sp. (N.A)
<b>Tullbergiidae</b>	
/	<i>Mesaphorura critica</i> (Ellis, 1976) (W)
/	<i>Mesaphorura italica</i> (Rusek, 1971) (W)
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976 (W)	
/	<i>Mesaphorura pacifica</i> (Rusek, 1976) (S,P)
/	<i>Mesaphorura</i> sp. (N.A)
<b>II. ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913</b>	
<b>Isotomidae Börner, 1913</b>	
<i>Folsomia candida</i> Willem, 1902 (C)	
<i>Folsomides angularis</i> (Axelson, 1905) (W)	/
<i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939 (W)	/
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg 1871) (W)	/
/	<i>Folsomia</i> sp. (N.A)
/	<i>Folsomia trisetata</i> (Jordana & Ardanaz, 1981) (S)
<i>Folsomides parvulus</i> Stach, 1922 (C)	/
<i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900) (C)	
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i> Bourlet, 1839 (W)	/
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896) (W)	

**Tableau 20. Composition de la faune Collembologique de Collo et d'Edough (suite)**

COLLO	EDOUGH
/	<i>Isotominella geophila</i> (Delamare, 1948) (Ic)
/	<i>Isotomurus</i> cf. <i>fucicolus</i> (Reuteur, 1876) (Eu)
/	<i>Isotomurus</i> gr. <i>balteatus</i> (Reuteur, 1876) Unconf (NEu)
/	<i>Isotomurus maculatus</i> (Schäffer, 1896) (WEu)
<i>Isotomurus</i> sp. (E)	/
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896) (W)	
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> Cassagnau, 1963 (E)	
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871) (C)	
<i>Proisotoma</i> sp. (N.A)	/
/	<i>Proisotomodes bipunctatus</i> (Axelson, 1903) (W)
<i>Tetracanthella pilosa</i> Schött, 1891 (W)	
/	<i>Tetracanthella</i> sp. (N.A)
<b>Entomobryidae Tömösvary, 1882</b>	
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg 1871) (W)	/
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i> (Templeton, 1835) (E)	
<i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889) (W)	
/	<i>Lepidocyrtus fimetarius</i> (Gisin, 1964) (Eu)
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775) (W)	/
<i>Lepidocyrtus</i> sp. (E)	/
<i>Orchesella quinquefasciata</i> (Bourlet, 1841) (Eu)	
<i>Orchesella</i> sp. (N.A)	/
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873) (W)	/
/	<i>Pseudosinella albida</i> (Stach, 1930) (SEu)
/	<i>Pseudosinella octopunctata</i> Börner, 1901 (C)
/	<i>Pseudosinella</i> sp. (N.A)
<i>Pseudosinella</i> sp.1 (N.A)	/
<i>Pseudosinella</i> sp.2 (N.A)	/
<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842) (C)	/
/	<i>Seira</i> sp. (N.A)
<b>Tomoceridae Schäffer, 1896</b>	
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862) (W)	/
<b>Cyphoderidae Börner, 1913</b>	
<i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i> Nicolet, 1842 (W)	/
<i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i> Delamare, 1948 (N.A)	/
/	<i>Cyphoderus</i> sp. (N.A)
<b>Oncopoduridae Denis, 1932</b>	
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i> Shoebbotham, 1911 (W)	
<b>III. SYMPHYPLEONA Börner, 1901</b>	
<b>Arrhopalitidae Richards, 1968</b>	
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i> Gisin, 1958 (W)	/
<b>Bourletiellidae Börner, 1912</b>	

**Tableau 20. Composition de la faune Collembologique de Collo et d'Edough (suite)**

COLLO	EDOUGH
<i>Bourletiellidae</i> sp. (N.A)	/
<b>Dicyrtomidae Börner, 1906</b>	
<i>Dicyrtomidae</i> sp. (N.A)	/
<b>Katiannidae Börner, 1913</b>	
/	<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862) (W)
/	<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitsch, 1863) (W)
<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868) (W)	/
<i>Sminthurinus signatus</i> (Krausbauer, 1898) (Eu)	/
<b>Sminthurididae Börner, 1906</b>	
<i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898) (W)	/
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898) (W)	
<b>Sminthuridae Börner, 1913</b>	
<i>Allacma</i> sp. (N.A)	/
<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893) (W)	
<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872) (W)	/
<b>IV. NEELIPLEONA Folsom, 1896</b>	
<b>Neelidae Folsom, 1896</b>	
<i>Megalothorax</i> sp. (N.A)	
<i>Neelus murinus</i> Folsom, 1896 (W)	
/	<i>Neelus</i> sp. (N.A)
<b>71</b>	<b>68</b>

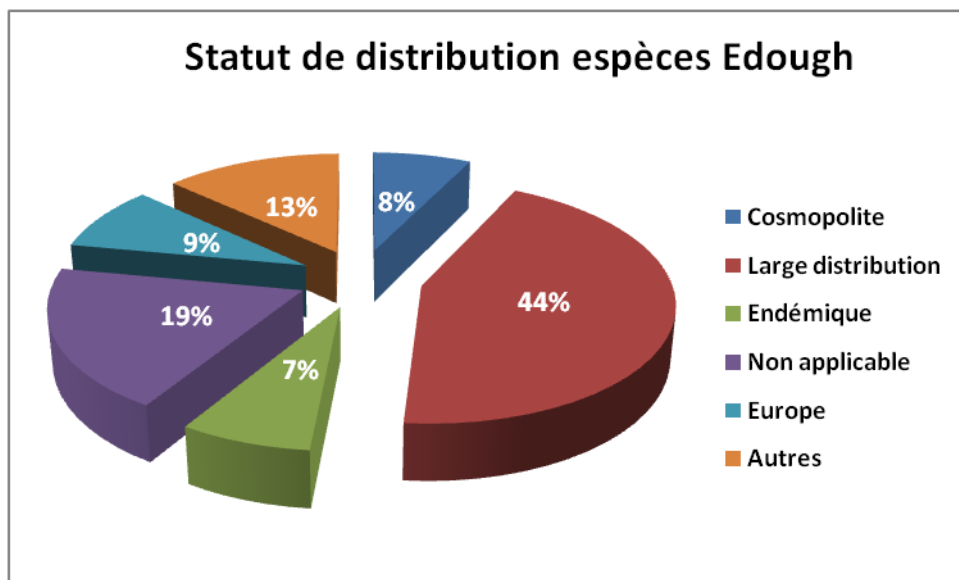
Sur les 71 espèces de Collo et les 68 de l'Edough, 33 sont communes aux deux massifs. Cette faible similarité est très intéressante d'autant plus qu'elle est soutenue par plusieurs taxons assez particuliers. Plusieurs espèces de la famille des Neanuridae sont présentes dans les deux massifs notamment : *Friesea* cf. *afurcata*, *Friesea* cf. *decemocolata*, *Friesea* cf. *espunaensis*, *Friesea laouina*, *Friesea major*, *Bilobella aurantiaca*, *Protanura* cf. *pseudomuscorum* et *Deutonura zana*. Sept espèces d'Isotomidae : *Folsomia candida*, *Hemisotoma thermophila*, *Isotomiella minor*, *Parisotoma notabilis*, *Proctostephanus sanctiaugustini*, *Proisotoma minuta*, *Tetracanthella pilosa* sont également communes aux deux massifs montagneux. La faune est par contre assez différente pour le reste des espèces. Parmi les différences les plus significatives, le nombre d'espèces à intérêt particulier propres à Collo: une dont la distribution biogéographique est exceptionnelle: *Sensillanura austriaca* (voir chapitre 3 : espèces remarquables), et autres espèces nouvelles pour le pays et l'Afrique (*Edoughnura* sp., *Proisotoma* sp., *Lepidocyrtus* sp., et *Isotomurus* sp.) ainsi que les nouvelles espèces pour la science décrites du massif (*Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes labiatus* et

*Pseudachorutes octosensillatus*) et celles propres à l'Edough (*Friesea laouina*, *Friesea major* et *Edoughnura rara*). Une autre différence significative s'illustre dans le nombre d'espèces d'Hypogastruridae qui est très différent entre les deux massifs avec une richesse plus importante à Collo (8 espèces, contre 3 à l'Edough). Toutefois, ces importantes différences entre Collo et Edough sont en partie à mettre sur le compte de l'intensité d'échantillonnage, qui a été plus important à Collo, en particulier pour les Entomobryomorphes.

**Tableau 21. Représentation du nombre d'espèces par statut de distribution pour les deux massifs**

	Collo	Edough
Cosmopolite	7	5
Large distribution	32	30
Endémique	12	5
Non applicable	14	13
Europe	6	6
Autres	0	9
Total	71	68

La figure 88 représente la répartition des espèces de l'Edough en fonction de leur statut de distribution. Pour la comparaison avec celles des espèces de Collo (voir Chapitre 3 : 1.1 Composition faunistique du massif de Collo).

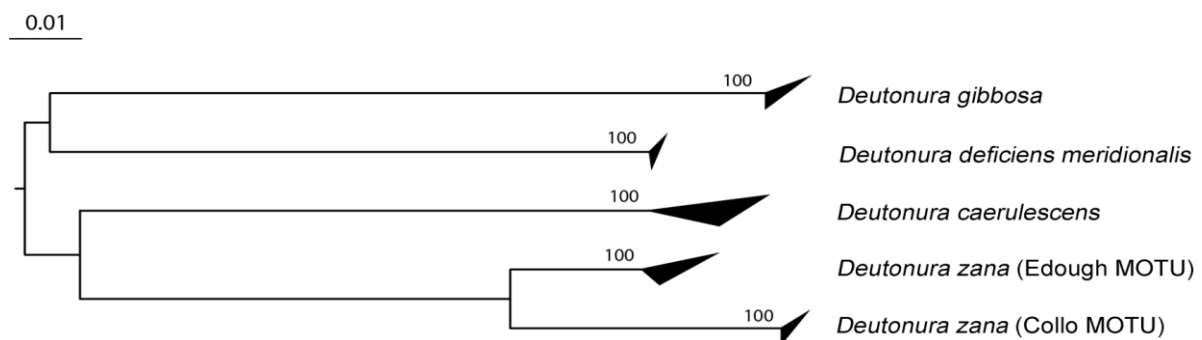


**Figure 88. Statut de distribution des espèces de l'Edough**

La faune recueillie à Collo est similaire à celle du massif de l'Edough quant au nombre d'espèces à large distribution, qui sont les plus nombreuses : on en compte 32 à Collo et 30 à l'Edough. Les espèces endémiques sont au nombre de 4 pour les deux massifs: à l'Edough (*Edoughnura rara*, *Deutonura zana*, *Friesea laouina* et *Friesea major*) ont été décrites du massif, à Collo les 4 espèces décrites sont : *Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes octosensillatus* et *Pseudachorutes labiatus* et *Deutonura zana* et donc sont endémiques du massif. Les autres sont nouvelles pour le pays et l'Afrique (*Pseudacherontides* sp., *Edoughnura* sp., *Isotomurus* sp., *Proisotoma* sp., *Lepidocyrtus* sp.), endémiques d'autres localités du Nord-est algérien (*Friesea laouina*, *F. major* de l'Edough, *Superodontella tayaensis* de Guelma) pour Collo.

### 3.2 Vicariance

Un cas de vicariance entre les deux massifs est fourni par le genre *Edoughnura*. Le genre et son unique espèce *Edoughnura rara* ont été décrits pour la première fois de l'Edough (Deharveng et al., 2007). Les résultats de l'étude taxonomique présentés ici révèlent l'existence d'une seconde espèce à Collo et donc un lien entre les deux massifs. Par ailleurs, le barcode a mis en évidence une vicariance claire au sein de deux populations du Neanurinae, *Deutonura zana*. Ces deux populations provenant des deux massifs, présentent en effet une divergence génétique à un niveau intermédiaire entre divergence interspécifique et divergence intra-populationnelle (voir figure 89). Les analyses se poursuivent, mais il est probable que d'autres cas similaires seront mis en évidence. Es les barrières géographiques entre Collo et Edough ou la distance seule, qui peuvent rendre compte de cette diversité cryptique ? Des analyses beaucoup plus approfondies seront nécessaires pour répondre à cette question.



**Figure 89.** Arbre de distance (COI) représentant le niveau de divergence entre les deux populations de *Deutonura zana*, en comparaison de celui entre espèces voisines au sein du genre



## 4 Diversité génétique

### 4.1 La librairie barcode de référence des Collemboles du nord-est de l'Algérie

Le premier objectif du barcode était la mise en place d'une librairie de référence. Dans nos données, les espèces morphologiques analysées dans cette optique sont bien caractérisées par leur barcode, avec une diversité intra-populationnelle réduite. Mais lorsque différentes populations correspondant à une même espèce morphologique ont été barcodées, elles présentaient entre elles des divergences génétiques, parfois considérables. Chaque cluster homogène de séquences, visualisé sur l'arbre de distance, est considéré comme une unité génétique, un MOTU (Molecular Operational Taxonomic Unity). Au total, la librairie des ADN barcode pour les Collemboles du Nord-est algérien (Collo, Edough et régions intermédiaires) se monte à 126 séquences pour environ 41 MOTUs (en fonction des seuils de divergence choisis). D'autres séquences en cours d'interprétation sont également disponibles pour Batna, Guelma, El Kala. Bien que modeste, c'est à ce jour la plus importante librairie barcode pour les Collemboles d'Afrique du Nord et du Moyen Orient. Une librairie barcode des espèces du Djurjura et massifs avoisinants (Ait Mouloud, S., Université de Tizi Ouzou) est développée en parallèle.

### 4.2 La diversité cryptique

L'arbre de distances de la figure 90 a été dressé à partir des séquences barcode de spécimens issus de populations de Collo, Edough et Azzaba dont je dois la collecte à la bienveillance du professeur Hamra-Kroua. Le matériel a été récolté entre 2006 et 2011 lors de ses nombreux travaux sur la faune du Nord-est algérien. Cet arbre illustre entre autres les distances génétiques entre populations pour le COI, et le degré de diversification génétique au sein des populations. Plusieurs des espèces analysées ne l'ont pas été sur différentes populations, et ne présentent donc pas de diversité génétique, la population étudiée étant homogène, ou très réduite. Par contre, celles qui ont été barcodées sur plusieurs populations présentent plusieurs MOTUs, souvent un par population, reflétant une importante diversité cryptique, c'est à dire qui n'avait pas été détectée par la morphologie. Cette diversité cryptique est difficile à déchiffrer, car elle correspond à un large éventail de divergences génétiques. Ainsi, *Deutonura zana*, le Neanurinae le plus abondant avec *Protanura cf. pseudosmuscorum* dans le massif de l'Edough et de Collo, présente une divergence faible entre les populations analysées des deux massifs moindre que celle observée entre deux espèces (figure 89), alors qu'aucune différence morphologique n'a pu être décelée entre elles. En revanche, les quatre populations d'*Heteromurus major* barcodées présentent entre elles des différences génétiques

fortes, au niveau de différences interspécifiques, associées à de très faibles différences intra-populationnelles. Cette diversité cryptique soulève donc des problèmes du point de vue taxonomique et évolutif, en particulier quant au statut taxonomique à accorder à ces MOTUs. En cas de divergence génétique significative entre deux populations, nous avons donc recherché s'il était possible de retrouver des différences morphologiques entre les spécimens. Ce travail, très long et minutieux, est rendu particulièrement difficile lorsqu'il est effectué sur des peaux d'animaux après extraction de l'ADN. Nous l'avons réalisé pour quelques spécimens seulement de *Deutonura zana* et d'*Heteromurus major*, sans déceler jusqu'à présent de différence morphologiques entre MOTUs.

Ces résultats suggèrent qu'une diversité cryptique non négligeable existe au sein de la faune Collembologique de la région. Plusieurs facteurs peuvent rendre compte de cette observation : les basses plaines ont pu jouer le rôle de barrières au flux génique, ou simplement l'isolement géographique des deux massifs a limité les flux de gènes en raison de la faible capacité de dispersion des spécimens. Un échantillonnage impliquant des populations géographiquement intermédiaires sera nécessaire pour tester ces hypothèses.

#### 4.3 Liste des espèces, barcodées et leur localité de provenance

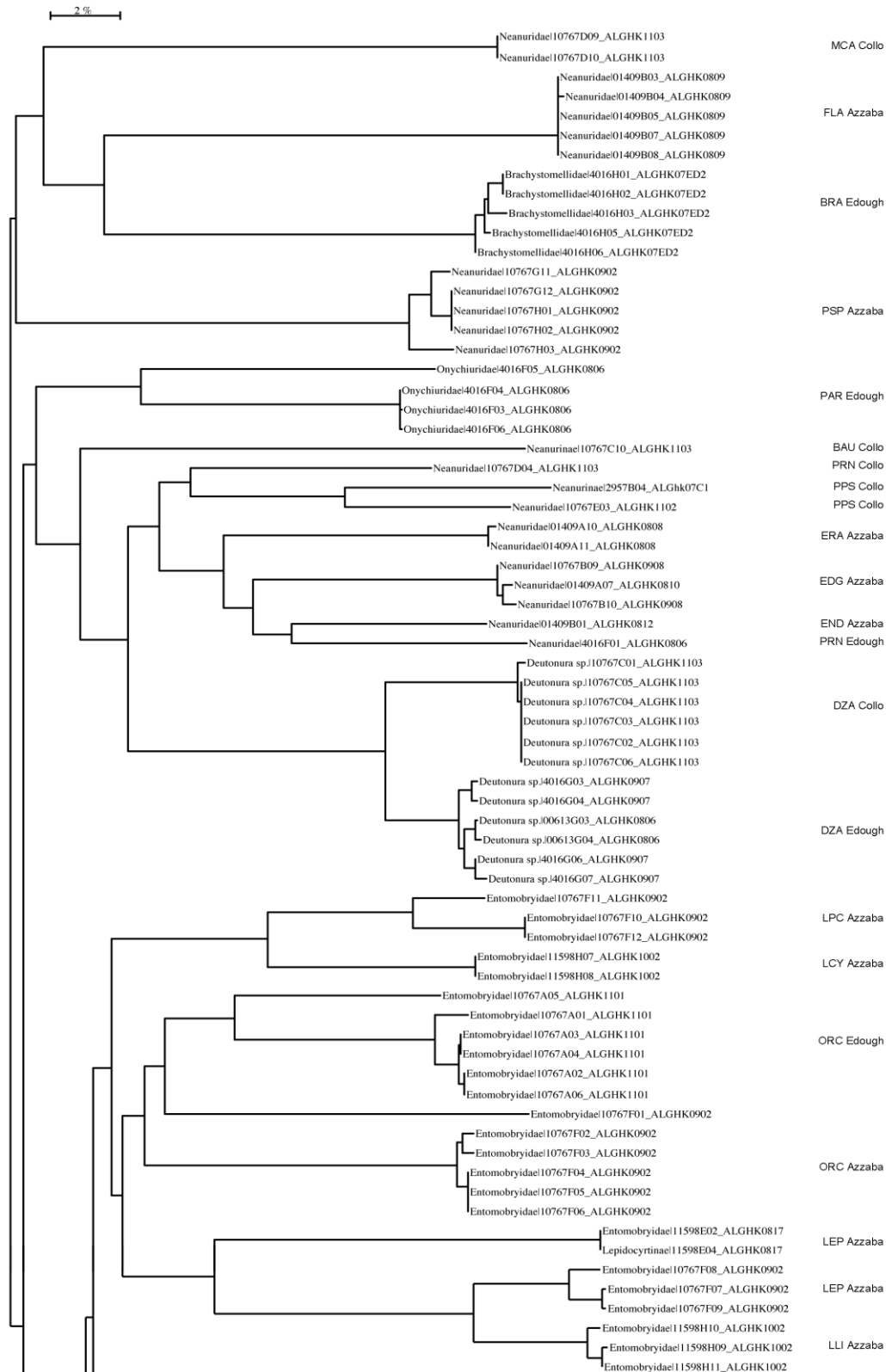
Le tableau 22 représente, les espèces ayant été barcodées, avec leur localité de provenance, le code de l'espèce utilisé dans l'arbre et le code de la séquence de chaque population. Cependant la liste n'est pas exhaustive, car nous avons sélectionné que les espèces ayant un intérêt pour notre travail.

**Tableau 22. Liste des espèces de Collo, Edough et Azzaba, barcodées**

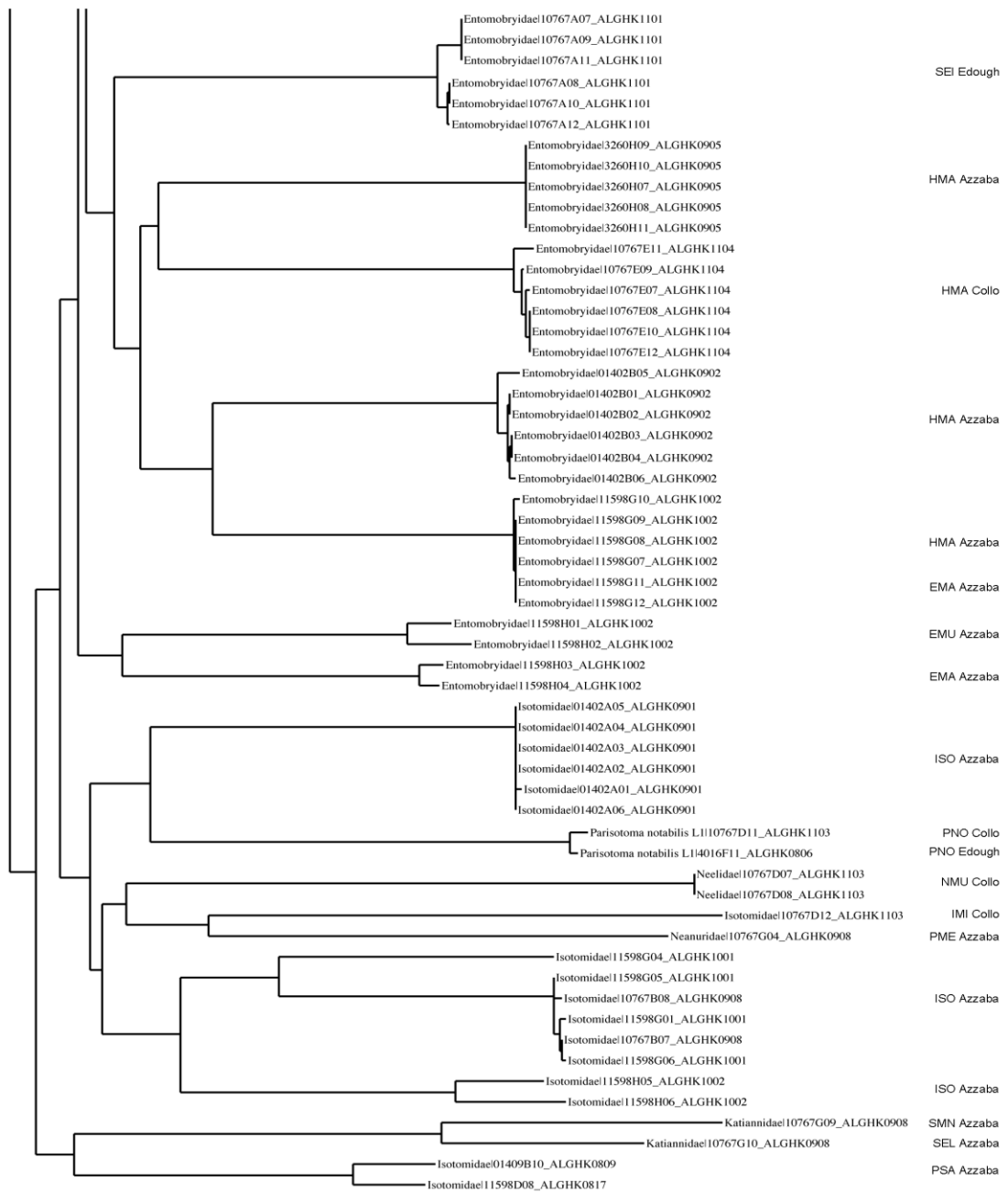
Espèce	Code espèce	Localité	MOTU	Code
<i>Bilobella aurantiaca</i>	BAU	Collo	1	Neanurinae 10767C11_ALGHK1103
<i>Bilobella aurantiaca</i>	BAU	Azzaba	1	Neanuridae 01409B09_ALGHK0809
<i>Brachystomella</i> sp.	BRA	Edough	1	Brachystomellidae 4016H2_ALGHK07ED2
<i>Deutonura zana</i>	DZA	Edough	1	Deutonura sp. 4016G03_ALGHK0907
<i>Deutonura zana</i>	DZA	Edough	1	Neanuridae 00613G02_ALGHK0806
<i>Deutonura zana</i>	DZA	Collo	1	Deutonura sp. 10767C01_ALGHK1103
<i>Edoughnura</i> sp.	EDG	Azzaba	1	Neanuridae 10767B10_1LGHK0908
<i>Edoughnura rara</i>	ERA	Azzaba	1	Neanuridae 01409A11_ALGHK0808
<i>Endonura</i> sp.	END	Azzaba	1	Neanuridae 01409B01_ALGHK0812
<i>Entomobrya marginata</i>	EMA	Azzaba	1	Entomobryidae 11598H03_ALGHK1002
<i>Entomobrya multifasciata</i>	EMU	Azzaba	1	Entomobryidae 11598H01_ALGHK1002
<i>Friesea laouina</i>	FLA	Azzaba	1	Neanuridae 01409B03_ALGHK0809
<i>Heteromurus major</i>	HMA	Collo	1	Entomobryidae 10767E07_ALGHK1104

**Tableau 22. Liste des espèces de Collo, Edough et Azzaba, barcodées (suite)**

Espèce	Code espèce	Localité	MOTU	Code
<i>Heteromurus major</i>	HMA	Azzaba	1	Entomobryidae 01402B05_ALGHK0902
<i>Heteromurus major</i>	HMA	Azzaba	1	Entomobryidae 11598G09_ALGHK1002
<i>Heteromurus major</i>	HMA	Azzaba	1	Entomobryidae 3260H10_ALGHK0905
<i>Isotomiella minor</i>	IMI	Collo	1	Isotomidae 10767D12_ALGHK1103
<i>Isotomurus</i> sp.	ISO	Azzaba	1	Isotomidae 01402A01_ALGHK0901
<i>Isotomurus</i> sp.	ISO	Azzaba	1	Isotomidae 11598G01_ALGHK1001
<i>Isotomurus</i> sp.	ISO	Azzaba	1	Isotomidae 10767B07_ALGHK0908
<i>Isotomurus</i> sp.	ISO	Azzaba	1	Isotomidae 11598H05_ALGHK1002
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i>	LCY	Azzaba	1	Entomobryidae 11598H07_ALGHK1002
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	LLI	Azzaba	1	Entomobryidae 11598H10_ALGHK1002
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	LPC	Azzaba	1	Entomobryidae 10767F10_ALGHK0902
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	LEP	Azzaba	1	Lepidocyrtinae 11598E01_ALGHK0817
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	LEP	Azzaba	1	Entomobryidae 10767F08_ALGHK0902
<i>Micranurida</i> sp.	MCA	Collo	1	Neanuridae 10767D09_ALGHK1103
<i>Neelus</i> sp.	NMU	Collo	1	Neelidae 10767D08_ALGHK1103
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	OCR	Edough	1	Entomobryidae 10767A01_ALGHK1101
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	OCR	Azzaba	1	Entomobryidae 10767F02_ALGHK0902
<i>Parisotoma notabilis</i>	PNO	Collo	1	Parisotoma notabilisL1 10767D11_ALGHK1103
<i>Parisotoma notabilis</i>	PNO	Edough	1	Parisotoma L1 4016F11_ALGHK0806
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	PPS	Collo	1	Neanurinae 2957B04_ALGHk07C1
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	PPS	Collo	1	Neanuridae 10767E03_ALGHK1102
<i>Protanura</i> sp.	PRN	Azzaba	1	Neanuridae 01409A03_ALGHK0810
<i>Protanura</i> sp.	PRN	Edough	1	Neanuridae 4016F01_ALGHK0806
<i>Protanura</i> sp.	PRN	Collo	1	Neanuridae 10767D05_ALGHK1103
<i>Protaphorura armata</i>	PAR	Edough	1	Onychiuridae 4016F04_ALGHK0806
<i>Pseudachorudina</i> sp.	PME	Azzaba	1	Neanuridae 01409B02_ALGHK0812
<i>Pseudachorudina</i> sp.	PME	Azzaba	1	Neanuridae 10767G04_ALGHK0908
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	PSP	Azzaba	1	Neanuridae 01767G11_ALGHK0902
<i>Seira</i> sp.	SEI	Edough	1	Entomobryidae 10767A07_ALGHK1101
<i>Sminthurinus</i>	SMN	Azzaba	1	Katianidae 10767G09_ALGHK0908
<i>Sminthurinus elegans</i>	SEL	Azzaba	1	Katianidae 10767G10_ALGHK0908



**Figure 90. Arbre de distances entre séquences COI des Collemboles de Collo, Edough et Azzaba** (nous avons regroupé sous le « Azzaba », l'ensemble des spécimens collectés dans la région située entre l'Edough, le massif de Collo et Constantine). Marqueur COI-5P, modèle Kimura 2. Filtre : séquences supérieures à 500 bp.



**Figure 90. Arbre de distances entre séquences COI des Collemboles de Collo, Edough et Azzaba (suite)**

## CHAPITRE 4 : DISCUSSION ET PERSPECTIVES

### 1 Discussion des résultats faunistiques et taxonomiques

#### Apport à la liste des Collemboles d'Algérie et d'Afrique du Nord

La première étude d'envergure sur le nord-est algérien (Cassagnau 1963) signalait seulement 30 espèces dont 21 nouvelles pour l'Afrique du nord, et 2 nouvelles pour la science. Ces valeurs relativement faibles s'expliquent par le caractère quelque peu dégradé des milieux échantillonnés, ainsi que par la difficulté d'accès à cette époque aux formations boisées des massifs de la région. Dans sa thèse d'état, Hamra-Kroua (2005) identifiait 113 espèces réparties sur 15 familles et 57 genres dans plusieurs localités du nord-est algérien.

Dans ce travail nous avons réalisé le premier inventaire de la faune des Collemboles pour la région de Collo. Nous y avons révélé la présence de 71 espèces de Collemboles appartenant à 52 genres et à 18 familles.

La richesse spécifique de Collo est presque similaire à celle de l'Edough, le massif voisin, dont l'étude faunistique avait révélé la présence de 68 espèces (Hamra-Kroua 2005). Nos résultats pour Collo incluent 4 espèces nouvelles décrites dans ce travail (*Pseudachorutes deficiens*, *Pseudachorutes octosensillatus*, *Pseudachorutes labiatus* et *Deutonura zana*) et 5 morpho-espèces absentes de l'Edough dont plusieurs sont probablement nouvelles pour la science (*Edoughnura* sp., *Heteromurus* cf. *nitidus*, *Proisotoma* sp., *Lepidocyrtus* sp., *Isotomurus* sp.).

Toutes ces espèces sont listées, leur distribution en Algérie est précisée et beaucoup sont commentées et illustrées (tableau S21 des annexes).

Suite à ce travail, la liste des espèces des Collemboles d'Algérie s'accroît de 18 espèces nouvelles pour ce pays et une espèce dont le statut est en suspens : *Lepidocyrtus* sp., (L'espèce est déjà signalée par Baquero et al. (2009) dans plusieurs localités du nord-est algérien mais nous n'avons pas pu vérifier s'il s'agit de la même espèce).

Comme l'Edough, Collo renferme une importante richesse en espèces nouvelles n'ayant jamais été signalée dans un seul massif ailleurs qu'à l'Edough en Algérie. C'est donc dire l'intérêt qu'il y aurait à prospecter davantage de stations, parfois d'accès difficile, mais aussi à prospecter différents milieux qui n'ont été que très sporadiquement ou pas du tout échantillonnés dans le nord-est algérien, en particulier les habitats très humides et la végétation.

### Sur l'intérêt biologique de la faune des Collemboles de Collo

La faune de Collo renferme des espèces rares et endémiques de grand intérêt patrimonial. La distribution de deux d'entre elles pose des problèmes biogéographiques très intrigants avec des disjonctions considérables des aires de distribution (*Pseudacherontides* sp. et *Sensillanura austriaca*). La localisation de *Sensillanura austriaca* soulève un problème biogéographique. Cette espèce, la seule du genre connue en Europe les autres étant nord-américaines, a été décrite d'Autriche puis retrouvée dans les Alpes françaises du Dauphiné. Son absence des Alpes du sud et de la péninsule italienne n'est compatible avec aucune des hypothèses biogéographiques relative à l'origine de la faune du Maghreb. Aucun autre taxon ne présente une telle distribution à notre connaissance parmi les invertébrés euro-méditerranéens. Le séquençage des spécimens de Collo a échoué mais il est certains que seules les analyses moléculaires seront en mesure d'apporter des éléments d'explication.

La proportion d'espèces endémiques de la région Edough, Azzaba, nord de Constantine et Batna dans la faune de Collo est élevée (12 espèces, soit 17%, dont un genre endémique de l'Edough et de Collo, *Edoughnura*), compte tenu de la petite taille du massif. Ces valeurs sont susceptibles de fluctuations, car la faune des régions avoisinantes est encore très mal connue et recèlent probablement des espèces seulement connues à Collo. A l'inverse, l'étude des Entomobryidae a été peu poussée, et on peut s'attendre à la découverte de nouvelles espèces endémiques dans les genres *Entomobrya*, *Lepidocyrtus*, *Pseudosinella* et *Orchesella*.

Le genre *Edoughnura*, très isolé dans la tribu Neaurini et endémique de l'Edough et Collo, mérite une attention particulière. Il a des affinités avec *Endonura* (fusion des tubercules Di sur Abd. V. combinée avec la séparation des tubercules Di et De sur la tête) dont il diffère par un ensemble de caractères morphologiques importants listés dans la description fournie dans le Chapitre 3 (espèces nouvelles non décrites). Sa mandibule rappelle celle de *Crossodontina*, un genre d'Asie orientale, qui n'a que de lointaines affinités avec *Edoughnura*. Il se pose donc deux problèmes : les relations phylogénétiques de ce genre totalement énigmatiques à l'heure actuelle, et la fonction de sa mandibule atypique. Le premier problème sera sans doute résolu par des analyses moléculaires; le second problème par des élevages de l'espèce et l'observation minutieuse de son comportement alimentaire.

*Deutonura*, avec *Protanura*, est le genre le plus abondant (en nombre d'effectifs) de Neaurini à l'Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010). Cependant, au cours de nos prospections dans le massif de Collo, nous n'avons recensé qu'une seule espèce de ce genre, *Deutonura zana*. Cette espèce décrite des massifs de Collo et Edough, est morphologiquement proche de *D. deficiens meridionalis* et de *D. luberonensis*, tous deux

appartenant au groupe *D. phlegraea*. Son intérêt biogéographique est d'être le représentant du genre le plus méridional en Europe et d'être plus proche morphologiquement des espèces du Sud des Alpes que des espèces Italiennes. A l'occasion de sa description, nous avons souligné l'intérêt du motif d'insertions musculaires sur les tergites comme caractère pour la taxonomie des Neanurinae. Les populations de *Deutonura zana* récoltées dans les deux massifs de Collo et de l'Edough ont enfin permis d'illustrer un cas de « vraie » diversité cryptique chez un Collembole.

Les trois nouvelles espèces de *Pseudachorutes* trouvées à Collo et décrites récemment ont des caractéristiques morphologiques uniques ou rares dans le genre *Pseudachorutes* Tullberg 1871. Malgré la diversité du genre, seulement deux espèces avaient été signalées jusqu'à présent d'Algérie: *P. parvulus* Börner, 1901 et *P. cf. subcrassus* Tullberg 1871 (Cassagnau 1963, Thibaud & Massoud 1980 Hamra-Kroua & Deharveng 2010), que nous n'avons pas retrouvées à Collo.

La présence de 5 espèces de *Pseudachorutes* sur l'ensemble Collo + Edough reflète une richesse peu fréquente en région méditerranéenne. Dans des régions bien prospectées et d'étendue comparable, il y a généralement que 2 ou 3 espèces du genre. Cassagnau (1961) donne par exemple 3 espèces pour l'ensemble des Pyrénées, Dallai (1973) 3 espèces également pour l'île Eolie.

La dominance de l'ordre des Poduromorphes est claire mais pas très forte. Pour un total de 71 espèces de Collemboles à Collo, on note une forte représentation des Neanuridae (16 espèces) avec une contribution moindre des Hypogastruridae (8 espèces). Les valeurs trouvées dans la littérature en régions tempérées indiquent une contribution relative bien plus faible des Neanuridae par exemple :

- \* dans une hêtraie Pyrénéenne, la richesse totale et les nombres d'espèces de Neanuridae et d'Hypogastruridae rencontrés étaient de 64, 11 et 9 respectivement (Salmon et al. 2010),
- \* dans une autre hêtraie Pyrénéenne, les chiffres étaient de 75, 16 et 12 (Deharveng 1996),
- \* près de Lisbonne (Portugal), Sousa et al. (2004) signalent 63, 7 et 6 espèces,
- \* dans la Sierra de Montseny (Catalogne), Mateos-Frias (1988) liste 52, 9 et 10 espèces,
- \* les chiffres donnés par Thibaud et Massoud (1980) pour l'ensemble du Maroc sont de 102, 18 et 20.

Il apparaît donc que la richesse de Collo en Neanuridae est beaucoup plus importante que celle des autres régions méditerranéennes échantillonnées de façon significative. La seule exception notable est la Corse, pour laquelle Schultz (2015) donne un total de 110 espèces incluant 23 Neanuridae et 14 Hypogastruridae, et l'Edough avec un total de 68 espèces dont



20 Neanuridae et 3 Hypogastruridae, des proportions très voisines de celles trouvées dans le massif de Collo. Le ratio Neanuridae / Hypogastruridae pourrait avoir une certaine signification bioécologique car il fluctue assez peu, avec deux patrons : un patron fréquent dans lequel les valeurs de richesse des deux familles sont comparables, et un patron limité à Collo et à la Corse et à l'Edough où les Neanuridae sont environ deux à trois fois plus divers que les Hypogastruridae.

Une fois encore, en dépit de l'importance de l'échantillonnage, l'inventaire est sans doute loin d'être exhaustif, comme cela est démontré par les courbes de richesse cumulée (chapitre 3 : Courbes de richesse cumulée).

### **Sur la signification des formes biomorphologiques**

Nous avons dans ce travail reparti les espèces récoltées en deux catégories (euédaphon et hemiédaphon) en nous basant sur les traits morphologiques proposés par Gisin (1943) (cf chapitre 1 : adaptation et écomorphologie). En plaquant la distribution de ces formes dans les graphiques des analyses multivariées, nous avons pu établir un lien entre l'aspect morphologique de chaque espèce, et son habitat de prédilection, validant ainsi l'intérêt de l'approche. Mais ce lien n'est pas strict, et un certain nombre d'espèces à morphologie de type euédaphon sont mêlées à des formes de type hemiédaphon dans des habitats de surface, démontrant aussi les limites de cette approche.

Chez les écologistes, l'assignation des espèces aux types biologiques, se fait très souvent sur la base de critères écologiques (selon l'habitat où elles ont été trouvés) et morphologiques combinés, ce qui ne permet pas de valider la pertinence de la classification morphologique, comme nous avons pu le faire ici. Dire qu'une espèce du sol est une forme de l'euédaphon tout en définissant l'euédaphon comme l'ensemble des espèces du sol, apparaît comme un raisonnement tautologique. Un taxon devrait être considéré d'abord comme une entité morphologique indépendamment de son statut écologique. Le fait que certains taxons fréquents présentent une morphologie bien différente de celle d'autres espèces partageant le même habitat doit nous inciter à dissocier ces deux notions. Ainsi, *Isotomiella minor* vit souvent dans le sol profond, mais possède une furca bien développée qui rappelle celle des espèces de l'hemiédaphon.

## 2 Discussion des résultats écologiques

### Sur la biodiversité des communautés de Collemboles de Collo

Les courbes d'accumulation qui reflètent la richesse en espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage (nombre de relevés) montrent que le nombre maximal d'espèces pouvant être récoltées dans les différentes stations d'études n'est pas encore atteint, ce qui nous laisse penser que l'échantillonnage effectué reste insuffisant. En dépit de ces lacunes, le nombre d'espèces nouvelles (au moins 5 espèces supposées nouvelles, et 4 autres décrites dans ce travail), endémiques ou rares (*Sensillanura austriaca*, *Pseudacherontides* sp.) découvertes au cours du projet, témoigne d'une richesse élevée des milieux échantillonnés.

Les indices de diversité illustrent une richesse spécifique dans la localité d'Oued Z'hor plus importante que dans les autres localités d'étude, (Chapitre 2 : mesures de diversité), malgré une abondance deux fois moindre que dans la localité de Siouane du fait de la pullulation de *Proisotoma minuta* largement dominante dans cette dernière station. Un cas similaire de dominance en nombre d'individus est signalé par Ait mouloud et al. (2007) pour une autre espèce du même genre, *Proisotoma ripicola*, qui représente 71% du nombre total des Collemboles récoltés dans une tourbière du Djurjura. De telles pullulations induisent donc une forte hétérogénéité locale dans les valeurs d'indices. Une fois l'espèce pullulante écartée, Siouane, Kanoua et Khenak Mayoune présentent des indices de valeurs comparables.

Plusieurs autres facteurs peuvent être à l'origine de cette hétérogénéité. Ainsi la richesse de Oued Z'hor s'explique probablement par sa proximité de la mer et d'un fleuve (Oued) qui longe les stations d'études offrant ainsi des conditions de températures et d'humidité (zone ombragée, existence de ruisseaux) très favorable pour le développement d'espèces végétales, mousses, lichens, considérés comme des milieux de prédilection pour le développement des Collemboles. D'autre part il est très possible que la domination très locale du chêne zen dans cette partie de Oued Z'hor et les caractères physicochimiques de sa litière, jouent un rôle dans la distribution et la répartition des espèces, sachant que l'abondance et la composition des espèces des communautés de Collemboles varient en fonction des changements dans la végétation et les conditions du sol (Ponge 1993). Da Gama et al. (1994) montrent qu'il existe une séparation claire entre les faunes de *Quercus rotundifolia* et celles des plantations d'*Eucalyptus globulus*. L'abondance, la diversité et la richesse en espèces sont plus élevées pour *Q. rotundifolia*. A l'opposé, Cortet et Poinso-Balaguer (1998) ont trouvé des différences dans la composition mais pas dans la diversité des populations de Collemboles sous deux types de chênes (*Q. coccifera* et *Q. ilex*). La question des préférences écologiques des

Collemboles en termes d'essence forestière reste une question ouverte ayant été abordée jusqu'ici que par très peu de travaux.

Les analyses des similarités illustrent des différences importantes de composition faunistique et de structure des peuplements entre localités et habitats.

En ce qui concerne les localités, cet agencement est lié à l'altitude comme le montrent les analyses multivariées réalisées (voir commentaires plus loin).

Si on compare la richesse la plus élevée (Oued Z'hor) avec la plus faible (Kanoua), la nature et l'état des milieux forestiers dans les deux localités pourrait également expliquer les différences dans leur faune. La forêt de chêne zen de Oued Z'hor, bien conservée, offre des biotopes où les conditions de vie sont optimales pour la faune édaphique, tandis qu'à Kanoua, il est probable que l'action anthropique (la forte exploitation du liège) que connaît la région, dénature les milieux et impacte négativement les écosystèmes édaphiques. Il a été amplement démontré que la composition des communautés d'invertébrés change sous l'effet des activités anthropiques (par exemple Ponge et al. 2003).

La surexploitation illégale de la sablière et la construction d'un barrage dans la localité de Oued Z'hor, les incendies volontaires (comme moyen de défrichage), et l'exploitation du liège dans les localités de Kanoua et de Khenak Mayoune, perturbent l'équilibre biologique. Ainsi le résultat est la dégradation des formations végétales, et leur appauvrissement floristique et faunistique. Cependant de façon surprenante, les travaux relatifs aux impacts des perturbations anthropiques au sein des écosystèmes forestiers méditerranéens et pas seulement en Algérie, sont rares (Salmon et al. 2010), si l'on excepte l'impact des reforestations (Deharveng 1996, Cassagne et al. 2004), alors même que la dégradation forestière est omniprésente dans la région. En l'absence de constat documenté sur ces problèmes écologiques, on est encore loin d'un consensus rationnel sur les priorités et les stratégies de conservation de la diversité biologique dans la région et sur la gestion des zones forestière à intérêt particulier pour la science.



**Figure 91. Exploitation du chêne liège à Kanoua**

Les niveaux de similarités entre habitats montrent que la mousse (du moins les espèces de bryophytes échantillonnées lors de ce travail, qui ne sont pas xérophiles) et le bois mort sont les milieux les plus riches. La mousse souvent très humide a une grande capacité de rétention d'eau, ce qui attire les espèces à tendances hygrophiles qui sont souvent abondantes chez les Collembolés. De nombreuses études faunistiques ont mentionné le caractère hygrophile de la majorité des Collembolés édaphiques (Gisin 1943, Cassagnau 1961, Ponge 1993) et d'autres révèlent des variations d'abondance saisonnière importantes directement liées aux variations des facteurs édaphiques, notamment la teneur en eau et la température du sol (Bandyopadhyaya et al. 2002, Hamra-Kroua & Cancela Da Fonseca 2009). Le bois mort, très riche en matière organique et en micro-organismes associés représente une source d'alimentation particulièrement appréciée par les Collembolés, dont beaucoup se nourrissent de champignons; de plus, il a été récemment montré que le régime alimentaire des Neanurinae serait basé sur des myxomycètes (Hoskins et al. 2015), souvent très liés au bois mort, ce qui expliquerait probablement la diversité du groupe dans ce type d'habitats. Le sol est le substrat le plus pauvre en espèces, en conformité avec les données de la littérature (Berg et al. 1998, Deharveng 1996 : 76). En fait, la véritable faune édaphique profonde est peu représentée dans nos échantillons, c'est la couche humifère intermédiaire entre sol minéral et litière qui a été prélevée. Les travaux futurs devront s'attacher à échantillonner le sol minéral profond, riche en espèces endémiques en régions méditerranéennes.

### **Sur les résultats de L'Analyse en Composantes Principales (ACP) de la structure des communautés**

D'après les analyses, deux facteurs semblent conditionner l'organisation des communautés de Collemboles : le type d'habitat, et l'altitude. L'influence du premier facteur était prévisible; par contre, celle de l'altitude l'était moins compte tenu de la faiblesse du gradient altitudinal (de 40 m à 770 m). Les résultats montrent qu'il existe une différence significative dans la composition spécifique, entre les localités, indiquant que selon la provenance géographique, un même habitat ne présente pas tout à fait la même composition spécifique (Ponge et al. 2002, Cassagne et al. 2004).

La richesse diminue clairement dès lors qu'on prend de l'altitude. Cet effet de l'altitude est corrélé à tout un ensemble de facteurs dont la température de l'air et les précipitations, ainsi que l'insolation (Cassagnau 1961). L'obtention de ces données compte tenu de l'échelle de l'analyse n'était pas envisageable. A cette échelle ces facteurs influencent la teneur de l'habitat en matière organique et l'humidité des sols. Leur action relative est très difficile à dissocier sur un gradient altitudinal et ne pourra être testée qu'à travers un protocole d'échantillonnage adapté. D'autant plus que les perturbations d'origine anthropique viennent s'ajouter aux facteurs naturels pour modifier la composition des peuplements.

### **3 Sur la richesse comparée des deux massifs, Collo et Edough**

L'étude menée par Hamra-Kroua et Deharveng (2010) dans le massif de l'Edough a révélé une grande richesse en Neanuridae. Dix sept espèces dont 15 nouvelles pour l'Algérie étaient citées dans leur travail, 20 sont listées dans la présente étude. Cependant, certains indices laissent à penser que la proportion de la faune des Poduromorphes récoltée est faible. Tout d'abord, la prospection est restée limitée à quelques stations, ensuite les habitats forestiers échantillonnés ne représentent qu'une partie des habitats existants. Enfin, plusieurs taxons cités n'ont été récoltés qu'en une seule station et en un seul exemplaire, il y a donc une forte proportion d'espèces rares, et on peut s'attendre à de nouvelles découvertes.

A Collo, la diversité des Neanuridae semble être similaire à celle de l'Edough pour le nombre des espèces mais pas pour la composition. Les espèces *Sensillanura austriaca*, *Edoughnura* sp., *Micranurida* cf. *candida*, *Pseudachorutes deficiens*, *P. octosensillatus*, et *P. labiatus* sont propres à la faune de Collo tandis que *Edoughnura rara*, *Willemia anophtalma*, *Xenylla humicola*, *Protanura* cf. *monticelli*, *Pseudachorutes* cf. *subcrassus*, *Pseudachorutes parvulus*, et *Micranurida pygmaea* sont présentes à l'Edough.

L'examen des résultats au regard des milieux échantillonnés nous laisse penser que cette importante dissimilarité peut être liée au type de végétation, dominé par le chêne zen dans les stations d'étude de l'Edough, et par le chêne liège à Collo. Les résultats d'une étude comparative entre deux peuplements d'une hêtraie dans les Pyrénées centrales montrent une faible similarité (seulement 36 espèces communes aux deux sites d'étude soit 48% du nombre d'espèce total) malgré la ressemblance des milieux d'études et la standardisation des méthodes d'échantillonnage (Deharveng 1996). Il est donc naturel que ces différences soient encore plus importantes entre des forêts dominées par des essences différentes. Cependant, il n'a jamais été établi en région méditerranéenne d'association forte entre espèces et essence forestières, si bien qu'on reste dans le domaine de la spéculation.

Collo abrite deux espèces biogéographiquement remarquables: *Sensillanura austriaca* et *Pseudacherontides* sp., absentes à Edough. Une vicariance claire a par ailleurs été détectée entre l'espèce colliote du genre *Edoughnura* et l'espèce du même genre endémique de l'Edough. Un troisième cas montre une divergence génétique géographique entre populations des deux massifs à un niveau intraspécifique chez *Deutonura zana*. Ces observations suggèrent un isolement écologique entre les deux massifs ayant limité les échanges entre populations d'une même espèce, et ayant empêché l'extension des aires de certaines endémiques. La vicariance entre les deux espèces d'*Edoughnura* et les deux populations de *Deutonura zana* suggère qu'une zone de parapatrie ou de suture pourrait exister au nord d'Azzaba, ce qu'il serait aisé de tester par un échantillonnage intensif sur des transects Est-ouest entre Collo et l'Edough. L'existence de distributions parapatriques a ainsi pu être démontrée dans le sud de la France pour plusieurs espèces de Neanuridae sans que des barrières précises aient pu être détectées (Rougerie et al. 2006). De tels patrons de vicariances et parapatries sont probablement bien plus fréquents que ne le suggèrent les très rares cas signalés dans la littérature, mais demeurent ignorés du fait d'échantillonnages beaucoup trop lâches. La configuration des deux massifs étudiés se prêterait idéalement à des investigations sur cette question.

Sous ces différents aspects taxonomiques, biogéographiques et génétiques, la faune des deux massifs au bioclimat similaire, apparaît remarquable et montre l'intérêt particulier devant être accordé à l'étude de la région. Constituent-ils un point chaud pour la biodiversité des Collembolés? Impossible de l'affirmer pour le moment, car les régions avoisinantes demeurent encore trop peu prospectées.

#### **4 Sur la librairie barcode ADN des Collemboles du Nord-est algérien**

L'objectif de ce volet de la thèse était de lancer la mise en place d'une librairie barcode des Collemboles du Nord-est algérien. Le barcode ADN est une méthode apparue depuis une dizaine d'années qui utilise une balise microgénomique (un fragment du gène Cytochrome c-oxydase I ou COI) pour caractériser les espèces. L'intérêt de l'approche est d'apporter une assistance à l'identification taxonomique et de permettre de résoudre les problèmes qui se posent dans des groupes polymorphes où les espèces sont mal délimitées. La puissance de l'outil est fonction de l'étendue de la librairie mise en place. Dans un contexte de raréfaction des taxonomistes spécialisés, le barcode est un outil d'identification pouvant faciliter et améliorer l'exploration et la description de la biodiversité. Les travaux basés sur les approches de barcode connaissent un développement rapide pour les groupes du sol (Rougerie et al. 2009), mais dans la pratique, les librairies barcode pour ces groupes demeurent encore embryonnaires quand on connaît l'immensité de la biodiversité concernée. Le rêve d'une correspondance barcode-espèce se heurte à des problèmes de polymorphisme génétique, tels que ceux que nous avons soulignés dans ce travail.

Les résultats obtenus sont néanmoins intéressants. Nous avons en effet mis en évidence un niveau élevé de diversité cryptique au sein de plusieurs morphe-espèces (*Deutonura zana*, *Heteromurus major*, *Isotomurus* sp.) reflétant une structuration géographique des populations souvent bien marquée. Par contre, c'est la même lignée L1 de l'espèce expansive *Parisotoma notabilis* qui a été trouvée à ce jour dans les deux massifs de Collo et de l'Edough (Porco et al. 2012). La librairie réunie à ce jour mérite donc d'être étoffée pour permettre une évaluation plus approfondie et plus robuste de la biodiversité régionale et des relations faunistiques entre sous-régions du nord-est algérien.

## Conclusion générale

Les résultats obtenus révèlent une exceptionnelle biodiversité des Collemboles dans le massif de Collo, jamais encore dévoilée pour le nord-est algérien, compte tenu de la taille du massif. Collo renferme plusieurs espèces rares et endémiques de grand intérêt patrimonial. L'inventaire de sa faune permet d'accroître la liste des espèces des Collemboles d'Algérie de 18 espèces nouvelles pour le pays et une espèce dont le statut est en suspens. La proportion d'espèces nouvelles pour la science découvertes à Collo reflète un taux d'endémisme élevé pour le massif, et ce malgré un échantillonnage n'ayant ciblé que certains milieux édaphiques. La faune des deux massifs comparés dans ce travail (Collo, Edough), à bioclimat similaire, montre l'intérêt particulier devant être accordé à l'étude de la région, qui pourrait constituer un point chaud pour la biodiversité des Collemboles dans la région méditerranéenne, bien que nous manquions de données sur les autres régions d'Afrique du nord. L'entité éco-géographique que constitue la chaîne montagneuse longeant le littoral du nord-est algérien, sa richesse végétale et son climat humide particulièrement propice à la vie des Collemboles, rend pertinent d'imaginer et de développer des protocoles de prospection plus larges, visant à enrichir l'inventaire de la biodiversité initié par Salah Hamra-Kroua sur l'ensemble de la région et développé dans ce travail pour le massif de Collo.

En contraste avec les grands progrès de ces dernières années sur la connaissance des Collemboles édaphiques de la région du nord-est algérien, nos acquis sur la biodiversité des invertébrés du sol d'autres groupes d'invertébrés demeurent très limités ou inexistantes. La région est pourtant susceptible de renfermer une richesse considérable, comme le souligne Jeannel (1956) en se référant aux Coléoptères Psélaphidae, le seul groupe édaphique pour lequel nous disposons d'une synthèse biogéographique. L'étude d'autres groupes en complément de celle des Collemboles apporterait sans nul doute des données essentielles pour comprendre l'origine de cette diversité régionale.

De telles études sont indispensables à la mise en œuvre de choix conservatoires pertinents et à la gestion du patrimoine biologique de ces massifs du nord-est de l'Algérie, au-delà de leur intérêt scientifique pur et au-delà du groupe des Collemboles qui nous a servi de modèle.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### A

Absolon, K. (1913) Über eine neue subterrane Collembole (Insecta Apterygota): *Acherontiella onychiuriformis* N.G.N.SP. Aus den hohlen Algiers. *Zoologie expérimentale et générale*, **5**, 1-5.

Ait Mouloud, S., Lek-Ang, S., Deharveng, L. (2007) Fine scale changes in biodiversity in a soil - water ecotone: Collembola in two peat-bogs of Kabylia (Algeria). *Vie et milieu - Life and environment*, **57** (3): 149-157.

Altner, H. and Altner, I. (1985) Multicellular antennal sensilla containing a sensory cell with a short dendrite and dense core granules in the insect *Hypogastrura socialis* (Collembola): intermoult and moulting stages. *Cell and Tissue Research*, **241**, 119-28.

Altner, H. and Ernst, K.D. (1974) Struktureigentümlichkeiten antennaler Sensillen bodenlebender Collembolen. *Pedobiologia*, **14**, 118-22.

Altner, H. and Thies, G. (1973) A functional unit consisting of an eversible gland with neurosecretory innervation and a proprioceptor derived from a complex sensillum in an insect. *Zeitschrift für Zellforschung und Mikroskopische Anatomie*, **145**, 503-19.

Altner, H. and Thies, G. (1976) The postantennal organ: a specialized unicellular sensory input to the protocerebrum in apterygoten insects Collembola). *Cell and Tissue Research*, **167**, 97-110.

Altner, H. and Thies, G. (1984) Internal proprioceptive organs of the distal antennal segments in *Allacma fusca* (L.) (Collembola : Sminthuridae) : proprioceptors phylogenetically derived from sensillum-bound exteroceptors. *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, **13**, 315-30.

Andre, H.M. (1988a) Redescription of *Xenylla yucatana* Mills (Collembola: Hypogastruridae). *Folia Entomologica Mexicana*, **74**, 69-77.

Andre, H.M. (1988b) The phanerotaxy of the genus *Xenylla* (Collembola: Hypogastruridae). With the description of a new species from Ethiopia. *Journal of African Zoology*, **102**, 503-27.

Arbea, J.I. (2003) El genero *Proctostephanus* Börner 1902, en la Península Iberica, con descripción de una nueva especie de la región mediterránea de España (Collembola: Isotomidae). *Bol. SEA*, **32**: 5-8.

Arbea, J.I., Brahim-Bounab, H. & Hamra Kroua, S. (2013) Collembola Poduromorpha from Guelma Province (Northeastern Algeria), with description of a new Superodontella species (Collembola: Odontellidae). *Zootaxa* **3709** (2): 177–184.

Azuma, S., Ssaki, T. & Itô, Y. (1997) Effects of undergrowth removal on the species diversity of insects in natural forests of Okinawa Honto. *Pacific Conservation Biol.* **3**, 156-160.

## **B**

Baatrup, E., Bayley, M., Axelsen, J.A. (2006) Predation of the mite *Hypoaspis aculeifer* on the springtail *Folsomia fimetaria* and the influence of sex, size, starvation, and poisoning. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **118**, 61-70.

Bachelier, G. (1971) La vie animale dans les sols. I. Déterminisme de la faune des sols. In : *La vie dans les sols, aspects nouveaux, études expérimentales*, Gauthier-Villars Ed. 472p.

Bandyopadhyaya I., Choudhuri D.K. & Ponge, J-F. (2002) Effects of some physical factors and agricultural practices in a multiple cropping programme in West Bengal (India). *European J. Soil Biol.*, **38**, 111-117.

Baquero, E., Hamra-Kroua, S., and Jordana, R. (2009) New species of *entomobrya* from northern Algeria (Collembola: Entomobryidae). *Entomological news*, vol.120, n°1.

Barios (2007) Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics*, **64** (2): 269–285.

Barra, J.A. (1973) Structure et régression des photorécepteurs dans le groupe *Lepidocyrtus-Pseudosinella*. (Insecta, Collembola). *Annales de Spéléologie*, **28**, 167-75.

Barra, J.A. (1977) La mue chez les Collembola entomobryens (Apterygota) : ultrastructure et particularités. *Int. J. Insect. Morphol. Embryol.*, **6**, 201-219.

Bauer, T. & Christian, E. (1986) Flight behaviour of springtails (Collembola) with respect to their habitat. In *Second International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 177-9. University of Siena, Siena.

Bedos, A. & Cassagnau, P. (1986) Facteurs génétiques et épigénétiques d'ecomorphose remanente chez *Hypogatrura boldorii* (Collembola). In: *Second International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 187-91. University of Siena, Siena.

Bellinger, P.F., Christiansen, K.A. & Janssens, F. (2016). Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org>.

Berg, M.P., Kniese, J.P., Bedaux, J.M. & Verhoef, H. (1998) Dynamics and stratification of functional groups of micro- and mesoarthropods in the organic layer of a Scots pine forest. *Biology and Fertility of soils*, **26**: 268-284.

Benderradji, M.H., Alatou, D., Tir, K. (1999) Les interférences entre le climat et la végétation dans l'extrême nord est Algérien : Essai d'expression cartographique au 1/200.000. *MEDIT*, **3/99**.

Berlese, A. (1905) Apparecchio per raccogliere presto ed in gran numero piccoli arthropodi. *Redia*, **2** : 85-89.

Betsch, J.M. (1980) Eléments pour une monographie des Collemboles Symphypléones (Hexapodes, Apterygotés). *Mém. Mus. Natn. Hist.Nat.*, A, **116**, 3-227.

Block, W. & Somme, L. (1982) Studies of Arthropod cold hardiness. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, **53**, 265-266.

Blottner, D. & Eisenbeis, G. (1984) Ultrastructure of long tibiotarsal spatula-hairs in *Tomocerus armatus* (Tullberg, 1869) (Collembola). *Opuscula Entomologica*, **24**, 225-45.

Bonin, G., Alme, C., Loisel, R. & Saoudi, H. (1986) Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral Algéro-tunisien, 144p.

Borcard, D., Legendre, P., Drapeau, P., (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*, **73**, 1045-1055.

Borkott, H. and Insam, H. (1990) Symbiosis with bacteria enhances the use of chitin by the springtail *Folsomia candida* (Collembola). *Biology and Fertility of Soils*, **9**, 126-9.

Bretfeld, G. (1963) Zur Anatomie und Embryologie der Rumpfmuskulatur und die abdominalen Anhänge der Collembolen. *Zoologische Jahrbücher für Anatomie*, **80**, 309-84.

Bretfeld, G. (1997) Redescription and new descriptions of Sphaeridia species (Insecta, Collembola) from Algeria, Gambia, Peru, and Spain. *Abh. Ber. Naturkundemus, Gorlitz* **69**, **3**: 1-14.

Bretfeld, G. (2001) Symphypleona from Northwest and West Africa, collected in the years, 1979-1986, by Johans Mertens, Gent. *Senckenbergiana biologica*, **80**, 87-131.

## C

- Cajo, J.F., Braak, T. (1986) Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology*, **67** (5).1986, 1167-1179.
- Cancela da Fonseca, J.P. & Sarkar, S. (1996) On the evaluation of spatial diversity of soil microarthropod communities. *Europ. J. Soil Biol.*, **32**, 3, 131-140.
- Cassagnau, P., (1953) Contribution à l'étude d'un collembole *Proctostephanus Stuckeni*. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **88**, 39-58.
- Cassagnau, P., (1961) Ecologie du sol dans les Pyrénées centrales: les biocénoses de Collemboles. *Hermann*, Paris.
- Cassagnau, P. (1963) Les Collemboles d'Afrique du Nord avec une étude de quelques espèces du Nord-Constantinois. *Bul. Soc. Hist Nat. Toulouse*. **95** (1-2), 197-206.
- Cassagnau, P. (1971a) La phylogénie des Collemboles à la lumière des structures endocrines retro-cérébrales. *1er Symp. Intern. Zoophyl, Salamanque*, 333-349.
- Cassagnau, P. (1971b) Le spermatophore des Collemboles Neanuridae. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* **8**, 609-616.
- Cassagnau, P. (1972a) Parthénogenèse géographique et polyploïdie chez *Neanura muscorum* (Templ.), Collembole Neanuridae. *C. R. Acad. Sc., Paris*, **274**, 1846-1848.
- Cassagnau, P. (1983a) Un nouveau modèle phylogénétique chez les Collemboles Neanurinae. *Nouvelle Revue d'Entomologie*, **13**, 3-27.
- Cassagnau, P. (1983b) Introduction à l'étude phylogénétique et biogéographique des Collemboles Neanurinae, *Pedobiologia*, **25**, 293-9.
- Cassagnau, P. (1986a) Les écomorphoses des Collemboles : 1. Déviation de la morphogénèse et perturbations histophysiologiques. *Annis Soc. ent. Fr., N. S.*, **22**, 7-33.
- Cassagnau, P. (1986b) Les écomorphoses des Collemboles : 2. Aspects phénologiques et analyse expérimentale des déterminismes. *Annis Soc. ent. Fr., N. S.*, **22**, 313-338.
- Cassagnau, P. (1989) Les Collemboles Neanurinae : éléments pour une synthèse phylogénétique et biogéographie. In: *Third International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 171-182. University of Siena, Siena.
- Cassagnau, P. (1990a) Des hexapodes vieux de 400 millions d'années: Les Collemboles. I. Biologie et évolution. II. Biogéographie et écologie. *Année Biologique, Ser.4*, **29**, 1-37,39-69.

- Cassagnau, P. (1990b) Biogéographie des Collemboles Neanurinae des montagnes du Sud de l'Inde et de Sri Lanka. In: *Advances in management and conservation of soil fauna* (ed. G.K. Veeresh, D. Rajagopal, and C.A. Viraktamath), 39-45. Oxford and IBH, New Delhi.
- Cassagnau, P. (1993a) Les Collemboles Neanurinae de l'Himalaya.III. Genre *Nepalimeria*. *Revue Suisse de Zoologie*, **100**, 91-112.
- Cassagnau, P. & Fabres, G. (1968) Contribution des écomorphoses : III. Cycle phénologique et étude expérimentale chez deux espèces d'*Isotoma* (Collemboles Isotomidae). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **5**, 445-491.
- Cassagne, N., Bal-Serin, M.C., Gers, C., Gauquelin, T. (2004) Changes in humus properties and Collembolan communities following the replanting of beech forests with spruce. *Pedobiologia*, **48**, 267-276.
- Chaudonneret, J. (1987) Evolution of the insect brain with a special reference to the so-called tritocerebrum. In *Arthropod brain* (ed. A. P Gupta), 3-26. John Wiley, New York.
- Chen, J.X. & Christiansen, K. (1993) The genus *Sinella* with special reference to *Sinella* s.s. (Collembola: Entomobryidae) of China. *Oriental Insects*, **27**, 1-54.
- Chernova, Potapov, Savenkovab & Bokovaa (2010) Ecological Significance of Parthenogenesis in Collembola. *Entomological Review*, **90**(1): 23-38.
- Christian, E. (1993b) Pilze als Endokommensalen im Darm von Collembolen (Trichomycetes, *Orchesellaria*). *Linzer Biologische Beiträge*, **25**, 51-6.
- Christiansen, KA. (1965) Behavior and form in the evolution of cave Collembola. *Evolution*, **19**(4): 529-537.
- Cicconardi, F., Nardi, F., Emerson, BC., Frati, F. & Fanciulli, PP. (2010) Deep phylogeographic divisions and long-term persistence of forest invertebrates (Hexapoda: Collembola) in the North-Western Mediterranean basin. *Molecular Ecology*, **19**(2): 386-400.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Roy. Soc. London – B*, **345**: 101-118.
- Cortet, J. & Poinso-Balaguer, N. (1998) Collembola populations under sclerophyllous coppices in Provence (France): Comparison between two types of vegetation, *Quercus ilex* L. and *Quercus coccifera* L. *Ecologica* **19** (5): 413-424.

## D

Da Gama, M.M., Sousa, J.P., Vasconcelos, T.M., (1994) Comparison of Collembolan populations from Portuguese forests of *Quercus rotundifolia* Lam. and *Eucalyptus globulus* Labill. In: *Almaça, C. (Ed.), Professor Germano da Fonseca Sacarrão (1914-1992). Museum Nacional de História Natural, Museo Bocage, Lisboa, Portugal*, 201-214.

D'Haese, CA. (2000) Is Psammophily an Evolutionary Dead End? A Phylogenetic Test in the Genus *Willemia* (Collembola: Hypogastruridae). *Cladistics* : 16, 255–273.

D'Haese, CA. (2002) Were the first springtails semi-aquatic? A phylogenetic approach by means of 28S rDNA and optimization alignment. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **269**, 1143-1151.

D'Haese, C.A. (2003) Homology and morphology in Poduromorpha (Hexapoda, Collembola). *European Journal of Entomology*, **101** (3) : 385-407.

Dalens, H. and Rousset, A. (1986) Polymorphisme physiologique de l'activité esterase au cours du cycle de mue chez *Hypogastrura boldrii*. In *Second International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 181-6. University of Siena, Siena.

Dallai, R. (1970b) Investigations on Collembola. 10. Examination of the cuticle of some species of the tribe Sminthurini Börner, 1913, by means of the scanning electron microscope. *Monitore Zoologico Italiano, (N.S)*, **4**, 41-53.

Dallai, R. (1972) La cuticola degli Sminthurini al microscopio elettronico a scansione. *Atti del IX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, 217-26.

Dallai, R. (1973) Ricerche sui collemboli. 17. Le Isole Eolie. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia*, **3**: 481-590.

Dallai, R. (1974b) New observations on Sminthurini cuticle. *Pedobiologia*, **14**, 313-22.

Dallai, R. (1975) Ultrastructural and polarized light microscope studies on spermatophores of *Dicyrtoma ornate* (Insecta, Collembola). *J. Ultrastructure Research*, **50**, 355-361.

Dallai, R. (1977) Considerations on the cuticle of Collembola. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **14**, 117-24.

Dallai, R. and Malatesta, E. (1973) Ricerche sui Collemboli. XIX. La fine struttura epicuticolare di *Podura ed Actaletes*, *Redia*, **54**, 135-9.

Deharveng, L. (1981a) La famille des Odontellidae : phylogénèse et taxonomie. *Travaux du Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes Edaphiques, Toulouse*, **3**, (1), 1-21.

- Deharveng, L. (1983a) Morphologie évolutive des Collemboles Neanurinae en particulier de la lignée Neanurienne. *Travaux du Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes Edaphiques, Toulouse*, 4 (2), 1-63.
- Deharveng, L. (1983b) Collemboles de Papouasie (Nouvelle-Guinée). 2. *Coecoloba plumleyi* n. sp., Neanurinae cavernicole très évolué des Hautes Terres Centrales. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **119**, 59-62.
- Deharveng, L. (1987c) Révision taxonomique du genre *Tetracanthella* Schött, 1891. *Travaux du Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes Edaphiques, Toulouse*, **5**, (3), 1-151.
- Deharveng, L. (1996) Soil Collembola Diversity, Endemism, and Reforestation: A Case Study in the Pyrenees (France). *Conservation Biology*, **10** (1): 74-84.
- Deharveng, L. (2004) Recent advances in Collembola systematic. *Pedobiologia*. **48**, 415-433
- Deharveng, L. (2013) Collembola. *Fauna Europaea*, <http://www.fauna-eu.org>.
- Deharveng, L., Ait Mouloud, S. & Bedos, A. (2015) A new species of Deutonura (Collembola: Neanuridae: Neanurinae) from Algeria, with revised diagnosis of the genus and key to western Palaearctic species. *Zootaxa* (4): 464-472.
- Deharveng, L., Bedos, A. (1995) BIODIV/soil, a program for data management and biodiversity analysis of soil communities. *Bull. Entomol. Pologne*, **64**: 335-340.
- Deharveng, L., Hamra-Kroua, S. (2004) Une nouvelle espèce de *Friesea* Dalla Torre 1895, du massif de l'Edough, Nord-Constantinois, Algérie (Collembola, Neanuridae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **109**(2) : 141-143.
- Deharveng, L., Hamra Kroua, S. & Anne Bedos (2007) *Edoughnura Rara* N.Gen., N.Sp., An Enigmatic Genus Of Neanurinae Collembola From The Edough Massif (Algeria). *Zootaxa*, **1652**: 57-61.
- Deharveng, L., Lek, S. (1995) High diversity and community permeability: the riparian Collembola (Insecta) of Pyrenean massif. *Hydrobiologia*, **312**, 59-74.
- Deharveng, L., Zoughailech, A. Hamra Kroua, S. & Porco, D. (2015) A new species of Deutonura (Collembola: Neanuridae: Neanurinae) from north-eastern Algeria, and characterisation of two intraspecific lineages by their barcodes. *Zootaxa*, **3920** (2): 281-290.
- Dell'Ampio, E., Carapelli, A. & Frati, F. (2002) Secondary structure and sequence variation of the 28S RNA gene in the Neanuridae, and its utility as a phylogenetic marker. *Pedobiologia*, **46**: 274-283.

Delamare Deboutteville, C. (1948) Collemboles du Fezzan. Missoin F. Bernard. *Bulletin de recherche Saharienne de l'institut d'Alger*. T.5 : 3-6.

Delamare Deboutteville, C. (1951) Microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux. *Vie et Milieu*, **1**: 1-360.

Delamare Deboutteville, C. (1953) Collemboles marins de la zone souterraine humide des sables littoraux. *Vie et milieu*, **2**, 290-319.

Denis, J.R. (1924) Sur les Collemboles du muséum de Paris. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 1924/07-1924/09.

Denis, J.R. (1925) Sur les Collemboles d'Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*. Tome **6**, 254-256.

Denis, J.R. (1935) Sur la faune française des Aptérygotes (XIX) (Achorutes sinister n. sp. et Pseudosinella Marteli (Carp.) m.). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **67**, 353-358.

Denis, J.R. (1937) Sur les Collemboles de l'Afrique du Nord (4e note). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord*, **28**, 85-87.

Denis, J.R. (1948) Collemboles d'Indochine récoltés par M.C.N. Dawydoff. *Not. Ent. Chin.*, **12**, 183-311.

Desanges, J. & Riser, J. (1989) « Atlas », *Encyclopédie berbère*, 7 | *Asarakae – Aurès*, Aix-en-Provence, *Edisud*, 1013-1026

## **E**

Eisenbeis, G. (1978) Die Thorakal und Abdominal-Muskulatur von Arten der Springchwanz-Gattung *Tomocerus* (Collembola: Tomoceridae). *Entomologica Germanica*, **4**, 55-83.

Eisenbeis, G. and Ulmer, S. (1978) Zur Funktionsmorphologie des Sprung-Apparates der Springschwänze am Beispiel von Arten der Gattung *Tomocerus* (Collembola : Tomoceridae). *Entomologica Generalis*, **5**, 35-55.

## **F**

Fanciulli, P.P., Dallai, R. & Petrucci, R. (1986a) Enzymatic polymorphism in geographically isolated populations of *Thaumanura ruffoi*. In *Second International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 197-202. University of Siena, Siena.



Fanciulli, P.P., Dallai, R. & Petrucci, R. (1986b) Chromosomal and isozymic analysis in three populations of *Lathriopyga longiseta*. In *Second International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 197-202. University of Siena, Siena.

Fjellberg, A. (1976) Cyclomorphosis in *Isotoma hiematis* Schött, 1893 (*mucronata* Axelson, 1900) syn. nov. (Collembola, Isotomidae). *Rev. Eco. Biol. Sol*, **13**, 221-222.

Fjellberg, A. (1976c) *Proisotoma armeriae* n.sp. A new species of Collembola (Isotomidae) from West Norway. *Entomologica Scandinavia*, **7**, 233-5.

Fjellberg, A. (1977b) On the identity of *Isotoma ekmani* nom.nov. pro *I. pallida* Agrell, 1939 (nec Nicolet, 1842, Moniez, 1894) (Collembola: Isotomidae). *Entomologica Scandinavica*, **8**, 9-11.

Fjellberg, A. (1984b) The maxillary outer lobe, an important systematic tool in Isotomidae (Collembola). *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, **114**, 83-8.

Fjellberg, A. (1989) Redescription of *Mackenziella psocoides* Hammer, 1953 and discussion of its systematic position (Collembola, Mackenziellidae). In *Third International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), pp. 93-105. University of Siena, Siena.

## G

Gama, M.M. da (1980) Aperçu évolutif d'une septantaine d'espèces et sous-espèces de *Xenylla* provenant de tous les continents. In : *First International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 53-8. Accademia delle Scienze di Siena detta de Fisiocritici, Siena.

Gama, M.M. da (1984a) Phylogénie des espèces Européennes de '*Pseudosinella*' (Collembola: Entomobryidae). *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, **114**, 59-70.

Ghiradella, H. & Radigan, W. (1974) Collembolan cuticle: wax layer and anti-wetting properties. *J. Insect Physiol.*, **20**: 301-306.

Gisin, H. (1943) Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. *Revue Suisse Zool.*, **50**, 131-224.

Gisin, H. (1947) Sur les Insectes Aptérygotes du Parc National Suisse. *Ergebn. Wiss. Unters.Schw. Nat.*, **2**, 77-91.

Gisin, H. (1960a) Collembolen fauna Europas. Museum d'Histoire Naturelle, Genève.

Gisin, H. (1960b) Collemboles cavernicoles de la Suisse, du Jura Français, de la Haute-Savoie et de la Bourgogne. *Revue Suisse de Zoologie*, **67**, 81-99.

Gisin, H. (1960c) Sur la faune Européenne des Collemboles III. *Revue Suisse de Zoologie*, **67**, 309-22.

Gobat, J.M., Aragno, M., Matthey, W. (1998) Le sol vivant : Bases de pédologie-Biologie des sols, *Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes*, Lausanne, (1998), 519 p.

Goto, H.E. (1972) On the structure and function of the mouthparts of the soil-inhabiting Collembolan *Folsomia candida*. *Biological Journal of the Linnean Society*, **4**, 147-68.

Gregoire-Wibo, C. (1976) Durées de développement et croissance de *Folsomia quadrioculata* (Tullberg) (Insecte Collembole) en élevage à température constante et en rythme nyctéméral. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **13**, 491-503.

## H

Hale, W.G. (1965) Postembryonic development in some species of Collembola. *Pedobiologia*, **5**, 228-243.

Hale, W.G. (1969) Preliminary stereoscan studies of the genus *Onychiurus* Gervais (Collembola, Onychiuridae). In *The soil ecosystem*, Systematics Association Publication N°. **8** (ed. J.G. Sheals), 169-86. Systematics Association, London.

Hamra-Kroua, S. (2005) Les Collemboles (Hexapoda, Arthropoda) du Nord-est algérien : Taxonomie, Biogéographie et Ecologie. *Thèse de doctorat d'Etat en sciences naturelles*. Université Mentouri, Constantine. 266 p.

Hamra-Kroua, S., Allatou, D. (2003) Les Collemboles du Nord-est Constantinois. *Sciences & Technologie*, **20** : 21-24.

Hamra-Kroua, S. & Cancela da Fonseca, J.P. (2009) Dynamique saisonnière du peuplement de Collemboles d'un sol agricole de la ferme pilote d'El-Baaraouia (Wilaya de Constantine, Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 2009, n° **31** (1) : 33-43.

Hamra-Kroua, S. & Deharveng, L. (2010) Les Neanuridae (Collembola, Arthropoda) du massif forestier de l'Edough (Annaba, Algérie). In : *Actes de la VIème conférence internationale Francophone d'Entomologie*. *Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat*, **47** (1) : 61-65.

Hamra-Kroua, S., Jordana R. & Deharveng L. (2009) A new Friesea of the mirabilis-group from Algeria (Collembola: Neanuridae, Frieseinae). *Zootaxa*, **2074**: 65-68.

Handschin, E. (1926) Collembolen aus Algerien. *Neue Beitr. Syst. Insektenk.* **3**, 117-126.

Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. & Dewaard, J.R. (2003) Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, **270**, 313-321.

Hermosilla, W., Rubio, I., Pujalte, J.C. & Reca A.R. (1978) Die Wirkung der Bodenverdichtung auf die hypogäischen Zoozönosen. *Landwirtsch Forsch*, **31**: 208-217.

Hill, M.O. (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, **54**, 427-431.

Holmstrup, f., Sjørnsen, C., Ravn, N. & Bayle, Y. (2001) Dehydration tolerance and water vapour absorption in two species of soil-dwelling Collembola by accumulation of sugars and polyols. *Functional Ecology*, **15**, 647-653.

Hopkin, S.P. (1997) Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). *Oxford University Press*, Oxford.

Hoskins, J.L., Janion-Scheepers, C., Chown, S.L. & Duffy, G.A. (2015) Growth and reproduction of laboratory-reared Neanurid Collembola using a novel slime mould diet. *Scientific Reports*, **5**: 11957.

## **I**

Itô, Y. (1997) Diversity of forest trees species in Yanbaru, the northern part of Okinawa Island. *Plant Ecol.* **133**, 125-133.

Ireson, J.E & Greenslade, P. (1990) *Lasofinus* gen.n. (Collembola: Tomoceridae) from Tasmania and a re-examination of *Neophoriella dubia* Womersley (Tomoceridae). *Journal of the Australian Entomological Society*, **29**, 205-14.

## **J**

Jantarit, S., Chutamas, S. & Deharveng, L. (2013) The genus *Cyphoderopsis* Carpenter (Collembola: Paronellidae) in Thailand and a faunal transition at the Isthmus of Kra in Troglopedetinae. *Zootaxa* 3721(1):49-70.

Jantarit, S., Deharveng, L. & Chutamas, S. (2014) *Cyphoderus* (Cyphoderidae) as a major component of Collembolan cave fauna in Thailand, with description of two new species. *ZooKeys*, **368**(368):1-21.

Joleaud L., (1936) Etude géologique de la région de Bône et de La Calle. *Bull. Serv. Carte géolog. Algérie. Imp. Typo-litho et Cie, Alger*, 2° série, n° **12** : 185 p. + 4 pl.

Joosse, E.N.G. (1983) New developments in the ecology of Apterygota. *Pedobiologia*, **5**, 217-234.

Joosse, E.N.G. & Veltkamp, E. (1970) Some aspects of growth, moulting and reproduction in five species of surface dwelling Collembola. *Netherlands Journal of Zoology*, **20**, 315-28.

Jordana, R., Arbea, J.I., Simón, C. & Luciáñez, M.J. (1997) Fauna Ibérica - Collembola Poduromorpha. *Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid*. **8**, 807 pp.

Jordana, R., Hamra-Kroua, S. & Baquero, E. (2009) Redescription of *Isotominella geophila* Delamare Deboutteville, 1948 from Algeria (Collembola, Entomobryomorpha, Isotomidae), a second world record for an Ivory Coast species. *Zootaxa*, 63-68.

Juberthie, C. & Cassagnau, P. (1971) L'évolution du système neurosécréteur chez les Insectes; l'importance des Collembolés et des autres Aptérygotes. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **8**, 59-80.

Juberthie, C. & Massoud, Z., (1977) Etude ultrastructurale des poils sécréteurs de cire chez *Dicyrtoma atra* L. (Collembole, Dicyrtomidae). *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **14**, 125-37.

Jura, C. (1972) Development of Apterygote Insects. *In: Developmental Systems: Insects*. **1**. Academic Press, 49-94.

## K

King, P.E., Pugh, P.J.A., Fordy, M.R., Love, N., & Wheeler, S.A. (1990) A comparison of some environmental adaptations of the littoral Collembolans *Anuridella marina* (Willem) and *Anurida maritima* (Guérin). *Journal of Natural History*, **24**, 673-88.

Krzysztofowicz, A. (1977) Les études comparatives sur la morphologie des ovaires chez les Collembolés. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **14**, 81-90.

Krzysztofowicz, A. & Kisiel E. (1986) Morphogenesis of first egg envelopes in *Tetrodontophora bielensis* (Waga) (Collembola). Preliminary studies. *Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Semin. Apteryg. Siena*, 281-286.

## L

Lauga, J. & Joachim, J. (1987) L'échantillonnage des populations d'oiseaux par la méthode des E. F. P.: intérêt d'une étude mathématique de la courbe de richesse cumulée. *Acta Oecologica Generalis*, **8**:117-124.

Lauga-Reyrel, F. (1983) L'écomorphose chez *Hypogastrura tullbergi* (Collembole) manifestations cytophysiologiques et déterminisme endocrinien. *Thèse Université P. Sabatier, Toulouse*, 1-224.

Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., et al. (2006) Soil invertebrates and ecosystem services. *Euro-pean Journal of Soil Biology*, **42**, S3-S15.

Leinaas, H.P. (1980) *Isotoma blekeni* n. sp. (Collembola: Isotomidae) from coniferous forest in Norway. Ecological segregation of related, coexisting species. *Revue d'Ecologie et de biologie du Sol*, **17**, 281-9.

Lindenmann, W. (1950) Untersuchungen zur postembryonalen Entwicklung schweizerischen Orchesellen. *Rev. Suisse Zool.*, **57**, 353-428.

## **M**

Magurran, A.E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, N. J.

Magurran, A.E. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Livre, *Blackwell Science*, 2004.

Mahjoub, Y., Choukroune, P. & Kienast, J.R. (1997) Kinematics of a complex Alpine segment: Superimposed tectonic and metamorphic events in the petite Kabylie massif (northern Algeria). *Bulletin de la société géologique de France*, **8**, 649-661.

Maki, T. (1938) Studies on the thoracic musculature of insects. *Memoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University*, **24**, 1-343.

Manton, S.M. (1977) *The arthropods, Habits, functional morphology and evolution*. Clarendon Press, Oxford.

Marre, A. (1992) Le Tell oriental Algérien de Collo à la frontière tunisienne. Etude géomorphologies. *OPU. Alger Vol 1 et 2*, 153p-624p.

Massoud, Z. (1971) Un élément caractéristique de la pédofaune : les Collemboles. *In : La vie dans les sols, Gauthier –Villars, Pesson (P.), ed., Paris*, 337-388.

Massoud, Z. & Betsch, J. M. (1966c) Considérations sur l'antenne des Sminthuridinae et description de deux nouvelles espèces de Collemboles interstitiels du genre *Sminthurides* Boerner 1900 (Symphypléones). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, Série 2*, **38**, 574-85.

Massoud, Z., Betsch, J. M. & Thibaud, J. M. (1984) Expérience de piétinement contrôlé du sol d'une forêt périurbaine : effets sur le peuplement de Collemboles. *Rev. Ecol. Biol.Sol.* **21**, 507-518.

Massoud, Z. & Delamare Deboutteville, C. (1969) Etudes de l'organisation sensorielle de l'antenne des Neelidae (Collemboles) au microscope électronique à balayage. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences, Paris*, **269**, 2554-6.

Massoud, Z. & Ellis, W. N. (1977) Proposition pour une classification et une nomenclature cohérente des phanères des Collemboles européens. *Revue d'Ecologie et de biologie du Sol*, **14**, 163-79.

Massoud, Z. & Vannier, G. (1965a) Présence de sécrétions cireuses chez les Collemboles. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences, Paris*, **260**, 4819-20.

Mateos-Frias, E. (1988) Ecologia de los Colembolos (Collembola, Insecta) edaficos del encinar montano del Montseny (Barcelona). *Miscel.lania Zoologica*, **12**(12): 97-107.

May, R.M. (1975) Patterns of species abundance and diversity. In Ecology and evolution of communities (ed. M. L. Cody & J.M. Diamond), pp. 81-120. *Cambridge, MA: Harvard University Press*.

Mebarki, A. (2007) Les bassins hydrologiques de l'Algérie orientale : ressources en eau, aménagement et environnement. *Société hydrotechnique de France*, **2**: 112-115.

Murphy, D.H. (1958) *Isotoma vaillanti* sp. nov., a new species of Collembola from Algeria, *Journal of Natural History Series* **13**, 1:8, 524-526.

## N

Najt, J. (1982) Contribution à l'étude du phénomène d'écomorphose chez les Collemboles Isotomidae. *Thèse Université P. Sabatier, Toulouse*, 1-271.

Noble-Nesbitt, J. (1963c) The fully formed intermoult cuticule and associated structures of *Podura aquatic* (Collembola). *Quarterly Journal of Microscopical Science*, **104**, 253-70.

## P

Palacios-Vargas, J.G. (1984) Segunda especie mexicana de *Palmanura* Cassagnau and Palacios-Vargas (Collembola : Neanuridae). *Folia Entomologica Mexicana*, **59**, 3-10.

Palevody, C. (1976) L'ovogenèse chez les Collemboles Isotomides : Cytologie et approche physiologique. *Thèse université P. Sabatier, Toulouse*, 1-133.

- Palmer, M.W. (1990) The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, **71**, 1195-1198.
- Pass, G. (1991) Antennal circulatory organs in Onychophora, Myriapoda and Hexapoda : functional morphology and evolutionary implications. *Zoomorphology*, **110**, 145-64.
- Paulus, H.F. (1974) Erster Nachweis von Scolopalorganen in den Gliederantennen eines entognathen Insekts (Collembola, Symphypleona). *Zeitschrift für Morphologie der Tiere*, **77**, 245-54.
- Pedigo, L.P. (1967) Selected life history phenomena of *Lepidocyrtus cyaneus* f. *cinereus* Folsom with reference to grooming and the role of the colophore (Collembola : Entomobryade). *Entomological News*, **78**, 263-7.
- Peet, R.K. (1974) The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **5**, 285-307.
- Pielou, E.C. (1975) Ecological diversity. *Wiley interScience*, 1975, 165 p.
- Poinsot, N. (1968) Cas d'anhydrobiose chez le Collembole *Subisotoma variabilis*. *Gisin. Rev. Ecol. Biol. Sol*, **5**, 585-586.
- Poinsot, N. (1974) Comportement de certains Collemboles dans les biotopes xériques méditerranéens : un nouveau cas d'anhydrobiose. *C. R. Acad. Sc. Paris, sér. D*, **278**, 2213-2215.
- Poinsot, N. & Dallai, R. (1970) Ricerche sui Collemboli. XII. Contributo allo studio del genere *Proctostephanus*. *Redia*, **52**, 305-21.
- Poinsot-Balaguer, N. & Sadaka, N. (1986) Distribution saisonnière et verticale d'une population d'*Onychiurus zschokkei* Handschin (Collembola) dans une litière d'une forêt de chêne vert (*Quercus ilex*, Linné) de la région méditerranéenne Française. *Ecologia Mediterranea*, **7**, 9-13.
- Pomorski, R.J. (1998) Onychiurinae of Poland (Collembola, Onychiurinae). *Genus (Supplement)*, 1-201.
- Ponge, J.F. (1993) Biocenose of Collembola in Atlantic temperate grass-woodland ecosystems. *Pedobiologia*, **37**, 223-244.
- Ponge, J.F. Chevalier, R., Loussot, P. (2002) Humus index: an integrated tool for the assessment of forest floor and topsoil properties. *Soil Science Society of America Journal*, **66**, 1996-2001.

Ponge, J.-F., Gillet, S., Dubs, F., Fedoroff, E., Haese, H., Sousa, J.P. & Lavelle, P. (2003) Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil Biol. Biochem.*, **35**, 813-826.

Porco, D., Bedos, A., Greenslade, P., Janion, C., Skarzynski, D., Stevens, M. I., Jansen van Vuureng, B., & Deharveng, L. (2012) Challenging species delimitation in Collembola: cryptic diversity among common springtails unveiled by DNA barcoding. *Csiro publishing : Invertebrate Systematics*, **26**, 470-477.

Porco, D., Decaens, T., Deharveng, L. (2013) Biological invasions in soil: DNA barcoding as a monitoring tool in a multiple taxa survey targeting European earthworms and springtails in North America. *Biological Invasions*, **15**, 899-910.

Potapov, M. (2001) Synopses on Palaearctic Collembola. In: Isotomidae. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Goerlitz*, **73**, vol. **3**, pp. 1e 603.

## **R**

Rapoport, E.H. (1969a) Gloger's rule and pigmentation of Collembola. *Evolution*, **23**, 622-6.

Rapoport, E.H. (1971) The geographical distribution of Neotropical and Antarctic Collembola. *Pacific Insects Monographs*, **25**, 99-118.

Ratnasingham, S., Hebert, P.D.N. (2007) BOLD the barcode of life data system (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular Ecology Notes*, v.7, p.355-364.

Roubault, M. (1934) La Kabylie de Collo, étude géologique. *Edité par Alger*, 1934.

Rougerie, R., Deharveng, L., Porco, D., & Bedos, A. (2006) Geographical barriers and ecological gradients: Geographical distribution of the subspecies and morphotypes of *Deutonura deficiens* Deharveng, 1979 (Collembola: Neanuridae). *Pedobiologia*, **50**, 83-93.

Rougerie, R., Decaens, T., Deharveng, L., Porco, D., James, S. W., Chang, C. H., Richard, B., Potapov, M., Suhardjono, Y. & Hebert, P. D. N. (2009) DNA barcodes for soil animal taxonomy. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* **44**, 789-802

Ruhfus, B. & Zinkler, D. (1995) Investigations on the sources utilized for the energy supply fuelling the jump of springtails. *Journal of Insect Physiology*, **41**, 297-301.

Rusek, J. (1987b) New types of linea ventralis in Collembola and its function. In *Soil fauna and soil fertility* (ed . B.R. Striganova), 699-706. Nauka, Moscow.



Rusek, J. & Weyda, F. (1981) Morphology, ultrastructure and function of pseudocelli in *Onychiurus armatus* (Collembola, Onychiuridae). *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **18**, 127-33.

## S

Salmon, S., Bedos, A., Villemant, C., Rome, Q., Daugeron, C. & Deharveng, L. (2010) Diversity, structure and endemism of earthworm and springtail communities of a softly managed beech forest in the Pyrenees (France). *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. **65**.

Schaller, F. (1952) Die Copula der Collembolen. *Naturwiss*, 39-48.

Schneider, C., Cruaud, C., & D'Haese, C.A. (2011) Unexpected diversity in Neelipleona revealed by molecular phylogeny approach (Hexapoda, Collembola). *Soil organisms*, **83** (3): 383-398.

Schneider, C. & D'Haese, C.A. (2013) Morphological and molecular insights of Megalothorax: the largest Neelipleona genus revisited (Collembola). *Invertebrate Systematics*, **27**, 317-364.

Schomann, Afflerbach & Betz (2008) Predatory behaviour of some Central European pselaphine beetles (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae) with descriptions of relevant morphological features of their heads. *European Journal of Entomology*, **105** (5), 889.

Schulz (2015) Die Collembolenfauna von Korsika – ein aktueller Beitrag. *Mitt. internat. entomol. Ver.*, **40**(1/2): 9-23.

Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity. *Nature*, **163**: 688.

Slifer, E. H & Sekhon, S.S. (1978) Sense organs on the antenna of two species of Collembola (Insecta). *Journal of Morphology*, **157**, 1-20.

Smolis, A. (2008) Redescription of four Polish *Endonura* Cassagnau, 1979 (Collembola, Neanuridae, Neanurinae), with a nomenclature of the ventral chaetae of antennae. *Zootaxa*, **1858**, 9-36.

Snider, R.M. (1973) Laboratory observations on the biology of *Folsomia candida* (Willem) (Collembola: Isotomidae). *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **10**, 103-24.

Snider, R.J. & Butcher, J.W. (1973) The life history of *Folsomia candida* (Willem) (Collembola: Isotomidae) relative to temperature. *Great Lakes Entomologist*, **6**, 97-106.

Somme, L. (1981a) Supercooling in two Antarctic terrestrial arthropods from Bouvetoya. *Norsk Polarinstitutt Skrifter*, **175**, 37-40.

Somme, L. (1981b) Cold tolerance of Alpine, Arctic and Antarctic Collembola and mites. *Cryobiology*, **18**, 212-20.

Somme, L. & Conradi-Larsen, E.M. (1977) Cold-hardiness of Collembolans and oribatid Mites from Windswept mountain ridges. *Oikos*, **29**, 118-126.

Sousa, J. P., Gama, M.M. da, Pinto, C., Keating, A., Calhoa, F., Lemos, M., Castro, C., Luz, T., Leitao, P. & Dias, S. (2004) Effects of land-use on Collembola diversity patterns in a Mediterranean landscape. *Pedobiologia*, **48**, 609-622.

Southwood, T. & Henderson, P.A, (2000) Ecological Methods, Third edition, *Livre. Oxford: Blackwell Science*.

Stomp, N. (1974) Collemboles cavernicoles d'Afrique du Nord.I. Insecta. *Ann. Speleo*, 1974, **29**, 109-120.

Stomp, N. (1983) Collemboles cavernicoles d'Afrique du Nord. II (Insecta). *Revue suisse de Zoologie*, **90** (1) : 191-198.

## **T**

Tabet, S. (2008) Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur La végétation forestière. *Mémoire En Vue De L'obtention Du Diplôme De Magistère En Ecologie Végétale*. Université Mentouri Constantine. 126 P.

Thibaud, J.M. (1970) Biologie et écologie des Collemboles Hypogastruridae édaphiques et cavernicoles. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Zoologie*, **61A**, 83-201.

Thibaud, J.M. (1977a) Intermue et température létales chez les insectes Collemboles Arthropleones. II. Hypogastruridae et Onychiuridae. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **14**, 45-61.

Thibaud, J.M. (1977b) Intermue et température létales chez les insectes Collemboles Arthropleones. I. Isotomidae, Entomobryidae et Tomoceridae. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **14**, 267-278.

Thibaud, J.M. & Massoud, Z. (1980) Etude des Collemboles de certains milieux du Maroc et considérations biogéographiques sur la faune du Maghreb. *Revue Suisse de Zoologie*, **87**, 513-48.

Toubal, A. & Toubal, O. (1998) Roche-mère, sol et végétation du massif de l'Edough : segment de la chaîne alpine de l'Algérie orientale. *Écologie*, vol. **29**, n° 1-2, 207-214.

Tullgren, A. (1917) En enkel apparat för automatiskt vittjande av sällgods. *Entomologisk Tidskrift*, **38**, 797-100.

Tu tiempo.net, données climatiques historique de l'Algérie : <http://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>.

## U

Uemiya, H. & Ando, H. (1987b) Embryogenesis of a springtail *Tomocerus ishibashii* (Collembola: Tomoceridae): external morphology. *Journal of Morphology*, **191**, 37-48.

Urbasek, F. & Rusek, J. (1994) Activity of digestive enzymes in 7 species of Collembola (Insecta, Entognatha). *Pedobiologia*, **38**, 400-6.

## V

Vannier, G. (1971a) Techniques d'étude des populations de Microarthropodes du sol. II - Exemple d'une étude écologique : Les Microarthropodes et l'état hydrique du sol. In : «*La Vie dans les sols* », Gauthier Villars éd., Paris, 83-109 et 111-146.

Vannier, G. (1971b) Importance du point d'hygroscopie maximale dans une analyse factorielle du biotope des Collembolés. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, **8**, 81-9.

Vannier, G. & Thibaud, J.M. (1968) Le concept de disponibilité en eau appliqué à une population de Collembolés Hypogastruridae vivant dans le guano de grotte. *C.R. Acad. Sci.* Paris, sér. D, T. 267, no **7**, pp. 778-781.

Vellend, M. (2010) Conceptual synthesis in community ecology. *Quarterly Review of Biology* **85**, 183-206.

Vila, J.M. (1980) La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. *Thèse de Doctorat, Université Paris VI*, 665 p.

## W

Weiner, W.M. (1996) Generic revision of Onychiurinae (Collembola: Onychiuridae) with a cladistics analysis. *Annales de la Société Entomologique de France, N.S.*, **32**, 163-200.

Witteveen, J. & Joosse, E.N.G. (1988) The effects of inundation on marine littoral Collembola. *Holarctic Ecology*, **11**, 1-7.

Wollenberg A.L.V.D. (1977) Redundancy analysis an alternative for canonical correlation analysis. *Psychometrika*, **42**, (2): 207-219.

## X

Xiong, Y., Gao, Y., Yina, W-Y. & Luan, Y-X. (2008) Molecular phylogeny of Collembola inferred from ribosomal RNA genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **49**(3): 728-735.

## Z

Zhang, F., Chen, Z., Dong, R., Deharveng, L., Stevens, M.I., Huang, Y.H., Zhu, C.D. (2014) Molecular phylogeny reveals independent origins of body scales in Entomobryidae (Hexapoda: Collembola). *Molecular Phylogenetics and Evolution* : 70 : 231–239.

Zhang, F. & Deharveng, L. (2015) Systematic revision of Entomobryidae (Collembola) by integrating molecular and new morphological evidence. *Zool. Scr.*, **44**: 298-311.

Zinkler, D. and Wilking, K. (1989) Pigmentation of Collembola: an ecophysiological approach. In *Third International Seminar on Apterygota* (ed. R. Dallai), 467-75. University of Siena, Siena.

Zoughailech, A., Hamra-Kroua, S. & Deharveng, L. (2016) New species of *Pseudachorutes* (Collembola: Neanuridae) from Northeastern Algeria. *Zootaxa*, **4158** (4): 557-568.

## ANNEXES

### 1 Articles publiés

**1.1** Zoughailech, A., Hamra-Kroua, S. & Deharveng, L. (2016) New species of *Pseudachorutes* (Collembola: Neanuridae) from Northeastern Algeria. *Zootaxa*, **4158** (4): 557-568.

**1.2** Deharveng, L., Zoughailech, A. Hamra Kroua, S. & Porco, D. (2015) A new species of *Deutonura* (Collembola: Neanuridae: Neanurinae) from north-eastern Algeria, and characterisation of two intraspecific lineages by their barcodes. *Zootaxa*, **3920** (2): 281-290.

## New species of *Pseudachorutes* (Collembola: Neanuridae) from Northeastern Algeria

ABDELMALEK ZOUGHAILECH<sup>1</sup>, SALAH HAMRA-KROUA<sup>1</sup> & LOUIS DEHARVENG<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Constantine 1, Route de Ain El-Bey, 25000 Constantine, Algeria

<sup>2</sup>Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité, ISYEB - UMR 7205 - CNRS, MNHN, UPMC, EPHE, Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, 45 rue Buffon, CP50, F-75005 Paris, France

<sup>3</sup>Corresponding author. E-mail: deharven@mnhn.fr

### Abstract

Three new species of *Pseudachorutes* are described from the Collo massif in northeastern Algeria, all three with morphological features unique or rare in the genus. *P. deficiens* sp. nov. lacks chaeta E on the labium, a character only retrieved in *P. ouatilloensis* Najt & Weiner, 1997 from New Caledonia, from which it differs by the presence of chaeta a2 on Th. II and of chaeta M on tibiotarsus. *P. octosensillatus* sp. nov. is the only species of the genus that have 8 S-chaetae on Ant IV. *P. labialis* sp. nov. has 3 x-papillae on the labium, like *P. cf. Indiana* Christiansen & Bellinger, 1980 from Alaska, from which it differs by the presence of chaeta a2 on Th. II and a lower number of vesicles in PAO (5–6 vs 10–14).

**Key words:** taxonomy, antenna, labium, chaetotaxy, S-chaetae, Pseudachorutinae

### Introduction

The genus *Pseudachorutes* Tullberg, 1871 is distributed worldwide with 104 species (Bellinger *et al.* 1996–2016). Two species are recorded so far from Algeria: *P. parvulus* Bömer, 1901 and *P. cf. subcrassus* Tullberg, 1871 (Cassagnau 1963, Thibaud & Massoud 1980, Hamra-Kroua & Deharveng 2010). In the course of faunistic studies on Collembola from the Collo massif in northeastern Algeria, the two species cited above have not been found, while three other species, new to science, were discovered. They are described and illustrated in the present paper.

### Material and methods

We follow Deharveng (1983) for the nomenclature of morphological categories of chaetae, and antennal and labial chaetotaxy, Cassagnau (1974) for the notation of dorsal chaetae on head and tergites, Deharveng & Bedos (1991) for chaetal groups nomenclature. The chaetal groups DL on Th. I and L on Th. II–III correspond to the subcoxae I of legs I, II and III (Deharveng 1980). For the nomenclature of body parts, we use English terms (sternites, tergites, claw) when they exist instead of Latine terms (sterna, terga, unguis). Labral formula includes prelabral chaetae (following Yosii 1976 and Kaprus' & Weiner 2009). Position of S-chaetae on tergites is the rank of the dorsal S-chaetae in the p-row from the axis for each tergite, excluding the lateral S-chaeta of the thorax;

Abbreviations: Abd.—Abdominal tergites; Ag—antegenital chaetae; AIII—Antenna III organ; Ant.—Antennal segment; Di—Dorso-internal chaetal group; De—Dorso-external chaetal group; DL—Dorso-lateral chaetal group; L—Lateral chaetal group; mes—mesochaeta(-tae); mic—microchaeta(-tae); ms—S-microchaeta; N—number of specimens; PAO—Postantennal organ; S—S-chaeta (-tae); Th.—Thoracic tergites; VL—Ventral-lateral chaetal groups on Abd IV and V; VT—Ventral tube. Material deposit: LBEA—Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, Constantine, Algeria; MNHN—Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France.

















































## 2 Liste des relevés standards effectués à Collo

**Tableau S1. Codes des échantillons standards récoltés dans l'étude de l'écologie des peuplements (Nous avons surligné en jaune les relevés retirés de l'analyse pour leur mauvais état)**

Code échantillon	Date	Localité	Altitude
ALG-ZA13-KBP1	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KBP2	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KBP3	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KBP4	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KBP5	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KL1	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KL2	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KL3	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KL4	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KL5	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KM1	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KM2	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KM3	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KM4	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KM5	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KMH1	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KMH2	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KMH3	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KMH4	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KMH5	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KSOL1	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KSOL2	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KSOL3	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KSOL4	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KSOL5	30/11/2013	Kanoua	710 m
ALG-ZA13-KMBP1	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMBP2	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMBP3	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMBP4	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMBP5	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KML1	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KML2	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KML3	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KML4	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KML5	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMMH1	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m

ALG-ZA13-KMMH2	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMMH3	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMMH4	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMMH5	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMSOL1	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMSOL2	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMSOL3	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMSOL4	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-KMSOL5	29/11/2013	Khenak mayoune	510 m
ALG-ZA13-OZBP1	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZBP2	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZBP3	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZBP4	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZBP5	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCL1	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCL2	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCL3	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCL4	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCL5	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCZ1	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCZ2	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCZ3	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCZ4	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZLCZ5	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZM1	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZM2	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZM3	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZM4	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZM5	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZMH1	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZMH2	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZMH3	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZMH4	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZMH5	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZSOL1	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZSOL2	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZSOL3	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZSOL4	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-OZSOL5	29/11/2013	Oued Z'hor	40 m
ALG-ZA13-SIBP1	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIBP2	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIBP3	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIBP4	30/11/2013	Siouane	770 m

ALG-ZA13-SIBP5	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIL1	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIL2	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIL3	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIL4	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIL5	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIM1	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIM2	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIM3	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIM4	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIM5	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIMH1	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIMH2	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIMH3	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIMH4	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SIMH5	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SISOL1	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SISOL2	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SISOL3	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SISOL4	30/11/2013	Siouane	770 m
ALG-ZA13-SISOL5	30/11/2013	Siouane	770 m

### 3 Liste des codes espèces utilisés dans les ACP

**Tableau S2. Codes des espèces utilisés dans les analyses statistiques (ACP)**

Espèce	Code
<i>Allacma</i> sp.	ALL
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	ASE
<i>Bilobella aurantiaca</i>	BAU
<i>Bourletiellidae</i> sp.	BOU
<i>Brachystomella</i> sp.	BRA
<i>Caprainea marginata</i>	CMA
<i>Ceratophysella armata</i>	CAR
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	CDE
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	CGI
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	CTE
<i>Cyphoderus albinus</i>	CAL
<i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i>	CTR
<i>Deuteraphorura</i> sp.	DEU
<i>Deutonura zana</i>	DZA
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	DIC
<i>Edoughnura</i> sp.	EDO
<i>Entomobrya multifasciata</i>	EMU
<i>Folsomia candida</i>	FCA
<i>Folsomia penicula</i>	FPE
<i>Folsomia quadrioculata</i>	FQU
<i>Folsomides angularis</i>	FAN
<i>Folsomides parvulus</i>	FPA
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i>	FAF
<i>Friesea</i> cf. <i>decemoculata</i>	FDE
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	FES
<i>Friesea laouina</i>	FLA
<i>Friesea major</i>	FMA
<i>Hemisotoma thermophila</i>	HTH
<i>Heteromurus major</i>	HMA
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	HNI
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	IVI
<i>isotomiella minor</i>	IMI
<i>Isotomurus</i> sp.	ISO
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	LEP
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	LLI
<i>Lipothrix lubbocki</i>	LLU
<i>Megalothorax</i> sp.	MEG
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	MMA
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	MCA
<i>Microgastrura</i> sp.	MIC

<i>Neelus murinus</i>	NMU
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	OCR
<i>Orchesella sp.</i>	ORC
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	OQU
<i>Parisotoma notabilis</i>	PNO
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	PSA
<i>Proisotoma minuta</i>	PMI
<i>Proisotoma sp.</i>	PRO
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	PPS
<i>Protaphorura armata</i>	PAR
<i>Pseudacherontides sp.</i>	PSE
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	PME
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	PAS
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	PS1
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	PS3
<i>Pseudosinella alba</i>	PAL
<i>Pseudosinella sp.2</i>	PBL
<i>Pseudosinella sp.1</i>	PGR
<i>Seira domestica</i>	SDO
<i>Sensillanura austriaca</i>	SAU
<i>Sminthurides signatus</i>	SSI
<i>Sminthurinus niger</i>	SNI
<i>Sminthurinus signatus</i>	SSS
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	SPU
<i>Superodontella taiensis</i>	STA
<i>Tetracanthella pilosa</i>	TPI
<i>Tomocerus minor</i>	TMI
<i>Willemia sp.</i>	WIL
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	XXA
<i>Xenyllodes armatus</i>	XAR



## 4 Similarités entre deux ensembles de relevés mesurés sur les espèces

### 4.1 Comparaison de deux localités

Tableaux S3. Oued Z'hor / Kanoua

	Sélection de relevés : Kanoua
Nombre de relevés analysés:	20
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1257
Nombre d'espèces:	28

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5.

	Sélection de relevés : OuedZhor
Nombre de relevés analysés:	26
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1346
Nombre d'espèces:	58

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Kanoua	effectif dans Kanoua	nb relevés dans Oued z'hor	effectif dans Oued Z'hor
<b>27 espèces à la fois dans A et dans B</b>				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	5	3	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	25	6	105
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	5	15
<i>Folsomia penicula</i>	12	103	18	107
<i>Folsomides parvulus</i>	1	16	1	1
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	1	1	6	25
<i>Friesea laouina</i>	3	3	12	84
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	8	107
<i>Heteromurus major</i>	7	70	12	34
<i>Isotomiella minor</i>	2	4	13	132
<i>Megalothorax sp.</i>	6	15	11	12
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	14	2	8
<i>Micranurida cf. candida</i>	3	69	1	1
<i>Neelus murinus</i>	1	1	2	2
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	6	52	1	6

<i>Parisotoma notabilis</i>	3	4	1	9
<i>Proisotoma minuta</i>	5	551	3	34
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	4	4	10	13
<i>Protaphorura armata</i>	3	7	9	49
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	2	3
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	242	1	1
<i>Pseudosinella alba</i>	1	1	2	13
<i>Sminthurinus niger</i>	2	2	2	3
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	6	40	11	42
<i>Superodontella tayaensis</i>	2	9	3	62
<i>Tomocerus minor</i>	2	4	5	5
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	8	120
<b>1 espèce exclusivement dans Kanoua</b>				
<i>Xenyllodes armatus</i>	6	9	0	0
<b>31 espèces exclusivement dans Oued Z'hor</b>				
<i>Allacma sp.</i>	0	0	2	3
<i>Bourletiellidae sp.</i>	0	0	1	4
<i>Brachystomella sp.</i>	0	0	1	3
<i>Caprainea marginata</i>	0	0	7	15
<i>Ceratophysella armata</i>	0	0	7	15
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	0	0	1	1
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	0	0	1	1
<i>Cyphoderus albinus</i>	0	0	1	1
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	0	0	8	15
<i>Edoughnura sp.</i>	0	0	1	1
<i>Entomobrya multifasciata</i>	0	0	4	4
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. afurcata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea major</i>	0	0	2	2
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	0	0	3	5
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	4	8
<i>Isotomurus sp.</i>	0	0	5	23
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	0	0	3	5
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	0	0	8	16
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	4	4
<i>Microgastrura sp.</i>	0	0	2	2
<i>Orchesella sp.</i>	0	0	2	3
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	0	0	1	3
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	0	0	14	158
<i>Proisotoma sp.</i>	0	0	2	39
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	0	0	4	7
<i>Pseudosinella sp.1</i>	0	0	2	3
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	2	3
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1
<i>Willemia sp.</i>	0	0	1	2

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés B : Kanoua
Nombre de relevés analysés:	20
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	706
Nombre d'espèces:	27

	Sélection de relevés A : Oued Zhor
Nombre de relevés analysés:	26
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1312
Nombre d'espèces:	57

Nom espèce	nb relevés dans Oued Z'hor	effectif dans Oued Z'hor	nb relevés dans Kanoua	effectif dans Kanoua
26 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	3	3	2	5
<i>Bilobella aurantiaca</i>	6	105	4	25
<i>Deuteraphorura sp.</i>	5	15	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	18	107	12	103
<i>Folsomides parvulus</i>	1	1	1	16
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	25	1	1
<i>Friesea laouina</i>	12	84	3	3
<i>Hemisotoma thermophila</i>	8	107	1	3
<i>Heteromurus major</i>	12	34	7	70
<i>Isotomiella minor</i>	13	132	2	4
<i>Megalothorax sp.</i>	11	12	6	15
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	8	2	14
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	1	3	69
<i>Neelus murinus</i>	2	2	1	1
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	6	6	52
<i>Parisotoma notabilis</i>	1	9	3	4
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	10	13	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	9	49	3	7
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	2	3	1	1
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	5	242
<i>Pseudosinella alba</i>	2	13	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	11	42	6	40
<i>Superodontella taiensis</i>	3	62	2	9

<i>Tomocerus minor</i>	5	5	2	4
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	8	120	1	1
31 espèces exclusivement dans A				
<i>Allacma sp.</i>	2	3	0	0
<i>Bourletiellidae sp.</i>	1	4	0	0
<i>Brachystomella sp.</i>	1	3	0	0
<i>Caprainea marginata</i>	7	15	0	0
<i>Ceratophysella armata</i>	7	15	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	8	15	0	0
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	4	4	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	2	2	0	0
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	3	5	0	0
<i>Isotoma cf. viridis</i>	4	8	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	5	23	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	3	5	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	8	16	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	4	4	0	0
<i>Microgastrura sp.</i>	2	2	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	2	3	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	14	158	0	0
<i>Proisotoma sp.</i>	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	4	7	0	0
<i>Pseudosinella sp.2</i>	2	3	0	0
<i>Pseudosinella sp.1</i>	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurinus signatus</i>	1	1	0	0
<i>Willemia sp.</i>	1	2	0	0
1 espèce exclusivement dans Kanoua				
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	6	9

### Tableaux S4. Oued Z'hor – Khenak Mayoune

Sélection de relevés: Oued z'hor	
Nombre de relevés analysés:	26
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1346
Nombre d'espèces:	58

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5.

Sélection de relevés: Khenak mayoune	
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	613
Nombre d'espèces:	36

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5,

Nom espèce	nb relevés dans Oued Z'hor	effectif dans Oued Z'hor	nb relevés dans Khenk mayoune	effectif dans Khenak mayoune
31 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	3	3	3	6
<i>Bilobella aurantiaca</i>	6	105	3	7
<i>Caprainea marginata</i>	7	15	7	11
<i>Ceratophysella armata</i>	7	15	4	7
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	8	15	1	1
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	18	107	15	127
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	1	18
<i>Folsomides parvulus</i>	1	1	3	25
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	25	6	12
<i>Friesea laouina</i>	12	84	11	41

<i>Heteromurus major</i>	12	34	12	62
<i>Isotomiella minor</i>	13	132	4	10
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	3	5	1	1
<i>Lipothrix lubbocki</i>	4	4	5	16
<i>Megalothorax</i> sp.	11	12	8	23
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	8	1	1
<i>Neelus murinus</i>	2	2	2	3
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	1	6	10	24
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	14	158	1	1
<i>Proisotoma minuta</i>	3	34	4	107
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	10	13	5	29
<i>Protaphorura armata</i>	9	49	5	15
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	4	7	1	2
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	2	2
<i>Pseudosinella alba</i>	2	13	1	3
<i>Pseudosinella</i> sp.2	2	3	2	3
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	3
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	11	42	5	33
<i>Superodontella taiensis</i>	3	62	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	8	120	3	3
27 espèces exclusivement dans A				
<i>Allacma</i> sp.	2	3	0	0
<i>Bourletiellidae</i> sp.	1	4	0	0
<i>Brachystomella</i> sp.	1	3	0	0
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Deuteraphorura</i> sp.	5	15	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	4	4	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	2	2	0	0
<i>Hemisotoma thermophila</i>	8	107	0	0
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	3	5	0	0
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	4	8	0	0

<i>Isotomurus</i> sp.	5	23	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	8	16	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	1	0	0
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	2	3	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Parisotoma notabilis</i>	1	9	0	0
<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	2	3	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurinus signatus</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	5	5	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
5 espèces exclusivement dans B				
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

**« Sans *Proisotoma minuta* »**

	Sélection de relevés: Oued Zhor
Nombre de relevés analysés:	26
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1312
Nombre d'espèces:	57

	Sélection de relevés : Khnak Mayoun
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	506
Nombre d'espèces:	35

Nom espèce	nb relevés dans Oued Z'hor	effectif dans Oued Z'hor	nb relevés dans Khenak mayoune	effectif dans Khenak mayoune
30 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	3	3	3	6
<i>Bilobella aurantiaca</i>	6	105	3	7
<i>Caprainea marginata</i>	7	15	7	11
<i>Ceratophysella armata</i>	7	15	4	7
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	8	15	1	1
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	18	107	15	127
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	1	18
<i>Folsomides parvulus</i>	1	1	3	25
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	25	6	12
<i>Friesea laouina</i>	12	84	11	41
<i>Heteromurus major</i>	12	34	12	62
<i>Isotomiella minor</i>	13	132	4	10
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	3	5	1	1
<i>Lipothrix lubbocki</i>	4	4	5	16
<i>Megalothorax sp.</i>	11	12	8	23
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	8	1	1
<i>Neelus murinus</i>	2	2	2	3
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	6	10	24
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	14	158	1	1
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	10	13	5	29
<i>Protaphorura armata</i>	9	49	5	15
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	4	7	1	2
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	2	2
<i>Pseudosinella alba</i>	2	13	1	3
<i>Pseudosinella sp.2</i>	2	3	2	3
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	3
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	11	42	5	33
<i>Superodontella taiensis</i>	3	62	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	8	120	3	3
27 espèces exclusivement dans Oued Z'hor				
<i>Allacma sp.</i>	2	3	0	0



<i>Bourletiellidae</i> sp.	1	4	0	0
<i>Brachystomella</i> sp.	1	3	0	0
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Deuteraphorura</i> sp.	5	15	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	4	4	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	2	2	0	0
<i>Hemisotoma thermophila</i>	8	107	0	0
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	3	5	0	0
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	4	8	0	0
<i>Isotomurus</i> sp.	5	23	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	8	16	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	1	0	0
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	2	3	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Parisotoma notabilis</i>	1	9	0	0
<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	2	3	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurinus signatus</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	5	5	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
5 espèces exclusivement dans Khenak mayoune				
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

### Tableaux S5. Oued Z'hor – Siouane

	Sélection de relevés: Oued Z'hor
Nombre de relevés analysés:	26
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1346
Nombre d'espèces:	58

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5.

	Sélection de relevés: Siouane
Nombre de relevés analysés:	22
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2836
Nombre d'espèces:	34

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Oued Z'hor	effectif dans Oued Z'hor	nb relevés dans Siouane	effectif dans Siouane
25 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	3	3	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	6	105	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	7	15	2	3
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	2	5
<i>Folsomia penicula</i>	18	107	9	16
<i>Folsomides parvulus</i>	1	1	2	11
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	25	1	1
<i>Friesea laouina</i>	12	84	9	18
<i>Hemisotoma thermophila</i>	8	107	1	6
<i>Heteromurus major</i>	12	34	6	20
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	3	5	12	181
<i>Isotomiella minor</i>	13	132	12	95
<i>Megalothorax sp.</i>	11	12	1	1

<i>Micranurida cf. candida</i>	1	1	2	2
<i>Parisotoma notabilis</i>	1	9	5	23
<i>Proisotoma minuta</i>	3	34	12	2258
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	10	13	4	5
<i>Protaphorura armata</i>	9	49	9	24
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	3	3
<i>Pseudosinella alba</i>	2	13	4	8
<i>Pseudosinella sp.2</i>	2	3	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	14
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	11	42	2	2
<i>Superodontella taiensis</i>	3	62	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	8	120	1	1
33 espèces exclusivement dans Oued Z'hor				
<i>Allacma sp.</i>	2	3	0	0
<i>Bourletiellidae sp.</i>	1	4	0	0
<i>Brachystomella sp.</i>	1	3	0	0
<i>Ceratophysella armata</i>	7	15	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Deuteraphorura sp.</i>	5	15	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	8	15	0	0
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	4	4	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	2	2	0	0
<i>Isotoma cf. viridis</i>	4	8	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	5	23	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	3	5	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	8	16	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	4	4	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	8	0	0
<i>Microgastrura sp.</i>	2	2	0	0
<i>Neelus murinus</i>	2	2	0	0
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	6	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	2	3	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	14	158	0	0

<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	4	7	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	2	3	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurinus signatus</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	5	5	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
9 espèces exclusivement dans Siouane				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	2	3
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides angularis</i>	0	0	1	100
<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i>	0	0	1	1
<i>Pseudacherontides</i> sp.	0	0	1	1
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Tetracanthella pilosa</i>	0	0	2	2
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	4	23

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Oued Zhor
Nombre de relevés analysés:	26
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1312
Nombre d'espèces:	57

	Sélection de relevés: Siouane
Nombre de relevés analysés:	22
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	578
Nombre d'espèces:	33

Nom espèce	nb relevés dans Oued Z'hor	effectif dans Oued Z'hor	nb relevés dans Siouane	effectif dans Siouane
24 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	3	3	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	6	105	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	7	15	2	3
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	2	5
<i>Folsomia penicula</i>	18	107	9	16
<i>Folsomides parvulus</i>	1	1	2	11

<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	25	1	1
<i>Friesea laouina</i>	12	84	9	18
<i>Hemisotoma thermophila</i>	8	107	1	6
<i>Heteromurus major</i>	12	34	6	20
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	3	5	12	181
<i>Isotomiella minor</i>	13	132	12	95
<i>Megalothorax sp.</i>	11	12	1	1
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	1	2	2
<i>Parisotoma notabilis</i>	1	9	5	23
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	10	13	4	5
<i>Protaphorura armata</i>	9	49	9	24
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	3	3
<i>Pseudosinella alba</i>	2	13	4	8
<i>Pseudosinella sp.2</i>	2	3	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	14
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	11	42	2	2
<i>Superodontella taiensis</i>	3	62	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	8	120	1	1
33 espèces exclusivement dans Oued Z'hor				
<i>Allacma sp.</i>	2	3	0	0
<i>Bourletiellidae sp.</i>	1	4	0	0
<i>Brachystomella sp.</i>	1	3	0	0
<i>Ceratophysella armata</i>	7	15	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Deuteraphorura sp.</i>	5	15	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	8	15	0	0
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	4	4	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	2	2	0	0
<i>Isotoma cf. viridis</i>	4	8	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	5	23	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	3	5	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	8	16	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	4	4	0	0
<i>Mesaphorura</i>	2	8	0	0

<i>macrochaeta</i>				
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Neelus murinus</i>	2	2	0	0
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	1	6	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	2	3	0	0
<i>Orchesella</i> <i>quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proctostephanus</i> <i>sanctiaugustini</i>	14	158	0	0
<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina</i> <i>meridionalis</i>	4	7	0	0
<i>Pseudachorutella</i> <i>asigillata</i>	2	3	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
<i>Sminthurides</i> <i>signatus</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurinus</i> <i>signatus</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	5	5	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
9 espèces exclusivement dans Siouane				
<i>Ceratophysella</i> <i>tergilobata</i>	0	0	2	3
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides angularis</i>	0	0	1	100
<i>Friesea</i> cf. <i>decemoculata</i>	0	0	1	1
<i>Pseudacherontides</i> sp.	0	0	1	1
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura</i> <i>austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Tetracanthella pilosa</i>	0	0	2	2
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	4	23

**Tableaux S6. Kanoua – Siouane**

	Sélection de relevés: Kanoua
Nombre de relevés analysés:	20
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1257
Nombre d'espèces:	28

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5.

	Sélection de relevés: Siouane
Nombre de relevés analysés:	22
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2836
Nombre d'espèces:	34

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Kanoua	effectif dans Kanoua	nb relevés dans Siouane	effectif dans Siouane
22 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	5	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	25	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	12	103	9	16
<i>Folsomides parvulus</i>	1	16	2	11
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	1	1	1	1
<i>Friesea laouina</i>	3	3	9	18
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	1	6
<i>Heteromurus major</i>	7	70	6	20
<i>Isotomiella minor</i>	2	4	12	95
<i>Megalothorax sp.</i>	6	15	1	1
<i>Micranurida cf. candida</i>	3	69	2	2
<i>Parisotoma notabilis</i>	3	4	5	23
<i>Proisotoma minuta</i>	5	551	12	2258
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	4	4	4	5
<i>Protaphorura armata</i>	3	7	9	24
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	242	3	3
<i>Pseudosinella alba</i>	1	1	4	8
<i>Sminthurinus niger</i>	2	2	2	14
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	6	40	2	2
<i>Superodontella taiensis</i>	2	9	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	6	9	4	23
6 espèces exclusivement dans Kanoua				
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	14	0	0
<i>Neelus murinus</i>	1	1	0	0
<i>Oncopodura cf.</i>	6	52	0	0

<i>crassicornis</i>				
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	2	4	0	0
12 espèces exclusivement dans Siouane				
<i>Caprainea marginata</i>	0	0	2	3
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	2	3
<i>Cyphoderus albinus</i>	0	0	2	5
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides angularis</i>	0	0	1	100
<i>Friesea</i> cf. <i>decemoculata</i>	0	0	1	1
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	0	0	12	181
<i>Pseudacherontides</i> sp.	0	0	1	1
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0	1	1
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Tetracanthella pilosa</i>	0	0	2	2

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Siouane
Nombre de relevés analysés:	22
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	578
Nombre d'espèces:	33

	Sélection de relevés: kanoua
Nombre de relevés analysés:	20
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	706
Nombre d'espèces:	27

Nom espèce	nb relevés dans Siouane	effectif dans Siouane	nb relevés dans Kanoua	effectif dans Kanoua
21 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	2	3	2	5
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	1	4	25
<i>Folsomia penicula</i>	9	16	12	103
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	1	16
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	1	1	1	1
<i>Friesea laouina</i>	9	18	3	3
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	6	1	3
<i>Heteromurus major</i>	6	20	7	70



<i>Isotomiella minor</i>	12	95	2	4
<i>Megalothorax sp.</i>	1	1	6	15
<i>Micranurida cf. candida</i>	2	2	3	69
<i>Parisotoma notabilis</i>	5	23	3	4
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	4	5	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	9	24	3	7
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	3	3	5	242
<i>Pseudosinella alba</i>	4	8	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	2	14	2	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	2	2	6	40
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	9
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	4	23	6	9
12 espèces exclusivement dans Siouane				
<i>Caprainea marginata</i>	2	3	0	0
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	2	3	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	2	5	0	0
<i>Folsomia candida</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Friesea cf. decemoculata</i>	1	1	0	0
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	12	181	0	0
<i>Pseudacherontides sp.</i>	1	1	0	0
<i>Pseudosinella sp.2</i>	1	1	0	0
<i>Seira domestica</i>	1	1	0	0
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
6 espèces exclusivement dans Kanoua				
<i>Deuteraphorura sp.</i>	0	0	1	1
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	0	0	2	14
<i>Neelus murinus</i>	0	0	1	1
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	0	0	6	52
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0	0	1	1
<i>Tomocerus minor</i>	0	0	2	4

### Tableaux S7. Kanoua – Khenak Mayoune

	Sélection de relevés: Kanoua
Nombre de relevés analysés:	20
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1257
Nombre d'espèces:	28

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5.

	Sélection de relevés: Khenak mayoune
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	613
Nombre d'espèces:	36

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Kanoua	effectif dans Kanoua	nb relevés dans Khenak mayoune	effectif dans Khenak mayoune
21 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	5	3	6
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	25	3	7
<i>Folsomia penicula</i>	12	103	15	127
<i>Folsomides parvulus</i>	1	16	3	25
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	1	1	6	12
<i>Friesea laouina</i>	3	3	11	41
<i>Heteromurus major</i>	7	70	12	62
<i>Isotomiella minor</i>	2	4	4	10
<i>Megalothorax sp.</i>	6	15	8	23
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	14	1	1
<i>Neelus murinus</i>	1	1	2	3
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	6	52	10	24
<i>Proisotoma minuta</i>	5	551	4	107

<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	4	4	5	29
<i>Protaphorura</i> <i>armata</i>	3	7	5	15
<i>Pseudachorutes</i> <i>deficiens</i>	5	242	2	2
<i>Pseudosinella</i> <i>alba</i>	1	1	1	3
<i>Sminthurinus</i> <i>niger</i>	2	2	2	3
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	6	40	5	33
<i>Superodontella</i> <i>taiensis</i>	2	9	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	1	1	3	3
7 espèces exclusivement dans Kanoua				
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Hemisotoma</i> <i>thermophila</i>	1	3	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	3	69	0	0
<i>Parisotoma</i> <i>notabilis</i>	3	4	0	0
<i>Pseudachorutella</i> <i>asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus</i> <i>minor</i>	2	4	0	0
<i>Xenyllodes</i> <i>armatus</i>	6	9	0	0
15 espèces exclusivement dans Khenak mayoune				
<i>Caprainea</i> <i>marginata</i>	0	0	7	11
<i>Ceratophysella</i> <i>armata</i>	0	0	4	7
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura</i> <i>zana</i>	0	0	1	1
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	0	0	1	1
<i>Edoughnura</i> sp.	0	0	1	1
<i>Folsomia</i> <i>quadrioculata</i>	0	0	1	18
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	0	0	1	1
<i>Lipothrix</i> <i>lubbocki</i>	0	0	5	16
<i>Proctostephanus</i> <i>sanctiaugustini</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorudina</i> <i>meridionalis</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorutes</i> <i>labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0	2	3
<i>Seira</i> <i>domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura</i> <i>austriaca</i>	0	0	1	1

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés : Kanoua
Nombre de relevés analysés:	20
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	706
Nombre d'espèces:	27

	Sélection de relevés: Khenak mayoune
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	506
Nombre d'espèces:	35

Nom espèce	nb relevés dans Kanoua	effectif dans Kanoua	nb relevés dans Khenak mayoune	effectif dans Khenak mayoune
20 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	5	3	6
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	25	3	7
<i>Folsomia penicula</i>	12	103	15	127
<i>Folsomides parvulus</i>	1	16	3	25
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	1	1	6	12
<i>Friesea laouina</i>	3	3	11	41
<i>Heteromurus major</i>	7	70	12	62
<i>Isotomiella minor</i>	2	4	4	10
<i>Megalothorax sp.</i>	6	15	8	23
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	2	14	1	1
<i>Neelus murinus</i>	1	1	2	3
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	6	52	10	24
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	4	4	5	29
<i>Protaphorura armata</i>	3	7	5	15
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	242	2	2
<i>Pseudosinella alba</i>	1	1	1	3
<i>Sminthurinus niger</i>	2	2	2	3
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	6	40	5	33
<i>Superodontella taiensis</i>	2	9	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	3	3
7 espèces exclusivement dans Kanoua				
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	0	0

<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	0	0
<i>Micranurida cf. candida</i>	3	69	0	0
<i>Parisotoma notabilis</i>	3	4	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	2	4	0	0
<i>Xenyllodes armatus</i>	6	9	0	0
15 espèces exclusivement dans Khenak mayoune				
<i>Caprainea marginata</i>	0	0	7	11
<i>Ceratophysella armata</i>	0	0	4	7
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	0	0	1	1
<i>Edoughnura sp.</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia quadriculata</i>	0	0	1	18
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	0	0	1	1
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	5	16
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	2	3
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

**Tableaux S8. Khenak Mayoune – Siouane**

	Sélection de relevés A : Khenak mayoune
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	613
Nombre d'espèces:	36

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5.

	Sélection de relevés B : Siouane
Nombre de relevés analysés:	22
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2836
Nombre d'espèces:	34

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Khenak mayoune	effectif dans Khenak mayoune	nb relevés dans Siouane	effectif dans Siouane
22 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	3	6	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	3	7	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	7	11	2	3
<i>Folsomia penicula</i>	15	127	9	16
<i>Folsomides parvulus</i>	3	25	2	11
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	12	1	1
<i>Friesea laouina</i>	11	41	9	18
<i>Heteromurus major</i>	12	62	6	20
<i>Isotomiella minor</i>	4	10	12	95
<i>Megalothorax sp.</i>	8	23	1	1
<i>Proisotoma minuta</i>	4	107	12	2258
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	5	29	4	5
<i>Protaphorura armata</i>	5	15	9	24
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	2	3	3
<i>Pseudosinella alba</i>	1	3	4	8
<i>Pseudosinella sp.2</i>	2	3	1	1
<i>Seira domestica</i>	1	1	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	14
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	5	33	2	2
<i>Superodontella taiensis</i>	2	2	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	3	3	1	1
14 espèces exclusivement dans Khenak mayoune				

<i>Ceratophysella armata</i>	4	7	0	0
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	2	0	0
<i>Deutonura zana</i>	1	1	0	0
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	0	0
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	18	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	1	1	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	5	16	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	1	0	0
<i>Neelus murinus</i>	2	3	0	0
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	10	24	0	0
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	1	1	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	1	2	0	0
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	1	9	0	0
12 espèces exclusivement dans Siouane				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	2	3
<i>Cyphoderus albinus</i>	0	0	2	5
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides angularis</i>	0	0	1	100
<i>Friesea</i> cf. <i>decemoculata</i>	0	0	1	1
<i>Hemisotoma thermophila</i>	0	0	1	6
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	0	0	12	181
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	0	0	2	2
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	5	23
<i>Pseudacherontides</i> sp.	0	0	1	1
<i>Tetracanthella pilosa</i>	0	0	2	2
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	4	23

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Khenak Mayoune
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	506
Nombre d'espèces:	35

	Sélection de relevés: Siouane
Nombre de relevés analysés:	22
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	578
Nombre d'espèces:	33

Nom espèce	nb relevés dans Khenak mayoune	effectif dans Khenak mayoune	nb relevés dans Siouane	effectif dans Siouane
21 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	3	6	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	3	7	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	7	11	2	3
<i>Folsomia penicula</i>	15	127	9	16
<i>Folsomides parvulus</i>	3	25	2	11
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	6	12	1	1
<i>Friesea laouina</i>	11	41	9	18
<i>Heteromurus major</i>	12	62	6	20
<i>Isotomiella minor</i>	4	10	12	95
<i>Megalothorax sp.</i>	8	23	1	1
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	5	29	4	5
<i>Protaphorura armata</i>	5	15	9	24
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	2	3	3
<i>Pseudosinella alba</i>	1	3	4	8
<i>Pseudosinella sp.2</i>	2	3	1	1
<i>Seira domestica</i>	1	1	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	2	3	2	14
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	5	33	2	2
<i>Superodontella taiensis</i>	2	2	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	3	3	1	1
14 espèces exclusivement dans Khenak mayoune				
<i>Ceratophysella</i>	4	7	0	0



<i>armata</i>				
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	2	0	0
<i>Deutonura zana</i>	1	1	0	0
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	0	0
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Folsomia</i> <i>quadrioculata</i>	1	18	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	1	1	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	5	16	0	0
<i>Mesaphorura</i> <i>macrochaeta</i>	1	1	0	0
<i>Neelus murinus</i>	2	3	0	0
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	10	24	0	0
<i>Proctostephanus</i> <i>sanctiaugustini</i>	1	1	0	0
<i>Pseudachorudina</i> <i>meridionalis</i>	1	2	0	0
<i>Pseudachorutes</i> <i>labiatus</i>	1	9	0	0
12 espèces exclusivement dans Siouane				
<i>Ceratophysella</i> <i>tergilobata</i>	0	0	2	3
<i>Cyphoderus</i> <i>albinus</i>	0	0	2	5
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides</i> <i>angularis</i>	0	0	1	100
<i>Friesea</i> cf. <i>decemoculata</i>	0	0	1	1
<i>Hemisotoma</i> <i>thermophila</i>	0	0	1	6
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	0	0	12	181
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	0	0	2	2
<i>Parisotoma</i> <i>notabilis</i>	0	0	5	23
<i>Pseudacherontides</i> sp.	0	0	1	1
<i>Tetracanthella</i> <i>pilosa</i>	0	0	2	2
<i>Xenyllodes</i> <i>armatus</i>	0	0	4	23

## 4.2 Comparaison de deux habitats

**Tableaux S9. Mousse – Litière**

	Sélection de relevés: Litière
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	586
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5.

	Sélection de relevés: Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1183
Nombre d'espèces:	46

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5.

Nom espèce	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse
35 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	1	1	4
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	7	4	26
<i>Caprainea marginata</i>	4	5	1	1
<i>Ceratophysella armata</i>	5	12	2	4
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	3	1	1
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	4	5	1	1
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	1	1
<i>Entomobrya multifasciata</i>	2	2	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	12	72	7	79
<i>Folsomides parvulus</i>	1	2	2	11
<i>Friesea laouina</i>	11	41	2	13
<i>Friesea major</i>	1	1	1	1
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	6	1	3
<i>Heteromurus major</i>	14	63	6	65
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	25	1	4
<i>Isotomiella minor</i>	6	43	2	3
<i>Isotomurus sp.</i>	1	15	2	4

<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	2	3
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	3	10	2	2
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	10	1	1
<i>Megalothorax</i> sp.	9	13	5	7
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	1	1	7
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	7	32	1	18
<i>Orchesella</i> sp.	1	2	1	1
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	53	4	11
<i>Proisotoma minuta</i>	2	22	3	530
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	6	30	2	3
<i>Protaphorura armata</i>	5	11	1	1
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	1	3	2	3
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	20	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	1
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	10	32	5	35
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	67
<i>Tomocerus minor</i>	3	5	1	1
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	1	1	5	106
8 espèces exclusivement dans Litière				
<i>Allacma</i> sp.	1	2	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	2	4	0	0
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	2	5	0	0
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	5	0	0
<i>Pseudosinella alba</i>	2	12	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
11 espèces exclusivement dans Mousse				
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides angularis</i>	0	0	1	100
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	0	0	1	11
<i>Neelus murinus</i>	0	0	1	1
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	0	0	1	3
<i>Proisotoma</i> sp.	0	0	2	39
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	1	2
<i>Tetracanthella pilosa</i>	0	0	2	2
<i>Willemia</i> sp.	0	0	1	2
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	1	1

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés : Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	653
Nombre d'espèces:	45

	Sélection de relevés : Litière
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	564
Nombre d'espèces:	42

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière
34 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	4	1	1
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	4	7
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	4	5
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	5	12
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	1	3
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	4	5
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	1	1
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	2	2
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	12	72
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	1	2
<i>Friesea laouina</i>	2	13	11	41
<i>Friesea major</i>	1	1	1	1
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	1	6
<i>Heteromurus major</i>	6	65	14	63
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	4	1	25
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	6	43
<i>Isotomurus sp.</i>	2	4	1	15
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	2	3	2	3
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	3	10
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	2	10
<i>Megalothorax sp.</i>	5	7	9	13
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	7	1	1
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	18	7	32
<i>Orchesella sp.</i>	1	1	1	2
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	3	53
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	2	3	6	30

<i>Protaphorura armata</i>	1	1	5	11
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	1	3
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	2	20
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	1
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	5	35	10	32
<i>Superodontella taiensis</i>	2	67	1	1
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	3	5
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	5	106	1	1
11 espèces exclusivement dans A				
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	0	0
<i>Neelus murinus</i>	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma sp.</i>	2	39	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Willemia sp.</i>	1	2	0	0
<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	0	0
8 espèces exclusivement dans B				
<i>Allacma sp.</i>	0	0	1	2
<i>Cyphoderus albinus</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	0	0	2	4
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	2	5
<i>Microgastrura sp.</i>	0	0	2	2
<i>Parisetoma notabilis</i>	0	0	2	5
<i>Pseudosinella alba</i>	0	0	2	12
<i>Pseudosinella sp.1</i>	0	0	1	1

**Tableaux S10. Mousse – Bois mort**

	Sélection de relevés A : Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1183
Nombre d'espèces:	46

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5.

	Sélection de relevés B : Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2988
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5.

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort
28 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	4	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	1	96
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	3	4
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	2	4
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	1	2
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	9	30
<i>Friesea laouina</i>	2	13	8	15
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	3	46
<i>Heteromurus major</i>	6	65	2	6
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	4	3	59
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	4	8
<i>Megalothorax sp.</i>	5	7	1	1
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	3	11
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	7	2	2
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	18	3	14
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	2	5
<i>Proisotoma minuta</i>	3	530	15	2324
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	2	3	6	6
<i>Protaphorura armata</i>	1	1	6	25
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	1	2
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	5	224
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	4	16
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	5	35	2	15
<i>Superodontella taiensis</i>	2	67	1	1

<i>Tomocerus minor</i>	1	1	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	5	106	3	10
<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	2	4
18 espèces exclusivement dans Mousse				
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	2	4	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	0	0
<i>Neelus murinus</i>	1	1	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma sp.</i>	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Willemia sp.</i>	1	2	0	0
15 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae sp.</i>	0	0	1	4
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	0	0	1	1
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	0	0	1	1
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	1
<i>Cyphoderus albinus</i>	0	0	2	5
<i>Friesea cf. afurcata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. decemoculata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	0	0	3	3
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	2	12
<i>Pseudacherontides sp.</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Pseudosinella alba</i>	0	0	4	10
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	1	2
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	653
Nombre d'espèces:	45

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	664
Nombre d'espèces:	42

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort
27 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	4	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	1	96
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	3	4
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	2	4
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	1	2
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	9	30
<i>Friesea laouina</i>	2	13	8	15
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	3	46
<i>Heteromurus major</i>	6	65	2	6
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	4	3	59
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	4	8
<i>Megalothorax sp.</i>	5	7	1	1
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	3	11
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	7	2	2
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	18	3	14
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	2	5
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	2	3	6	6
<i>Protaphorura armata</i>	1	1	6	25
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	1	2
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	5	224
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	4	16
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	5	35	2	15
<i>Superodontella</i>	2	67	1	1



<i>taiensis</i>				
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	1	1
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	5	106	3	10
<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	2	4
18 espèces exclusivement dans Mousse				
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	2	4	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	0	0
<i>Neelus murinus</i>	1	1	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma sp.</i>	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Willemia sp.</i>	1	2	0	0
15 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae sp.</i>	0	0	1	4
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	0	0	1	1
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	0	0	1	1
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	1
<i>Cyphoderus albinus</i>	0	0	2	5
<i>Friesea cf. afurcata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. decemocolata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	0	0	3	3
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	2	12
<i>Pseudacherontides sp.</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Pseudosinella alba</i>	0	0	4	10
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	1	2
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

**Tableau S11. Mousse – Milieux humides**

	Sélection de relevés : Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1183
Nombre d'espèces:	46

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5.

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	502
Nombre d'espèces:	40

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5.

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
34 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	4	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	1	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	14	72
<i>Folsomia quadriculata</i>	1	1	1	18
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	2	17
<i>Friesea laouina</i>	2	13	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	4	12
<i>Heteromurus major</i>	6	65	8	33
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	4	3	38
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	7	33
<i>Isotomurus sp.</i>	2	4	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	3	4
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	2	2
<i>Megalothorax sp.</i>	5	7	2	3
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	7	2	62
<i>Neelus murinus</i>	1	1	1	2

<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	18	1	1
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	3	3
<i>Proisotoma minuta</i>	3	530	2	72
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	2	3	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	1	1	4	8
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	2	3
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	1	1
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	2	2
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	5	35	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	2	67	2	3
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	5	106	3	7
<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	5	16
12 espèces exclusivement dans Mousse				
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	0	0
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	2	3	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma sp.</i>	2	39	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Willemia sp.</i>	1	2	0	0
6 espèces exclusivement dans Milieux humides				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	0	0	5	18
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	2	3
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	2	2
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

**« Sans *Proisotoma minuta* »**

	Sélection de relevés: Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	653
Nombre d'espèces:	45

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	430
Nombre d'espèces:	39

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
33 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	1	4	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	1	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	14	72
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	1	18
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	2	17
<i>Friesea laouina</i>	2	13	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	4	12
<i>Heteromurus major</i>	6	65	8	33
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	1	4	3	38
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	7	33
<i>Isotomurus</i> sp.	2	4	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	3	4
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	2	2
<i>Megalothorax</i> sp.	5	7	2	3
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	7	2	62
<i>Neelus murinus</i>	1	1	1	2
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	1	18	1	1
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	3	3
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	2	3	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	1	1	4	8
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	2	3
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	1	1
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	2	2
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	5	35	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	2	67	2	3
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	5	106	3	7

<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	5	16
12 espèces exclusivement dans Mousse				
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	0	0
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
6 espèces exclusivement dans Milieux humides				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	0	0	5	18
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	0	0	2	3
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	2	2
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1

**Tableaux S12. Mousse – Sol**

	Sélection de relevés: Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	1183
Nombre d'espèces:	46

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KM1, ALG-ZA13-KM3, ALG-ZA13-KM4, ALG-ZA13-OZM1, ALG-ZA13-OZM2, ALG-ZA13-OZM3, ALG-ZA13-OZM4, ALG-ZA13-OZM5, ALG-ZA13-SIM1, ALG-ZA13-SIM3, ALG-ZA13-SIM4, ALG-ZA13-SIM5.

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	793
Nombre d'espèces:	39

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
29 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	1	4	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	7	14
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	1	2	6
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	3	9
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	12	100
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	2	23
<i>Friesea laouina</i>	2	13	9	68
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	1	49
<i>Heteromurus major</i>	6	65	7	19
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	1	4	7	60
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	12	154
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	4	7
<i>Megalothorax</i> sp.	5	7	9	27
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	1	1
<i>Neelus murinus</i>	1	1	3	3
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	1	18	5	17
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	3	87
<i>Proisotoma minuta</i>	3	530	2	2
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	2	3	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	1	1	10	50
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	5	35	4	7
<i>Superodontella taiensis</i>	2	67	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	5	106	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	2	11
17 espèces exclusivement dans Mousse				
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0

<i>Isotomurus</i> sp.	2	4	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	7	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
10 espèces exclusivement dans Sol				
<i>Allacma</i> sp.	0	0	1	1
<i>Brachystomella</i> sp.	0	0	1	3
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	0	0	4	14
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	3	17
<i>Pseudosinella alba</i>	0	0	2	3
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0	4	5
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1

**« Sans Proisotoma minuta »**

	Sélection de relevés: Mousse
Nombre de relevés analysés:	12
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	653
Nombre d'espèces:	45

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	791
Nombre d'espèces:	38

Nom espèce	nb relevés dans Mousse	effectif dans Mousse	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
28 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	1	4	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	26	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	1	1	7	14
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	1	2	6

<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	3	9
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	7	79	12	100
<i>Folsomides parvulus</i>	2	11	2	23
<i>Friesea laouina</i>	2	13	9	68
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	3	1	49
<i>Heteromurus major</i>	6	65	7	19
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	1	4	7	60
<i>Isotomiella minor</i>	2	3	12	154
<i>Lipothrix lubbocki</i>	1	1	4	7
<i>Megalothorax</i> sp.	5	7	9	27
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	11	1	1
<i>Neelus murinus</i>	1	1	3	3
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	1	18	5	17
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	4	11	3	87
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	2	3	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	1	1	10	50
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	5	35	4	7
<i>Superodontella taiensis</i>	2	67	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	5	106	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	1	1	2	11
<i>17 espèces exclusivement dans Mousse</i>				
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomides angularis</i>	1	100	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Isotomurus</i> sp.	2	4	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	2	2	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	7	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	1	1	0	0
<i>Orchesella quinquefasciata</i>	1	3	0	0
<i>Proisotoma</i> sp.	2	39	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	1	2	0	0
<i>Tetracanthella pilosa</i>	2	2	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	0	0
<i>Willemia</i> sp.	1	2	0	0
<i>10 espèces exclusivement dans Sol</i>				
<i>Allacma</i> sp.	0	0	1	1
<i>Brachystomella</i> sp.	0	0	1	3



<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	0	0	4	14
<i>Parisetoma notabilis</i>	0	0	3	17
<i>Pseudosinella alba</i>	0	0	2	3
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0	4	5
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1

### Tableaux S13. Bois mort – Litière

	Sélection de relevés: Litière
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	586
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5.

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2988
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5.

Nom espèce	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort
29 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	1	1	2	3
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	7	1	96
<i>Caprainea marginata</i>	4	5	3	4
<i>Ceratophysella armata</i>	5	12	2	4
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	2	5
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	3	1	2

<i>Dicyrtomidae</i> sp.	4	5	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	12	72	9	30
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	2	4	3	3
<i>Friesea laouina</i>	11	41	8	15
<i>Hemisotoma</i> <i>thermophila</i>	1	6	3	46
<i>Heteromurus major</i>	14	63	2	6
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	1	25	3	59
<i>Isotomiella minor</i>	6	43	4	8
<i>Megalothorax</i> sp.	9	13	1	1
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	1	2	2
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	7	32	3	14
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	5	2	12
<i>Proctostephanus</i> <i>sanctiaugustini</i>	3	53	2	5
<i>Proisotoma minuta</i>	2	22	15	2324
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	6	30	6	6
<i>Protaphorura armata</i>	5	11	6	25
<i>Pseudachorutes</i> <i>deficiens</i>	2	20	5	224
<i>Pseudosinella alba</i>	2	12	4	10
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	4	16
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	10	32	2	15
<i>Superodontella</i> <i>taiensis</i>	1	1	1	1
<i>Tomocerus minor</i>	3	5	1	1
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	1	1	3	10
14 espèces exclusivement dans Litière				
<i>Allacma</i> sp.	1	2	0	0
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Entomobrya</i> <i>multifasciata</i>	2	2	0	0
<i>Folsomides parvulus</i>	1	2	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	2	5	0	0
<i>Isotomurus</i> sp.	1	15	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> <i>lignorum</i>	3	10	0	0
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	10	0	0
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	1	2	0	0
<i>Pseudachorudina</i> <i>meridionalis</i>	1	3	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
14 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae</i> sp.	0	0	1	4
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	1

<i>Ceratophysella gibbosa</i>	0	0	1	1
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. afurcata</i>	0	0	1	1
<i>Friesea cf. decemoculata</i>	0	0	1	1
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	0	0	3	11
<i>Pseudacherontides sp.</i>	0	0	1	1
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	0	0	1	9
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	1	2
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	2	4

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	664
Nombre d'espèces:	42

	Sélection de relevés: Litière
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	564
Nombre d'espèces:	42

Nom espèce	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière
28 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	3	1	1
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	96	4	7
<i>Caprainea marginata</i>	3	4	4	5
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	5	12
<i>Cyphoderus albinus</i>	2	5	1	1
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	2	1	3
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	4	5
<i>Folsomia penicula</i>	9	30	12	72
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	3	3	2	4
<i>Friesea laouina</i>	8	15	11	41
<i>Hemisotoma</i>	3	46	1	6

<i>thermophila</i>				
<i>Heteromurus major</i>	2	6	14	63
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	3	59	1	25
<i>Isotomiella minor</i>	4	8	6	43
<i>Megalothorax sp.</i>	1	1	9	13
<i>Micranurida cf. candida</i>	2	2	1	1
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	3	14	7	32
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	12	2	5
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	2	5	3	53
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	6	6	6	30
<i>Protaphorura armata</i>	6	25	5	11
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	224	2	20
<i>Pseudosinella alba</i>	4	10	2	12
<i>Sminthurinus niger</i>	4	16	1	1
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	2	15	10	32
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	1	1
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	3	5
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	3	10	1	1
14 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae sp.</i>	1	4	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. decemocolata</i>	1	1	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	3	11	0	0
<i>Pseudacherontides sp.</i>	1	1	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	2	0	0
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	1	9	0	0
<i>Pseudosinella sp.2</i>	1	2	0	0
<i>Seira domestica</i>	1	1	0	0
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	0	0
<i>Xenyllodes armatus</i>	2	4	0	0
14 espèces exclusivement dans Litière				
<i>Allacma sp.</i>	0	0	1	2
<i>Edoughnura sp.</i>	0	0	1	1
<i>Entomobrya multifasciata</i>	0	0	2	2
<i>Folsomides parvulus</i>	0	0	1	2

<i>Friesea major</i>	0	0	1	1
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	2	5
<i>Isotomurus sp.</i>	0	0	1	15
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	0	0	2	3
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	0	0	3	10
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	2	10
<i>Microgastrura sp.</i>	0	0	2	2
<i>Orchesella sp.</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	0	0	1	3
<i>Pseudosinella sp.1</i>	0	0	1	1

### Tableaux S14. Bois mort – Sol

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2988
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5.

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	793
Nombre d'espèces:	39

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
30 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	3	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	96	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	3	4	7	14

<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	2	2	6
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	3	9
<i>Folsomia penicula</i>	9	30	12	100
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	3	3	4	14
<i>Friesea laouina</i>	8	15	9	68
<i>Hemisotoma</i> <i>thermophila</i>	3	46	1	49
<i>Heteromurus major</i>	2	6	7	19
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	3	59	7	60
<i>Isotomiella minor</i>	4	8	12	154
<i>Megalothorax</i> sp.	1	1	9	27
<i>Mesaphorura</i> <i>macrochaeta</i>	3	11	1	1
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	3	14	5	17
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	12	3	17
<i>Proctostephanus</i> <i>sanctiaugustini</i>	2	5	3	87
<i>Proisotoma minuta</i>	15	2324	2	2
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	6	6	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	6	25	10	50
<i>Pseudachorutes</i> <i>deficiens</i>	5	224	1	1
<i>Pseudosinella alba</i>	4	10	2	3
<i>Pseudosinella</i> sp.2	1	2	4	5
<i>Seira domestica</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	4	16	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	2	15	4	7
<i>Superodontella</i> <i>taiensis</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	3	10	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	2	4	2	11
13 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae</i> sp.	1	4	0	0
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella</i> <i>tergilobata</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	2	5	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i>	1	1	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	2	2	0	0
<i>Pseudacherontides</i> sp.	1	1	0	0
<i>Pseudachorutella</i> <i>asigillata</i>	1	2	0	0
<i>Pseudachorutes</i> <i>labiatus</i>	1	9	0	0

<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	0	0
9 espèces exclusivement dans Sol				
<i>Allacma</i> sp.	0	0	1	1
<i>Brachystomella</i> sp.	0	0	1	3
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Entomobrya</i> <i>multifasciata</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides parvulus</i>	0	0	2	23
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	4	7
<i>Neelus murinus</i>	0	0	3	3
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	664
Nombre d'espèces:	42

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	791
Nombre d'espèces:	38

Nom espèce	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
29 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	2	3	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	96	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	3	4	7	14
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	2	2	6
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	1	1	3	9
<i>Folsomia penicula</i>	9	30	12	100
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	3	3	4	14
<i>Friesea laouina</i>	8	15	9	68
<i>Hemisotoma</i> <i>thermophila</i>	3	46	1	49
<i>Heteromurus major</i>	2	6	7	19
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	3	59	7	60
<i>Isotomiella minor</i>	4	8	12	154
<i>Megalothorax</i> sp.	1	1	9	27
<i>Mesaphorura</i>	3	11	1	1

<i>macrochaeta</i>				
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	3	14	5	17
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	12	3	17
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	2	5	3	87
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	6	6	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	6	25	10	50
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	224	1	1
<i>Pseudosinella alba</i>	4	10	2	3
<i>Pseudosinella</i> sp.2	1	2	4	5
<i>Seira domestica</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	4	16	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	2	15	4	7
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	3	10	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	2	4	2	11
13 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae</i> sp.	1	4	0	0
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	2	5	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i>	1	1	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	2	2	0	0
<i>Pseudacherontides</i> sp.	1	1	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	2	0	0
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	1	9	0	0
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	0	0
9 espèces exclusivement dans Sol				
<i>Allacma</i> sp.	0	0	1	1
<i>Brachystomella</i> sp.	0	0	1	3
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Entomobrya multifasciata</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Folsomides parvulus</i>	0	0	2	23
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	4	7
<i>Neelus murinus</i>	0	0	3	3
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1



### Tableaux S15. Bois mort – Milieux humides

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	2988
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KBP1, ALG-ZA13-KBP2, ALG-ZA13-KBP3, ALG-ZA13-KBP4, ALG-ZA13-KBP5, ALG-ZA13-KMBP1, ALG-ZA13-KMBP2, ALG-ZA13-KMBP3, ALG-ZA13-KMBP4, ALG-ZA13-OZBP1, ALG-ZA13-OZBP2, ALG-ZA13-OZBP3, ALG-ZA13-OZBP4, ALG-ZA13-OZBP5, ALG-ZA13-SIBP1, ALG-ZA13-SIBP2, ALG-ZA13-SIBP3, ALG-ZA13-SIBP4, ALG-ZA13-SIBP5.

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	502
Nombre d'espèces:	40

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5.

Nom espèce	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
30 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	3	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	96	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	3	4	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	1	1	1	2
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	2	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	9	30	14	72
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	3	3	5	18
<i>Friesea laouina</i>	8	15	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	3	46	4	12
<i>Heteromurus major</i>	2	6	8	33
<i>Heteromurus cf.</i>	3	59	3	38

<i>nitidus</i>				
<i>Isotomiella minor</i>	4	8	7	33
<i>Megalothorax sp.</i>	1	1	2	3
<i>Micranurida cf. candida</i>	2	2	2	62
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	3	14	1	1
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	12	2	2
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	2	5	3	3
<i>Proisotoma minuta</i>	15	2324	2	72
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	6	6	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	6	25	4	8
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	2	1	1
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	224	2	2
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	4	16	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	2	15	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	3
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	3	10	3	7
<i>Xenyllodes armatus</i>	2	4	5	16
13 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae sp.</i>	1	4	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	2	5	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. decemoculata</i>	1	1	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	3	11	0	0
<i>Pseudacherontides sp.</i>	1	1	0	0
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	1	9	0	0
<i>Pseudosinella alba</i>	4	10	0	0
<i>Pseudosinella sp.2</i>	1	2	0	0
<i>Seira domestica</i>	1	1	0	0
10 espèces exclusivement dans Milieux humides				

<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	18
<i>Folsomides parvulus</i>	0	0	2	17
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	2	3
<i>Isotomurus sp.</i>	0	0	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	0	0	3	4
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	2	2
<i>Neelus murinus</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	0	0	2	3
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	1	1

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Bois mort
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	664
Nombre d'espèces:	42

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	430
Nombre d'espèces:	39

Nom espèce	nb relevés dans Bois mort	effectif dans Bois mort	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
29 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	3	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	96	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	3	4	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	2	4	1	1
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	1	1	1	2
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	2	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	9	30	14	72
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	3	3	5	18
<i>Friesea laouina</i>	8	15	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	3	46	4	12

<i>Heteromurus major</i>	2	6	8	33
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	3	59	3	38
<i>Isotomiella minor</i>	4	8	7	33
<i>Megalothorax sp.</i>	1	1	2	3
<i>Micranurida cf. candida</i>	2	2	2	62
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	3	14	1	1
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	12	2	2
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	2	5	3	3
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	6	6	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	6	25	4	8
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	2	1	1
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	5	224	2	2
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	4	16	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	2	15	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	3
<i>Tomocerus minor</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	3	10	3	7
<i>Xenyllodes armatus</i>	2	4	5	16
13 espèces exclusivement dans Bois mort				
<i>Bourletiellidae sp.</i>	1	4	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	1	0	0
<i>Ceratophysella gibbosa</i>	1	1	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	2	5	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. afurcata</i>	1	1	0	0
<i>Friesea cf. decemocolata</i>	1	1	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	3	11	0	0
<i>Pseudacherontides sp.</i>	1	1	0	0
<i>Pseudachorutes labiatus</i>	1	9	0	0
<i>Pseudosinella alba</i>	4	10	0	0
<i>Pseudosinella sp.2</i>	1	2	0	0

<i>Seira domestica</i>	1	1	0	0
10 espèces exclusivement dans Milieux humides				
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	18
<i>Folsomides parvulus</i>	0	0	2	17
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	2	3
<i>Isotomurus sp.</i>	0	0	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	0	0	3	4
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	2	2
<i>Neelus murinus</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	0	0	2	3
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	1	1

### Tableaux S16. Litière – Sol

	Sélection de relevés: Litière
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	586
Nombre d'espèces:	43

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5.

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	793
Nombre d'espèces:	39

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

Nom espèce	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
30 espèces communes				
<i>Allacma</i> sp.	1	2	1	1
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	1	1	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	7	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	4	5	7	14
<i>Ceratophysella armata</i>	5	12	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	3	2	6
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	4	5	3	9
<i>Entomobrya multifasciata</i>	2	2	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	12	72	12	100
<i>Folsomides parvulus</i>	1	2	2	23
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	2	4	4	14
<i>Friesea laouina</i>	11	41	9	68
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	6	1	49
<i>Heteromurus major</i>	14	63	7	19
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	1	25	7	60
<i>Isotomiella minor</i>	6	43	12	154
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	10	4	7
<i>Megalothorax</i> sp.	9	13	9	27
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i>	7	32	5	17
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	5	3	17
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	53	3	87
<i>Proisotoma minuta</i>	2	22	2	2
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>	6	30	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	5	11	10	50
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	20	1	1
<i>Pseudosinella alba</i>	2	12	2	3
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	10	32	4	7
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	1	1	1	1
13 espèces exclusivement dans Litière				
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i>	2	5	0	0
<i>Isotomurus</i> sp.	1	15	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	3	10	0	0
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i>	1	1	0	0
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	1	2	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	1	3	0	0

<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	3	5	0	0
9 espèces exclusivement dans Sol				
<i>Brachystomella</i> sp.	0	0	1	3
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Mesaphorura</i> <i>macrochaeta</i>	0	0	1	1
<i>Neelus murinus</i>	0	0	3	3
<i>Pseudosinella</i> sp.2	0	0	4	5
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	2	11

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Litiere
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	564
Nombre d'espèces:	42

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	791
Nombre d'espèces:	38

Nom espèce	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
29 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Allacma</i> sp.	1	2	1	1
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i>	1	1	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	7	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	4	5	7	14
<i>Ceratophysella armata</i>	5	12	1	1
<i>Deuteraphorura</i> sp.	1	3	2	6
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	4	5	3	9
<i>Entomobrya</i> <i>multifasciata</i>	2	2	1	1
<i>Folsomia penicula</i>	12	72	12	100
<i>Folsomides parvulus</i>	1	2	2	23
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i>	2	4	4	14
<i>Friesea laouina</i>	11	41	9	68
<i>Hemisotoma</i> <i>thermophila</i>	1	6	1	49
<i>Heteromurus major</i>	14	63	7	19
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i>	1	25	7	60

<i>Isotomiella minor</i>	6	43	12	154
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	10	4	7
<i>Megalothorax sp.</i>	9	13	9	27
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	7	32	5	17
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	5	3	17
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	53	3	87
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	6	30	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	5	11	10	50
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	20	1	1
<i>Pseudosinella alba</i>	2	12	2	3
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	10	32	4	7
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	1	1
13 espèces exclusivement dans A				
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Isotoma cf. viridis</i>	2	5	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	1	15	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	2	3	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	3	10	0	0
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	1	0	0
<i>Microgastrura sp.</i>	2	2	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	1	2	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	1	3	0	0
<i>Pseudosinella sp.1</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	3	5	0	0
9 espèces exclusivement dans B				
<i>Brachystomella sp.</i>	0	0	1	3
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	0	0	1	1
<i>Neelus murinus</i>	0	0	3	3
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	4	5
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	2	11

**Tableaux S18. Litière – Milieux humides**

	Sélection de relevés: Litiere
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	586
Nombre d'espèces:	43



liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KL1, ALG-ZA13-KL2, ALG-ZA13-KL3, ALG-ZA13-KL4, ALG-ZA13-KL5, ALG-ZA13-KML1, ALG-ZA13-KML2, ALG-ZA13-KML3, ALG-ZA13-KML4, ALG-ZA13-KML5, ALG-ZA13-OZLCL2, ALG-ZA13-OZLCL3, ALG-ZA13-OZLCL5, ALG-ZA13-OZLCZ1, ALG-ZA13-OZLCZ3, ALG-ZA13-OZLCZ4, ALG-ZA13-SIL1, ALG-ZA13-SIL2, ALG-ZA13-SIL5.

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	502
Nombre d'espèces:	40

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5.

Nom espèce	nb relevés dans Litière	effectif dans Litière	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
32 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	1	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	7	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	4	5	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	5	12	1	1
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	3	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	12	72	14	72
<i>Folsomides parvulus</i>	1	2	2	17
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	2	4	5	18
<i>Friesea laouina</i>	11	41	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	6	4	12
<i>Heteromurus major</i>	14	63	8	33
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	25	3	38
<i>Isotoma cf. viridis</i>	2	5	2	3
<i>Isotomiella minor</i>	6	43	7	33
<i>Isotomurus sp.</i>	1	15	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	3	10	3	4
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	10	2	2
<i>Megalothorax sp.</i>	9	13	2	3
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	1	2	62
<i>Oncopodura cf.</i>	7	32	1	1

<i>crassicornis</i>				
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	5	2	2
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	53	3	3
<i>Proisotoma minuta</i>	2	22	2	72
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	6	30	4	4
<i>Protaphorura armata</i>	5	11	4	8
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	1	3	2	3
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	20	2	2
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	10	32	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	3
<i>Tomocerus minor</i>	3	5	2	2
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	3	7
11 espèces exclusivement dans Litière				
<i>Allacma sp.</i>	1	2	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	4	5	0	0
<i>Edoughnura sp.</i>	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	2	2	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	2	3	0	0
<i>Microgastrura sp.</i>	2	2	0	0
<i>Orchesella sp.</i>	1	2	0	0
<i>Pseudosinella alba</i>	2	12	0	0
<i>Pseudosinella sp.1</i>	1	1	0	0
8 espèces exclusivement dans Milieux humides				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	18
<i>Neelus murinus</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	5	16

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Litiere
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	564
Nombre d'espèces:	42

	Sélection de relevés B : Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	430
Nombre d'espèces:	39

Nom espèce	nb relevés dans Litière	effectif dans Litiere	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
31 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	1	1	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	7	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	4	5	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	5	12	1	1
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	3	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	12	72	14	72
<i>Folsomides parvulus</i>	1	2	2	17
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	2	4	5	18
<i>Friesea laouina</i>	11	41	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	6	4	12
<i>Heteromurus major</i>	14	63	8	33
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	1	25	3	38
<i>Isotoma cf. viridis</i>	2	5	2	3
<i>Isotomiella minor</i>	6	43	7	33
<i>Isotomurus sp.</i>	1	15	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	3	10	3	4
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	10	2	2
<i>Megalothorax sp.</i>	9	13	2	3
<i>Micranurida cf. candida</i>	1	1	2	62
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	7	32	1	1
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	5	2	2
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	53	3	3
<i>Protanura cf.</i>	6	30	4	4

<i>pseudomuscorum</i>				
<i>Protaphorura armata</i>	5	11	4	8
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	1	3	2	3
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	20	2	2
<i>Sminthurinus niger</i>	1	1	1	2
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i>	10	32	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	1	1	2	3
<i>Tomocerus minor</i>	3	5	2	2
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i>	1	1	3	7
<i>11 espèces exclusivement dans Litière</i>				
<i>Allacma</i> sp.	1	2	0	0
<i>Cyphoderus albinus</i>	1	1	0	0
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	4	5	0	0
<i>Edoughnura</i> sp.	1	1	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	2	2	0	0
<i>Friesea major</i>	1	1	0	0
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	2	3	0	0
<i>Microgastrura</i> sp.	2	2	0	0
<i>Orchesella</i> sp.	1	2	0	0
<i>Pseudosinella alba</i>	2	12	0	0
<i>Pseudosinella</i> sp.1	1	1	0	0
<i>8 espèces exclusivement dans Milieux humides</i>				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	18
<i>Neelus murinus</i>	0	0	1	2
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	0	0	5	16

**Tableaux S19. Milieux humides – Sol**

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	793
Nombre d'espèces:	39

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMSOL1, ALG-ZA13-KMSOL2, ALG-ZA13-KMSOL3, ALG-ZA13-KMSOL4, ALG-ZA13-KMSOL5, ALG-ZA13-KSOL2, ALG-ZA13-KSOL3, ALG-ZA13-KSOL4, ALG-ZA13-KSOL5, ALG-ZA13-OZSOL1, ALG-ZA13-OZSOL2, ALG-ZA13-OZSOL3, ALG-ZA13-OZSOL4, ALG-ZA13-OZSOL5, ALG-ZA13-SISOL1, ALG-ZA13-SISOL2, ALG-ZA13-SISOL3, ALG-ZA13-SISOL4, ALG-ZA13-SISOL5.

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	502
Nombre d'espèces:	40

liste des relevés analysés
ALG-ZA13-KMH1, ALG-ZA13-KMH2, ALG-ZA13-KMH4, ALG-ZA13-KMMH1, ALG-ZA13-KMMH2, ALG-ZA13-KMMH3, ALG-ZA13-KMMH4, ALG-ZA13-KMMH5, ALG-ZA13-OZMH1, ALG-ZA13-OZMH2, ALG-ZA13-OZMH3, ALG-ZA13-OZMH4, ALG-ZA13-OZMH5, ALG-ZA13-SIMH1, ALG-ZA13-SIMH2, ALG-ZA13-SIMH3, ALG-ZA13-SIMH4, ALG-ZA13-SIMH5.

Nom espèce	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides
28 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	4	7	2	2
<i>Bilobella aurantiaca</i>	4	8	1	1
<i>Caprainea marginata</i>	7	14	1	5
<i>Ceratophysella armata</i>	1	1	1	1
<i>Deuteraphorura sp.</i>	2	6	1	4
<i>Folsomia penicula</i>	12	100	14	72
<i>Folsomides parvulus</i>	2	23	2	17
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	4	14	5	18
<i>Friesea laouina</i>	9	68	5	9
<i>Hemisotoma thermophila</i>	1	49	4	12
<i>Heteromurus major</i>	7	19	8	33
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	7	60	3	38
<i>Isotomiella minor</i>	12	154	7	33
<i>Lipothrix lubbocki</i>	4	7	2	2
<i>Megalothorax sp.</i>	9	27	2	3
<i>Neelus murinus</i>	3	3	1	2
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	5	17	1	1
<i>Parisotoma notabilis</i>	3	17	2	2
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	87	3	3
<i>Proisotoma minuta</i>	2	2	2	72
<i>Protanura cf.</i>	5	8	4	4

<i>pseudomuscorum</i>				
<i>Protaphorura armata</i>	10	50	4	8
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	1	1	2	2
<i>Sminthurinus niger</i>	1	2	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	4	7	3	28
<i>Superodontella taiensis</i>	2	2	2	3
<i>Xenylla cf. xavieri</i>	1	1	3	7
<i>Xenyllodes armatus</i>	2	11	5	16
11 espèces exclusivement dans Sol				
<i>Allacma sp.</i>	1	1	0	0
<i>Brachystomella sp.</i>	1	3	0	0
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	1	2	0	0
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	3	9	0	0
<i>Entomobrya multifasciata</i>	1	1	0	0
<i>Folsomia candida</i>	1	1	0	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	1	1	0	0
<i>Pseudosinella alba</i>	2	3	0	0
<i>Pseudosinella sp.2</i>	4	5	0	0
<i>Seira domestica</i>	1	1	0	0
<i>Sminthurinus signatus</i>	1	1	0	0
12 espèces exclusivement dans Milieux humides				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	0	0	1	2
<i>Deutonura zana</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	1	18
<i>Isotoma cf. viridis</i>	0	0	2	3
<i>Isotomurus sp.</i>	0	0	2	4
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	0	0	3	4
<i>Micranurida cf. candida</i>	0	0	2	62
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	0	0	2	3
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0	0	1	1
<i>Sensillanura austriaca</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurides signatus</i>	0	0	1	1
<i>Tomocerus minor</i>	0	0	2	2

« Sans *Proisotoma minuta* »

	Sélection de relevés: Milieux humides
Nombre de relevés analysés:	18
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	430
Nombre d'espèces:	39

	Sélection de relevés: Sol
Nombre de relevés analysés:	19
Nombre de relevés non analysés:	0
Effectif cumulé des espèces:	791
Nombre d'espèces:	38

Nom espèce	nb relevés dans Milieux humides	effectif dans Milieux humides	nb relevés dans Sol	effectif dans Sol
27 espèces à la fois dans A et dans B				
<i>Arrhopalites cf. secundarius</i>	2	2	4	7
<i>Bilobella aurantiaca</i>	1	1	4	8
<i>Caprainea marginata</i>	1	5	7	14
<i>Ceratophysella armata</i>	1	1	1	1
<i>Deuteraphorura sp.</i>	1	4	2	6
<i>Folsomia penicula</i>	14	72	12	100
<i>Folsomides parvulus</i>	2	17	2	23
<i>Friesea cf. espunaensis</i>	5	18	4	14
<i>Friesea laouina</i>	5	9	9	68
<i>Hemisotoma thermophila</i>	4	12	1	49
<i>Heteromurus major</i>	8	33	7	19
<i>Heteromurus cf. nitidus</i>	3	38	7	60
<i>Isotomiella minor</i>	7	33	12	154
<i>Lipothrix lubbocki</i>	2	2	4	7
<i>Megalothorax sp.</i>	2	3	9	27
<i>Neelus murinus</i>	1	2	3	3
<i>Oncopodura cf. crassicornis</i>	1	1	5	17
<i>Parisotoma notabilis</i>	2	2	3	17
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>	3	3	3	87
<i>Protanura cf. pseudomuscorum</i>	4	4	5	8
<i>Protaphorura armata</i>	4	8	10	50
<i>Pseudachorutes deficiens</i>	2	2	1	1
<i>Sminthurinus niger</i>	1	2	1	2
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i>	3	28	4	7
<i>Superodontella taiensis</i>	2	3	2	2

<i>Xenylla cf. xavieri</i>	3	7	1	1
<i>Xenyllodes armatus</i>	5	16	2	11
12 espèces exclusivement dans Milieux humides				
<i>Ceratophysella tergilobata</i>	1	2	0	0
<i>Deutonura zana</i>	1	1	0	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	1	18	0	0
<i>Isotoma cf. viridis</i>	2	3	0	0
<i>Isotomurus sp.</i>	2	4	0	0
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	3	4	0	0
<i>Micranurida cf. candida</i>	2	62	0	0
<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	2	3	0	0
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	1	1	0	0
<i>Sensillanura austriaca</i>	1	1	0	0
<i>Sminthurides signatus</i>	1	1	0	0
<i>Tomocerus minor</i>	2	2	0	0
11 espèces exclusivement dans sol				
<i>Allacma sp.</i>	0	0	1	1
<i>Brachystomella sp.</i>	0	0	1	3
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i>	0	0	1	2
<i>Dicyrtomidae sp.</i>	0	0	3	9
<i>Entomobrya multifasciata</i>	0	0	1	1
<i>Folsomia candida</i>	0	0	1	1
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	0	0	1	1
<i>Pseudosinella alba</i>	0	0	2	3
<i>Pseudosinella sp.2</i>	0	0	4	5
<i>Seira domestica</i>	0	0	1	1
<i>Sminthurinus signatus</i>	0	0	1	1



## 5 Comparaison des résultats faunistiques avec le massif de l'Edough

**Tableau S20. Statut de distribution des espèces de Collo et de l'Edough.**

**Abréviations :** **Af:** (Bretfeld 2001), **Al:** Alger (Handschin 1928), **Az:** Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou, 2003), **Bh:** Béni Haroun (Baquero et al. 2009), **Bo:** Boughareb (Baquero et al. 2009), **Bs:** Bordj Sabat (Baquero et al. 2009), **C :** Cosmopolite, **C63:** Bone (Cassagnau, 1963), **C63':** Hipponne (Cassagnau 1963), **D15:** Deharveng & al., 2015, **D53:** Edough (Delamare, 1953-54), **DH04:** Deharveng & Hamra-Kroua, 2004, **DHK07:** Deharveng & Hamra-Kroua, 2007, **DIS :** Aire disjointe, **Dj:** Djurdjura (Stomp 1983), **E :** Endémique, **Ea:** El Afroune (Handschin, 1928), **Eh:** El Harache, (Bretfeld, 2001), **Ekh:** El khroub (Hamra-Kroua & al., 2009), **Eu :** Europe, **Gc:** Gorge de la chiffa, (Denis, 1925), **Gu:** Guelma (Arbea & al., 2013), **HK05:** Hamra-Kroua, 2005, **HKD10:** Hamra-Kroua & Deharveng, 2010, **IC :** Cote d'ivoire, **J09:** Jordana, Hamra-kroua & Baquero, 2009, **Ka:** Kabylia (Ait mouloud & al. 2007), **Kg:** Kala, Ghora (Baquero et al. 2009), **Kl:** Kala layoun (Baquero et al. 2009), **Me:** Medea (Denis, 1924), **N.A :** Non applicable, **P :** Portugal, **RS:** Reghaia et segouia: (Handschin 1928), **S :** Espagne, **Sa:** Sidi Aich (Handschin 1928), **Se:** Sebkhia (Hamra-Kroua & al., 2009), **Sm:** Sidi Madani (Handschin 1928), **TgD:** Tale Gnilhef (Djurdjura) (Murphy, 1958), **Tl:** Tlemcen (Handschin, 1926 - 28), **To:** Tolga (Bretfeld, 2001), **W :** Large distribution.

Nom d'espèce dans la publication source	Nom d'espèce actuel	Dist.	Collo	Edough	Autres localités en Algérie
<b>I. Poduromorpha</b>					
<b>1. Hypogastruridae Börner 1913</b>					
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1842)	<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1842)	W	Orig	/	
<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940)	<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940)	C	Orig	HK05	Ka, Tl, Bh
<i>Ceratophysella gr. denticulata</i> (Bagnall, 1941)	<i>Ceratophysella gr. denticulata</i> (Bagnall, 1941)	C	Orig	HK05	C63, C63', Dj, Ka.
<i>Ceratophysella tergilobata</i> (Cassagnau, 1954)	<i>Ceratophysella tergilobata</i> (Cassagnau, 1954)	W	Orig	HK05	C63'
<i>Microgastrura</i> sp.	<i>Microgastrura</i> sp.	N.A	Orig	/	Ka
<i>Pseudacherontides</i> sp.	<i>Pseudacherontides</i> sp.	E	Orig	/	
<i>Willemia</i> sp.	<i>Willemia</i> sp.	N.A	Orig	/	
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i> Gama, 1959	<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i> Gama, 1959	W	Orig	/	
<b>2. Odontellidae Deharveng, 1982</b>					
<i>Superodontella tayaensis</i>	<i>Superodontella tayaensis</i>	E	Orig	/	Gu

Arbea et al., 2013	Arbea et al., 2013				
<i>Xenyllodes armatus</i> Axelson, 1903	<i>Xenyllodes armatus</i> Axelson, 1903	W	Orig	HK05	
<b>3. Brachystomellidae Stach, 1949</b>					
<i>Brachystomella</i> sp.	<i>Brachystomella</i> sp.	N.A	Orig	HK05	
<b>4. Neanuridae sensu Cassagnau, 1955</b>					
<b>a. Sous-famille : Frieseinae Massoud, 1967</b>					
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i> (Denis 1926)	<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i> (Denis 1926)	Eu	Orig	HKD10, HK05	
<i>Friesea</i> cf. <i>albida</i> (Stach, 1949)	<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i> Börner, 1903	Eu	/	HKD10, HK05	
<i>Friesea</i> cf. <i>claviseta</i> (Axelson, 1900)	<i>Friesea</i> cf. <i>claviseta</i> (Axelson, 1900)	W	/	DH04, HKD10	
<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i> Börner, 1903	<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i> Börner, 1903	Eu	Orig	HK05	
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i> Arbea & Jordana, 1993	<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i> Arbea & Jordana, 1993	Eu	Orig	HK05	
<i>Friesea</i> cf. <i>mirabilis</i> (Tullberg, 1871)	<i>Unconfirmed</i>	W	/	DH04, HK05, HKD10	
<i>Friesea</i> cf. <i>steineri</i> (Simon, 1975)	<i>Unconfirmed</i>	S, P	/	HK05	
<i>Friesea</i> cf. <i>truncata</i> (Cassagnau, 1958)	<i>Unconfirmed</i>	W	/	HKD10, HK05	
<i>Friesea ladeiroi</i> (Gama, 1959)	<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i> (Denis 1926)	Eu	/	DH04, HK05, HKD10	
<i>Friesea laouina</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2004	<i>Friesea laouina</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2004	E	Orig	HK05	
<i>Friesea major</i> Deharveng et al., 2004	<i>Friesea major</i> Deharveng et al., 2004	E	Orig	HK05	Gu
<i>Friesea</i> sp.	<i>Friesea</i> sp.	N.A	/	HK05	
<b>b. Sous-famille : Neanurinae Börner, 1901</b>					
<i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912)	<i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912)	W	Orig	HK05	Ka, Kl, Az, Gu, C63, C63'
<i>Bilobella braunerae</i> (Deharveng, 1983)	<i>Unconfirmed</i>	W	/	HK05	
<i>Deutonura</i> sp.	<i>Deutonura zana</i> Deharveng & al., 2015	N.A	/	HKD10	
<i>Deutonura zana</i> Deharveng & al., 2015	<i>Deutonura zana</i> Deharveng & al., 2015	E	Orig	D15	
<i>Edoughnura rara</i> Deharveng, Hamra-Kroua, 2007	<i>Edoughnura rara</i> Deharveng, Hamra-Kroua, 2007	E	/	DHK07	
<i>Edoughnura</i> sp.	<i>Edoughnura</i> sp.	E	Orig	/	
<i>Endonura</i> sp.	<i>Endonura</i> sp.	N.A	/	HK05	
<i>Neanurini</i> ng. Nsp. (= <i>Edoughnura</i> sp.)	<i>Edoughnura rara</i> Deharveng, Hamra-Kroua, 2007	N.A	/	HKD10, HK05	
<i>Protanura</i> cf.	<i>Protanura</i> cf.	W	Orig	HKD10,	Gc, C63

<i>pseudomuscorum</i> (Börner, 1903)	<i>pseudomuscorum</i> (Börner, 1903)			HK05	
<i>Protanura cf. monticelli</i> (Caroli, 1910)	<i>Protanura cf. monticelli</i> (Caroli, 1910)	W	/	HKD10, HK05	
<i>Sensillanura austriaca</i> (Gama, 1963)	<i>Sensillanura austriaca</i> (Gama, 1963)	DIS	Orig	/	
<b>c. Sous-famille : Pseudachorutinae Börner, 1906</b>					
<i>Micranurida cf. candida</i> Cassagnau, 1952	<i>Micranurida cf. candida</i> Cassagnau, 1952	W	Orig	/	
<i>Micranurida pygmaea</i> (Börner, 1901)	<i>Micranurida pygmaea</i> (Börner, 1901)	W	/	HKD10, HK05	
<i>Pseudachorudina meridionalis</i> (Bonet, 1929)	<i>Pseudachorudina meridionalis</i> (Bonet, 1929)	W	Orig	HKD10, HK05	
<i>Pseudachorutella asigillata</i> (Börner, 1901)	<i>Pseudachorutella asigillata</i> (Börner, 1901)	W	Orig	HKD10, HK05	Ekh, Kl, Gu
<i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i> (Tullberg, 1871)	<i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i> (Tullberg, 1871)	W	/	HKD10, HK05	
<i>Pseudachorutes deficiens</i> Zoughailech et al., 2016.	<i>Pseudachorutes deficiens</i> Zoughailech et al., 2016.	E	Orig	/	
<i>Pseudachorutes octosensillatus</i> Zoughailech et al., 2016.	<i>Pseudachorutes octosensillatus</i> Zoughailech et al., 2016.	E	Orig	/	
<i>Pseudachorutes labiatus</i> Zoughailech et al., 2016.	<i>Pseudachorutes labiatus</i> Zoughailech et al., 2016.	E	Orig	/	
<i>Pseudachorutes parvulus</i> (Börner, 1901)	<i>Pseudachorutes parvulus</i> (Börner, 1901)	W	/	HK05	C63, C63'
<i>Pseudachorutes</i> sp.	<i>Pseudachorutes</i> sp.	N.A	/	HK05	
<i>Pratanurida boeneri</i> (Schott, 1902)	<i>Pseudachorutes boeneri</i> (Schott, 1902)	W	/	HKD10, HK05	
<b>5. Onychiuridae Börner, 1913</b>					
<i>Deuteraphorura</i> sp.	<i>Deuteraphorura</i> sp.	N.A	Orig	/	
<i>Onychiurus</i> sp.	<i>Onychiurus</i> sp.	N.A	/	HK05	
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	W	Orig	HK05	Ka, Ekh, Se, Bh, Gu, C63'
<b>6. Tulbergidae</b>					
<i>Mesaphorura critica</i> (Ellis, 1976)	<i>Mesaphorura critica</i> (Ellis, 1976)	W	/	HK05	
<i>Mesaphorura italica</i> (Rusek, 1971)	<i>Mesaphorura italica</i> (Rusek, 1971)	W	/	HK05	
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	W	Orig	HK05	Ekh
<i>Mesaphorura pacifica</i> (Rusek, 1976)	<i>Mesaphorura pacifica</i> (Rusek, 1976)	S, P	/	HK05	
<i>Mesaphorura</i> sp.	<i>Mesaphorura</i> sp.	N.A	/	HK05	
<b>II. ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913</b>					
<b>7. Isotomidae Börner, 1913</b>					
<i>Cryptopygus bipunctatus</i> (Axelson, 1903)	<i>Proisotomodes bipunctatus</i> (Axelson, 1903)	W	/	HK05	
<i>Cryptopygus thermophilus</i>	<i>Hemisotoma thermophila</i>	C	/	HK05	

(Axelson, 1900)	(Axelson, 1900)				
<i>Folsomia candida</i> Willem, 1902	<i>Folsomia candida</i> Willem, 1902	C	Orig	HK05	
<i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939	<i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939	W	Orig	/	
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg 1871)	<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg 1871)	W	Orig	/	Ka, TgD
<i>Folsomia</i> sp.	<i>Folsomia</i> sp.	N.A	/	HK05	
<i>Folsomia trisetata</i> (Jordana & Ardanaz, 1981)	<i>Folsomia trisetata</i> (Jordana & Ardanaz, 1981)	S	/	HK05	
<i>Folsomides angularis</i> (Axelson, 1905)	<i>Folsomides angularis</i> (Axelson, 1905)	W	Orig	/	
<i>Folsomides parvulus</i> Stach, 1922	<i>Folsomides parvulus</i> Stach, 1922	C	Orig	/	Ekh, C63
<i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900)	<i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900)	C	Orig	HK05	Ka, Bh.
<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i> Bourlet, 1839	<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i> Bourlet, 1839	W	Orig	/	Ka, Dj, Ea.
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896)	<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896)	W	Orig	HK05	Ka, Ekh, Kg, Az, C63'
<i>Isotominella geophila</i> (Delamare, 1948)	<i>Isotominella geophila</i> (Delamare, 1948)	IC	/	J09, HK05	
<i>Isotomurus</i> cf. <i>fucicolus</i> (Reuteur, 1876)	<i>Isotomurus</i> cf. <i>fucicolus</i> (Reuteur, 1876)	Eu	/	HK05	
<i>Isotomurus</i> gr. <i>balteatus</i> (Reuteur, 1876)	<i>Unconfirmed</i>	North Eu	/	HK05	
<i>Isotomurus maculatus</i> (Schäffer, 1896)	<i>Isotomurus maculatus</i> (Schäffer, 1896)	West Eu	/	HK05	
<i>Isotomurus</i> sp.	<i>Isotomurus</i> sp.	E	Orig	/	
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	W	Orig	HK05	Ka
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> Cassagnau, 1963	<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> Cassagnau, 1963	E	Orig	HK05	C63, C63'
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	C	Orig	HK05	Ka, C63
<i>Proisotoma</i> sp.	<i>Proisotoma</i> sp.	N.A	Orig	/	
<i>Tetracantella pilosa</i> (Schött, 1891)	<i>Tetracantella pilosa</i> (Schött, 1891)	W	Orig	HK05	
<i>Tetracanthella</i> sp.	<i>Tetracanthella</i> sp.	N.A	/	HK05	
<b>8. Entomobryidae Tömösvary, 1882</b>					
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg 1871)	<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg 1871)	W	Orig	/	Ka, RS.
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i> (Templeton, 1835)	<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i> (Templeton, 1835)	E	Orig	HK05	Ka, TI, Kg, Kl, Az
<i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889)	<i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889)	W	Orig	HK05	Ka, Ekh, Al, Bs, Bh, Kg, Kl, Az, C63'
<i>Lepidocyrtus fimetarius</i> (Gisin, 1964)	<i>Lepidocyrtus fimetarius</i> (Gisin, 1964)	Eu	/	HK05	

<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	W	Orig	/	Ka
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	<i>Lepidocyrtus</i> sp.	N.A	Orig	/	Bs, Bh, Bo, Kg, Kl
<i>Orchesella quinquefasciata</i> (Bourlet, 1841)	<i>Orchesella quinquefasciata</i> (Bourlet, 1841)	Eu	Orig	HK05	Ka, Az
<i>Orchesella</i> sp.	<i>Orchesella</i> sp.	N.A	Orig	/	Az
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	W	Orig	/	Ekh, Az
<i>Pseudosinella albida</i> (Stach, 1930)	<i>Pseudosinella albida</i> (Stach, 1930)	South ern Eu	/	HK05	
<i>Pseudosinella octopunctata</i> Börner, 1901	<i>Pseudosinella octopunctata</i> Börner, 1901	C	/	HK05	
<i>Pseudosinella</i> sp.	<i>Pseudosinella</i> sp.	N.A	/	HK05	
<i>Pseudosinella</i> sp.1	<i>Pseudosinella</i> sp.1	N.A	Orig	/	
<i>Pseudosinella</i> sp.2	<i>Pseudosinella</i> sp.2	N.A	Orig	/	
<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842)	<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842)	C	Orig	/	Ka, Me
<i>Seira</i> sp.	<i>Sira</i> sp.	N.A	/	HK05	
<b>9. Tomoceridae Schäffer, 1896</b>					
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)	<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)	W	Orig	/	Sm
<b>10. Cyphoderidae Börner, 1913</b>					
<i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i> Nicolet, 1842	<i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i> Nicolet, 1842	W	Orig	/	Tl
<i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i> Delamare, 1948	<i>Cyphoderus</i> gr. <i>tridenticulati</i> Delamare, 1948	N.A	Orig	/	
<i>Cyphoderus</i> sp.	<i>Cyphoderus</i> sp.	N.A	/	HK05	
<b>11. Oncopoduridae Denis, 1932</b>					
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i> Shoebbotham, 1911	<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i> Shoebbotham, 1911	W	Orig	HK05	Ekh, C63
<b>III. SYMPHYPLEONA Börner, 1901</b>					
<b>12. Arrhopalitidae Richards, 1968</b>					
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i> Gisin, 1958	<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i> Gisin, 1958	W	Orig	/	
<b>13. Bourletiellidae sp.</b>					
<i>Bourletiellidae</i> sp.	<i>Bourletiellidae</i> sp.	N.A	Orig	/	Ka.
<b>14. Dicyrtomidae sp. Börner, 1906</b>					
<i>Dicyrtomidae</i> sp.	<i>Dicyrtomidae</i> sp.	N.A	Orig	/	
<b>15. Katiannidae Börner, 1913</b>					
<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)	<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)	W	/	HK05	
<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitsch, 1863)	<i>Sminthurinus elegans</i> (Fitsch, 1863)	W	/	HK05	
<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868)	<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868)	W	Orig	/	Ka, Sa, Eh, Kl
<i>Sminthurinus signatus</i>	<i>Sminthurinus signatus</i>	Eu	Orig	/	

(Krausbauer, 1902)	(Krausbauer, 1902)				
<b>16. Sminthurididae Börner, 1906</b>					
<i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898)	<i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898)	W	Orig	/	
<i>Sphaeridia cf. pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	<i>Sphaeridia cf. pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	W	Orig	HK05	Ka, Af, Kl, C63, C63'
<b>17. Sminthuridae Börner, 1913</b>					
<i>Allacma</i> sp.	<i>Allacma</i> sp.	N.A	Orig	/	Ka
<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	W	Orig	HK05	To
<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)	<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)	W	Orig	/	ZM
<b>IV. NEELIPLEONA Folsom, 1896</b>					
<b>18. Neelidae Folsom, 1896</b>					
<i>Megalothorax</i> sp.	<i>Megalothorax</i> sp.	N.A	Orig	HK05	
<i>Neelus murinus</i> (Folsom, 1896)	<i>Neelus murinus</i> (Folsom, 1896)	W	Orig	HK05	
<i>Neelus</i> sp.	<i>Neelus</i> sp.	N.A	/	HK05	

## 6 Discussion des résultats faunistiques

**Tableau S21. Espèces de Collo et leurs citations dans les travaux sur l'Algérie**

(Nous avons surligné en orange les espèces nouvelles pour la science, et en jaune celles nouvelles pour l'Algérie).

Espèce récoltées à Collo	Autres localités en Algérie ou l'espèce est signalée
<b>I. Poduromorpha</b>	
<b>1. Hypogastruridae Börner 1913</b>	
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1842)	
<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940)	Edough (Hamra-Kroua 2005), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Telemcen (Handschin, 1926 - 28 ( <i>Hypogastrura armata</i> ). Beni Haroun (Baquero et al. 2009)
<i>Ceratophysella</i> gr. <i>denticulata</i> (Bagnall, 1941)	El khroub (Hamra-Kroua & al., 2009), Djurdjura (Stomp, 1983), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Edough, Djebel Ouahch, Azzaba (Hamra-Kroua 2005), Annaba (Cassagnau, 1963)
<i>Ceratophysella tergilobata</i> (Cassagnau, 1954)	Annaba (Cassagnau, 1963)
<i>Microgastrura</i> sp.	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007)
<i>Pseudacherontides</i> sp.	
<i>Willemia</i> sp.	
<i>Xenylla</i> cf. <i>xavieri</i> Gama, 1959	
<b>2. Odontellidae Deharveng, 1982</b>	
<i>Superodontella taiensis</i> Arbea & al., 2013	Guelma (Arbea & al. 2013)
<i>Xenyllodes armatus</i> Axelson, 1903	Edough, Azzaba (Hamra-Kroua 2005)
<b>3. Brachystomellidae Stach, 1949</b>	
<i>Brachystomella</i> sp.	Edough (Hamra-Kroua 2005)
<b>4. Neanuridae sensu Cassagnau, 1955</b>	
<b>a. Sous-famille : Frieseinae Massoud, 1967</b>	
<i>Friesea</i> cf. <i>afurcata</i> (Denis 1926)	Edough (Hamra-Kroua 2005)
<i>Friesea</i> cf. <i>decemocolata</i> Börner, 1903	Edough, El Kala (Hamra-Kroua 2005)
<i>Friesea</i> cf. <i>espunaensis</i> Arbea & Jordana, 1993	Edough (Hamra-Kroua 2005)
<i>Friesea laouina</i> Deharveng & Hamra-Kroua, 2004	Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010, Deharveng & Hamra-Kroua 2004)
<i>Friesea major</i> Hamra-	Edough (Hamra-Kroua et al. 2009)



Kroua, Deharveng & Jordana, 2009	
<b>a. Sous-famille : <i>Neanurinae</i> Börner, 1901</b>	
<i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912)	Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), El Kala, Djebel Ouach, Jijel (Hamra-Kroua 2005), Kala Layoun (Baquero et al. 2009), Guelma (Arbea & al. 2013), Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003), Annaba (Cassagnau 1963).
<i>Deutonura zana</i> Deharveng et al., 2015	Edough (Deharveng et al. 2015), Azzaba (Hamra-Kroua 2005)
<i>Edoughnura</i> sp.	
<i>Protanura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i> (Börner, 1903)	Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010), Gorge de la chiffa (Denis 1925), El Kala (Hamra-Kroua 2005), Annaba (Cassagnau 1963).
<i>Sensillanura austriaca</i> (Gama, 1963)	
<b>b. Sous-famille : <i>Pseudachorutinae</i> Börner, 1906</b>	
<i>Micranurida</i> cf. <i>candida</i> Cassagnau, 1952	
<i>Pseudachorudina meridionalis</i> (Bonet, 1929)	Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010), Guelma (Arbea & al. 2013)
<i>Pseudachorutes deficiens</i> Zoughailech et al., 2016	
<i>Pseudachorutes labiatus</i> Zoughailech et al., 2016	
<i>Pseudachorutes octosensillatus</i> Zoughailech et al., 2016	
<i>Pseudachorutella asigillata</i> (Börner, 1901)	Edough (Hamra-Kroua & Deharveng 2010), El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Kala Layoun (Baquero et al. 2009), Azzaba (Hamra-Kroua 2005)
<b>5. Onychiuridae Börner, 1913</b>	
<i>Deuteraphorura</i> sp.	
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	Edough (Hamra-Kroua 2005), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Sebka. Beni Haroun (Baquero et al. 2009), Guelma (Arbea & al. 2013), Annaba (Cassagnau 1963)
<b>6. Tullbergidae</b>	
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Edough (Hamra-Kroua 2005)
<b>II. ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913</b>	
<b>7. Isotomidae Börner, 1913</b>	
<i>Folsomia candida</i> Willem, 1902	Edough (Hamra-Kroua 2005)
<i>Folsomia penicula</i> Bagnall, 1939	
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg 1871)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Tale Gnilhef (Djurdjura) (Murphy 1958)
<i>Folsomides angularis</i> (Axelson, 1905)	
<i>Folsomides parvulus</i> Stach, 1922	El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Annaba (Cassagnau 1963)
<i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Beni Haroun (Baquero et al. 2009).



<i>Isotoma</i> cf. <i>viridis</i> Bourlet, 1839	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Djurdjura (Stomp 1983). El Affroun (Handschin 1928)
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896)	Edough (Hamra-Kroua 2005), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Kala Ghora (Baquero et al. 2009), Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003), Annaba (Cassagnau 1963)
<b><i>Isotomurus</i> sp.</b>	
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	Edough (Hamra-Kroua 2005), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007)
<i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> Cassagnau, 1963	Edough, Azzaba (Hamra-Kroua 2005), Annaba (Cassagnau 1963)
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Eough, Djebel Ouahch (Hamra-Kroua 2005), Annaba (Cassagnau 1963)
<b><i>Proisotoma</i> sp.</b>	
<i>Tetracantella pilosa</i> Schött, 1891	Edough (Hamra-Kroua 2005)
<b>8. Entomobryidae Tömösvary, 1882</b>	
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg 1871)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Réghaia, Ségouia (Handschin 1928)
<i>Heteromurus</i> cf. <i>nitidus</i> (Templeton, 1835)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Telemcen (Handschin 1926). Edough, El Kala, Jijel (Hamra-Kroua 2005), (Kala Ghora, Kala Layoun) (Baquero et al. 2009), Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003)
<i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Alger (Handschin 1928), Edough, El Kala (Hamra-Kroua 2005), Bordj Sabat, Beni Haroun, Boughareb, Kala Ghora, Kala Layoun (Baquero et al. 2009), Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003). Annaba (Cassagnau 1963)
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007)
<b><i>Lepidocyrtus</i> sp.</b>	Bordj Sabat, Beni Haroun, Boughareb, Kala Ghora, Kala Layoun (Baquero et al. 2009)
<i>Orchesella quinquefasciata</i> (Bourlet, 1842)	Edough (Hamra-Kroua 2005), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003)
<i>Orchesella</i> sp.	Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003)
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Azzaba (Hamra-Kroua & Allatou 2003)
<b><i>Pseudosinella</i> sp1.</b>	
<b><i>Pseudosinella</i> sp2.</b>	
<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Medea (Denis 1924)
<b>9. Tomoceridae Schäffer, 1896</b>	
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)	Sidi Madani (Handschin 1928)

<b>10. Cyphoderidae Börner, 1913</b>	
<i>Cyphoderus</i> cf. <i>albinus</i> Nicolet, 1842	Tlemcen (Handschin 1926)
<i>Cyphoderus</i> gr. <i>Tridenticulati</i> Delamare, 1948	
<b>11. Oncopoduridae Denis, 1932</b>	
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i> Shoebbotham, 1911	Edough (Hamra-Kroua 2005), El khroub (Hamra-Kroua & al. 2009), Annaba (Cassagnau 1963)
<b>III. SYMPHYPLEONA Börner, 1901</b>	
<b>12. Arrhopalitidae Richards, 1968</b>	
<i>Arrhopalites</i> cf. <i>secundarius</i> Gisin, 1958	
<b>13. Bourletiellidae Börner, 1912</b>	
Bourletiellidae sp.	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007)
<b>14. Dicyrtomidae Börner, 1906</b>	
Dicyrtomidae sp.	
<b>15. Katiannidae Börner, 1913</b>	
<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868)	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Sidi Aich (Handschin 1928). El Harrache (Bretfeld 2001), Kala Layoun (Baquero et al. 2009), Jijel, Azzaba (Hamra-Kroua 2005)
<i>Sminthurinus signatus</i> (Krausbauer, 1902)	
<b>16. Sminthurididae Börner, 1906</b>	
<i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898)	
<i>Sphaeridia</i> cf. <i>pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	Edough (Hamra-Kroua 2005), Kabylie (Ait mouloud & al. 2007), Ain fezza (Bretfeld 2001), Kala Layoun (Baquero et al. 2009), Annaba (Cassagnau 1963)
<b>17. Sminthuridae Börner, 1913</b>	
<i>Allacma</i> sp.	Kabylie (Ait mouloud & al. 2007)
<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	Edough, El Kala, Azzaba (Hamra-Kroua 2005)
<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)	Zemmouri et Mouzaia (Bretfeld 2001)
<b>IV. NEELIPLEONA Folsom, 1896</b>	
<b>18. Neelidae Folsom, 1896</b>	
<i>Megalothorax</i> sp.	
<i>Neelus murinus</i> Folsom, 1896	Edough (Hamra-Kroua 2005)