

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
Université Frères Mentouri Constantine
Faculté des Science de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Animale

N° d'ordre

N° de série

THESE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTORAT 3^{EME} CYCLE

Spécialité : Biologie Animale

Option : Biodiversité et Ecologie des Arthropodes

**Les Collemboles (Hexapoda : Collembola) de
quelques localités du Nord-est algérien
Taxonomie et Appartenance Biogéographique**

Présentée par :

BRAHIM-BOUNAB HAYETTE

Devant le jury :

Président :	Pr. Louadi Kamel	Université Frères Mentouri Constantine
Rapporteur :	Pr. HamraKroua Salah	Université Frères Mentouri Constantine

Examineurs :

Pr. Berchi Selima	Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie Constantine
Pr. Harrat Abboud	Université Frères Mentouri Constantine
Dr. Moussi Abdelhamid	Université Mohamed Khider Biskra

Soutenu le : 24 / 05 /2016

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tous le bon Dieu pour m'avoir donné la patience et le courage de surmonter toutes difficultés à accomplir mon travail.

Mes sincères remerciements sont exprimés agréablement à mon encadreur, **MR. HAMRA-KROUA SALAH** professeur à l'Université Frères Mentouri Constantine pour son encadrement académique, ses enrichissantes discussions ce qui m'a permis de bénéficier de son grand savoir sur les collemboles, son soutien moral tout au long de cette thèse, surtout pour sa modestie, sa constante disponibilité malgré ses nombreuses obligations et sans oublier sa patience ses conseils et encouragements pour réaliser ce modeste travail. Je ne trouve pas les mots qu'il faut pour vous remercier monsieur. Merci encore.

Mes remerciements les plus respectueux vont à Monsieur le professeur **LOUADI K.** directeur de laboratoire de biosystématique et écologie des Arthropodes qui m'a fait l'honneur de juger le présent travail d'en presider le jury. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Mes remerciements vont également à **Mr Harrat A.** professeur à l'Université des Frères Mentouri Constantine pour ses remarques et observations sur le fond et la forme du document soumis ici pour l'obtention du diplôme de Doctorat 3^{ème} cycle. Qu'il accepte mes plus vifs remerciements et ma reconnaissance.

Mes remerciements vont également à **Melle Berchi S.** professeur à l'Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie Constantine pour avoir accepté de faire partie de ce jury et pour avoir contribué à l'amélioration de la qualité du présent document grâce à la pertinence de ses remarques. Que Melle Berchi soit assuré de mon respect.

J'adresse toute ma gratitude à **Mr. Moussi A.** maître conférence A à l'Université Mouhamed Khider- Biskra pour avoir accepté de juger le présent travail et l'évaluer d'une manière pertinente. Qu'il trouve ici mes plus sincères expressions de respect.

J'adresse mes vifs remerciements à **Mr. JAVIER ARBEA** Pr. au laboratoire de Zoologie de Pampelune(Espagne) du et **Pr LOUIS DEHARVENG** du Muséum National d'histoire Naturelle de paris (France) pour leur précieuse aide dans la taxonomie des différentes espèces récoltées. Les identifications des espèces et surtout la description de la nouvelle espèce nous ont apporté un immense intérêt scientifique. Qu'ils trouvent ici reconnaissance, considération.et profonds sentiments de respect.

Enfin, je remercie toutes celles et tous ceux qui m'ont accompagné et soutenu durant ces années d'études, notamment mes parents, mes sœurs et mes frères surtout Fouzi; sans leur appui, la réalisation de ce travail n'aurait pas été possible. Je ne saurais exprimer mes sincères sentiments de reconnaissance à toute ma famille pour sa gentillesse, ses encouragements, sa compréhension et son soutien moral. Sans oublier mon frère **Mohamed Bendjaballah** qui m'a beaucoup aidé de la mise en page et l'impression du présent document.

Dédicaces

J'offre le fruit de mon effort aux deux personnes les plus chères dans l'existence, mes très chers parents à qui je dois ce que je suis

A mon père : que Dieu lui entoure de sa miséricorde.

A ma mère : symbole d'amour de tendresse et d'affection

A mes sœurs chéries : Samia et Samah.

A mes frères adorables : Khaled et Fouzi

A ma chère tante Souad qui nous a quitté mais qui reste toujours dans notre mémoire, et aussi a son unique fils Assil

A ma tante et sa petite famille

A mes tantes, mes oncles, tous mes cousins et cousines

A toutes ma grande famille

A mes frères Mohamed, Malik.

A mes chères amies : Samira et sa petite famille, Sarah, Asma, Batoul, Sarah, Asma, Fatima, Imen, Meriem.

S O M M A I R E

	Pages
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
CHAPITRE PREMIER : Données Générales Récentes sur les Collemboles.....	
I- Morphologie et anatomie des Collemboles	3
1- Etymologie et diagnose des Collemboles.....	3
2-Morphologie externe.....	3
2.1-La tête	4
2.1.1-Les antennes.....	5
2.1.2- La zone oculaire.....	6
2.1.3- La région buccale.....	7
2.1.4- La région céphalique.....	8
2.2- Le thorax.....	9
2.3- L'abdomen.....	9
3- Anatomie externe	11
3.1- Le tégument et ses formations.....	11
3.2- Les soies, les écailles, les trichobothries et les sensilles	12
3.2.1- Les soies.....	12
3.2.2- Les écailles.....	15
3.2.3- Les trichobothries.....	15
3.2.4- Les sensilles.....	15
4-Anatomie interne	17
4.1-Le système nerveux.....	17
4.2-Le système digestif	18
4.3-Le système respiratoire.....	19
4.4- Le système circulatoire	19
4.5- Le système musculaire	20
4.6-Le système endocrinien.....	20
4.7-Le système excréteur.....	20
4.8- Système de reproduction, Développement	21
4.8.1- Reproduction.....	21
4.8.1.1-Appareil génital mâle.....	21
4.8.1.2- Appareil génital femelle.....	21
4.8.1.3-Spermatophores.....	22
4.8.1.4-Parthénogenèse.....	24
4.8.2- La ponte.....	25
4.8.3 -L'œuf.....	25
4.8.4-La fécondation.....	26
5-Développement	27
5.1-Développement embryonnaire.....	27
5.2-Développement post-embryonnaire	27

6- Adaptations des Collemboles	28
6.1- Adaptations morphologiques	28
6.1.1-Epitoquie	28
6.1.2-Ecomorphose	29
6.1.3-Cyclomorphose	29
6.2- Adaptations physiologiques aux milieux extrêmes	30
6.2.1- Adaptation au froid	30
6.2.2- Adaptation à la dessiccation ou anhydrobiose	30
6.2.3- Adaptation à l'inondation	30
6.2.4- Adaptation aux milieux halophiles	30
6.2.5- Adaptation à la vie cavernicole	31
7-La répartition mondiale des collemboles	32
8- Ecologie des collemboles	34
8.1-Milieu et habitat	34
8.2- Influence des facteurs édaphique	35
8.2.1-Facteurs abiotiques	35
8.2.1.1-La température et l'humidité	35
8.2.1.2-Porosité et aération du sol	36
8.2.1.3-Le couvert végétal	37
8.2.2-Les facteurs biotiques	37
8.2.2.1.-Le régime alimentaire	37
8.2.2.2-Parasites et prédateurs	37
8.2.3- Rôles des Collemboles	37
9-Paléontologie	38
10- Phylogénie et position systématique des Collemboles	40
10.1-La phylogénie des Collemboles	40
10.2-Position systématique des collemboles	41
10.2.1- Classification et position récente des collemboles	43
10.3-Les collemboles d'Algérie	47

CHAPITRE II : PRESENTATION DES LOCALITES D'ETUDE ET METHODOLOGIE

I-Caractéristiques générales des localités d'étude	62
1.1- Le massif de l'Edough	62
1.1.1-Géologie générale	62
1.1.2- Le couvert végétal	63
1.1.3- Le climat	64
1.1.3.1- La température	65
1.1.3.2- Les précipitations	66
1.2- Région de Skikda	68
1.2.1- Localité Ouled Hebaba (wilaya de Skikda)	67
1.2.2- Localité d'Azzaba (Wilaya de Skikda)	68
1.2.2.1- La géologie générale	68
1.2.2.2-Les reliefs	68
1.2.2.3- La végétation	69
1.2.2.4- Réseau hydrographique	69
1.3- la région de Guelma	70
1.3.1- Le climat	71
1.3.1.1- La température	71
1.3.1.2- Les précipitations	72

1.4- La région de Béni Harroun (Mila)	74
2- Méthode d'échantillonnage	74
3-Extraction des Collemboles	75
3.1- Principe de la technique	75
3.2- L'extraction des Collemboles	76
4-Tri et dénombrement	77
5- Identification des collemboles	78
5.1-Fixation	78
5.2-Eclaircissement	78
5.3-Montage et conservation	79
5.4-Observation	80
- Clé des ordres	80
- Clé des familles	82
6- Analyse statistique	82

CHAPITRE III : RESULTATS DE L'ETUDE TAXONOMIQUE, BIOGEOGRAPHIQUE ET ECOLOGIQUE

1- Inventaire et étude taxonomique	83
1-Composition faunistique et appartenance biogéographique.....	83
1.1- Composition faunistique par localité	86
1.2-Etude taxonomique appartenance biogéographique des espèces récoltées	87
2.- Appartenance biogéographique des Collemboles récoltés dans les cinq localités d'étude	170
3-Statut et classification morphoécologique des espèces de Collemboles identifiés	172
3.1-Statut des espèces	174
3.2- Classification morpho-écologique	175
4-Abondance des peuplements des Collemboles récoltés.....	176
4.1- Abondance des Collemboles.....	176
4.2- Les facteurs du milieu : température et teneur en eau des échantillons	177
4.2.1- Température	177
4.2.1- Teneur en eau	179
4.3- les facteurs du milieu et leur impact sur l'abondance des collemboles	181
IV- DISCUSSION ET CONCLUSION	183
IV- BIBLIOGRAPHIE	191

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie générale d'un Collembole

Figure 2: Les antennes, la zone oculaire, l'aire céphalique et les pièces buccales des Collemboles

Figure 3 : Face ventrale de la furca chez *Dicyrtomina saundersi*

Figure 4: Face ventrale de la furca chez *Dicyrtoma fusca*: furca en position d'extension

Figure 5 (a) : Les soies selon la structure

Figure 5 (b) : Les soies selon la forme

Figure 5 (c) : Les soies selon la forme

Figure 5 (d) : Les sensilles.

Figure 6 : Système nerveux de *Smythurus signatus* (= *Allacma fusca*).

Figure 7(a): Orifice génital mâle chez *Tetrodontophora bielanensis*

Figure 7 (b): Orifice génital femelle chez *Tetrodontophora bielanensis*

Figure 8 : Spermatophore d'*Orchesella villosa*

Figure 9 : Face antérieure d'un spermatophore chez *Bilobella grassei*

Figure 10 : Œuf de *Tomocerus minor*

Figure 11: Régions biogéographiques

Figure 12 : *Seira* sp. au Miocène

Figure 13 : *Grinnellia ventis* du Crétacé

Figure 14 : *Grinnellia ventis*

Figure 15: Carte géographique du Nord-est algérien et position des localités de récolte

Figure 16 : Variation de la température moyenne mensuelle de 2010 à 2013 à Annaba

Figure 17 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de 2010 à 2013 pour la région d'Annaba

Figure 18 : Diagramme ombrothermique de la wilaya d'Annaba de 2010 à 2013

Figure 19 : Diagramme ombrothermique de Skikda de l'année 2011

Figure 20 : Variation de la température moyenne mensuelle à Guelma de 2010 à 2013

Figure 21 : Variation mensuelle des précipitations mensuelles de 2010 à 2013 à Guelma

Figure 22: Diagramme ombrothermique de Guelma de 2010 à 2013

Figure 23 : Appareil de Berlese à Tullgren pour l'extraction des Collemboles par la méthode de "voie sèche"

Figure 24 : Les ordres des collemboles

Figure 25 : Abondance relative (%) des espèces récoltées par famille de Poduromorpha

Figure 26 : Fréquences absolues des genres et espèces des familles de Poduromorpha

Figure 27 : Composition faunistique des localités d'études

Figure 28 : *Ceratophysella denticulata*

Figure 29 : Aire de répartition biogéographique de *Ceratophysella denticulata*

Figure 30 : *Ceratophysella gibbosa*

Figure 31 : Aire de répartition biogéographique de *Ceratophysella gibbosa*..

Figure 32: *Ceratophysella tergilobata*

Figure 33 : Aire de répartition biogéographique de *Ceratophysella tergilobata*

Figure 34 : Aire de répartition biogéographique du genre *Schoettella*

Figure 35 : *Hypogastrura vernalis*

Figure 36 : Aire de répartition biogéographique de *Hypogastrura vernalis*

Figure 37 : *Hypogastrura pityusica*

Figure 38 : Aire de répartition biogéographique de *Hypogastrura pityusica*

Figure 39 : *Microgastrura minutissima*

Figure 40: La répartition biogéographique de *Microgastrura minutissima*

Figure 41 : *Mucrella acuminata*

Figure 42 : *Xenylla maritima*

Figure 43: Aire de répartition biogéographique de *Xenylla maritima*

Figure 44 : *Xenylla brevisimilis mediterranea*

Figure 45: Aire de répartition biogéographique de *Xenylla brevisimilis*

Figure 46: *Xenyllogastrura afurcata*.

Figure 47 : Aire de répartition biogéographique de *Xenyllogastrura afurcata*.

Figure 48 : *Willemia intermedia*

Figure 49 : Aire de répartition biogéographique de *Willemia intermedia*

Figure 50, 51, 52: *Superodontella tayaensis* sp. Nov

Figure 53 : Aire de répartition biogéographique de *Superodontella tayaensis*

Figure 54 : *Superodontella lamellifera*

Figure 55: Aire de répartition biogéographique de *Superodontella lamellifera*

Figure 56: *Superodontella vallvidrerensis vallvidrerensis*, *Superodontella vallvidrerensis subalpina*

Figure 57 : Aire de répartition biogéographique de *Superodontella vallvidrerensis*

Figure 58: *Friesea albida*

Figure 59 : Aire de répartition biogéographique de *Friesea albida*

Figure 60 : *Friesea ladeiroi*.

Figure 61: Aire de répartition biogéographique de *Friesea ladeiroi*

Figure 62: *Friesea laouina*

Figure 63: Aire de répartition biogéographique de *Friesea laouina*

Figure 64 : *Friesea mirabilis*

Figure 65: Aire de répartition biogéographique de *Friesea mirabilis*

Figure 66: *Friesea major*

Figure 67: Aire de répartition biogéographique de *Friesea major*

Figure 68 : *Friesea espunaensis*

Figure 69: Aire de répartition biogéographique de *Friesea espunaensis*

Figure 70: Aire de répartition biogéographique du genre *Deutonura*

Figure 71: *Bilobella aurantiaca*

Figure 72 : Aire de répartition biogéographique de *Bilobella aurantiaca*

Figure 73 : *Edoughnura rara n.sp*

Figure 74 : Aire de répartition biogéographique d'Edoughnura rara

Figure 75: Aire de répartition biogéographique du genre *Endonura*

Figure 76 : *Protanura pseudomuscorum*

Figure 77 : Aire de répartition biogéographique de *Protanura pseudomuscorum*

Figure 79 : Aire de répartition biogéographique de *Protanura monticelli*

Figure 80 : *Kenyura nicaraguensis* sp. Nov

Figure 81 : Aire de répartition biogéographique du genre *Kenyura*

Figure 82 : Aire de répartition biogéographique du genre *Pseudachorutes*

Figure 83 : *Pseudachorutella asigillata*

Figure 84: Aire de répartition biogéographique de *Pseudachorutella asigillata*

Figure 85 : Aire de répartition biogéographique de *Pseudachorutes subcrassus*.

Figure 86 : La répartition biogéographique de *Cephalachorutes* sp.1

Figure 87 : *Pseudachorudina meridionalis*

Figure 88 : Aire de répartition biogéographique de *Pseudachorudina meridionalis*

Figure 89 : *Pratanurida boernerii*.

Figure 90 : Aire de répartition biogéographique de *Pratanurida boernerii*

Figure 91: *Protaphorura armata*

Figure 92 : Aire de répartition biogéographique de *Protaphorura armata*

Figure 93: *Mesaphorura italica*

Figure 94 : Aire de répartition biogéographique de *Mesaphorura italica*

Figure 93: *Mesaphorura macrochaeta*

Figure 95 : Aire de répartition biogéographique de *Mesaphorura macrochaeta*

Figure 96 : *Mesaphorura critica*

Figure 97 : Aire de répartition biogéographique de *Mesaphorura critica*

Figure 98 : *Doutnacia xerophila*.

Figure 99 : Aire de répartition biogéographique de *Doutnacia xerophila*

Figure 100 : *Brachystomella curvula*

Figure 101: Aire de répartition biogéographique de *Brachystomella curvula*

Figure 102 : *Brachystomella parvula*

Figure 103 : Aire de répartition biogéographique de *Brachystomella parvula*

Figure 104 : Appartenance biogéographique (%) des espèces de collemboles récoltées dans les localités d'étude.

Figure 105: Statut des espèces de Collemboles récoltées en pourcentage

Figure 106 : Classification des espèces de Collemboles selon leurs catégories morpho écologique

Figure 107: Nombre total de collemboles par échantillons pour les 5 mois de récolte.

Figure 108 : Evolution de la température des échantillons prélevés au cours des 5 mois de l'étude à Khenak Mayoune.

Figure 109 : Evolution de la teneur en eau des échantillons prélevés au cours des 5 mois de l'étude à Khenak Mayoune

Figure 110 : Graphique de l'ACP sur l'abondance totale des collemboles x facteurs écologiques.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des régions biogéographiques

Tableau 2 : Inventaire mondial des Collemboles identifiés

Tableau 3: Les Collemboles d'Algérie selon Thibaud et Massoud (1980)

Tableau 4 : Liste d'espèces de collemboles du Nord-est algérien selon Hamra Kroua (2005)

Tableau 5: Mise à jour de l'inventaire des collemboles reconnues signalées en Algérie entre 1999-2009 par Hamra-Kroua (2010)

Tableau 6 : Liste d'espèces des collemboles reconnues signalées par Ait mouloud (2006) dans la région de Tizi Ouzou (Kabylie).

Tableau 7: Les valeurs mensuelles des températures à Annaba de 2010 à 2013.

Tableau 8: Les valeurs mensuelles des précipitations à Annaba de 2010 à 2013

Tableau 9 : Caractéristiques éoclimatiques générales d'Ouled Habeba (Skikda).

Tableau 10: Caractéristiques générales de la région de Taya (Guelma).

Tableau 11 : Les valeurs des températures moyennes mensuelles de la région de Guelma de 2010 à 2013.

Tableau 12: Les valeurs mensuelles des précipitations à Guelma de 2010 à 2013.

Tableau 13: Liste des espèces de Collemboles identifiées et décrites dans les différentes localités du nord-est algérien entre 2010 et 2013

Tableau 14: Chétotaxie dorsale de *Superodontella tayaensis* sp. nov.

Tableau 15: Effectif total et pourcentage des espèces de collemboles par aire biogéographique.

Tableau 16 : Statut et classification morpho-écologique des espèces récoltées dans les cinq stations d'étude.

Tableau 17: Effectifs totaux, abondance moyenne mensuelles et distribution des Collemboles à Khenak Mayoune (Collo).

Tableau 18 : valeurs des températures des échantillons prélevés au cours des 5 mois d'étude à Khenak Mayoune

Tableau 19 : valeurs de la teneur en eau des échantillons prélevés au cours des 5 mois d'étude à Khenak Mayoune

Tableau 20: Analyse de la variance à un facteur pour les Collemboles récoltés pendant les cinq mois.

Tableau 21: Test de Tukey après Anova

Tableau 22: Coefficients de corrélation de Spearman de l'ACP

Introduction

La connaissance de la diversité biologique des invertébrés d'Algérie a fait de grands progrès ces dernières années. Mais ces progrès ont été très inégaux, et certains groupes importants n'en ont pas bénéficié. Les Collemboles sont les plus anciens hexapodes, ils remontent au Dévonien (moins de 400 millions d'années). Il y a quelque années, les collemboles étaient considérés comme des insectes, mais l'utilisation des nouveaux caractères par la systématique moderne font sortir les collemboles de la classe *Insecta* et les élèvent au rang de classe: *Collembola*. Ces minuscules hexapodes sont connues surtout par leur aptitude de s'adapter à tous les milieux et à tous les biotopes terrestres. Les collemboles sont le groupe d'hexapodes le plus diversifié dans les milieux terrestres où ils jouent un rôle essentiel dans la fragmentation de la matière organique, dans la dissémination et le contrôle de la microflore du sol, demeurent à l'écart des progrès réalisés dans l'étude de la biodiversité d'Afrique du nord.

Les études consacrées à la connaissance des Collemboles d'Algérie sont très limitées et anciennes que l'on divise en trois périodes :

- * Les premiers travaux remontent à la fin de la deuxième moitié du 19^{ème} siècle. Les premiers auteurs, Lucas (1846 et 1849) citent quelques espèces difficiles à replacer dans la systématique actuelle.

- * La deuxième période à lieu entre 1920 et 1950 grâce à quelques études taxonomiques valables de Denis (1922 à 1937) et d'autres.

- * La troisième période qui va de 1963 à 1980 a vu paraître une des études les plus approfondies sur les Collemboles d'Algérie, réalisée par Cassagnau (1963) dans la région de Bône (Annaba), l'auteur dresse une liste de 30 espèces de collemboles dont 21 sont nouvelles pour l'Afrique du Nord et 2 nouvelles pour la science. En 1980, la faune des collemboles d'Algérie comptait un total de 114 espèces, ce qui montre que nos connaissances sont encore loin de refléter la biodiversité d'un territoire aussi vaste et diversifié que l'Algérie.

Enfin, le dernier travail d'envergure est celui réalisé par Hamra-Kroua (2005), l'auteur donne une liste de 132 espèces dont 74 sont nouvelles pour l'Algérie et plus 57 parmi elles sont nouvelles pour le reste des pays du Maghreb, d'autres sont nouvelles pour la science dont un nouveau genre. (Deharveng & Hamra-Kroua, 2004), (Deharveng et al, 2007), (Baquero et al, 2009), (Hamra-Kroua & al, 2009).

Notre travail s'insère dans le cadre de la poursuite des efforts consentis par tous les auteurs précités. L'objectif de ce travail est de réactualiser nos connaissances sur la biodiversité des Collemboles Poduromorpha du Nord-est Algérien et d'enrichir l'inventaire de la faune collemboologique du pays, d'en émettre un avis sur l'appartenance biogéographique de cette faune. Pour cela nous avons choisi cinq localités du Nord-est Algérien appartenant à des étages bioclimatiques différents. Le choix des localités d'étude est fait d'une manière à mieux connaître la diversité des Collemboles suivant les conditions écoclimatiques qui caractérisent la région.

L'Edough est choisi surtout parce que les résultats obtenus par (Hamra-Kroua, 2005) montrent une diversité faunistique exceptionnelle ce qui nous donne la raison d'échantillonner la région encore une fois. Cette partie du Nord-est algérien est connue par son climat humide, une végétation dense et diversifiée, ses divers habitats des forêts primaires de chênes notamment peuvent héberger une faune de Collemboles litéricoles.

Nous avons élargi nos prospections à d'autres localités, Azzaba, Guelma, Ouled Habeba et Béni Haroun. Signalons que parmi les cinq localités d'étude trois sont ici prospectées pour la première fois (Guelma, Ouled Habeba et Béni Haroun), aucune étude n'a été réalisée avant nous dans ces régions.

Cette étude est un autre maillon qui s'ajoute aux efforts déjà entamés pour une meilleure connaissance de la diversité de la faune des collemboles et ses affinités biogéographiques.

I- Morphologie et anatomie des Collemboles

1- Etymologie et diagnose des Collemboles

En 1873, Lubbock donne le nom scientifique de *Collembola* à cause de la présence d'un tube ventral ou collophore (du Grec Kolla = colle ; embolon = toupie) ou Springtails en anglais; est un groupe d'Arthropodes Aptérygotes; on été décrits pour la première fois par Lubbock en 1862. Sont parmi les plus anciens Hexapodes connus, ils sont décrits au Dévonien moyen (400 millions d'années environ). Depuis cette date, mais surtout depuis 1950 jusqu'à nos jours, plus de 8128 espèces ont été décrites dans le monde. Ces organismes sont pratiquement omniprésents dans tous les écosystèmes terrestres, et constituent l'une des lignées d'Arthropodes les plus efficaces. Leur diagnose repose sur les caractères suivants :

- les pièces buccales sont toujours cachées dans la tête (entognathes).
- antennes de 4 articles, dont certaines sont subdivisées chez quelques groupes,
- la plaque oculaire est constituée d'ommatidies dissociées (8 au plus par côté) de type eucône.
- un organe postantennaire (organe de Tömösvary des Myriapodes) de chaque côte de la tête, est situé en arrière des antennes.
- un abdomen à 6 segments (cas unique chez les Arthropodes) dont 3 portent un appendice correspondant à la fusion d'une paire d'appendices embryonnaires: tube ventral ou collophore (1^{er} segment), le rétinacle ou tenaculum (3^{ème} segment), et la furca (4^{ème} segment).

- Le tube ventral joue un rôle dans l'équilibre ionique et hydrique et dans l'adhérence de l'animal à certains substrats. C'est un caractère unique (synapomorphie) définissant les Collemboles.

- La furca est un appendice pouvant se détendre pour provoquer un saut de l'animal.
- Le rétinacle organe d'accrochage de la furca permet de retenir la furca.

2- Morphologie externe

Les Collemboles sont des Arthropodes de petite taille qui est souvent comprise entre ([min. 0,12] 1-5 [max. 17] mm), leur corps comprend essentiellement trois Tagmes (segments), une capsule céphalique, un thorax de trois segments, et un abdomen avec six segments. Les segments thoraciques et abdominaux peuvent être indistincts et peuvent donner au corps un aspect plus globuleux. (Fig.1).

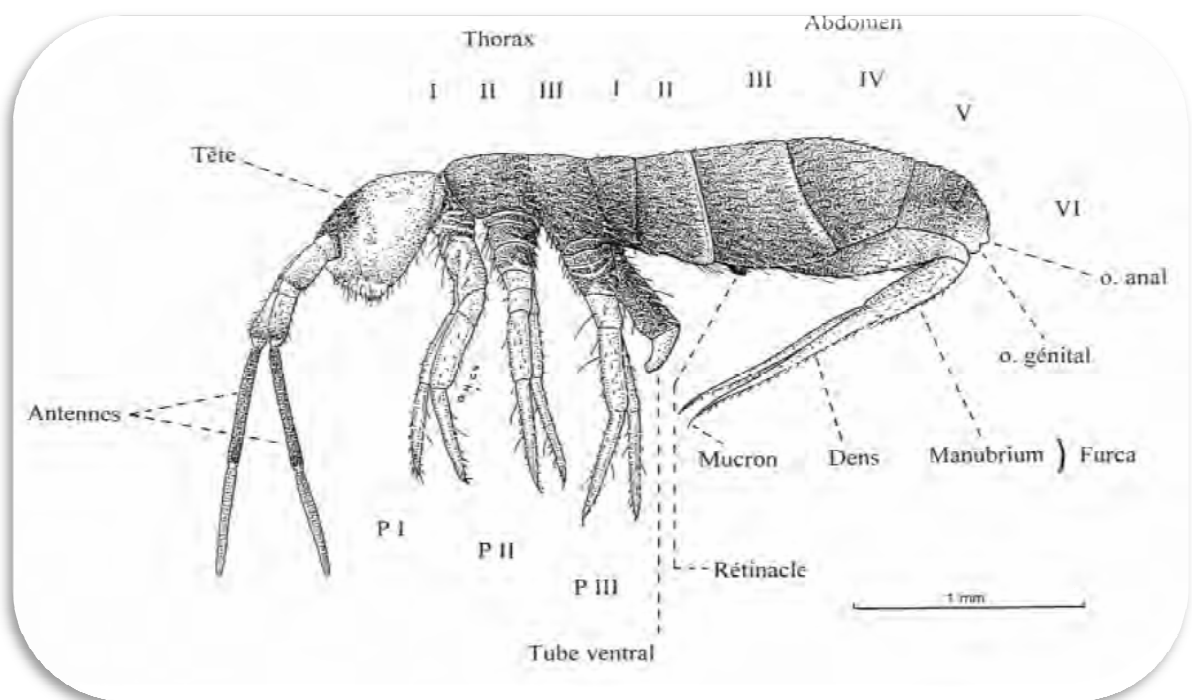


Fig.1 : Morphologie générale d'un Collembole.

2.1-La tête

La tête est orthognathe ou prognathe portant une paire d'antennes de quatre articles chacune, parfois subsegmentés, deux organes postantennaire, deux yeux composés atypiques et les pièces buccales. Un organe photosensible se présentant extérieurement par 8+8 cornéules réparties symétriquement sur deux aires oculaires, la réduction progressive de ces yeux pouvant aller jusqu'à l'anophtalmie totale chez certain groupes. Entre la base de l'antenne et la tache oculaire, se développe l'organe postantennaire (OPA) équivalent de l'organe de Tömösvary des Myriapodes susceptible de disparaître secondairement). Les mandibules sont de type primitif portent une pars apicalis et une pars molaris broyeuse. La maxille possède un lobe externe palpigère et un lobe interne à capitulum apical pourvu de griffes et de nombreuses lamelles. Le labium est court à différenciation digitée constituant le plancher de la poche gnathale. L'appareil buccal peut aussi évoluer suivant le régime alimentaire, en particulier par étirement des mandibules qui perdent leur pars molaris, ou même peuvent entièrement disparaître, et la transformation du capitulum maxillaire en stylet (régime alimentaire liquide), (Cassagnau, 1990).

2.1.1-Les antennes: Fig. 2(a)

Les antennes des Collembolles sont constituées de quatre articles. Le nombre d'articles antennaires peut être porté à cinq articles par division du 1^{er} article, comme c'est le cas chez le genre *Heteromurus*, ou à six articles suite à la division du 1^{er} et 2^{ème} article chez le genre *Orchesella*. Chez quelques espèces d'Entomobryidae on observe une segmentation secondaire du 4^{ème} article ou du 3^{ème} et du 4^{ème}. Chez plusieurs espèces de Symphypléones on peut observer l'apparition de plusieurs sous-segments sur le 4^{ème} article. D'autres structures caractérisent souvent les antennes de quelques Symphypléones comme "l'organe de fixation" que l'on rencontre chez la majorité des Sminthurididae qui consiste en un accroissement d'épines sur les tubercules basales des articles antennaires II et III, de manière que l'articulation entre les articles et les épines forment une sorte de tenaille chez le mâle.

Les antennes portent des soies et des sensilles, à grande valeur systématique, cette valeur taxonomique est majeure chez les groupes à réduction chaetotaxique, comme les Poduromorpha, Neelipleona, Isotomidae et plusieurs Entomobryomorpha:

- Article antennaire I: on y trouve des soies et chez certains groupes, écailles et sensilles. La présence de certaines soies comme la soie **p** chez les Hypogastruridae a une valeur systématique.

- Article antennaire II: chez quelques Sminthurididae males, cet article peut présenter des épines, tubercules et autres formations caractéristiques ainsi que quelques sensilles.

- Article antennaire III: en plus des épines et des tubercules décrits chez les Sminthurididae sur le 2^{ème} article, il existe toujours un organe sensoriel formé par quatre sensilles, deux paquets centraux (bâtonnets sensoriels), deux masses cylindriques situées latéralement et une microsensille ventro-latérale. Cet organe sensoriel est présent chez tous les Collembolles. Il présente une morphologie caractéristique chez *Acherongia* et de quelques sous-familles comme les Onychiurinae et Tullbergiinae.

- Article antennaire IV: il porte une vésicule apicale à valeur systématique. A côté des soies ordinaires il existe des soies sensorielles, courtes et de forme spéciale et des microsensilles. Chez le sous-genre *Ceratophysella* existe une invagination caractéristique située entre les articles antennaires III et IV.

2.1.2- La zone oculaire: Fig.2 (b)

L'organe post-antennaire, homologue de l'organe de Tömösvary a fonction indéterminée, est de morphologie variable, absent chez les Neanuridae (Deharveng, 1983). Il est formé par un ou plusieurs lobes situés entre la masse des ommatidies et la base de l'antenne. Sa structure a été étudiée par Karhuize, 1971 cité par Hamra Kroua, 2005 qui cite quelques particularités structurales qui distinguent l'organe post-antennaire des récepteurs classiques des Insectes :

- Le corps de la cellule sensorielle est situé dans le ganglion cérébroïde.
- La dendrite étroite à la base, s'élargit à l'apex, le segment interne de la dendrite est connecté avec le segment externe à travers deux masses ciliaires.
- Au niveau des lobes la cuticule est perforée, les perforations sont de forme conique.

Chaque ommatidie se compose d'un système optique ou réfringent (appareil dioptrique) et d'un système récepteur avec pigment (appareil sensoriel). Le système optique est formé d'une cornée (ou cornéule), de cellules de Semper (ou cellules cristalliniennes), de cellules corneagènes et d'un cristallin. La cornéule est la portion de cuticule située juste au dessus de l'ommatidie, coiffant le système optique (Thibaud, 1976).

Les ommatidies sont situées de chaque côté de la tête formant une tache plus souvent pigmentée. Le nombre maximum d'ommatidies est de huit par côté, chacune d'elles conserve la même situation et est désignée par une lettre, quelques unes d'elles peuvent disparaître et leur disposition constitue un caractère spécifique à valeur systématique. Chaque ommatidie rend la cuticule lisse et transparente et la distingue des aires adjacentes qui contiennent à la fois des réticulations ou des granulations ou des embases. Elles contiennent quatre cellules cornéolaires et un cristallin d'aspect réfringent. Seule l'aire oculaire est pigmentée.

Chez les Collemboles la régression oculaire, allant souvent jusqu'à l'anophtalmie, ne se rencontre pas seulement chez les troglobies, mais aussi chez les euédaphiques et même chez certains hémiedaphiques.

Les Poduromorpha présentent la plus grande fréquence et la plus forte régression oculaire, qui atteint l'anophtalmie chez d'assez nombreux genres et espèces et même la totalité de la famille des *Onychiuridae*. Par contre, les Symphypleona présentent rarement une diminution du nombre de cornéules qui, lorsqu'elle se produit, atteint exceptionnellement l'anophtalmie ; les Entomobryomorpha se trouvant dans une position intermédiaire. Elle correspond à la disparition de la structure interne du même nombre d'ommatidies (Thibaud et

Massoud, 1973). Chez les *Neanurinae*, le nombre de cornéules est de 5+5 (rare), 4+4, 3+3, 2+2 et 0+0 (Deharveng, 1983). Chez *Schaefferia pouadensis* est de 1+2 à 3+4 .

2.1.3- La région buccale: Fig.2 (c)

De nombreux travaux ont souligné l'importance taxonomique et phylogénétique des pièces buccales. Les différents éléments de la région buccale externe : cône buccal (labre et labium) et pièces buccales (maxilles et mandibules) fournissent des caractères stables au cours du développement post-embryonnaire, à haute valeur systématique.

Le labre limite dorsalement la cavité buccale, il possède une chaetotaxie utilisée en systématique : soies, épines et papilles labiales.

Le labium divisé en deux parties par la *linea ventralis* avec présence conjointe de papilles et soies labiales dont la disposition caractéristique est utilisée dans la différenciation spécifique. Les pièces buccales sont situées dans la cavité buccale : mandibules et maxilles.

La morphologie des pièces buccale a une très grande valeur systématique. Massoud (1967) a utilisé la morphologie des pièces buccales dans la systématique des Neanuridae, aussi c'est un caractère fondamental dans la taxonomie des Odontellidae (Deharveng, 1981).

La mandibule se compose typiquement d'une base et une partie dorsale. La base constitue le lieu d'insertion des muscles (rotateurs, protecteurs et rétracteurs). Dans la partie dorsale on distingue une portion apicale pourvue de dents et une portion basale avec une plaque molaire dentée. La mandibule peut être modifiée chez plusieurs groupes, elle est absente chez le genre *Brachystomella* et réduite chez les Neanuridae et les Odontellidae ou elle se réduit à une pointe chitinisée à son extrémité (Deharveng, 1981).

La maxille se compose d'un capitulum et une armature maxillaire, lobules externes et palpes. Le capitulum maxillaire présente une structure compliquée formée par quatre ou cinq lamelles plus ou moins ciliées et des dents.

Chacun de ces éléments peut régresser, se souder ou s'hypertrophier ou se réduire en un simple stylet ou se compliquer par la formation d'expansions lamellaires de grande taille. Les différentes formes sont utilisées comme caractères systématiques pour la classification des différents groupes de Collembolés (Deharveng, 2004).

2.1.4- La région céphalique Fig.2 (d)

Sur la face dorsale de la tête on peut distinguer chez les Neanuridae quatre aires céphaliques : aire centrale, aire postérieure et deux aires latérales symétriques ; sur chacune d'elles sont représentées des groupes de soies ordinaires dont le nombre et la disposition sont d'une grande importance systématique pour l'identification des espèces (Deharveng, 1983).

Yosii (1956), Da Gama (1969) cités par Hamra-Kroua (2005), Cassagnau (1974) et Deharveng (1983, ont établi une nomenclature basée sur le nombre et la disposition des soies. Chaque soie est désignée par une lettre et un numéro :

- La série des soies dorsales **d** comprend les soies situées d'un côté et de l'autre de la ligne médiane dorsale.
- Les soies **sd** appartiennent à la partie subdorsale, dans la partie postérieure, il y a une ou deux soies **v** et deux lignes transversales **c** et **p**.
- Latéralement il y a deux lignes de soies, génale **g** et latérale **l**. Dans l'aire oculaire se rencontre normalement trois soies **oc**.

Les soies **sd** appartiennent à la partie subdorsale, dans la partie postérieure, il y a une ou deux soies **v** et deux lignes transversales **c** et **p**.

- Latéralement il y a deux lignes de soies, génale **g** et latérale **l**. Dans l'aire oculaire se rencontre normalement trois soies **oc**.

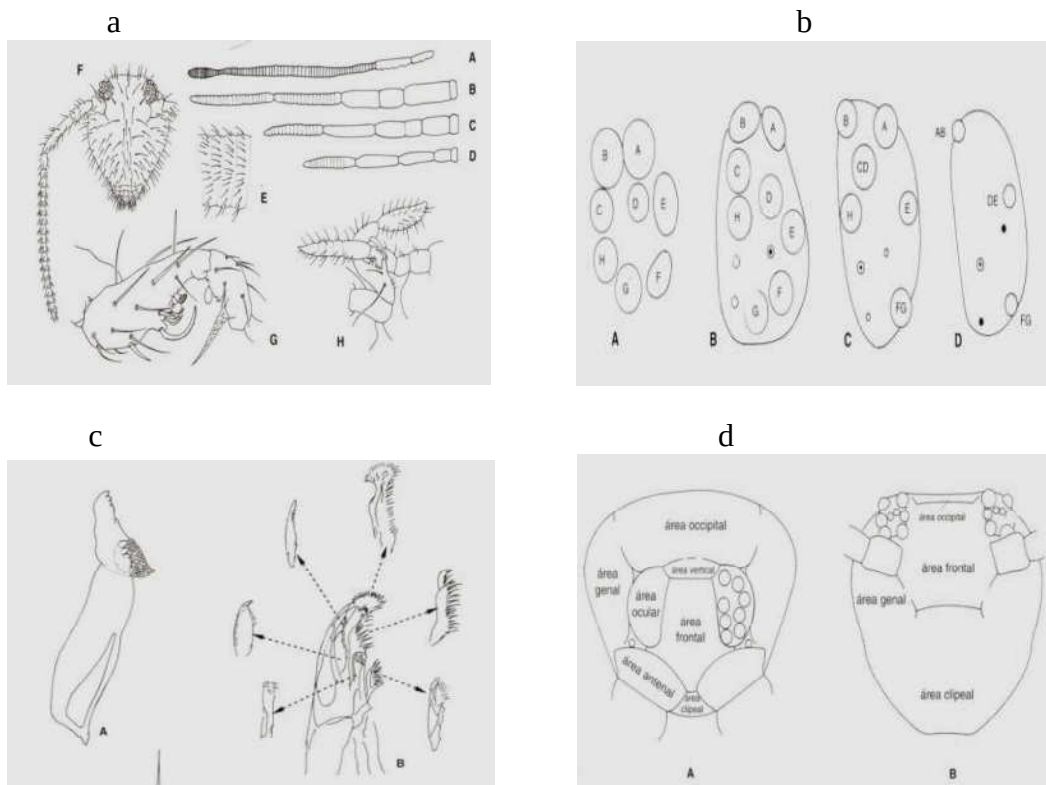


Fig.2: Les antennes, la zone oculaire, l'aire céphalique et les pièces buccales des Collemboles (Jordana et al, 1997)

a: Les différents types d'antennes des Collemboles; b: Aires oculaires des Collemboles; c: Aires céphaliques des Collemboles; d: Pièces buccales des Collemboles.

2.2- Le thorax

Le thorax possède trois segments inégaux, le premier est toujours plus ou moins réduit. Chaque segment thoracique porte ventralement une paire de pattes, chacune des trois paires de pattes sont pourvues de 2 praecoxae, d'une coxa, d'un trochanter, d'un fémur, d'un tibiotarse, d'un prétarse à nodule empodial et d'une griffe simple terminale (Cassagnau, 1990). Les Poduromorpha se distinguent par la présence de soies sur le tergite thoracique I, dont aucun autre groupe n'en possède. La chaetotaxie de la patte est d'un intérêt systématique chez plusieurs groupes selon la variation du nombre de soies, dans chacune des pattes on distingue deux bords latéraux et un interne. Les deux bords latéraux peuvent présenter des dents basales ou apicales. Le bord interne peut être équipé de dents basales ou latérales ou les deux à la fois à nombre variable.

2.3- L'abdomen

L'abdomen des collemboles est formé généralement de six segments (cas unique chez les Arthropodes) mais peut être réduit chez certains genres par la soudure du 5^{ème} et du 6^{ème} segment, ou du 4^{ème} au 6^{ème} segment, allant jusqu'à la coalescence totale des métamères post-céphaliques 1 à 7 Chez les Symphypléones. Certains segments d'entre eux portent des appendices ventraux spécifiques aux collemboles :

Un tube ventral ou collophore toujours présent sur le 1^{er} segment abdominal, il joue un rôle dans l'équilibre ionique et hydrique et dans l'adhérence de l'animal à certains substrats. C'est un caractère synapomorphique unique définissant les Collemboles.

Le deuxième segment abdominal ne comporte aucun appendice. Le troisième segment abdominal porte ventralement un rétinacle ou tenaculum pourvu de crochets et servant à maintenir l'appendice du 4^{ème} segment. La régression du rétinacle est corrélative à celle de la furca.

La furca est un organe de saut insérée sur le 4^{ème} sternite abdominal (Fig.3). Chez certains genres, tel *Schaefferia*. C'est organe constitué d'un manubrium impair à la base surmonté de deux dents latérales et de deux mucrons apicaux. La régression de cet organe est en général corrélative avec la régression oculaire. Chez certains taxa aveugles ; genre *Acherontiella* ou famille des *Onychiuridae*, la furca est totalement régressée. Cette régression ou cette disparition est un signe de vie euédaphique ou interstitielle.

Le cinquième segment abdominal ne comporte aucun appendice, dans sa face ventrale se situe l'orifice génital sous forme de fente transversale chez la femelle et de tubercule plus ou moins hémisphérique chez le mâle. Ce segment peut porter dorsalement des épines ou des soies épineuses.

Le segment abdominal VI est dépourvu d'appendices. L'anus se situe en position ventrale à l'extrémité entre trois valves. Dans la partie dorsale existe des épines, dont la disposition est caractéristique du genre ou de l'espèce, exemple: *Hypogastrura*, *Xenylla*, *Tetracanthella* et *Uzelia*. Chez certaines espèces de *Bourletiella* existe un organe formé par des soies modifiées, caractéristiques des mâles, chez les femelles de certains Symphypléones les lamelles anales sont constituées de soies transformées. Potapov (1989) a montré que les modèles de soies s sur les tergites sont particulièrement diversifiés chez les Isotomidae, et que l'utilisation de la chaetotaxie s s'est rapidement étendu dans les descriptions de taxa pour cette famille.



Fig.3 : Face ventrale de la furca chez *Dicyrtomina saundersi* (Krebs, 2007 cité par Bellinger et al, 2014)



Fig.4: Face ventrale de la furca chez *Dicyrtoma fusca*: furca en position d'extension (Hall, 2005 cité par Bellinger et al, 2014).

3- Anatomie externe

3.1- Le tégument et ses formations

Le tégument représente le plus grand organe dans le corps des collemboles, il est responsable de la réussite des collemboles dans l'environnement terrestre. Comme dans tous les Arthropodes, le tégument est un tissu qui couvre le corps et tous les invaginations ectodermiques qui en découlent, tels que la cavité buccale, l'intestin antérieur et intestin postérieur. Le tégument est constitué d'un épiderme intérieure (appelé parfois hypoderme), une seule couche de cellules épidermiques, et une cuticule extérieure, une membrane extracellulaire plus ou moins inertes (Wigglesworth, 1965). La cuticule multicouche est constituée d'un épicuticule extérieure et une procuticule intérieure. La procuticule elle-même est composée d'une exocuticule extérieure et endocuticule intérieure. L'ultrastructure de l'épicuticule est l'un des traits les plus frappants de la cuticule (Hopkin, 1997). La pigmentation du tégument dépend de la lumière des circonstances, dans des conditions de lumière, la pigmentation est plus intense; dans l'obscurité, la pigmentation est plus pâle (Thibaud, 1970). À épicuticule richement ornementée par évolution de granules de base.

Le pigment épidermique peut se disposer en taches à contours réguliers ou totalement disparaître ainsi que le pigment du corps gras. Le tégument est peu sclérifié. Cassagnau (1980) énumère les types de pigmentation chez les *Neanuridae*.

La cuticule peut être plus ou moins lisse ou granuleuse, la granulation est de trois types:

- Granulation primaire : granules de base groupés en rosettes de 6 éléments.

- Granulation secondaire due à l'hypertrophie ou à la soudure des premiers pour former des plaques réticulaires et les tubercules. Présence de soies de différentes formes, sensorielles et glandulaires, et des ouvertures glandulaires.

- Granulation tertiaire observée notamment chez les *Neanuridae*, qui résulte du regroupement des granules secondaires sur la face dorsale du corps et de la tête. Chaque granule tertiaire correspond à un tubercule élémentaire, structure utilisée dans la taxonomie de la lignée *Neanurienne* (Deharveng, 1983).

3.2- Les soies, les écailles, les trichobothries et les sensilles

3.2.1- Les soies

Les soies des Collembolés sont particulièrement développées, nombreuses et diversifiées; elles ont pu être rangées en quatre catégories: soies ordinaires, soies s (=sensilles=soies sensorielles), trichobothries et écailles (Massoud et Ellis ,1977).

Une soie est une formation cuticulaire correspondant à la partie externe d'un organe sensoriel. Elle comporte une embase, une courte partie basale et une partie distale constituant la plus grande longueur. La partie basale est plus large dans laquelle on peut distinguer un alvéole a son point d'insertion caractérise par un amincissement de la cuticule permettant sa mobilité et son action comme récepteur mécano-sensoriel. Les soies ordinaires présentent toujours dans leur partie distale une ciliation ou des écailles; elles sont simples, effilées, larges à la base, a embase nette et généralement circulaire ou peu ovale. Les soies peuvent prendre de très divers aspects selon leurs structures, leurs formes ou leurs dimensions. Massoud et Ellis (1977) ont proposé une classification et une nomenclature des phanères des Collembolés européens selon la structure, la forme et la taille.

Selon la structure

- soie lisse: sans denticulation et sans barbelure.
- soie denticulée: avec de microsculptures sous forme de ponctuations.
- soie ciliée: la surface de la soie est ornée de microsculptures sétiformes dont le diamètre ne dépasse pas le diamètre de la soie mesurée en son milieu.
- soie barbelée: la surface et la longueur des microsculptures dépassent le diamètre de la soie en son milieu.
- soie striée: présence de stries longitudinales.
- soie écailleuse: présence d'une ornementation en écaille agencée de façon régulière.

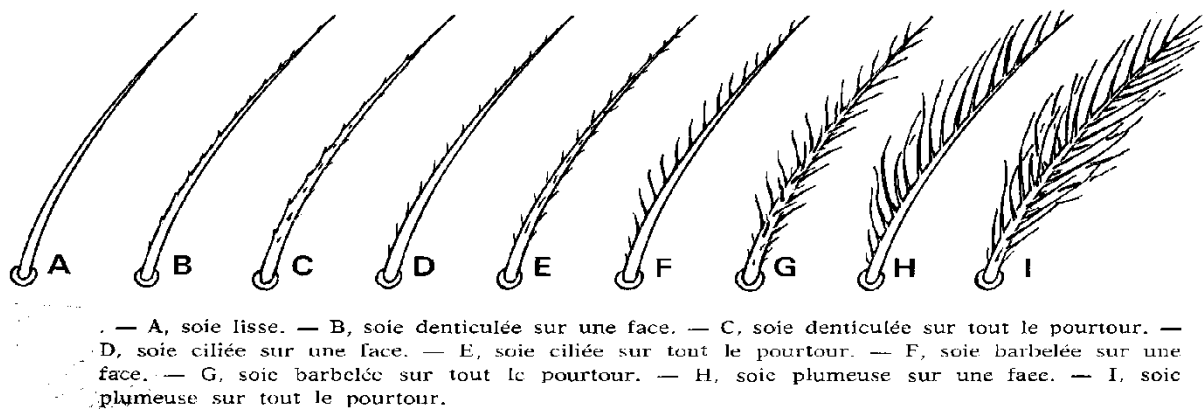


Fig. 5 (a) : Les soies selon la structure (Massoud et Ellis (1977)).

Selon la forme

- soie mousse: présente le même aspect d'une soie normale; mais avec une extrémité émoussée.
- soie tronquée : certaines soies bien que de même épaisseur sur toute leur longueur, mais à leurs extrémités ne sont ni pointues ni émoussées.
- soie capitée : sont des soies normales mais portent à leur extrémité un globule plus ou moins bien développé. Ce type de soie est fréquent dans la partie distale des tibiotarses. Ce sont des ergots capités globuleux, capités triangulaires et capités en entonnoir.
- soie claviforme: soies fines à la base et élargies à l'apex présentant en vue de profil un aspect d'une spatule.
- soie en crosse : soie ciliée, se termine par un renflement en forme de crosse.
- soies tibiotarsales: sont des soies spéciales peut être glandulaires présentes sur les tibiotarses, présentent un grossissement terminal sphérique ou sous forme de spatule.
- soie spiniforme, épine: soie présentant un épaississement à la base et un rétrécissement vers l'extrémité, elle se distingue des apophyses par la présence d'une embase (partie basale).

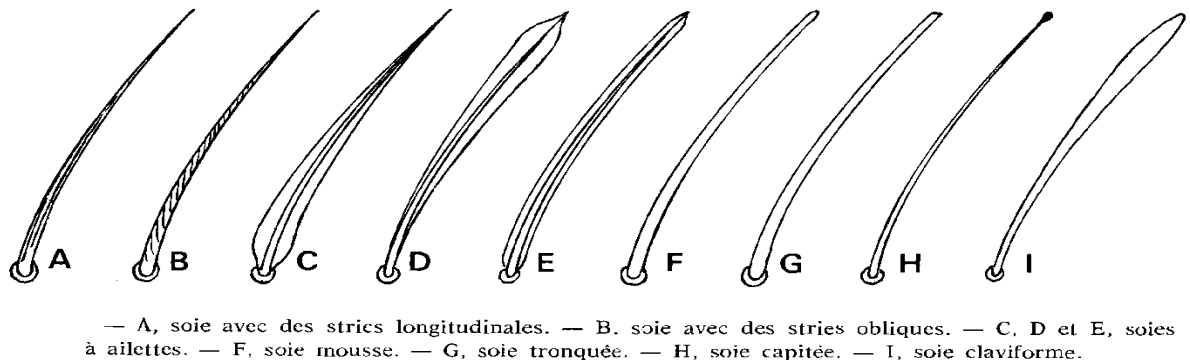


Fig.5 (b) : Les soies selon la forme (Massoud et Ellis (1977)).

Pour distinguer une soie d'une épine l'auteur le fait par le rapport suivant : Diamètre maximum / longueur = soie $0,1 < \text{soie spiniforme} < 0,25 < \text{épine}$.

Les soies épaisses peuvent être lisses ou ciliées. Les épines sont souvent colorées en jaune ou en brun. Elles peuvent être bifurquées, branchues ou dentées partiellement ou totalement. Parmi les épines il existe un cas particulier, les épines anales situées sur le 6eme segment abdominal de certains Poduromorpha et de quelques Isotomidae; il y a deux types d'épines anales :

- épines asymétriques par rapport a leur axe, trapues, pointues ou tronquées, placées sur un mamelon, a embase peu différenciée (ex.: *Hypogastrura tullbergi*).
- épines ne résultant pas de la transformation d'une soie (certains Superodontella).

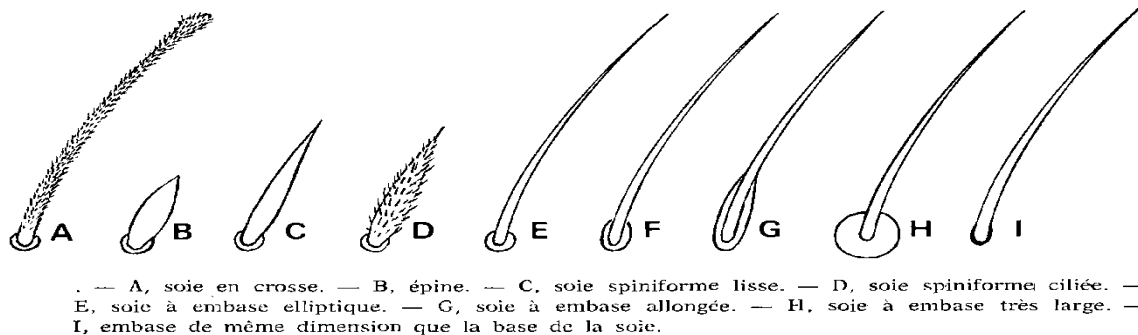


Fig.5 (c) : Les soies selon la forme (Massoud et Ellis (1977))

Chez la majorité des Collemboles on distingue des macrochètes qui sont des soies longues, souvent fortes et des microchètes, soies plus courtes. Massoud et Ellis, (1977), notent la difficulté pour distinguer ces deux types de soies et proposent la nomenclature suivante selon leur localisation dorsale ou autre:

- setae ou ensemble des soies d'un segment (4^{ème} segment abdominal) ayant la même taille.
- macrochète : soies plus longues.
- mésochète : soies intermédiaires.
- microchète ou sétolles : soies les plus petites (mesurant 0.3 x de la soie la plus longue).
- setula : soies minuscules de nature différente de celles des soies, lisses et de réfringence différente de celles des soies; elles correspondent a des soies s sensu Deharveng (1983).

3.2.2- Les écailles

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

3.2.3- Les trichobothries

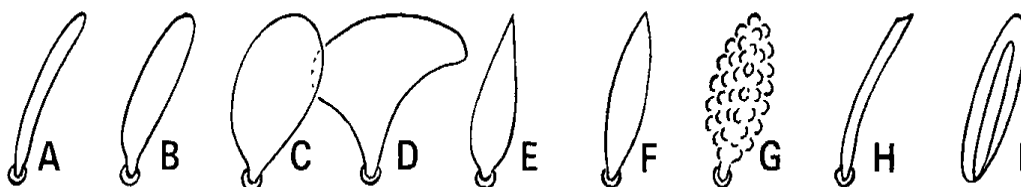
Chez les Collemboles sont des phanères sensoriels, sous forme de très fins filaments lisses ou ciliés, d'épaisseur constante sur toute leur longueur. Selon Salmon (1964) cité par (Massoud et Ellis, 1977) il y a deux catégories de trichobothries :

- Bothriotriches : trichobothries typiques des Symphypléones avec embase coupelle placée sur une protubérance. Généralement le filament est lisse exceptionnellement (Sminthurides), il comporte une lamelle torsadée. Le bothriotriche peut être plus ou moins long, plus ou moins ondule.

- Lasiotriches : sont des trichobothries à filament lisse ou cilié, implante sur le tégument par une embase plus ou moins large, mais sans coupelle protubérance.

3.2.4- Les sensilles

La sensille ou soie sensorielle ou encore soie s sensu Deharveng (1983) est un organe constitué d'un complexe cellulaire comprenant au moins 3 cellules (sensorielle, trichogène et tormogène) et une formation cuticulaire externe prenant des formes variées : soie, bâtonnet, plaque.



— 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.

Fig.5 (d) : Les sensilles (Massoud et Ellis, 1977).

Les sensilles sont des formations tégumentaires spéciales, en général en forme de soie à apex émoussé par exemple la " soie s" (sensille ou soie sensorielle) dénommée ainsi par Deharveng (1983) et Deharveng et Lek (1993); lorsqu'elles ont la dimension de microchètes et soie s sensu Deharveng (1983), lorsqu'elles ont la dimension de mésochètes ou de macrochètes. Les soies s se localisent principalement sur les antennes, particulièrement sur le dernier article chez les *Neanurinae*. Parfois chez *Cryptopygus*, on peut les trouver sur l'abdomen. Nous distinguons les catégories suivantes :

- sensille typique : diffère d'une soie par sa surface lisse et son apex émoussé, incolore et montre une réfringence différente de celle des soies normales, plus ou moins courbée ou coudée. Elle peut être très longue (macrosensille).
- sensille gonflée : gonflée sur toute sa longueur et rétrécie à sa base.
- sensille en francisque : l'extrémité s'élargit, l'apex est dévaginé.
- sensille en flamme de bougie : la base du phanère est enflée à extrémité pointue ou légèrement émoussée.
- sensille en lancette : rétrécie à la base, pointue ou légèrement mousse à l'extrémité et enflée au milieu.
- sensille en grappes : enflée et présentant des boursouflures lui conférant l'aspect d'une grappe.
- sensille tronquée : petites sensilles à apex tronqué obliquement, isolées ou en râpe sensorielle.
- sensille en pointe : se trouvant sur le corps sous forme de plaques ovoïdes avec au centre, une petite épine ne dépassant pas le diamètre de la plaque.
- sensille en logette : se plaçant partiellement ou intégralement sur les segments thoraciques 2 et 3 des Hypogastruridae et des Onychiuridae.

Toutes les révisions et descriptions récentes donnent une grande importance à la soie s. Chez *Parisotoma* (Rusek, 1984 ; Potapov, 1991), chez *Isotomiella* (Deharveng et Oliveira, 1990), chez *Folsomides* (Fjellberg, 1993), chez *Vertagopus* (Fjellberg, 1996), chez *Anurophorus* (Potapov, 1997a), chez *Pseudanurophorus* (Potapov, 1997b), chez *Folsomia* (Potapov et Babenko, 2000), chez *Isotomurus* (Deharveng et Lek, 1993; Carapelli et al, 2001) et bien d'autres taxa. Deharveng (1983), 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.). La répartition des soies s sur les tergites a permis à Deharveng et Lek (1993) de définir cinq groupes d'espèces au sein du genre *Isotomurus* dont la taxonomie est fondée sur les patterns de coloration des espèces.

L'utilisation de la chaetotaxie de type s se justifie selon les auteurs par le phénomène de « plurichétose » : apparition de soies secondaires à chaque mue post-embryonnaire qui empêchent la détection des soies idionymiques, sauf au niveau du rétinacle et du tube ventral. Dans la révision des Isotomidea paléarctiques, Potapov (2002) note que les modèles basés sur la chaetotaxie de type s émergent en tant qu'un des caractères les plus instructifs à tous les niveaux taxonomiques. Ils n'ont pas été même mentionnés dans la faune classique de Gisin (1960).

4-Anatomie interne

4.1-Le système nerveux

Le système nerveux (fig.6) comprend un complexe céphalique d'un ganglion superoesophagien (b) combiné avec les lobes optiques et un ganglion œsophagien (c), formant le cerveau, et plusieurs ganglions ventrale, dont trois ganglions thoraciques; dans Symphypléones les ganglions prothoraciques et mésothoraciques sont fusionnés (d) (Nicolet, 1842). Les ganglions abdominaux sont fusionnés au ganglion métathoracique (e) (Cassagnau & Juberthie, 1970), qui s'étend habituellement dans le premier segment abdominal (Brauner 1981, cité par Hopkin 1997). Les ganglions sont interconnectés longitudinalement par une paire de connecteurs latéraux; la dissocier, nerf médian de Leydig relie un ganglion ventral de l'autre entre les connecteurs latéraux (Cassagnau et Juberthie, 1970). Le nerf intercalaire; névralgique de Hoffmann.

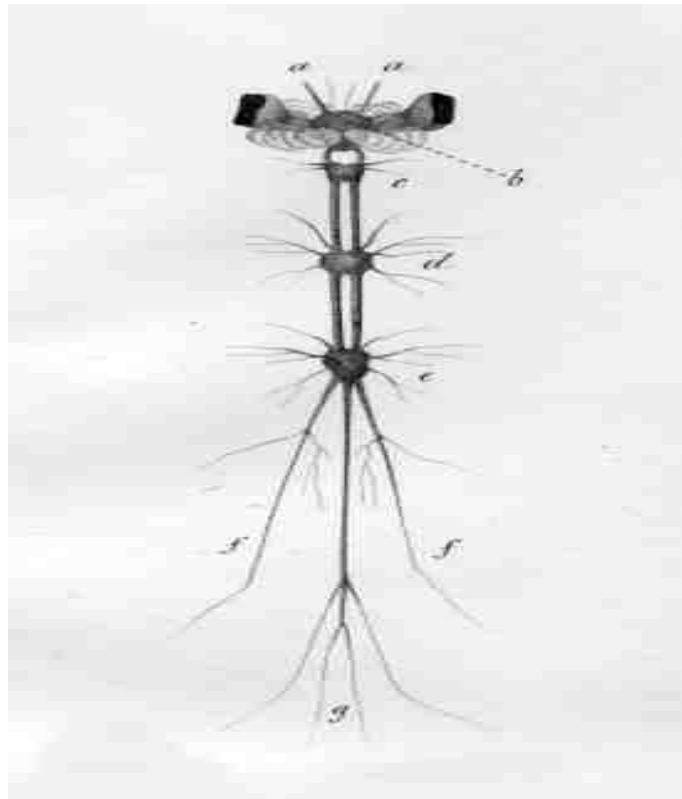


Fig.6 : Système nerveux de *Smynthurus signatus* (= *Allacma fusca*) d'après Nicolet, 1842

4.2-Le système digestif

Le début du tube digestif s'ouvre dans la cavité buccale de la capsule céphalique (Nicolet, 1842). Le canal tubulaire intestinale passe directement à travers le corps sans circonvolutions de la fin antérieure à postérieure (Nicolet, 1842). Alors que Nicolet (1842) identifie cinq régions intestinales, ils se divisent en trois grandes divisions (Olfers Von cité de Lubbock, 1873). Le tube digestif est constitué d'un intestin antérieur assez longue et étroite ou **stomodeum**, une grande capacité en forme de sac, intestin moyen (estomac, ventricule, de l'intestin) ou **mésentéron**, et un intestin postérieur étroit (caecum, du rectum) ou **proctodéum** (Nicolet, 1842; Lubbock, 1873; Thibaud, 1970; Adams & Salmon, 1972).

L'intestin antérieur comprend au moins le pharynx et l'œsophage (Thibaud, 1970). Une dilatation locale temporaire de l'œsophage peut être présente à la suite du processus d'alimentation (Nicolet, 1842). Adams & Salmon (1972) font la distinction dans l'intestin antérieur: pharynx, œsophage, du jabot et le gésier. L'intestin antérieur et postérieur sont bordées de cuticule qui se renouvelle a chaque mue (Thibaud, 1970).

L'intestin moyen est bordé de microvillosités épithéliales en contact direct avec une membrane péri trophique qui est sécrétée par un anneau de cellules postérieures à la jonction entre l'intestin antérieur et l'intestin moyen (Hopkin, 1997). A la jonction entre l'intestin moyen et postérieur, un sphincter musculaire, connu sous le nom de la région du pylore "intestin grêle" (Nicolet, 1842; Hopkin 1997) ou la valve rectale.

De minuscules papilles malpighiennes sont présentes à l'extrémité antérieure de l'intestin postérieur (Hopkin, 1997).

L'intestin moyen est entouré par un réseau de muscles circulaires et longitudinaux qui mélangent la nourriture dans les résidus de lumen et la force de la digestion dans l'intestin par le mouvement péristaltique (Dallai et al. 1989 cité par Hopkin, 1997). Le rectum fortement musclé, étant prévu sur toute sa longueur avec des muscles transversaux forme des boulettes fécales (Hopkin 1997). La fin du tube digestif par l'anus s'ouvre sur le sixième segment abdominal qui porte trois sacs anaux de fonction inconnue (Hopkin 1997);

4.3-Le système respiratoire

La plupart des collemboles respirent à travers un mécanisme de diffusion de gaz cuticulaire, dans lequel les vésicules de la collophore joue un rôle important (Palissa, 2000). Seulement chez les Actaetoidea et certains Symphypleona ont des trachées, qui forment un système ramifié de tubes (Hopkin, 1997). Les stigmates sont situés ventralement dans la tête, à l'endroit où elle est attachée au tronc, entre la tête et le prothorax.

Le Spinothecidae posséder une paire d'organes tubulaires inhabituels qui entourent le cou à partir de l'insertion ventrale, le trou occipital (Greenslade, 1982). «Les organes du cou» Ces particularités pourraient avoir un accessoire respiratoire et / ou une fonction homéostatique, car ils sont sans structure interne et semblent être remplis de l'hémolymphe dans la vie (Greenslade, 1982). La structure de la cuticule sur les organes du cou est très similaire à celle de certaines bronchies stigmatiques décrites par Hinton (1968) pour les stades immatures de Diptères (Greenslade, 1982).

4.4- Le système circulatoire

La circulation du sang dans la cavité du corps où baignent les organes est maintenue par les pulsations (60 à 160 pulsations par minute) du vaisseau sanguin dorsal ou "cœur".

Contrairement à la plupart des insectes, les collemboles semblent dépourvus d'organes circulatoires spécialisés pour pomper le sang dans les antennes (Hopkin 1997).

4.5- Le système musculaire

Chaque segment thoracique et abdominal comprend une paire de muscles ventraux et dorsaux longitudinaux (Palissa, 2000). Les segments mésothoraciques, métathoracique et abdominaux, comportent en outre une configuration de base de segmentation, intersegmentaire dorso-ventro-latérale des muscles (Palissa, 2000). Lorsque la furca est présente, le 4^{ème} segment abdominal porte des muscles supplémentaires pour faire fonctionner la furca (Palissa, 2000).

4.6-Le système endocrinien

Le système de neurosécrétion, qui stocke et libère la substance neurosécrétrice, est du type plus primitif, comme chez les Annélides; elle correspond à deux organes céphaliques suboesophagiens sans cellules sécrétrices appropriées (Juberthie & Cassagnau, 1971). Chez *Neanura*, *Tomocerus*, *Orchesella* et *Bourletiella*, les cellules neuroglandulaires qui produisent la neurohormone, sont situés dans la partie latéro-dorsale du protocérébron et dans la *pars intercerebralis*, et dans le complexe ganglionnaire superoesophagien.

Le groupe des axones des cellules latéro-dorsales protocérébrales et neuroglandulaires forment le nerf *corporis cardiacus* 1. Les nerfs *corporis cardiacus* 1 forment un chiasma: les cellules neuroglandulaires gauches sont reliées aux cellules droites et vice versa.

Le groupe des axones des cellules inter cérébrales neuroglandulaires forment un nerf appelé le nerf *corporis cardiacus* 2.

4.7-Le système excréteur

L'absence de tubes de Malpighi chez les collemboles suggère que le dépôt de minéraux dans l'épithélium de l'intestin moyen remplit une fonction d'excrétion. L'excrétion se fait par le renouvellement de l'ensemble de l'épithélium intestinal, qui se produit à chaque mue (Humbert, 1979). Chez les Neelidae, les Dicyrtomidae et les Sminthuridae les glandes tégumentaires produisent de la cire, (Palissa, 2000). Chez les Onychiuridae et les Tullbergiidae, des pseudocelles secrètent une goutte d'un liquide repoussant comme mécanisme de défense (Pallisa, 2000). Les glandes salivaires se situent immédiatement derrière la bouche, en passant le long de l'œsophage postérieur auquel ils sont fermement

attachés. Trois à quatre paires de glandes salivaires sécrètent des enzymes sur les aliments dans la cavité buccale (Hopkin, 1997). Certains Neanuridae ont de très grandes glandes salivaires qui s'étendent en arrière dans le prothorax (Hopkin, 1997).

4.8- Système de reproduction, Développement

4.8.1- Reproduction

Chez les Collemboles, les sexes sont séparés. Dans la plupart des cas, les orifices génitaux sont situés sur la face ventrale du 5^{ème} segment abdominal et permettent de distinguer le mâle de la femelle. (Massoud, 1971).

4.8.1.1-Appareil génital mâle

Les organes de la génération sont semblables dans les deux sexes (Lubbock, 1873). Chez les mâles, les spermatozoïdes sont produits à partir des testicules jumelés tubulaires, un de chaque côté de l'abdomen, qui sont unis en arrière pour former un canal déférent, qui s'ouvre ventralement entre l'anus et la base de la furca. (Lubbock, 1873).

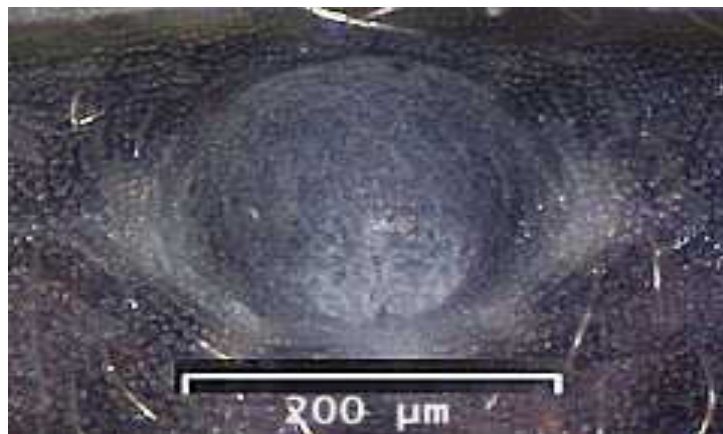


Fig. 7 (a): Orifice génital mâle chez *Tetrodontophora bielanensis* (Bellinger & al., 2014)

4.8.1.2- Appareil génital femelle

Chez les femelles, les œufs sont produits à partir de paires de grands ovaires tubulaires, un ovaire de chaque côté de l'abdomen, qui sont en arrière unis pour former un vagin, qui s'ouvre le ventre immédiatement entre l'anus et la base de la furca (Lubbock, 1873). Les ovaires ne sont pas composés d'ovarioles discrètes (Hopkin 1997). Chaque ovaire est divisé en deux régions principales, **le germanarium** qui contient la chaîne-comme des amas de cellules germinales, et le **vitellarium** où la cellule centrale de chaque chaîne se différencie

en un ovocyte et est nourrie par des cellules nourricières de chaque côté (Hopkin 1997). Chez les Hypogastruridae, les œufs sont déposés sur le substrat dans des lots de 30 œufs; une femelle produit 2 à 6 lots au cours de sa vie adulte, (Thibaud, 1970).

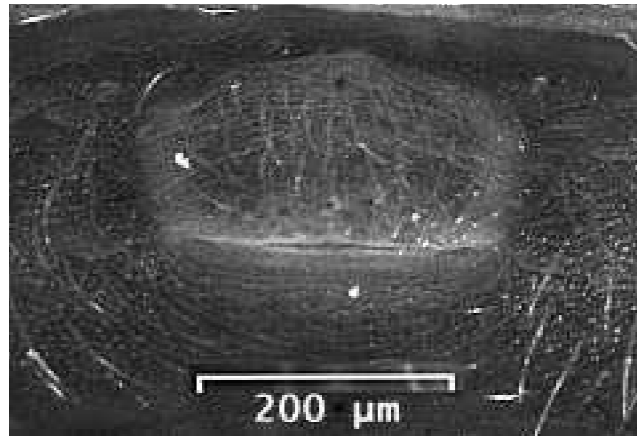


Fig. 7 (b): Orifice génital femelle chez *Tetrodontophora bielanensis* (Bellinger & al., 2014)

4.8.1.3- Spermatophores

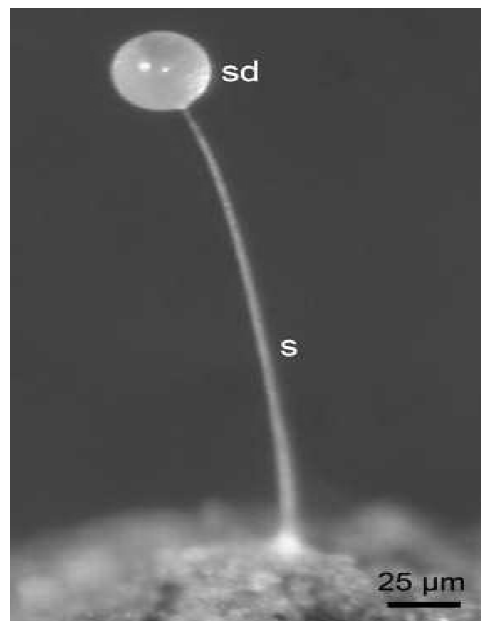


Fig.8 : Spermatophore d'*Orchesella villosa*. (Bellinger, et al. 2014).
(sd: spermdrop (= gouttelette spermatique); s: stalk (= pédoncule)).

En général, les spermatophores sont produits en période d'intermue (Joosse & Veltkamp, 1970). Les mâles peuvent produire jusqu'à 200 spermatophores au cours de leur

vie reproductrice. Les spermatozoïdes peuvent survivre jusqu'à 2 jours dans les spermatophores.

Le spermatophore est formé d'une gouttelette spermatique sphérique, blanchâtre ou presque transparente portée par un pédoncule (fig.8). Le diamètre de la gouttelette et surtout la hauteur du pédoncule varie dans de larges mesures selon les groupes.

Dans le cas général, la gouttelette spermatique éclate par simple contact au niveau de la fente génitale de la femelle ou sur toute autre partie de son corps.

Selon Massoud (1971), pour la prise des spermes par la femelle chez *Orchesella villosa* et *Tomoceus minor*, la femelle émet par l'orifice génital une petite goutte de liquide dans laquelle, au moment de la prise du spermatophore, la sphère éclate et libère les spermatozoïdes. Il signale aussi qu'il n'a pas observé de telle sécrétion chez les autres groupes de Collemboles.

Chez *Bilobella grassei* (Neanuridae), le spermatophore est fixé sur le substrat par le biais d'une base à partir de laquelle s'élève un court pédoncule (15-25 μm de long et 5-10 μm de diamètre) (Fig.6). La gouttelette de sperme sphérique est d'environ 30-35 μm de diamètre. Des spermatophores composites de 2 à 3 ont été trouvés (Cassagnau, 1971).

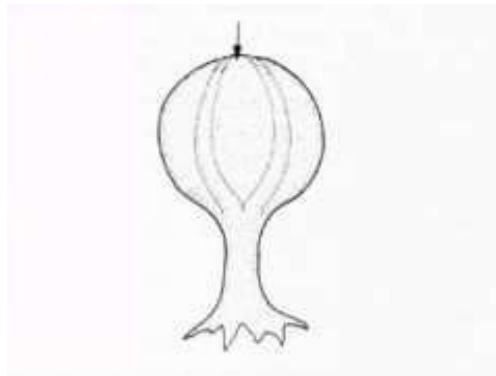


Fig.9 : Face antérieure d'un spermatophore chez *Bilobella grassei*. (Cassagnau, 1971)

Chez *Bilobella aurantiaca* (Neanuridae), le spermatophore est fixé au substrat à travers un rhizoïde à partir duquel s'élève un pédoncule de 40 μm de long et 3-5 μm de diamètre. La gouttelette de sperme ovoïde est d'environ 20 μm de large et 30 μm de haut.

Chez *Deutonura monticola* précédemment désigné *Lathriopyga monticola*, le spermatophore comprend une tige de 100 µm de haut et 7 à 10 µm de diamètre, la gouttelette spermatique de 40 à 45 µm de diamètre. Elle est encapsulée dans une cale à membrane en forme de 2 nerfs, doublé à leur base, et unie à l'opposé distal dans un bouton en forme de spirale. La gouttelette de sperme s'ouvre par la rupture de la membrane entre la fourche de nerfs. Les spermatophores sont parfois déposés les uns sur les autres formant un spermatophore composite. Ce type de spermatophore est l'un des plus évolués chez les Poduromorpha. (Cassagnau 1971).

Chez *Podura aquatica*, le spermatophore est fixé sur le substrat par le biais d'une base à partir de laquelle s'élève une tige d'environ 60 µm de long. (Cassagnau, 1971). Chez *Podura aquatica*, selon Massoud (1971), il existe un spermatophore pédonculé déposé à la surface de l'eau. Dans ce cas précis, le mâle est très actif étant donné qu'il pousse la femelle vers les spermatophores et l'oblige ainsi à le capter.

Chez les Isotomidae La tige du spermatophore pénètre dans la goutte de sperme à la base et crée dans la partie supérieure de la chute d'un mamelon locale saillie en forme de goutte de la surface. Les spermatophores d'*Isotoma viridis* constitués d'une tige qui est 235 µm long, qui est fixé au substrat par une grande plaque de base. L'extrémité de la tige se termine par un crochet fin, à partir de laquelle la chute de sperme de diamètre 100µm se bloque. Le crochet terminal est situé dans une protubérance apicale de la goutte de sperme (Poinsot-Balaguer, 1970; Betsch-Pinot, 1974).

4.8.1.4- Parthénogenèse

Depuis longtemps, l'existence de populations composées exclusivement de femelles avait incité certains auteurs à penser à la possibilité de reproduction parthénogénétique chez les Collembolés. Mais l'existence de parthénogenèse facultative chez les Collembolés a été observée pour la première fois chez *Onychiurus hortensis* par Gisin, (1949), d'après Massoud (1971). Depuis, plusieurs travaux ont été consacrés à ce problème et on a démontré la présence de ce phénomène chez plusieurs groupes de Collembolés, en particulier chez les Isotomidae comme *Folsomia candida*, *Folsomia cavicola* et *Parisotoma notabilis* (Porco et al, 2012).

D'après Christiansen (2003) la majorité des Collembolés sont bisexués, mais plusieurs espèces se reproduisent par parthénogenèse facultative ou obligatoire (Goto, 1960, Peterson, 1978) cités par Chahartaghi et al (2006).

D'après Chahartaghi et al (2006), les espèces parthénogénétiques sont petites et euedaphiques, cependant quelques autres espèces dont lesquelles aucun mâle n'est enregistré sont hemiedaphiques. Les espèces bisexuées comme *Folsomia quadrioculata* atteignent une densité plus élevée dans la litière tandis qu'en profondeur du sol les espèces parthénogénétiques comme *Mesaphorura macrochaeta* dominent.

4.8.2- La ponte

Les œufs sont fécondés dans la femelle en utilisant le sperme stocké. La plupart des espèces passent deux à trois minutes pour pondre un œuf. Les œufs peuvent être déposés individuellement ou en petites grappes, dans le sol, la litière ou sur les œufs déjà déposés par d'autres femelles de la même espèce. En laboratoire, la capacité de ponte d'une femelle *Sinella curviseta*, par exemple, atteint en moyenne 8 dépôts de 50 œufs, soit 400 œufs au cours de son cycle de vie. Après la ponte, les œufs sont soumis à une forte prédation, y compris par les collemboles eux-mêmes.

4.8.3 -L'œuf

La forme de l'œuf, sa couleur et le tissu de l'enveloppe varient non seulement d'un genre à l'autre, mais encore d'espèce à espèce; les œufs à enveloppe solide sont en général très peu transparents, lisses, d'une couleur brune plus ou moins foncée et plus souvent oblongs que sphériques, ils appartiennent au genre Podura. Ceux à enveloppe molle offrent plus de variété dans la forme et la texture de la membrane extérieure; ils sont tantôt oblongs ou ovoïdes, tantôt sphériques ou en sphéroïde aplati des deux côtés. Leur couleur est généralement pâle, ou plutôt blanche, mais légèrement lavée de bleu, de jaune, de rose ou de violet, selon les espèces. Leur transparence permet de suivre jusqu'à un certain point le développement de l'embryon. La membrane extérieure est lisse chez la plupart des espèces, pointillée ou réticulée dans quelques unes. Dans ce dernier cas, les œufs sont parfois velus; garnis de poils longs et serrés; d'autres sont plutôt épineux que velus. Les épines longues, flexibles et un peu frisées comme de la laine, affectant toutes les formes et toutes les directions, sont larges à leur base et aiguës à leur extrémité (Nicolet, 1842).

A la ponte, l'œuf des Hypogastruridae est sphérique, de couleur blanchâtre, opaque et brillante; le chorion est lisse, en général; l'œuf est humide et collant (Thibaud, 1970). Les œufs des Hypogastruridae, sont d'un diamètre de 140-260 μm , à la ponte (Thibaud, 1970). Chez les espèces souterraines, le nombre d'œufs par lot diminue, tandis que la taille des œufs

augmente (Thibaud, 1970). Chez les Hypogastruridae, la période d'incubation (temps entre la ponte et éclosion) est d'environ 24-45 jours entre 9-12 ° C (Thibaud, 1970). Chez Megalothorax, la période d'incubation est d'environ 16 jours à 20 ° C (Blancquaert & Mertens, 1979). Les œufs des Hypogastruridae peuvent se développer et éclosent sous l'eau (Thibaud, 1970). Les œufs d'un lot n'éclosent pas dans le même temps, l'éclosion s'étale sur 6 jours pour tous les œufs chez les Hypogastruridae.

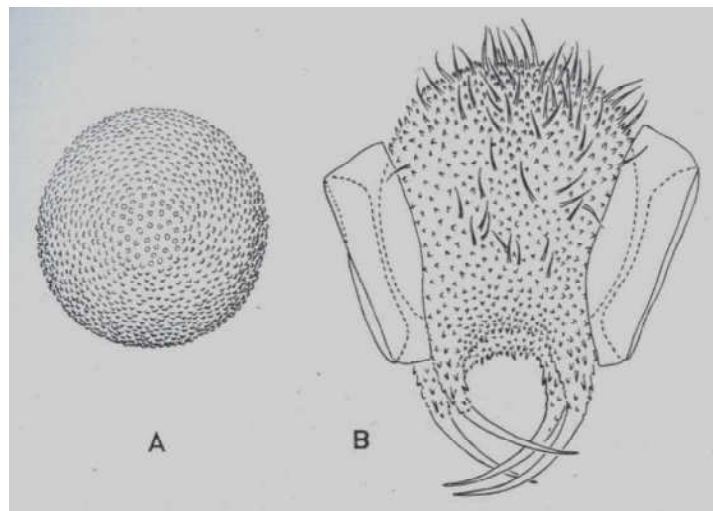


Fig.10 : Œuf de *Tomocerus minor*

A : œuf sphérique peu de temps après la ponte

B : œuf ayant acquis ses ornements. (Massoud, 1971)

4.8.4- La fécondation

Chez les Collemboles le transfert du sperme est indirect et s'effectue par un intermédiaire (Hopkin, 1997). Les spermatophores sont déposés par les mâles sur le substrat (Christiansen, 1990), ou placé directement sur l'ouverture génitale femelle (Hopkin 1997). Les spermatozoïdes baignent dans un liquide nourricier et protecteur, ce qui augmente leur probabilité de survie (Christian, 1996). Le spermatophore peut être déposé au hasard ou stimulé. Une variété de mécanismes ont évolué pour assurer le succès de "capture" de ce spermatophore par la femelle (Christiansen, 1990; Hopkin 1997), par conséquent deux types de pariades peuvent être distingués :

* **Pariade primitive:** La présence de la femelle déclenche le dépôt d'un ou de plusieurs spermatophores par le mâle, si la femelle est réceptive, elle prend le spermatophore et s'y féconde.

*** Pariade spécialisée:** La présence des deux sexes est obligatoire, la femelle doit être réceptive car c'est elle qui stimule le dépôt du spermatophore et sa prise. Ce type de pariade est lié à l'existence de caractères sexuels secondaires spectaculaires, c'est le cas chez les Sminthurididae et les Bourletiellidae (Betsch, 1980).

Chez le genre *Sminthurus*, la pariade sexuelle consiste en un accrochage par les antennes du mâle et de la femelle (Massoud, 1971). Bertfeld (1976) note que la pariade sexuelle qui se manifeste chez *Sphaeridia pumilis* consiste en un transfert du spermatophore d'orifice à orifice génital. Betsch-Pinot (1977) décrit les deux types de parades sexuelles (primitive et spécialisée) chez *Allacma gallica* et *Sminthurus viridis*.

5- Développement

5.1- Développement embryonnaire

La sélection naturelle favorise la baisse du taux de mortalité, la hausse du taux de fécondité et la précocité de la ponte. Les collemboles présentent une large variabilité dans leurs modes de reproduction et leurs cycles de vie, mais si l'un des facteurs cité plus haut est défavorisé, un autre des facteurs est favorisé en compensation pour permettre la viabilité de l'espèce. Il existe une tendance en faveur de la parthénogenèse et les pontes abondantes et espacées dans le temps, pour les espèces eudaphiques qui vivent dans le sol, dans un environnement stable (Hopkin, 1997). Les espèces épiphytiques (vivant en surface) présentent au contraire une reproduction exclusivement sexuée et effectuent des pontes peu abondantes mais plus fréquentes, durant des périodes bien définies et en relation avec le climat (Petersen, 1980, Van Straalen & Van Diepen, 1995).

L'œuf est de type centrolécithe avec une segmentation totale dans les premiers stades, une segmentation superficielle débute au stade de 8 blastomères.

Les œufs d'hiver ont un développement différé pendant plusieurs mois. Cassagnau (1990) explique ces arrêts de développement par le phénomène de diapause embryonnaire.

5.2- Développement post-embryonnaire

Les individus juvéniles commencent à se nourrir rapidement après leur éclosion. Mis à part leur capacité de reproduction absente, ils ressemblent à leurs parents "ils sont dits amétaboles". La morphologie était, pour la plupart des organes, déjà fixée à la naissance, seule leur taille augmentait à chaque mue, les deux premiers stades ont une chaetotaxie

incomplète, devenant définitive à partir des 4^{ème} ou 5^{ème} stades. Le développement est rapide, et composé d'une succession de stades (typiquement 5 à 8) entrecoupés de mues, et ayant chacun une morphologie caractéristique, avant d'atteindre l'âge adulte. Les espèces "cavernicolse" ont des stades juvéniles un peu plus longs que ceux des espèces hémiédaphiques. Les adultes continuent de muer jusqu'à 40 fois durant leur vie adulte, un *Bonetogastrura* ou un *Ceratophysella* peut muer jusqu'à une trentaine de fois, un *Schaefferia* ou un *Mesachorutes* jusqu'à 25 fois. La période d'intermue augmente avec l'âge et représente une à quelques semaines. Le nombre de mue est influencé par la qualité et la quantité des sources alimentaires, ainsi que par la température (Hopkin, 1997). Le nombre d'intermue varie d'un groupe de Collembolés à l'autre il est de 3 à 5 chez les Symphypléones (Betsch, 1980), de 4 à 6 chez les Poduromorpha (Hale, 1965 ; Thibaud, 1970), de 6 à 7 chez les Isotomidae. La durée des intermues les plus courtes ne dépasse pas 3 à 4 jours et peut atteindre en moyenne 5 à 20 jours selon la température d'élevage. (Cassagnau, 1990). La longévité maximum authentifiée au laboratoire, a été montrée pour un individu de *Pseudosinella impediens*, qui a vécu 5 ans et 7 mois (Barra, 1976). Cependant, il est possible que des individus aient vécu plus longtemps dans le milieu naturel.

On distingue deux catégories de transformations: des transformations progressives des caractères tégumentaires d'un stade à l'autre, subtilisées au cours de l'ontogénèse, et transformations réversibles, parfois spectaculaires, qui ne relèvent pas de processus ontogéniques, de déterminismes hormonaux passagers eux-mêmes tributaires des cycles biologiques ou des conditions mésologiques (Cassagnau, 1990).

6- Adaptations des Collembolés

6.1- Adaptations morphologiques

6.1.1- Epitoquie

Bourgeois et Cassagnau (1973) cités par Hamra Kroua (2005), ont les premiers à avoir donné le nom d'épitoquie à l'ensemble des modifications morphologiques affectant certaines espèces lors de la reproduction. La forme épitoque n'apparaît que dans un sexe : mâle chez *Coloburella zangherii* et femelle chez *Hypogastrura schaefferi*. Par contre chez les *Hypogastrura*, les deux sexes sont affectés mais plus intensément chez les femelles. Chez *Odontella lamellifera* les deux sexes réagissent de la même façon.

D'après Cassagnau (1985), le raccourcissement des soies périanales se produit lors de la mue M1, la forme épitoque est limitée à l'intermue M1–M2, après laquelle la forme épitoque disparaîtra. Selon le même auteur, l'épitoque femelle est synchrone de l'accroissement du vitellus. Le rétrécissement des soies et accroissement du vitellus sont tous deux le résultat de l'augmentation du taux d'hormone juvénile à partir de la mue M1. L'épitoque apparaît au cours de la vitéllogénèse et de la formation des spermatophores, elle se caractérise en outre dans les deux sexes par une régression du grain tégumentaire dorsal, des épines anales, un raccourcissement du mucron, un amincissement de la chétotaxie, régression des soies dentales et la disparition du sac exsertile antennaire. Toutes les modifications résultantes de l'épitoque peuvent toucher des caractères classiques utilisés dans la systématique (Cassagnau 1990).

6.1.2- Ecomorphose

On peut définir l'écomorphose comme étant l'intercalation dans le développement postembryonnaire des espèces d'une crise métabolique généralisée mais passagère, révélée par une morphologie pré-écomorphique étant établie lors de la rupture de l'écomorphose. L'écomorphose se manifeste sous certaines conditions climatiques, hautes températures et basse hygrométrie, surtout au printemps dans les régions méditerranéennes. Dans de telles conditions certaines espèces d'Hypogastruridae et d'Isotomidae peuvent avoir une activité nutritionnelle et respiratoire réduites durant un ou plusieurs stades juvéniles. Ils développent alors des modifications morphologiques et chaetotaxiques, comme une régression des pièces buccales et du mucron, un développement d'épines surnuméraires sur leur abdomen. Ils présentent aussi des modifications internes, telle que l'atrophie du tube digestif et des gonades, une accumulation de corps gras et de granules d'excrétion Cassagnau (1990). De son côté Arbea, (2007) a décrit un nouveau cas d'écomorphose chez *Hypogastrura conflicta*.

6.1.3- Cyclomorphose

Fiellberg (1976), est le premier à avoir utilisé le terme de "**cyclomorphose**" pour décrire le polymorphisme saisonnier qu'il a découvert chez les espèces du genre *Isotoma*. Ce phénomène touche des espèces cryophiles qui présentent une forme d'été et une forme d'hiver qui se distinguent par la forme du mucron: *Isotoma hiemalis hiemalis* et *Isotoma hiemalis mucronata*. Chez *Isotoma nivea*, la forme d'été présente une régression des ergots capités qui sont présents chez la forme d'hiver.

6.2- Adaptations physiologiques aux milieux extrêmes

6.2.1- Adaptation au froid

Les Collemboles sont connus depuis longtemps comme susceptibles de peupler des régions et des biotopes particulièrement froids. Dans les Pyrénées on a trouvé des populations actives de *Tetracanthella* sur les rochers glacés (-15°C en hiver), à d'altitude. *Cryptopygus antarcticus* supporte des températures de -27°C. De telles performances ne sont possibles que grâce aux propriétés "antigel" du milieu intérieur à base de cryoprotecteurs comme le glycérol, manitol, tréhalose, fructose. La résistance semble être accrue par la vacuité du tube digestif et la possibilité de l'instauration d'un métabolisme anaérobie (Cassagnau, 1990).

6.2.2- Adaptation à la dessiccation ou anhydrobiose

D'après Hamra-Kroua (2005), à la suite de la dessiccation totale des biotopes terrestres en saison sèche, les Collemboles font face au déficit hydrique du milieu, soit par la résistance des œufs que les femelles déposent dans les interstices, soit par le phénomène d'anhydrobiose. Les jeunes et les adultes de *Folsomides variabilis* et *Brachystomella parvula* montrent un comportement constructeur et se fabriquent des logettes d'argile ou de calcaire ayant transité par leur tube digestif. Plus la dessiccation s'accroît les individus se contractent, se creusent en gouttière sur la face ventrale, les antennes repliées vers l'arrière et y restent ainsi desséchés plusieurs mois et reprennent leur forme initiale et leurs activités une fois le milieu sera rehumidifié.

6.2.3- Adaptation à l'inondation

La saturation du milieu édaphique par une nappe liquide refoule la plupart des espèces vers la surface du fait du peu de mouillabilité de leur cuticule. Toutefois les individus prisonniers en profondeur peuvent subir pendant un laps de temps plus au moins long des conditions de vie subaquatique qui ne semblent pas déboucher sur des conséquences létales. Les chances de survie de ces organismes sont liées à la teneur en oxygène dont ils disposent suivant les micro conditions qui leur sont offertes en profondeur. Les individus enfermés dans des bulles d'air au sein des vacuoles conservent une respiration de type terrestre adaptée aux basses tensions en oxygène (Zinkler et Rusbeck, 1986).

6.2.4- Adaptation aux milieux halophiles

Les espèces des milieux halophiles aussi bien de type interstitiel qu'atmosphérique semblent capables de réguler la concentration de leur milieu intérieur par rapports aux fluctuations des concentrations de l'eau de mer et même de supporter quelques temps le

contact de l'eau douce, lors de pluies par exemple. Chez *Anurida maritima*, l'accroissement de l'énergie nécessaire à l'osmorégulation pourrait tirer son origine de l'élévation de la température du corps favorisée par l'activité diurne et la couleur bleue sombre des animaux (Cassagnau, 1990).

6.2.5- Adaptation à la vie cavernicole

Les espèces troglobiomorphes sont dépigmentées, aveugles, des pattes allongées, des griffes plus fines et plus longues, les sensilles particulièrement développées, Thibaud et Deharveng (1989). Les auteurs précisent que les caractères précédents ne suffisent pas à qualifier une espèce de troglobie; puisqu'ils caractérisent aussi les espèces euédaphique. Selon Thibaud (1986) les espèces troglobies se caractérisent par:

- une productivité potentielle plus faible que les formes de surface.
- ralentissement des processus biologiques: la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire, celle du cycle d'intermue des adultes sont plus longues.
- augmentation de la teneur des tissus en graisse et diminution de celle de l'eau.
- diminution du pouvoir de régulation et de rétention hydrique.
- diminution du métabolisme respiratoire.
- résistance au jeûne a cause de la rareté de la nourriture impose aux espèces troglobies d'adapter leur physiologie pour faire face à d'éventuelles périodes de diète par le recours à l'utilisation des réserves lipidiques.

Thibaud et Vannier (1987) considèrent les Collemboles troglobies comme présentant une évolution régressive comportant une réduction, puis une perte presque totale des facultés d'autorégulation, avec un métabolisme ralenti par rapport à celui des formes édaphiques ou épigées.

C'est Cassagnau (1971) qui a découvert ce système nerveux rétrocébral qui contrôle toutes les adaptations et les modifications morphologiques. En plus de son importance dans la régulation de la morphogénèse, ce système tient un rôle fondamental dans la phylogénèse des Collemboles. C'est l'activité des *corpora allata* qui a fait l'objet d'études approfondies dans le domaine de l'ovogénèse (Palevody, 1976) cité par Hamra-Kroua (2005) et de l'Ecomorphose (Lauga-Reyrel, 1984). Selon Cassagnau (1990), c'est l'abaissement du taux de l'hormone juvénile qui provoque l'hyperactivité des cellules trichogènes spécifiques ou de plages cellulaires impliquées dans l'élaboration des téguments et de ses annexes (épines anales). Au contraire, tout accroissement de l'activité des *corpora allata* a comme effet l'amincissement

des soies et la réduction des productions cuticulaires (tendance à une juvénalisation des structures).

7-La répartition mondiale des collemboles

Les Collemboles sont présents dans toutes les aires biogéographiques. Leur aire est très vaste, elle englobe toutes les latitudes et toutes les longitudes. Ils occupent tous les habitats terrestres, depuis les sables côtiers jusqu'aux glaciers. Leurs habitats se rencontrent dans les différentes régions du monde et sous tous les types de climats (Fig. 11). On compte jusqu'au mois d'août 2013 un total de 8375 espèces appartenant à 25 familles, 25 sous-familles, 823 genres avec un ratio de 10 espèces /genre (Bellinger, Christiansen & Janssens, 1996-2013). Nous donnons dans le tableau 1 La liste des régions biogéographiques utilisée de nos jours par les spécialistes.

Tableau 1 : Liste des régions biogéographiques, d'après Good (1974), modifiée par Christiansen et Bellinger (1995), corrigée par Culik et Zeppelini (2003).

Code numéro	Régions
1	Arctique et Sub-arctique
2 a	Europe
2 b	Nord Eurasienne
3 a	Sino-Japonaise
3 b	Himalayenne
4	Ouest et Centre Asiatique
5	Méditerranéenne
6	Macronésie
7 a	Nord de l'Amérique du nord
7 b	Sud de l'Amérique du nord
8	Pacifique de l'Amérique du nord
9	Désert Afro-Indien
10	Steppe Soudanaise
11	Hautes Terres du Nord-Est
12	Fôrets humides de l'ouest Africain
13	Steppes Est-Africaine
14	Afrique du Sud
15	Madagascar
16	Ascension et St. Helena
17	Indienne
18	Sud-Est Asiatique continentale
19	Malaysienne
20	Hawaïenne
21	Nouvelle Calédonie
22	Mélanésie & Micronésie
23	Polynésie
24 a	Carraïbe continentale
24 b	Antilles et Sud de la Floride
25	Venezuela et Guyanne
26	Amazonie
27	Nord-Est et Centre du Brésil
28	Andes
29	Pampas
30	Juan Fernandez
31	Cape
32	Nord et Est de l'Australie
33	Sud-Ouest de l'Australie
34	Centre d'Australie
35	Nouvelle Zélande
36	Patagonie
37	Antarctique et Subantarctique



Fig. 11: Régions biogéographiques d'après Good (1974), modifiée et corrigée par par Culik et Zeppelini (2003) cité par Bellinger & al. (2014)

8-- Ecologie des collemboles

8.1-Milieu et habitat

De part leur ancienneté et leur vaste répartition, les collemboles ont envahi tous les biotopes terrestres de notre planète. Ils sont présents sous tous les types de climats et sous toutes les latitudes. Ils vivent le plus souvent en forêt, les collemboles occupent surtout le sol où ils sont rencontrés jusqu'à 10 cm mais présentent une abondance maximale dans les 3 premiers centimètres. On les trouve aussi dans la litière, ils préfèrent les endroits humides ou

mouillés, bien que certaines espèces se déplacent activement sur les surfaces d'écorces des arbres et des feuilles. On peut les trouver aussi sur les mousses, sous les pierres, dans les grottes, dans les termitières et les fourmilières, sur les surfaces d'eau (lacs, étangs,...etc.), et même dans les glaciers. Les collemboles sont des composants majeurs des écosystèmes terrestres, et constituent une proportion significative de la biomasse animale (Cassagnau, 1990). Dans les sols forestiers, ils peuvent atteindre des densités de 200 à 1800 espèces par dm³ (Handschin, 1955). On peut distinguer les formes suivantes:

- **épiédaphiques** : vivant à la surface du sol, sur la végétation : Entomobryidae et Symphypléones. Ils sont bien pigmentés, avec des yeux, des antennes, des pattes et une furca bien développés.

- **hémiedaphiques** : vivant dans la litière et les premiers centimètres du sol (humus) : Poduromorpha et Isotomidae.

- **euédaphiques** : vivant dans le sol profond ; Onychiuridae. Ils sont dépigmentés, avec des antennes, des pattes réduits et des yeux et une furca souvent absents.

- **interstitiels**: vivant dans les sables littoraux et continentaux.

- **troglobies** : vivant exclusivement dans les grottes : ils sont dépigmentés et sans yeux, mais avec des appendices souvent allongés. Cependant, leur adaptation à la vie cavernicole est surtout biologique et éco physiologique.

- **milieux halins**: espèces inféodées aux milieux littoraux plus ou moins salés.

- **surface d'eau douce**: vivant à la surface des nappes d'eau douce dans les lacs et étangs

- **termitophiles et myrmécophiles** : vivant dans les termitières ou les fourmilières.

8.2- Influence des facteurs édaphique

8.2.1-Facteurs abiotiques

8.2.1.1-La température et l'humidité

Sont deux facteurs bioclimatiques fondamentaux qui régulent et déterminent la bioécologie des Collemboles. Leur action se porte essentiellement sur la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire, sur la croissance des individus par une action sur l'intermue (Cassagnau, 1990).

Chaque espèce possède une température létale pour son activité. La température influence très fortement sur la biologie et le cycle biologique des collemboles. Les fortes

températures, liées souvent à une faible humidité de l'air, agissent surtout indirectement en desséchant le milieu.

L'humidité est un facteur écologique primordial pour les Collemboles. Son excès comme son déficit sont néfastes

Parmi les Collemboles, il y a ceux qui sont avides d'eau (Hydrobiontes), d'autres recherchent l'humidité (hygrobiontes) et ceux qui sont capables de supporter la sécheresse (xérophiles)

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 hydrophiles perdent 50 % de leur humidité corporelle quand ils sont placés dans un sol sec.

Dans son étude sur la dynamique saisonnière dans un sol agricole non cultivé, Hamra-Kroua (2005), note que la faible teneur en eau observée en saison sèche, de juin à octobre, n'entraîne pas la disparition totale de toutes les espèces du sol, on en rencontre quelques unes: *Cryptopygus thermophilus*, *Heteromurus major*, *Isotomiella minor*, *Acherontiella bouguisi*, *Protaphorura armata*, *Isotomiella sp.* Le renouvellement du peuplement reprend à partir du mois de novembre, ou l'on observe la présence des 17 espèces. Ce repeuplement est dû aux déplacements verticaux et horizontaux sous l'effet de la sécheresse estivale.

De l'étude écologique initiée par Hamra-Kroua (2005), l'auteur conclut que l'impact saisonnier, évident en surface, se ressent même dans le sol en profondeur ou persistent une teneur en eau suffisante et une température favorable.

8.2.1.2-Porosité et aération du sol

La porosité du sol est un facteur édaphique qui reflète le volume des vides du sol qui permettent la circulation de la faune, de l'eau et de l'air. Les Collemboles euédaphique sont sensibles aux variations saisonnières de l'humidité et de la température. Pour fuir les contraintes climatiques estivales (haute températures et sol sec), ces animaux doivent entamer une migration verticale 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 (Bachelier, 1978), (Gobat et al, 1998). D'après les résultats obtenus par Hamra Kroua en 2005 les plus fortes valeurs de la porosité se situent au mois de février, tandis que la plus faible porosité est enregistrée au mois de juillet.

8.2.1.3-Le couvert végétal

Son rôle est fondamental dans l'écologie des collemboles, le milieu forestier héberge une faune caractérisée par des genres de type mésophile qui s'oppose à celle du milieu ouvert sans protection végétal.

8.2.2-Les facteurs biotiques

8.2.2.1-Le régime alimentaire

En général les collemboles sont des polyphages, néanmoins ils peuvent être aussi saprophages (plantes en décomposition), nécrophages (cadavre), Mycétophages (champignons), coprophages (excréments), bactériophages (micro-organismes). Certains collemboles sont des prédateurs, c'est le cas de *Sinella coeca* et *Sinella pouadensis* où l'adulte mange ses œufs (Thibaud 1970).

Une étude sur le régime alimentaire a été réalisée par (Jan Addison) au Canada par l'examen du contenu du tube digestif des collemboles. Les résultats obtenus indiquent que les collemboles sont des mycophages dont la plupart se nourrissent de champignons avec des préférences de tel ou tel type de champignons, l'auteur précise que la majorité des collemboles sont détritivores (anonyme, 2005)

8.2.2.2-Parasites et prédateurs

Bellinger, Christiansen & Janssens (1996-2013) notent que les principaux prédateurs des Collemboles sont connus parmi diverses espèces de Chilopoda, Opilionidae, Japygidae, arachnides comme les Acariens: Erythraeoidea et Bdellidae Aranea, les Araignées: Salticidae (*Hentzia palmarum*; *Ballús chalybeius*). Parmi les Pseudoscorpions on cite des espèces des Linyphiidae (Thibaud, 1970). Parmi les Insectes on cite des espèces d'Hemiptera, des larves de Coléoptères Pselaphinae: (*Rhyzobius litura*) et d'espèces de la famille des Dolichopodidae, Hypotidae et Formicidae (Bellinger, Christiansen & Janssens, 2014).

8.2.3- Rôles des Collemboles

Les Collemboles interviennent de manière relativement importante dans les processus de transformation de la matière organique, la biodégradation, en disséminant et en contrôlant les organismes décomposeurs soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire d'éjections des fragmentaires primaires dans les humus coprogènes (Isopodes, Diplopodes, larves de Ptérygotes). Rappelons que la majorité se nourrit aux dépens de la microflore du sol

(algues, bactéries et champignons) et joue ainsi un rôle important dans le maintien de l'équilibre de la chaîne alimentaire et, donc, dans l'équilibre des écosystèmes terrestres dans leur ensemble. Ils forment un maillon de la chaîne des décomposeurs du sol. Ce sont aussi des "fragmentaires secondaires". Les Collembolles donnent au sol une structure poreuse pour un meilleur drainage ainsi qu'une meilleure action des microorganismes et des enzymes du sol (Vannier et Kilbertus, 1981); (Cassagnau, 1990).

9- Paléontologie

Au Paléozoïque, deux espèces disparues sont signalées: *Rhyniella praecursor* du Dévonien inférieur en Rhynie Chert au Nord d'Ecosse, il y a 397 à 391 millions d'années, et *Permobrya mirabilis* datant du Permien supérieur en l'Afrique du Sud (D'Haese, 2003).

Au Mésozoïque Bellinger, Christiansen & Janssens (1996-2013) citent 22 espèces: *Protentomobrya walkeri* conservée dans l'ambre du Crétacé au Canada; *Oncobrya decepta*, *Entomocerus mirus*, *Protoisotoma micromucra*, *Pseudoxenylla fovealis*; *Bellingeria cornes*, *Brevimucronus anomalus*; *Keratopygos megalos* conservée dans l'ambre du Crétacé supérieur au Canada; *Grinnellia ventis*; *Sminthuricinus deceptus*, *Mucrovirga incompleta* Christiansen & Nascimbene, 2006, *Sminthurconus grimaldi*, *Villusisotoma brevis*, *Villusisotoma longa*, *Proisotoma petterssonae*, *Burmisotoma lamellifera*, *Protoisotoma birmanie*, *Propachytoma conica*, *Protodesoria granda*, *Protodontella minicornis*, *Praentomobrya avita*, *Cretacentomobrya birmanie*, conservée dans l'ambre du Crétacé moyen au Myanmar (Birmanie).

A l'Eocène 19 espèces épi édaphiques sont trouvées dans l'ambre de la Baltique, parmi les fossiles identifiés certains sont des représentants de genres actuels comme: *Allacma*, *Entomobrya*, *Hypogastrura*, *Isotoma*, *Lepidocyrtus*, *Orchesella*, *Podura*, *Sminthurus* et *Tomocerus* (Weitschat & Wichard, 2002).

Les Collembolles constituent le groupe le plus ancien des Hexapodes. En effet, le Collembolle fossile *Rhyniella praecursor* découvert en Ecosse est daté du Dévonien moyen, soit près de – 400 millions d'années. Ce fossile fut rapproché des *Neanuridae* actuels, et *Permobrya mirabilis* (Riek, 1976) à partir du Permien supérieur en l'Afrique du Sud. Selon de nouvelles études, il serait permis de dire qu'au Dévonien il y avait déjà, au moins, deux grandes lignées de Collembolles : les Neanuriens et les Isotomidés, proches des espèces actuelles. L'explosion évolutive des Collembolles a donc dû se produire assez tôt, pour se ralentir plus ou moins ensuite.

Bien que les échantillons provenant du Cénozoïque sont généralement très bien conservés (Fig.12) ceux du Crétacé sont presque tous très déformés (Fig. 13), mais peuvent être reconstruits par sectionnement optique et une visualisation à partir d'angles différents (Fig. 14)



Fig.12 : *Seira* sp. au Miocène
(Christiansen, 2008)



Fig.13 : *Grinnellia ventis* du Crétacé
(Christiansen, 2008)

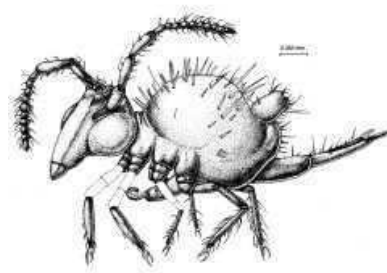


Fig.14 : *Grinnellia ventis* (Christiansen et Nascimbene, 2006)

Il manque des preuves directes des fossiles de collemboles avant le Dévonien (Lehmann & Hillmer, 1983 cité par Hopkin, 1997). D'après Hirst & Maulik, 1926 cité par Bellinger et al, 1996-2013 *Rhyniella Praecursor*, le plus ancien fossile connu des collemboles de grès rouge dévonien Rhynie Chert dans le nord de l'Ecosse. Ce fossile ressemble aux espèces de collemboles actuels. Ce qui suppose que les collemboles ont atteint leur apogée de l'évolution déjà il y a 400 millions d'années. Tillyard, 1928 cité de Handschin, 1955 conclut que les collemboles est un groupe archaïque, primaire, ancêtres des Arthropodes terrestres.

Gullan & Cranston (1994) considèrent les collemboles comme le groupe frère des insectes et des Diploures. Qui constituent avec les Protoures le sous-embranchement des Hexapoda.

Janssens et Lawrence (2012) cité par Bellinger et al. 2014 proposent que les

Collemboles sont des Crustacés terrestres hautement spécialisés ayant atteint leur point culminant de l'évolution déjà dans le Dévonien, quand ils ont dominé la plupart des habitats terrestres. La compétition terrestre entre les collemboles et les premiers insectes aurait déclenché chez les insectes le développement des ailes pour devenir "les maîtres dans le ciel" au début du Carbonifère.

10- Phylogénie et position systématique des Collemboles

10.1-La phylogénie des Collemboles

Handlirsch (1908) cité par Handschin (1955) considère les Collemboles comme un groupe d'insectes plus ou moins récents avec une extrême spécialisation. Il les considère comme des formes avec un recul de développement tout en arrivant à maturité dans un état larvaire.

Sur la base de la découverte il y a environ 400 millions d'années le fossile du Dévonien : *Rhyniella praecursor*, et la ressemblance frappante avec des espèces actuelles de Collemboles, Tillyard (1928) cite par Handschin, (1955) conclut que les Collemboles sont des animaux primitifs, archaïques et ancêtres des Arthropodes terrestres.

Gullan & Cranston (1994) considèrent les Collemboles proches du groupe: Insecta+Diplura, sont groupés avec les Protura à l'intérieur des Hexapoda.

Janssens & Lawrence (2002-2007) proposent que les Collemboles soient des Crustacés terrestres hautement spécialisées, qui ont atteint le maximum de leur évolution déjà au Dévonien, quand ils dominent la plupart des habitats terrestres. La concurrence entre les Collemboles et les insectes pourrait être à l'origine du développement des ailes chez les Insectes grâce auxquelles ils dominent les airs à partir de Carbonifère.

Une phylogénie appliquant le principe de la preuve totale en utilisant des caractères morphologiques et moléculaires, appuie fermement le caractère monophylétique des Pancrustacea (= Crustacés et Hexapoda) (Giribet, Edgecombe & Wheeler, 2001).

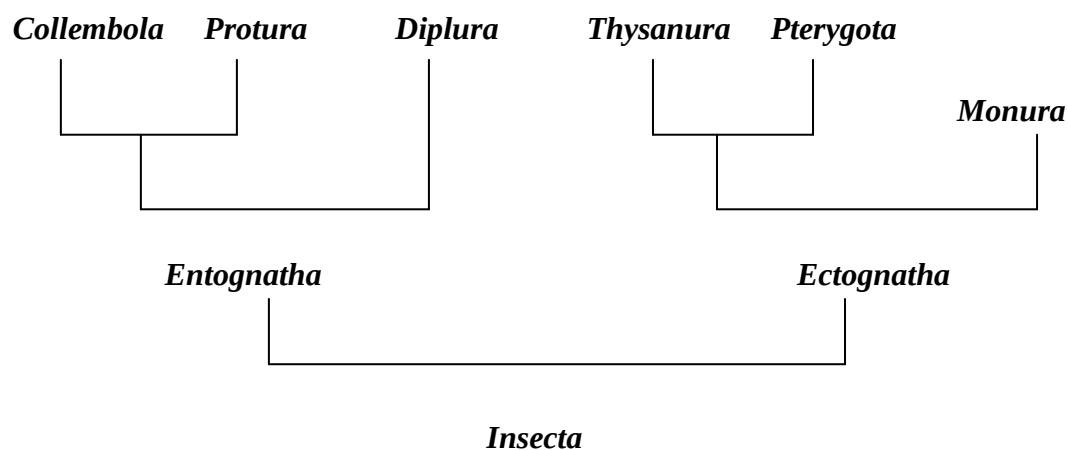
Regier et Shultz (1997) se basant sur la phylogénie moléculaire des Arthropodes ont montré l'appartenance du complexe: Hexapoda + Branchiopoda à la même clade monophylétique. De leur côté Lavrov et al (2004) se basant sur des données génétiques de l'ADN mitochondrial, montre que le complexe: Insecta+Branchiopoda+ Malacostraca, constitue une même clade alors que les Collemboles + Maxillipoda en constituent une autre. Cette conclusion est confirmée par Cook et al. 2005

Les données physiologiques montrent que les collemboles ont évolué directement à partir d'ancêtres marins: hémolymphes de fortes pressions osmotiques et principalement composées de sels inorganiques (D'Haese, 2003). Au début du Cambrien les crustacés étaient adaptés aux habitats marins et aux habitats des sols terrestres au Dévonien. Il est fortement possible que les collemboles sont dérivés d'un Maxillipède marin benthique qui a exploré le potentiel des habitats des sols terrestres.

10.2- Position systématique des collemboles

La systématique des Collemboles a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche (Börner, 1907) et (Caroli, 1912) cités par (Grassé, 1965). D'autres travaux plus récents ont été réalisés notamment par Fjellberg (1985), Rusek (1986a, 2002), Betsch et al. (1990). Le tout dernier travail de systématique est celui réalisé par Deharveng (2004).

Traditionnellement on divise la classe des insectes en deux sous-classes: *Aptérygote* et *Ptérygote*. Une autre classification est basée sur la structure des pièces buccales, les pattes, la segmentation du tégument selon lesquels Tuxen, (1968) propose les relations phylogéniques suivantes:



Cassagnau (1971b) dans son travail sur les structures nerveuses et de neurosecrétions cérébrales des Collemboles propose d'ériger au rang de sous-classe tous les Aptérygotes connus. IL propose la classification suivante :

Classe *Insecta*:

Groupe I: **ENTOTROPHA**: 3 sous-classes

- sous-classe *COLLEMBOLA*
- sous-classe *PROTURA*
- sous-classe *DIPLURA*

Groupe II: **ECTOTROPHA**: 2 sous-classes

- sous-classe *THYSANURA*
- sous-classe *PTERYGOTA*

Dans le même sens Ross et Ross (1985) cité par (Stebaeva, 1988) propose une classification où les Collembolés avec les Aptérygotes sont élevés au rang de sous-classe:

Super-classe **HEXAPODA**

Classe **ENTOGNATHA**:

- sous-classe *COLLEMBOLA*
- sous-classe *PROTURA*
- sous-classe *DIPLURA*

Classe **INSECTA**:

- sous-classe *APTERYGOTA*

Ordre MICROCORYPHIA

Ordre THYSANURA

- sous-classe *PTERYGOTA*

Ordre EPHEMEROPTERA etc....

Les travaux réalisés récemment sur la taxonomie des collembolés, Bretfeld (1994,1999), D'Haese (2003), Deharveng (2004) ne considère plus les Collembolés comme des insectes. A partir de 2004, ils sont séparés de la classe des Insectes et érigés au rang de classe : Collembola (Deharveng, 2004). Ils font partie de la superclasse des Hexapoda avec les insectes, les Protoures et les Diploures. En se basant sur de nouveaux caractères taxonomiques :

- **Chaetotaxie antennaire** : C'est un caractère distinctif puissant chez divers groupe, elle est basée essentiellement sur l'arrangement des soies S (soie sensorielle) dénommée ainsi par Deharveng et Lek, (1993).
- **Chaetotaxie tibiotarsale** : Elle a tous les attributs d'un bon caractère taxonomique pouvant être utilisé, en raison même de sa diversification du niveau de l'espèce à celui de l'ordre, de son polymorphisme intra spécifique nul ou très limité (Deharveng, 2004).
- **Pièces buccales (labre et labium)** : Beaucoup de problèmes ont été résolus par l'utilisation de la morphologie des pièces buccales, on donne l'exemple des *Brachystomellidae* qui ont été longtemps séparés des *Neanuridae* par l'absence des mandibules (Jordana et al, 1997).

10.2.1-Classification et position récentes des Collemboles

Super-règne: *Eucarya* Woese, Kandler & Wheelis, 1990

Règne : *Animalia* Linnæus, 1758

Sous-règne: *Eumetazoa* Butschli, 1910

Super-phylum: *Ecdysozoa* Aguinaldo AMA, Turbeville JM, Lindford LS, Rivera MC, Garey JR, Raff RA & Lake JA, 1997

Phylum: *Arthropoda* Latreille, 1829

Sous- phylum: *Pancrustacea* Zrzavy & Stys, 1997

Super-classe : *Hexapoda* Blainville, 1816

Classe : *Collembola* Lubbock, 1870

Ordre : *Poduromorpha* Börner, 1913, sensu D'Haese CA, 2002

Ordre: *Entomobryomorpha* Börner, 1913, sensu stricto D'Haese, 2002.

Ordre: *SYMPHYPLEONA* Börner, 1901, sensu Bretfeld, 1994

Ordre: *Neelipleona* Massoud Z, 1971, sensu Deharveng, L, 2004.

La hiérarchie taxonomique moderne des collemboles a été proposée par Deharveng (2004), selon la littérature et les résultats leur investigations menées au Département de Systématique et Evolution du Muséum National d'histoire Naturelle de Paris. Il nous a donné une nouvelle classification mondiale de la classe des collemboles avec 4 ordres, 6 super familles et 31 familles. Les deux premiers ordres: Poduromorpha et Entomobryomorpha avec la forme du corps allongé et les deux autres ordres Symphypleona et Neelipleona avec un corps globulaire.

En 2014, Bellinger et al ont publié une nouvelle variante de la classification mondiale des collemboles, qui comprend toutes les espèces connues, encore décrites à partir du 17ème siècle. Selon les statistiques de 2011, la biodiversité mondiale des collemboles; on compte: quatre ordres, 15 superfamilles, 33 familles, 762 genres et 8128 espèces. La plupart des espèces identifiées appartiennent aux ordres des Entomobryomorpha et Poduromorpha (Tableau 2).

Tableau 2. Inventaire mondial des Collemboles identifiés. (Bellinger & al., 2014)

	Classe Collembola Lubbock, 1870		
	ORDRE, SUPERFAMILLES ET FAMILLES ET SOUS FAMILLES	GENRES	ESPECES
A	PODUROMORPHA (Börner, 1913)		
	I-Superfamille des NEANUROIDEA (Börner, 19013)		
	1- Famille des Neanuridae (Börner, 1901)	161	1417
	2- Famille des Brachystomellidae (Stach, 1949)	18	129
	3- Famille des Odontellidae (Massoud, 1967)	13	131
	II-Superfamille des PODUROIDEA (Latreille, 1804)		
	4-Famille des Poduridae (Latreille, 1804)	1	1
	III- Superfamille des HYPOGASTRUROIDEA (Börner, 1906)		
	5-Famille des Hypogastruridae (Börner, 1906)	39	682
	6-Famille des Pachytullbergiidae (Stach, 1954)	3	3
	IV- Superfamille des GULGASTRUROIDEA (Lee & Thibaud, 1998)		
	7-Famille des Gulgastruridae (Lee & Thibaud, 1998)	1	1
	V- Superfamille des ONYCHIUROIDEA (Lubbock, 1867)		
	8- Famille des Paleotullbergiidae (Deharveng, 2004)	1	1
	9- Famille des Onychiuridae (Lubbock, 1867)	51	567
	10- Famille des Tullbergiidae (Bagnall, 1935)	32	215
	VI- Superfamille des ISOTOGASTRUROIDEA (Thibaud & Najt, 1992)		
	11-Famille des Isotogastruridae (Thibaud & Najt, 1992)	1	7
B	ENTOMOBRYOMORPHA (Börner, 1913)		
	VII-Superfamille des TOMOCEROIDEA (Schäffer, 1896)		
	12-Famille des Oncopoduridae (Carl & Lebedinsky, 1905)	2	52
	13-Famille des Tomoceridae (Schäffer, 1896)	16	149
	VIII- Superfamille des ISOTOMOIDEA (Schäffer, 1896)		
	14-Famille des Isotomidae (Schäffer, 1896)	108	1346
	15-Famille des Actaletidae (Börner, 1902)	2	10
	16-Famille des Protentomobryidae (Folsom, 1937)	1	1

	IX- Superfamille des ENTOMOBRYOIDEA (Schäffer, 1896) 17-Famille des Microfalculidae (Massoud & Betsch, 1966) 18-Famille des Praentomobryidae (Christiansen & Nascimbene, 2006) 19- Famille des Entomobryidae (Schäffer, 1896) 20- Famille des Paronellidae (Börner, 1913) 21- Famille des Oncobryidae (Christiansen & Pike, 2002)	1 2 56 39 1	1 2 1678 511 1
	X- Superfamille des COENALETOIDEA (Bellinger, 1985) 22-Famille des Coenaletidae (Bellinger, 1985)	1	2
C	NEELIPLEONA (Massoud, 1971)		
	23-Famille des Neelidae (Folsom, 1896)	5	33
D	SYMPHYPLEONA (Börner, 1901)		
	XI- Superfamille des SMINTHURIDOIDEA (Börner, 1906) 24-Famille des Mackenziellidae (Yosii, 1961) 25-Famille des Sminthurididae (Börner, 1906)	1 10	1 145
	XII- Superfamille des KATIANNOIDEA (Börner, 1913) 26-Famille des Katiannidae (Börner, 1913) 27-Famille des Spinothecidae (Delamare Deboutteville, 1961) 28-Famille des Arrhopalitidae (Stach, 1956) 29-Famille des Collophoridae (Bretfeld, 1999)	118 3 2 1	205 6 131 8
	XIII-Superfamille des STURMIOIDEA (Bretfeld, 1994) 30-Famille des Sturmiidae (Bretfeld, 1994)	1	2
	XIV-Superfamille des SMINTHUROIDEA (Lubbock, 1862) 31- Famille des Sminthuridae (Lubbock, 1862) a-Sous famille des Sminthurinae (Betsch, 1980) 32- Famille des Bourletiellidae (Börner, 1912)	27 36	245 245
	XV- Superfamille des DICYRTOMOIDEA (Börner, 1906) 33- Famille des Dicyrtomidae (Börner, 1906)	8	200
Total	4 ordres et 15 superfamilles	33 Familles	762 8128

Si l'on regarde la part des espèces, nous constatons que le nombre d'espèces est inégalement réparti dans les ordres.

- **Ordre PODUROMORPHA** : Cet ordre occupe la deuxième place de nombre d'espèces dans le monde avec 38.8 % du nombre total d'espèces connues à ce jour. Il est représenté par 6 superfamilles, 11 familles, 321 genres et 3154 espèces.

* Superfamille des **Neanuroidea** est représentée par 3 familles, 192 genres, 1677 espèces, soit 20,63% de toutes les espèces connues. Dont la sous famille des Frieseinae est représentée par

* Superfamille des **Poduroidea** : représentée par 1 famille, 1 genre et 1 espèce.

* Superfamille **Hypogastruroidea**: représentée par 2 familles, 42 genres, 685 espèces, soit 8,43 % d'espèces connues.

* Superfamille des **Gulgastruroidea**: représentée par 1 famille, 1 genre et 1 espèce.

* Superfamille des **Onychiuroidea**: représentée par 3 familles, 84 genres, 783 espèces, soit une portion de 24,8%.

* Superfamille des **Isotogastruroidea**: représentée par 1 famille, 1 genre et 7 espèces (**Tableau 1**).

- **Ordre des ENTOMOBRYOMORPHA**

Cet ordre est représenté par quatre superfamilles, 11 familles, 229 genres, 3753 espèces, soit 46,17 % du nombre total d'espèces connues dans le monde.

* Superfamille des **Tomoceroidea**: représentée par deux familles, 18 genres ,201 espèces, soit 5,50 % du total d'espèces décrites.

* Superfamille des **Isotomoidea**: représentée par 3 familles, 111 genres et 1357 espèces, ou 36,1 %.

* Superfamille des **Entomobryoidea**: représentée par 5 familles, 99 genres et 1678 espèces; ce qui représente 20,64 % du nombre total d'espèces.

* Superfamille des **Coenaletidea**: représentée par 1 famille, 1 genre et 2 espèces.

- **Ordre NEELIPLEONA**

Cet ordre est le moins représenté parmi les collemboles et comprend les plus petites espèces appartenant à une seule famille: Neelidae avec 5 genres et 33 espèces; soit 0.4 % du nombre total d'espèces connues dans le monde.

- **Ordre SYMPHYPLEONA**

C'est un ordre qui comprend les collemboles avec corps globuleux. Cet ordre est représenté par 5 superfamilles, 10 familles, 27 genres et 1188 espèces, soit 14,6% du nombre total d'espèces connues dans le monde.

* Superfamille des **Sminthuridoidea**: représentée par 2 familles, 11 genres, 146 espèces, soit une portion de 12,3% du total d'espèces connues.

* Superfamille des **Katiannoidea**: représentée par ' familles, 124 genres, 350 espèces, soit 29,5%.%.

* Superfamille des **Sturmioidea**: représentée par 1 famille, 1 genre, 2 espèces, ou 0,2%.

* Superfamille des **Sminthuroidea**: représentée par deux familles ,63 genres ,490 espèces ou 41.24%.%.

* Superfamille des **Dicyrtomoide**: représentée par une famille,8 genres, 200 espèces ou 16,8%.

10.3- Les collemboles d'Algérie

Les Collemboles d'Algérie ont été très peu étudiés et les rares travaux effectués sont sporadiques et fragmentaires que l'on divise en trois périodes.

* Les premiers travaux remontent à la fin de la deuxième moitié du 19^{ème} siècle. Les premiers auteurs citent quelques formes difficiles à replacer dans la systématique actuelle.

* La deuxième période à lieu entre 1920 et 1950 grâce à quelques études taxonomiques valables de Denis (1922, 1925, 1935, 1937) et Handschin (1925,1926 et 1928) cités par Thibaud et Massoud (1980) et d'autres.

* La troisième période qui va de 1963 à 1980 a vu paraître une des études les plus approfondies sur les Collemboles d'Algérie, réalisée par Cassagnau (1963). En 1980, la faune des collemboles d'Algérie comptait un total de 114 espèces

Thibaud et Massoud, (1980) dressent une liste complète et mise à jour des collemboles d'Algérie (Tableau 3).

Tableau 3: Les Collemboles d'Algérie selon Thibaud et Massoud (1980).

Familles et espèces	Auteur et année
PODURIDAE	
<i>Podura aquatica</i> Linné,1758 **	H, 28
HYPOGASTRURIDAE	
<i>Acherontiella bouguisi</i> Cass et Delam.,1955 ++	C, 63
<i>Acherontiella onychiuriformis</i> Absolon,1913 ++	Ab, 13
<i>Bonetogastrura delhezi</i> (Stomp et Thibaud,1974) °°	Sto, et Th, 74
<i>Ceratophysella armata</i> (Nic,1841) *	H,26 et 28
<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall,1941) *	Sto.,80 et C.63
<i>Ceratophysella sigillata</i> (Uzel,1891) +	H.28
<i>Ceratophysella tergilobata</i> Cass,1954 ++	C.63
<i>Hypogastrura manubrialis</i> (Tull.,1869) *	H,28 ; D.D,53; C,63
<i>Hypogastrura purpurescens</i> (Lubbock,1867) *	D,25 ; H, 28 ; C, 63
<i>Hypogastrura sahlbergi</i> (Reuter,1895) **	Lu, 1846
<i>Mesachorutes quadriocellatus</i> Abs., 1900 +	C, 63
<i>Willemia anophthalma</i> Börner ,1901 *	D.D, 53
<i>Xenylla humicola</i> (O. Fabricus,1780) *	D.D, 53
<i>Xenylla maritima</i> Tullberg,1869 *	H, 26
NEANURIDAE	
<i>Annurida maritima</i> (Guerin,1836)*	H, 28
<i>Anurida tullbergi</i> Schött,1891 **	H, 28
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer, 1896)*	H, 28
<i>Friesia oligorhopala</i> (Caroli,1914) ++	C, 63
<i>Bilobella</i> (Neanura) <i>aurantiaca</i> (Caroli, 1912) +	H,26 ; C, 63
<i>Neanura gladiolifer</i> Cass,1954 ++	Mur , 58
<i>Neanura reticulata</i> (Axelson,1905) +	H, 28
<i>Odontella lamellifera</i> (Axelson, 1903) *	D.D, 53
<i>Protanura pseudomuscorum</i> (Börner,1903) ++	D, 25 ; C, 63
<i>Pseudochorudina bouguisi</i> Delamare,1951 ++	D.D, 53
<i>Pseudachorutes corticolis</i> (Schäffer, 1896) +	Mur, 58
<i>Pseudachorutes parvulus</i> Börner , 1901 **	C, 63
ONYCHIURIDAE	
<i>Metaphorura affinis</i> Börner, 1902 +	Mur, 58 ; C,63
<i>Neotullbergia ramicuspis</i> Gisin , 1953 +	C, 63
<i>Onychiurus fimetarius sensu</i> Denis, 1938 +	D, 24
<i>Onychiurus imperfectus</i> Denis, 1938 +	C, 63
<i>Onychiurus obsiones</i> Cassagnau, 1963 °°	C, 63
<i>Protaphorura armata</i> (Tull.1869) *	D,37; C,63;Sto,74, 80
<i>Protaphorura delhezi</i> Stomp,1980 °°	Sto, 80
<i>Protaphorura saccardyi</i> (Denis, 1935) °°	D, 35 et 37; Sto,74, 80
<i>Stenaphorura quadripina</i> (Börner,1901)+	C, 63
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner, 1901)*	C, 63 ; D.D, 53

<i>Mesaphorura bipartita</i> Handschin, 1920 +	Mur, 58 ; C, 63
ISOTOMIDAE	
<i>Archisotoma interstitialis</i> Delm., 1953 +	D.D, 53
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg, 1871) *	Mur, 58
<i>Folsomides parvus</i> Folsom (in Mills, 1934) +	C, 63
<i>Isotoma mauretaneca</i> Handschin, 1926 °°	H, 26 et 28
<i>Isotoma nivalis</i> Carl, 1910 +	Mur, 58
<i>Isotoma olivacea</i> Tullberg, 1871 **	C, 63
<i>Isotoma vaillanti</i> Murphy, 1958 °°	Mur, 58
<i>Isotoma violacea</i> Tullberg, 1876 **	H, 28
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839*	H, 28 ; Sto, 80
<i>Isotomiella minor</i> (Schäeffler, 1896) *	C, 63
<i>Isotomina bituberculata</i> (Wahlgren, 1906) ++	H, 26
<i>Isotomina (Cryptopigus) thermophila</i> (Axels. 1900)*	C, 63
<i>Isotomurus palustris</i> (Müller, 1776)*	H, 28
<i>Isotomurus poinsotae</i> Stomp, 1980 °°	Sto, 80
<i>Proctostephanus sancti-augustini</i> Cass, 1963 °°	C, 63
<i>Proisotoma minima</i> (Absolon, 1901) **	D.D, 53
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)*	C, 63
<i>Proisotoma oeensis</i> Caroli, 1914 +	D.D, 53
<i>Proisotoma ripicola</i> Linnaniemi, 1912 +	H, 28
<i>Prosotoma schoetti</i> (D.Torre, 1895) *	H, 28
<i>Pseudanurophorus isotoma</i> (Börner, 1903) +	C, 63
ENTOMOBRYIDAE	
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tull., 1867) *	H, 28
<i>Entomobrya nicoleti</i> (Lubbock, 1867) +	D, 25
<i>Entomobrya quinquelineata</i> Börner, 1901 +	H, 26 et 28
<i>Entomobrya (Mesentoma) dollfusi</i> Denis, 1924 +	Chr, 56
<i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889) +	H, 28 ; C, 63
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835) **	H, 26
<i>Heteromurus peyerimhoffi</i> Denis, 1937 °°	D, 37 ; Sto, 74, 80
<i>Heteromurus tetropthalmus</i> Börner, 1903 ++	Sto, 74 , 80
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i> Bourlet, 1839 **	H, 26 et 28
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg, 1871*	H, 28
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788) **	H, 28
<i>Orchesella cincta</i> (Lubbock, 1758) **	D, 25 ; H, 28
<i>Orchesella delhezi</i> Stomp, 1980 °°	Sto, 80
<i>Orchesella villosa</i> (Geoffroy, 1764) +	D, 25 ; H, 28
<i>Seira dollfusi</i> (Carl, 1899) +	H, 28
<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1841) *	D, 24
<i>Seira lesnei</i> Denis, 1924 °°	D, 24
<i>Seira rosei</i> (Denis, 1925) °°	D, 25
<i>Seira squamoornata f.incerta</i> (Handschin, 1925) *	H, 26 et 28
<i>Seira quamoornata f.incolorata</i> (Wahl., 1906) *	H, 28

<i>Seira squamoornata f.obscuriventris</i> (Denis, 1924)*	D, 24
<i>Sinella coeca</i> (Scött, 1896) *	C, 63
TOMOCERIDAE	
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock,,1862) *	H, 28
CYPHODERIDAE	
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet, 1841*	H, 26
<i>Cyphoderus bidenticulatus</i> (Parona, 1883) *	C, 63
<i>Cyphoderus marocanus</i> (Delamare, 1948) ++	J, 74
<i>Cyphoderus oraniensis</i> Delamare,1948 °°	D.D, 48
ONCOPODURIDAE	
<i>Oncopodura crassicornis</i> Shoebot.,1911 +	C, 63
<i>Oncopodura delhezi</i> Stomp,1974 °°	Sto, 74 , 80
NEELIDAE	
<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900 *	C, 63
DICYRTOMIDAE	
<i>Dicyrtoma fusca</i> (Lucas, 1842) +	C, 63
<i>Dicyrtomina minuta</i> (O.Fabr., 1783) *	H, 26 et 28
<i>Dicyrtomina ornata</i> (Nicolet, 1841) +	H, 26
SMINTHURIDAE	
<i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1867) *	H, 28
<i>Allacma fusca</i> (Linné, 1758) **	H, 28
<i>Caprainea echinata</i> (Stach,1930) ++	C, 63
<i>Sminthurus lesnei</i> Carl, 1925) ++	D, 25
<i>Sminthurus punctatus</i> Lucas, 1846 °°	Luc, 1846
<i>Sminthurus viridis</i> (Linné,1758)*	H, 26 et 28
<i>Sphyrotheca bernardi</i> Delamare, 1953 °°	D.D, 53
<i>Sphyrotheca lubbocki</i> Tullberg, 1872 +	H, 26
SMINTHURIDIDAE	
<i>Sminthurides aquaticus</i> (Bourlet, 1843) *	H, 28
<i>Sminthurides malmgreni</i> (Tullberg, 1876) *	H, 28
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbaueri, 1898) *	C, 63

Liste des abréviations des auteurs:

Ab, Absolon; **C**, Cassagnau; **Chr**, Christiaansen; **D**, Denis; **D.D**, Delamare Deboutville; **H**, Handschin; **J**, Jacquemart; **Luc**, Lucas; **Mur**, Murphey; **Sto**, Stomp; **T**, Thibaud.

- Symboles de répartition biogéographiques:

- (*) : Espèces à large répartition
- (**): Espèces holarctiques
- (+) : Espèces européennes
- (++): Espèces méditerranéennes
- (°°) : Espèces endémiques d'Algérie

De 1846 à 1980, les auteurs énumèrent 103 espèces de Collembolés en Algérie qui se répartissent sur 55 genres appartenant à 13 familles des 4 ordres des Collembolés :

- a- **Ordre des PODUROMORPHA:** 4 familles
 - PODURIDAE : 1 espèce
 - HYPOGASTRURIDAE: 7 genres ; 14 espèces
 - NEANURIDAE: 10 genres ; 12 espèces
 - ONYCHIURIDAE : 7 genres ; 11 espèces

- b- **Ordre des ENTOMOBRYOMORPHA:** 5 familles
 - ISOTOMIDAE : 11 genres et 21 espèces
 - ENTOMOBRYIDAE: 6 genres et 22 espèces
 - TOMOCERIDAE: 1 espèce
 - CYPHODERIDAE: 1 genre; 4 espèces
 - ONCOPODURIDAE: 1genre; 2 espèces

- c- **Ordre des NEELIPLEONA:** 1 famille
 - NEELIDAE: 1espèce

- d- **Ordre des SYMPHYPLEONA:** 3 familles
 - DICYRTOMIDAE : 2 genres ; 3 espèces
 - SMINTHURIDAE: 5 genres ; 8 espèces
 - SMINTHURIDIDAE: 2 genres ; 3 espèces

Du point de vue systématique, les données du tableau précédent montrent que la diversité de la faune algérienne des Collemboles est très réduite (103 espèces signalées appartenant à 13 familles et 55 genres) et ne représente certainement pas l'immensité du pays et la diversité de ses biotopes. Aucune étude taxonomique récente basée sur les nouveaux caractères taxonomiques moderne n'existe en Algérie. Cette faune est insignifiante comparée à 8128 espèces, 621 genres et 45 familles et sous-familles recensés dans le monde.

Le dernier travail d'envergure est celui réalisé par Hamra-Kroua en 2005, c'est une étude d'une grande valeur systématique et écologique. L'auteur donne une liste de 113 espèces dont 56 sont nouvelles, 49 parmi elles sont nouvelles pour l'Afrique du Nord. Les résultats obtenus par l'auteur révèlent une diversité exceptionnelle de la famille des Neanuridae rencontrés au massif de l'Edough où le genre Friesea (sous famille des Frieseinae) est représenté par 11 espèces dont 2 sont nouvelles pour la science ; *Friesea laouina* (Deharveng et Hamra-Kroua, 2004), *Friesea major* (Hamra-Kroua, Jordana & Deharveng 2009). Un nouveau genre appartenant à la sous famille des Neanurinae: *Edoughnura rara* (Deharveng, Hamra Kroua & Bedos, 2009), aussi un Entomobryidae: *Entomobrya numidica* (Baquero, Hamra Kroua & Jordana, 2009) ainsi que la redescription de *Isotominella geophila*.

Tableau 4 : Liste d'espèces de collemboles du Nord-est algérien selon Hamra Kroua (2005)

Familles et espèces
I.- PODUROMORPHA
1.- Hypogastruridae
1. <i>Acherontiella bougisi</i>
2. <i>Ceratophysella denticulata</i>
3. <i>Ceratophysella cf. denticulata</i>
4. <i>Ceratophysella gibbosa</i>
5. <i>Ceratophysella tergilobata</i>
6. <i>Hypogastrura affinis</i>
7. <i>Hypogastrura vernalis</i>
8. <i>Mucrella acuminata</i>
9. <i>Xenylla brevisimilis mediterranea</i>
10. <i>Xenylla sp.</i>
11. <i>Xenyllogastrura afurcata</i>
12. <i>Xenyllogastrura sp.</i>
13. <i>Willemia intermedia</i>
14. <i>Microgastrura minutissima</i>
2.- Odontellidae
15. <i>Axenyllodes bayeri</i>
16. <i>Xenyllodes armatus</i>
17. <i>Superodontella lamellifera</i>
18. <i>Superodontella vallvidrerensis subalpina</i>
19. <i>Superodontella vallvidrerensis vallvidrerensis</i>
3. -Brachystomellidae
20. <i>Brachystomella curvula</i>
21. <i>Brachystomella parvula</i>
22. <i>Brachystomella sp.</i>
4. - Neanuridae
a.- Sous-famille : Frieseinae
23. <i>Friesea albida</i>
24. <i>Friesea ladeiroi</i>
25. <i>Friesea laouina</i>
26. <i>Friesea oligorhopala</i>
27. <i>Friesea mirabilis</i>
28. <i>Friesea cf. steineri</i>
29. <i>Friesea cf. truncata</i>
30. <i>Friesea cf. mirabilis</i>

31. <i>Friesea</i> sp1
32. <i>Friesea</i> sp2.
33. <i>Friesea</i> sp3.
b.- Sous-famille : Neanurinae
34. <i>Bilobella aurantiaca</i>
35. <i>Bilobella braunerae</i>
36. <i>Deutonura</i> n.
37. <i>Deutonura deficiens meridionalis</i>
38. <i>Endonura</i> sp.
39. <i>Girkanura</i> sp.
40. <i>Protonura</i> cf. <i>monticelli</i>
41. <i>Protonura</i> cf. <i>pseudomuscorum</i>
c.- Sous-famille : Pseudachorutinae
42. <i>Pseudachorutes</i> sp.
43. <i>Pseudachorudina meridionalis</i>
44. <i>Pseudachorutes</i> cf. <i>subcrassus</i>
45. <i>Pseudachorutes parvulus</i>
46. <i>Pseudachorutella asigillata</i>
47. <i>Pratanurida boernerii</i>
48. <i>Micranurida pygmaea</i>
5.- Onychiuridae
49. <i>Protaphorura armata</i>
50. <i>Protaphorura</i> sp. gr. <i>Armata</i>
51. <i>Mesaphorura critica</i>
52. <i>Mesaphorura italica</i>
53. <i>Mesaphorura macrochaeta</i>
54. <i>Mesaphorura pacifica</i>
55. <i>Mesaphorura</i> sp.
56. <i>Doutnacia xerophila</i>
57. <i>Onychiurus</i> sp.
II.- ENTOMOBRYOMORPHA
6.- Isotomidae
58. <i>Desoria olivacea</i>
59. <i>Cryptopygus bipunctatus</i>
60. <i>Cryptopygus thermophilus</i>
61. <i>Cryptopygus</i> sp.
62. <i>Folsomia candida</i>
63. <i>Folsomia trisetata</i>
64. <i>Folsomia fimetaria</i>

65. <i>Folsomia</i> sp.
66. <i>Folsomides parvulus</i>
67. <i>Isotomiella minor</i>
68. <i>Isotomurus maculatus</i>
69. <i>Isotomurus</i> gr. <i>balteatus</i>
70. <i>Isotomurus</i> cf. <i>fucicolus</i>
71. <i>Isotomurus</i> cf. <i>unifasciatus</i>
72. <i>Isotomurus palustris</i>
73. <i>Parisotoma notabilis</i>
74. <i>Proisotoma minuta</i>
75. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i>
76. <i>Proctostephanus</i> sp.
77. <i>Pseudanurophorus isotoma</i>
78. <i>Tetracanthella pilosa</i>
79. <i>Tetracanthella</i> sp.
7.- Entomobryidae
80. <i>Entomobrya albocincta</i>
81. <i>Entomobrya lanuginosa</i>
82. <i>Entomobrya</i> sp.
83. <i>Heteromurus major</i>
84. <i>Heteromurus nitidus</i>
85. <i>Lepidocyrtus curvicollis</i>
86. <i>Lepidocyrtus fimetarius</i>
87. <i>Lepidocyrtus ruber</i>
88. <i>Lepidocyrtus</i> cf. <i>flexicollis</i>
89. <i>Orchesella cincta</i>
90. <i>Orchesella</i> cf. <i>quinguefasciata</i>
91. <i>Pseudosinella alba</i>
92. <i>Pseudosinella albida</i>
93. <i>Pseudosinella octopunctata</i>
94. <i>Pseudosinella</i> sp.
95. <i>Seira</i> sp.
96. <i>Willowsia</i> sp.
8. Cyphoderidae
97. <i>Cyphoderus</i> sp.
9.- Oncopoduridae
98. <i>Oncopodura crassicornis</i>
III. SYMPHYPLEONA
10.- Arrhopalitidae

99. <i>Arrhopalites subbifidus</i>
11.- Dicyrtomidae
100. <i>Dicyrtomina saundersi</i>
101. <i>Dicyrtomina ornata</i>
12.- Katiannidae
102. <i>Sminthurinus aureus</i>
103. <i>Sminthurinus elegans</i>
104. <i>Sminthurinus niger</i>
105. <i>Sminthurinus</i> sp.
13.- Sminthurididae
106. <i>Sphaeridia pumilis</i>
107. <i>Sminthurides aquaticus</i>
14.- Sminthuridae
a.- Sous-famille : Sminthurinae
108. <i>Caprainea bremondi</i>
109. <i>Caprainea marginata</i>
110. <i>Sminthurus viridis</i>
IV.- NEELIPLEONA
15.- Neelidae
111. <i>Megalothorax minimus</i>
112. <i>Neelus murinus</i>
113. <i>Neelus</i> sp.

Tableau 5: Mise à jour de l'inventaire des collemboles reconnues signalées en Algérie entre 1999-2009 par Hamra-Kroua (2010).

Familles et espèces	Statut
1. ORDRE PODUROMORPHA (Börner, 1913)	
Famille des Hypogastruridae (Börner, 1906)	
1. <i>Acherontiella bouguisi</i> (Cassagnau et Delam., 1955)	°
2. <i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall, 1941)	°
3. <i>Ceratophysella cf. denticulata</i>	?
4. <i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1941)	*
5. <i>Ceratophysella tergilobata</i> (Cassagnau, 1954)	°
6. <i>Hypogastrura affinis</i> (Lucas, 1846)	*,+
7. <i>Hypogastrura vernalis</i> (Carl, 1901)	*,+
8. <i>Mucrella acuminata</i> (Cassagnau, 1952)	*,+
9. <i>Xenylla brevisimilis mediterranea</i> (Gama, 1964)	*
10. <i>Xenylla maritima</i> (Tullberge, 1869)	*,+
11. <i>Xenyllagastrura afurcata</i> (Deharveng et Gers, 1979)	*,+
12. <i>Willemia intermedia</i> (Mills, 1934)	*,+
13. <i>Microgastrura minutissima</i> (Mills, 1934)	*,+
Famille des Odontellidae (Deharveng, 1982)	
14. <i>Axenyllodes bayeri</i> (Kseneman, 1935)	*
15. <i>Xenyllodes armatus</i> (Axelson, 1903)	*,+
16. <i>Superodontella lamellifera</i> (Axelson, 1903)	°
17. <i>Superodontella vallvidrerensis subalpina</i> (Arbea 1990)	*,+
18. <i>Superodontella vallvidrerensis vallvidrerensis</i> (Selga 1966)	*,+
Famille des Brachystomellidae (Stach, 1949)	
19. <i>Brachystomella curvula</i> (Gisin, 1948)	*,+
20. <i>Brachystomella parvula</i> (Schaffer, 1816)	°
Famille des Neanuridae (Cassagnau, 1955)	
a. Sous-famille : Frieseinae (Massoud, 1967)	
21. <i>Friesea albida</i> (Arbea et Jordana, 1993)	*,+
22. <i>Friesea ladeiroi</i> (Gama, 1959)	*,+
23. <i>Friesea laouina</i> (Deharveng et Hamra-Kroua, 2004)	n.sp.
24. <i>Friesea oligorhopala</i> (Caroli, 1914)	°
25. <i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg, 1871)	*,+
26. <i>Friesea cf. steineri</i>	?
27. <i>Friesea cf. truncata</i>	?
28. <i>Friesea cf. mirabilis</i>	?
29. <i>Friesea major</i> (Hamra-Kroua, Jordana et Deharveng, 2009)	n.sp.
b. Sous-famille : Neanurinae (Börner, 1901)	
30. <i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912)	°
31. <i>Bilobella braunerae</i> (Deharveng, 1983)	*,+
32. <i>Deutonura sp.</i> (Deharveng, Hamra-Kroua et Jordana 2009)	(n.sp.).
33. <i>Deutonura deficiens meridionalis</i> (Deharveng, 1979)	*,+

34. <i>Edoughnura rara</i> (Deharveng, Hamra-Kroua et Bedos, 2007)	(n.g, n.sp.)
35. <i>Protanura monticelli</i> (Caroli, 1910)	(*,+)
36. <i>Protanura pseudomuscorum</i> (Borner, 1903)	(*,+)
37. <i>Neanura muscorum</i> (MacGillivray, 1893)	(*,+)
38. <i>Pseudachorudina meridionalis</i> (Bonet, 1929)	°
39. <i>Pseudachorutes cf. subcrassus</i> (Tullberg, 1871)	?
40. <i>Pseudachorutes parvulus</i> (Borner, 1901)	°
41. <i>Pseudachorutella asigillata</i> (Borner, 1901)	*,+
42. <i>Pratanurida boernerii</i> (Schott, 1902)	*,+
43. <i>Micranurida pygmaea</i> (Borner, 1901)	*
Famille des Onychiuridae (Börner, 1913)	
44. <i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	°
45. <i>Protaphorura sp.gr. armata</i>	?
46. <i>Mesaphorura critica</i> (Ellis, 1976)	*
47. <i>Mesaphorura italica</i> (Rusek, 1971)	*,+
48. <i>Mesaphorura macrochaeta</i> (Rusek, 1976)	*,+
49. <i>Mesaphorura pacifica</i> (Rusek, 1976)	*,+
50. <i>Doutnacia xerophila</i> (Rusek, 1974)	*,+
2. ORDRE ENTOMOBRYOMORPHA (Börner, 1913)	
Famille des Isotomidae (Börner, 1913)	
51. <i>Desoria olivacea</i> (Tullberg, 1871)	°
52. <i>Cryptopygus bipunctatus</i> (Axelson, 1903)	°
53. <i>Hemisotoma thermophilus</i> (=thermophila) Axelson, 1900	°
54. <i>Isotominella geophila</i> (Jordana, Hamra-Kroua et Baquero, 2009)	(n.sp.).
55. <i>Folsomia candida</i> (Willem, 1902)	*
56. <i>Folsomia trisetata</i> (Jordana et Ardanaz, 1981)	*,+
57. <i>Folsomia fimetaria</i> (Linnaeus, 1758)	*,+
58. <i>Folsomides parvulus</i> (Stach, 1922)	?
59. <i>Isotomiella minor</i> (Schaffer, 1896)	*
60. <i>Isotomurus maculatus</i> (Schaffer, 1896)	*,+
61. <i>Isotomurus gr. Balteatus</i>	*,+
62. <i>Isotomurus cf. fucicolus</i>	*,+
63. <i>Isotomurus cf. unifasciatus</i>	*,+
64. <i>Isotomurus palustris</i> (Muller, 1776)	°
65. <i>Parisotoma notabilis</i> (Schaffer, 1896)	*,+
66. <i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	°
67. <i>Proctostephanus sanctiaugustini</i> (Cassagnau, 1963)	°
68. <i>Pseudanurophorus isotoma</i> (Borner, 1903)	°
69. <i>Tetracanthella pilosa</i> (Schott, 1891)	*,+
70. <i>Uzelia setifera</i> (Absolon, 1901)	(*,+)
Famille des Entomobryidae (Tömösvary, 1882)	
71. <i>Entomobrya albocincta</i> (Templeton, 1835)	*,+
72. <i>Entomobrya lanuginosa</i> (Nicolet, 1841)	*,+
73. <i>Entomobrya numidica</i> (Baquero, Hamra-Kroua et Jordana, 2009)	(n.sp.).
74. <i>Heteromurus major</i> (Moniez, 1889)	*
75. <i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	
76. <i>Lepidocyrtus curvicollis</i> (Bourlet, 1839)	°

77. <i>Lepidocyrtus fimetarius</i> (Gisin, 1964)	*,+
78. <i>Lepidocyrtus ruber</i> (Schott, 1902)	*,+
79. <i>Lepidocyrtus cf. flexicollis</i>	*,+
80. <i>Lepidocyrtus tellecheae</i> (Arbea et Jordana, 1990)	(*,+)
81. <i>Orchesella cincta</i> (Linnaeus, 1758)	°
82. <i>Orchesella cf. quinquefasciata</i>	*
83. <i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	*,+
84. <i>Pseudosinella albida</i> (Stach, 1930)	*,+
85. <i>Pseudosinella octopunctata</i> (Börner, 1901)	*,+
86. <i>Seira punica</i> (Jacquemart, 1974)	(*,+)
87.	
Famille des Cyphoderidae (Börner, 1913)	
87. <i>Cyphoderus yugoslavicus</i> (Denis, 1933)	(*,+)
Famille des Oncopoduridae (Carl & Lebedinsky, 1905)	
88. <i>Oncopodura crassicornis</i> (Shoebbotham, 1911)	°
Famille des Tomoceridae (Schäffer, 1896)	
89. <i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg, 1871)	(*,+)
3. ORDRE SYMPHYPLEONA (Börner, 1901)	
Famille des Arrhopalitidae (Richards, 1968)	
90. <i>Arrhopalites subbifidus</i> (Trave, Gadea et Delamare, 1954)	*,+
Famille des Dicyrtomidae (Börner, 1906)	
91. <i>Dicyrtomina saundersi</i> (Lubbock, 1862)	*,+
92. <i>Dicyrtomina ornata</i> (Nicolet, 1842)	°
Famille des Katiannidae (Börner, 1913)	
93. <i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1862)	*,+
94. <i>Sminthurinus elegans</i> (Fitsch, 1863)	*,+
95. <i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868)	°
Famille des Sminthurididae (Börner, 1906)	
96. <i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	°
97. <i>Sminthurides aquaticus</i> (Bourlet, 1843)	
Famille des Sminthuridae (Lubbock, 1862)	
Sous-famille : Sminthurinae	
98. <i>Caprainea bremondi</i> (Delamare et Bassot, 1957)	*,+
99. <i>Caprainea marginata</i> (Schott, 1893)	°
100. <i>Sminthurus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	*,+
101. <i>Lipothrix bernardi</i> (Delamare Deboutteville, 1954)	(*,+)
4. ORDRE NEELIPLEONA (Folsom, 1896)	
Famille des Neelidae (Folsom, 1896)	
102. <i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900	°
103. <i>Neelus murinus</i> (Folsom, 1896)	*

°: connues d'Algérie? Indéterminée, n.g: nouveau genre, *: nouvelle pour l'Algérie;

+: nouvelle pour l'Afrique du Nord; n.sp: nouvelle pour la science; (): trouvée après 2005.

*** Ordre des Poduromorpha:** 50 espèces appartenant à 27 genres et 5 familles

- Hypogastruridae: 8 genres et 13 espèces
- Odontellidae : 3 genres et 5 espèces
- Brachystomellidae: 1 genre et 2 espèces
- Neanuridae : 12 genres et 23 espèces
- Onychiuridae: 3 genres et 7 espèces

*** Ordre des Entomobryomorpha:** 39 espèces appartenant à 22 genres et 5 familles

- Isotomidae : 13 genres et 20 espèces
- Entomobryidae : 6 genres et 16 espèces
- Cyphoderidae: 1 espèce
- Oncopoduridae: 1 espèce
- Tomoceridae: 1 espèce

*** Ordre des Symphypleona :** 12 espèces appartenant à 8 genres et 5 familles

- Arrhopalitidae: 1 espèce
- Dicyrtomidae: 1 genre et 2 espèces
- Katiannidae: 1 genre et 3 espèces
- Sminthuridae: 2 genres et 2 espèces
- Sminthuridae: 3 genres et 4 espèces

*** Ordre des Neelipleona:** 2 espèces appartenant à 2 genres

- Neelidae : 2 genres et 2 espèces

En 2006, Ait Mouloud s'intéresse particulièrement aux collembolés des tourbières de Kabylie. L'auteur signale la présence de 68 taxons parmi lesquels quatre nouveaux genres et 3 espèces sont cités pour la première fois en Algérie. (Tableau 6).

Tableau 6 : Liste d'espèces des collembolés reconnues signalées par Ait mouloud (2006) dans la région de Tizi Ouzou (Kabylie).

Familles et espèces	Statut
I.- PODUROMORPHA (Börner, 1913)	
1.- Hypogastruridae (Börner 1913)	
1. <i>Ceratophysella cf. denticulata</i>	?
2. <i>Ceratophysella gr. armata</i>	?
2. -Brachystomellidae (Stach, 1949)	
3. <i>Brachystomella parvula</i> (Schaffer, 1816)	°
3. - Neanuridae sensu (Cassagnau, 1955)	
a.- Sous-famille : Frieseinae (Massoud, 1967)	
4. <i>Friesea montechristii</i> (Dallai, 1969)	°
b.- Sous-famille : Neanurinae (Börner, 1901)	

5. <i>Bilobella aurantiaca</i> (Caroli, 1912)	◦
6. <i>Endonura gladiolifer</i> (Cassagnau, 1954)	◦
c.-Sous-famille: Pseudachorutinae (Börner, 1906)	
7. <i>Micranurida cf. candida</i>	?
4.- Onychiuridae (Börner, 1913)	
8. <i>Protaphorura gr. armata</i>	?
II.- ENTOMOBRYOMORPHA (Börner, 1913)	
5.- Isotomidae (Börner, 1913)	
9. <i>Cryptopygus thermophilus</i> (Axelson, 1900)	◦
10. <i>Folsomia kerni</i> (Gisin, 1948)	◦
11. <i>Folsomia penicula</i> (Bagnal, 1939)	◦
12. <i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg, 1871)	◦
13. <i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900)	◦
14. <i>Isotoma viridis</i> (Bourlet, 1839)	◦
15. <i>Isotomiella minor</i> (Schaffer, 1896)	◦
16. <i>Isotomurus cf. unifasciatus</i>	?
17. <i>Isotomurus palustris</i> (Muller, 1776)	◦
18. <i>Parisotoma notabilis</i> (Schaffer, 1896)	◦
19. <i>Proisotoma minuta</i> ((Tullberg, 1871)	◦
20. <i>Proisotoma ripicola</i> (Linnaniemi, 1912)	◦
6.- Entomobryidae (Tömösvary, 1882)	
21. <i>Entomobrya atrocincta</i> (Schoett, 1896)	◦
22. <i>Entomobrya lanuginosa</i> (Nicolet, 1842)	◦
23. <i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)	◦
24. <i>Entomobrya quinquelineata</i> (Börner, 1901)	◦
25. <i>Heteromurus cf. major</i>	?
26. <i>Heteromurus cf. nitidus</i>	?
27. <i>Lepidocyrtus cf. flexicollis</i>	?
28. <i>Lepidocyrtus cyaneus</i> (Tullberg, 1871)	◦
29. <i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788)	◦
30. <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1781)	◦
31. <i>Orchesella cf. ionescoi</i>	?
32. <i>Orchesella cincta</i> (Linnaeus, 1758)	◦
33. <i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842)	◦
III. SYMPHYPLEONA	
7.- Arrhopalitidae (Richards, 1968)	
34. <i>Arrhopalites acanthophthalmus</i> (Gisin, 1958)	*
8.- Dicyrtomidae (Börner, 1906)	
35. <i>Dicyrtomina saundersi</i> (Lubbock, 1862)	◦

9.- Katiannidae (Börner, 1913)	
36. <i>Sminthurinus elegans</i> (Fitsch, 1862)	°
37. <i>Sminthurinus niger</i> (Lubbock, 1868)	°
38. <i>Sminthurinus signatus</i> (Krausbauer, 1898)	°
10.- Sminthurididae (Börner, 1906)	
39. <i>Boernerides hystrix</i> (Börner, 1903)	*
40. <i>Sminthurides aquaticus</i> (Bourlet, 1841)	°
41. <i>Sminthurides malmgreni</i> (Tullberg, 1876)	°
42. <i>Sminthurides schoetti</i> (Axelson, 1903)	°
43. <i>Sminthurides signatus</i> (Krausbauer, 1898)	°
44. <i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	°
11.- Sminthuridae (Börner, 1913)	
a.- Sous-famille : Sminthurinae (Betsch, 1980)	
45. <i>Sminthurus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	°
IV.- NEELIPLEONA (Folsom, 1896)	
12.- Neelidae (Folsom, 1896)	
46. <i>Megalothorax minimus</i> (Willem, 1900)	°

°: connues d'Algérie , ? : Indéterminée, *: nouvelle pour l'Algérie.

CHAPITRE II : PRESENTATION DES LOCALITES D'ETUDE ET METHODOLOGIE

1.-Caractéristiques générales des localités d'étude

Le présent travail est réalisé dans cinq stations du Nord-est algérien appartenant à des étages bioclimatiques différents. Les localités suivantes ont été prospectées au cours des années 2010 à 2013 : L'Edough (Annaba), Ouled Habeba, Azzaba (Skikda), Djebel Taya (Guelma), et Béni Haroun (Mila). La majorité des espèces sont récoltées dans le massif de l'Edough, ce qui justifie une description détaillée de ce massif.



Fig. 15: Carte géographique du Nord-est algérie et position des localités de récolte

1.1- Le massif de l'Edough

1.1.1-Géologie générale

Le massif de l'Edough est situé à l'Ouest de la ville d'Annaba. Latitude $36^{\circ} 90'$ Nord, longitude : $07^{\circ} 65'$ Est.

L'Edough est un massif cristallophyllien fait partie du socle kabyle, séparé du massif de Collo par charriage il y a plus de 16 millions d'années. L'Edough culmine à plus de 1008 m d'altitude. Il se situe au nord-est du Tell oriental. La chaîne montagneuse s'étend de

la presqu'île du Cap de Garde jusqu'au massif du Cap de Fer. L'Edough est un massif cristallin qui appartient aux plis numidiques d'Afrique du Nord. Il est orienté Nord-Est-Sud-Ouest, sur une longueur de 50 kilomètres, 8 kilomètres de large environ, constitué :

- une plaine alluviale orientée approximativement Ouest Est, enchâssée dans le système orographique constitué par la 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.

Cette partie du pays a fait l'objet de nombreux travaux, nous citons le travail de Joleaud (1936) cité par Djouadi & Khorief (2000) 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 (le crétacé), du tertiaire (le nummulitique et le néocène), le quaternaire est représenté par le pliocène et le holocène.

Sur le plan géologique, le massif de l'Edough se caractérise particulièrement par des terrains métamorphiques où dominant les gneiss glanduleux, le gneiss schisteux, des micaschistes grenatifères et des gneiss feuilletés. Cette série cristallophyllienne remonte au paléozoïque, elle est antérieure à l'éocène supérieur.

1.1.2- Le couvert végétal

Sur le versant Nord du massif de l'Edough, à partir de 0 mètre jusqu'à 200 mètres d'altitude, le *Quercus coccifera* occupe les formations dunaires (Cordon dunaire) juxta littorale.

- l'espace compris entre 200 et 700 mètres. est dominé par un maquis haut constitué essentiellement par le *Quercus suber*.

- A partir de 700 mètres et jusqu'au sommet, on rencontre une forêt de chêne zen (*Quercus faginea ssp. Mirbeckii*). Il forme des peuplements denses où les arbres peuvent atteindre 30 mètres de hauteur avec un tronc bien droit qui peut parfois mesurer plus d'un mètre de diamètre. C'est une essence exigeante en humidité et qui trouve son épanouissement lorsque la pluviométrie est supérieure à 900 mm / an, c'est-à-dire en altitude là où la moyenne des maxima

lui donne l'avantage par rapport au Chêne liège.

Sur le versant Sud, entre 1000 et 900 m. une forêt dense de chêne zen se cantonne surtout sur les crêtes sommitales.

- Entre 900 et 500 m. on rencontre un maquis haut de chêne liège (*Quercus suber*).
- Entre 500 et 200 m. et sur les deux rives de l'Oued Mafragh, des maquis hauts d'oléolentisque dominant les contres bas des versants et les glacis terrasses des vallées.

Sur le piémont Sud-est du massif de l'Edough-Cap de Garde où la hauteur de la dune ne dépasse pas 10 mètres de haut, *Olea europaea*, mieux attribuée des vents, atteint un développement exubérant, favorise par le débordement des marais de Mekhada (Aouadi, 1989).

Le Chêne zen entretient une ambiance humide dans le sous bois sur un sol de type brun forestier. Le sous bois est constitué de *Cytisus triflorus*, qui domine, de *Crataegus monogyna*, *Rubus hulmifolius*, *Rosa canina*. Dans les sites où l'humidité est quasi-permanente en été, le sous bois contient aussi *Ilex aquifolium*, *Laurus nobilis*, *Viburnum tinus*. Par ailleurs, il existe de nombreux lianescents tel que *Hedera helix*, *Smilax aspera*, entourant les arbres jusqu'à la canopée. L'ambiance humide favorise également le développement de nombreux épiphytes telles que les fougères, les lichens et les mousses.

Enfin, l'aspect particulier de la région réside aussi dans la présence de populations rélictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est soit franchement tropicale soit franchement européenne. Ces populations seraient maintenues depuis au moins le tertiaire grâce à la présence de 25 000 hectares de zones humides combinée à une température moyenne élevée. Juncu (1954) et Joleau (1936) insistent sur le caractère biogéographique particulier de cette région, où des traces de l'ancien climat tropical Nord Africain côtoient une faune et une flore aux affinités autant tropicale qu'européenne.

1.1.3- Le climat

La région appartient à l'étage bioclimatique humide doux à humide frais. , Elle bénéficie d'un climat méditerranéen. Elle est connue par ses longs étés chauds et secs. Les

hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août

1.1.3.1- La température

Nous donnons dans le tableau 7 les valeurs mensuelles des températures à Annaba de 2010 à 2013

Tableau 7: les valeurs mensuelles des températures à Annaba de 2010 à 2013

Année	Mois											
	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2010	11,5	12,5	13,5	15,6	17,8	21,3	25,2	25	22,8	19,3	15,4	12,5
2011	11,3	10,8	12,9	16,3	18,5	21,7	25,3	25,5	23,8	19,6	16,1	12,5
2012	11,3	10,8	13,2	16	18,4	24,1	26,1	27,1	23,5	20,6	16,8	12,5
2013	11,2	9,8	14,1	15,4	17,6	20,7	24,8	25,4	23,1	22,2	15	11,8
Moy	11,3	10,9	13,4	15,8	18	21,9	25,3	25,7	23,3	20,4	15,8	12,3

Les données du tableau 7 sont représentées dans la figure 16

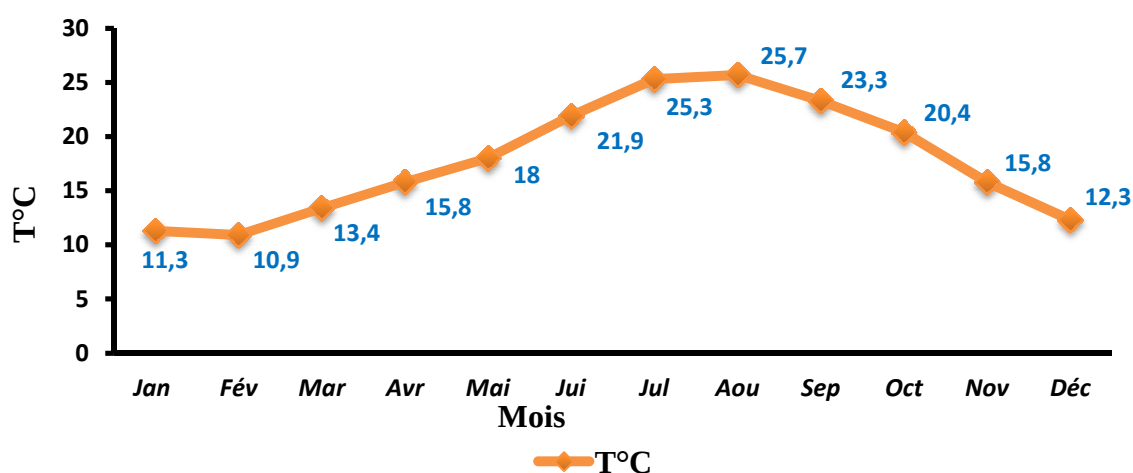


Fig.16 : Variation de la température moyenne mensuelle de 2010 à 2013 à Annaba

Selon le tableau 7, on peut constater que les mois les plus froids correspondent à février avec une température moyenne mensuelle (10.9°C) et janvier avec (11.3°C). Cependant les mois les plus chauds sont : août avec une température moyenne mensuelle (25.7°C), juillet (25.3°C).

La valeur minimale des minima de 2010 à 2013 a été enregistrée au mois de février (4.2°C), dont le jour le plus froid durant la période de notre étude est au mi février 2013 avec (-3°C). Tandis que la valeur maximale des maxima a été enregistrée au mois de juillet avec une moyenne mensuelle de (31,4°C) dont le jour le plus chaud de cette période est au début d'août 2013 avec (41°C).

La région se caractérise par des amplitudes thermiques élevées entre les extrêmes les plus froids "m" et les plus chauds "M". Il peut atteindre (27.2°C).

1.1.3.2- Les précipitations

Nous donnons dans le tableau 8 les valeurs mensuelles des précipitations à Annaba de 2010 à 2013.

Tableau 8: Les valeurs mensuelles des précipitations à Annaba de 2010 à 2013.

	Mois											
Anné	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
2010	89,43	54,87	59,94	31,75	31,25	18,55	00	1,53	27,18	88,9	121,6	43,
2011	55,62	112,53	84,83	57,4	41,65	23,63	3,05	00	37,6	104,4	55,12	86,
2012	34,04	169,4	51,05	50,3	3,31	0,51	1,02	00	53,08	64,27	35,81	69,
2013	115,85	124,98	55,13	47,76	16,77	00	00	21,08	39,38	17,27	231,1	44,
Moy	73,73	115,4	62,74	46,80	23,24	10,67	1,01	5,65	39,31	68,70	110,9	61,

Les données du tableau 8 sont représentées dans la figure 17

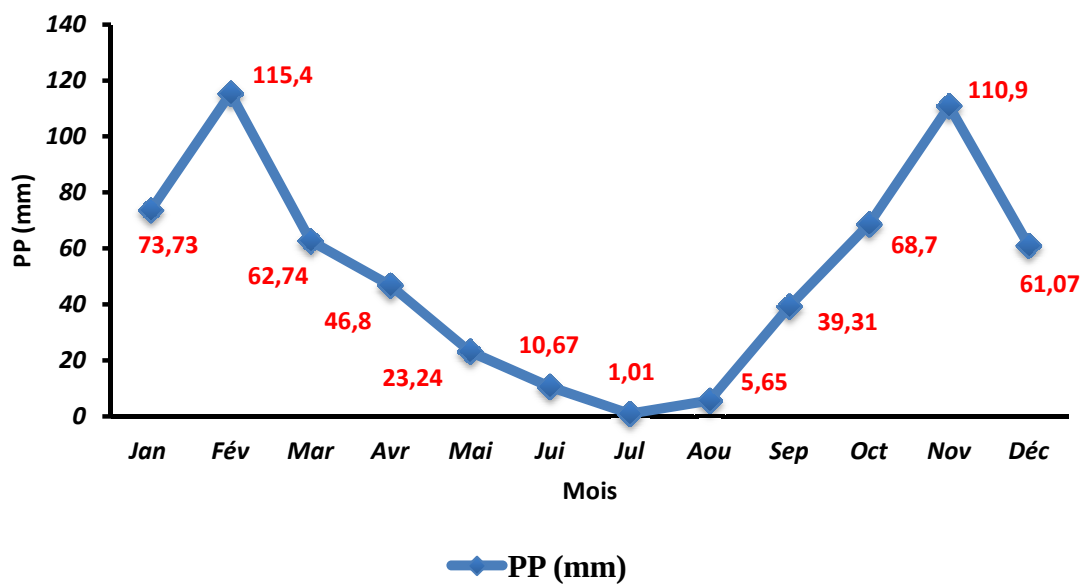


Fig.17 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de 2010 à 2013 pour la région d'Annaba.

La lecture des données pluviométriques mensuelles indique que février représente le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 115.4 mm. Cependant le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne de 1.01 mm. La période de notre travail est caractérisée par un total annuel égal à 619.22 mm.

Nous donnons dans la Figure 18 le diagramme ombrothermique de la wilaya d'Annaba de 2010 à 2013.

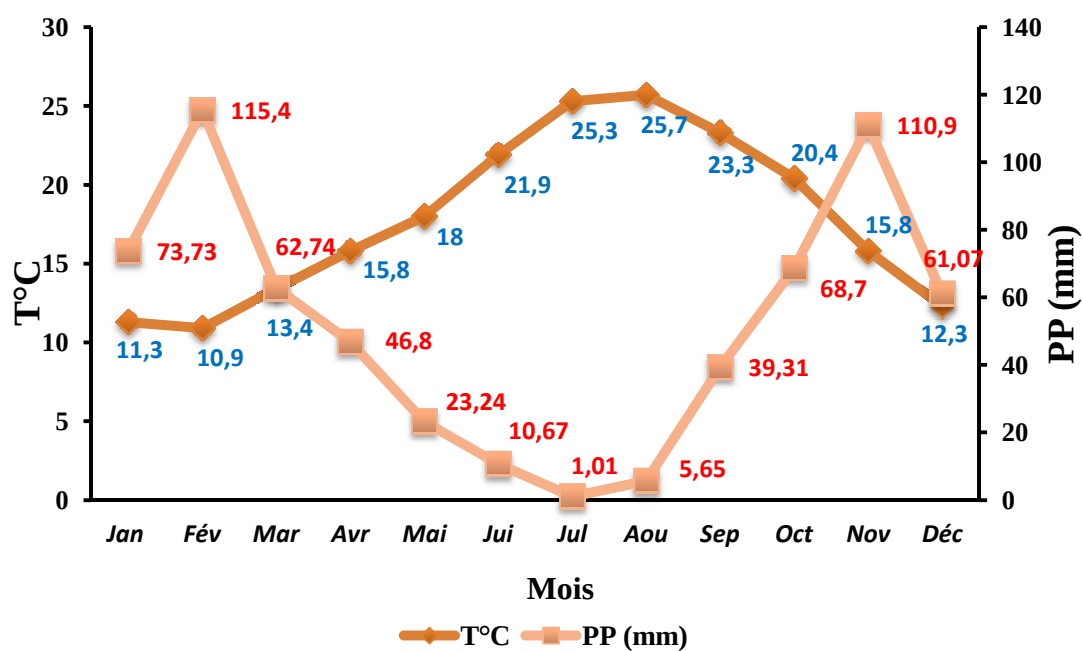


Fig. 18 : Diagramme ombrothermique de la wilaya d'Annaba de 2010 à 2013.

Le diagramme ombrothermique de la région d'Annaba a été fait selon les données du tableau 8. Le diagramme fait ressortir trois périodes distincts : une longue période de sécheresse qui s'étale sur huit mois de mars au mi octobre et deux périodes humides s'étale sur quatre mois. La première période humide commence le début de janvier jusqu'au mois de mars, et une autre période débute du mi octobre jusqu'au fin décembre. (Fig. 17).

1.2- Région de Skikda

1.2.1- Localité Ouled Hebaba (wilaya de Skikda)

Nous donnons dans le tableau 9 les caractéristiques de la localité d'Ouled Habeba. Ouled Habeba se situe au Nord-est de Constantine et au sud de Skikda a une altitude 932 mètres. Elle appartient à l'étage bioclimatique subhumide doux à subhumide frais.

Tableau 9 : Caractéristiques éoclimatiques générales d'Ouled Habeba (Skikda).

Caractéristiques	Biotopes de récolte
Latitude : 36° 48' Nord Longitude : 06° 97' Est Altitude : 932 m	Litières de chêne liège: <i>Quercus suber</i>
Etage bioclimatique : Subhumide doux à subhumide frais. Milieu naturel : Forêt et maquis de Chêne-liège	

1.2.2- Localité d'Azzaba (Wilaya de Skikda)

1.2.3.1- La géologie générale

La région d'Azzaba se situe dans le Nord Est de l'Algérie, elle appartient à la partie orientale de la chaîne Numidique. Au sud-est et à 32 Km du chef-lieu de wilaya de Skikda, elle se trouve à 80 Km au nord-est de Constantine et à 70 Km d'Annaba à une altitude ne dépassant 200m. Notre travail est réalisé à l'intérieure d'un maquis de chêne liège (*Quercus suber*) de l'atlas tellien, nous avons prélevé aussi dans la mousse sur sol et litière lentisque à une altitude de 155 m : Latitude 36° 90' Nord, Longitude 07° 65' Est.

1.2.3.1- Le relief

Le relief de la région est fortement accidenté, les éléments orographiques les plus importants font partie de la chaîne Numidique. Les points les plus élevés se trouvent de part et d'autre de Chabet Lakra et atteignent 464 m au niveau de Kalaat el Atrach et 465 m à Guelaa el Babouri.

1.2.3.2- La végétation

La végétation est de deux types :

- a- forestière en association avec le chêne-liège (sous-bois haut et serré formé de Bruyère, Arbousier, Philaires, Cytises, Genêts, Cistes et Myrte).
- b- Herbacée spontanée et cultivée (céréales et fourragères).

La végétation est très dense avec des buissons qui recouvrent presque la totalité du massif, sauf par endroits où on peut observer des affleurements dénudés.

1.2.3.3- Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est très dense marquant le trait commun des cours d'eau du littoral algérien, avec un écoulement superficiel et de courtes durées dû essentiellement à la période pluvieuse.

L'oued Fendek est le principal cours d'eau de la localité. Il prend sa source dans les contre-forts septentrionaux de la chaîne Numidique. En amont il a une direction subméridienne et en aval dans la dépression d'Azzaba, sa direction est proche de celle d'Oued Saf Saf qui se trouve à l'ouest, (Beloucif, 2007).

Nous donnons dans la Figure 19 le diagramme ombrothermique de la wilaya de Skikda de l'année 2011.

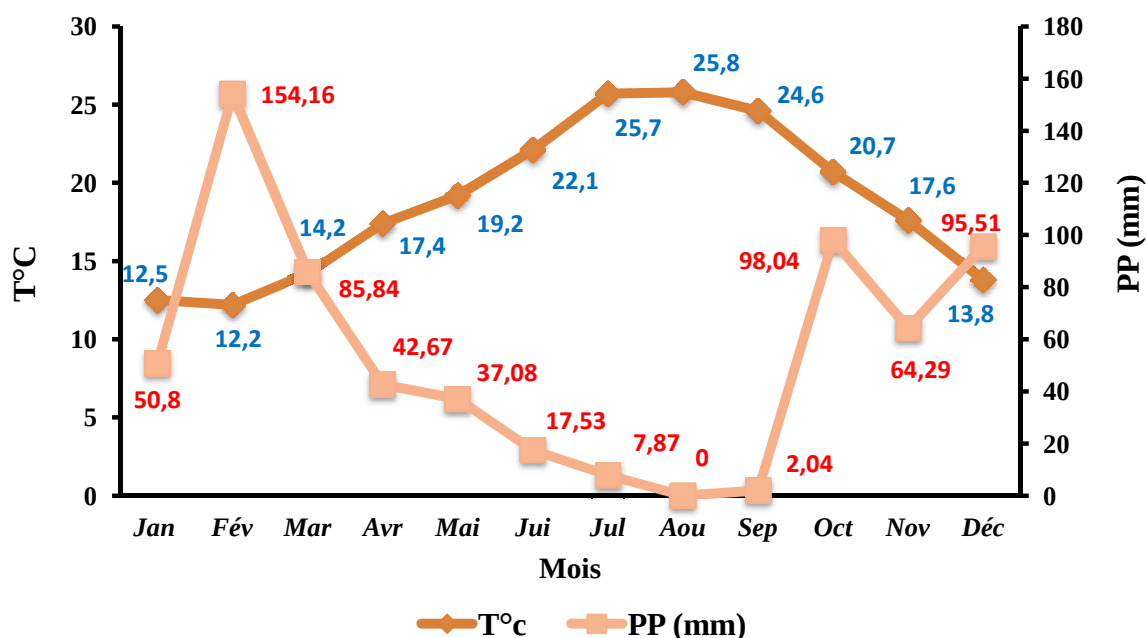


Fig. 19: Diagramme ombrothermique de Skikda de l'année 2011

Le climat de Skikda appartient à l'étage bioclimatique subhumide doux à subhumide frais dans. Pendant l'année 2011, la moyenne mensuelle de la température a été de 12,2 °C pour l'hiver, enregistrée en février et 25,8°C pour l'été, enregistrée mois d'août. La valeur minimale moyenne des minima a été enregistrée au mois de février avec 8,9°C, tandis que la valeur maximale moyenne des maxima a été enregistrée au mois d'août avec 29,3°C, dont le jour le plus chaud où la température atteint 40,9°C au premier jour de septembre. L'amplitude thermique de la région est un peu plus élevée avec une valeur de 20,4°C.

Le mois le plus pluvieux est le mois de février avec 154.16 mm, c'est là où on trouve le jour le plus pluvieux où la précipitation atteint 45,97 mm. Cependant le mois le plus sec est le mois d'août où on note une absence totale de précipitations. La région d'étude se caractérise par une très longue période de sécheresse qui s'étale sur neuf du mois de mars au mois de décembre. Et une courte période humide pour le reste de l'année, soit de janvier à mars. (Fig. 18).

1.3- Région de Guelma

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est de l'Algérie à 537 km de la capitale. Elle est délimitée par les wilayas de Constantine, Skikda, Annaba, El-Taref et Souk Ahras. Elle occupe une position géographique importante et considérée comme le carrefour du nord-est algérien. Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 mètres d'altitude. Le relief de la région de Guelma est très accidenté, entourée de montagnes à forte couverture forestière aux profondes vallées et vastes plaines, offrant ainsi des panoramas fascinants (Maouna, Debagh, Hammam N'Baïl) ce qui lui a valu le nom de la « ville assiette », sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et à son grand barrage.

Notre travail est réalisé dans la région de Taya exactement au mont de Maouna dans forêt de chêne zen: latitude 36° 50' Nord, Longitude 07° 09' Est, à une altitude de 1006 m dominant Guelma et ayant l'apparence d'une femme endormie. Maouna sépare Guelma des ruines d'Anouna, l'ancienne Thibilis. La Maouna présente, du nord au sud, un développement de 24 km sur 10 ou 12 de large ; complètement isolée au nord, elle se rattache, vers le sud-est, aux montagnes jurassiques des "Achaïch".

1.3.1- Le climat

Nous donnons dans le tableau suivant les Caractéristiques écoclimatiques générales de la région de Guelma.

Tableau 10- Caractéristiques écoclimatiques générales de la région de Guelma.

Caractéristiques générales	Biotopes de récolte
Latitude : 36° 50' Nord Longitude : 07°09' Est Altitude : 1006 m	Litières sous chêne zen: <i>Quercus faginea</i> , la mousse sur sol
Etage Bioclimatique : Sub-Humide à hiver froid et à été sec et chaud Milieu naturel : Fôret et maquis de Chêne zen. La mousse sur sol	

La région appartient à l'étage bioclimatique sub-humide.

1.3.1.1- La température

Nous donnons dans le tableau 8 les valeurs mensuelles des précipitations à Annaba de 2010 à 2013.

Tableau 11 : Valeurs des températures moyennes mensuelles de la région de Guelma de 2010 à 2013.

	Mois											
Année	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2010	12	13,4	14,5	18,1	20,8	25,5	30,5	29,6	25,2	21,3	16,1	13,4
2011	11,3	11	14,1	18,7	21,5	25,5	29,9	30,4	26,4	20,5	16,5	12,2
2012	10,5	8,5	14,5	17,4	22,4	29,7	32,5	32,3	26,1	22,3	17,7	12,5
2013	11,1	10,3	15,7	17,8	20,7	25,1	30,1	28,7	25,1	24,4	15,4	11,6
Moy.	11,2	10,8	14,7	18	21,3	26,4	30,7	30,2	25,7	22,1	16,4	12,4

Nous représentons dans la figure 20 la variation des températures mensuelles moyennes pour les années 2010 à 2013.

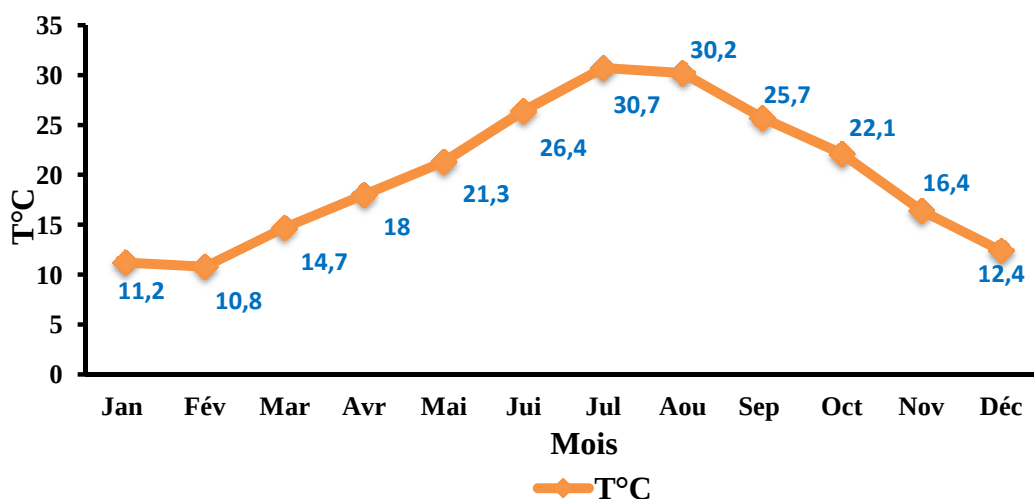


Fig.20 : Variation de la température moyenne mensuelle à Guelma de 2010 à 2013.

Les données du tableau 11 sont représentées dans la figure 20. Il ressort que pour les années 2010 et 2013, février est le mois le plus froid une température moyenne mensuelle de l'ordre de 10,8°C, suivi du mois de janvier avec une température de l'ordre de 11,2°C. Les températures moyennes mensuelles les plus élevées sont enregistrées aux mois de juillet (30,7 °C et (30,2°C) pour le mois d'août. Cependant les mois les plus chauds sont : juillet avec une température moyenne mensuelle (30,7°C), août (30,3°C) (Fig.20).

1.3.1.2- Les précipitations

Nous donnons dans le tableau 8 les valeurs mensuelles des précipitations à Annaba de 2010 à 2013.

Tableau 12: Valeurs mensuelles de précipitations à Guelma de 2010 à 2013.

	Mois											
Année	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
2010	37,09	26,68	59,68	44,7	52,83	23,11	0,51	9,9	23,36	69,59	123,95	46,48
2011	22,86	147,06	78,48	42,92	50,55	40,63	0,76	0	18,8	179,08	38,09	83,03
2012	61,97	142,25	89,15	50,54	4,32	1,27	1,02	0,51	82,03	45,46	34,29	34,03
2013	90,91	98,3	62,73	40,88	13,96	1,02	6,1	43,67	65,02	32,76	120,4	37,34
Moy	53,2	103,6	72,5	44,8	30,4	16,5	2,1	13,5	47,3	81,7	79,2	50,2

Nous représentons dans la figure 21 la variation des précipitations mensuelles moyennes pour les années 2010 à 2013.

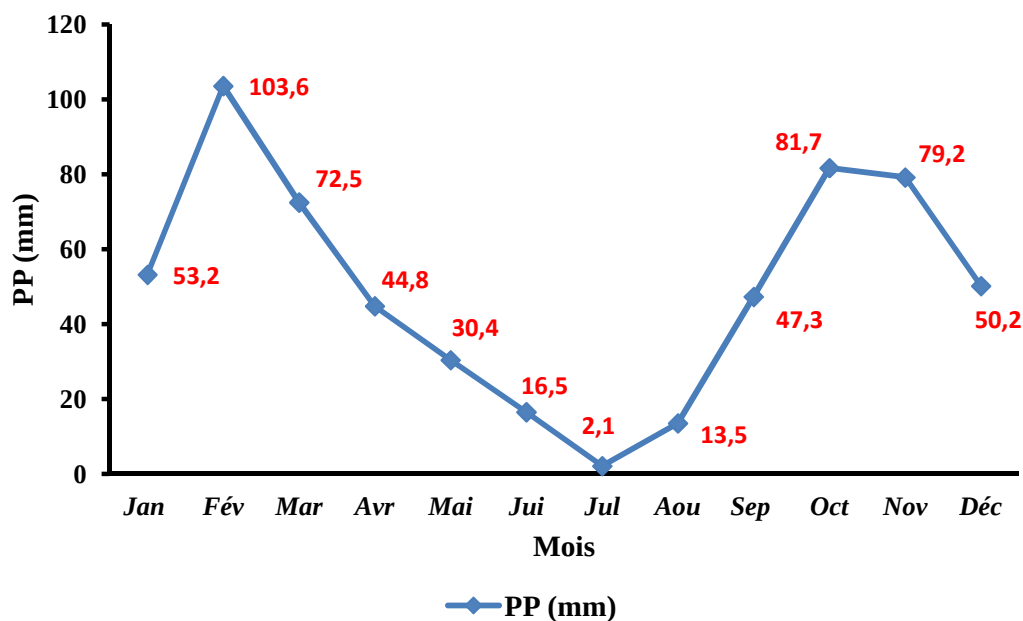


Fig. 21 : Variation mensuelle des précipitations mensuelles de 2010 à 2013 à Guelma

Selon le tableau 12, les valeurs des précipitations entre 2010-2013 n'atteignent que très rarement le zéro, autrement dit que la pluie tombe presque durant toute l'année. C'est au mois de février que l'on enregistre le maximum, soit 103.6 mm. Le mois le plus sec est le mois de juillet avec 2,1 mm (Fig.21). Nous donnons dans la figure 22 le diagramme ombrothermique de la wilaya de Guelma de l'année 2010.

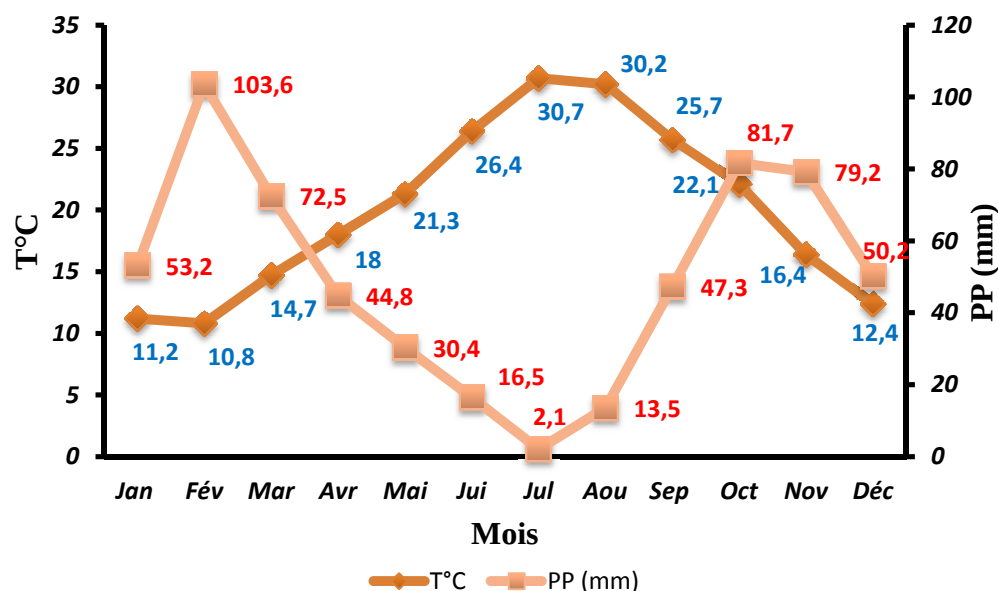


Fig. 22: Diagramme ombrothermique de Guelma de l'année 2010

Le diagramme ombrothermique obtenus pour l'année 2010 de Guelma nous a permis d'obtenir trois périodes : deux périodes humides, la première débute de le mois de janvier jusqu'au mi mars et la deuxième période sèche longue s'étale sur sept mois de mi mars jusqu'au mois d'octobre. Une courte période humide s'étale sur trois mois d'octobre au mois de décembre (Fig.22).

1.4- La région de Béni Haroun (Mila)

La wilaya de Mila est située dans le Nord-Est Algérien à 464 m d'altitude, et à 33 Km de la mer méditerranée, elle est limitrophe au Nord des wilayates de Jijel et Skikda, à l'est par la wilaya de Constantine, à l'ouest par la wilaya de Sétif et enfin au sud par les wilayates de Batna et Oum el bouaghi.

La wilaya abrite le plus grand barrage d'eau au niveau national barrage de Béni-Haroun qui alimente une grande partie de l'Est Algérien (quatre wilayas) avec de l'eau potable et de l'eau d'irrigation.

Notre travail a été réalisé dans un maquis de *Ceratonia silliqua*, *Quercus suber* et litière lentisque dans la région de Béni Haroun à une altitude de 139 mètres : latitude 36° 36' Nord, Longitude 06° 16' Est. La région prospectée appartient à l'étage bioclimatique subhumide.

2- Méthode d'échantillonnage

Le présent travail est réalisé durant la période de 2010 à 2013 dans six stations du Nord-est algérien appartenant à deux étages bioclimatiques différents: l'Edough à Annaba dans l'humide, Ouled Habeba et Azzaba (Skikda), Taya à Guelma, Béni Haroun dans l'étage subhumide, il a pour but de réactualiser nos connaissances sur la biodiversité de la faune collemboologique du Nord-est algérien dont l'objectif est de dresser un inventaire et une étude écologique qui à pour objectifs d'étudier la structure du peuplement des Collembolés et de suivre la variation mensuelle en fonction des facteurs climatiques (température et précipitation).

Aucune méthode ne permet la détermination du nombre de prélèvement, celui-ci 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 et Vannier, 1969) cité par (Hamra Kroua, 2005). Vannier cité par Pesson (1971) préfère un grand nombre de petits échantillons qui permettent de prospecter au moins 10 % de l'aire d'étude. La présente étude a pour objet d'établir un inventaire faunistique du total collembole vivant dans différentes litières forestières.

L'échantillonnage se fait d'une manière aléatoire pendant la période humide entre le mois d'Octobre et Avril durant trois ans (2010 – 2013). L'échantillon est un volume de sol de 200 cm³ de litière, soit l'équivalent d'une surface de 20 cm² environ. Nous avons prélevé dans différents biotope (litière sous bois ; lentisque et myrte, mousse, litière chêne liège et chêne zen, litière ceratonia). La litière est prélevée à la main. Seule la couche humide est prélevée. Les échantillons prélevés sont mis dans des boîtes en plastiques bien fermées pour éviter l'évaporation.

3-Extraction des Collemboles

Les échantillons récoltés sont analysées au niveau du laboratoire de biosystématique et écologie des Arthropodes.

L'extraction des Collemboles consiste à séparer ces derniers de leur substrat. Il existe plusieurs méthodes pour extraire les Collemboles des échantillons, dont trois sont utilisées : Extraction par voie sèche, extraction par lavage et extraction par film graisseux de Aucamp, (Pesson, 1971) ; (Cancela da Fonseca et Vannier, 1969) cité par Hamra Kroua, 2005.

La méthode la plus utilisée est celle connue sous le nom de : "**Extraction par voie sèche**", appelée aussi méthode de **Berlese-Tullgren**. C'est une méthode sélective ou dynamique, par laquelle les Microarthropodes (Acariens, Collemboles et autres Arthropodes) sont récoltés sans l'intervention d'un opérateur. Cette méthode a été utilisée par Hamra-Kroua (2005) et a donné un rendement satisfaisant.

3.1- Principe de la technique

La technique consiste à modifier les conditions de vie par l'utilisation d'agents thermodynamiques : l'éclairement, l'élévation de la température et le dessèchement. Les animaux grâce à leur tactisme quittent l'échantillon pour être récoltés intacts.

3.2- L'extraction des Collemboles (Fig.23).

- Sur un entonnoir en plastique d'environ 25 cm d'ouverture, on place une cuvette en toile métallique à maille de 1 à 4 mm, sur laquelle on dispose l'échantillon de sol ou de litière. Un tube de récolte renfermant de l'alcool éthylique à 70° ferme la base de l'entonnoir.
- L'échantillon est desséché progressivement au moyen d'une lampe à filament d'une puissance de 25 ou 40 watts, située au moins à 25 cm au dessus du tamis.
- Les Collemboles, fuyant la sécheresse, descendent l'échantillon et 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.

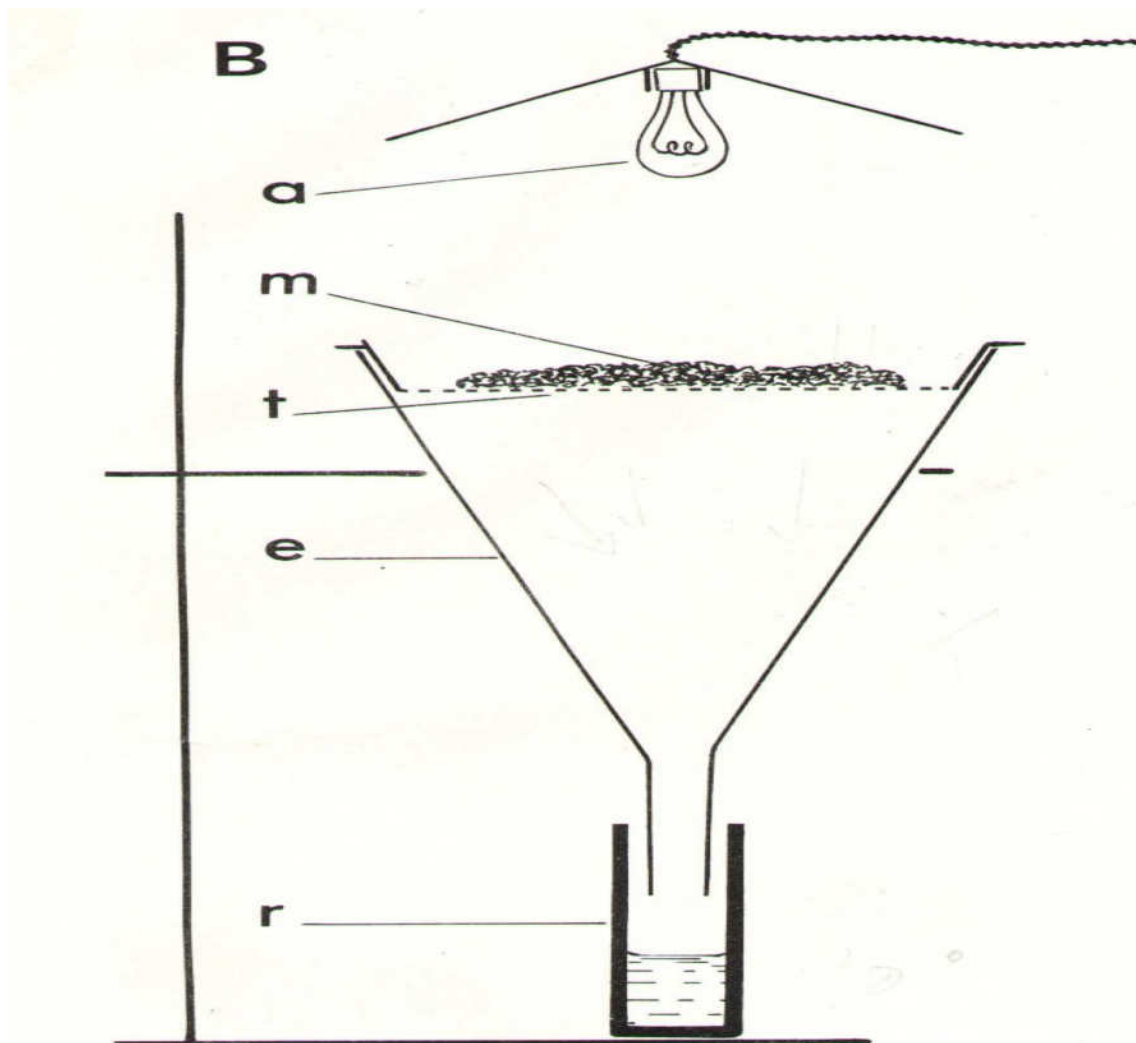


Fig.23 : Appareil de Berlèse –Tullgren pour l'extraction des Collemboles par la méthode de " voie sèche".

e : entonnoir, t : tamis à mailles de 4 à 4,5mm, m : échantillon, r : récipient ou tube de récolte avec alcool 70°, a : ampoule de chauffage et d'éclairage de 25 à 40 W.

4-Tri et dénombrement

Les Collemboles extraits d'un échantillon sont placés dans une boîte de Pétri pour entamer le tri sous la loupe binoculaire à grossissement suffisant pour pouvoir séparer les Collemboles des autres Microarthropodes et à l'aide de la brosse de Cassagnau (une tige en matière plastique très fine de 1mm montée sur un mandrin métallique). Ensuite on fait le dénombrement qui nous permet de déterminer le nombre total d'individus de Collemboles présents dans chaque échantillon trié. Les collemboles sont conservés dans des tubes étiquetés contenant de l'alcool à 70%.

5- Identification des collemboles

L'identification au niveau de l'ordre et la famille est réalisée sous loupe binoculaire et à l'aide d'une clef dichotomique de Jordana et Arbea (1989) qui donne les caractéristiques morphologiques générales des Collemboles (Fig. 24).

L'identification au niveau de l'espèce est plus compliquée parce qu'on a besoin de voir des caractères plus détaillés comme ; le nombre et disposition des soies ou ce qu'on appelle la chaetotaxie. Cela nécessite une préparation entre lame et lamelle avant de procéder à l'observation sous microscope à contraste de phase. L'identification au niveau de l'espèce doit être réalisée par un spécialiste en taxonomie.

5.1-Fixation

Pour l'observation entre lame et lamelle les collemboles doivent être fixés soit dans l'alcool à 70° ou 75°, mais par suite de leur non-mouillabilité on utilise le **liquide de Gisin** pour briser les forces de tension qui les maintiennent en surface.

Gisin propose la composition suivante :

- Alcool éthylique à 95°..... 75 ml
- Ether éthylique 25 ml
- Acide acétique 3 ml
- Formol à 40% 0,3 ml

5.2- Eclaircissement

L'éclaircissement permet de débarrasser l'animal de tous les tissus internes et d'en conserver l'exosquelette chitino-protéique, afin de pouvoir en observer convenablement les détails de la chaetotaxie et d'autres caractères d'intérêt systématique. On procède à l'éclaircissement de quelques exemplaires dans de l'acide lactique à froid ou à chaud sur plaque chauffante jusqu'à parfaite extension de l'animal pour éviter son éclatement. L'inconvénient de l'acide lactique est de faire disparaître le pigment naturel des espèces. D'autres milieux éclaircissants sont utilisés et leur utilisation a permis d'obtenir de meilleurs résultats (Jordana et al, 1997) cité par Hamra-Kroua (2005).

* Milieu éclaircissant de Nesbit qui se compose de:

- Hydrate de chloral 40 g
- Acide chlorhydrique 2,5 ml
- Eau distillée 25 ml

**Milieu éclaircissant du Chloral Lactophénol (milieu dangereux, à utiliser avec précaution):

- Hydrate de chloral 50 g
- Phénol cristallisé 50 g
- Acide lactique 25 ml
-

5.3-Montage et conservation

Après l'éclaircissement, les collemboles sont éliminés de leur gras des tissus et devient transparents, puis on lave les collemboles avec l'eau distillée et l'alcool pour éliminer les excès de fixateur et autres impuretés. Le montage entre lame et lamelle dans le liquide de Hoyer s'effectue directement dans du liquide éclaircissant s'ils sont propres. Le liquide de Hoyer se compose de :

- Gomme arabique 30 g
- Hydrate de chloral 200 g
- Glycérine 20 ml
- Eau distillée 50 ml

La préparation du liquide de Hoyer doit être réalisée plusieurs jours avant son utilisation selon l'ordre suivant :

- 1- Triturer la gomme arabique dans un mortier pour la réduire en poudre
- 2- Faire dissoudre à froid le chloral dans l'eau distillée
- 3- Ajouter la gomme arabique en petite quantité
- 4- Homogénéiser avec un agitateur
- 5- Ajouter la glycérine
- 6- Une fois le mélange est fait, filtrer le liquide obtenu dans un tamis à mailles de 50 m.

Une fois le liquide de montage est prêt, on procède au montage proprement dit de l'animal :

- On met une petite goutte de Hoyer au milieu de la lame pour qu'il ne déborde pas, on élimine l'excès avec un bout de buvard.
- On place l'animal éclairci et lavé au centre de la goutte du liquide et on l'enfonce jusqu'au contact de la lame.
- On recouvre le liquide et l'animal dedans avec la lamelle en la posant par un côté et en la rabattant lentement pour ne pas écraser l'animal et pour ne pas former des bulles d'air.
- Exercer sur la lamelle de très faibles mouvements pour orienter l'animal pour obtenir un meilleur angle de vue.
- Sécher la préparation dans une étuve à 50 °C
- On met parfois une petite goutte de liquide sur les bords de la lamelle pour compenser les rétractions.

5.4-Observation

L'observation est réalisée sous microscope à contraste de phase avec un tube à dessins ou d'un appareil photographique pour dessiner l'animal et pour voir certains détails nécessaires pour l'identification.

- Clé des ordres (Fig. 24)

Classe **COLLEMBOLA** Lubbock, 1862.

- 1.- Corps globuleux, segmentation du corps non apparente. Tout au plus les segments abdominaux V et VI sont segmentés..... 3
- 1.-' .Corps allongé. Segmentation du corps apparente 2
- 2.- Prothorax (segment thoracique I) développé et avec soies dorsales. Corps avec trois segments thoraciques et six segments adnominaux, (Fig.3).....
.....Ordre **PODUROMORPHA** BÖRNER, 1913.
- 2'- Prothorax réduit et sans soies dorsales (Fig.3).....
.....Ordre **ENTOMOBRYOMORPHA** BÖRNER, 1913.
- 3.- Animaux plus petits et sans pigments. Segments abdominaux V et VI non différenciés. Sans yeux. Tenaculum sans soies. Antennes plus courtes que la tête. Abdomen sans Trichobothries dorsales.....
.....Ordre **NEELIPLEONA**, 1 seule famille NEELIDAE FOLSOM, 1896.
- 3'- Animaux avec ou sans pigments. Segments abdominaux V et VI différenciés. 0 à 8 cornéules de chaque côté de la tête. Abdomen avec trichobothries.....
.....Ordre **SYMPHYPLEONA** BÖRNER, 1901.

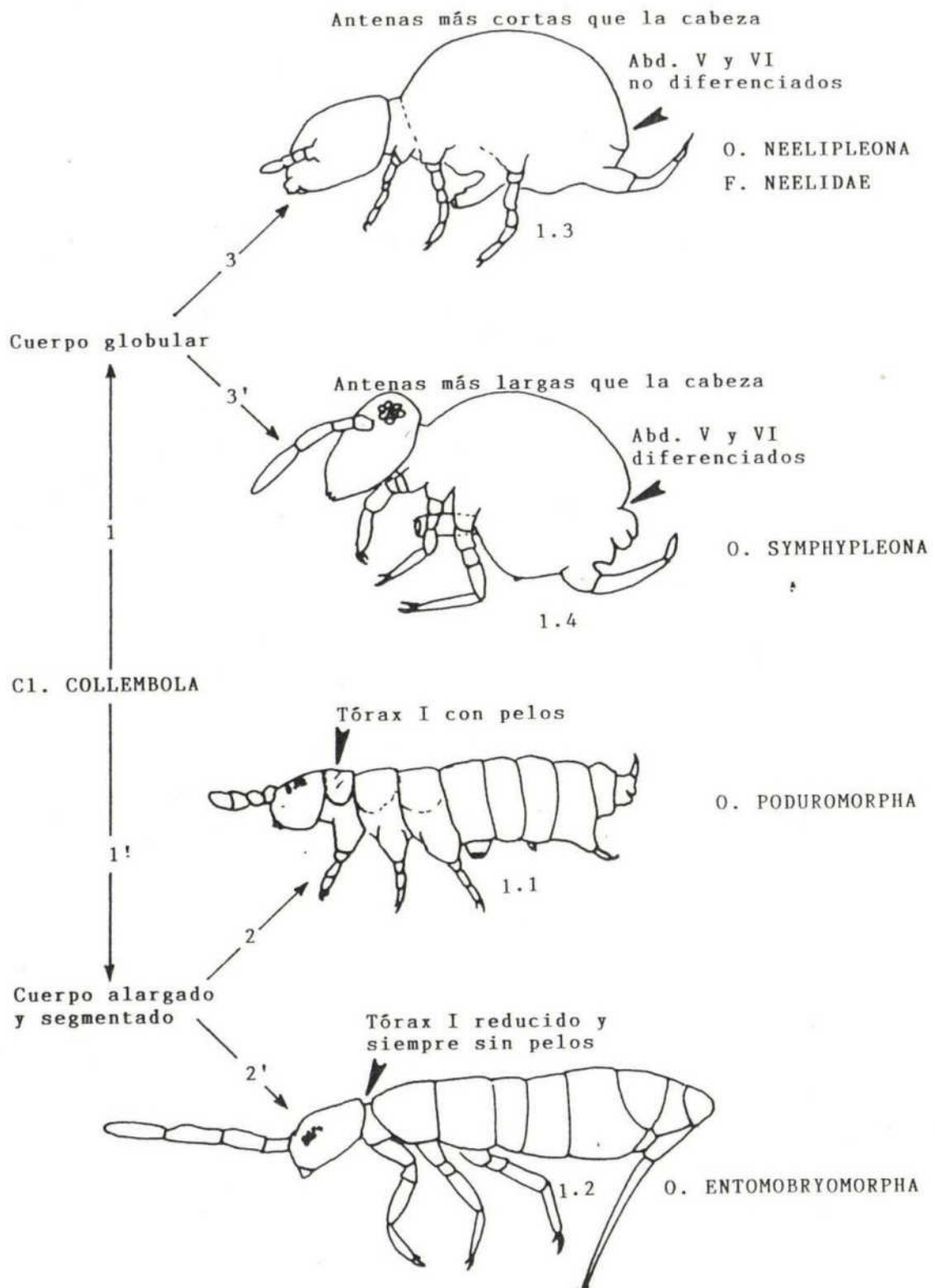


Fig. 24 : Les ordres des collemboles

- Clé des familles

Ordre *PODUROMORPHA*

1.- Pièces buccales broyeuses composées de maxilles et mandibules avec plaque molaire..... 2

1'.- Pièces buccales modifiées ayant acquis des formes très; mandibules sans plaque molaire ou absente.....4

2.- Corps avec pseudocelles. Au sommet du segment antennaire III il y a un organe sensoriel composé de soies sensorielles en forme de "masse", très apparentes et protégées par des papilles. Sans yeux. Corps sans pigmentationF.*ONYCHIURIDAE*

2'.- Corps sans pseudocelles. Organe sensoriel au sommet du 3^{ème} article antennaire composé par deux soies sensorielles cylindriques. 0-8 cornéules de chaque côté de la tête. Corps avec ou sans pigmentation.....3

3.- Furca large, quand elle est rabattue sur le corps, dépasse les coxas de la seconde paire de pattes. Les deux branches de la dens présentent une courbature vers l'intérieurF.*PODURIDAE* Lubbock, 1873: *Podura* Linnaeus, 1758

3'.- Furca très courte, quand elle est rebattue ne dépasse pas les coxas de la 3^{ème} paire de pattes, ou absente. Les deux branches de la dens, quand elles sont présentes, sont parallèles ou dive.....F.*HYPOGASTRURIDAE* Börner, 1913

4.- Métathorax (3^{ème} segment thoracique) généralement avec microsensilles latérales. Furca présente. Mucron avec lames obliques ou en forme de gant.....F. *ODONTELLIDAE* Massoud, 1981

4'.-Métathorax sans microsensilles latérales. Furca présente ou absente.....F.*NEANURIDAE* Cassagnau, 1955.

6-Analyse statistique

L'analyse multivariée en composantes principales est la plus appropriée car elle concerne un tableau de mesures quantitatives. Cette technique permet de visualiser sur un seul plan les corrélations entre les paramètres visualisés par des vecteurs. Ainsi, chaque échantillon est projeté sur ce même plan. . Toutes ces procédures de calcul sont effectuées à l'aide de PAST 2,08 (HAMMER *et al.* 2001).

CHAPITRE III : RESULTATS DE L'ETUDE TAXONOMIQUE, BIOGEOGRAPHIQUE

1- Inventaire et étude taxonomique

1.1-Composition faunistique et appartenance biogéographique

Nous donnons dans le tableau 13 la liste des Collemboles identifiées et décrites dans le présent travail

Tableau 13: Liste des espèces de Collemboles identifiées et décrites dans les différentes localités du nord-est algérien entre 2010 et 2013

	Espèces	Localités de récolte					
		Aire de répartition	Ed	Az	Gu	O.Ha	B.Ha
	Super familles, familles et sous-familles						
	A-Super-famille des Hypogastruroidea Salmon, 1964, sensu Deharveng, 2004						
	1- Famille des Hypogastruridae Börner, 1906						
1	<i>Ceratophysella denticulata</i>	Cosmo.	X	X	X	X	X
2	<i>Ceratophysella gibbosa</i>	L.R	X				X
3	<i>Ceratophysella tergilobata</i>	L.R	X			X	X
4	<i>Schoettella sp.</i>	Hol.	X				
5	<i>Hypogastrura H. vernalis</i>	L.R	X	X			
6	<i>Hypogastrura H. pityusica</i>	Médit.			X		X
7	<i>Microgastrura minutissima</i>	L.R.	X				
8	<i>Mucrella acuminata</i>	Eur.	X		X		
9	<i>Xenylla maritima</i>	L.R	X		X		
1	<i>Xenylla brevisimilis mediterranea</i>	Eu-Médit.	X	X			
1	<i>Xenyllogastrura afurcata</i>	Médit.	X	X			X
12	<i>Willemia intermedia</i>	Hol.	X				
	A- Super-famille des Onychiuroidea sensu D'Haese, 2002-2003						
	2- Famille des Odontellidae Massoud, 1967						
1	<i>Odontella sp.</i>	Ind.	X	X		X	
1	<i>Superodontella tayaensis n.sp.</i>	End.			X		
1	<i>Superodontella lamellifera</i>	L.R	X	X		X	
16	<i>Superodontella vallvidrerensis subalpina</i>	Eu-Médit	X				
17	<i>Superodontella vallvidrerensis</i>	Eu-Médit	X				
	3- Famille des Onychiuridae Sous-famille: Onychiurinae Börner,						
18	<i>Protaphorura armata</i>	L.R	X	X	X	X	X
19	<i>Mesaphorura italica</i>	L.R	X	X			
20	<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	Cosmo.	X	X		X	
21	<i>Mesaphorura critica</i>	Eu-Médit	X	X			

22	<i>Mesaphorura sp</i>	Ind.	X	X	X		
23	<i>Doutnacia xerophila</i>	Eu-Medit.	X		X	X	X
24	<i>Onychiurus sp.</i>	Ind.	X	X	X	X	X
	B- Super famille des Neanuroidea Massoud, 1967, sensu D'Haese (2002)						
	4- Famille des Neanuridae Börner, 1901 sensu Deharveng, 2004						
	a- Sous-famille des Neanurinae Börner, 1901, sensu Cassagnau, 1989						
25	<i>Bilobella aurantiaca</i>	Eu- Médit	X	X	X	X	X
26	<i>Deutonura sp.</i>	Ind.	X	X	X		
27	<i>Deutonura n.sp.</i>	Ind.	X				
28	<i>Edoughnura rara</i>	End.	X				
29	<i>Edoughnura sp</i>	End.		X			
30	<i>Endonura sp</i>	Ind.	X	X	X		X
31	<i>Protanura monticelli</i>	Medit.	X	X			
32	<i>Protanura pseudomuscorum</i>	Eu-Médit.	X	X	X	X	X
3	<i>Protanura sp.</i>	Ind.	X	X		X	X
	a- Sous famille des Frieseinae Massoud 1967						
34	<i>Friesea albida</i>	Eu- Médit	X	X			
35	<i>Friesea ladeiroi</i>	Médit	X	X		X	X
36	<i>Friesea laouina</i>	End.	X	X	X	X	
37	<i>Friesea mirabilis</i>	L.R	X	X			X
38	<i>Friesea major</i>	End.	X	X	X	X	
39	<i>Friesea espunaensis</i>	Medit.	X				
	b- Sous-famille des Pseudachorutinae Börner, 1906						
40	<i>Kenyura sp.</i>	T-Af-Am.			X		
41	<i>Pseudachorutes sp</i>	Ind.	X		X	X	X
42	<i>Pseudachorutella asigillata</i>	Hol.	X				X
43	<i>Pseudachorutes subcrassus</i>	L.R	X	X			
44	<i>Cephalachorutes sp.1 (=cf minimus)</i>	Afro-tropic.			X		
45	<i>Pseudachorudina meridionalis</i>	Eu-Médit.		X	X		
46	<i>Pratanurida boerneri</i>	Eur.	X		X	X	
	5- Famille des Brachystomellidae Stach, 1949						
47	<i>Brachystomella curvula</i>	Eu-Médit	X	X			X
48	<i>Brachystomella parvula</i>	L.R	X	X	X		
49	<i>Brachystomella sp.</i>	Ind.	X			X	X
Total espèces par localité			44	28	21	17	18

Abréviation: End : Endémique; Médit : Méditerranéenne; Eur : Européenne; L.R: Large répartition;
Cosmo : Cosmopolite; Eu-Médit : Euro-méditerranéenne; Medit.: Méditerranéenne; Hol.: Holarctique; T-Af-Am.:
Tropico-Afro-méricaine; Afro-tropic.: Afro tropicale; Ind : indéterminée

Le tableau 13 donne les résultats des identifications des espèces de Collemboles récoltées dans les localités d'étude par famille, sous-famille, ainsi que leur appartenance biogéographique.

Un total de 49 espèces appartenant à 5 familles, 4 sous-familles et 27 genres de l'ordre des Poduromorpha. Nous représentons dans la figure 25, les proportions des différentes familles de Poduromorpha.

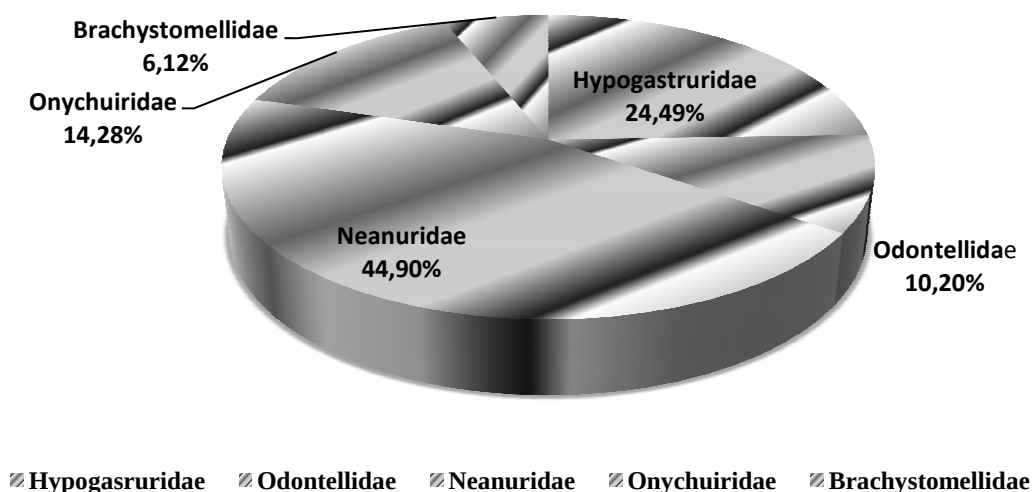


Fig.25 : Abondance relative (%) des espèces récoltées par famille de Poduromorpha.

La famille des **Neanuridae** est la plus diversifiée; elle est représentée par 3 sous-familles, 12 genres et 22 espèces, soit 44,90% du total. Les 3 sous-familles des Neanuridae sont représentées dans nos échantillons dans les proportions suivantes:

- Sous-famille des **Frieseinae**: avec 6 espèces, d'un seul genre, soit 12,25% du total identifié.
- Sous-famille des **Neanurinae**: avec 9 espèces réparties sur 5 genres, soit 18,37% du total.
- Sous-famille des **Pseudachorutinae**: avec 7 espèces réparties sur 6 genres, soit 14,29% du total.

La famille des **Hypogastruridae** est représentée par 12 espèces appartenant à 8 genres, soit 24,49% du total récolté.

La famille des **Odontellidae** est représentée par 5 espèces appartenant à 2 genres, soit 10,20 % du total.

La famille des **Onychiuridae** est représentée par 7 espèces réparties sur 4 genres de la sous-famille des **Onychiurinae**, soit 14,28% du total.

La famille des **Brachystomellidae** est représentée par 3 espèces d'un même genre, soit 6,12% du total identifié.

Nous représentons dans la figure 26 le nombre de genres et d'espèces par familles.

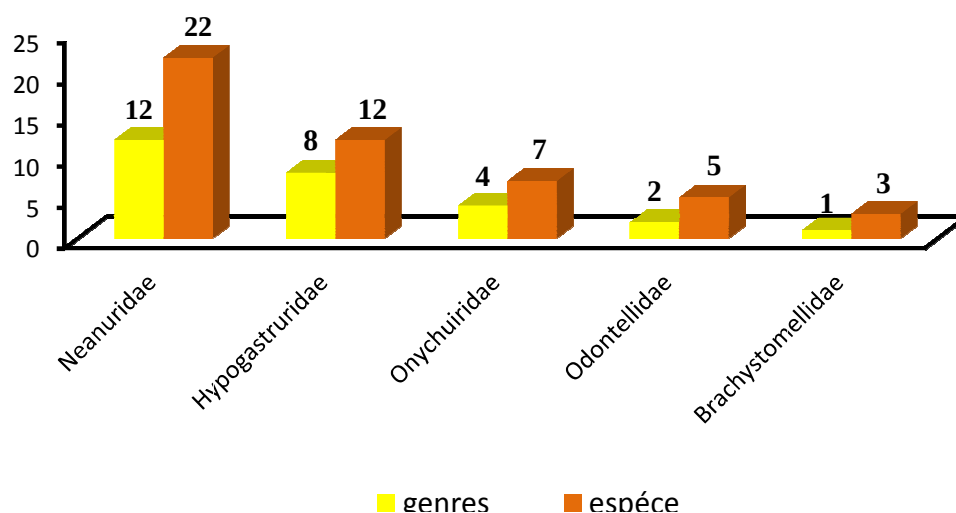


Fig.26 : Fréquences absolues des genres et espèces des familles de Poduromorpha

1.1.1- Composition faunistique par localité

Le tableau 13 indique que le massif de l'Edough héberge 44 sur 49 espèces récoltées, soit 91,83%. Il est suivi par Azzaba avec un total de 28 sur 49 espèces sont récoltés dans les différents habitats, soit 57,14%. Les autres localités hébergent respectivement; 21 à Guelma; 17 à Ouled Habeba et 18 espèces à Béni Haroun (fig. 27). Il faut tenir compte que certaines espèces sont rencontrées dans toutes les localités et que d'autres sont trouvées que dans une seule localité. Nous représentons dans la figure 27, le nombre total d'espèces trouvées dans les localités d'étude.

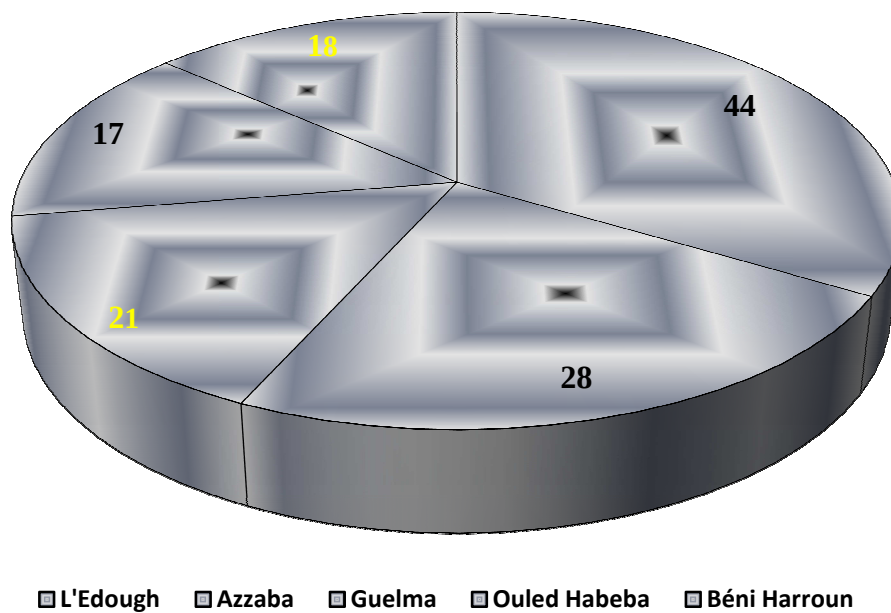


Fig.27 : Composition faunistique des localités d'étude

1.2-Etude taxonomique et appartenance biogéographique des espèces récoltées

L'ordre des Poduromorpha est représenté par cinq familles et quatre sous-familles.

- **Famille : HYPOGASTRURIDAE** Collemboles à pièces buccales bien développées, mandibules avec plaque molaire dentée. Douze espèces réparties sur huit genres.

- - ***Ceratophysella denticulata***, Bagnall, 1941 (Fig., 28)

Synonymie.: *Achorutes denticulata* *Achorutes distinguendus* *Hypogastrura denticulata*
Ceratophysella denticulata

Diagnose: Corps long de 0,8 à 1,2 mm de couleur bleutée. Article antennaire IV présentant deux sensilles dorso-externes et cinq dorso-internes. Sur l'article antennaire III se trouve l'organe sensoriel propre au genre avec deux sensilles latérales de même grandeur que celles de l'article IV. OPA formé par quatre ou cinq vésicules, les deux antérieures sont plus grandes que les postérieures. Huit cornéules de chaque côté de la tête. La chaetotaxie de la tête est complète. Les tergites thoraciques II et III avec des soies grandes p2, p5, et p6. Les segments abdominaux I-III présentent 4+4 soies antérieures entre les macrosoies postérieures dorso-

centrales et des macrosoies p2, p4, et p6. Le segment abdominal IV présente 3+3 soies et des macrosoies p2, p4 et p6. Le segment VI est pourvu d'épines larges.

Les pattes : Tibiotarses avec 19, 19 et 18 soies respectivement sur les pattes I, II et III. Empodium bien développé avec une lame basale et une soie terminale. Le tube ventral avec 4+4 soies, rétinacle avec 4+4 dents. Furca courte et la dens avec sept soies, mucron large muni de lames externes bien développées qui forment une grande dent.

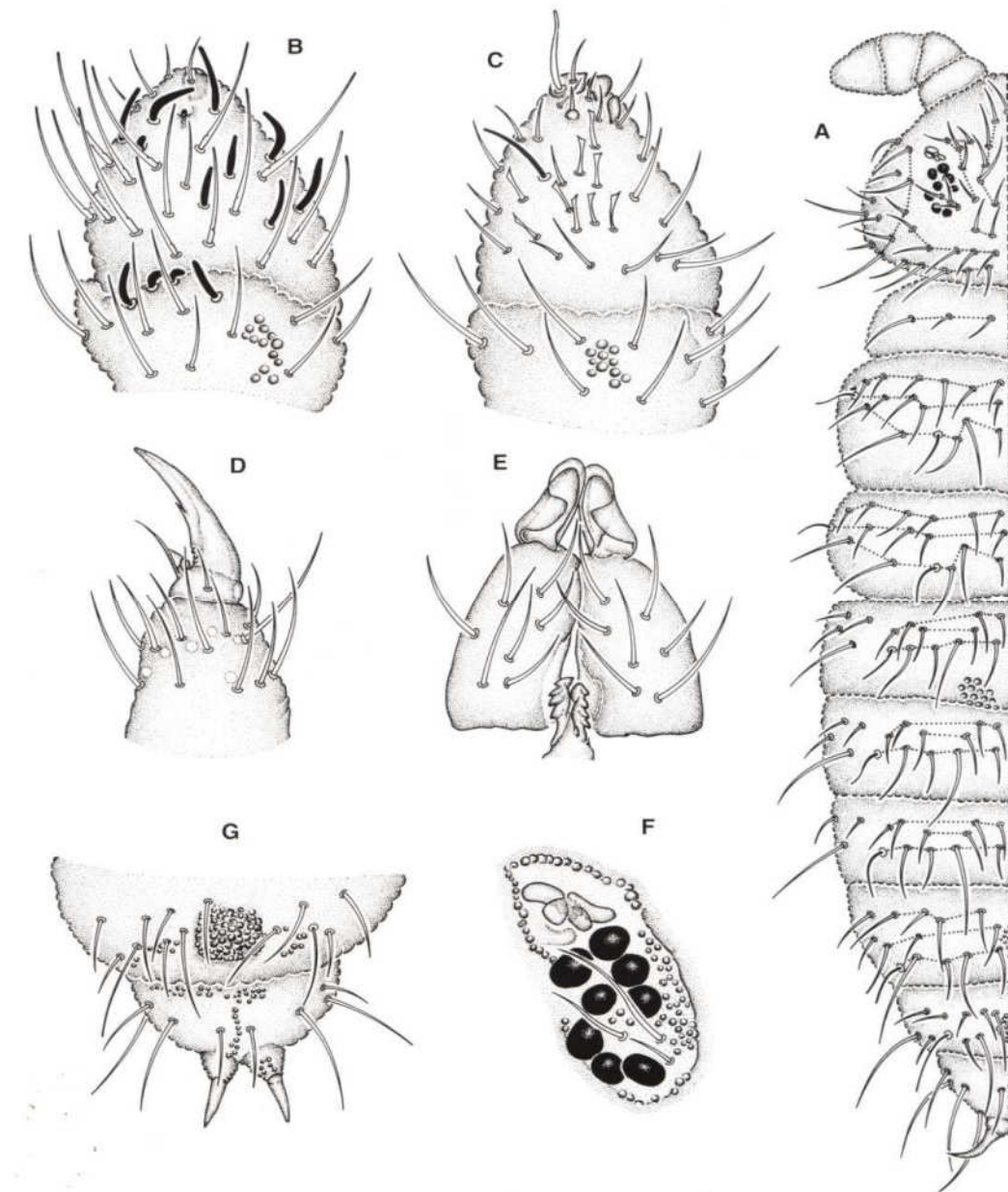


Fig.28 : *Ceratophysella denticulata* Bagnall, 1941.

A : Chaetotaxie dorsale, B : Articles antennaires III et IV en vue dorsale,

C : vue ventrale des mêmes articles, D : Patte III, E : Furca, F : Organe

Post-antennaire et yeux, G : Segments abdominaux V et VI. (Jordana et al, 1997).

Répartition : C'est une espèce cosmopolite. En Algérie elle a été signalée pour la première fois par Stomp, (1980) dans le Djurdjura. Hamra Kroua, (2005) l'a déjà trouvé dans les mousses à El-Kalla et l'Edough de 2004 à 2008 dans les mousses sur sol, sur arbre, dans les litières de chênes.(Fig. 29).

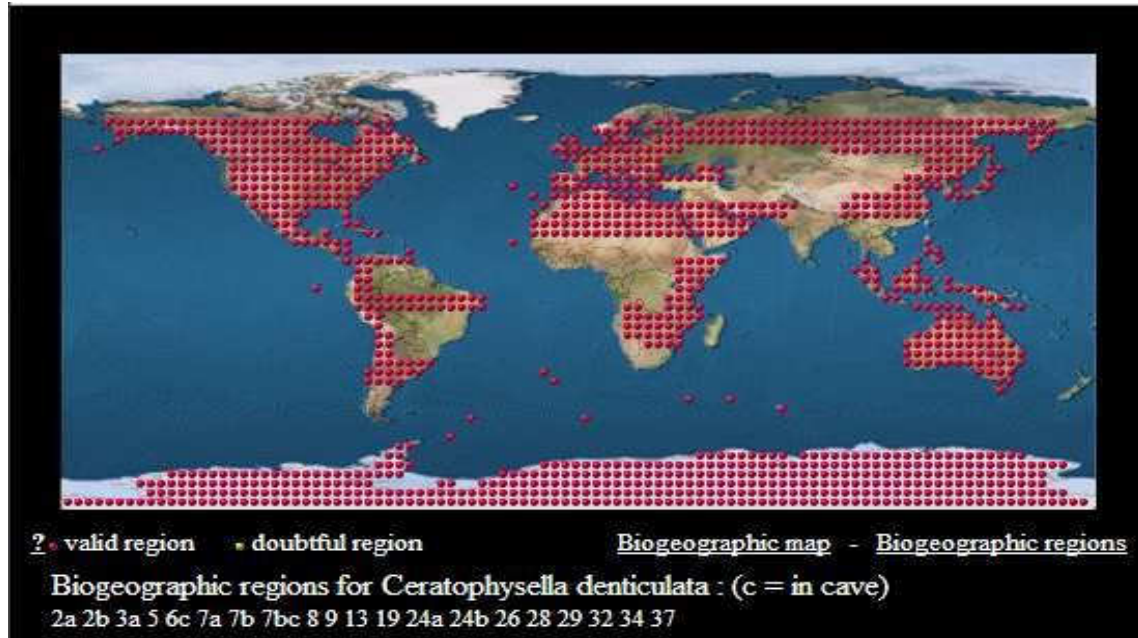


Fig.29 : Aire de répartition biogéographique de *Ceratophysella denticulata* : cosmopolite.
(Bellinger & al, 2014)

Biotope: Espèce trouvée dans toutes les localités d'étude. C'est une espèce hémiedaphique prélevée dans les mousses sur sol.

- *Ceratophysella gibbosa*, Bagnall, 1940 (Fig.30)

Synonymie : *Achorutes gibbosus*

Diagnose : Longueur entre 1 et 1,5 mm d'une couleur marron clair. Se distingue de *C.denticulata* par :

- tergite abdominal IV avec une microsoie patte 1 et une macrosoie patte 2
- tergite abdominal sans soie m1. Dens avec 7 soies, granulation grise sur le tergite abdominal V formant un tubercule ou bande plus ou moins développé. Selon Fjellberg, (1992) a décrit chez *C.gibbosa* le phénomène d'ecomorphose chez les formes juvéniles dans les îles Canaries.

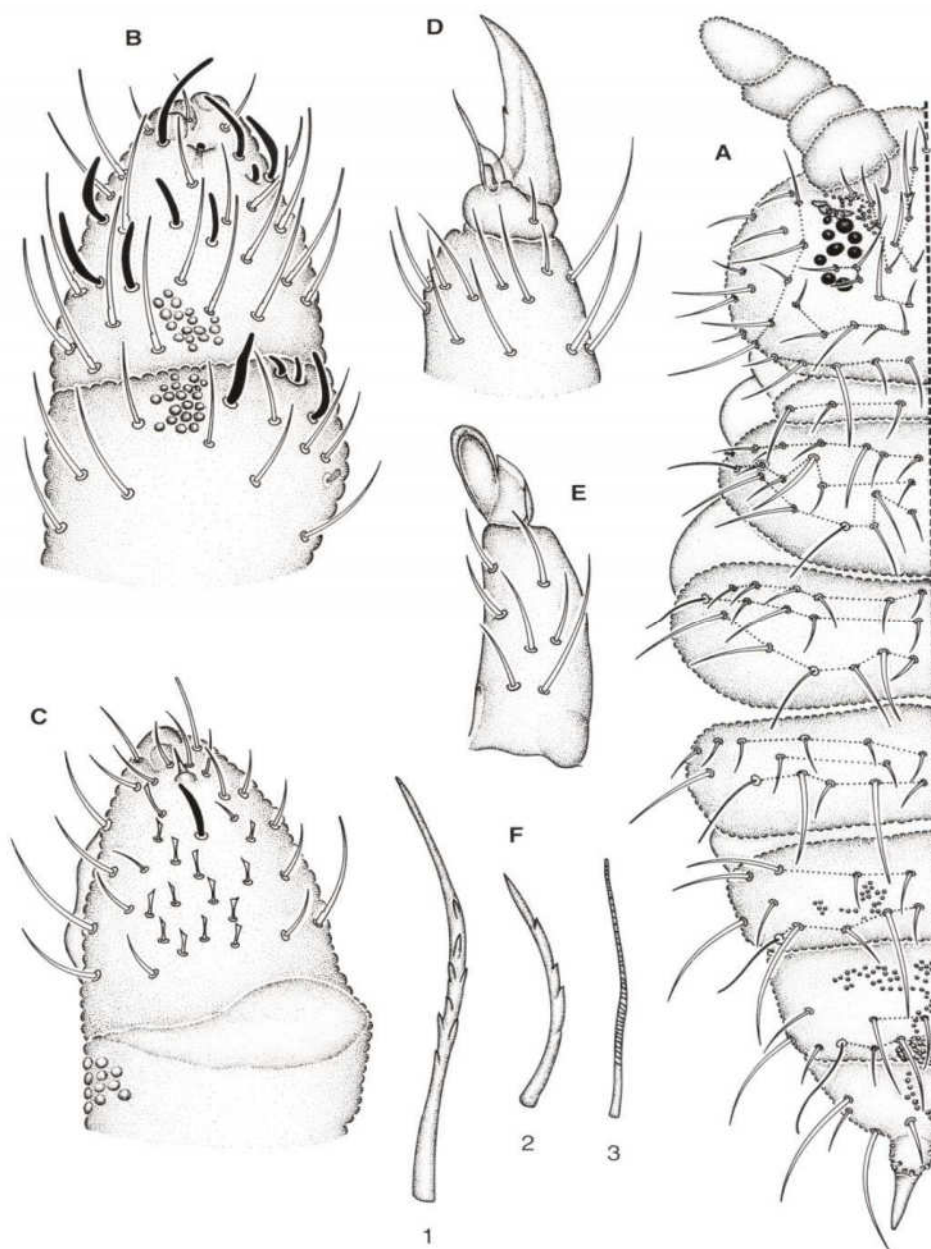


Fig. 30 : *Ceratophysella gibbosa* Bagnall, 1940.

A : Chétotaxie dorsale, B : Vue dorsale des articles antennaires III et IV.

C : Vue ventrale de l'article antenne IV, D: Patte III, E: Furca,

F : Détail de soies du corps. (Jordana et al, 1997)

Répartition : Espèce cosmopolite largement répandue dans les régions arctique, paléarctique, néarctique, australienne, et méditerranéenne (Fig. 31). En Algérie elle a été signalée pour la première fois par Hamra-Kroua (2005) dans la mousse sur sol à l'Edough.

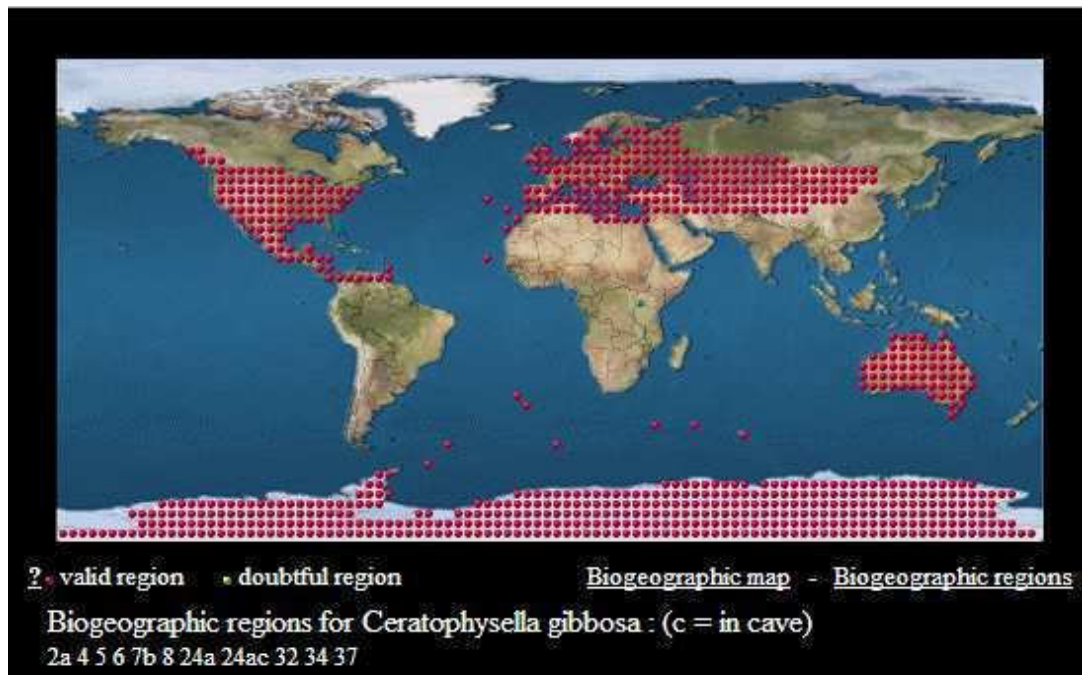


Fig.31 : Aire de répartition biogéographique de *Ceratophysella gibbosa* : Large répartition. (Bellinger & al, 2014)

Biotope: C'est une espèce hémiedaphique trouvée dans la mousse sur sol près d'une source dans la forêt de Chêne zen à l'Edough, et dans la mousse sur sol à Béni Haroun.

- - *Ceratophysella tergilobata*, Cassagnau, 1954 (Fig.32)

Synonymie : *Hypogastrura tergilobata* Cassagnau, 1954

Diagnose: Corps long de 1 à 1,5 mm de couleur grise. Se caractérise par :

- Tergite abdominal IV avec une microsoie (p2) entre les macrosoies p1 et p4 et présence de la soie (p3).
- Tergite abdominal V avec une projection médiane vers l'arrière en forme de languette qui peut être plus ou moins longue et de forme différente.

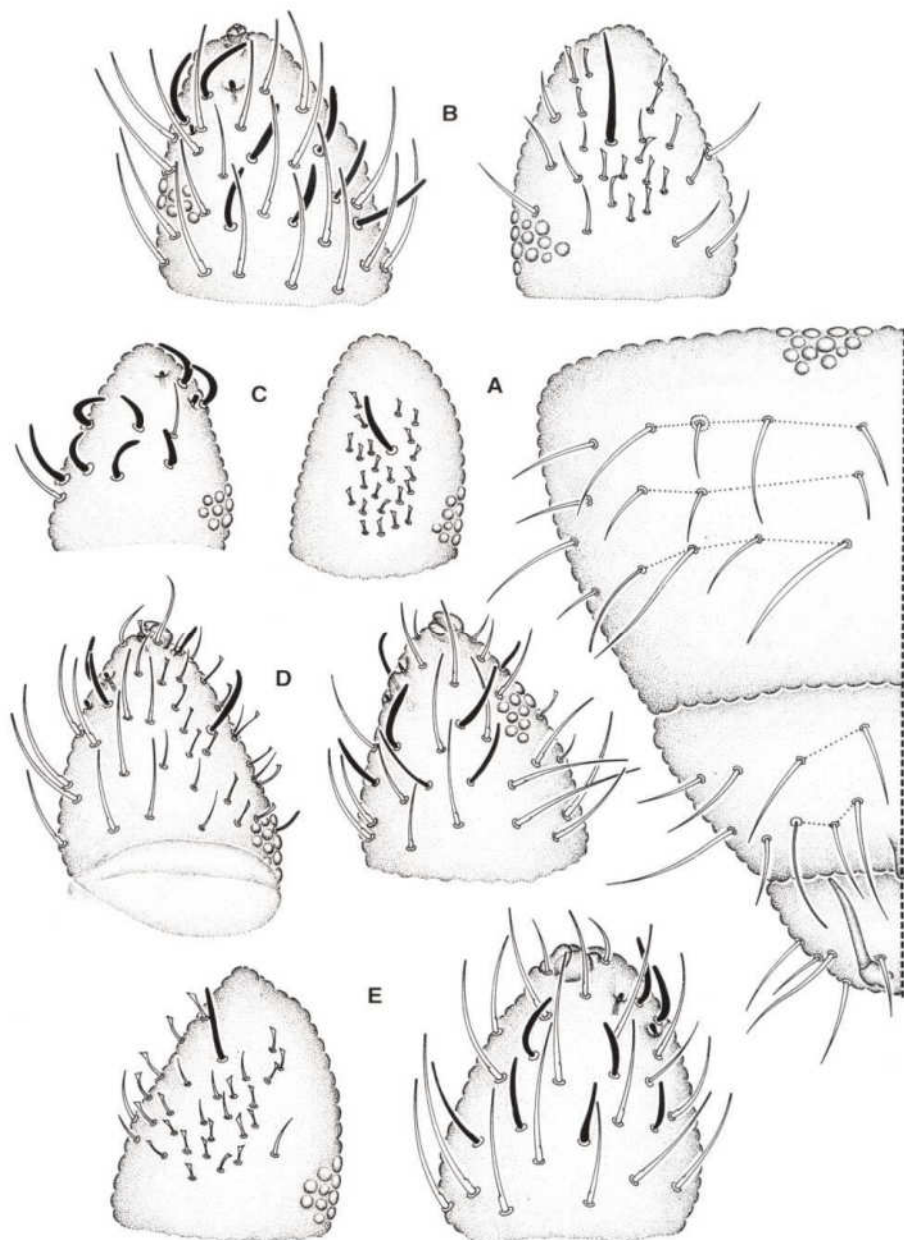


Fig.32: *Ceratophysella tergilobata* Cassagnau, 1954.

A : Chétotaxie dorsale des segments abdominaux IV, V, et VI,
B, C, D et E : Chétotaxie de l'article antennaire chez différentes formes
de la même espèce. (Jordana et al, 1997)

Répartition : Espèce à large répartition, est signalée en région méditerranéenne, en Europe, en région sino-japonaise en Malaisie. En Algérie cette espèce est signalée par Cassagnau, (1963) dans une tranchée de fouilles dans le sol profond dans les environs d'Annaba (Fig.33). Hamra-Kroua (2005) l'a trouvé dans la litière de Chêne liège à l'Edough.

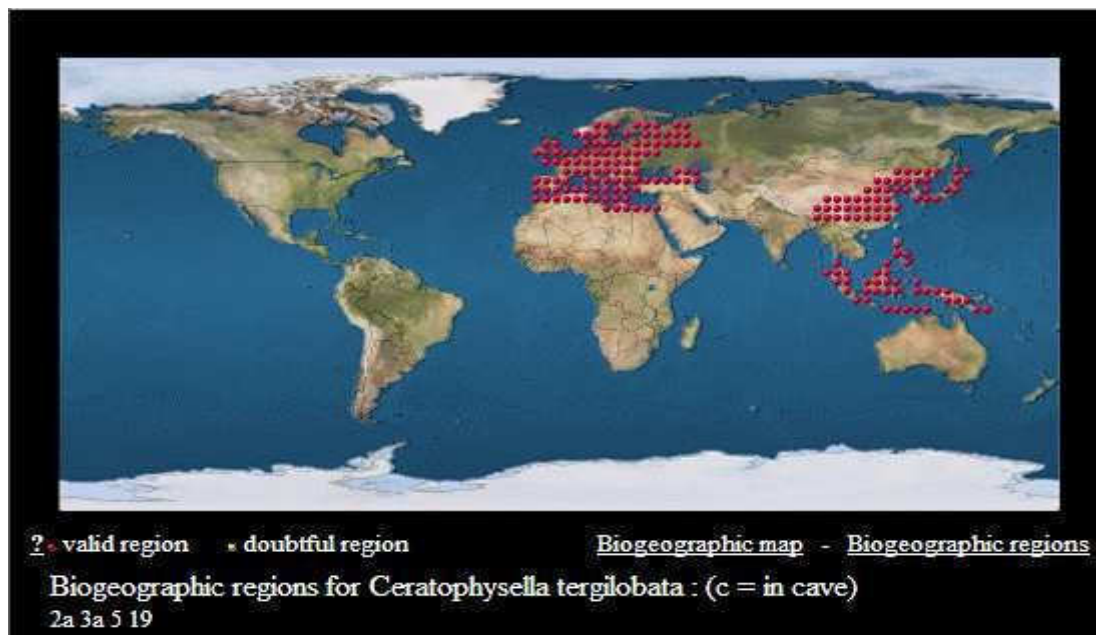


Fig.33 : Aire de répartition biogéographique de *Ceratophysella tergilobata* : Large répartition. (Bellinger & al., 2014).

Biotope: Espèce récoltée dans la litière de Chêne-liège à l'Edough, à Ouled Habeba et à Béni Haroun. C'est une espèce hémiédaphique.

- *Schoettella* sp. Schaffer, 1896

Espèce Type : *Achorutes ununguiculatus* Tullberg, 1869.

Diagnose : Ce genre est caractérisé par l'absence de l'empodium dans les pattes, et par la réduction des vésicules de l'organe post antennaire avec un lobe peu différencié. Furca bien développée. Nos spécimens se rapprochent plutôt de l'espèce *S. ununguiculata* se caractérisant par de très petites épines annales, dens avec 3 à 4 soies, métatibiotarse avec 4 poils nodulés sur le côté dorsal.

Répartition : Toutes les espèces (10) de ce genre sont largement réparties pour la plupart au pacifique nord-américain, aux Caraïbes, Hawaï, en Sibérie. Une seule espèce *S. ununguiculata* (Tullberg, 1869) est rencontrée dans la région holarctique (au nord du tropique du cancer) et au Brésil (Fig.34).

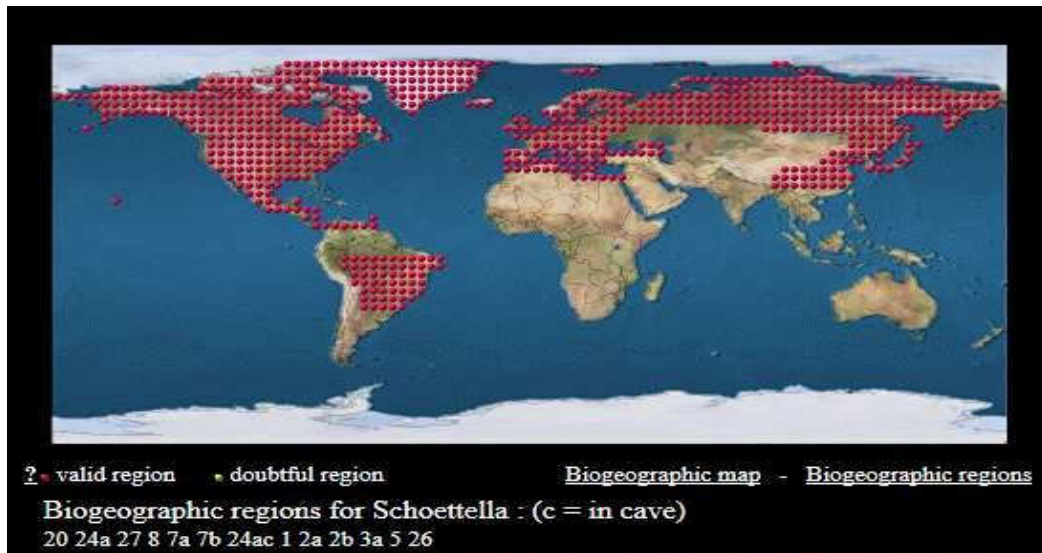


Fig. 34: Aire de répartition biogéographique du genre *Schoettella* : holarctique + Brésil (Bellinger & al, 2014)

Biotope : Récoltée à l'Edough dans les mousses sur sol en forêt de chêne zen.

- *Hypogastrura (Hypogastrura) vernalis*, Carl, 1901 (Fig.35)

Synonymie : Espèce du groupe *manubrialis*. Synonyme: *Achorutes affinis*

Diagnose: Corps long de 1 à 1,5 mm de couleur grise. Elle se caractérise par :

- Des sensilles de l'article antennaire IV plus différenciées et avec quelques soies pointues courtes et courbées; présente trois sensilles dorso-externes et d'une à trois dorso-internes.
- L'organe sensoriel de l'article antennaire III répond à la configuration typique du genre.
- L'article antennaire sans la soie **p**.
- Organe postantennaire formé par quatre vésicules.
- Huit yeux de chaque côté de la tête.
- Pattes avec 19, 19 et 18 soies sur tous les tibiotarses des pattes I, II et III avec une soie dorsale à apex agrandi, griffe avec dent interne et empodium avec lame développée.
- Tube ventral avec 4+4 soies et rétinacle avec 4+4 dents.
- Furca avec un dens légèrement granulé et six soies et un mucron avec lame courte présentant une dent.
- Petites épines anales sur des papilles plus petites que les épines.

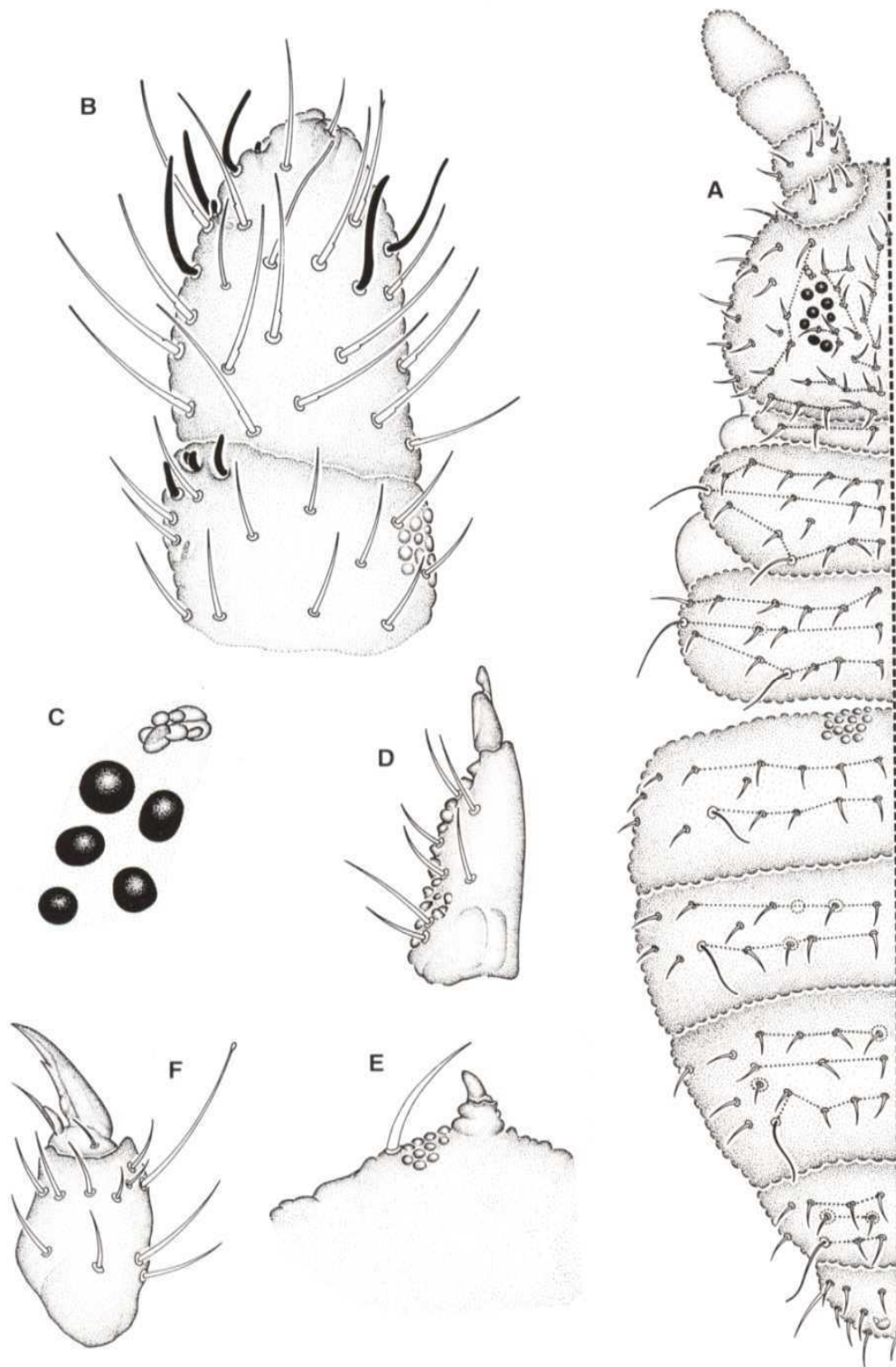


Fig. 35 : *Hypogastrura (Hypogastrura) vernalis* Carl, 1901.

A : Chétotaxie dorsale, B : Articles antennaires III et IV,

C : Organe post antennaire, D : Furca, E : Epine anale,

F : Tibiotarses et griffe de la patte III. (Jordana et al, 1997)

Répartition: Espèce à large répartition de la région paléarctique à l'Australie et toute l'Europe (Fig.36). Signalée en Algérie pour la première fois par Hamra-Kroua (2005) à l'Edough et El-Kalla.

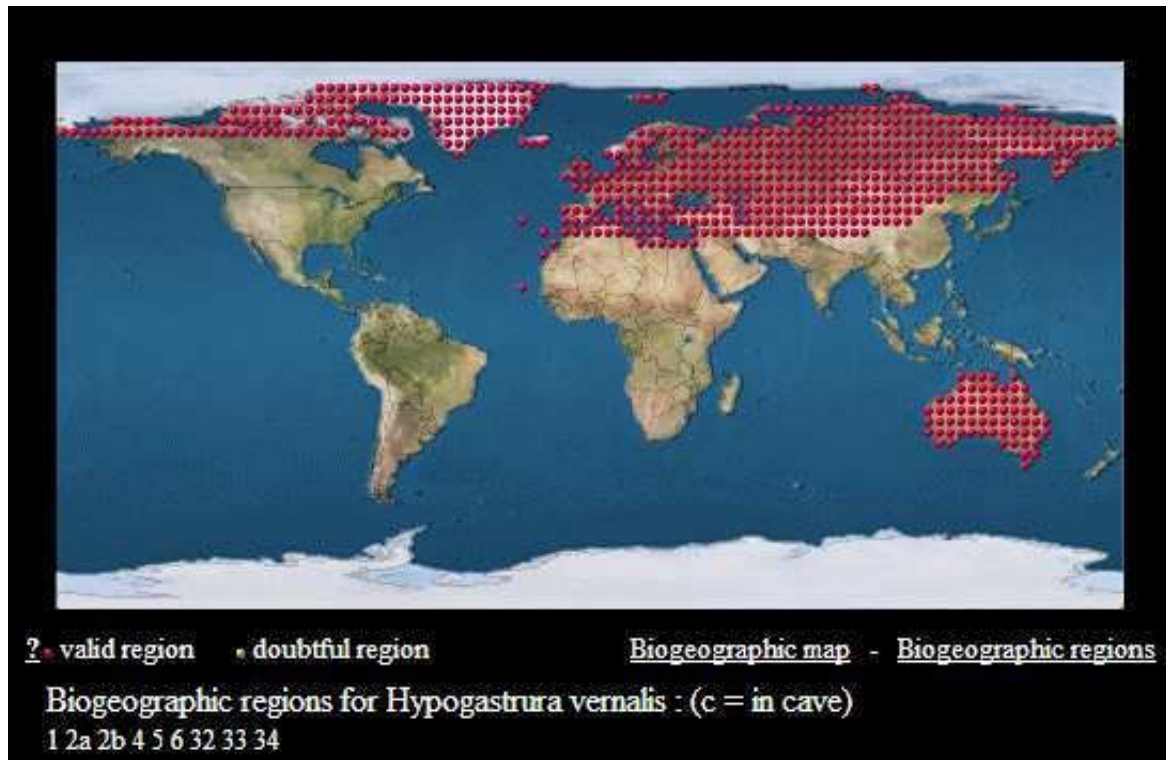


Fig.36 : Aire de répartition biogéographique de *Hypogastrura vernalis*: large répartition (Bellinger & al, 2014).

Biotope : C'est une espèce hémiedaphique, elle a été récoltée à l'Edough dans la mousse : au sol, sur les roches et sur les troncs d'arbres. A Djebel Taya l'espèce a été récoltée dans les mousses sur sol.

- *Hypogastrura (Hypogastrura pityusica)*, Ellis, 1974 (Fig. 37).

Description : Espèce du sous genre *Hypogastrura*. Antennes avec sensilles peu différencié, deux dorso-externe et trois dorso-interne, dans l'article antennaire 4. Organe sensorielle de l'article antennaire 3 typique du genre. Organe postantennaire se compose de quatre vésicules. Huit yeux de chaque côté de la tête. Chaetotaxie comme dans la figure. Soies du corps sont généralement en dents de scie

Tibiotarses propre au genre, avec une soie légèrement plus long, apex pas épaissie, empodium à lame peu développé.

Tube ventral avec 4 +4 soies, tenaculum avec 4+4 soies Furca comme dans la figure 33C. Dens avec six soies, mucron avec lame externe longue. Épines anal sur papilles de la même taille que l'épine.

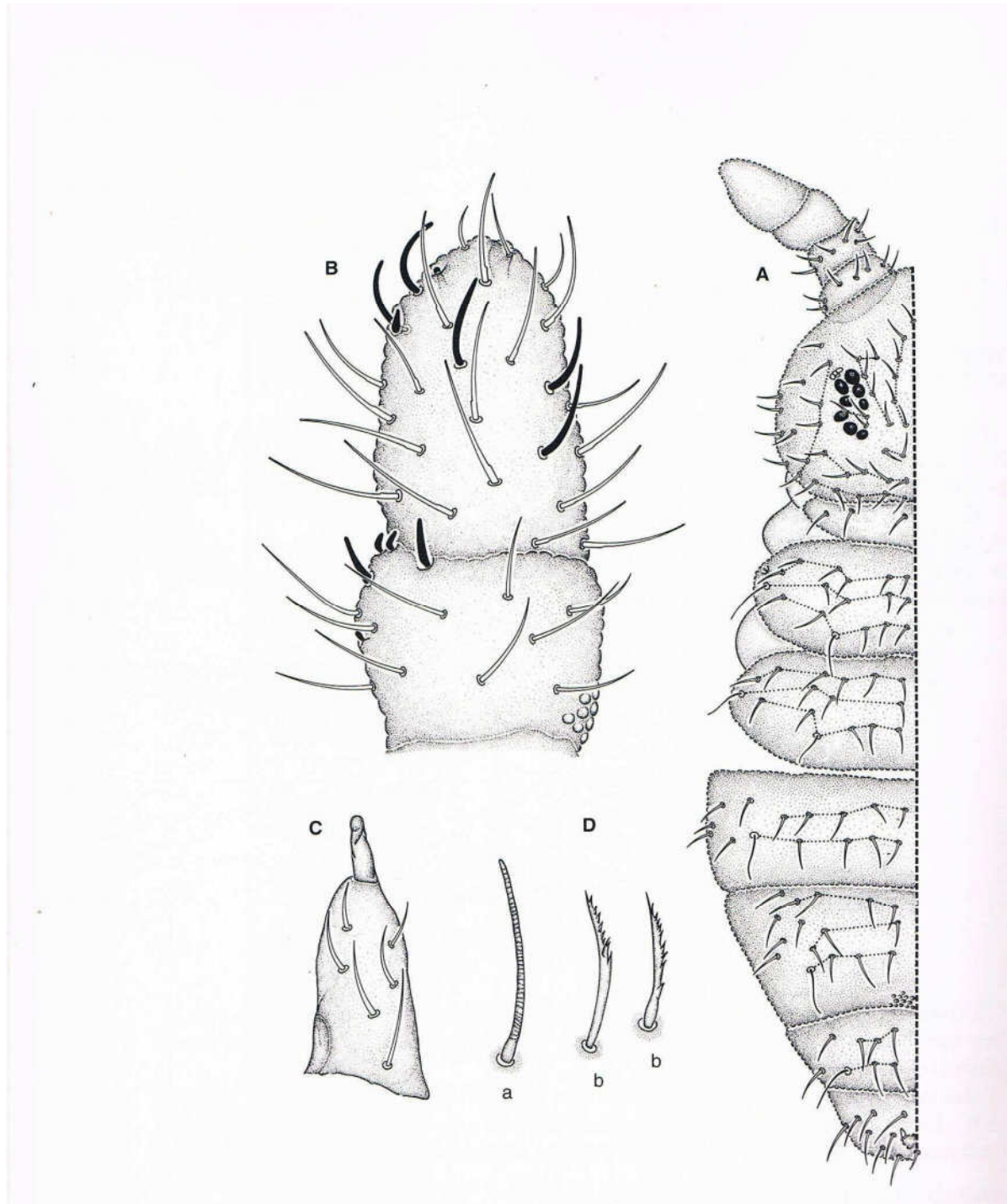


Fig. 37 : *Hypogastrura (Hypogastrura) pityusica* Ellis, 1974

A: Chétotaxie dorsale, B: Article antennaire III et IV, C: Furca, D: détails d'une soie abdominale (a): soie sensorielle p3 du segment abdominal V, (b) soie ordinaire des segments abdominaux IV et VI. (Jordana & al, 1997).

Répartition : Espèce méditerranéenne endémique d'Espagne (Iles Baléares). Trouvée pour la première fois en Algérie au mars 2007 dans la litière de *Ceratonia silliqua* à Béni Haroun (Fig.38).

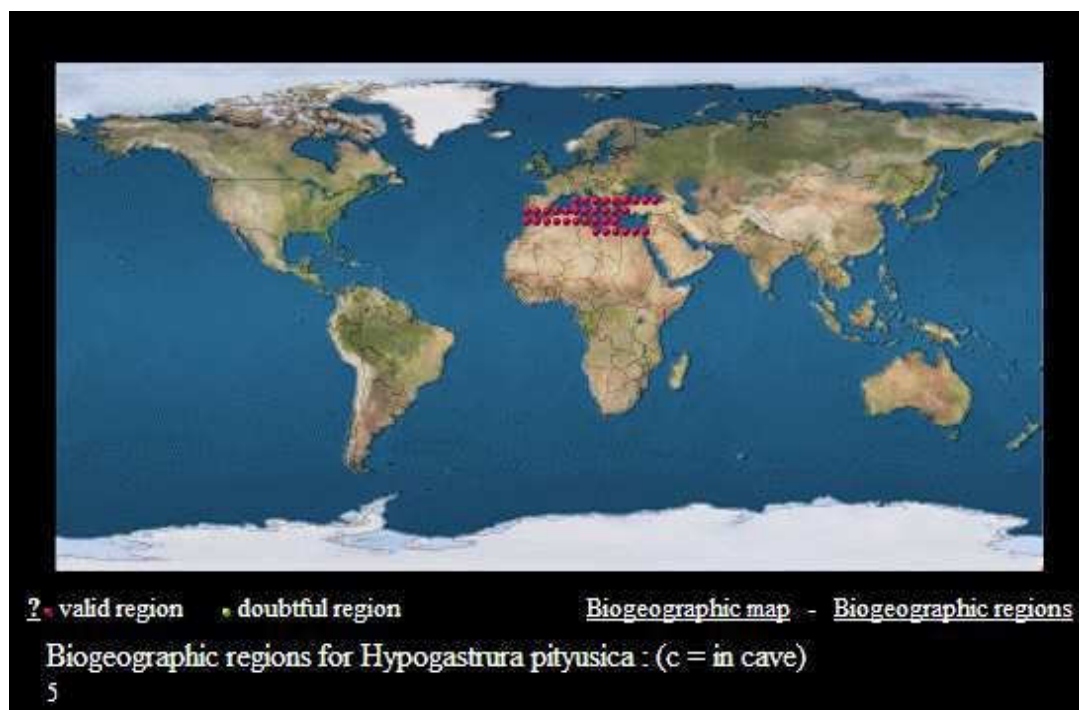


Fig.38 : Aire de répartition biogéographique de *Hypogastrura pityusica* : méditerranéenne. (Bellinger & al, 2014).

Biotope: Trouvée à Béni Haroun et au Djebel Grar (Guelma) dans la litière du Caroubier (*Ceratonia silliqua*).

- *Microgastrura minutissima*, Mills, 1934 (Fig.39)

Synonyme : *Achorutes (Schoettella) minutissimus* Mills, 1934

Description : Tête : antennes plus courtes que la diagonale céphalique. Article antennaire 4 ressemble à celui de *M. duodecimoculata* avec 10 sensilles peu différenciées, en plus de deux microsensilles subapical; dans la partie ventrale de cet article huit soies sont répartis autour de l'apex de la sensille ventral. Article antennaire 3 typique du genre. Organe post antennaire formé par quatre vésicules, les deux ci-dessus un peu plus grande. Six cornéules de chaque côté de la tête. Les mandibules sont petites et la plaque molaire présente des dents quand on l'examine à fort grossissement.

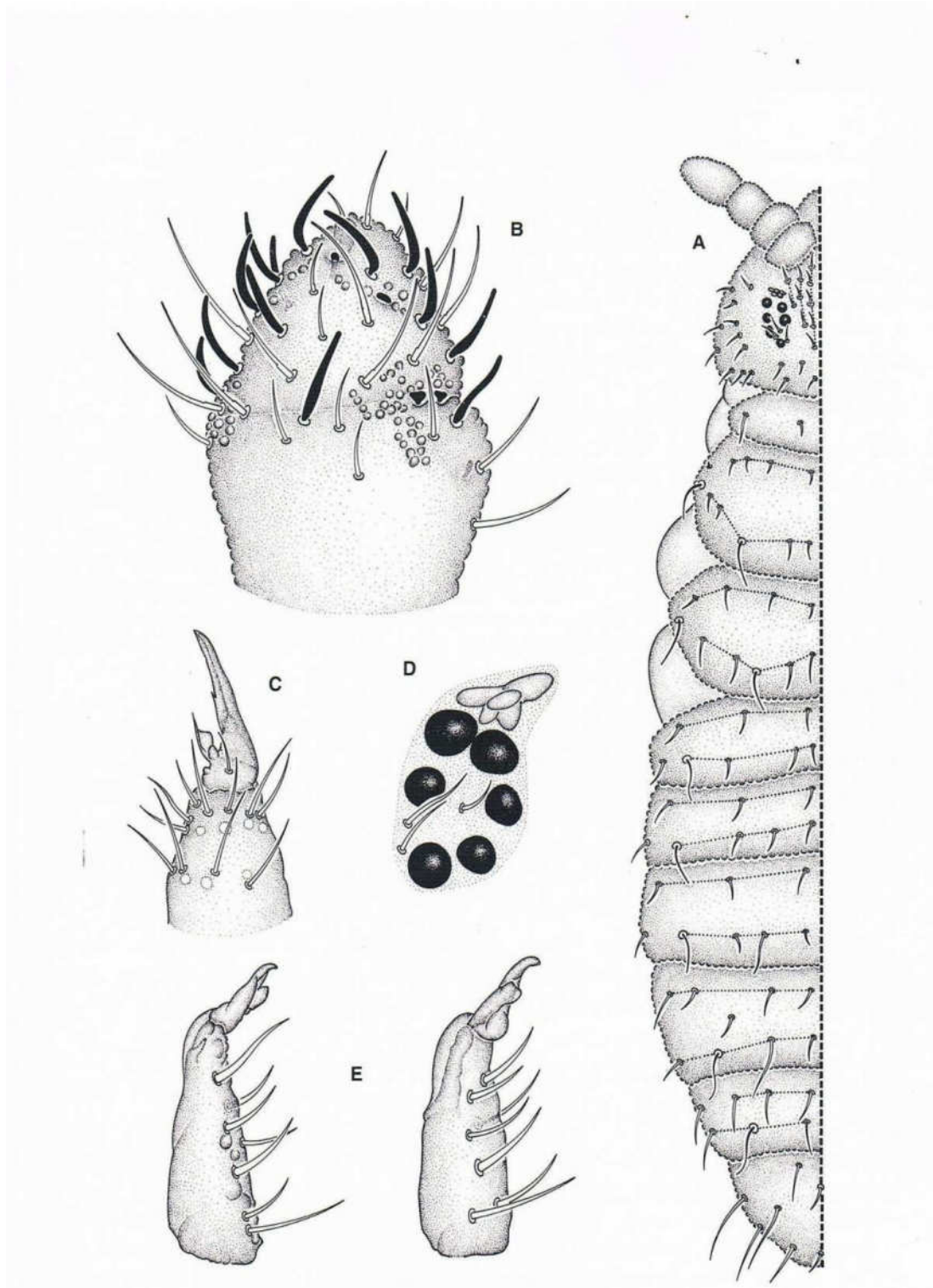


Fig.39 : *Microgastrura minutissima*

A: Chétotaxie dorsale; B: Antenne; C: patte III; D: Aire oculaire et OPA
E: vue interne et externe de la furca. (Jordana & al, 1997).

Répartition : Espèce connue en Amérique centrale et du Nord, en méditerranée et en région Sino-Japonaise (Fig.40).

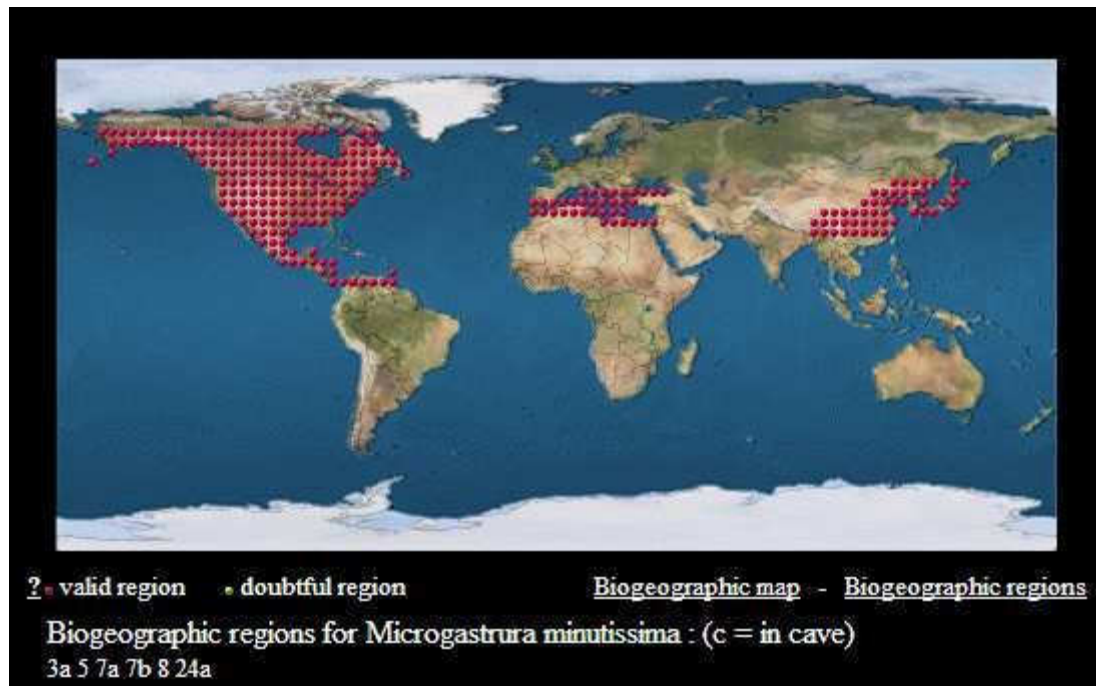


Fig.40: Aire de répartition biogéographique de *Microgastrura minutissima* : large répartition ; (Bellinger & al, 2014).

Biotope : Récoltée la première fois en 2006 dans les mousses sur sol aux bords du lac Bleu à El Kalla. La seconde fois l'espèce est trouvée dans les mousses sur sol aux bords d'un ruisseau en forêt de chêne zen à l'Edough.

- *Mucrella acuminata*, Cassagnau, 1952 (Fig.41)

Synonymie : (= *Hypogastrura acuminata* Cassagnau, 1952) ; *Hypogastrura nodosa* Steiner, 1958.

Diagnose : Longueur du corps : 1 à 1.2 mm. Coloration grise.

-Article antennaire IV avec 3 sensilles dorso-externes proches des 2 microsensilles subapicales. Une sensille dorsale proche de la soie *i* et l'autre dorso-latérale. Dorsalement on y trouve 5 sensilles, fines et peu développées; ainsi que quelques soies courtes. Ventralement s'observe un groupe de soies courtes avec pointe modifiée, formant un champ sensoriel similaire à celui observé chez *H (C) armata*.

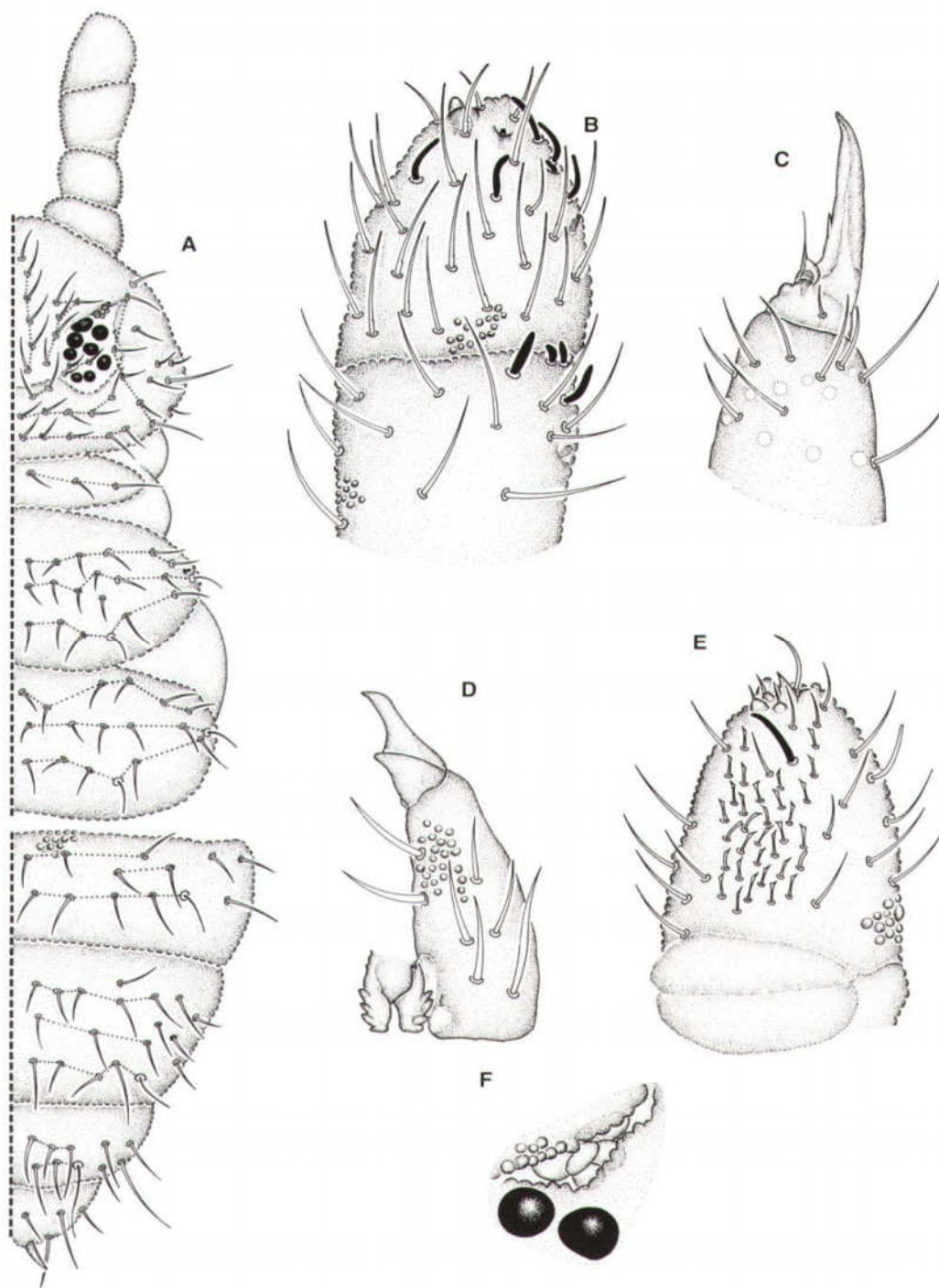


Fig. 41: *Mucrella acuminata* Cassagnau, 1952.

A : Chétotaxie corporelle, B : Articles antennaires III et IV, C : Patte III,
 D : Furca, E : Vue ventrale de l'article antennaire IV, F : Organe post antennaire.
(Jordana et al, 1997)

Répartition: Se rencontre dans toute l'Europe. Jordana et al. (1997) l'a signalé dans les Pyrénées, dans la Cordillera Cantabrica et au centre de la péninsule Ibérique. Trouvée par Hamra-Kroua (2005) pour la première fois en Algérie dans la région de l'Edough.

Biotope : C'est une espèce hémiedaphique récoltée à l'Edough parmi les débris de bois mort de chêne zen sur le sol. L'espèce est trouvée pour la seconde fois en Algérie dans la litière de lentisque au Djebeel Mermoura et à Roknia (Guelma).

- *Xenylla maritima* Tullberg, 1869 (Fig. 42)

Description :

- Antennes : article antennaire 4 avec 3 sensilles dorso-externe et une dorso-interne, en plus des deux microsensilles subapicale. Organe sensoriale l'article antennaire caractéristique du genre.
- Tête avec $L1 > L3$. Dans le sternites thoracique II et III sont présents 1 +1 soies. Tergite abdominal 4 avec toutes les soies présentes. Sternite abdominal 2 sans a5. Sur Le segment abdominal 3 pas de soies médiales.
- Pattes : tibiotarse avec des soies propre au genre; soies à sommet épaissi, dorsale, dans la spire distale. Un avec denture intérieure.
- Furca mucron non séparé des dens. Mucrodens avec deux soies, très variables en longueur en fonction de la taille de l'échantillon, mais toujours supérieure à l'une des pattes 3. Tube ventral avec 4 +4 soies. Tenaculum avec 3 trois dents

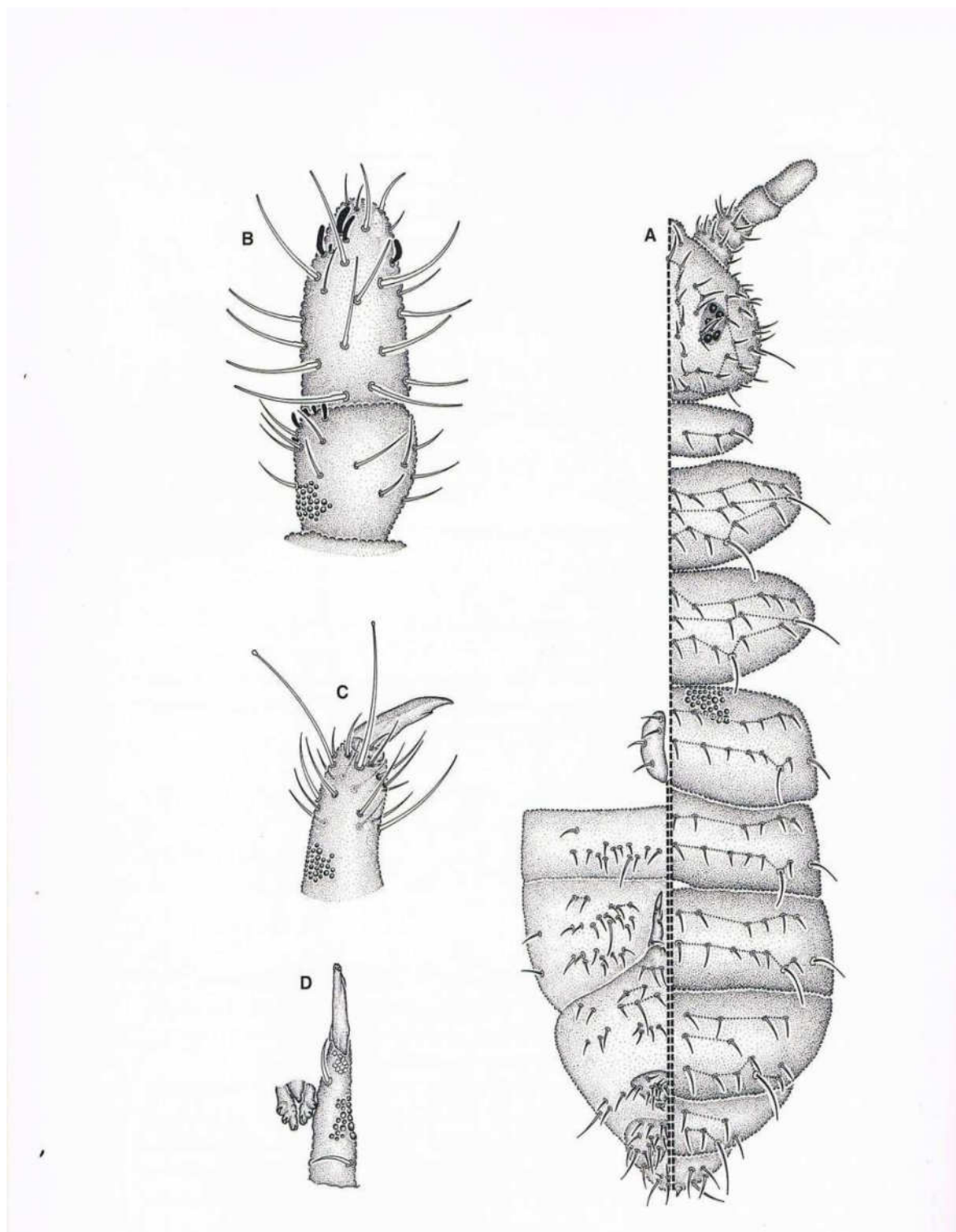


Fig. 42 : *Xenylla maritima*

A: Chétotaxie dorsale du corps et ventrale de l'abdomen;
 B: articles antennaires III et IV; C: Pattes I et II; D: Furca et tenaculum.
 (Jordana & al, 1997).

Répartition : Espèce largement répartie sur la région eurasiennne, dans le continent américain au centre et au sud et en Australie. En Algérie l'espèce a été récoltée la première fois dans la litière de chêne liège dans le massif de Mermoura (Guelma) (Fig. 43)

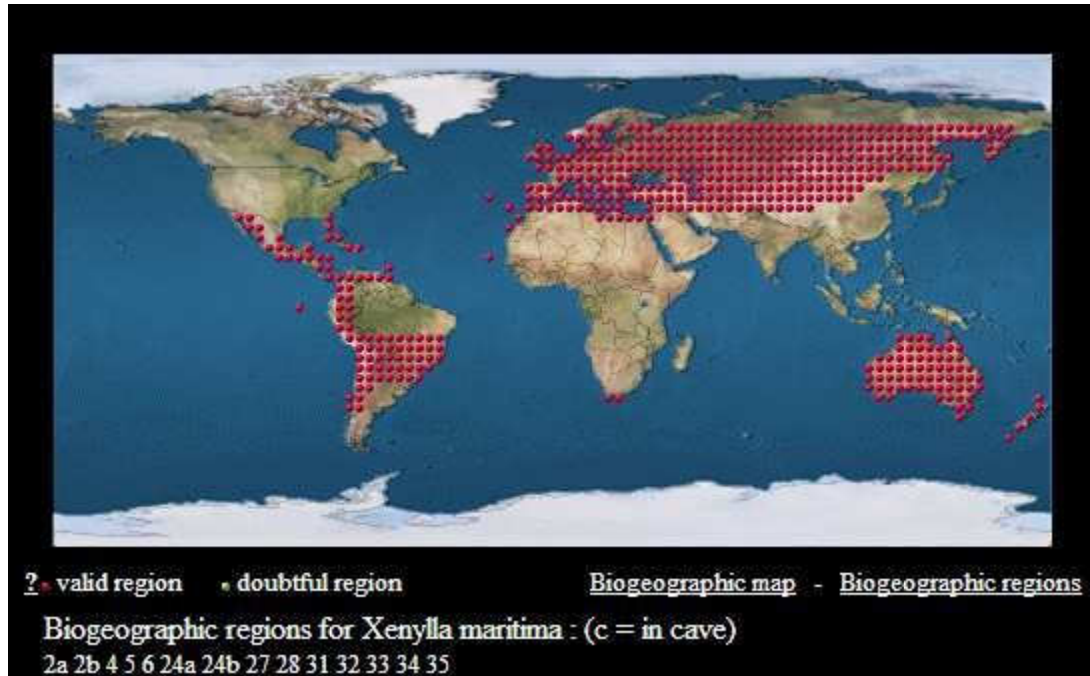


Fig.43: Aire de répartition biogéographique de *Xenylla maritima*: large répartition, (Bellinger & al, 2014.)

Biotope: Espèce récoltée dans la litière de chêne liège à l'Edough et à Guelma (bords d'une retenue d'eau tout prêt de Bordj Sabbat (Guelma).

- *Xenylla brevisimilis mediterranea*, Gama, 1964 (Fig.44)

Synonymie: *Xenylla brevisimilis* Stach, 1949. *Xenylla grisea bidentata* Denis, 1931. *Xenylla bidentata* Denis, 1931 sensu Cassagnau, 1965.

Diagnose : Se distingue de *X.grisea* (Gama, 1964) par les caractères chétotaxiques principaux suivants:

- Mucrodens avec deux soies, tenaculum avec 2+2 soies.
- La présence de la soie m3 et de la soie I a1 sur les tergites thoraciques II et III et de soies médiales sur les sternites abdominales III, et l'absence de la soie a5 sur le sternite abdominal II.
- La chaetotaxie ventrale de cette sous-espèce montre les particularités suivantes:
- Tête: toutes les soies sont présentes

- Thorax II-III: il y a une soie de chaque côté.
- Abdomen II: deux paires de soies médiales présentes.
- Abdomen III: il y a une paire de soies médiales

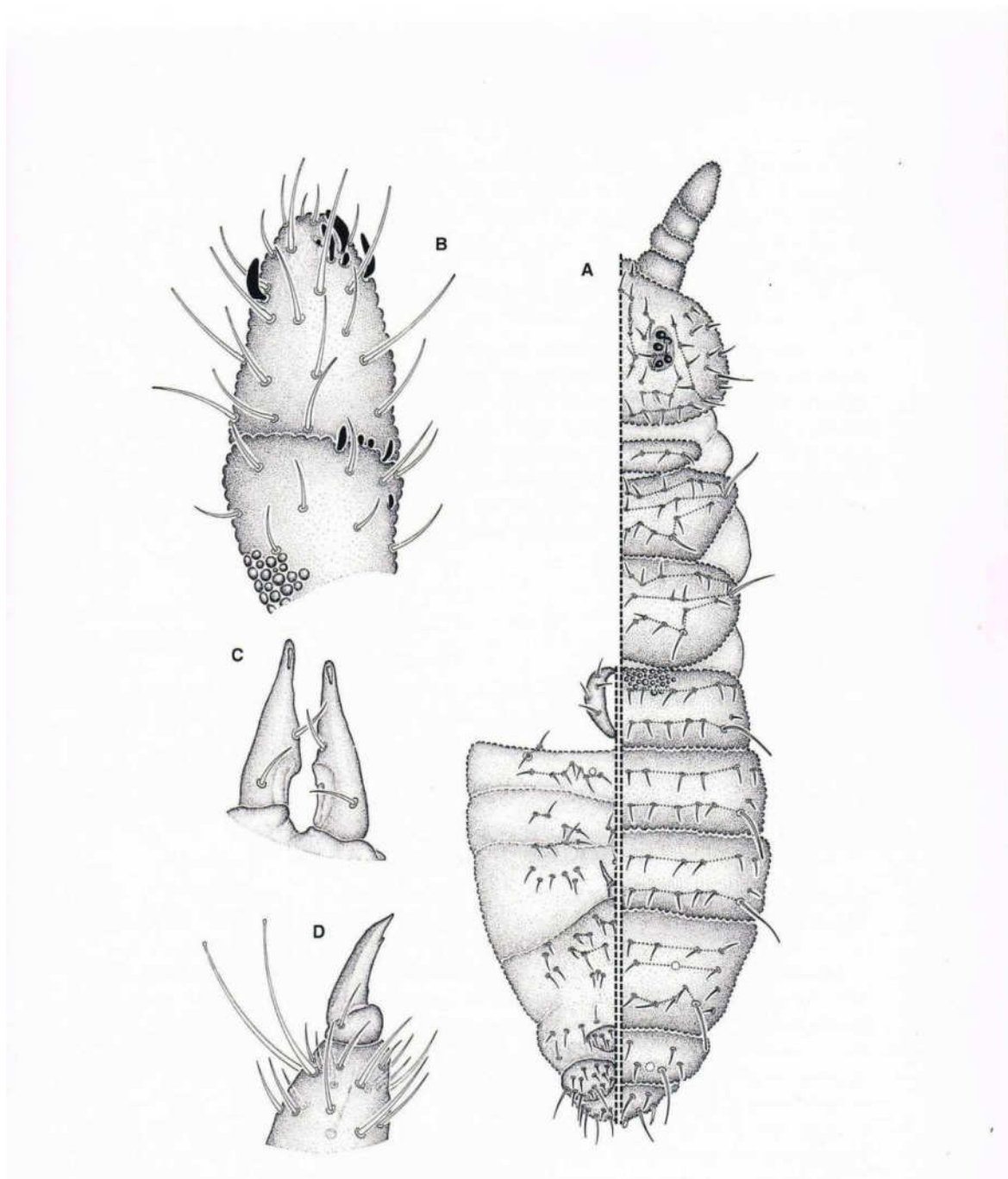


Fig 44: *Xenylla brevisimilis mediterranea*
A: Chétotaxie du corps; B: Antenne; C: Furca; D: Griffe et tibiotarses de patte III;
(Jordana & al, 1997)

Répartition: C'est une sous-espèce méditerranéenne citée aussi en Europe du nord (mer du nord) et du sud, au Portugal elle a été rencontrée à Coimbra, Mira, sous des écorces d'Eucalyptus et d'Acacia, citée au Maroc. Trouvée la première fois en Algérie par Hamra-Kroua (2005) comme une nouvelle espèce pour le pays dans du fumier à El-Kalla (Fig.45).

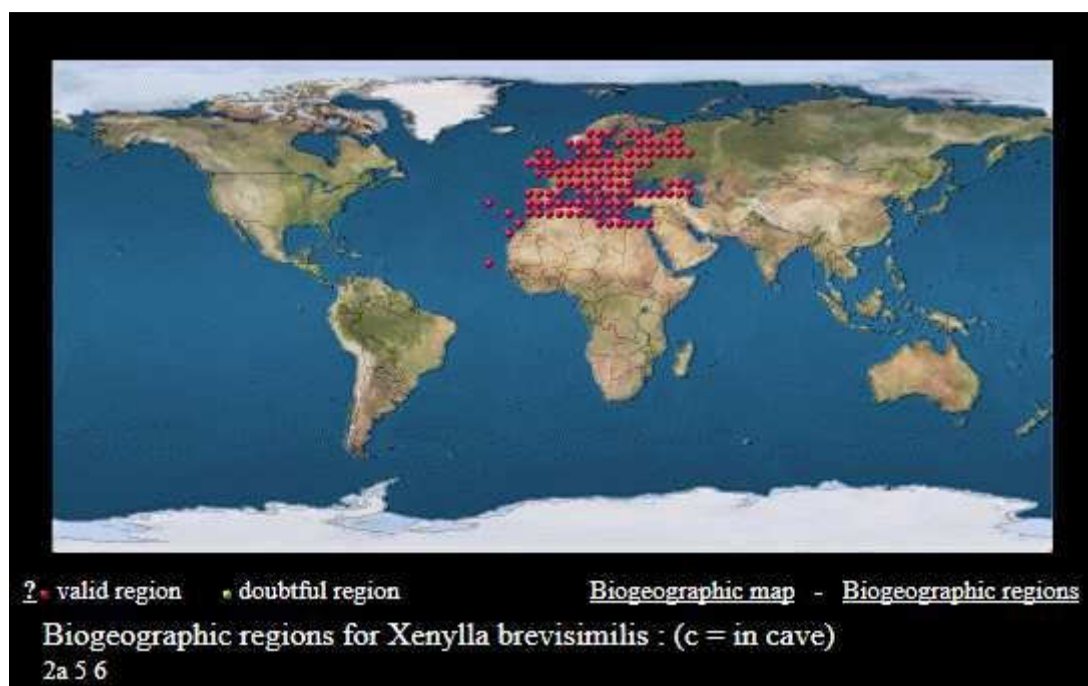


Fig.45: Aire de répartition biogéographique de *Xenylla brevisimilis mediterranea*: Euro-méditerranéenne. (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Nous l'avons trouvé dans les mousses sur sol à l'Edough et au Djebel Taya. C'est une espèce hémiedaphique.

- *Xenyllogastrura afurcata*, Deharveng & Gers, 1979 (Fig.46)

Synonymie: Les espèces de ce genre ont été placées dans les *Mesachorutes* par Steiner, 1955, et Selga, 1959, et dans les *Willemia* par Gisin (1960).

Diagnose: Longueur du corps: 0.6 mm. Coloration: blanc, les cornéules seules pigmentées en noir, les *Xenyllogastrura* sont mieux définis par la conjonction de caractères régressifs (pigment, cornéules, furca, appendice empodial: effilé assez court) et l'existence de caractères originaux (organite d'antenne III, macrochète manubrial, chétotaxie du tube ventral: 6+6 soies, la morphologie des sensilles des tergites: courtes et épaisses) et une chaetotaxie particulière (complète sur la tête sauf la soie a O, très réduite sur les tergites. Présence de 3 à 4

longs ergots capités par tibiotarses constitue un caractère très original de *X. afurcata* avec l'absence de la furca (pas de rétinacle, ni de mucrodens; manubrium entièrement soudé au sternite du segment abdominal IV.

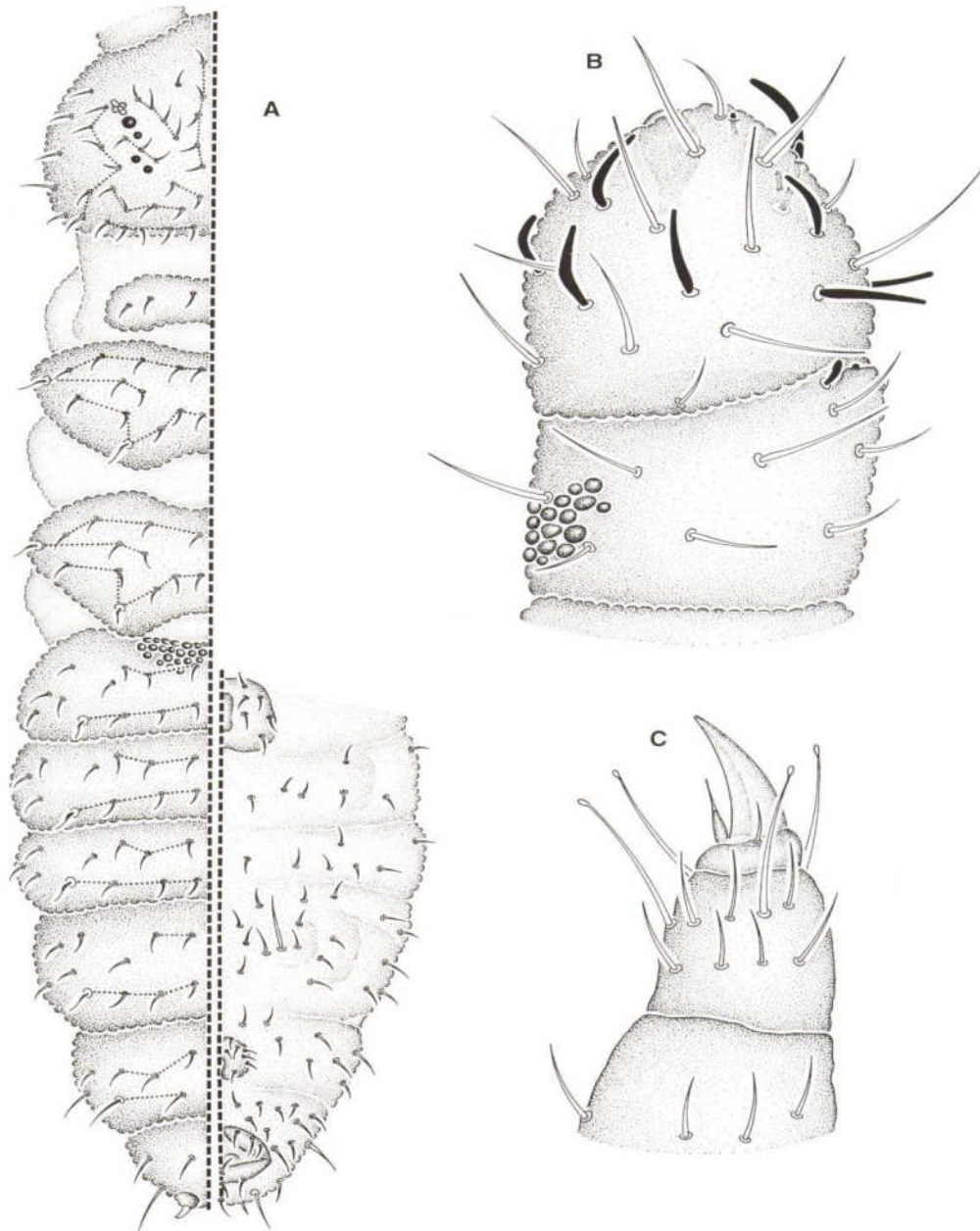


Fig.46: *Xenyllogastrura afurcata* Deharveng & Gers, 1979.
A : Chétotaxie du corps, B : Antenne, C : Patte III. (Jordana et al, 1997).

Répartition: Décrite pour la première fois au Portugal. Espèce méditerranéenne. Déjà citée en Algérie comme une nouvelle espèce par Hamra-Kroua (2005) qui l'a trouvé dans le sol près du lac Tinsilt à Ain Mlila (Fig.47).

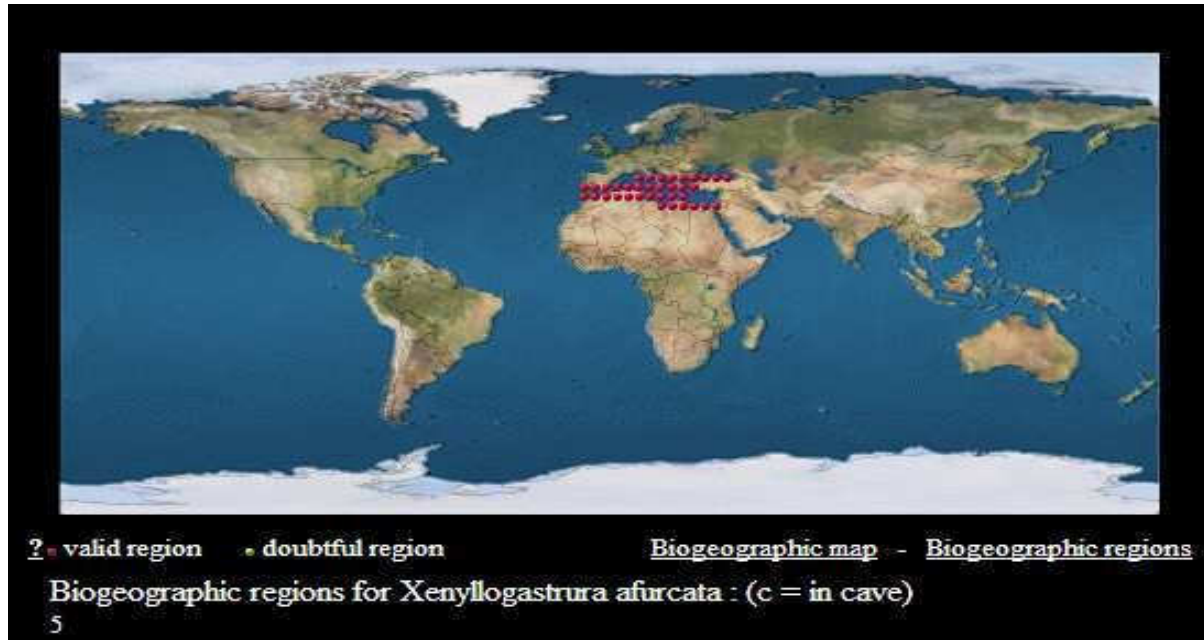


Fig.47 : Aire de répartition biogéographique de *Xenyllogastrura afurcata*: Méditerranéenne. (Bellinger & al; 2014)

Biotope: Récoltée dans l'humus sous litière de lentisque à Azzaba et dans le sol sous les mousses à Béni Haroun. C'est une espèce hémiedaphique.

- *Willemia intermedia*, Mills, 1934 (Fig.48).

Diagnose: Longueur du corps: 0,6 mm. Coloration blanche. Article antennaire IV avec six sensilles de forme cylindrique, trois externes, une dorsale et deux internes. Pattes avec 17+17 et 16 soies sur les tibiotarses I, II, III. Appendice empodial petit et de forme triangulaire, sans lame basale et avec une soie terminale qui arrive à la moitié du bord interne de la griffe. Tube ventral avec 4+4 soies; pas de rétinacle ni furca.

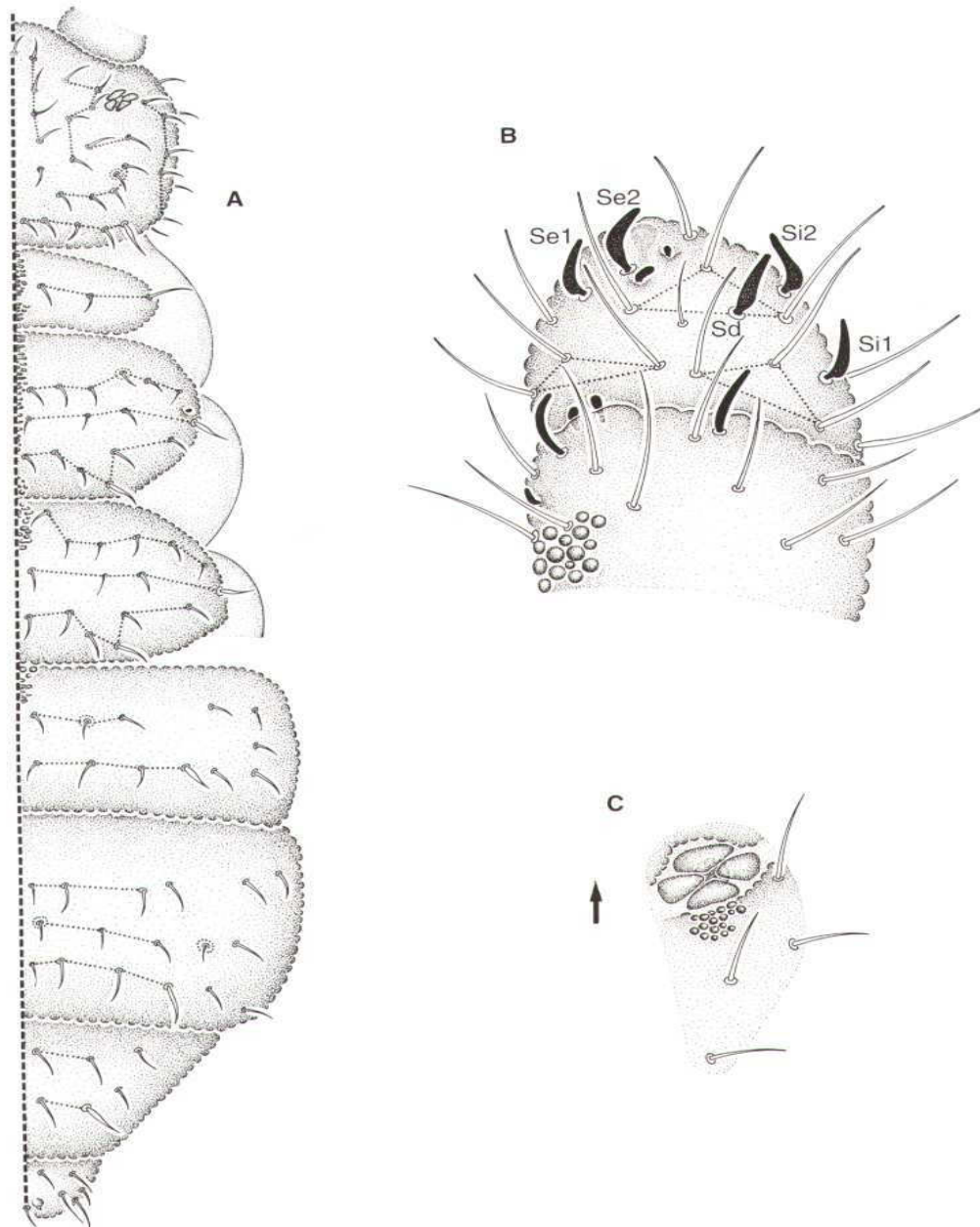


Fig.48 : *Willemia intermedia* Mills, 1934.

A : Chétotaxie dorsale, B : Articles antennaires III et IV,
C : Organe post antennaire. (Jordana et al, 1997)

Répartition: Espèce holarctique, citée d'Espagne dans différentes localités (Selga & al, 1977) et au Portugal (Gama, 1964) (Fig.49). En Algérie, cette espèce a été trouvée la première fois sur les racines émergées d'*Agrania maritima* du lac Bleu à El-Kala.

Biotope: Cette espèce est ici rencontrée pour la seconde fois à l'Edough sur les mousses sur sol aux bords d'un ruisseau.

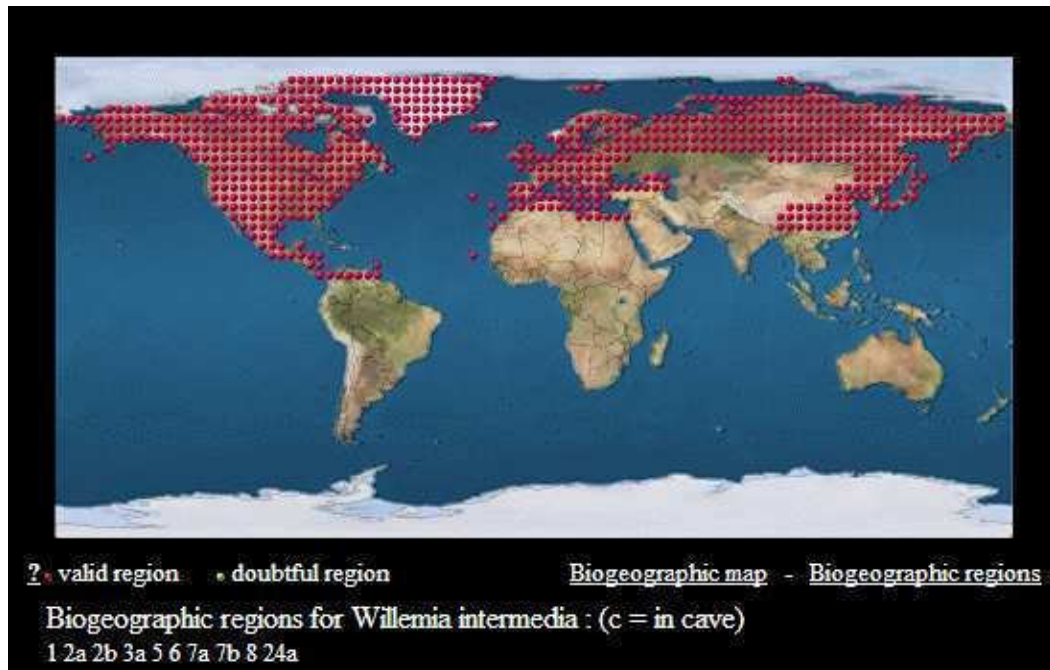


Fig.49 : Aire de répartition biogéographique de *Willemia intermedia*: Holarctique + Caraïbes. (Bellinger & al, 2014)

- **Famille : ODONTELLIDAE**

Cinq espèces réparties sur deux genres différents.

- ***Superodontella tayaensis sp. nov.*** Arbea, Brahim-Bounab & Hamra Kroua, 2013. (Fig.50)

Etymologie: L'espèce a été nommée en référence du lieu de récolte : Djebel Taya (Wilaya de Guelma): 36°31'04" N; 07°03'51" E.

Description:

Holotype: femelle 1,00 mm, Paratypes mâles de 0,68 à 0,76 mm; femelles de 0,75 à 1,12 mm de longueur. Couleur du corps dans l'alcool éthylique à 70° est bleu pâle; plaque oculaire bleu-noir. Tégument du corps fortement granulé. La zone granulée centrale sur la tête située entre les soies d1 et d5, tergites abdominaux V-VI granulés.

Antennes environ 2/3 de la longueur de la tête. Articles antennaires I, II et III avec respectivement 7, 10 et 8 soies sensorielles ordinaires. Organe sensoriel d'Ant. III composé de deux bâtonnets sensoriels internes arrondis (S2 et S3) et deux sensilles (S1 et S4) longues, droites externes

et une soie sensille (S5) avec microsensillum du côté ventral. La sensille (S4) externe est 3,2 à 4,8 fois plus longue que la tige de la soie sensorielle interne.

Article Ant. IV dorso-distalement avec un petit organite ovoïde (ou) et une courte microsensillum (ms); huit, sensilles subcylindriques pliées S2, S9 et S10 assez courtes et presque égales; les soies S1, S6 et S7 sont plutôt longues et épaisses et presque égales; S3 longue et mince; et une sensille externo-basale (ici nommée S9) longue et mince; une très longue soie émoussée du côté ventro-subapical (v); 15 à 16 longues soies-mousses dorsales minces; 10 à 11 soies courtes et pointues (y compris la soie-i dorsale) et 9 soies ventrales assez longues. L'apex d'Ant. IV en forme de dôme. La vésicule exerstile absente. Aucun sac éversible entre Ant.III et Ant. IV.

Ocelles 5+5, Organe Post Antennaire (OPA) plus long que l'ocelle B, de forme amiboïde à 4 lobes. Cône buccal plus court. Maxilles sans lamelles; mandibules réduites; labre très difficile à observer. Chétotaxie du labrum avec 3, 2, 2 soies prélabrales. Labium avec 6 soies-papilles et 4 soies ordinaires :F (macrochète), E et G (mésochètes). Zone péri labiale avec 3+3 soies subégales.

La chétotaxie dorsale comme dans la figure 50 et le tableau 14. Soies subégales ordinaires, lisses et pointues, pas toujours sur les tergites de Th. I-III et sur les tergites de Abd.I-IV. Sur le tergum d'Abd.I-IV avec plus de soies légèrement dentelées. La formule de la soie s (sensorielle) du tergum V-VI: 022/11111. Microsensilles présentes sur le tergum du Th. II et III. Tête sans soie a0 et soies c3. Tergum de Th. I avec 4+4 soies : Tergum de Th. II et III avec 11+11 soies; (m1, présente m5 et m6 présentes dans la même rangée; m4 absente). Tergum d'Abd. I-III avec 8+8 soies (a4 absente) tergum d'Abd.IV avec 10+10 soies (soie m1 présente, m4 et p4 absentes) la soie s = p5.

Tableau 14: Chétotaxie dorsale de *Superodontella tayaensis* sp. nov.

La chétotaxie de la tête							
	sd	d	Oc	c	p		
Nb de soies	3	4	3	1	4		
soies	sd3,4,5	d1,2,3,5	oc1,2,3	c3	p1,2,3,4		
La chétotaxie des tergites							
	a	m	p	soies	soies sensorielles		
Th I	-	4	-	m1,2,3,4		-	
Th II-III	3	3+ms	5	a1,3,5	m1,4,6+ms	p1,2,4,5,6	p4,m6
Abd I-III	3	-	5	a1,3,6		p1,2,4,5,6	p5
Abd IV	4	2	4	a1,3,4,6	m1,6	p1,2,5,6	p5

Abd V	2	-	3	a2,3		p1,3,4	p3
Abd VI	2	2	2+1	a1,2	m1,2	p1,2+p0	-

Chétotaxie ventrale (fig.50). Sternites de Th. I-III sans soies. Tube ventral avec 3 trois soies. Sternites Abd.I avec 1 +1 soies à la base du tube ventral, avec 3 +3 soies sur Abd II et 5+5 soies sur le sternum de Abd III. Furca bien développée avec 3 soies identiques sur chacune des dens (fig. 51). Manubrium avec 10 +10 soies en arrière. Mucron typique pour le genre aussi long que la dens. Tenaculum avec 3 dents. Chaque valve anale avec deux soies-**h** (Fig. 52).

Tibiotarses I, II et III avec 12, 12 et 12 soies pointues. Fémurs I, II et III avec 7, 7 et 7 soies,

trochanters I, II et III avec 4, 4 et 4 soies, coxae I, II et III à 3, 5 et 5 soies, 2.subcoxae I, II et III avec 0, 2 et 2 soies, 1.subcoxae I, II et III avec 1, 2 et 2 soies, respectivement. Pattes sans soie-épine. Griffes avec une dent basale interne et une seule paire de dents latérales (Fig. 51). Appendice empodial réduite. Épine anale plutôt courte avec une papille fortement granulée. (Fig. 51).

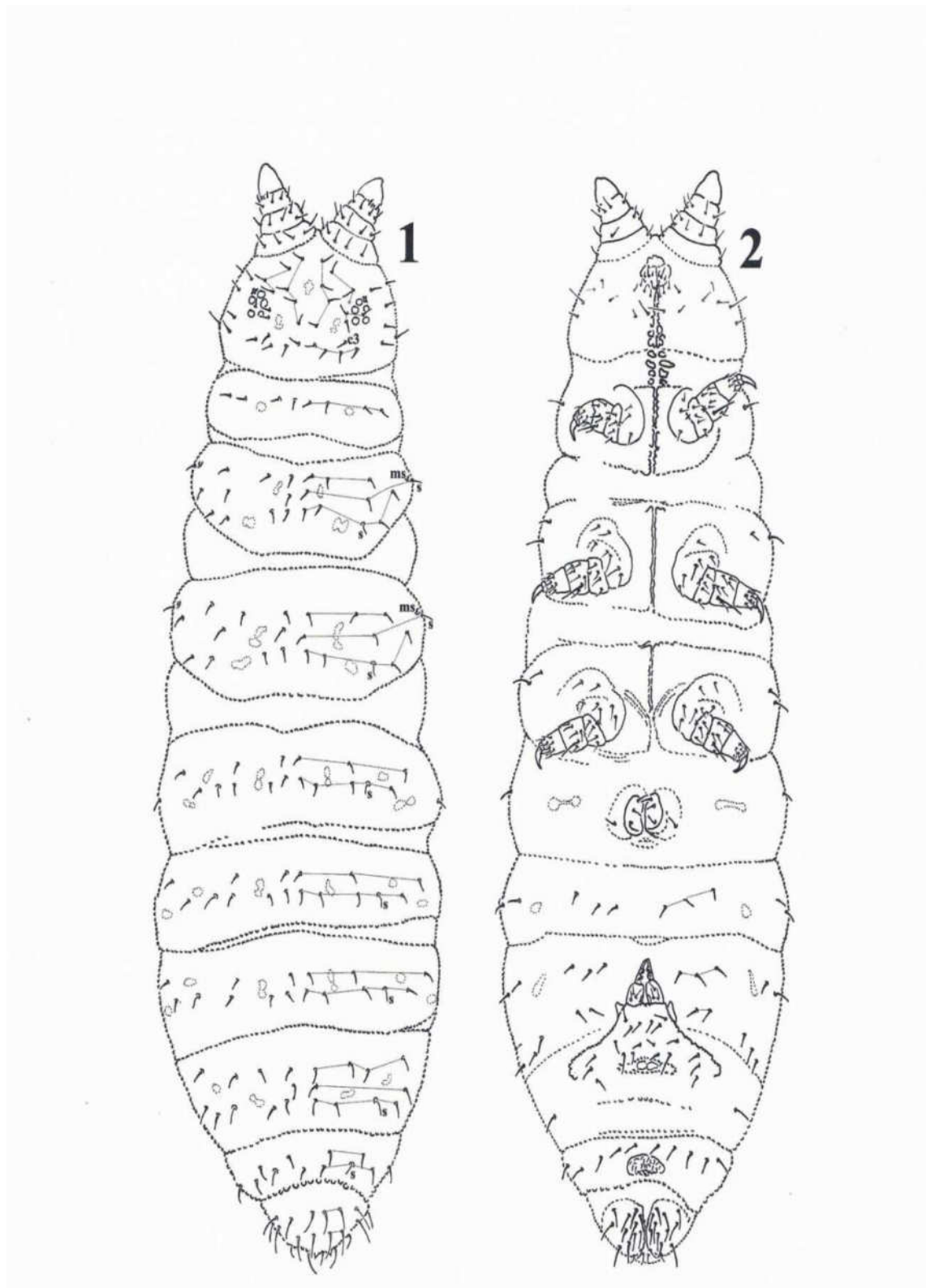


Fig. 50: *Superodontella tayaensi* sp. nov. Arbea, Brahim Bouna & HamraKroua, 2013.

1-habitus and dorsal chaetotaxy, s=s-chaeta; ms=microsensillum;
2- habitus and ventral chaetotaxy. (Arbea & al, 2013).

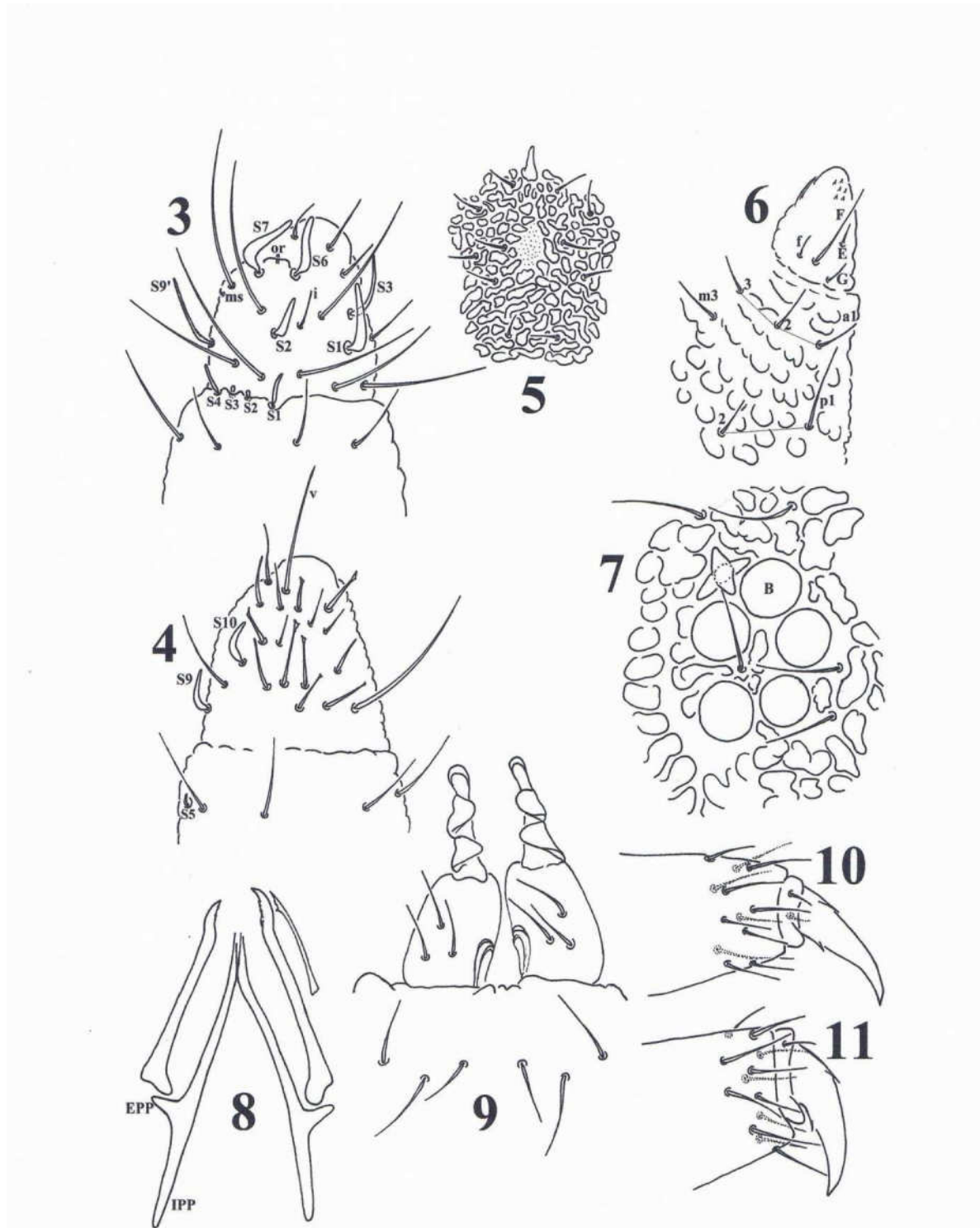


Fig.51 : *Superodontella tayaensis* sp. nov.

3: vue dorsale des segments III et IV de l'antenne gauche (vue dorsal); 4: vue ventrale des segments III et IV de l'antenne gauche. 5: aire centrale de la tête entre les soies d1 et d5; 6: Chétotaxie labiale et périlabiale; 7: Organe post antennaire et ocelles; 8: Maxille et mandibule; 9: dens et mucro; 10: Partie distale de la patte I; 11: Partie distale de la patte III. (Arbea & al, 2013)

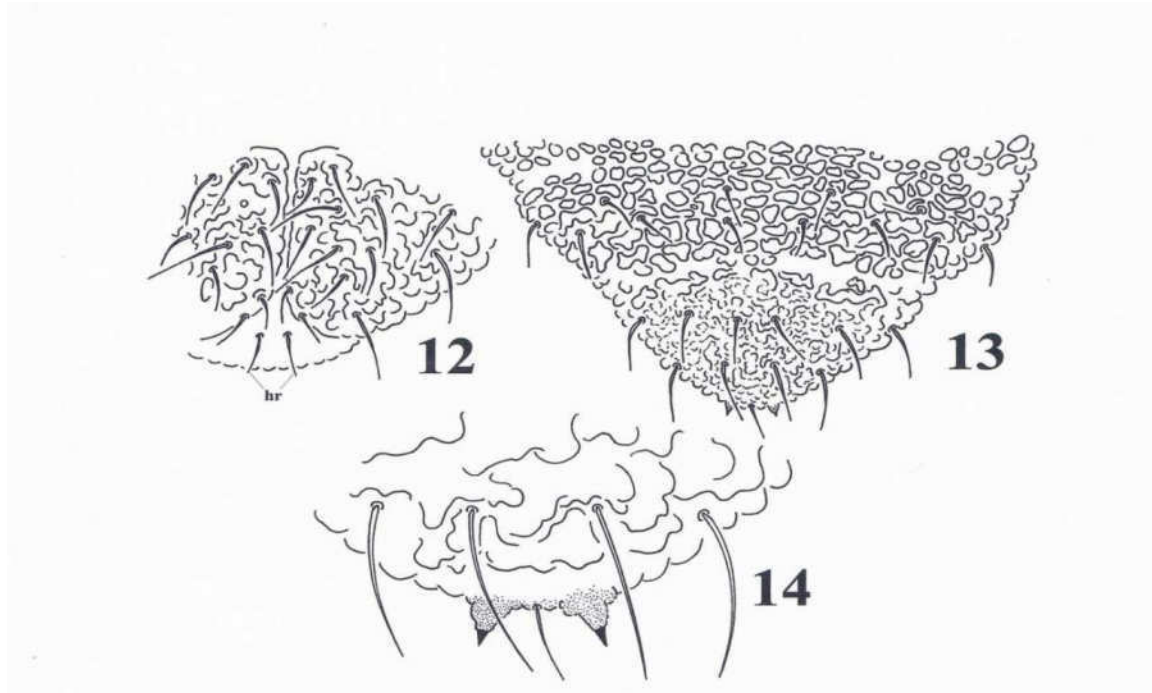


Fig.52: *Superodontella tayaensis* sp. nov.

12: Chétotaxie des valves anales; 13: Tergite de l'abdomen V et VI; 14: épines anales.
(Arbea & al, 2013).

Répartition : Nouvelle espèce pour la science, endémique du massif montagneux de Taya (Guelma) (Fig.53).



Fig.53 : Aire de répartition biogéographique de *Superodontella tayaensis*: Endémique de Djebel Taya (Algérie). (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Espèce hémiedaphique, tous les spécimens de la nouvelle espèce ont été récoltés dans la mousse sur sol au contrebas du Djebel Taya wilaya de Guelma au mois de novembre 2009.

- *Superodontella lamellifera*, Axelson, 1903 (Fig. 54)

Synonymie.: *Xenyllodes lamellifera*, *Superodontella lamellifera*

Diagnose: Longueur. 0,7 0 1,8 mm. Coloration bleutée. Granulation tégumentaire développée, avec granules fortement étoilés sur la tête et le corps jusqu'au tergite abdominal V et arrondies sur le tergite abdominal VI. Soies du corps subégales, lisses et aigues ou légèrement moussées dont quelques unes apparaissent légèrement denticulées sur le tergite abdominal VI.

- Articles antennaires I, II, III avec 7, 10 et 12 soies ordinaires. Organe sensoriel de l'article antennaire III avec les cinq soies typiques, les sensilles sont relativement courtes et courbées. Article antennaire IV avec 12 sensilles de forme presque cylindrique peu différenciées. OPA avec 4 lobes subégales.
- Tibiotarses I, II, III avec 15, 15 et 14 soies pointues. Griffe avec une dent interne et une paire de dents latéro-basales. Appendice empodial absent.
- Tube ventral avec trois paires de soies. Rétinacle avec 3+3 dents. Dens avec 5 soies dorsales dont 3 sont grosses et spiniformes. Mucron typique du genre, bilobé et plus petit que la dens. Manubrium avec 11 paires de soies dorsales. Segment anal avec 13 paires de soies ventrales et 3 microchètes de chaque côté. Segment abdominal VI avec une paire de petites épines anales sur de grandes papilles coniques (absentes chez les individus épitoques). C'est une espèce constituée exclusivement d'individus épitoques.

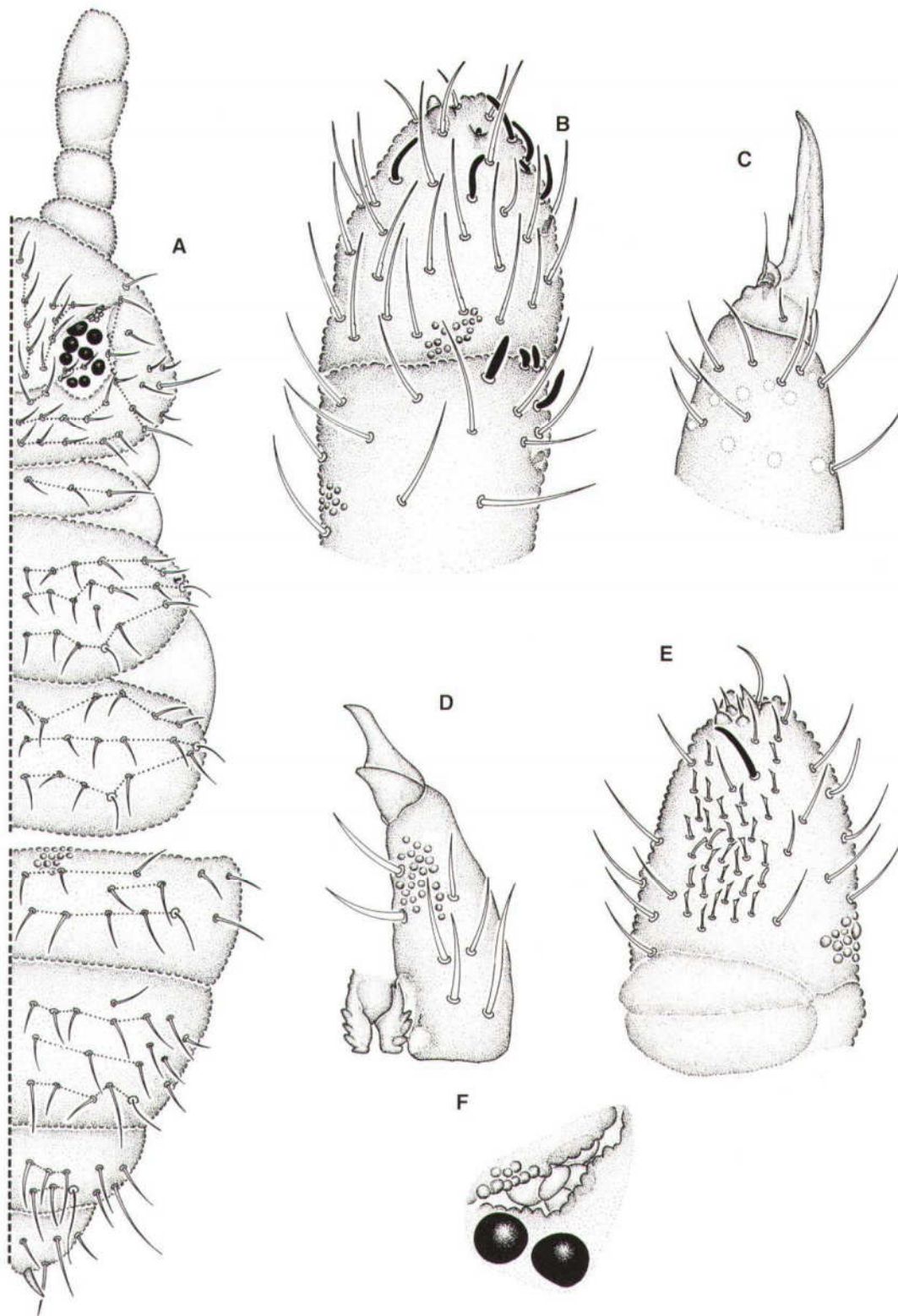


Fig.54 : *Superodontella lamellifera* Axelson, 1903.

A : Chétotaxie dorsale, B : Vue ventrale des articles antennaires III et IV,
 C : Granulation centrale du mésothorax, D : Labre, E : Epines annales,
 F : Dens et mucron. (Jordana & al, 1997)

Répartition: Espèce à très large répartition, connue en Europe; décrite en Scandinavie et rencontrée dans les îles Carpates; connue au Portugal et en Espagne. Citée en Amérique et en Australie. Citée en Algérie et au Maroc sous le nom d'*Odontella lamellifera* (Axelson, 1903), citée par Hamra-Kroua en 2005 à l'Edough (Fig.55).

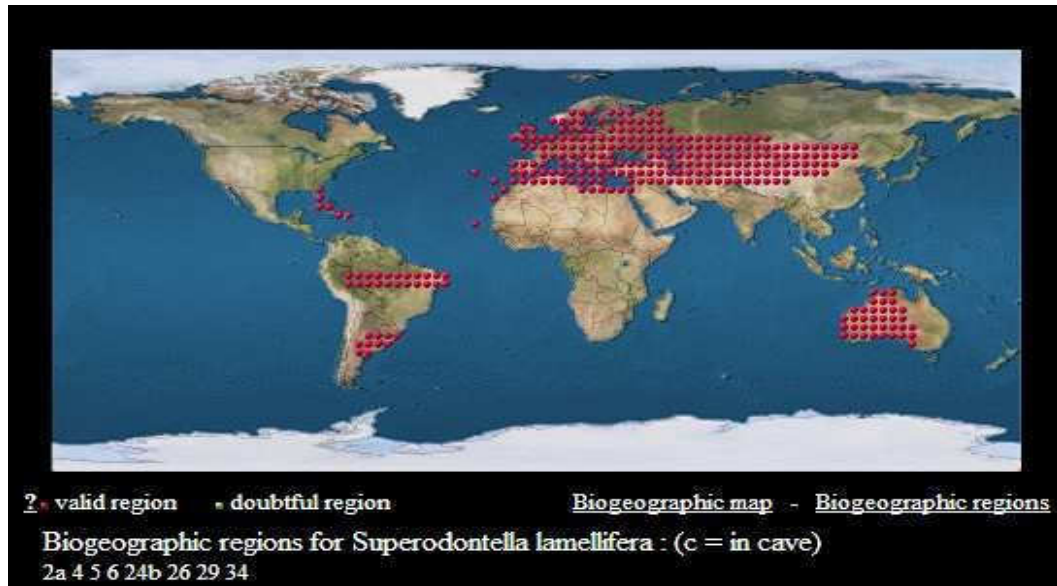


Fig.55: Aire de répartition biogéographique de *Superodontella lamellifera*: Large répartition. (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Selon Jordana et al, (1997), *S.lamellifera* préfère les biotopes frais et humides des montagnes, c'est une espèce hémiédaphique. Nous l'avons extrait de la litière humide de chêne zen en période hivernale (janvier et février) dans le massif forestier de l'Edough (Annaba) et Djebel Bouarbid (Ouled Habeba).

- *Superodontella vallvidrerensis vallvidrerensis*, Selga, 1966 (Fig.56)
- *Superodontella vallvidrerensis subalpina*, Arbea, 1990 (Fig.56)

Synonymie.: *Odontella vallvidrerensis* Selga, 1966.

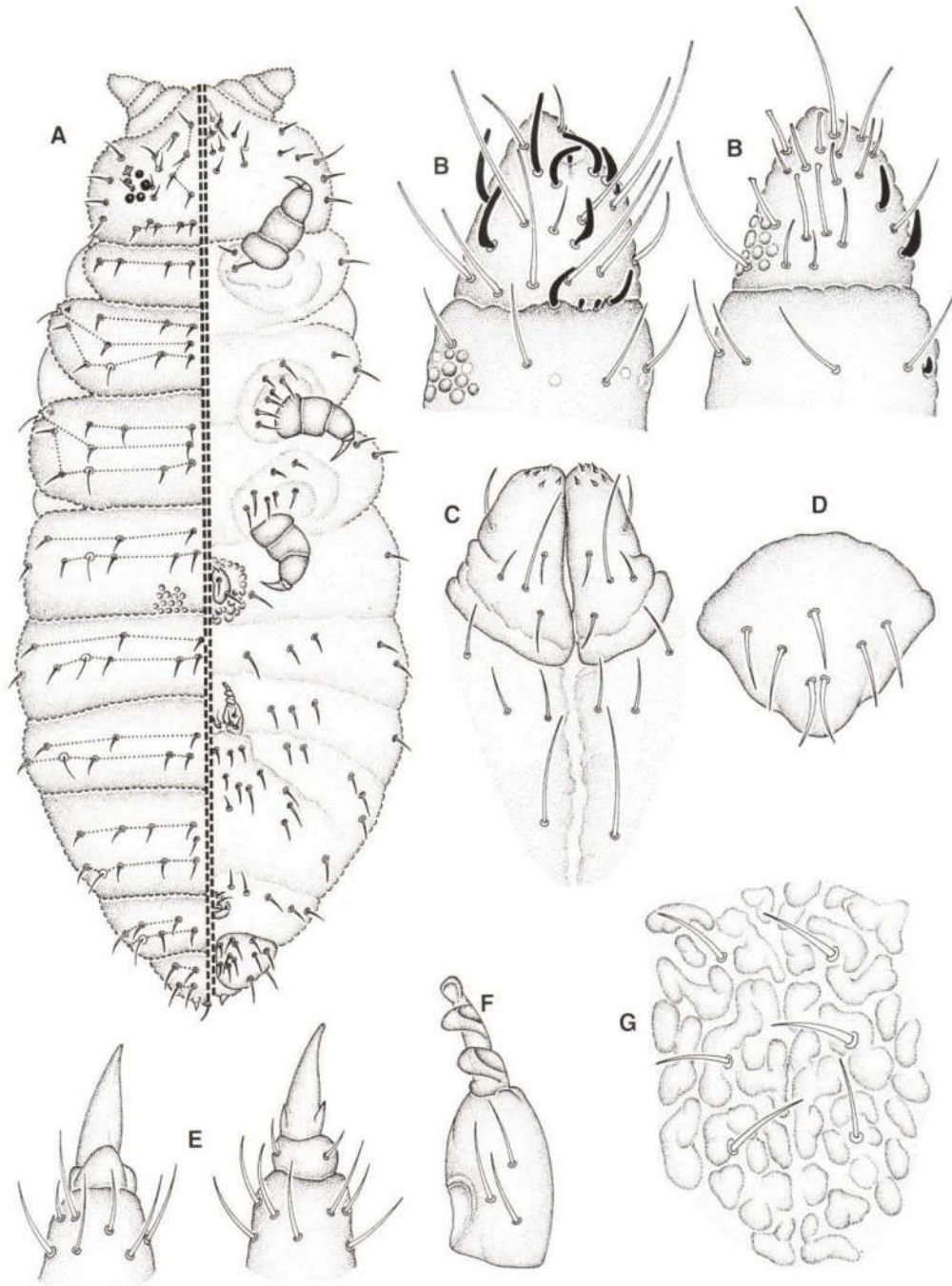
Diagnose: Longueur : 0,5 à 1,0 mm. Coloration bleuté. Granulation tégumentaire développée, avec granules arrondis. Soies du corps subégales, lisses et capitées.

- Articles antennaires I, II, III avec 7, 10, 8 soies ordinaires. Organe sensoriel de l'article antennaire III avec 5 sensilles typiques. Article antennaire IV avec 9 grosse sensilles chez les adultes. Le labre présente 4 paires de soies basales. Possède 5 paires de cornéules subégales. OPA avec 4 lobes subégaux.

- Tibiotarses avec 14 soies capitées. Griffes avec une dent interne basale et une paire de dents latéro-basales. Appendice empodial réduit à un mamelon pointu.
- Tube ventral avec 14 paires de soies. Le sternite abdominal I porte une paire de soies. Rétinacle avec 3 +3 dents. Dens avec 3 à 4 soies dorsales subégales. Mucron typique du genre ; plus court que la dens. Plaque génitale de la femelle avec 7 à 9 soies, celle du mâle avec 15 soies.

Clé des sous-espèces:

- 1.-Dens avec 4 soies. Les sensilles ventro-latérales sont subégales ou plus larges que les sensilles de l'article antennaire III..... **S. v. *vallvidrerensis***
- 2- Dens avec 3 soies. Les sensilles ventro- latérales de l'article antennaire IV sont courtes, aussi longues que la moitié des sensilles de l'article antennaire III..... **S.v. *subalpina***



**Fig.56: *Superodontella vallviderensis vallviderensis* Arbea 1990
Superodontella vallviderensis subalpina Selga, 1966.**

A : Chétotaxie dorsale, B: Articles antennaires III et IV en vue ventrale
 C : Labium, D : Labre, E : Tibiotarse et griffe de la patte III, G : Granulation
 centrale du mésothorax de *S. vallviderensis*, F : Dens et mucron de *S.v subalpina*.
 (Jordana et al, 1997).

Répartition: Sous-espèces européennes décrites en Espagne dans la localité de Vallvidrera (Barcelone); *S. vallviderensis subalpina* est endémique de la moitié nord de Navarre en région pyrénéenne. Les deux sous-espèces sont signalées au Portugal. Déjà signalées par Hamra Kroua, (2005) à l'Edough. (Fig. 57).

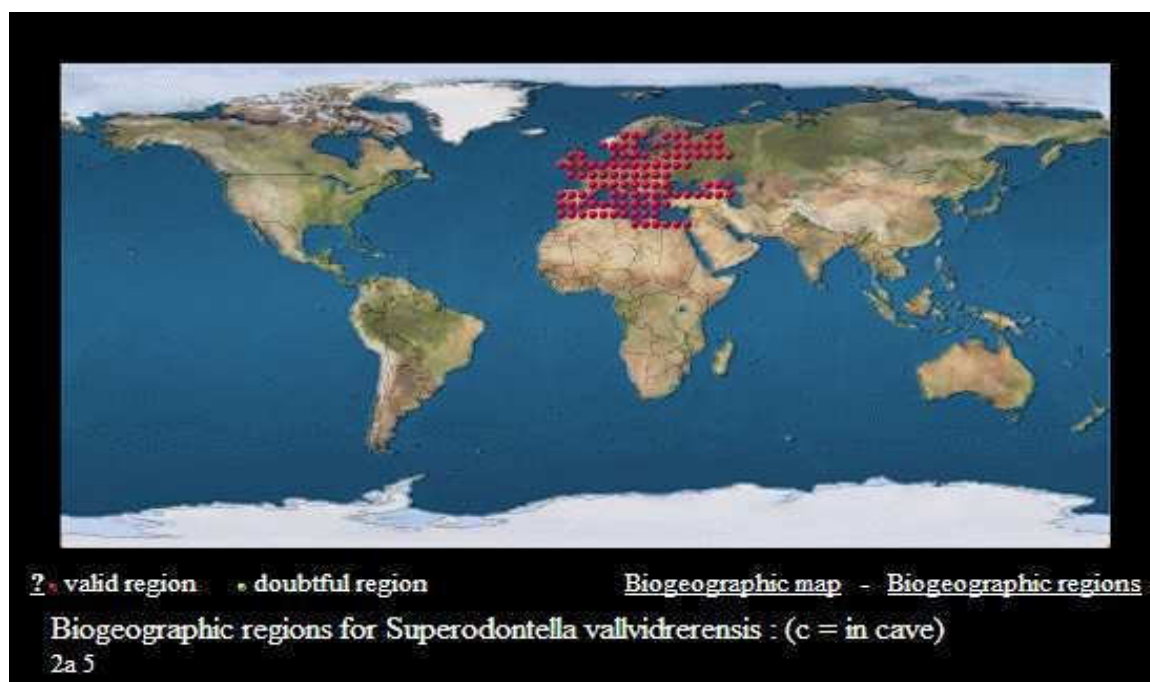


Fig.57: Aire de répartition biogéographique de *Superodontella vallviderensis* : euro-méditerranéennes. (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Les deux sous-espèces sont trouvées à l'Edough dans la forêt de Chêne zen dans les mousses sur sol pour *S. v. subalpina*. *S. v. vallviderensis* est trouvée dans les mousses sur sol.

3 - Famille: NEANURIDAE

a - Sous-famille: Frieseinae Massoud, 1967 : six espèces du même genre.

- *Friesea albida*, Arbea et Jordana, 1993 (Fig.58).

Diagnose: Longueur: 0,7-0,8 mm. Coloration du corps bleue. Granulation tégumentaire relativement fine. Soies du corps lisses et pointues. Parfois les soies des derniers tergites abdominaux sont plus larges.

Article antennaire IV avec 6 sensilles subcylindriques. Vésicule apicale simple. L'organe sensoriel de l'article antennaire III est formé par les 5 sensilles typiques. Le cône buccal tronqué. Labre typique du genre, avec la soie-papille L.

Pièces buccales caractéristiques du genre: mandibules avec 8 dents.

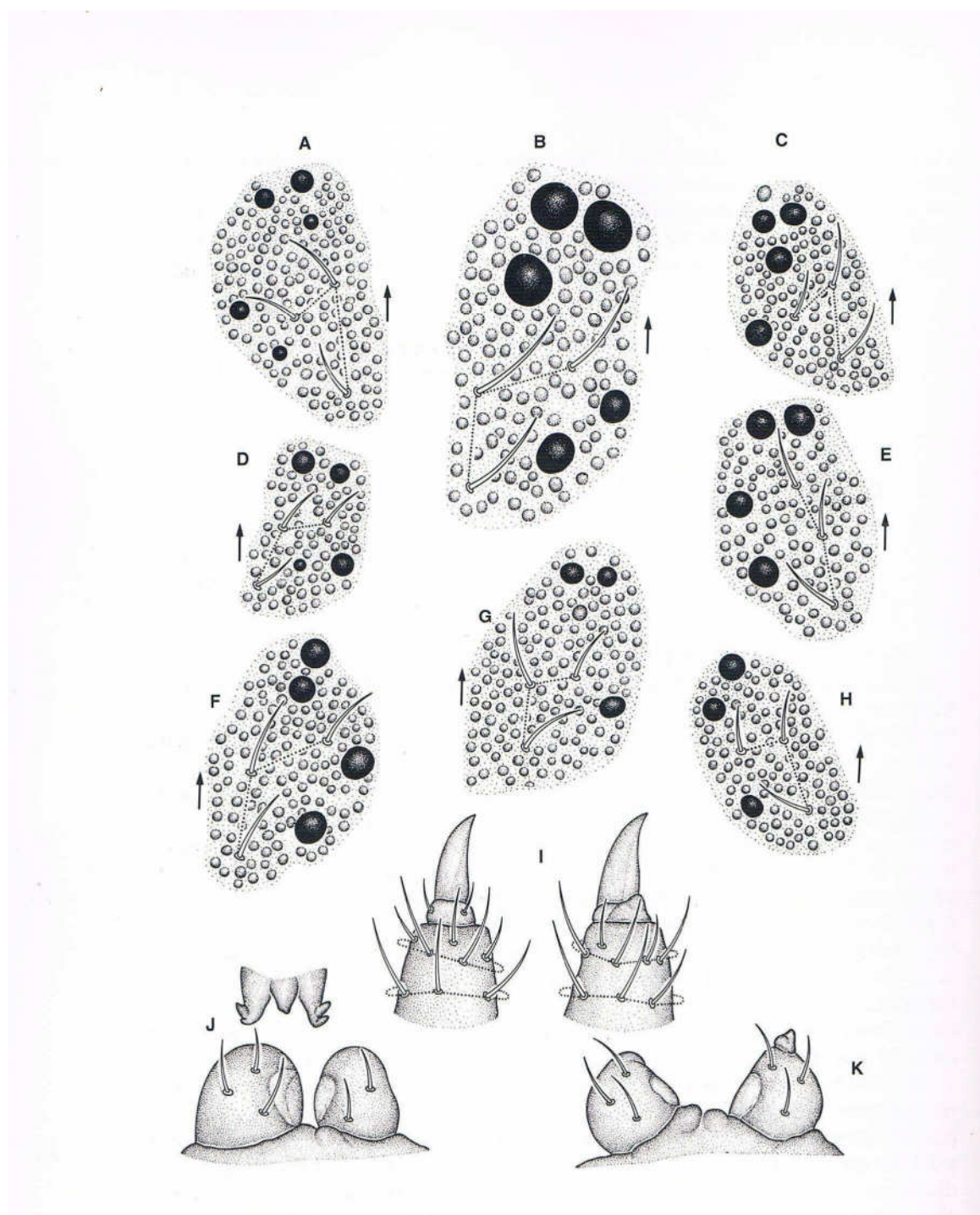


Fig.58: Aire oculaire de *Friesea albida* (A et B), de *Friesea pyrenaica* (C et G), de *Friesea montechristi* (H), Tibiotarses et griffes de patte III de *F. albida*. (Jordana & al, 1997)

Répartition : Connue en Europe et dans la région méditerranéenne (Fig. 59).

Biotope: C'est une espèce hémiedaphique extraite des mousses sur sol dans la forêt de chêne zen à l'Edough, et dans la litière de chêne liège à Oum Laouina (Azzaba).

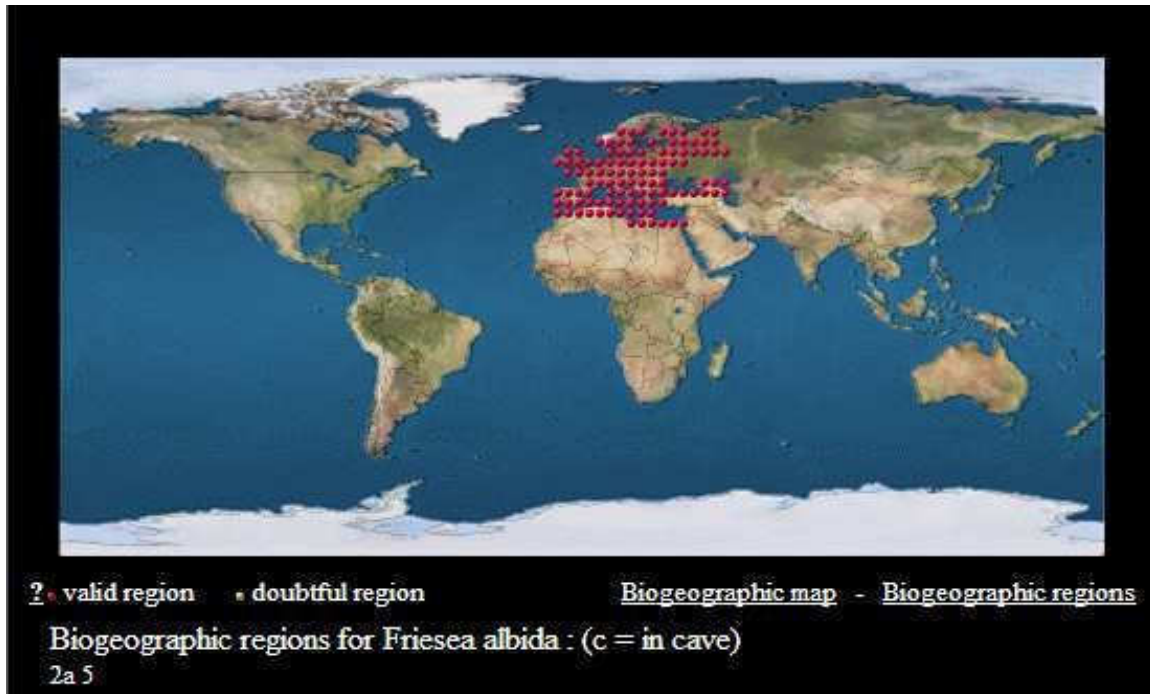


Fig.59 : Aire de répartition biogéographique de *Friesea albida*: Euro-méditerranéenne (Bellinger & al, 2014)

- *Friesea ladeiroi*, Gama, 1959 (Fig.60)

Synonymie.: Espèce typique.

Diagnose: Longueur: 0,8 à 1,1 mm. Coloration bleue. Granulation tégumentaire relativement fine. Soies du corps lisses et aigues, légèrement denticulées sur les derniers tergites abdominaux. Pas de soie a2 sur abdomen V.

- Article antennaire IV avec 6 sensilles subcylindriques, parmi lesquelles 2 soies internes fines difficiles à distinguer des soies mousses du même article. Vésicule apicale simple. L'organe sensoriel de l'article antennaire III est formé par les 5 sensilles typiques. Cône buccal tronqué. Labre typique du genre, avec la soie papilles L. Pièces buccales caractéristiques du genre. Mandibules avec 8 dents; 8 paires de cornéules et absence de l'OPA.

- Revêtement chétotaxique dorsal représenté dans la figure 34. Segment abdominal VI porte de 4 à 6 épines anales, droites et lisses, et sans papilles basales; les soies a1 et p1 toujours modifiées en épines et les soies a2 peuvent être des macrochètes ordinaires et fines.

-Tibiotarses I, II, III avec 17, 17 et 16 soies pointues. Griffe avec une petite dent interne. Tube ventral avec 4 paires de soies. Rétinacle et furca absents; l'emplacement de la furca présente 4 à 6 microchètes.

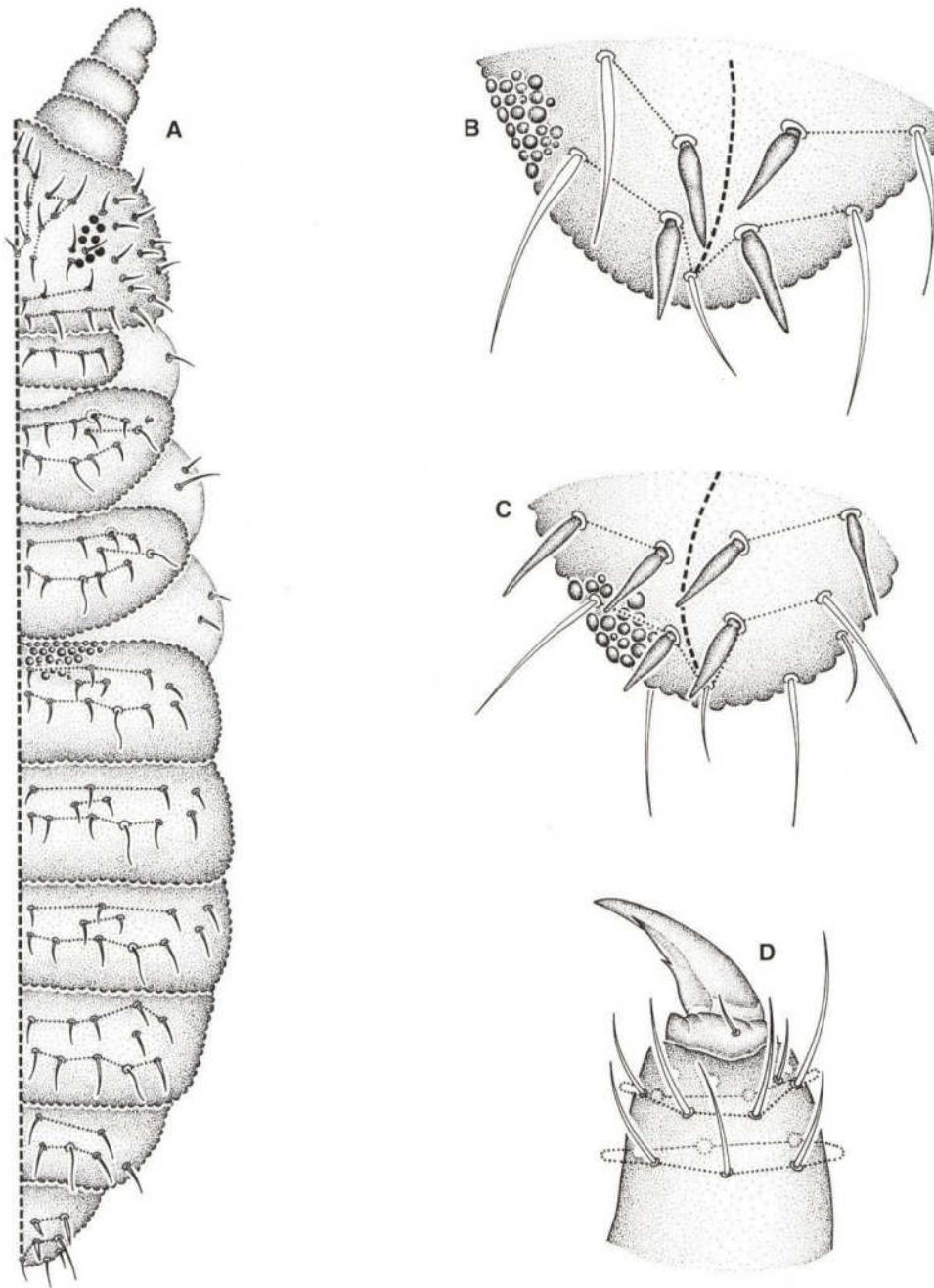


Fig. 60: *Friesea ladeiroi* Gama, 1959.

A : Chétotaxie dorsale, B et C : Tergite abdominal VI,
D : Tibiotarse et griffe de la patte III. (Jordana et al, 1997).

Répartition: Espèce méditerranéenne, signalée en Macronésie (Fig.61). Déjà Signalée en Algérie par Hamra-Kroua (2005) comme une nouvelle espèce pour le pays à l'Edough.

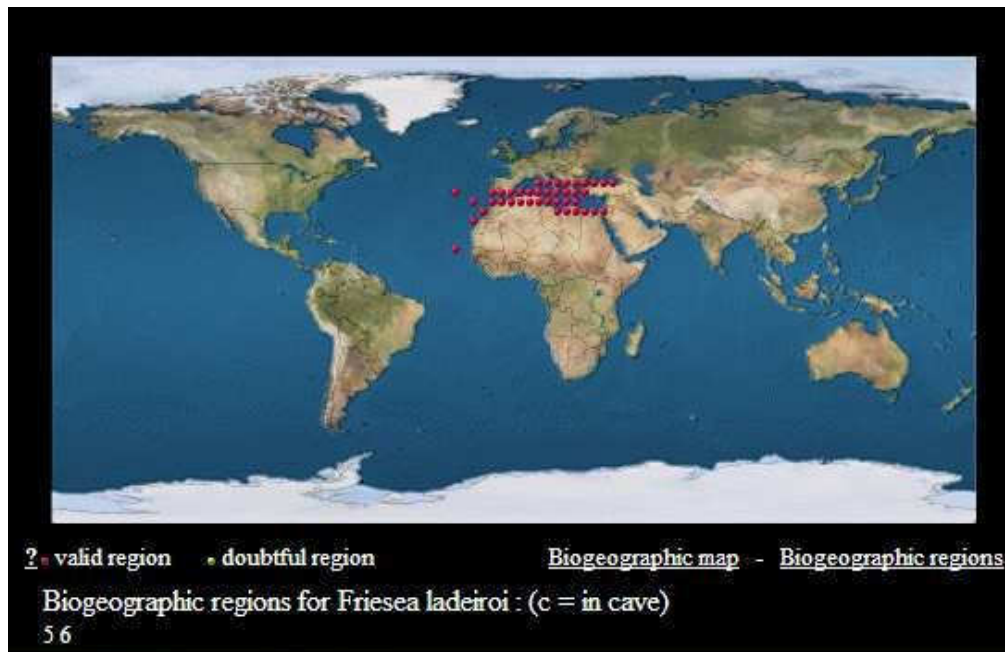


Fig.61: Aire de répartition biogéographique de *Friesea ladeiroi* Méditerranéenne (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Espèce hémiedaphique rencontrée dans les mousses sur sol et sur arbres, dans les litières forestières de chêne zen, mousses sur roche et sur sol à l'Edough. A Oum Laouina (Azzaba) et ouled Habeba dns la litière de chêne liège et lentisque. A Béni Haroun l'espèce a été récoltée pour la première fois dans la litière de *Pistacia lentiscus*.

- ***Friesea laouina***, Deharveng et Hamra-Kroua, 2004 (Fig.62)

Diagnose: Longueur 0,8-1 mm. Couleur grise, cornéules pigmentées en noir. Habitus classique du genre.

- Revêtement chétotaxique dorsal constitué de soies ordinaires lisses, fines et aigues, y compris sur l'arrière corps. Macrochètes faiblement différenciées, atteignant au plus 1,3 fois la longueur des mésochètes sur abdomen V, non capités sur abdomen III- VI.
- Soies des sternites courtes, lisses et aigues. Soies S des tergites 1,1 à 1,5 fois plus longues que les soies ordinaires voisines.
- Antennes: Article antennaire IV avec 6 soies S épaisses, subégales, D et E nettement moins épaisses.

- Organite d'article antennaire III: S2 et S5, assez longues et épaisses. Douze soies sur article antennaire II; article antennaire avec 7 soies.
- Cornéules au nombre de 4 par côté, avec asymétrie chez 1 des exemplaires (3+4).
- Tibiotarses I, II, III avec 17, 17, 16 soies dont une n'est pas capitée. Griffes avec une dent interne à 50% de la longueur de la crête interne de la griffe.
- Fémurs I, II, III avec 13, 11, 10 soies. Trochanters I, II, III avec 5, 5, 5 soies, coxae I, II, III avec 3, 8, 7 soies.
- Tube ventral à 4+4 soies.
- Furca totalement absente, son emplacement marqué par une petite aire dépourvue de grain secondaire et portant 2 à 4 microchètes postérieures.
- Rétinacle absent.
- Quatre épines anales sur abdomen VI, égales, droites, longues, dépourvues de papilles correspondant aux soies a1 et m1.

Etymologie: à la réduction de l'œil de l'espèce et à sa présence aux abords d'une petite source du massif de l'Edough. "Laouina" signifie petit œil ou encore petite source en arabe.

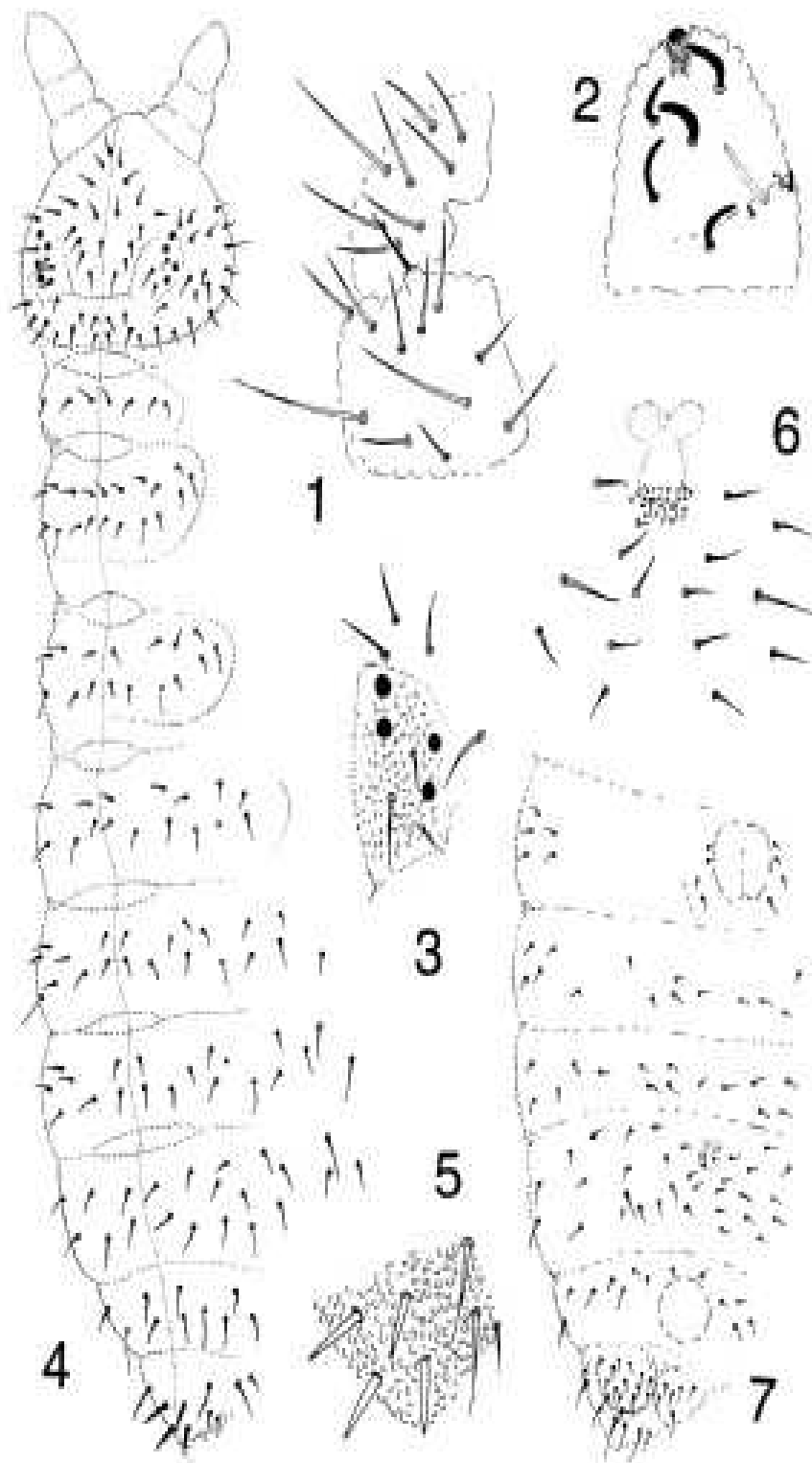


Fig.62: *Friesea laouina* Deharveng & Hamra-Kroua, 2004.

1-Labre et labium, 2-Soies S et bulbe apical des articles antennaires III-IV

3- Plaque oculaire (4+4 yeux), 4-Chétotaxie dorsale, 5- 4 Épines anales

6- Région furcale (furca absente), 7- Chétotaxie ventrale.

(Deharveng & Hamra Kroua, 2004)

Répartition: Décrite comme une nouvelle espèce pour la science par Deharveng et Hamra-Kroua (2004), trouvée la première fois dans la litière de chêne zen (*Q.faginea*) (Fig.63).



Fig.63: Aire de répartition biogéographique de *Friesea laouina*: Endémique d'Algérie
(Bellinger & al, 2014)

Biotope: C'est une espèce hémiedaphique trouvée dans les différents types de litières forestières de toutes les localités d'étude sauf à Béni Haroun.

- ***Friesea mirabilis***, Tullberg, 1871 (Fig.64).

Synonymie: *Triaena mirabilis* Tullberg, 1871.

Remarque : Couleur bleue. Granulation tégumentaire relativement fine. Cette espèce est proche de *F.mirabilis* mais diffère d'elle par les caractères suivants :

- Trois épines anales
- 8+8 yeux
- Furca sans mucron et trois soies.
- Tibiotarses I, II et III avec 17, 17 et 16 soies (18, 18 et 17 chez *F.mirabilis*). Griffe sans dents.

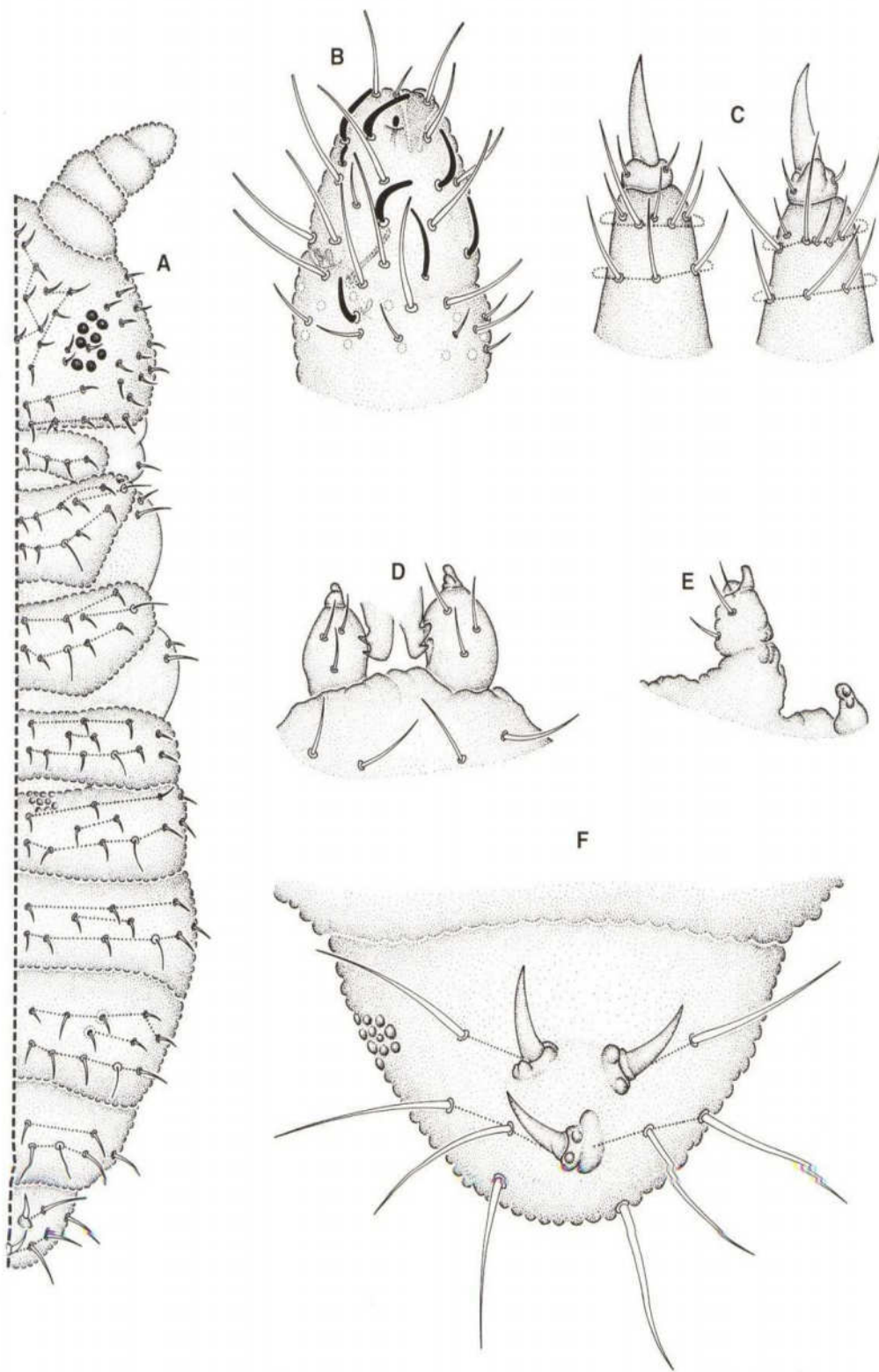


Fig. 64: *Friesea mirabilis* Tullberg, 1871.

A : Chétotaxie dorsale, B : Articles antennaires III et IV,
 C : Tibiotarse et griffe de la patte III, D, E : Mucrodesns et rétinacle,
 F: Tergite abdominal VI. (Jordana et al, 1997).

Répartition: Espèce largement répandue dans les régions australienne, méditerranéenne, en Europe et le Nord de l'Amérique du nord (Fig. 65).

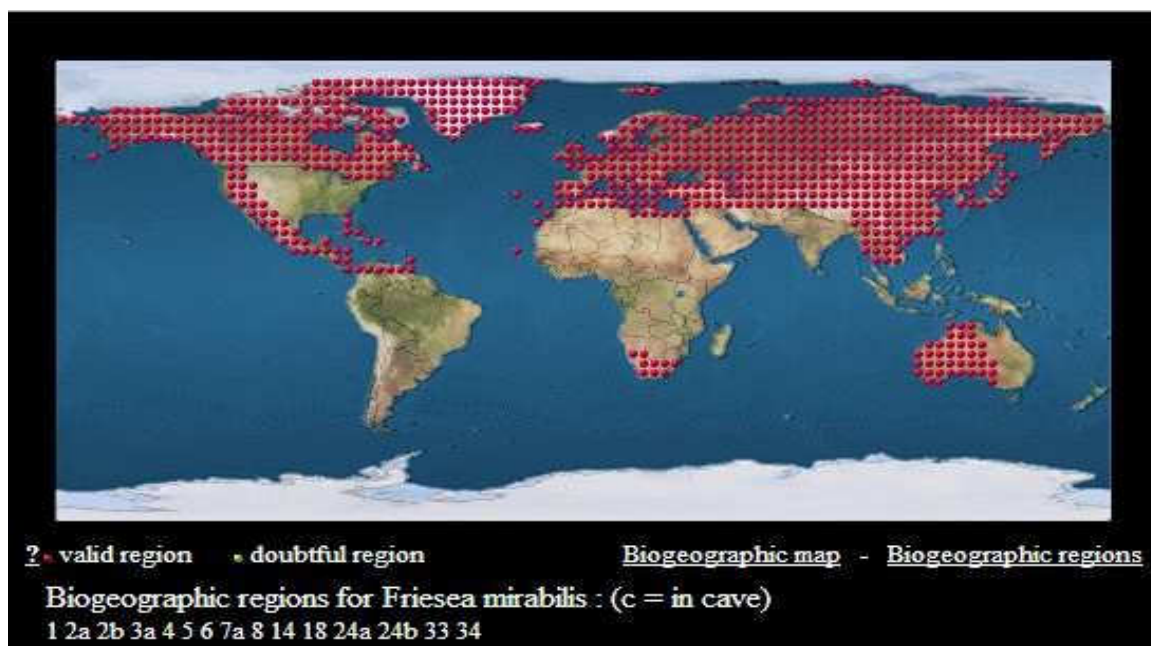


Fig.65: Aire de répartition biogéographique de *Friesea mirabilis*: large répartition
(Bellinger & al, 2014)

Biotope: Trouvée dans le sol humide sous mousses dans la forêt de chêne zen à l'Edoug et dans la litière de chêne liège à Azzaba et dans la litière de Caroubier (*Ceratonia siliqua*) à Béni Haroun. C'est une espèce hémiedaphique.

- *Friesea major*, Hamra-Kroua, Jordana, & Deharveng, 2009 (Fig.66)

Diagnose:

Habitus: classique du genre. Longueur du corps: 1.6 mm. Coloration du corps

Chaetotaxie:

- Revêtement dorsal est plutôt dense, soies ordinaires longues et dentelées surtout sur les tergites postérieurs. Macrochètes non nettement différenciées des mésochètes. Toutes les soies acuminées.
- Soies sternales lisses et acuminées. Soie S sur tergites aussi longue que proche des soies ordinaires.
- Labre et labium classiques du genre.

- Antennes: Ant.IV avec 6 sensilles, courtes et 1 soie S subégale. L'organite de l'article antennaire III avec les soies S2 et S5 assez courtes et peu épaisses. Articles antennaire I avec 7 soies, et 13 sur l'article antennaire II.
- Plaque oculaire avec 8+8 soies.
- Segments thoraciques I, II, III avec respectivement, 4, 11+S+ ms, 10+S soies.
- Soie a1 présente sur segment abdominal V, parfois asymétriques.
- Pattes avec griffe sans dents internes, Tibiotarses I, II, III avec respectivement 18, 18, 17 soies, contenues dans 4 à 5 rangées. Fémur I, II, III avec 12, 11, 10 soies, trochanter I, II, III avec 5, 5, 5 soies, coxae I, II, III avec 3, 8, 7 soies, subcoxae 2 avec 0, 2, 2 soies.
- Tube ventral avec 4+4 soies.
- Furca réduite. Dens avec 2 petits tubercules chacune avec 3 microchètes.
- Tenaculum avec une dent.
- Trois grosses épines anales sur une grosse papille.
- Etymologie: En référence à sa grande taille, comparée à d'autres espèces du groupe mirabilis

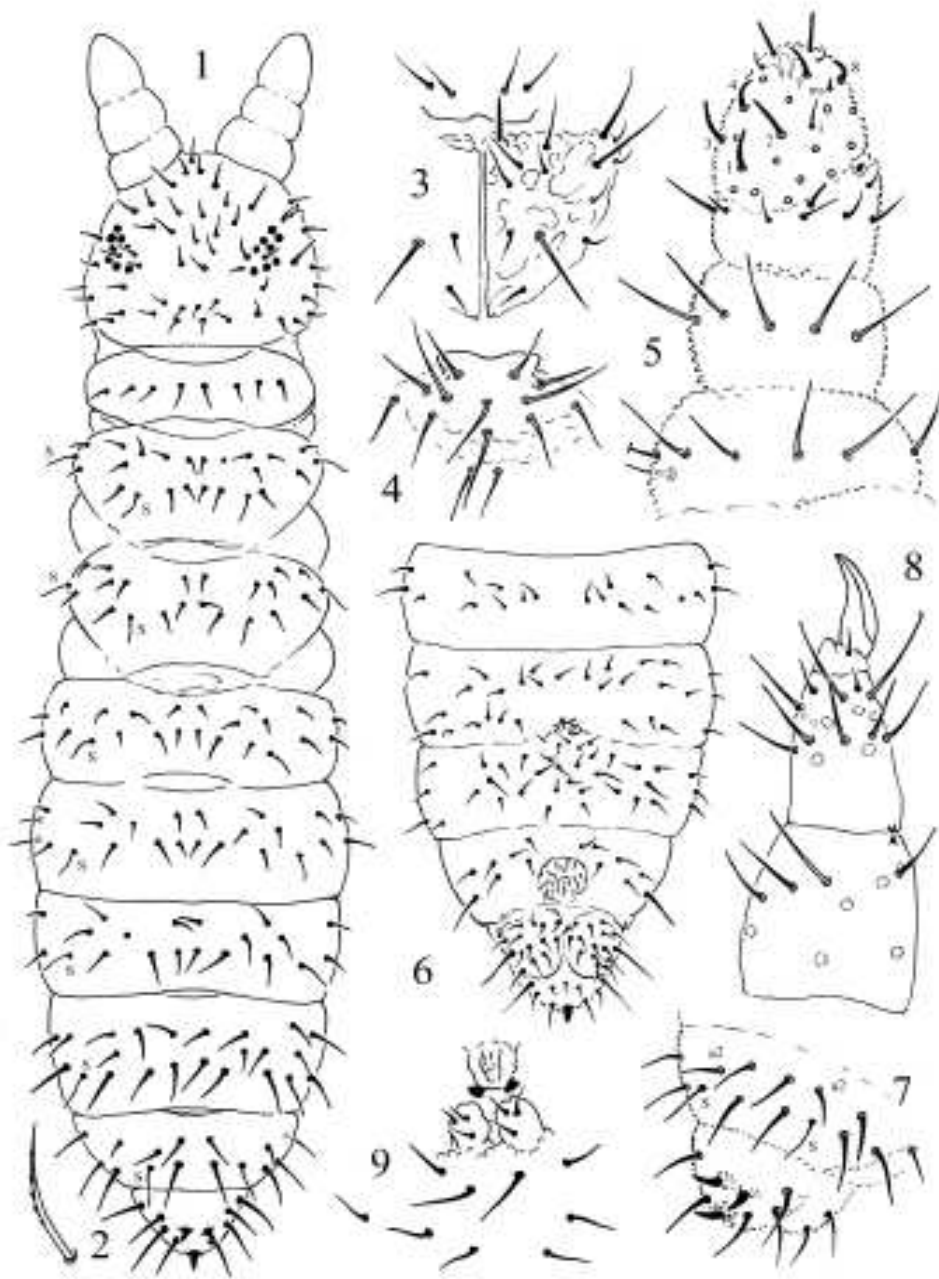


Fig.66: *Friesea major* Hamra Kroua, Jordana et Deharveng, 2009

1: Chétotaxie dorsal (soies S), 2: Soies ordinaires dorsales sur abdomen VI, 3: labium et soies labiales distales du labrum, 4: Labre et soies prélabiales, 5 Vue dorsale de l'antenne droite, 6: chétotaxie des sternites abdominales, 7 Vue dorso-latérale des segments abdominaux V et VI, 8: Prétarses, tibiotarses et femur de patte II, 9: Furca vestigiale. (Hamra Kroua & al, 2009)

Répartition: Endémique d'Algérie (Edough). Citée comme une nouvelle espèce pour la science par Hamra-Kroua, Jordana & Deharveng (2009) (Fig.67).

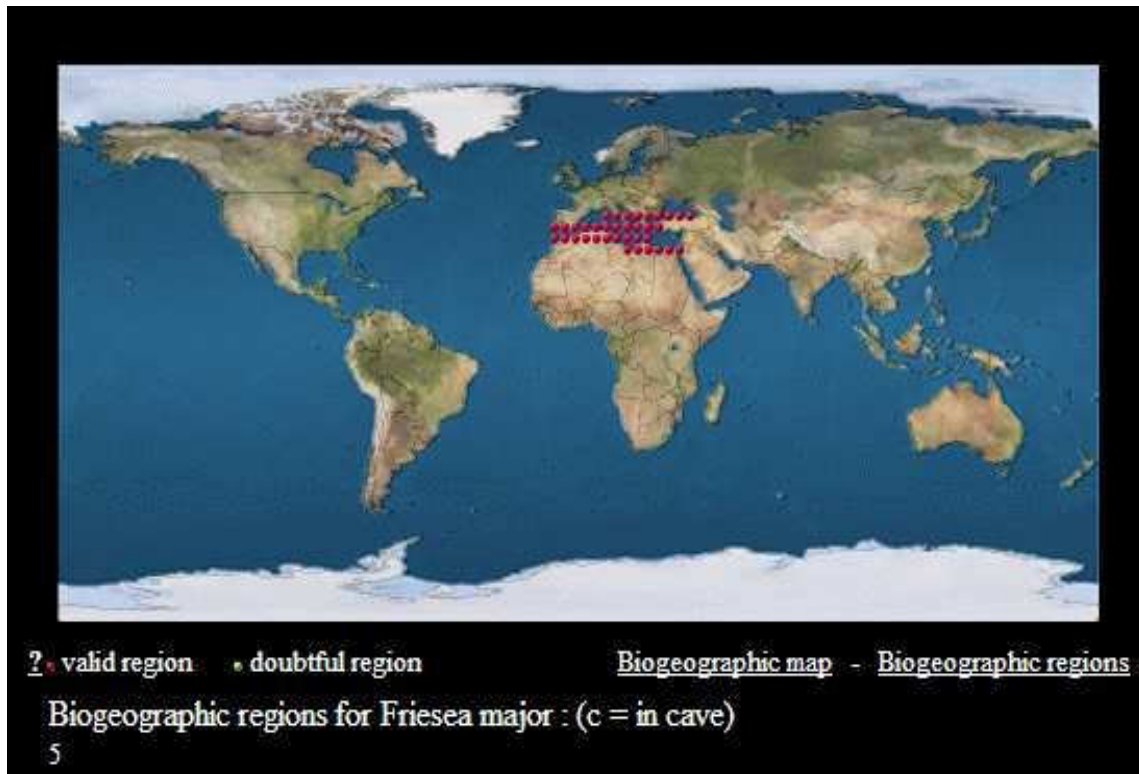


Fig.67: Aire de répartition biogéographique de *Friesea major*: Endémique d'Algérie

(Bellinger & al, 2014)

Biotope : C'est une espèce hémiedaphique récoltée dans la litière de *Quercus faginea* (chêne zen) à l'Edough (Annaba), dans les litières de chêne liège et lentisque à Oum Laouina (Azzaba), au Djebel Taya (Guelma) et à Ouled Habeba.

- *Friesea espunaensis*, Arbea et Jordana, 1993 (Fig.68)

Description : Longueur : 0,6-0,7 mm. Coloration bleu. Granulation tégumentaire relativement mince. Soies lisses et corps pointu.

-Article antennaire IV avec six sensilles subcylindriques fines, en particulier les Très internes sous- colonnes plus. Vésicule apicale simple. L'organe sensoriel de l'article antennaire III se compose de cinq sensilles typiques. Pièces buccales tronqué. Labium typique du genre, avec des soies papilles L. Pièces buccales caractéristiques du genre. Mandibules avec huit dents. Huit paires cornéules. Dépourvue d'organe postantennaire.

-Chétotaxie dorsale comme chez *F. mirabilis*. Le segment abdominal VI a trois épines anales sur les papilles.

-Tibiotarses I, II et III avec 17, 17 et 16 soies. Un avec une dent interne sans dents latérales. Tube ventral avec quatre paires de soies. Rétinacle avec deux dents sur chaque branche .Furca présente; Appareil génital femelle avec 6-10 soies et deux microsoies dans la valve antérieure.

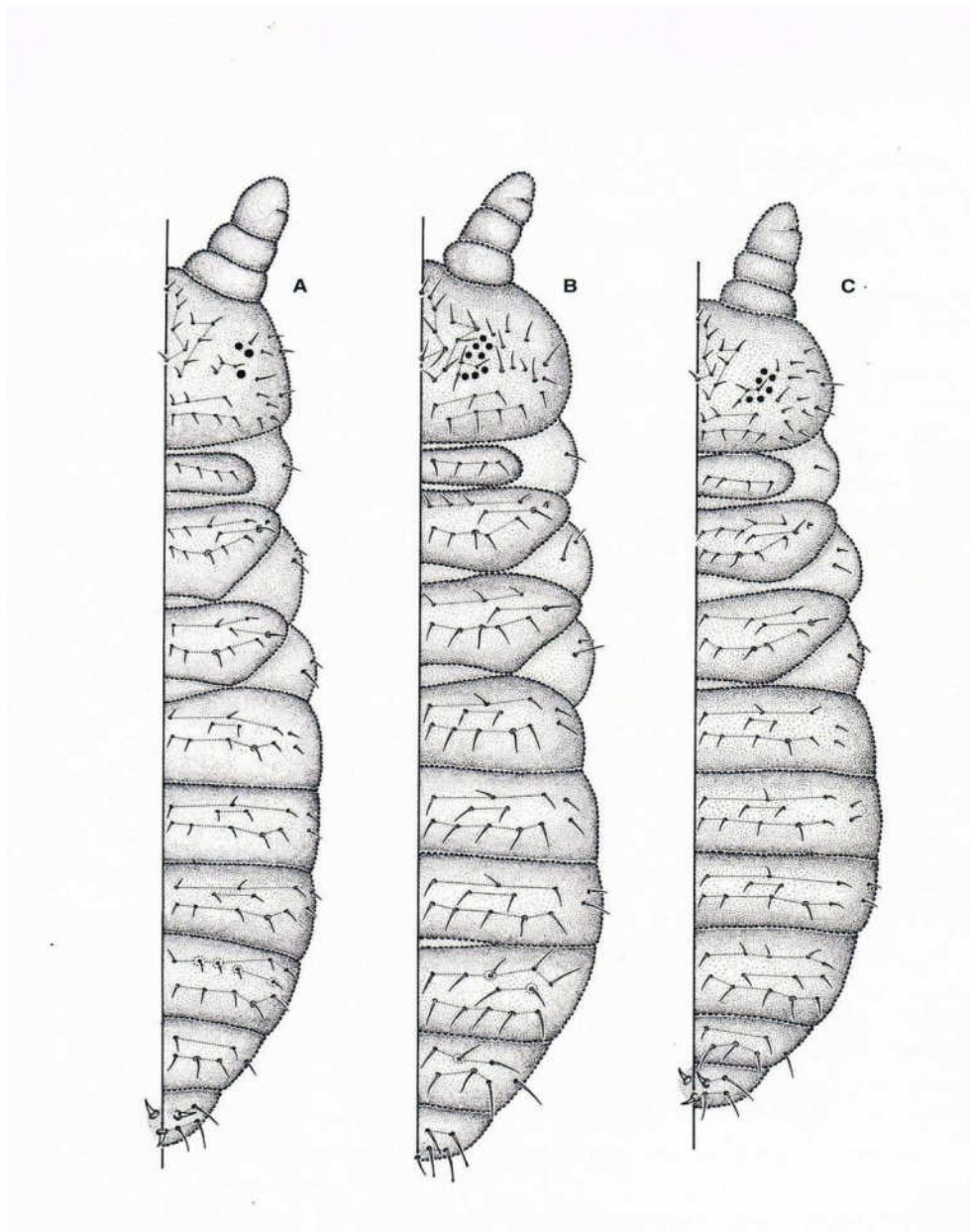


Fig.68: *Friesia espunaenesis*:

A: Chétotaxie de *F. albida*, B: *F. simoni*, C: *F. espunaensis*
(Jordana & al, 1997)

Répartition : Espèce méditerranéenne (Fig.69). Endémique d'Espagne (Jordana & al, 1997). Est considérée dans le présent travail comme nouvelle pour l'Algérie et l'Afrique du Nord. Est récoltée dans les mousses sur sol et dans la litière de chêne zen du massif forestier de l'Edough.

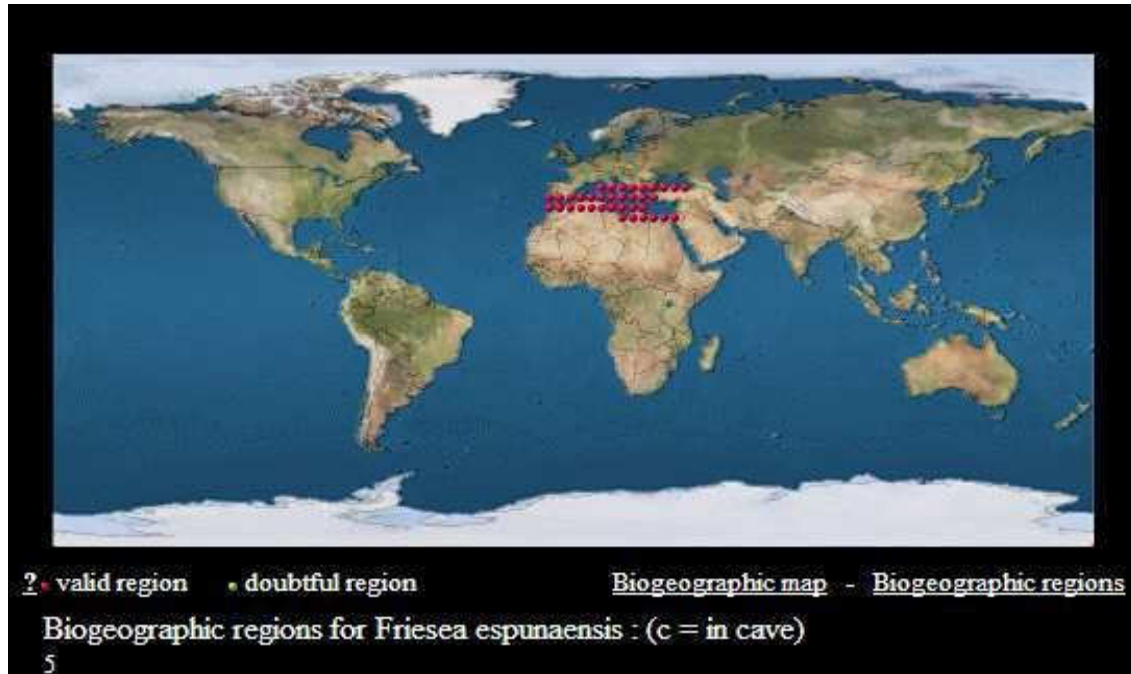


Fig.69: Aire de répartition biogéographique de *Friesea espunaensis*: Méditerranéenne (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Espèce trouvée dans la litière de chêne zen dans le masiif forestier de l'Edough (Annaba).

b- Sous-famille: NEANURINAE Börner, 1901: neuf espèces réparties sur cinq genres

- *Deutonura*, Cassagnau 1979

Description : Corps avec un pigment bleu, rarement réduite ou absente. Présence de 10 tubercules céphalique: **Cl**, **Af**, **20 c**. 2 (**Di** + **De**), **2DL**, 2 (**L** + **So**); a parfois neuf tubercules par coalescence de **Cl** et **AF**; chétotaxie céphalique postérieure de type parallèle, les soies **Di2** et **De2** sont placés devant **Di1** et **De1**. Segment abdominale VI bilobées, généralement visible dorsalement, parfois cachés par le tergite abdominal V. Tubercules dorso-interne coalescentes. Tubercules dorso-interne différenciée sur le tergite thoracique I. Huit sensilles de l'article antennaire IV sont presque égales. Pièces buccales réduite.

Répartition : le genre *Deutonura* est représenté par 54 espèces à travers le monde (Bellinger & al, 2014), la majorité des espèces connues sont largement réparties en Europe, nord-ouest et centre d'Asie, en arctique et sub arctique et en Micronésie. En Afrique du Nord ce genre n'est signalé qu'en Algérie (Hamra Kroua, 2005). (Fig.70).

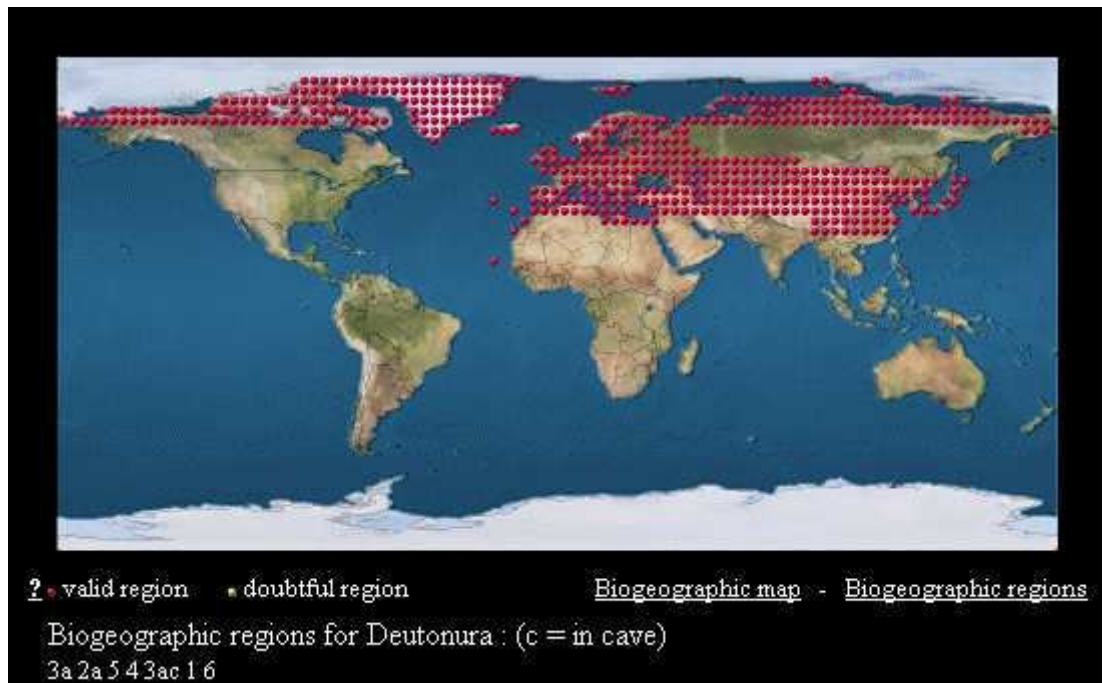


Fig.70: La répartition biogéographique du genre *Deutonura*: Holarctique.
(Bellinger & al, 2014)

- ***Bilobella aurantiaca*** Caroli, 1912 (Fig.71)

Syn.: *Neanura aurantiaca* Caroli, 1910.

Diagnose: Longueur: 1,5-2,5mm. Coloration jaune–orange. Segment abdominal VI caché par le tergite abdominal V. Tubercules avec granules tertiaires plus marqués et moins nets. Soies dorsales différenciées en macrochètes larges et courtes, avec double contour, faiblement denticulées avec un apex aigu, microchètes et soies ordinaires courtes, fines, lisses et pointues. Sensilles dorsales fines, lisses et relativement larges. Toutes les soies dorsales sont intégrées aux tubercules.

- Article antennaire IV avec 8 sensilles hypertrophiées. La vésicule apicale trilobée. Article antennaires I, II avec 7 et 11 soies ordinaires. Article Antennaire III avec 17 soies ordinaires et les 5 sensilles typiques. Deux paires de cornéules dépigmentées.

- Tubercule céphalique antenofrontal avec 3 paires de soies. Tubercules céphaliques de la face dorsale avec 3 soies. La région ventrale de la tête avec 6 paires de soies.

- Tibiotarses I, II, III avec 19, 19 et 18 soies aiguës. Griffe sans dents. Appendice empodial absent. Tube ventral avec 4 paires de soies. Vestige furcal avec 4 microchètes.

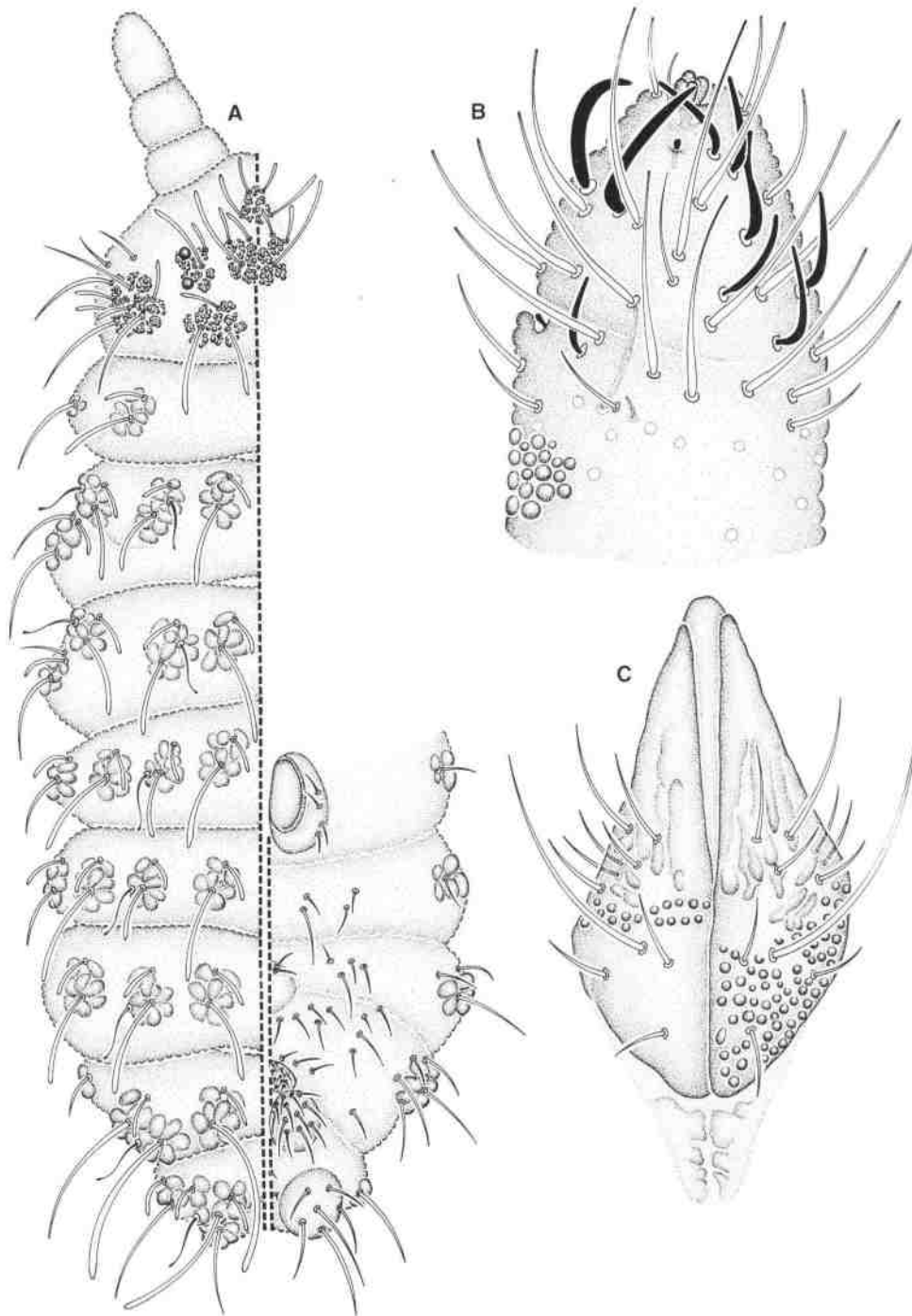


Fig.71 : *Bilobella aurantiaca* Caroli, 1910.

A : Chaetotaxie dorsale, B : Articles antennaires III et IV,
C: Labium. (Jordana et al, 1997).

Répartition: Espèce euro-méditerranéenne typique où elle est très répandue dans les pays nord méditerranéens. Signalée en Algérie sous le nom de *Neanura aurantiaca* par Cassagnau, 1963. Récoltée dans plusieurs localités du Nord-est algérien par HamraKroua (2005). (Fig.72).

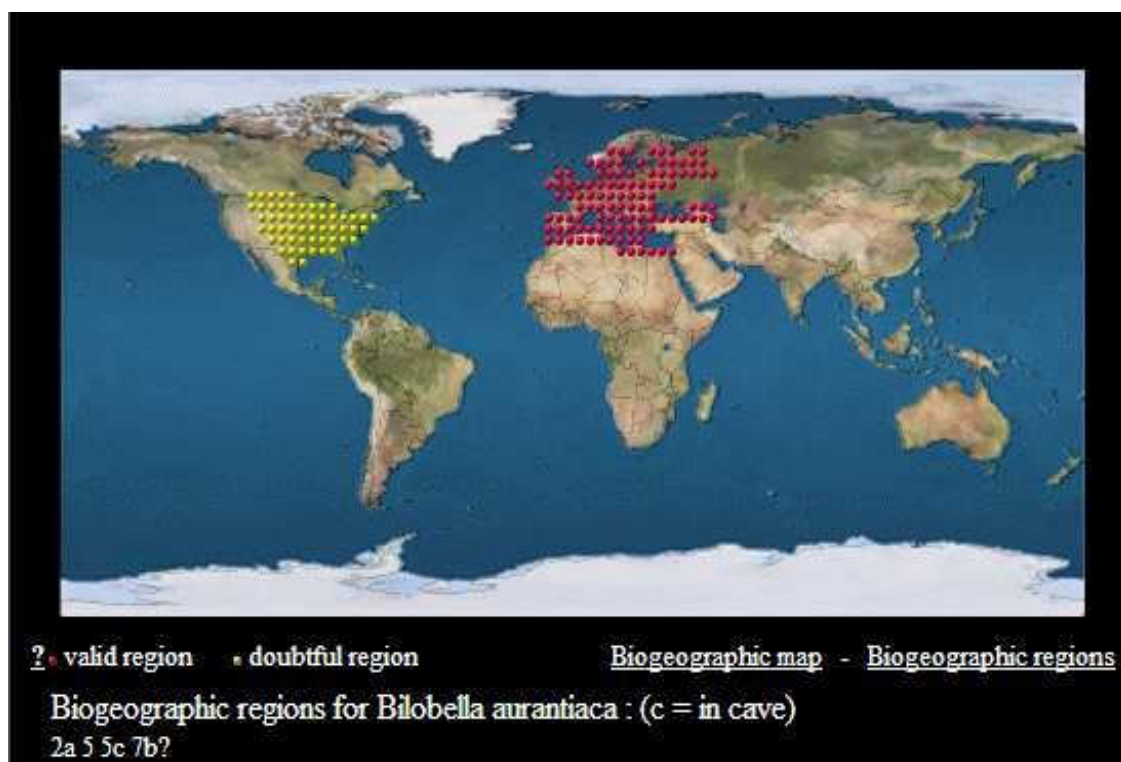


Fig.72 : Aire de répartition biogéographique de *Bilobella aurantiaca*: Euro-méditerranéenne typique. (Bellinger & al, 2014)

Biotores: Rencontre dans toutes les localités d'étude. Espèce eurytope vivant dans tous les types d'habitats sub-humides à humides; de préférence dans le bois mort en décomposition avancée, dans toutes litières de chênes, de lentisque, myrte et du caroubier. C'est une espèce hémiedaphique.

- *Edoughnura rara*, Deharveng, Hamra-Kroua et Bedos, 2007 (Fig.73)

Description : Petite taille. Gris - bleu clair pigment présent sur le corps. Deux ocelles pigmentés de chaque côté de la tête. Soies dorsale ordinaire pliée, assez court, moyennement épais, pas ou peu gainés. S7 pas agrandie sur Ant.IV. Granules tertiaires présentes sur le corps. Cône buccal court mais pas tronqué. Formule labium 2/2, 4, 2 +2 distale soies subégale. Maxillaire avec deux lamelles minces. Mandibule comme une longue lamelle, plutôt mince ciliées dans sa partie distale, avec deux très fines dents basales, cils comme.

Tous les tubercules dorsaux développés. Onze tubercules sur la tête : (Af + CL) ,2 Oc, 2 Di , 2 De 2 DL et 2 (L + So) . Tubercules Di fusionné sur l'axe de Abd.III à Abd. V. Chétotaxie du tubercule (Af + CL) sur la tête avec 4 ou 5 soies surnuméraire. Anus comme un sillon plus ou moins transversal. La chétotaxie tibio-tarsienne 18,18 ,17 (soies M absent). Griffe sans dents.

Étymologie : Le nom du genre se réfère à la région où il a été récolté: Edough (Séraïdi-Annaba).

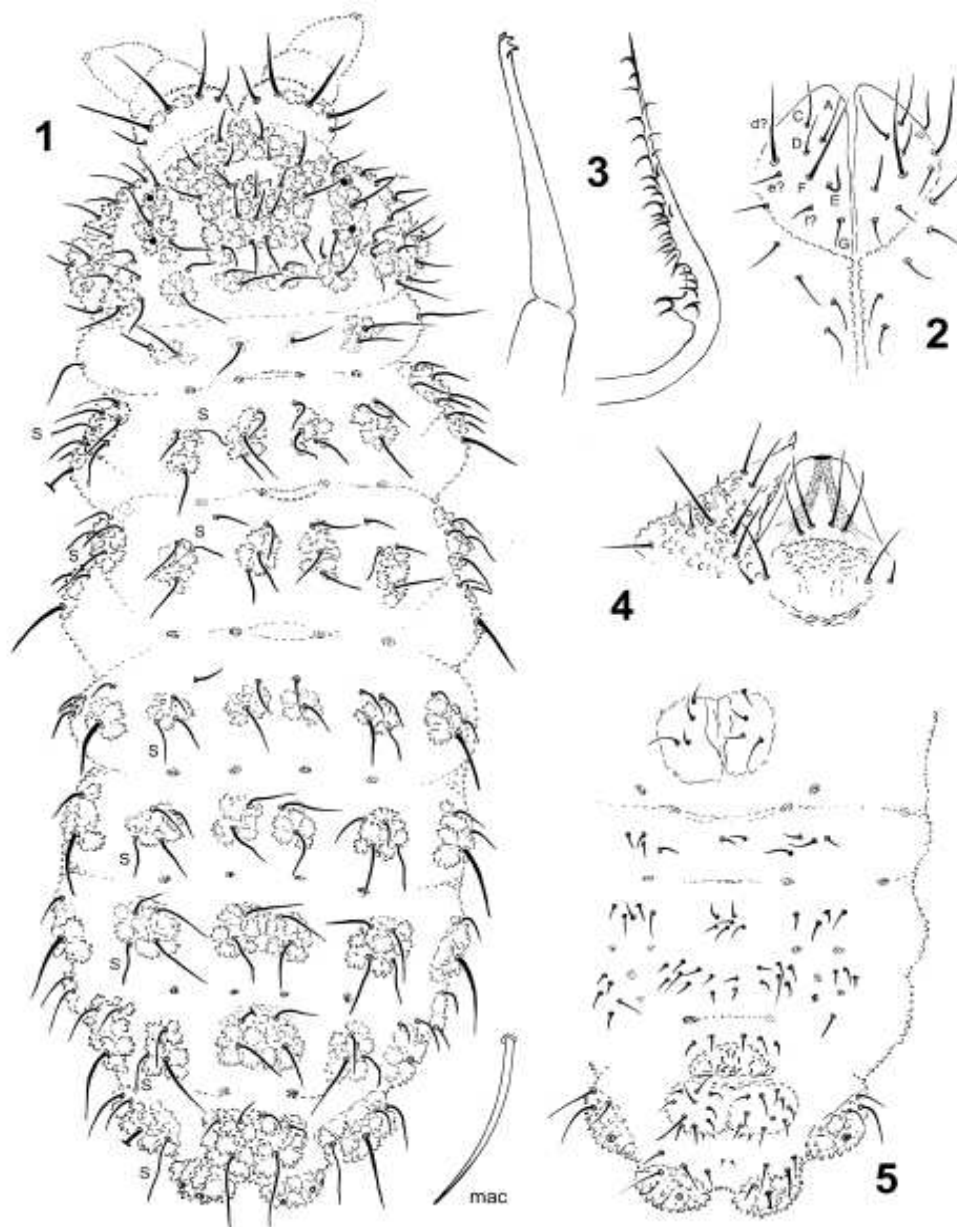


Fig.73: *Edoughnura rara* n.sp.

1- Vue dorsale avec les macrochètes dorso-latérales sur Abd. III et soies léérales partiellement visibles sur les tergites; 2- labium; 3- maxilla (gauche) et mandibule (droite); 4- labrum and labium (soie e absente); 5, sternites avec chétotaxie. (Deharveng & al, 2007)

Répartition : Genre et espèce endémiques d'Algérie récoltée la première fois en Algérie en 2006 dans les mousses sur sol forestier à chêne zen à l'Edough, (Deharveng, Hamra-Kroua et Anne Bedos, 2007) (Fig.74).

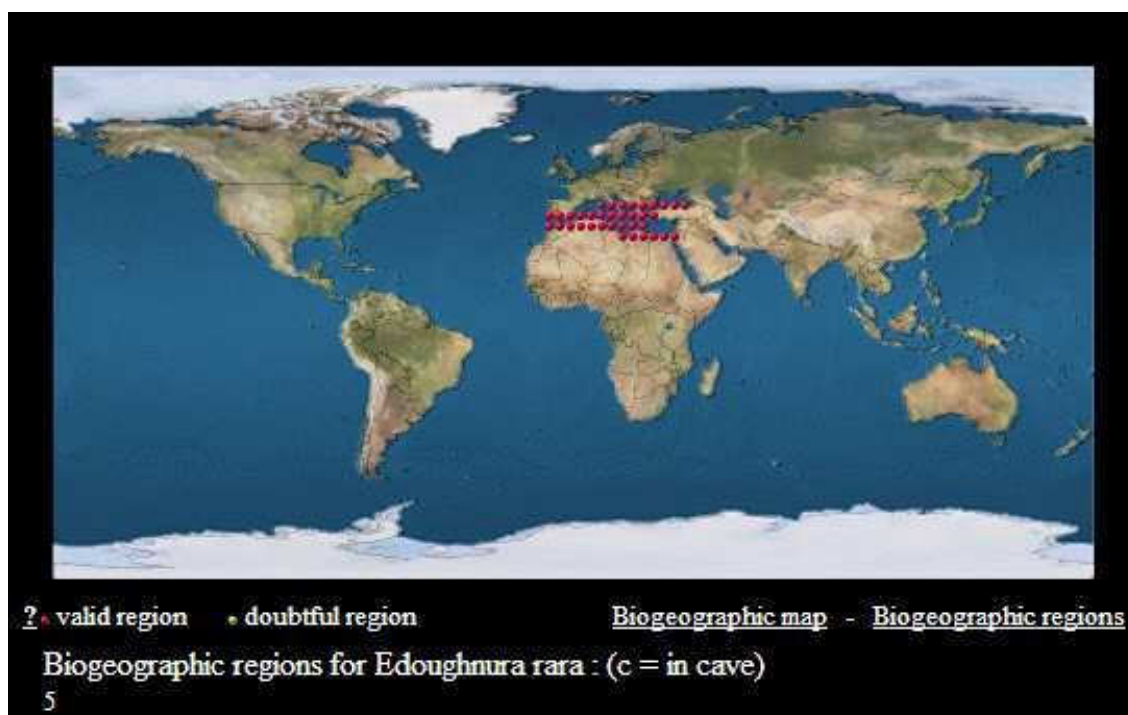


Fig.74: Répartition biogéographique d'*Edoughnura rara*: Endémique de l'Edough (Algérie), (Bellinger & al, 2014)

Biotope : L'espèce est récoltée à l'Edough dans les mousses sur sol.

- ***Edoughnura sp.***

Une seconde espèce du genre *Edoughnura*, caractérisée comme *E. rara* par une mandibule profondément modifiée comparée aux mandibules des autres espèces de Neanurinae. Elle diffère de *E. rara* par la séparation des tubercules Af et CL sur la tête, la séparation des tubercules Di sur Abd. IV et divers détails chétotaxiques. Cette morphoespèce recouvre en réalité deux espèces, une petite blanche d'Azzaba, et une plus grosse, pigmentée en bleu, dans le massif forestier de Belezma (Batna) non concerné par la présente étude.

- ***Endonura sp.*** Cassagnau, 1979.

Synonyme : *Achorutes tetrophthalmus*, Stach 1929

Description : Le genre *Endonura* est caractérisé par un corps avec un pigment bleu, rarement réduite ou absente. Présence de 12 tubercules céphaliques: **Cl**, **Af**, **20c**, **2Di**, **2Sur**, **2D1**, **2 (L + So)**. Chétotaxie céphalique postérieur est type parallèle, les soies **Di2** et **De2** sont situés en avant de **Di1** et **De1**. Soies sensorielles dorsale lisses et fines. Segment abdominal VI bilobé, visible dorsalement. Segment abdominale segment abdominal V est subégal à IV. Les tubercules dorso-interne coalescente sur le segment abdominal V et indépendant sur le segment abdominales V (avec quatre paires de tubercules dorsales). Tubercules dorso-interne différencié sur le tergite thoracique interne. Les huit sensilles de l'article antennaires IV sont presque égales. Pièces buccales réduites. Nos spécimens sont proches de l'espèce espagnole: *E. cantabrica* par les soies céphaliques **D** libres et l'absence de tubercule primaire **DF**.

Répartition : C'est un genre européen principalement méditerranéen avec des espèces Artica. Sur les 26 espèces connues; huit sont endémiques d'Espagne et des îles Baléares (Fig. 75).

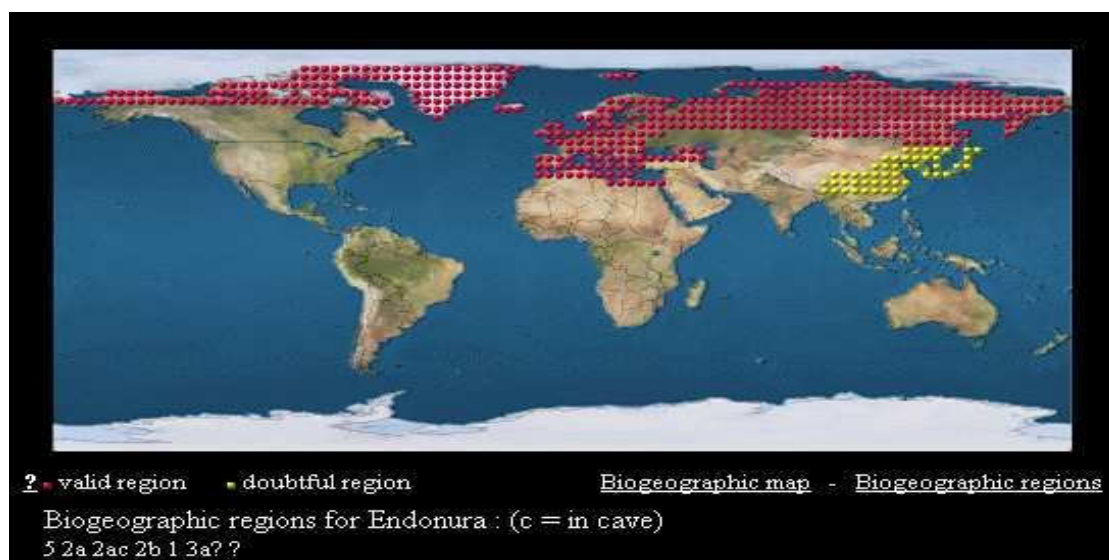


Fig.75: Aire de répartition biogéographique du genre *Endonura*: genre à large répartition (Bellinger & al, 2014)

- *Protanura pseudomuscorum*, Börner, 1903 (Fig.76).

Syn.: *Neanura pseudomuscorum* Börner, 1903.

Diagnose: Longueur 1,5 –3,0 mm. Couleur bleu gris. Segment abdominal VI visible dorsalement. Tubercules peu proéminents, avec granules tertiaires rares et développés mais avec réticulation moins nette. Soies dorsales différenciées:

- en macrochètes larges et courtes, avec double contour, faiblement denticulées et avec l'apex capité.

- en microchètes et soies ordinaires courtes, fines, lisses et aigues

Soies sensorielles dorsales fines, lisses et relativement larges. Toutes les soies dorsales sont intégrées aux tubercules à l'exception de la soie antérieure du groupe de soies dorso-externes des ergites thoraciques III et abdominal III.

- Article antennaire IV avec 8 sensilles épaisses, subégales; la vésicule apicale lobulée. Articles antennaires I et II avec 7 et 12 soies ordinaires; article antennaire III avec les 5 sensilles typiques de l'organe sensoriel. Labre tronqué à la partie antérieure; labium avec 11 paires de soies. La mandibule présente 9 dents à base plus forte, et 4 autres dents subapicales situées sur différents plan. Maxille avec un capitulum fortement denté et avec 2 lamelles dentées très développées; deux paires de cornéules pigmentées.

- La région ventrale de la tête avec 6 paires de soies **Ve** et 11 paires de soies **V1**. Sur le tergite abdominal V la soie **Di** est une macrochète large tandis que **Di2** et **Di3** sont des macrochètes courtes.

- Tibiotarses I, II et III avec 19, 19 et 18 soies aigues. Griffe avec une dent interne. Appendice empodial absente. Tube ventral avec 4 paires de soies. Vestige furcal pourvu de 8 à 10 mésochètes.

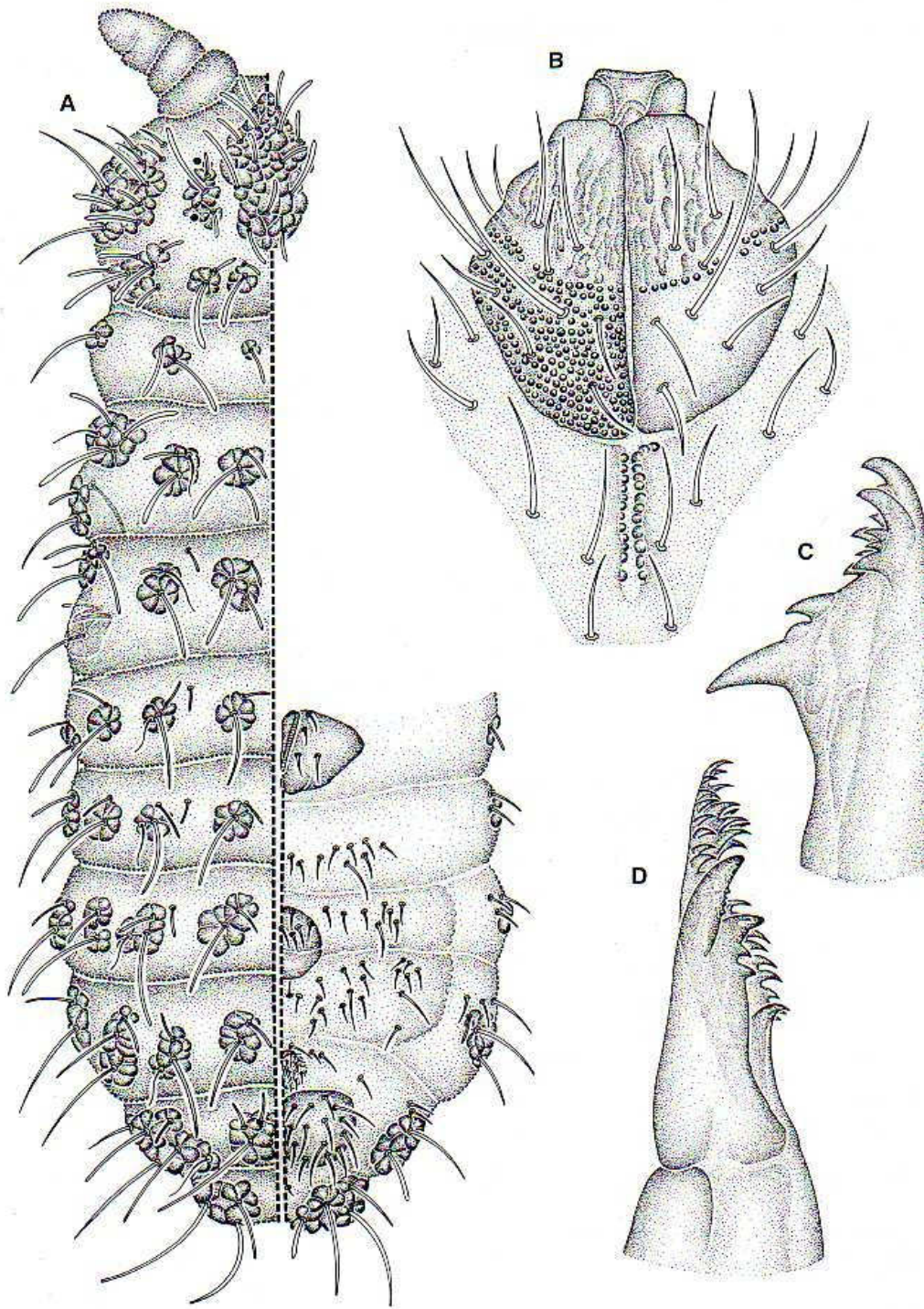


Fig.76: *Protanura pseudomuscorum*

A: Chétotaxie dorsale et ventrale, B: Labre, C: Mandibules, D: Maxilles

Répartition: Espèce de méditerranée occidentale. Connue en Italie, France, Espagne et Algérie (Fig.77).

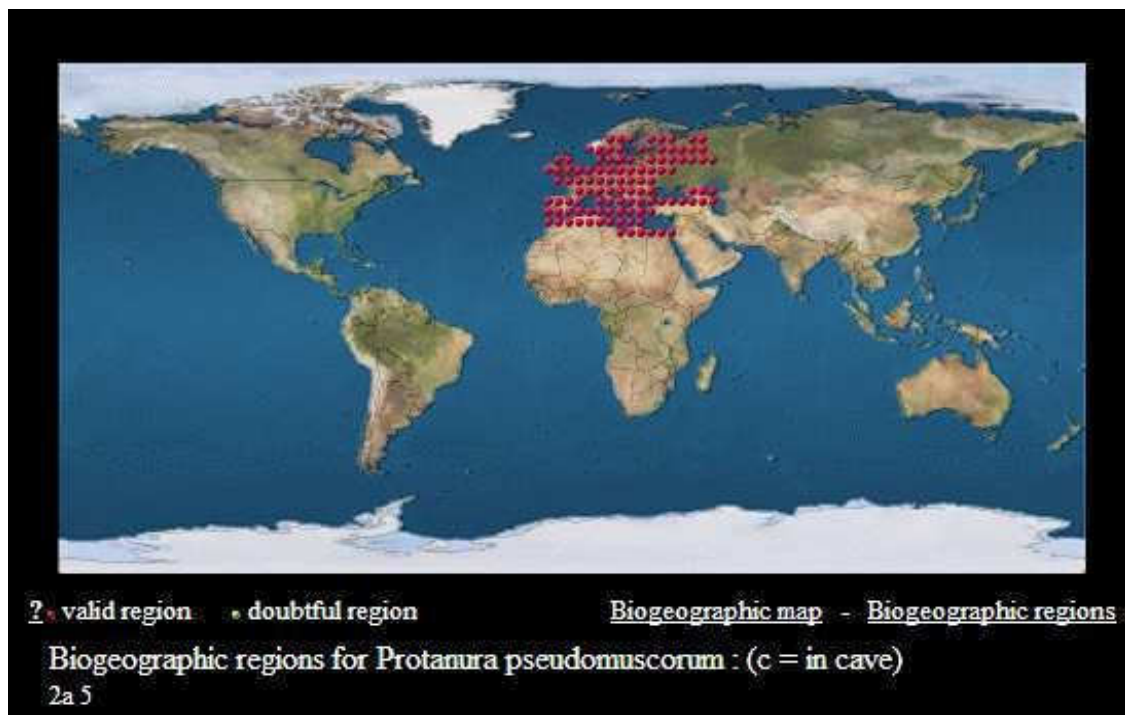


Fig.77 : Aire de répartition biogéographique de *Protanura pseudomuscorum* : euro-méditerranéenne (Bellinger & al, 2014).

Biotope: C'est une espèce hémiédaphique récoltée dans toutes les localités d'étude.

- *Protanura monticelli* Caroli, 1912

Espèce très largement répartie dans le continent européen. Nouvelle pour l'Afrique du Nord. Les spécimens récoltés à Azzaba et à l'Edough sont identiques à l'espèce typique (Deharveng, 2009) (Fig.78).

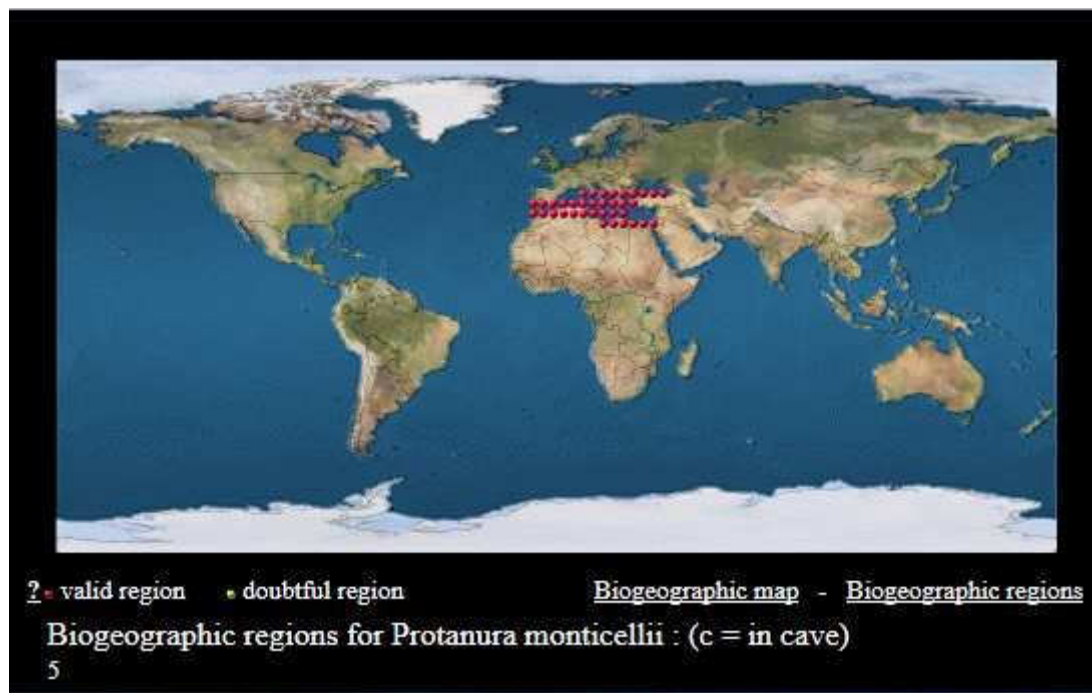


Fig. 78: Aire de répartition biogéographique de *Protanura monticelli*: méditerranéenne (Bellinger & al, 2014).

c.- Sous-famille: PSEUDACHORUTINAE: Sept espèces réparties sur cinq genres différents.

- *Pseudachorutes* sp, Tullberg, 1871

Espèce type : *Pseudachorutes subcrassus*, Tullberg 1871

Description : Bleu, bleu foncé ou brun. Aspect général Variable, souvent épaissie avec paratergites sous-développés. Organe sensoriel de l'article antennaire 3 avec 5 sensilles typique. - Articles Antennaires 3 et 4 soudés dorsalement. Article antennaire IV avec vésicule apicale simples ou lobées, une sensille vestigiale dorsale subapical, une microsensille dorso - externe et plusieurs soies dorsales subcylindriques. Pièces buccales pointues. Maxilles généralement avec deux lamelles bien visible. Mandibules avec deux ou plusieurs dents. Cornéules a huit paires. Organe postantennaire présente avec des vésicules disposées en une seule file. Furca présente et bien développé ; mucron séparé de dens. Rétinacle présent. Sans épine anal. Chez certaines espèces, les caractères sexuels secondaires masculins présentés.

Répartition : Le genre comprend environ 80 espèces et est distribué dans le monde entier, c'est une espèce cosmopolite. (Fig.79).

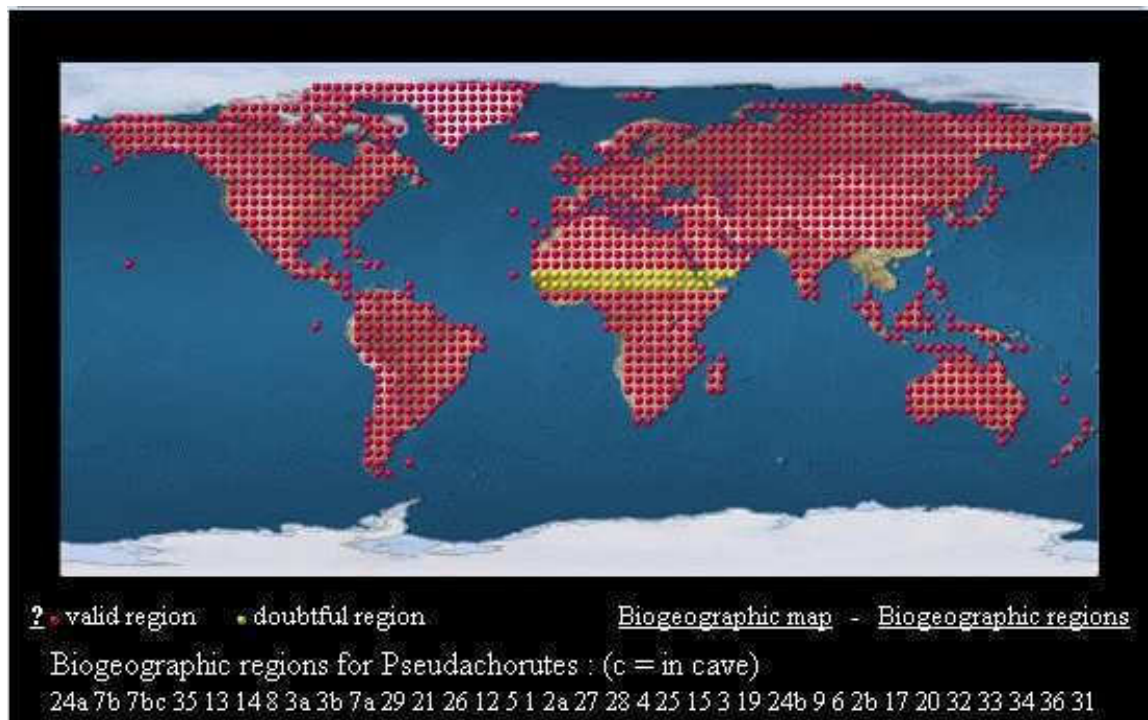


Fig.79 : Aire de répartition biogéographique du genre *Pseudachorutes*: Cosmopolite (Bellinger & al, 2014)

- *Pseudachorutella asigillata*, Börner, 1901 (Fig.80)

Syn.: *Pseudachorutes asigillatus* Börner, 1901

Diagnose: Longueur: 0,6 – 1,5 mm. Couleur bleue. Granulation tégumentaire relativement grosse. Soies du corps courtes, lisses et aigues.

- Article antennaire IV avec 8 sensilles sub-cylindriques. Vésicule apicale trilobée. L'organe sensoriel de l'article antennaire III est formé par les 5 sensilles typiques. Cône buccal aigu, chaetotaxie labiale complète, avec la soie **L** et avec une papille sensorielle en forme de bâton entre la soie **A** et **C**. Mandibules avec 2 ou 3 dents. Maxilles styliformes, avec 2 lamelles libres sur le tiers distal. Huit paires de cornéules. Absence de l'OPA.

- Tibiotarses I, II et III avec 19, 19 et 18 soies aigues. Appendice empodial absent. Griffes avec une dent interne.

- Tube ventral avec 4 paires de soies. Rétinacle avec 3 dents de chaque côté. Furca bien développée, dens avec 6 soies: mucron est moins long que la moitié de la largeur du dens et bord ventral légèrement courbé, la lamelle mucronale interne, rétrécie et droite. La lamelle externe est large se rétrécit et atteint l'apex du mucron. Plaque génitale du mâle avec 8 soies circum-génitales internes et 10 à 15 externes.

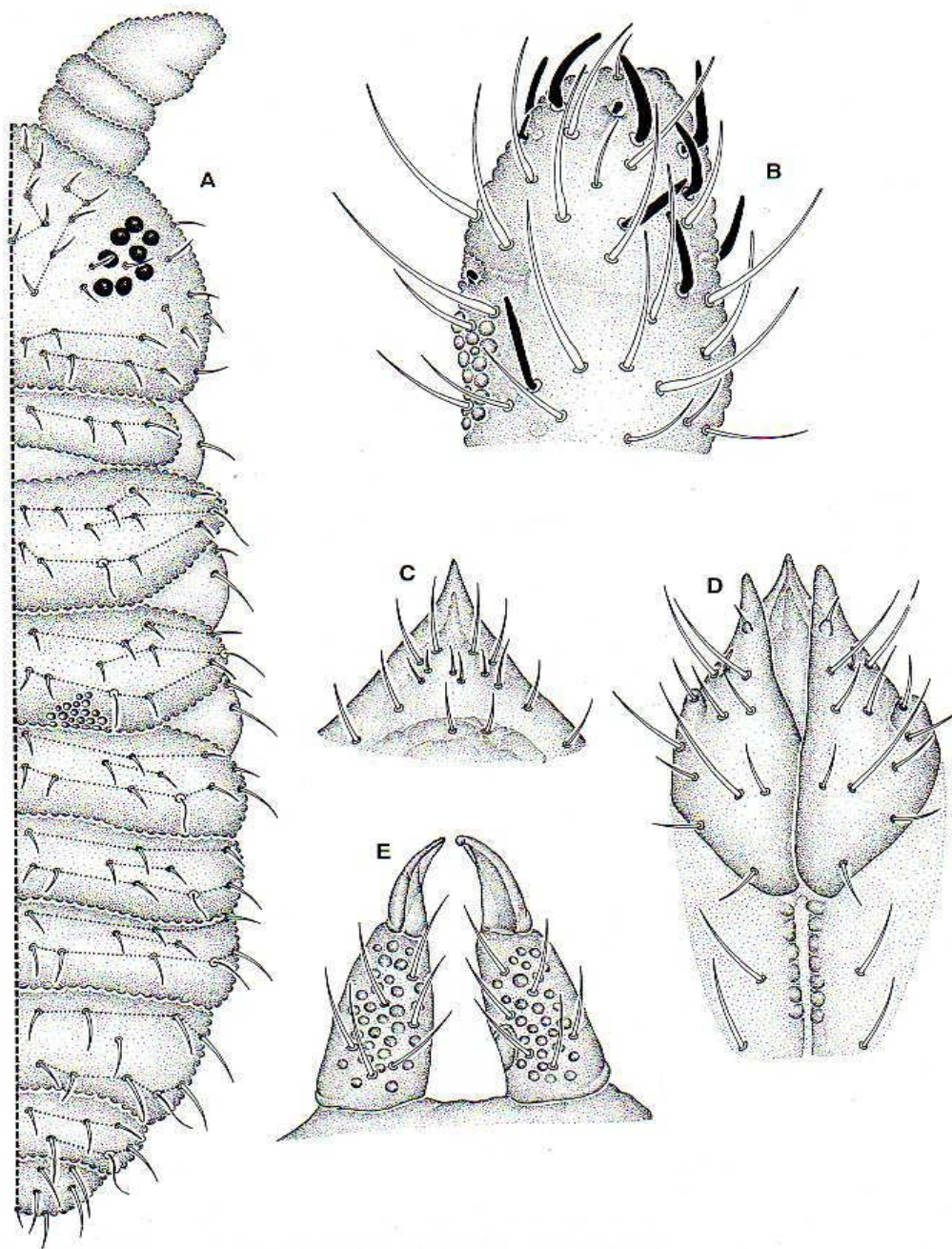


Fig.80: *Pseudachorutella asigillata*

A: Chétotaxie dorsale, B: Articles antennaires III et IV,
C: Labre; D: Labium, E: Dens et mucron. (Jordana & al, 1997)

Répartition: Espèce européenne, connue au Maroc et en Lybie, signalée comme une nouvelle pour l'Algérie (Hamra Kroua, 2005); (Fig.81).

Biotope: C'est une espèce hémiedaphique rencontrée à l'Edough dans les mousses sur tronc de chêne zen, et à Béni Haroun.

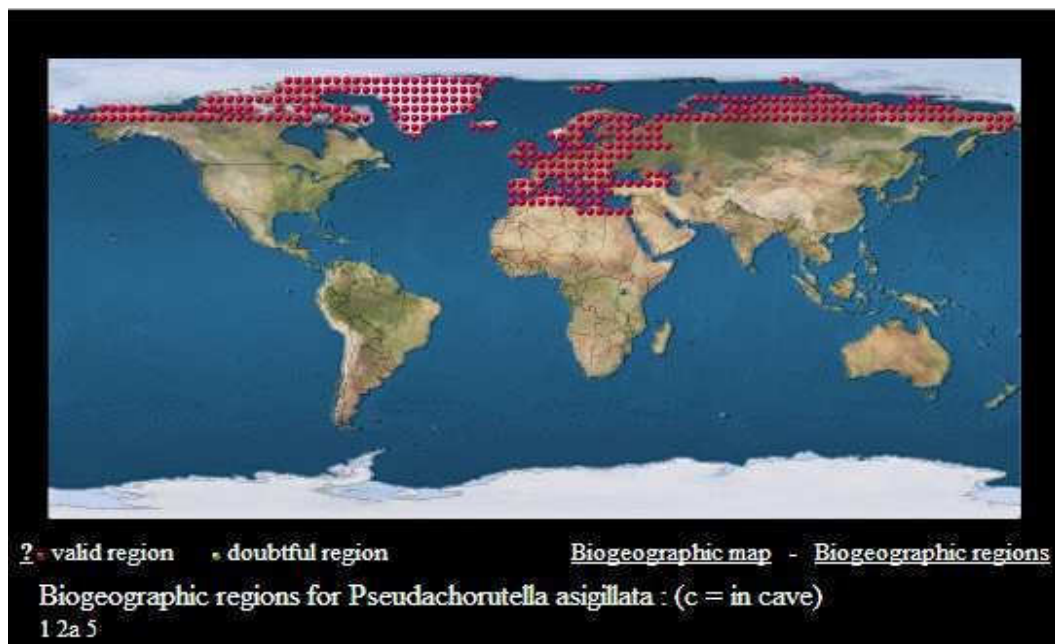


Fig.81: Aire de répartition biogéographique de *Pseudachorutella asigillata*: Holarctique (Bellinger & al, 2014)

- *Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871

Remarque: grisâtre de taille moyenne à furca très courte

Répartition : Espèce à large répartition, en Europe, la région méditerranéenne, Caraïbes et au centre Asiatique (Fig.82).

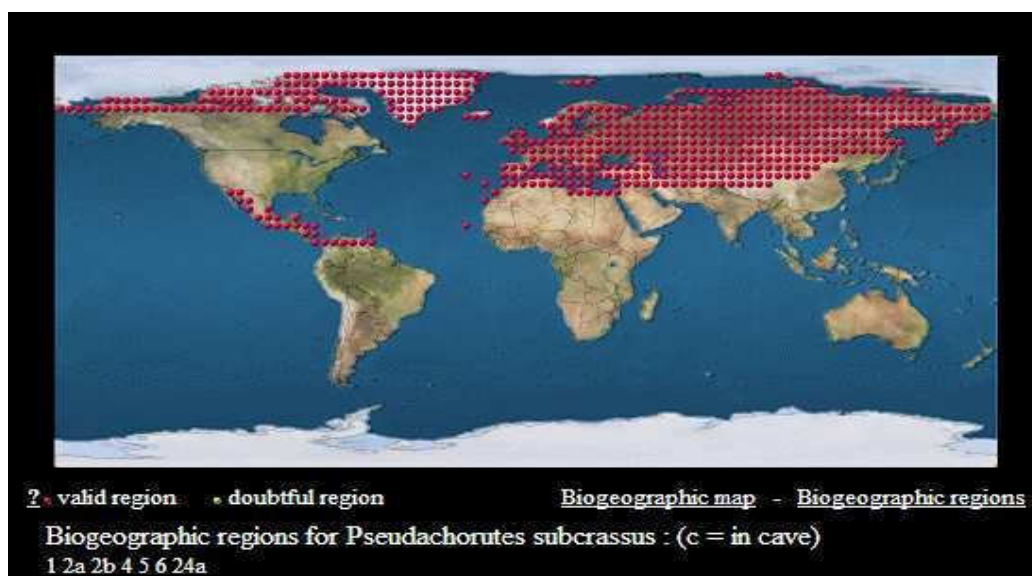


Fig.82: Aire de répartition biogéographique de *Pseudachorutes subcrassus*: Largement répandue. (Bellinger & al, 2014).

Biotope : C'est une espèce hémiedaphique rencontrée à l'Edough et Azzaba.

- *Cephalachorutes cf. minimus*, notée *Cephalachorutes sp1* dans le tableau 13. Espèce non encore décrite, nos spécimens sont très proches de l'espèce connue *Cephalachorutes minimus* (Massoud, 1963) rencontrée dans la steppe Est-Africaine. Trouvée dans nos stations dans les mousses sur sol dans le massif de Taya (Guelma), (Fig.83).

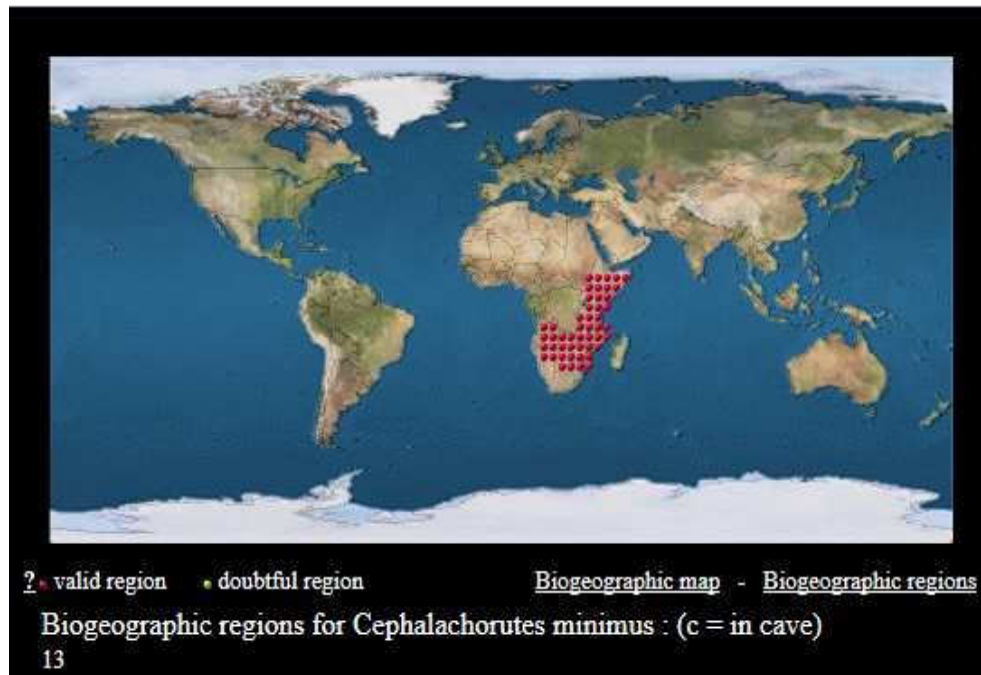


Fig.83 : Aire de répartition biogéographique de *Cephalachorutes sp.1* : Afro-tropicale. (Bellinger & al, 2014).

- *Pseudachorudina meridionalis*, Bonet, 1929 (Fig.84).

Remarque: gris-violacé avec furca, de taille moyenne et grosse de couleur noirâtre.

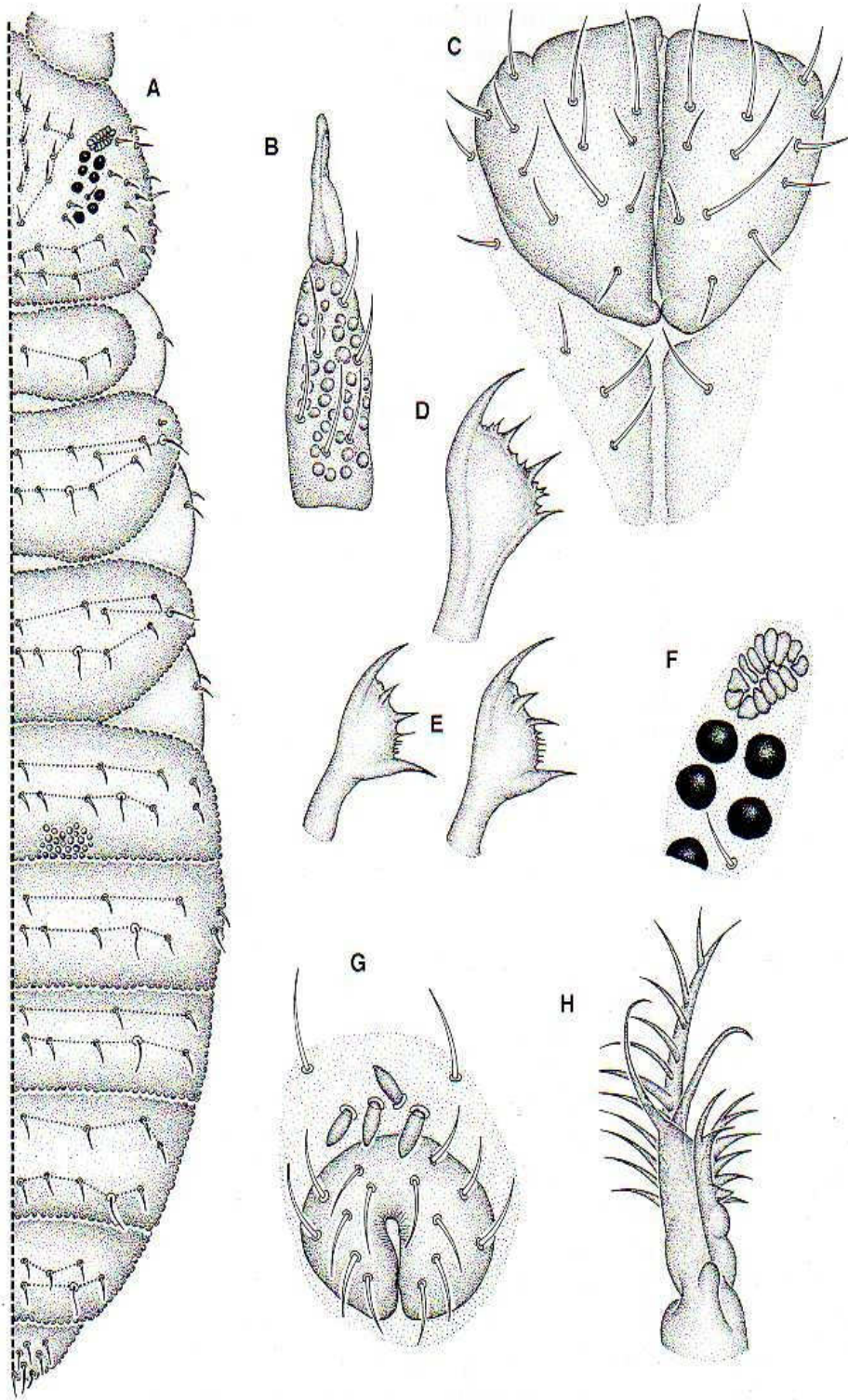


Fig.84: *Pseudachorutidina meridionalis*

A: Chétotaxie dorsale, B:Dens et mucro, C:Labium, D:Mandibules, E: Mandibules typiques, F:OPA, G: aire génitale mâle, H: Maxilles. (Jordana & al, 1997).

Répartition : Signalée en région méditerranéenne et en Europe (Fig.85).

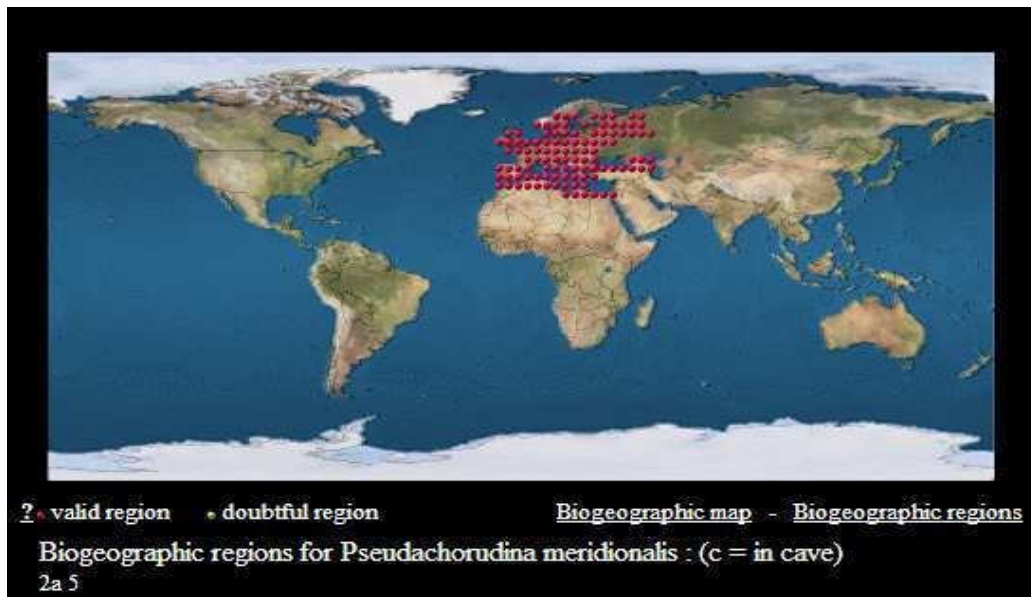


Fig.85: Aire de répartition biogéographique de *Pseudachorudina meridionalis*: euro-méditerranéenne. (Bellinger & al, 2014)

Biotope : C'est une espèce hémiedaphique trouvée à Azzaba et Guelma

- *Pratanurida boernerii*, Schött, 1902 (Fig.86).

Diagnose: Longueur: 0,6-1,1 mm. Couleur bleu-noirâtre. Granulation tégumentaire fine. Les soies de la tête et les premiers tergites du corps sont courtes, lisses et aigues; celles des derniers tergites abdominaux sont plus larges et faiblement denticulées, mousses ou capitées.

- Article antennaire IV avec 6 sensilles sub-cylindriques. Vésicule apicale simple. L'organe sensoriel de l'article antennaire III est de forme typique. Chaetotaxie labiale complète; soie **L** absente. Mandibules réduites, avec 2 dents. Maxilles styliformes avec 2 petites dents apicales et 2 lamelles simples et réduites. Huit cornéules. Opa circulaire pourvu de 5 à 6 vésicules. Le rapport entre le diamètre de l'Opa et de la cornéule est de 1,3 à 1,5 fois.

- Tibiotarses I, II et III avec 19, 19 et 18 soies, dont 5, 5, 5 distales sont des soies mousses et légèrement capitées, et 1, 1, 1 dorsales dont les ergots sont fortement capités. Appendice empodial absent. Griffe avec une petite dent interne sur la partie distale, parfois difficile à observer.

- Tube ventral avec 4 paires de soies. Rétinacle avec 3 dents de chaque côté. Furca réduite; dens avec 5 soies; mucron, fusionné à la dens. Plaque génitale du mâle avec 8 soies circum-génitales internes et avec 10 à 14 externes.

- Cette espèce est incluse dans le genre *Pratanurida* à cause de sa furca réduite et le mucron incomplètement séparé de la dens.

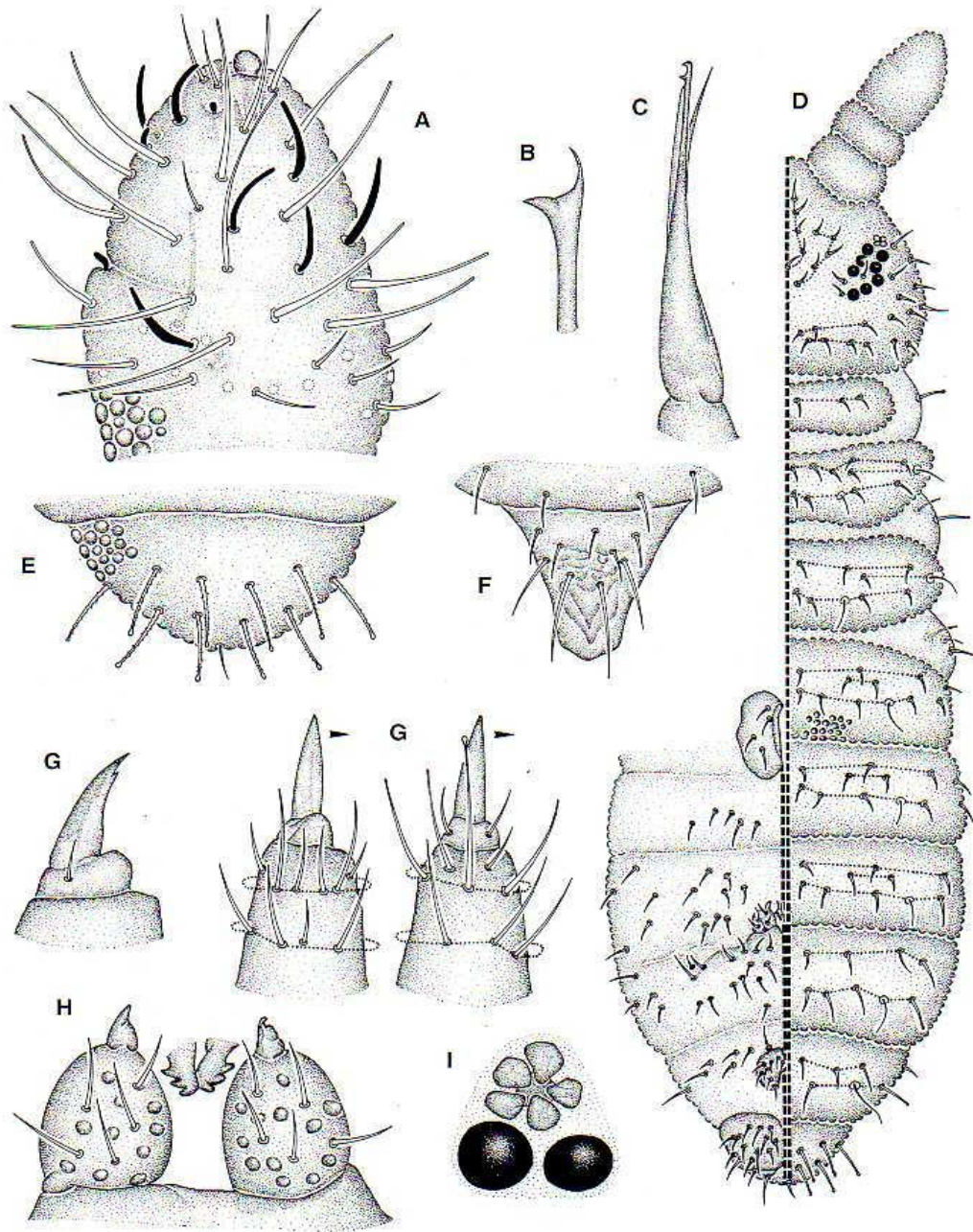


Fig.86: *Pratanurida boernerii* :

A:Articles antennaires III etIV; B:Mandibules, C: Maxilles; D: Chétotaxie dorsale et ventrale, E: segment abdominalVI; F: Labre, G:Tibiotarses et griffe de la patte III, H: Mucrodens, I: Organe post antennaire.(Jordana & al, 1997).

Répartition: Espèce euro-méditerranéenne, connue des Caraïbes. Signalée comme une nouvelle espèce pour l'Algérie et l'Afrique du Nord par Hamra-Kroua en 2005. (Fig.87).

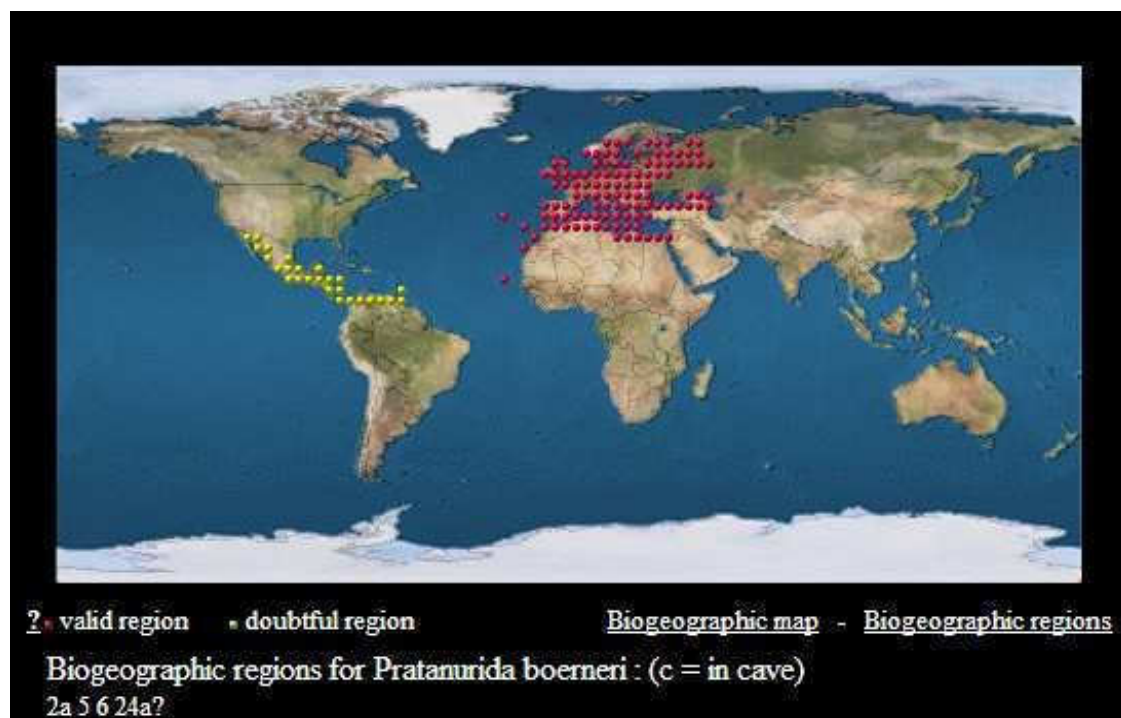


Fig.87 : Aire de répartition biogéographique de *Pratanurida boernerii*: Européenne et Caraïbes. (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Extraite du bois de chêne-liège dans le massif de l'Edough, Guelma et Ouled Habeba. C'est une espèce hémiedaphique.

- ***Kenyura sp.* (Fig.88)**

L'absence d'OPA (Organe Post Antennaire), et le nombre réduit de cornéules place ce Pseudachorutinae dans le genre *Kenyura*, connu de la région tropicale afro-américaine (1 espèce du Kenya, 1 espèce de Côte d'Ivoire et 3 espèces sud-américaines), (Palacios & Deharveng, 2010). L'espèce algérienne, nouvelle pour la science, diffère de *Kenyura* par sa grande taille, son mucron non soudé à la dens (soudé chez *Kenyura*) et la présence de 6+6 cornéules (0-4+0-4 chez *Kenyura*).

En fait, hormis l'OPA, cette nouvelle espèce a des caractères de *Furculanurida*, genre lui aussi afro-américain. Elle se rapproche de *Furculanurida duodecimoculata* (Thibaud & Massoud, 1980), seule espèce nord-africaine du genre, décrite du Maroc, en particulier par le grand développement des soies S sur les tergite, la furca courte et trapue, et la mandibule multidentée. L'espèce algérienne en diffère par sa taille très supérieure (plus de 2 mm, contre

0,9 pour *duodecimoculata*); des différences chétotaxiques sur les tergites, et l'absence apparente d'OPA.

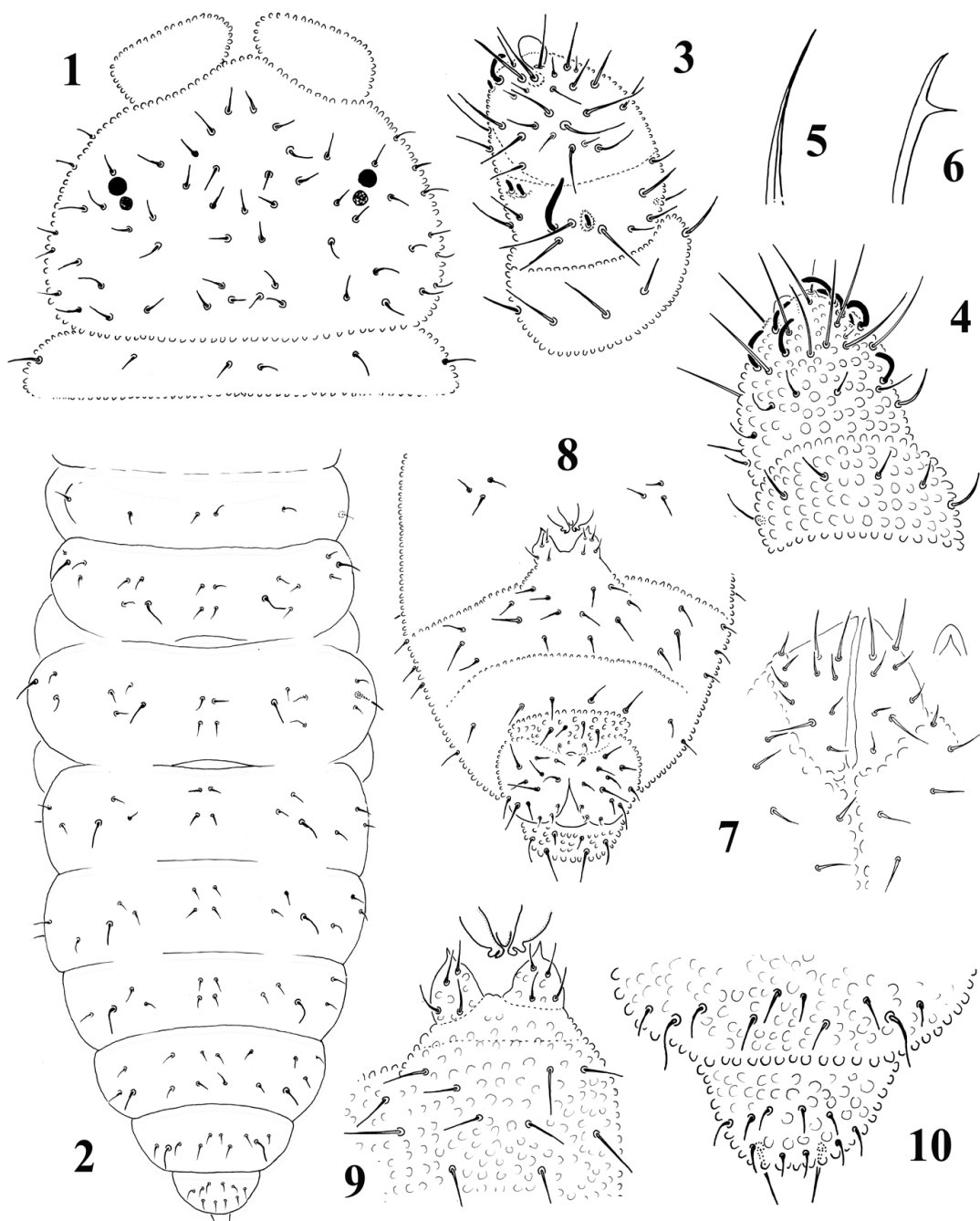


Fig 88: *Kenyura nicaraguensis* sp. nov.

1. Chétotaxie dorsale de la tête et du thorax I. 2. Chétotaxie dorsale pour thorax I au segment abdominal VI. 3. Articles antennaires I-IV (vue dorsale). 4. Articles antennaires II-IV (vue dorsale); 5. Maxilles. 6. Mandibule. 7. labium; 8. Chétotaxie ventrale des segments abdominaux III – VI. 9. mucrodens, tenaculum et partie ventrale du segment abdominal IV. 10. Segment abdominaux V et VI avec granulation.

(Palacios-Vargas1 & Deharveng, 2010)

Répartition: Le genre *Kenyura* est connu uniquement en Afrique et en Amérique du sud (Fig.89).

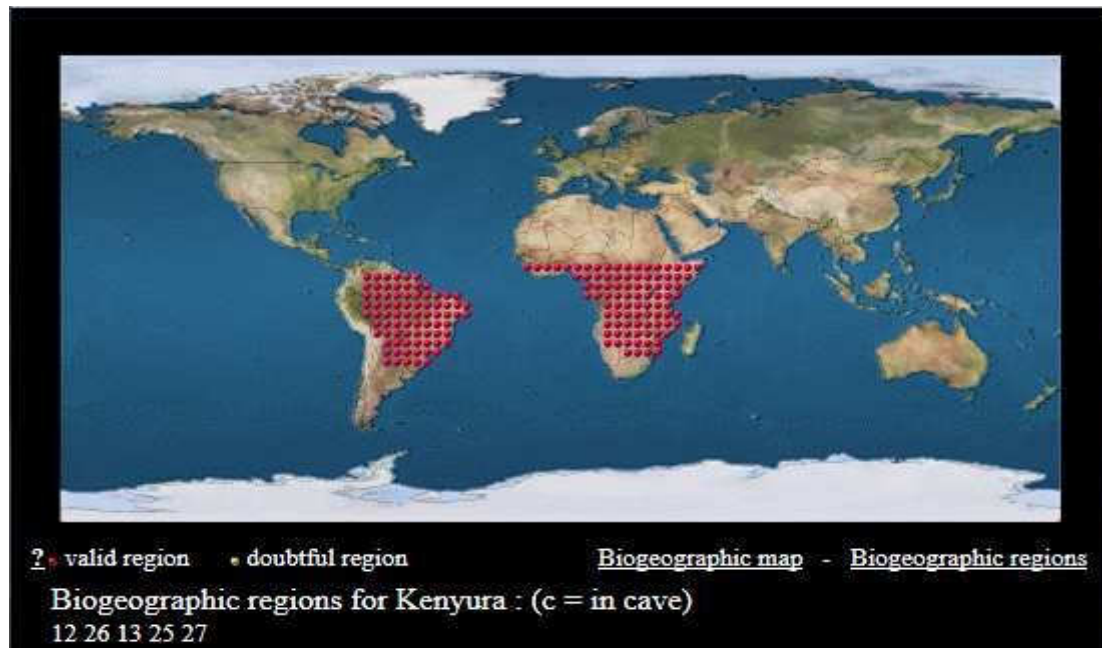


Fig.89: Aire de répartition biogéographique du genre *Kenyura*. Région tropicale afro-américaine. (Bellinger & al, 2014).

Biotope: L'espèce a été récoltée dans la litière de l'olivier (*Olea europea*), laurier rose (*Nerium oleander*) dans les ruines romaines de Sellaoua Announa (Thibilis) situé à l'ouest de Guelma : 36° 23' 37" Nord; 07° 15' 38" Est, 595 m d'altitude.

4-Famille: ONYCHIURIDAE

Cette famille est représentée par une seule sous famille, quatre genres et sept espèces

a-Sous- famille : ONYCHIURINAE

- *Protaphorura armata*, Tullberg, 1869 (Fig.90)

Synonymie.: *Lipura armata* Tullberg, 1869.

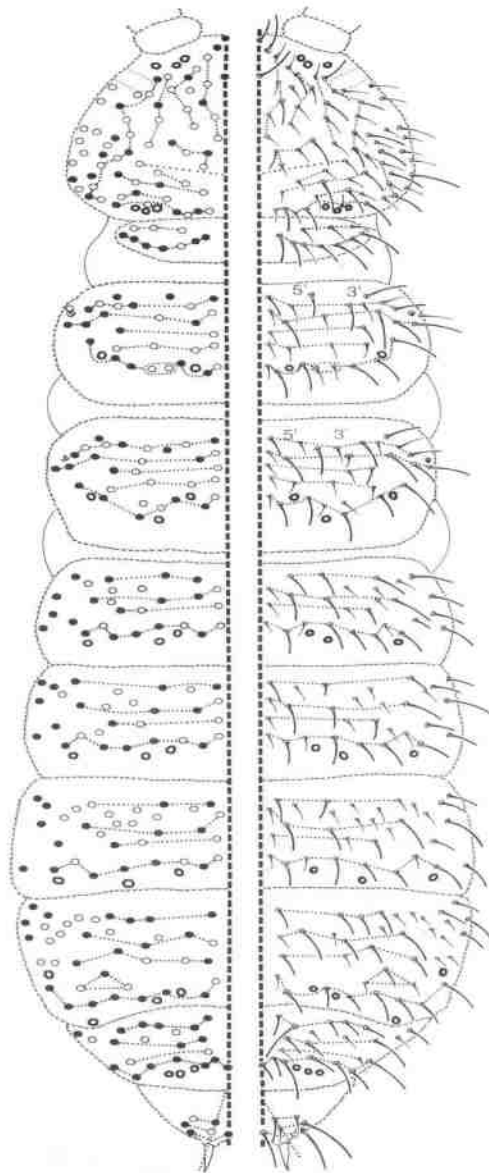
Diagnose: Longueur: 1,1-1,6mm. Couleur blanche. Antennes plus courtes que la diagonale de la tête (0,75 à 0,85 fois).

- Article antennaire IV sans masse apicale, avec une sensille subapicale dorso-externe et une autre sur le tiers latéro-basal, les soies olfactives si elles sont présentes sont difficiles à différencier des soies du même article. L'organe sensoriel de l'article antennaire III est formé par 2 sensilles groupées, entre lesquelles se localisent 2 bâtonnets sensoriels droits et lisses, ces quatre éléments sont protégés à l'extérieur par 5 papilles, alternées par 5 soies. Article

antennaire I avec 10 soies. Tête dépourvue de cornéules, OPA élargi et formé par 2 files de vésicules simples au nombre de 30 à 40.

- Chaetotaxie : Tergite thoracique I sans soie **m**; avec soie **i**, le nombre de soies **1** est variable, il est fréquemment égal à 3. Prosternite avec 1+1 soies. Tergite abdominal V: **p2** (= **M**), **p5** (= **M'**). Tergite abdominal VI sans soie impaire **p0**, ce segment est sans la soie **s'**. Les insertions des soies pré-spinales déterminent deux lignes convergentes, et sur le côté ventral de ce segment il y a la soie **1'2**.

- Les tibiotarses des pattes présentent 22, 23 (22) et 24 (23) soies disposées en trois verticelles **a** (distales), **b** (médiales) et **c** (basales).



**Fig. 90 : *Protaphorura armata* Tullberg, 1869.
Chétotaxie dorsale, (Jordana et al, 1997)**

Répartition: Espèce à large répartition peut-être cosmopolite puisqu'elle est signalée dans les régions: arctique et sub-arctique, Europe, Méditerranée, Amériques et en Australie (Fig. 91).

Biotope: Espèce euédaphique, rencontrée dans toutes les localités visitées. A l'Edough dans: litière de chêne-zen, mousses sur sol, mousses sur tronc de chêne zéen, humus de bois mort de Chêne zen et sol humide.

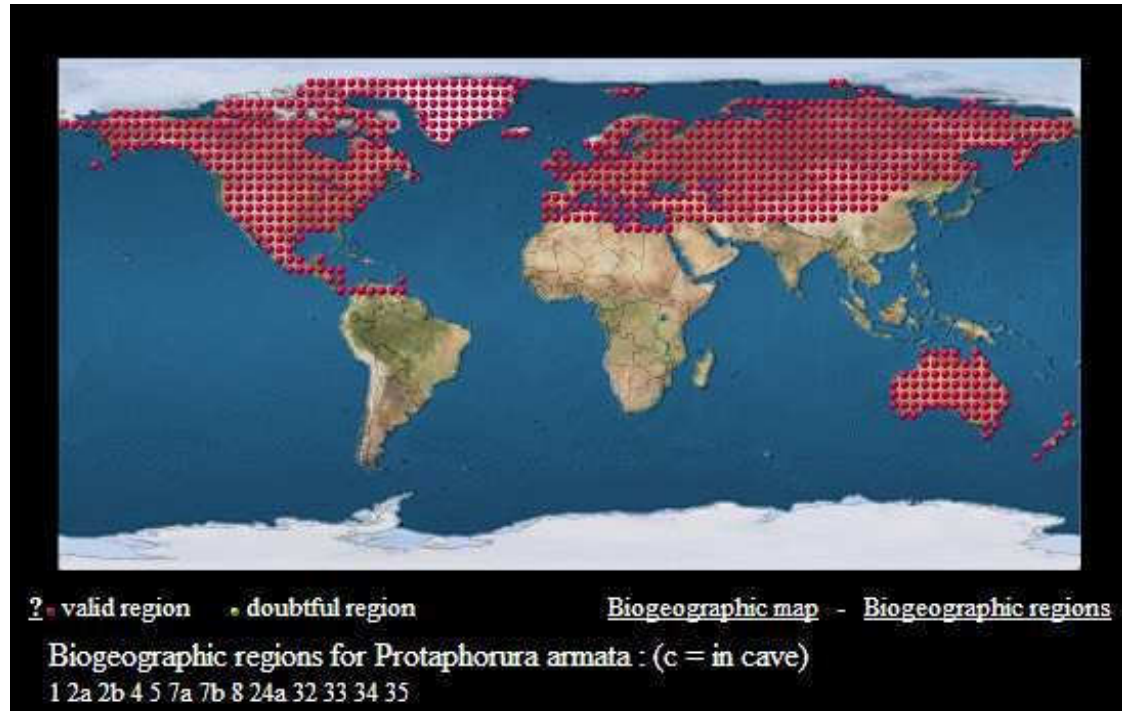


Fig.91 : Aire de répartition biogéographique de *Protaphorura armata*: Large répartition (Bellinger & al, 2014)

- *Mesaphorura italica*, Rusek, 1971 (Fig.92)

Synonymie.: *Tullbergia (Mesaphorura) italica* Ruzek, 1971.

Diagnose: Longueur: 0,40 à 0,55 mm. Couleur blanche. Antennes sont 0,66 à 0,75 fois plus courtes que la diagonale de la tête. Article antennaire III avec 2 masses sensorielles courbées l'une contre l'autre, dans lesquelles sont insérées 2 bâtons sensoriels qui sont protégés par un repliement tégumentaire. Tête dépourvue d'yeux.

- Article antennaire II avec 11 soies, le Ier avec 6 soies. OPA élargi et avec 24 à 23 vésicules simples disposées en deux files. La disposition des soies dorsales et ventrales est représentée dans la figure.

- Tube ventral avec 6+6 soies, 2 basales dont une plus grande que toutes les autres, 2 médianes et 2 distales. L'orifice génital du mâle avec 13 soies.

- Pseudocelles: sont en forme d'étoile ou de rosette, leur disposition est identique à celle de *M.critica*. Cette espèce se distingue de toutes les autres par l'aspect spiniforme de la soie p3 sur les segments abdominaux III et IV.

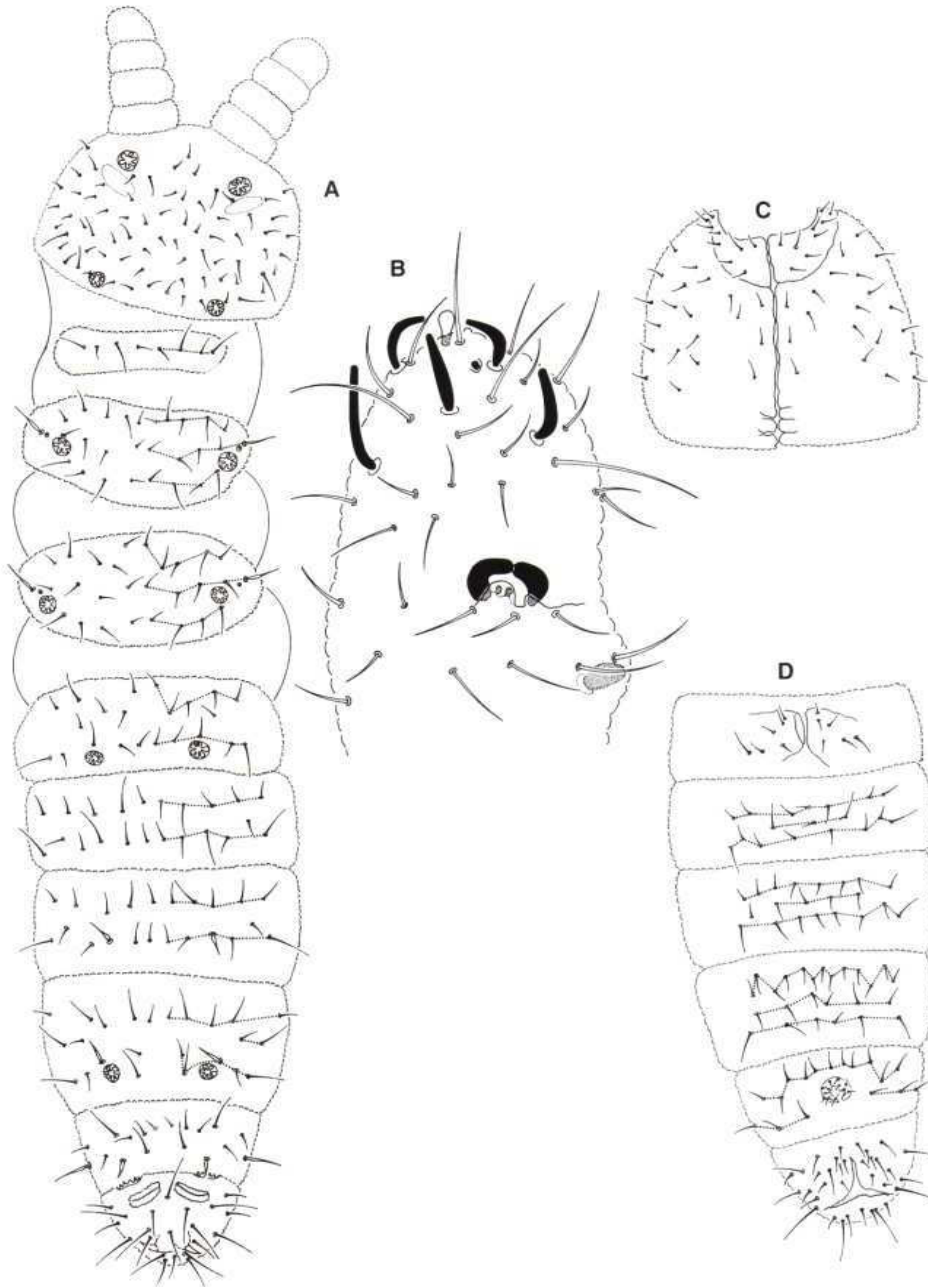


Fig.92 : *Mesaphorura italica* Ruzek, 1971.

A : Chétotaxie dorsale, B : Antenne,

C : Chétotaxie ventrale de la tête,

D : Chétotaxie ventrale de l'abdomen. (Jordana et al, 1997)

Répartition: Espèce à large répartition en Europe. Signalée en Arctique, en Méditerranée, aux Antilles et au sud de la Floride. Citée par Hamra-Kroua (2005) comme une nouvelle espèce pour l'Algérie et l'Afrique du Nord (Fig.93).

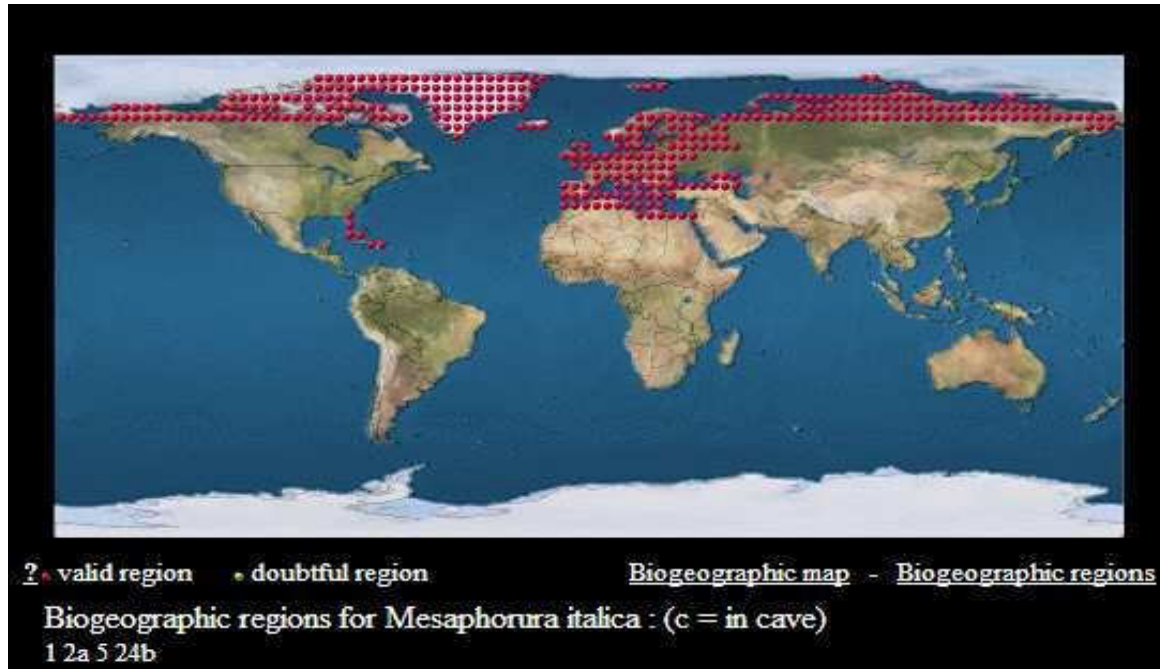


Fig.93 : Aire de répartition biogéographique de *Mesaphorura italica* : large répartition (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Espèce euédaphique trouvée dans l'humus de bois mort de chêne zen à l'Edough, et dans l'humus sous litière de chêne liège à Azzaba.

- *Mesaphorura macrochaeta*, Rusek, 1976 (Fig.94)

Diagnose: Longueur de 0,50 à 0,77 mm. Couleur blanche. Les antennes sont 0,80 à 0,85 fois plus courtes que la diagonale de la tête. Article antennaire III avec 2 masses sensorielles courbées l'une contre l'autre, dans lesquelles sont insérées 2 bâtons sensoriels qui sont protégés par un repliement tégumentaire. Tête dépourvue d'yeux.

- Pseudocelles de même forme que les 3 espèces précédentes, mais avec 7 à 9 points qui sont disposés comme suit:
- sur la tête: à la base des antennes et sur le bord postérieur entre les soies p3 et p4.
- sur les segments thoraciques II et III au niveau de la soie p4.
- sur les segments abdominaux les pseudocelles se localisent près de la soie p3.

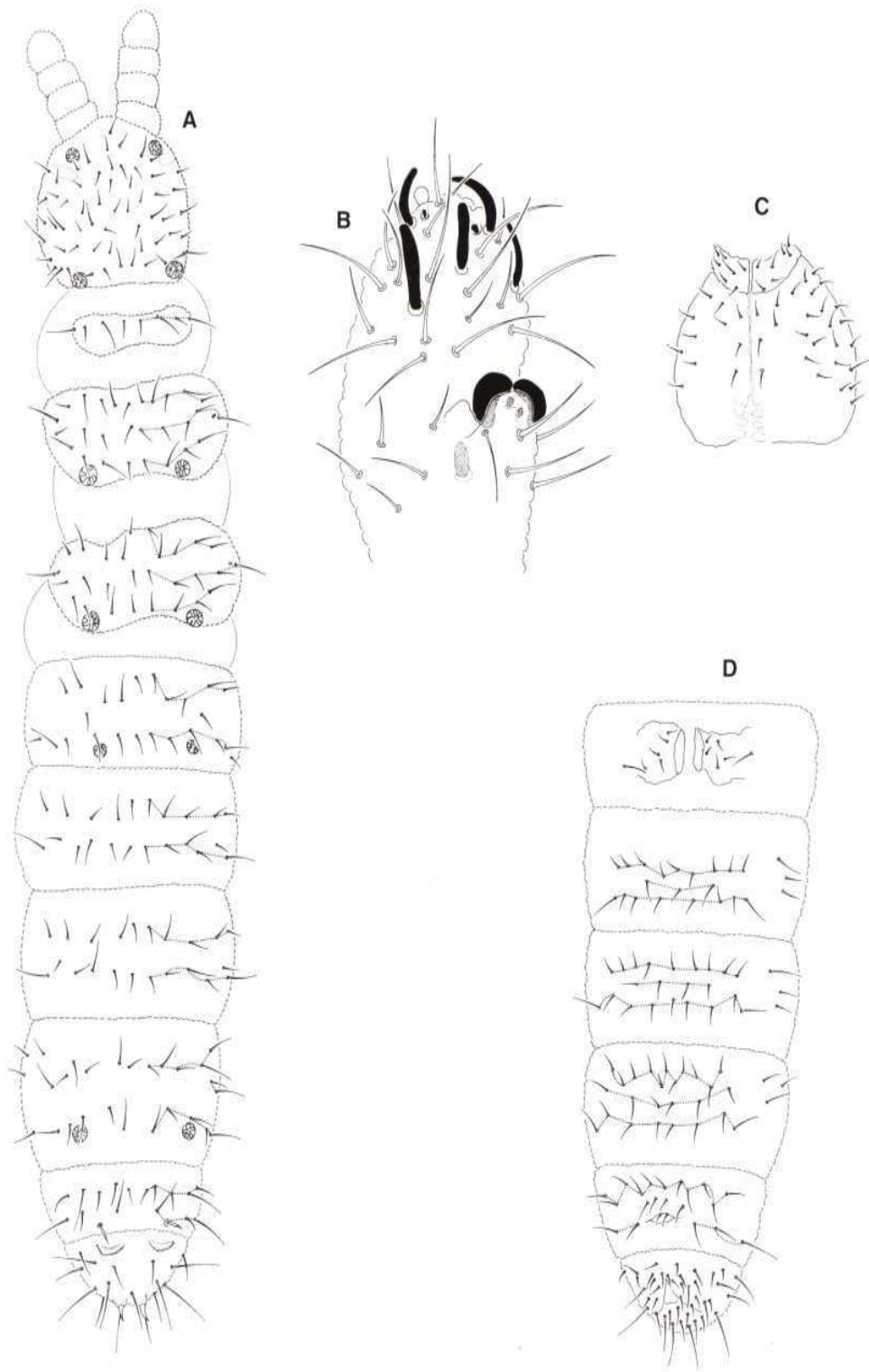


Fig. 94 : *Mesaphorura macrochaeta* Ruzek, 1976.

A : Chétotaxie dorsale, B : antenne, C : Chétotaxie ventrale de la tête,
D : Chétotaxie ventrale de l'abdomen. (Jordana et al, 1997)

Répartition: Espèce européenne, connue du Canada, signalée comme une nouvelle espèce pour l'Algérie et l'Afrique du Nord par Hamra-Kroua en 2005 (Fig.95).

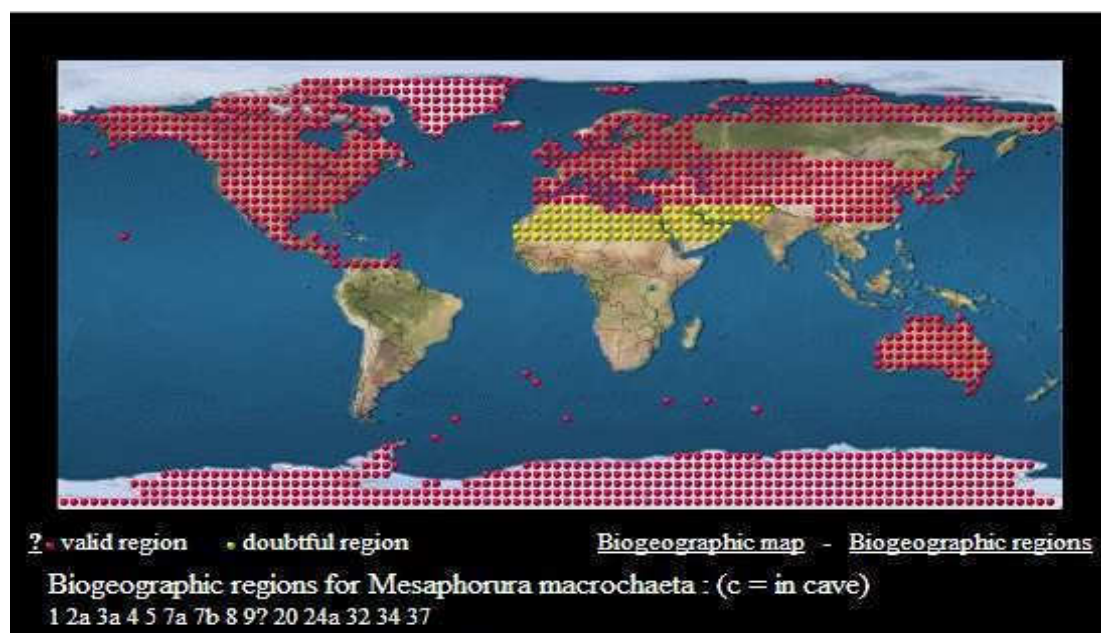


Fig.95 : Aire de répartition biogéographique de *Mesaphorura macrochaeta*: Cosmopolite (Bellinger & al, 2014)

Biotope: Comme toutes les espèces du genre *Mesaphorura*, c'est espèce une euédaphique, peut se rencontrer dans tous les milieux et les différents habitats. Nous l'avons trouvé à l'Edough, Azzaba et Ouled Habeba. Dans les mousses sur sol humide,

- ***Mesaphorura critica***, Ellis, 1976 (Fig.96)

Diagnose: Longueur: 0,48 à 0,55mm. Couleur blanche. Les antennes sont plus courtes que la diagonale de la tête selon le rapport de 0,6 à 0,78 fois. Article antennaire III avec 2 masses sensorielles courbées l'une contre l'autre, dans lesquelles sont insérées 2 bâtons sensoriels qui sont protégés par un repliement tégumentaire. Tête dépourvue d'yeux.

- Article antennaire IV avec une masse ventro-latérale simple, peu apparente. Cinq soies olfactives **a-e** et une paire de microsensilles proches de la soie **a**. OPA élargit et avec 25 à 30 vésicules disposées en deux files.

- Tibiotarses sans éperons capités, les griffes sans dents internes et latérales.

- Tube ventral avec 6+6 soies, 2 basales (dont une plus grande que toutes les autres), 2 médiales et 2 distales.

- Pseudocelles: en forme étoilée ou en forme de rosette. Sur la tête, elles se situent à la base des antennes et sur le bord postérieur, entre les soies **p3** et **p4**, tandis que sur les segments

thoraciques II et III elles se situent latéralement entre les soies **p5** et **m5**. Sur les segments abdominaux, elles se localisent au-dessous de la soie **p3**.

Ce qui distingue *M.critica* des autres espèces du même genre est :

- Sur le tergite abdominal V, la microchète **p1** et la macrochète **p2** forment une ligne convergente vers la partie antérieure. Le tergite thoracique III avec **a2** présente. Tergite abdominal IV avec **m4** et **m5**.

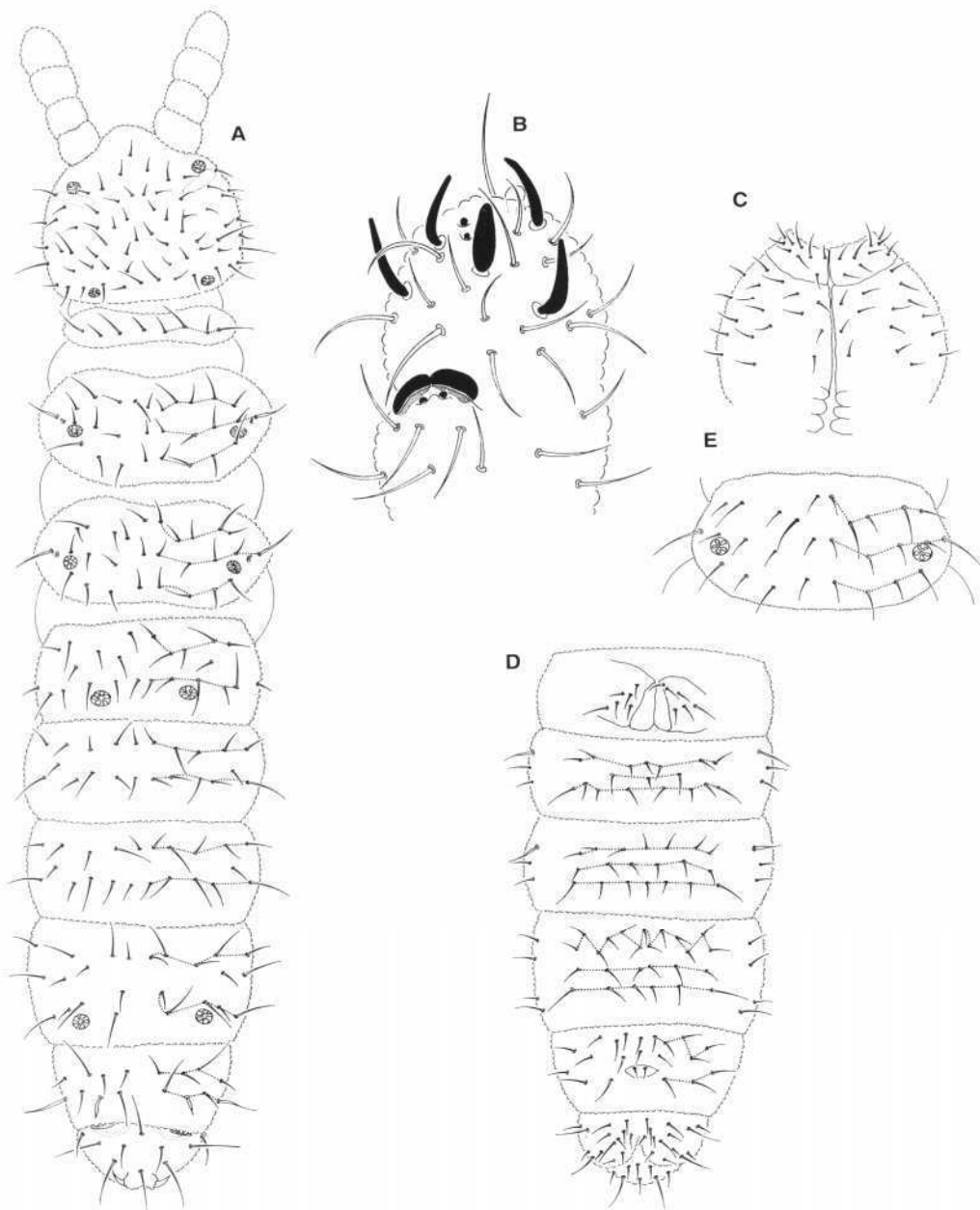


Fig. 96: *Mesaphorura critica* Ellis, 1976.

A : Chétotaxie dorsale, B : Antenne, C : Chétotaxie ventrale de la tête,
D : Chétotaxie ventrale de l'abdomen, E : Chétotaxie du segment abd. III. (**Jordana et al, 1997**).

Répartition: Espèce européenne et méditerranéenne. Signalée aux environs de Moscou et au Maroc et comme une nouvelle espèce pour l'Algérie par Hamra-Kroua en 2005 (Fig.97).

N.b.: Les lettres a, m et p : indiquent les lignes qu'occupent les soies: antérieure (a), médiane (m) et postérieure (p) sur les différents segments thoraciques, abdominaux et sur la tête. Les chiffres indiquent l'ordre de chaque soie sur les lignes.

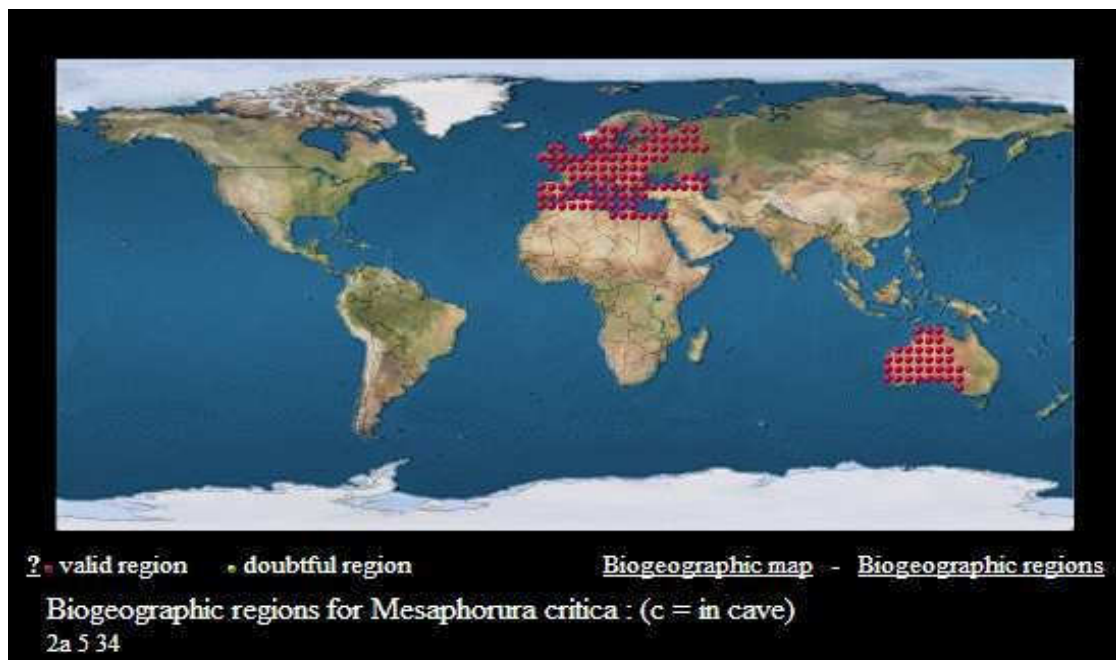


Fig.97 : Aire de répartition biogéographique de *Mesaphorura critica*: Euro-méditerranéenne et en Australie. (Bellinger & al, 2014)

Biotope: C'est une espèce euédaphique. A l'Edough nous l'avons trouvé dans le sol sous litière de chêne-zen, et à Azzaba.

- ***Doutnacia xerophila***, Rusek, 1974 (Fig.98)

Espèce typique: *Doutnacia xerophila*, Ruzek, 1974.

Diagnose: Genre décrit en ancienne Tchécoslovaquie, se caractérise par la présence d'une masse sur l'organe sensoriel de l'article antennaire III et une paire d'épines anales simples. Ce genre se distingue par la petite taille (- 0,5 mm) des deux seules espèces connues.

Doutnacia xerophila a une longueur qui oscille entre 0,32 et 0,42 mm. Couleur blanche. Antennes 0,66 à 0,80 fois plus courtes que la diagonale de la tête.

- Article antennaire IV avec une masse ventro-latérale peu développée. Les sensilles sont réduites à des soies, deux microsensilles situées sur l'apex de l'antenne.

- L'organite sensoriel de l'article antennaire III est formé par une masse sensorielle patente que protège 2 petits bâtons sensoriels recouverts par un repli tégumentaire.
- L'article antennaire II avec 12 soies, et le Ier avec sept soies.
- OPA élargi avec vésicules simples disposées en deux files dont le nombre varie de 35 à 48.
- La disposition des soies dorsales et ventrales des pattes est typique du genre.
- Griffes sans dents internes et latérales, l'appendice empodial représente 30 à 40 % de la crête interne des griffes.
- Tube ventral avec 6+6 soies, 2 basales (dont une plus grande que toutes les autres), 2 médiales et 2 apicales; pas de rétinacle. Orifice génital du mâle avec 12-13 soies, celui des femelles avec 2 soies.
- Segment abdominal VI avec une paire d'épines anales simples insérées sur les papilles.

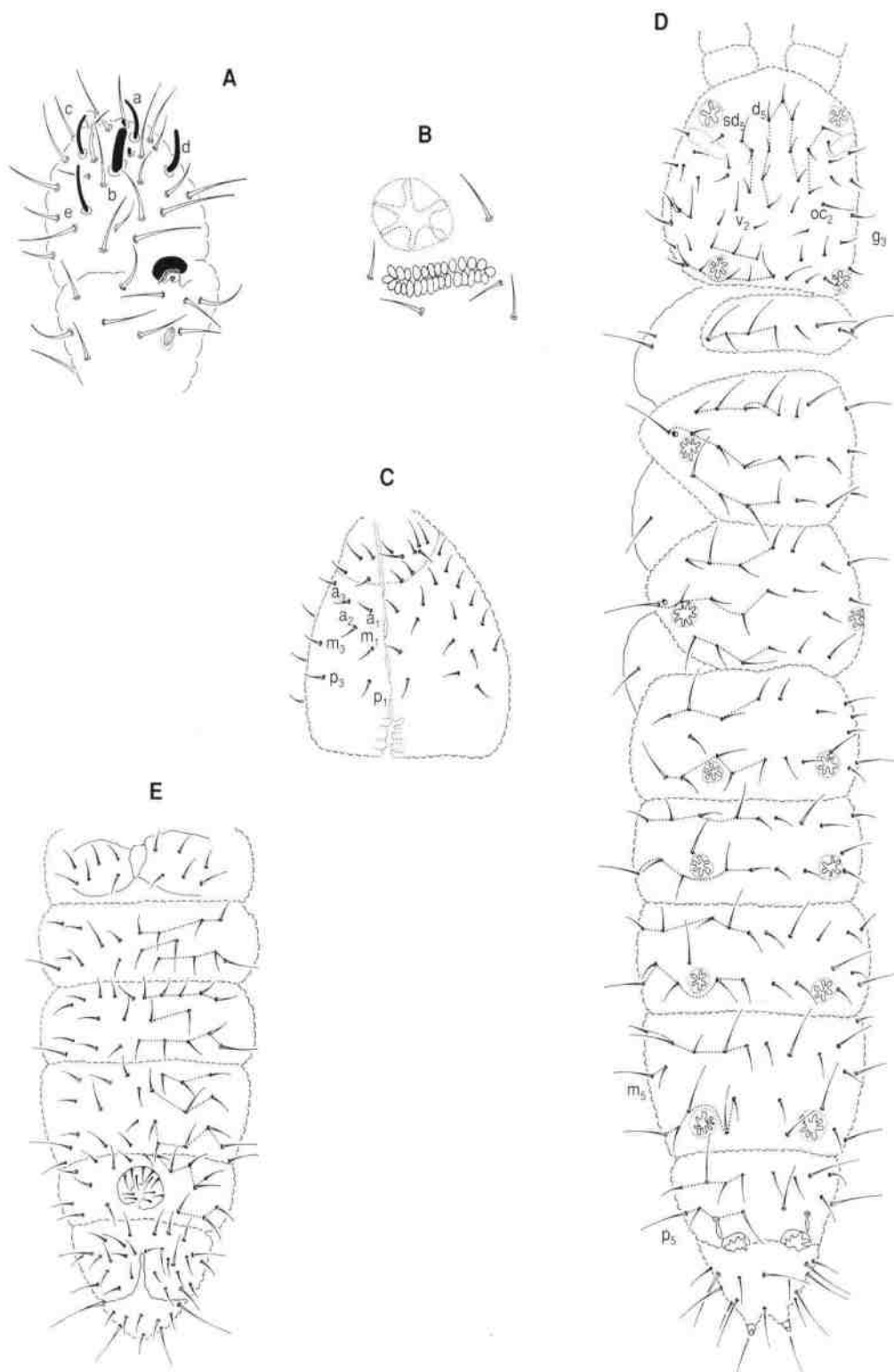


Fig. 98 : *Doutnacia xerophila* Ruzek, 1974.

A : Vue dorsale de l'antenne, B : Organe post antennaire,
 C : Chétotaxie ventrale de la tête, D : Chétotaxie dorsale,
 E : Chétotaxie ventrale de l'abdomen. (Jordana et al, 1997)

Répartition: Connue dans le centre de la péninsule Ibérique. Signalée en Europe, aux Antilles et en Floride. Signalée comme une nouvelle espèce pour l'Algérie et l'Afrique du Nord par Hamra-Kroua (2005) (Fig.99).

Biotope: Espèce euédaphique rencontrés dans toutes les régions prospectées sauf la région d'Azzaba. Trouvée à l'Edough dans l'humus de bois mort de chêne zen sur sol.

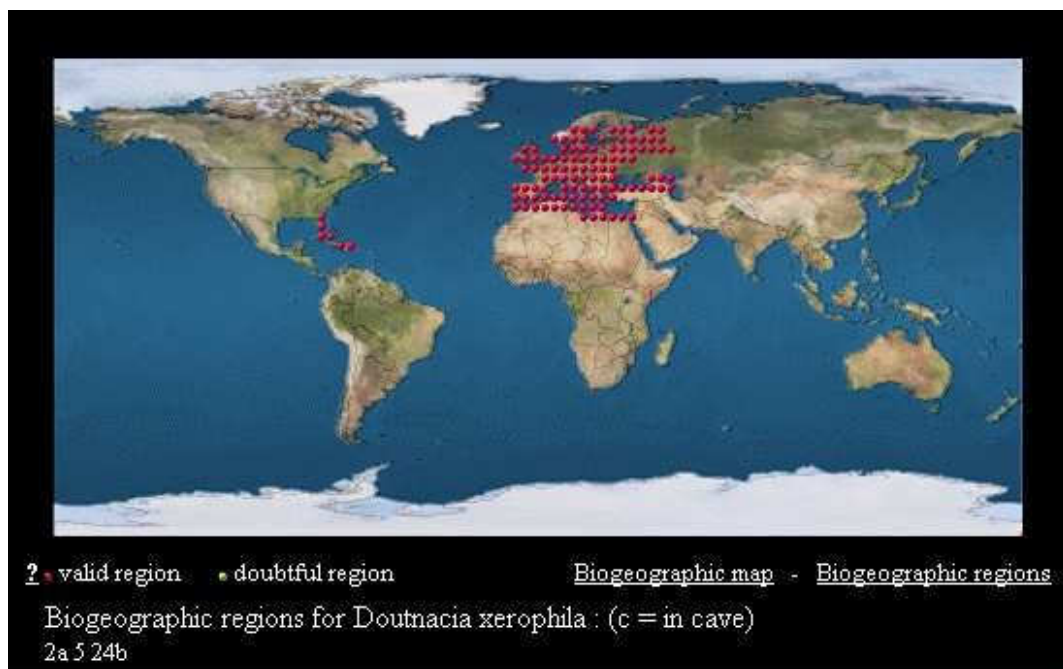


Fig.99: Aire de répartition biogéographique de *Douthnacia xerophila*: euro-méditerranéenne. (Bellinger & al, 2014)

5. famille: BRACHYSTOMELLIDAE: 3 espèces du même genre.

- *Brachystomella curvula*, Gisin, 1948 (Fig.100)

Synonymie: Espèce typique.

Diagnose: Longueur: 0.5 à 0.6 mm. Coloration bleu. Granulation tégumentaire relativement fine. Soies du corps courtes, lisses et aigues.

- Article antennaire IV avec 6 sensilles fines, 3 internes et 3 externes qui sont difficiles à distinguer des soies mousses du même article, cette espèce présente 2 soies mousses dorsales moins que *B.parvula*. Mandibules absentes, maxilles globuleuses avec 7 dents. Possède 8 paires de cornéules. OPA de forme circulaire, avec 4 à 6 vésicules (lobes).

- La chétotaxie dorsale identique à celle de *B.parvula*.

- Tibiotarses I, II, III avec respectivement 19, 19 et 18 soies. Appendice empodial absent. Griffe avec une dent interne et une paire de dents latérales.

ANNEXES

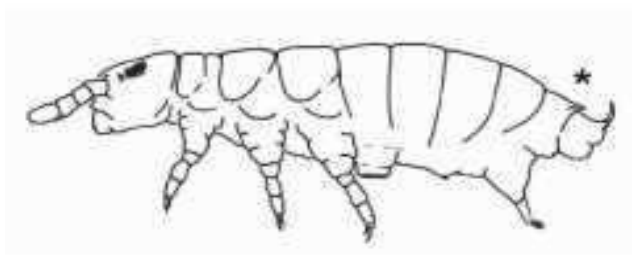
Photos d'espèces de Collemboles selon Bellinger et al, 2014.



1- *Ceratophysella denticulata*



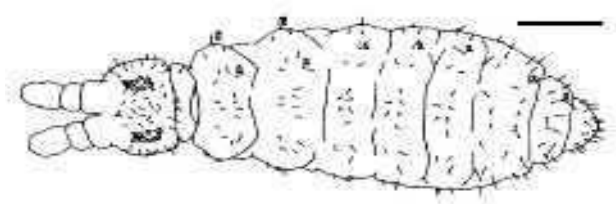
2- *Ceratophysella gibbosa*



3- *Ceratophysella tergilobata*



4- *Schoettella* sp



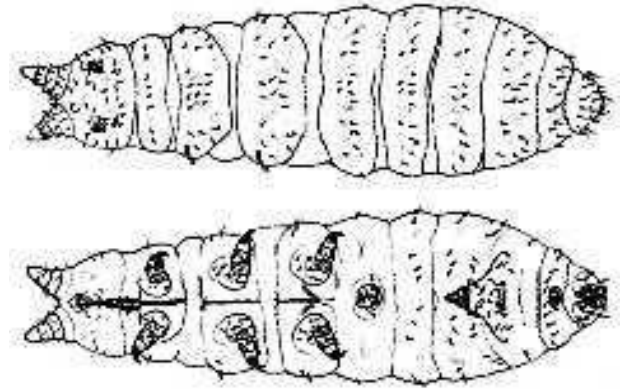
5- *Microgastrura minutissima*



6- *Xenylla maritima*



7- *Odontella* sp



8- *Superodontella tayaensis*



9- *Superodontella lamellifera*



10- *Friesea major*



11- *Friesea mirabilis*



12- *Friesea laouina*



13- *Bilobella aurantiaca*



14- *Protanura pseudomuscorum*



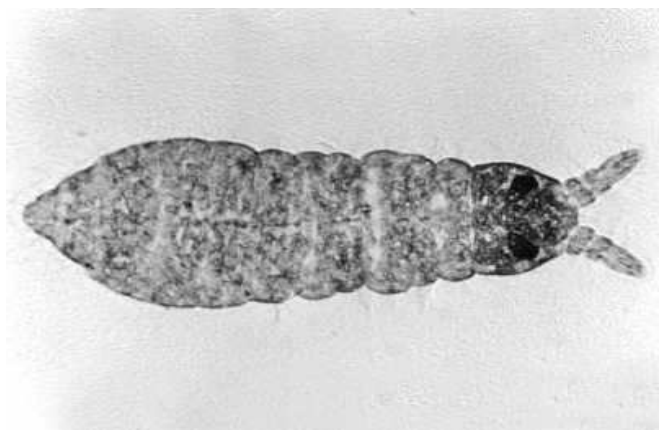
15- *Edoughnura rara*



16- *Pseudachorudina*



17- *Pseudachorutes subcrassus*



18- *Pratanurida boernerii*



19- *Onychiurus sp*



20- *Protaphorura armata*



21- *Brachystomella parvula*



22- *Brachystomella sp.*

Effectifs totaux des Collemboles extrait durant l'année 2010-2011

Echantillon	Nombre total des collemboles	Nombre total des Poduromorpha
Ech 1	209	51
Ech 2	887	72
Ech 3	279	142
Ech 4	1143	175
Ech 5	316	90
Ech 6	569	124
Ech 7	822	120
Ech 8	130	72
Ech 9	158	97
Ech 10	114	81
Ech 11	98	59
Ech 12	142	85
Ech 13	91	72
Ech 14	158	103
Ech 15	185	112
Ech 16	213	143
Ech 17	542	409
Ech 18	618	398
Ech 19	340	218
Ech 20	812	547
Ech 21	210	100
Ech 22	1135	819
Ech 23	566	409
Ech 24	1170	829
Ech 25	812	115
Ech 26	314	89
Ech 27	104	38
Ech 28	167	93

Ech 29	167	93
Ech 30	154	60
Ech 31	08	07
Ech 32	76	20
Ech 33	12	08
Ech 34	06	02
Ech 35	12	03
Ech 36	05	03
Ech 37	12	07
Ech 38	234	112
Ech 39	47	26
Ech 40	152	50
Ech 41	99	42
Ech 42	157	62
Ech 43	53	25
Ech 44	72	36
Ech 45	131	63
Ech 46	181	118
Ech 47	42	31
Ech 48	65	36
Ech 49	184	103
Ech 50	39	21
Total	14212	6590

Effectifs totaux des Collemboles extrait durant l'année 2011-2012

Echantillon	Nombre total des collemboles	Nombre total des Poduromorpha
Ech 1	16	1
Ech 2	22	5
Ech 3	39	21
Ech 4	46	16
Ech 5	28	20
Ech 6	35	19
Ech 7	18	5
Ech 8	19	4
Ech 9	29	7
Ech 10	31	3
Ech 11	19	10
Ech 12	22	5
Ech 13	32	13
Ech 14	25	17
Ech 15	20	4
Ech 16	7	1
Ech 17	10	8
Ech 18	18	9
Ech 19	28	12
Ech 20	48	24
Ech 21	42	24
Ech 22	09	05
Ech 23	19	12
Ech 24	31	10
Ech 25	43	15
Ech 26	13	03
Ech 27	29	16
Ech 28	20	07
Ech 29	12	07

Ech 30	19	06
Ech 31	20	07
Ech 32	35	26
Ech 33	26	12
Ech 34	57	16
Ech 35	73	39
Ech 36	75	33
Ech 37	38	13
Ech 38	48	18
Ech 39	62	27
Ech 40	233	57
Ech 41	89	56
Ech 42	152	72
Ech 43	177	77
Ech 44	139	93
Ech 45	25	16
Ech 46	32	19
Ech 47	28	08
Ech 48	51	06
Ech 49	120	48
Ech 50	97	45
Ech 51	57	28
Ech 52	61	38
Ech 53	52	18
Ech 54	103	27
Ech 55	59	20
Ech 56	63	31
Ech 57	28	11
Ech 58	32	08
Ech 59	728	320
Ech 60	240	122
Ech 61	195	78

Ech 62	815	375
Ech 63	620	242
Ech 64	422	132
Ech 65	371	130
Ech 66	120	54
Ech 67	145	84
Ech 68	70	39
Ech 69	68	35
Ech 70	121	58
Ech 71	142	48
Ech 72	103	62
Ech 73	79	48
Ech 74	125	57
Ech 75	56	29
Ech 76	68	30
Total	7269	3121

Effectifs totaux des Collemboles extrait durant l'année 2012-2013

Echantillon	Nombre total des collemboles	Nombre total des Poduromorpha
Ech 1	129	61
Ech 2	93	47
Ech 3	81	32
Ech 4	19	12
Ech 5	35	29
Ech 6	71	30
Ech 7	18	10
Ech 8	158	83
Ech 9	63	38

Ech 10	106	45
Ech 11	121	58
Ech 12	51	22
Ech 13	191	44
Ech 14	55	22
Ech 15	238	40
Ech 16	115	104
Ech 17	162	105
Ech 18	71	57
Ech 19	56	47
Ech 20	72	26
Ech 21	82	68
Ech 22	63	49
Ech 23	59	40
Ech 24	43	35
Ech 25	144	110
Ech 26	131	71
Ech 27	38	08
Ech 28	140	96
Ech 29	20	00
Ech 30	43	02
Ech 31	38	16
Ech 32	41	09
Ech 33	27	05
Ech 34	19	06
Ech 35	13	01
Ech 36	276	155
Ech 37	124	84
Ech 38	186	140
Ech 39	190	160
Ech 40	63	60
Ech 41	60	19

Ech 42	48	29
Ech 43	30	18
Ech 44	37	12
Ech 45	34	15
Ech 46	197	158
Ech 47	229	181
Ech 48	240	225
Ech 49	210	146
Ech 50	245	183
Ech 51	75	43
Ech 52	20	06
Ech 53	10	02
Ech 54	29	20
Ech 55	25	07
Ech 56	86	80
Ech 57	45	38
Ech 58	67	41
Ech 59	88	70
Ech 60	13	10
Ech 61	15	03
Ech 62	11	02
Ech 63	16	13
Ech 64	23	04
Ech 65	99	76
Ech 66	12	04
Ech 67	10	07
Ech 68	71	35
Ech 69	47	25
Ech 70	93	41
Total	5830	3540

Etude écologique

Khenak Mayoune 11/2013

N° ech	Température	Humidité	Nbr de spécimens
1	10,5	87,60	5
2	10,5	89,80	47
3	10,8	87,90	87
4	11,2	87,40	24
5	11,3	86,50	185
6	10,3	91,50	6
7	10,5	91,60	139
8	10,4	91,40	6
9	10,5	92,10	3
10	10,8	92,30	23
11	12,3	92,90	472
12	11,9	91,50	40
13	12,1	91,20	5
14	11,4	89,90	0
15	11,8	89,60	0
16	9,9	85,40	7
17	10,2	86,70	3
18	9,8	86,90	6
19	10,3	87,20	5
20	10,8	87,20	8
21	11,4	83,70	27
22	11,5	84,50	22
23	11,3	86,10	9
24	11,8	85,30	15
25	11,6	84,20	29

Khenak Mayoune 12/2013

N° ech	Température	Humidité	Nbr de spécimens
1	12,4	92,50	71
2	13,1	92,30	63
3	12,1	92,80	150
4	13,1	91,10	97
5	13,1	89,70	161
6	10,3	92,50	68

7	10,6	91,50	28
8	10,4	91,20	29
9	10,2	92,30	17
10	9,9	92,50	37
11	9,2	96,80	155
12	8,5	96,40	187
13	9,1	96,60	71
14	9	97,20	83
15	9,4	97,80	240
16	10,5	94,80	37
17	10,8	95,10	4
18	10,1	95,30	15
19	11,2	93,20	3
20	11,3	94,10	7
21	8,3	96,20	16
22	9,3	97,50	107
23	9,3	94,60	14
24	11,5	89,60	12
25	12,8	84,50	33

Khenak Mayoune 01/2014

N° ech	Température	Humidité	Nbr de spécimens
1	12,4	95,60	53
2	12,2	95,80	60
3	11,8	97,30	8
4	13,1	96,90	33
5	12,8	96,50	36
6	10,1	98,70	115
7	10,3	91,50	83
8	10,5	97,40	15
9	10,4	97,40	16
10	9,9	97,20	64
11	9,0	98,20	23
12	8,6	96,40	14
13	8,8	97,60	9
14	9,3	98,20	9
15	9,4	98,50	21
16	10,5	95,30	38
17	10,8	95,60	171
18	9,9	95,70	105
19	11,2	93,20	65
20	11,3	94,10	63

21	8,3	98,10	7
22	9,1	98,60	3
23	9,3	94,60	46
24	11,5	89,60	93
25	12,8	94,60	215

Khenak Mayoune 02/2014

N° ech	Température	Humidité	Nbr de spécimens
1	6,6	98,70	19
2	6,5	97,50	0
3	6,6	97,40	0
4	6,2	96,80	1
5	6,4	96,70	43
6	6,3	96,50	454
7	6,3	96,80	41
8	6,8	96,30	37
9	6,5	96,60	16
10	6,6	97,40	547
11	9,2	98,20	39
12	8,6	96,80	10
13	9,1	96,60	5
14	9,5	98,10	52
15	9,3	96,80	125
16	5,8	98,60	59
17	6,1	98,30	334
18	5,9	97,90	8
19	6,2	97,50	15
20	6,2	97,40	13
21	5,5	98,40	79
22	5,6	98,20	648
23	5,9	96,30	51
24	6,1	96,30	937
25	5,3	95,60	21

Khenak Mayoune 03/2014

N° ech	Température	Humidité	Nbr de spécimens
2	12,3	94,60	29
3	12,1	94,20	40
4	12,4	92,30	28
5	12,5	92,50	28
6	10,1	98,70	2
7	10,3	91,60	76
8	10,5	91,50	0
9	10,4	91,20	130
10	10,4	92,30	3
11	9,9	92,50	129
12	9,2	96,40	155
13	8,6	96,80	22
14	9,2	96,30	0
15	9,2	96,10	47
16	9,3	96,80	17
17	6,4	96,60	1
18	6,1	96,80	2
19	6,1	97,90	15
20	6,5	97,50	11
21	6,2	97,40	14
22	9,1	96,50	506
23	9,3	94,60	1502
24	11,2	90,20	2
25	12,8	94,60	126
1	11,6	89,50	48

**Collembola (Hexapoda: Collembola) from a few localities of Northeastern
Algeria: Taxonomy and biogeography membership.**

Summary:

Dozens of samples from five localities of Northeastern Algeria are analyzed in the laboratory of Biosystematics and ecology of arthropods. A total of more than 27311 individuals were extracted following the use of common extraction springtails techniques. The taxonomic study of the species reveals the presence of a total of 49 species of Collembola Poduromorpha. Our findings have enriched the national heritage Collembola by a contribution of 9 new species for the country one of them is new to science.

All the new species for the country are also new to North Africa, which shows that the North-eastern Algeria has a very different fauna from that of neighboring countries in the Mediterranean circum.

The fauna which concerns by this study consists of species belonging to three super-families, 5 families, 4 subfamilies and 27 genera of the order Poduromorpha.

Inside Poduromorpha, stands the family Neanuridae with 22 species belonging to 3 subfamilies known six subfamilies: Frieseinae with 6 species of the same genus (Friesea); Neanurinae with 9 species and 5 genera and finally the exception subfamily Pseudachorutinae with 7 species and 6 genera.

Among the five prospected localities is the mountainous massif of Edough that comes the most of the total species collected and identified, that is to say 44 species.

The most unexpected character of this fauna is the presence of endemic species hitherto distant biogeographically regions: the case of genres *Kenyura* and *Cephalachorutes* known only in African's American's tropics.

Guelma region reveals exceptional on the map of specific diversity: in addition to the new species (*Superodontella tayaensis* sp.nov.). The locality also hosts *Kenyura* sp. *Cephalachorutes* and *minimus*.

Diversity of *Friesea* genera (6 species) and the astonishing richness specific of *Neanuridae* met in the massif of Edough: 19 species against only 10 in the rest of the country. What makes it distinguish from all the Mediterranean forested mountains vaster and more intensely studied.

Five new species are reported here: *Superodontella tayaensis* n.sp, *Friesea* major, *Deutonura* ns *Edoughnura* rara, *Edoughnura* sp2. Three had been described before this work and one is described here: *Superodontella tayaensis* (Arbea, Brahim Bounab & Hamra kroua 2013).

Eight species are rare, which makes it possible to expect new discoveries.

The affinities of the population of Collembola are primarily with the Mediterranean fauna, with original features. The fauna of Edough consists of some European elements that Guelma is rather unusual, unexpected and original.

The dynamics of the settlement of Collembola endogens is determined by the seasonal variation of the fundamental factors: temperature and humidity. Their seasonal impact, clear surfaces, is felt even in the in-depth ground.

Keywords: Collembola, Inventory, Taxonomy, Algeria, Edough, *Superodontella tayaensis*, Biogeography, ecology.

حيوانات الكولمبول في بعض المناطق في الشمال الشرقي الجزائري

تصنيف و انتماء بيوجيوغرافيا

الملخص:

تمت معالجة عشرات العينات المأخوذة من خمس مناطق في الشمال الشرقي للجزائر في مخبر بيولوجيا و ايكولوجيا المفصليات. باستخدام التقنيات المعروفة تم استخراج الكولمبولا. الدراسات التصنيفية على مستوى. نتائجا سمحت بإثراء الرصيد الأنواع وجود 49 نوعا من بالنسبة للجزائر منها واحدة Poduromorpha الوطني من أنواع الكولمبولا ب 9 أنواع جديدة جديدة بالنسبة للعلوم

.

=

جميع الأنواع الجديدة بالنسبة للجزائر هي أيضا جديدة لشمال إفريقيا مما يدل على ان الشمال الشرقي للجزائر لديه حيوانات مختلفة جدا عن تلك الدول المجاورة للبحر الأبيض المتوسط.

جميع الأنواع المتحصل عليها تنتمي إلى ثلاث عائلات فائقة، 5 عائلات، و 4 تحت العوائل و 27 جنسا من رتبة Poduromorpha.

داخل Poduromorpha نجد عائلة Neanuridae ب 22 نوع تابعين ل 12 جنس: Friesienae ب 6 أنواع تابعين نفس الجنس Friesia، Neanurinae ب 9 أنواع و 5 أجناس و أخيرا تنوع فريد ل Pseudachorutinae ب 7 أنواع و 6 أجناس. من بين التجمعات الخمس التي شملتها الدراسة تعتبر جبال Edough السلسلة التي يأتي منها معظم الأنواع التي تم جمعها. من الأمور غير متوقعة هو وجود الأنواع المستوطنة المناطق الجغرافية البيولوجية بعيدة حتى الآن : حالة الأنواع روف في Cephalachorutes أيضا Kenyura المناطق المدارية الأفريقية الأمريكية.

قالمة تكشف عن تنوع استثنائي *Superodontella tayaensis n.sp*.

تحوي جبال ليدوغ عائلة Neanuridae عل 18 نوع مقابل 4 أنواع فقط في باقي المناطق.

& 5 أنواع جديدة *Edoughnura sp2*، *Edoughnura rara*، *Deutonura n.sp*، *Friesia major*.

Superodontella tayaensis. منها ثلاثة نشرت من قبل و نوع نشر خلال هذه الدراسة *Superodontella tayaensis*

(Arbea & Brahim- Bounab & Hamra Kroua, 2013)

ثمانية أنواع نادرة، مما يجعل من الممكن أن نتوقع المزيد من الاكتشافات

بينت الدراسة أن عشائر الكولمبول المتعرف عليها لها تقارب مع ما يوجد حول البحر الأبيض المتوسط شمالا و جنوبا. الموجودة في جبل ليدوغ من عناصر تم ذكرها في أوروبا و حوض البحر الأبيض المتوسط شمالا و جنوبا.

بينت الدراسة أن حركية العشائر التي تعيش داخل التربة تتميز بتغيرات موسمية تتحكم فيها عوامل التربة الأساسية من حرارة و رطوبة. ان التأثير الموسمي على عشائر الكولمبول على السطح و هو كذلك موجود في أعماق التربة.

الكلمات المفتاحية:

كولمبولا، جرد، تصنيف، الجزائر، جبل ايدوغ، *Superodontella tayaensis n.sp*، انتماء بيوجيوغرافيا، ايكولوجيا.

Les Collemboles (Hexapoda: Collembola) de quelques localités du Nord-est algérien: Taxonomie et appartenance biogéographie.

Résumé

Plusieurs dizaines d'échantillons prélevés dans cinq localités du Nord-est algérien sont analysés au laboratoire de Biosystématique et écologie des Arthropodes. Un effectif total de plus de 27311 individus dont 13251 appartenant à l'ordre des Poduromorpha ont été extraits suite à l'emploi des techniques courantes d'extraction des collemboles. L'étude taxonomique au niveau de l'espèce révèle la présence d'un total de 49 espèces de Collemboles Poduromorpha. Nos résultats ont permis d'enrichir le patrimoine national en Collemboles par un apport de 9 nouvelles espèces pour le pays dont une est nouvelle pour la science.

Toutes les espèces nouvelles pour le pays sont aussi nouvelles pour l'Afrique du nord, ce qui montre que le Nord-est algérien a une faune bien différente de celle des pays voisins du circum méditerranéen.

La faune concernée par la présente étude se compose d'espèces appartenant à 3 super-familles, 5 familles, 4 sous-familles et 27 genres de l'ordre des Poduromorpha.

A l'intérieur de Poduromorpha, se distingue la famille des *Neanuridae* avec 22 espèces appartenant à 3 sous-familles sur les six connues: *Frieseinae* avec 6 espèces du même genre (*Friesea*); *Neanurinae* avec 9 espèces et 5 genres et enfin l'exceptionnelle sous-famille des *Pseudachorutinae* avec 7 espèces et 6 genres.

Parmi les cinq localités prospectées, c'est du massif montagneux de l'Edough que provient l'essentiel du total espèces récoltées et identifiées, soit 44 espèces.

Le caractère original le plus inattendu de cette faune est la présence d'espèces jusque là endémiques de lointaines régions biogéographiques: c'est le cas des genres *Kenyura* et *Cephalachorutes* connues uniquement en région tropicale africano-américaine.

La région de Guelma se révèle exceptionnelle sur le plan diversité spécifique: en plus de la nouvelle espèce (*Superodontella tayaensis* sp.nov.) la localité héberge également *Kenyura* sp. et *Cephalachorutes minimus*.

La diversité du genre *Friesea* (6 espèces) et de l'étonnante richesse spécifique des *Neanuridae* rencontrée au massif de l'Edough: 18 espèces contre seulement 4 dans le reste du pays. Ce qui le fait distinguer des massifs montagneux méditerranéens plus vastes et plus intensément étudiés.

Cinq espèces nouvelles sont signalées ici: *Superodontella tayaensis* n.sp., *Friesea major*, *Deutonura* n.sp., *Edoughnura rara*, *Edoughnura* n.sp2. Trois parmi elles ont été décrites auparavant et une l'est ici: *Superodontella tayaensis* (Arbea, Brahim-Bounab & Hamra kroua 2013).

Huit espèces sont rares, ce qui permet de s'attendre à de nouvelles découvertes.

Les affinités du peuplement de Collemboles sont essentiellement avec la faune méditerranéenne avec des particularités originales. La faune de l'Edough est constituée de quelques éléments européens, celle de Guelma est plutôt exceptionnelle, inattendue et originale.

La dynamique du peuplement de Collemboles récoltés est déterminée par la variation saisonnière des facteurs édaphiques fondamentaux: température et humidité.. Leur impact saisonnier, évident en surface, se ressent même dans le sol en profondeur.

Mots clés.- Collemboles, Inventaire, Taxonomie, *Superodontella tayaensis* n.sp , Algérie, Edough, Biogéographie, Ecologie.