

January 1997

Travaux de L`Institut de Speologie Emile Racovitza

Follow this and additional works at: https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles

Recommended Citation

"Travaux de L`Institut de Speologie Emile Racovitza" (1997). *KIP Articles*. 5814.
https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/5814

This Article is brought to you for free and open access by the KIP Research Publications at Digital Commons @ University of South Florida. It has been accepted for inclusion in KIP Articles by an authorized administrator of Digital Commons @ University of South Florida. For more information, please contact digitalcommons@usf.edu.

ACADEMIA ROMÂNĂ

ISSN 0301-9187

TRAVAUX DE L'INSTITUT DE
SPÉOLOGIE
«ÉMILE RACOVITZA»



1868–1947

TOME XXXVI 1997



EDITURA ACADEMIEI ROMÂNE

ACADEMIA ROMÂNĂ

COMITÉ DE RÉDACTION

Directeur:

COSTIN RĂDULESCU, membre correspondant de l'Académie Roumaine

Rédacteur en chef:

IONEL TABACARU

Rédacteur en chef adjoint:

GABRIEL DIACONU

Membres:

DAN L. DANIELOPOL (Mondsee, Autriche)

VASILE DECU

CRISTIAN GORAN

CHRISTIAN JUBERTHIE (Moulis, France), membre d'honneur de l'Académie Roumaine

CONSTANTIN MARIN

ȘTEFAN NEGREA

JACOB PARZEFALL (Hamburg, Allemagne)

GHEORGHE RACOVITĂ

PETRE-MIHAI SAMSON

VALERIO SBORDONI (Rome, Italie)

Secrétaires de rédaction:

EUGEN NIȚU

VIOREL HOROI

Rédacteur éditorial:

ANCA MILU-VAIDSEGAN

Informatique éditoriale:

DIANA RUSU

La revue Travaux de l'Institut de Spéologie «Emile Racovitza» paraît une fois par an.

Toute commande de l'étranger sera adressée à

RODIPET S.A., Piața Presei Libere 1, Sector 1, P.O. Box 35-37, București, România, Tel. 401-6185103; 401-2224126, Fax 401-2226407.

ORION PRESS IMPEX 2000 SRL, sector 3, P.O. BOX 77-19 București, România, Tel. 401-6537985; Fax 401-3240638.

INSTITUTUL DE SPEOLOGIE «EMIL RACOVITĂ»,
Str. Frumoasă 11, 78114 București, România, tel. 650.34.65

©, 2000, EDITURA ACADEMIEI ROMÂNE

Calea 13 Septembrie nr. 13, 78717 București, România, Tel. 401-4119008;

Tel/Fax: 401-4103983, 401-4103448

e-mail: edacad @ ns.ear.ro

TRAVAUX DE L'INSTITUT DE SPÉOLOGIE «ÉMILE RACOVITZA»

Tome XXXVI

1997

SOMMAIRE

EUGÈNE SERBAN, Uenobathynella n. g., Parauenobathynella n. g., Morimotobathynella n. g., Nihobathynella n. g., et Paradoxibathynella n. g., Bathynellinae du Japon (Bathynellidae, Bathynellacea, Podophallocarida)	3
IONEL TABACARU et DIRK PLATVOET, La morphologie de l'estomac de Calabozoa pellucida (Isopoda, Calabozoidea)	63
EUGEN NITZU, Edaphicolous, endogeous and subterranean coleoptera from the Movile karstic area (Southern Dobrogea, Romania)	73
EUGEN NITZU, Carabidae (Coleoptera) from Israel (second note)	99
RUXANDRA BUZILĂ et GHEORGHE RACOVÎȚA, Étude anatomique de l'appareil génital mâle de quelques coléoptères Leptodirinae	107
COSTIN RĂDULESCU, PETRE ENCIU and ALEXANDRU PETCULESCU, On the presence of <i>Prolagurus</i> and <i>Allophaiomys</i> in the Dacic Basin	119
ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCO, Les rongeurs de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées Orientales): paléontologie, biostratigraphie, paléoécologie	135
TRAIAN CONSTANTINESCU, Le karst de Piatra Craiului. (2). L'exocarst	207
<i>In memoriam</i> : Mircea Ulpiu Feru (1930–1997) (COSTIN RĂDULESCU)	225

UENOBATHYNELLA N. G., PARAUENOBATHYNELLA N. G.,
MORIMOTOBATHYNELLA N. G., NIHOBATHYNELLA N. G.
ET PARADOXIBATHYNELLA N. G., BATHYNELLINAE DU
JAPON (BATHYNELLIDAE, BATHYNELLACEA,
PODOPHALLOCARIDA)

EUGÈNE SERBAN

Institutul de Speologie «EMIL RACOVITZA», Str. Frumoasă Nr. 11,
R-78114 București 12, România

*Contribution dédiée aux spécialistes Masuzo
Ueno, Yoshinobu Morimoto et Yoshifumi Miura,
en signe de respectueux hommage.*

On présente une description nouvelle de l'espèce *inlandica* Ueno, 1954, on donne une nouvelle interprétation aux caractères individualisant l'espèce *pacifica* Ueno, 1954 et on décrit les taxa *miurai* n. sp., *paramorimotoi* n. sp., *parayezoensis* n. sp. et *kussharokoensis* n. sp., instituant les genres *Uenobathynella* nov., *Parauenobathynella* nov., *Morimotobathynella* nov., *Nihobathynella* nov. et respectivement *Paradoxibathynella* nov., les 2 dernières espèces. On présente aussi les diagnoses des tribus des *Uenobathynellini* nov., des *Nihobathynellini* nov. et des *Pacificabathynellini* nov.

Après une introduction portant sur les divers points de vue taxonomiques concernant le genre *Bathynella* Vejdovsky, on décrit le matériel; dans la dernière partie de la contribution, on discute les données les plus importantes.

1. INTRODUCTION

1.1. LA PRÉSENCE DES BATHYNELLACEA AU JAPON

La recherche sur l'ordre des Bathynellacea Chappuis au Japon a été initiée par UENO (1952, 1954), MORIMOTO et MIURA continuant ensuite ses études. En 1952, lorsque l'ordre comportait 8 espèces, 6 d'Europe, l'une d'Asie et l'une d'Afrique, UENO décrit 3 espèces nouvelles; deux ans après, il publie 5 autres espèces nouvelles, l'ordre étant donc représenté au Japon par 8 espèces. Rappelons qu'en 1957, MORIMOTO et MIURA décrivent *Allobathynella japonica* n. g., n. sp. En somme, si pendant 70 ans (1882-1951) avaient été décrits 8 espèces et 3 genres seulement (*Bathynella* Vejdovsky, 1882, *Parabathynella* Chappuis, 1926, *Thermobathynella* Capart, 1951), les spécialistes nippons ont présenté, en 5 ans,

9 espèces et un genre, tous ces taxa étant nouveaux. Enfin une dernière remarque: même si les espèces nipponnes sont d'un grand intérêt, leur encadrement d'ordre générique est sujet à caution. Nous espérons que cette contribution soit un argument en faveur de ce point de vue.

Nous remercions infiniment Monsieur le Professeur Yoshinobu Morimoto qui a eu l'extrême amabilité de nous envoyer les matériaux dont l'étude nous a permis l'élaboration de cette contribution.

1.2. GENRE BATHYNELLA, DIAGNOSE, RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

L'unique exemplaire de *B. natans* n. g., n. sp., trouvé dans un puits de Prague, exemplaire monté *in toto*, n'a pas permis une description détaillée de tous les caractères; étant donnée la structure aberrante de cet individu, VEJDovsky (1882) n'a pas pu décider la position de ce genre parmi les Crustacés. CALMAN (1899), étudiant l'individu de Prague, considère qu'il a des affinités avec les représentants du super-ordre des Syncarida Packard. GROBBEN (1904) institue la famille des Bathynellidae qui, pour les 60 ans suivants, reste la seule de l'ordre. En 1914, CHAPPUIS trouve *Bathynella* dans un puits de Bâle; on a soutenu (CHAPPUIS, 1915) que la population de Bâle appartient à l'espèce *B. natans* Vejdovsky; on a créé le sous-ordre des Bathynellacea nov. DELACHAUX (1920) décrit la nouvelle espèce *B. chappuisi*, trouvée dans la Grotte de Ver (Suisse), espèce individualisée, quant au matériel de Bâle, par 8 caractères. À la fin de la note, l'auteur se demande si la population de Bâle appartient en toute certitude à l'espèce *B. natans* Vejdovsky. Cette question est restée insoluble pendant 50 ans. JAKOBI (1954) soutient que *B. chappuisi* Delachaux est synonyme de *B. natans* Vejdovsky et que ce dernier est diversifié en Allemagne en 4 races, occupant quatre territoires bien définis; selon le même auteur, à l'exception de la partie masticatrice mandibulaire, tous les autres caractères, très variables, n'ont pas d'importance taxonomique. Comme on voit, la même année où UENO ajoute à *B. morimotoi* encore 5 espèces, JAKOBI affirme que l'Europe est peuplée par une seule espèce; étant donné cette conception, il présente les races *B. n. stammeri*, *B. n. nolli*, *B. n. freiburgensis* et *B. n. hainae*. Même si JAKOBI est le premier spécialiste qui a introduit dans les études les détails structuraux de la partie masticatrice mandibulaire, il n'a pas pu éviter une grande erreur, confondant le mélange des espèces dans une capture avec la forte variabilité des caractères.

NOODT (1965), le fondateur du système moderne des Bathynellacea, ajoutant à la famille des Bathynellidae Grobben celles des Parabathynellidae Noodt et des Leptobathynellidae Noodt, soutient que les 2 espèces qu'il avait trouvées en Amérique du Sud (Chili), *grossei* et *cautinensis*, appartiennent au genre *Bathynella* et que le genre *Austrobathynella* Delamare, 1960 de Patagonie est synonyme de *Bathynella*.

Si nous tenons compte du fait que SCHMINKE (1973) annonce la présence de *Bathynella* en Australie, *B. primaustraliensis*, et que PENNANCK et WARD (1985) décrivent *B. riparia* en Amérique du Nord, la présence du genre-type de la famille au Japon n'est pas surprenante.

La plupart des erreurs mentionnées, ont été éliminées les 30 dernières années. Nous présentons ci-dessous les principales données qui démontrent que *Bathynella* n'a pas une répartition mondiale et que la diversification à l'intérieur de la famille est bien plus forte qu'on ne le croyait.

KULHAVY (1961) présente la structure de la partie masticatrice mandibulaire de l'unique exemplaire de Prague, dont la structure est, comme il sera prouvé ensuite (SERBAN, 1971, 1975, 1976), une caractéristique importante du genre.

SERBAN (1970) soutient que certaines espèces du Japon, de l'Amérique du Sud et même de l'Europe ne sont pas de vrais représentants du genre *Bathynella*. En 1972, le même auteur donne la description détaillée de *B. paranatans* Serban, montrant que la structure de la région pénienne du périopode 8 mâle est, de même que la morphologie de la partie masticatrice mandibulaire, un élément essentiel de la diagnose du genre.

En nous rapportant à l'espèce de Bâle, tenue par CHAPPUIS comme identique à l'espèce de Prague, SERBAN et DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1973) ont montré qu'elle a toutes les chances d'appartenir au genre *Pseudobathynella* Serban, Coineau et Delamare de la sous-famille des Gallobathynellinae. Selon les mêmes auteurs, *Austrobathynella* Delamare est un taxon valide et le genre-type de la sous-famille des Austrobathynellinae Delamare et Serban 1973; les représentants de celle-ci ont été trouvés aussi en Afrique du Sud (SERBAN et COINEAU, 1975). Il est possible qu'au même ensemble évolutif appartiennent les «*Bathynella*» de Chili (NOODT, 1965).

Présentant une description exhaustive de *B. chappuisi* Delachaux, SERBAN et DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1974) ont démontré que ce taxon est une bonne espèce et un membre du genre *Bathynella*.

Considérant la structure de la partie masticatrice mandibulaire des 4 races d'Allemagne (JAKOBI, 1954), il est sûr qu'elles n'appartiennent ni au genre *Bathynella*, ni à un seul genre. La «race» *stammeri* est devenue l'espèce-type du genre *Antrobathynella* Serban, 1966, taxon ayant une large répartition géographique (Islande, Irlande, Angleterre, Hollande, Allemagne, Italie, Autriche, Roumanie, etc.). Quant à la «race» *freiburgensis*, elle paraît être une espèce du genre *Delamareibathynella* Serban, 1989 (SERBAN, 1992).

L'aire de répartition géographique de *Bathynella* occupe les territoires se trouvant entre la Transcaucasie et le nord-est de la France (SERBAN, 1975), la plus grande partie de ces pays et la Péninsule Ibérique étant peuplés par les représentants de la sous-famille des Gallobathynellinae Serban, Coineau et Delamare.

Étant données les observations ci-dessus, nous espérons que la présente contribution soit le début de la révision des «*Bathynella*» du Japon, dont la connaissance exhaustive est essentielle pour l'avancement des recherches quant à la taxonomie de la famille, quant à l'évolution de cet ensemble primitif de l'ordre.

2. DESCRIPTION DES TAXA

Y. MORIMOTO nous a envoyé trois échantillons contenant *B. inlandica* Ueno, 1954, *B. morimotoi* Ueno, 1952 et *B. yezoensis* Ueno, 1954, taxa décrits dans les deux premières notes sur les Bathynellacea du Japon (UENO, 1952, 1954).

Précisons également que les deux premiers proviennent de la même localité, leur capture étant faite dans un seul jour. La recherche de tous les exemplaires nous a permis d'instituer les genres *Uenobathynella* nov., *Morimotobathynella* nov., *Nihobathynella* nov. et *Paradoxibathynella* nov.; les espèces-types des 3 derniers sont nouvelles. Ces genres, auxquels s'ajoutent *Parauenobathynella* nov. et *Pacificabathynella* Schminke et Noodt, 1988, ont été groupés en 3 tribus et 2 sous-tribus. Présentons la liste des taxa faisant l'objet de cette contribution.

A – TRIBU DES UENOBATHYNELLINI NOV.

A1. sous-tribu DES UENOBATHYNELLINA NOV.

Genre *Uenobathynella* nov.

U. inlandica (Ueno) n. comb.

Genre *Parauenobathynella* nov.

P. pacifica (Ueno) n. comb.

A2. sous-tribu DES MORIMOTOBATHYNELLINA NOV.

Genre *Morimotobathynella* nov.

M. miurai n. g., n. sp.

B – TRIBU DES NIHOBATHYNELLINI NOV.

Genre *Nihobathynella* nov.

N. paramorimotoi n. g., n. sp.

C – TRIBU DES PACIFICABATHYNELLINI NOV.

Genre *Pacificabathynella* Schminke et Noodt, 1988

P. sequoiae Schminke et Noodt, 1988

Genre *Paradoxibathynella* nov.

P. parayezoensis n. g., n. sp.

P. kussharokoensis n. sp.

P. yezoensis (Ueno, 1954)

Dès le début, il faut noter que les appréciations d'ordre taxonomique ci-dessus ont été imposées par la diversification très importante des péréiopodes 8 mâles et des autres caractères. Dans le premier cas, il s'agit de la région pénnienne, tandis que dans le deuxième, de divers niveaux de la structure, comme

l'antennule, l'antenne, la partie masticatrice mandibulaire, certains péréiopodes ambulatoires, l'uropode et la furca.

A – Tribu des Uenobathynellini nov.

Diagnose. Péréiopode 8 mâle: région pénienne comportant un lobe antérieur, une formation interne et une formation externe; les 2 dernières ont la partie distale courbée vers l'axe médian de l'appendice et la face antérieure bien plus mince que la face latérale; ces trois composants déterminent l'individualisation d'un atrium, s'ouvrant du côté antérieur. Antennule de 7 et 9 articles. Antenne, à structure générale commune, de taille très réduite ou plus longue que l'antennule. Péréiopode 8 femelle portant, sur la face latéro-interne du coxa, une formation de grande taille.

Genre-type: *Uenobathynella* nov.

sous-tribus: Uenobathynellina nov.

Morimotobathynellina nov.

A1. Sous-tribu des Uenobathynellina nov.

Diagnose. Antennule, de 7 et 9 articles, dépassant 2 fois, au moins, la longueur de l'antenne. Chétotaxie de la furca ayant les poils 1–3 minces et très allongés, le poil 4 et le poil dorsal de taille réduite. Péréiopode 8 femelle sans épipodite respiratoire. Uropode, à riche chétotaxie, portant, sur l'endopodite, des phanères plus minces que les vraies griffes uropodiales.

Genre-type: *Uenobathynella* nov.

Genres: *Uenobathynella* nov.

Parauenobathynella nov.

Genre *Uenobathynella* nov.

Diagnose. Péréiopode 8 mâle: protopodite allongé; région pénienne constituée par un lobe antérieur massif à section transversale circulaire, une formation interne et par une formation externe, les 2 dernières ayant les faces antérieures 2–3 fois plus minces que les faces latérales; dans la partie distale de la face antérieure du basipodite se trouve une proéminence. Antennule à 7 articles. Péréiopode I sans poil coxal.

Espèce-type: *Uenobathynella inlandica* (Ueno, 1954) n. comb.

Uenobathynella inlandica (Ueno, 1954) n. comb.

(Figs. 1–5 et 10H)

Matériel: 4 mâles et 3 femelles, provenant d'un puits de la localité Taishimachy, située à l'ouest de la ville Himeji, Préfecture de Hyôgo, Japon, leg. Y. MORIMOTO, 3–III–1963.

Longueur: 1 mm–1,3 mm.

Antennule (Fig. 1 A). Rame externe 1,3 fois plus longue que le pédoncule; la chétotaxie se distingue par la présence des 4, 3 et respectivement 3 bâtonnets hyalins sur les articles II, III et IV de la rame externe.

Antenne (Fig. 1 B, C). Ayant une structure générale commune, elle a une taille réduite, sa longueur égalant celle des 4 premiers articles antennulaires, pris ensemble. Exopodite, visiblement plus long que l'article endopodial I, porte un poil sensoriel très allongé ayant la partie distale bifurquée.

Mandibule (Fig. 1 F et 2 A–C). Pars incisiva (Prs-inc) à 3 dents; processus incisivus accessorius (Prs-inc), constitué par 2 dents bien développées; pars molaris (Prs-mlr), ayant 2 lobes munis, sur la face postérieure, de plusieurs rangées de denticules; sur la même face du premier lobe et au voisinage du processus incisivus accessorius on trouve une dent (Fig. 2 B); 3 poils sont situés sur le bord distal du deuxième lobe (Fig. 2 C). La face médiale de la partie masticatrice montre que les 2 lobes de la pars molaris ont un aspect lamelliforme (Fig. 1 F).

Paragnathe (Fig. 1 D, E). Bien développé, ayant une largeur maximale très accusée, il porte un lobe dans la région apicale du bord latéro-interne.

Maxillule (Fig. 2 D, et 10 H). Les 4 dents de l'endite distal à petits phanères sur leurs bords.

Maxille (Fig. 2 E). Elle a une structure commune.

Tableau 1

Combinaisons numériques de la chétotaxie des péréiopodes I–VII (mâle)

Péréiopodes	Cx	Bsp.	1	2	3	4	Exp.	Nombre total de poils
I	0/0	5/5	6/6	4/4	4/4	3/3	5/5	54
II	0/0	2/2	3/3	3/3	2/2	3/3	5/5	36
III	0/0	2/2	3/3	3/3	2/2	3/3	5/5	36
IV	0/0	1/1	2/2	2/2	1/1	3/3	5/5	28
V	0/0	1/1	2/2	1/1	0/0	2/2	5/5	22
VI	0/0	1/1	1/1	1/1	0/0	2/2	5/5	20
VII	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	2/2	5/5	18

Péréiopodes ambulatoires. Le protopodite de toutes les paires ont l'exite précoxal bien développé. Poil coxal non-développé sur les péréiopodes I; l'endite coxal de la paire VII des mâles n'est pas individualisé. Dans les combinaisons numériques de la chétotaxie, on ne tient pas compte du poil dorsal de l'article endopodial 2, présent toujours.

Le tableau ci-dessus révèle les caractéristiques de la chétotaxie qui suivent:

- l'exopodite de toutes les paires est munie de 5 poils;
- les paires II et III ont une chétotaxie identique;

– la paire V a, de même que les péréiopodes VI et VII, 2 poils sur l'article apical de l'endopodite, situation particulière;

– les paires VI et VII qui, généralement, ont une chétotaxie identique, dans ce cas, celle-ci est différente;

Péréiopode 8 mâle (Fig. 3 et 4). Ayant le protopodite allongé, l'endopodite à 2 poils et l'exopodite pourvu de 5 poils, il présente une région pénienne dont les composants recouvrent presque toute la face antérieure du basipodite. Les pénis des 4 mâles offrent, quant à la position des éléments constitutifs du protopodite, deux situations différentes.

Dans le cas de la première (Fig. 3), on remarque les aspects ci-dessous:

– l'élément le plus massif et le plus superficiel de la région pénienne est le lobe antérieur (Lb-ant) qui a une section transversale circulaire et la partie terminale (Prt-trm) de forme conique et orientée du côté postéro-ventral (Fig. 3 B, C); l'axe prioritaire du lobe est vertical;

– dans un plan plus profond que celui du lobe antérieur se trouvent la formation interne (Frm-int) et la formation externe (Frm-ext), toutes les deux ayant la face rostrale très mince et les extrémités distales orientées du côté latéro-externe et respectivement du côté latéro-interne (Fig. 3 A); sur les parties latérales de l'appendice, les faces des deux formations sont mieux développées, la largeur de la formation interne (Fig. 3 C) dépassant celle de la formation externe (Fig. 3 B);

– le basipodite porte une proéminence antérieure (Pmn-ant), située au voisinage de la base de l'endopodite;

– l'axe prioritaire de la région pénienne est parallèle à celui du basipodite;

– étant donnée la disposition des structures mentionnées, elles déterminent l'individualisation d'un atrium de la région pénienne dont la présence est argumentée par la deuxième situation (Fig. 4).

Dans la Figure 4 on remarque les modifications qui suivent:

– le lobe antérieur a la partie terminale, qui porte plusieurs épines (Fig. 4 A, B), orientée du côté antéro-ventral; cette orientation ouvre l'atrium pénien laissant libre l'espace se trouvant entre la formation interne et la formation externe;

– sur les faces latérales de l'appendice, on voit que l'orientation du lobe antérieur est propre aussi à la formation interne (Fig. 4 B, C);

– enfin, retenons que dans cette deuxième situation, les axes prioritaires du lobe antérieur et de la formation interne ne sont plus parallèles à celui du basipodite.

Étant données les observations ci-dessus, il est à supposer que la deuxième situation est propre aux pénis se trouvant pendant leur fonctionnement.

Péréiopode 8 femelle (Fig. 5 A). La face latéro-externe du coxa a une proéminence qui ne peut pas être tenue comme un épipodite respiratoire; la face latéro-interne du même article est pourvue d'une formation de très grande taille,

ayant la partie terminale munie de très petites soies. L'exopodite à 4 poils est d'environ 3 fois plus long que l'endopodite.

Uropode (Fig. 5 B). Sympodite à 6–7 épines. L'endopodite robuste, d'une longueur comparable à celle du sympodite, présente une riche chétotaxie: 4 longs poils apicaux, 2 poils de petite taille sur la face externe et 4–6 phanères minces sur le bord dorsal, qui remplacent les vraies griffes uropodiales. Exopodite, un peu plus court que l'endopodite, porte 2 longs poils apicaux, 2 poils sous-apicaux, ayant une longueur bien plus réduite que celle des premiers et 3 poils se trouvant dans la moitié basale de l'article; ces derniers sont les plus courts.

Furca (Fig. 5 C–E). Poil 1 très long; poils 2 et 3 dépassant la moitié de la longueur du premier; poil dorsal (P1-drs) et poil 4 très petits. Le bord externe du bras furcal est pourvu d'une proéminence à 1–2 épines.

Remarques

En admettant que *inlandica* (Ueno) appartient à un genre nouveau, il nous reste de voir si les espèces *pacifica* Ueno, 1954, *canalis* Morimoto, 1970 et *iwatai* Morimoto, 1970 font partie du même taxon. Nous abordons ce problème car les spécialistes nippons réunissent les 4 espèces dans le groupe *pacifica*. Pour l'espèce *pacifica* Ueno, nous avons institué un genre nouveau. La forme générale du périopode 8 mâle de *iwatai* Morimoto (MORIMOTO 1970, Fig. 10, 11) n'est pas concluante en ce qui concerne les rapports avec *inlandica*, bien que la chétotaxie de l'uropode et de la furca soit similaire. Quant à l'espèce *canalis* Morimoto, le protopodite allongé du périopode 8 mâle, la chétotaxie de l'uropode et de la furca et même la morphologie de la partie masticatrice mandibulaire sont des traits qui suggèrent que cette espèce est la plus proche de *inlandica* (Ueno) (MORIMOTO, 1970, Fig. 19, 25, 26, 32).

Genre *Parauenobathynella* nov.

Diagnose. Périopode 8 mâle: protopodite allongé. Antennule, constituée par 9 articles, est 2,5 fois plus longue que l'antenne; le dernier article de la rame externe est le plus long. La chétotaxie de l'uropode et de la furca comprenant des phanères similaires à ceux décrits chez *inlandica* (Ueno).

Espèce-type: *Parauenobathynella pacifica* (Ueno) n. comb.

Remarques

Même si nous n'avons pas étudié l'espèce *pacifica*, nous trouvons nécessaire de séparer celle-ci dans un genre nouveau; nous procédons de cette manière afin de souligner une idée: si *pacifica* n'appartient pas au genre *Bathynella*, il ne peut pas en même temps, être groupé avec *inlandica* dans un seul genre. L'argument qui soutient les deux points de vue est la structure générale inédite de l'antennule, comportant une rame externe formée de 6 articles.

En somme, si la longueur réduite de l'antenne rapproche, d'une part, et le nombre de 9 articles de l'antennule détache, d'autre part, *P. pacifica* de *U. inlandica*, ces deux caractères éloignent, sans conteste, toutes les deux par rapport aux représentants du genre *Bathynella*.

A2. Sous-tribu des Morimotobathynellina nov.

Diagnose. Antennule de 7 articles, visiblement plus courte que l'antenne. Chétotaxie de la furca formée de phanères robustes. Périopode 8 femelle, à épipodite respiratoire bien développé, porte une seule rame, l'exopodite. Uropode sans une riche chétotaxie et ayant sur l'endopodite de vraies griffes uropodiales.

Genre-type: *Morimotobathynella* nov.

Genre *Morimotobathynella* nov.

Diagnose. Périopode 8 mâle: protopodite massif; endopodite robuste ayant la section transversale elliptique; basipodite sans proéminence antérieure, lobe antérieur de petite taille. Périopode 8 femelle muni d'une seule rame, l'exopodite. Furca ayant les poils 1-3 robustes et non-allongés fortement. Périopode I à poil coxal.

Espèce-type: *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp.

Morimotobathynella miurai n. g., n. sp.

Matériel: 13 mâles et 4 femelles capturés d'un puits de la localité Taishimachi, située à l'ouest de la ville Himeji, préfecture de Hyôgo, Japon, leg. Y. Morimoto, 3-III-1963.

Holotype: mâle.

Longueur: 0,95 mm-1,3 mm.

Antennule (Fig. 6 A). Bien plus courte que l'antenne, elle porte 3 bâtonnets hyalins sur chacun des deux derniers articles.

Antenne (Fig. 6 B). Exopodite à une longueur comparable à celle de l'article endopodial III: le poil sensoriel, de grande taille, a la région terminale richement ramifiée.

Mandibule (Fig. 6 C, D). Pars incisiva portant 2 dents, processus incisivus accessorius formé d'une dent et d'un phanère moins robuste, pars molaris comportant 2 lobes: ces derniers ont le bord muni de denticules et d'une dent située dans la partie terminale.

Paragnathe (Fig. 6 F). La partie distale et interne est pourvue d'une dent robuste.

Maxillule (Fig. 6 E). Trois dents de l'endite distal sont munis d'épines.

Maxille. Elle a une structure commune.

Péréiopodes ambulatoires. L'épipodite respiratoire est développé sur les 6 dernières paires. Le poil coxal est présent sur les péréiopodes I. Le coxa des péréiopodes VII du mâle ne porte pas un endite.

Étant donné le Tableau 2, il faut noter les observations qui suivent:

- de même que chez *inlandica*, l'exopodite porte 5 poils sur toutes les paires;
- le nombre des poils des péréiopodes I est moins riche chez *miurai* (48) que chez *inlandica* (54);
- les paires II et III ont un nombre identique de poils dans les deux cas, la formule de la chétotaxie 0/0 2/2 3/3 3/3 2/2 3/3 5/5, étant présente chez *U. inlandica* et la formule 0/0 3/3 3/3 3/3 3/3 4/4 5/5, chez *M. miurai*; notons également que le passage de la chétotaxie de la première paire vers celle de la deuxième se réalise par la réduction des 18 et respectivement des 6 poils;
- le nombre de 18 poils de la paire VII est identique chez les deux espèces.

Tableau 2

Combinaisons numériques de la chétotaxie des péréiopodes I-VII (mâle)

Péréiopodes	Cx	Bsp.	1	2	3	4	Exp.	Nombre total de poils
I	1/1	4/4	4/4	3/3	3/3	4/4	5/5	48
II	0/0	3/3	3/3	3/3	3/3	4/4	5/5	42
III	0/0	3/3	3/3	3/3	3/3	4/4	5/5	42
IV	0/0	3/3	3/3	3/3	2/2	3/3	5/5	40
V	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	2/2	5/5	18
VI	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	2/2	5/5	18
VII	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	2/2	5/5	18

Péréiopode 8 mâle, (Fig. 7 et 8). Protopodite ayant un aspect massif sur toutes les faces. Région pénienne: lobe antérieur (Lb-ant), de petite taille, ne comporte pas une partie terminale munie d'épines; la région distale du lobe est orientée du côté latéro-interne de l'appendice (Fig. 7 C); la formation interne (Frm-int), d'une forme générale semblable à celle décrite chez *U. inlandica* (Ueno), a la face latérale 5 fois plus large que la face antérieure. La formation externe (Frm-ext) à région distale située au-dessous de celle de la formation interne (Fig. 7 A); sa face latérale est 5 fois plus large que la face antérieure, existant une corrélation directe entre le degré de développement de ces éléments latéraux de l'atrium pénien. Notons que chez un mâle nous avons observé que les 2 formations sont écartées et en connexion par une structure allongée (x, Fig. 8 B).

L'endopodite, massif, a les faces latérales rectangulaires (Fig. 7 B, C) et la section transversale elliptique (Fig. 7 A); il est possible que cet article soit fusionné avec le basipodite.

Parmi les 13 mâles étudiés, nous avons trouvé 4 individus dont le pénis porte, du côté antérieur, une formation cylindrique, ayant une longueur compara-

ble à celle du protopodite (Fig. 8 C); comme l'on verra il s'agit de la présence d'un spermatophore (Spt) au cours de son élimination (voir la partie «Discussion»).

Péréiopode 8 femelle (Fig. 9 A). Il présente un fort épipodite respiratoire, l'exopodite muni de 2 poils apicaux et l'endopodite réduit. La formation située sur la partie latéro-interne et distale du coxa a la même structure que celle décrite chez *U. inlandica* (Ueno).

Pléopode. Article distal à 3 poils apicaux.

Uropode (Fig. 9 B). Sympodite à 4 fortes épines. L'endopodite, plus court que le sympodite, porte 3 griffes, la dernière étant 1,5 et respectivement 3 fois plus longue que l'article endopodial et la deuxième griffe; la première griffe est un peu plus courte que la deuxième; dans la partie apicale de cette rame, il y a un long poil et un phanère très court, ayant l'aspect d'épine; 2 poils se trouvent sur la face latéro-externe de l'article. L'exopodite, d'une longueur comparable à celle de l'endopodite, a la chétotaxie formée de 4 poils, les plus longs étant les 2 situés dans la région apicale.

Furca (Fig. 9 C-E). La chétotaxie est formée de poils courts et robustes. Le poil 2 est un peu plus long que le poil 3, le poil 1 égalant les 2/3 de la longueur du poil 2; poil 4 d'environ deux fois plus court que le poil 2; poil dorsal (Pl-drs) très petit. Chez certains exemplaires, on a observé une formation située au voisinage du poil dorsal (Fig. 9 E).

Remarques

Si nous tenons compte de la description de *B. tsushimana tsushimana*, taxon le plus proche de *M. miurai* n. g., n. sp., l'antenne est plus courte que l'antennule, tandis que chez *miurai*, c'est la première qui est la plus longue;

– dans les dessins donnés par MORIMOTO au péréiopode 8 mâle, ceux-ci rappellent, dans une certaine mesure, les figures que nous avons présentées (MORIMOTO, 1970, Figs. 11–14);

– enfin, le problème se complique d'avantage si nous tenons compte de la sous-espèce *tsushimana lavicola* Morimoto (MORIMOTO, 1970, a) dont l'endopodite antennaire est formé de 4 articles. À notre avis, cette structure prouve que *tsushimana lavicola* est une bonne espèce et qu'elle ne peut pas appartenir au genre *Morimotobathynella* nov.

B – Tribu des Nihobathynellini nov.

Diagnose. Péréiopode 8 mâle: région pénienne comprenant un lobe antérieur et un lobe interne; le premier, très allongé, a la partie terminale au même niveau que la région distale du basipodite; le second est très court; basipodite portant une proéminence externe. Furca munie d'un robuste organ furcal. Antennule et antenne d'une longueur similaire.

Genre-type: *Nihobathynella* nov.

Espèce-type: *Nihobathynella paramorimotoi* n. g., n. sp.

Espèces: *N. paramorimotoi* n. g., n. sp., *N. morimotoi* (Ueno, 1952) n. comb.

Nihobathynella paramorimotoi n. g., n. sp.

(Fig. 10–small 12)

Derivatio nominis: Niho = Japon; *paramorimotoi* = près de *morimotoi*.

Matériel: 1 mâle provenant d'un puits de la localité Taishi-machi, située à l'ouest de la ville Himeji, Préfecture de Hyôgo, Japan, leg. Y. Morimotoi, 3–VI–1963.

Holotype: mâle.

Longueur: 1,2 mm.

Antennule (Fig. 10 A). Ayant une longueur similaire à celle de l'antenne, elle porte sur le II^e, III^e, et le IV^e articles de la rame externe 6, 4 et respectivement 3 bâtonnets hyalins.

Antenne (Fig. 10 B). Les II^e et IV^e articles de l'endopodite, ayant une taille similaire, sont un peu plus courts que l'article V et 3 fois plus longs que le I^{er}. L'exopodite, un peu plus long que l'article endopodial I, porte un poil sensoriel terminé par 2 longues ramifications.

Mandibule (Fig. 10 C, D). Pars incisiva ayant 3 dents; processus incisivus accessorius constitué par 2 fortes dents; pars molaris formée d'un lobe dont le bord est muni de denticules et d'une formation qui, sur la face antérieure de la partie masticatrice, a une forme triangulaire; elle porte de très petits phanères. En regardant la face médiale de la partie masticatrice (Fig. 10 D), on voit que l'axe prioritaire du lobe (1) fait un angle avec l'axe de la formation triangulaire (2) qui a une section transversale elliptique.

Paragnathe (Fig. 10 E). De grande taille, il a, dans l'angle distal et interne, une proéminence puissante.

Tableau 3

Combinaisons numériques de la chétotaxie des péréiopodes I–VII (mâle)

Péréiopodes	Cx	Bsp.	1	2	3	4	Exp.	Nombre total de poils
I	1/1	5/5	7/7	6/6	5/5	5/5	5/5	68
II	0/0	4/4	4/4	5/5	4/4	4+1/4+1	5/5	52+2
III	0/0	2/2	3/3	4/4	2/2	3+1/3+1	5/5	38+2
IV	0/0	1/1	2/2	2/2	1/1	2+1/2+1	5/5	26+2
V	0/0	1/1	2/2	2/2	0/0	2+1/2+1	5/5	24+2
VI	0/0	1/1	1/1	1/1	0/0	2/2	5/5	20
VII	0/0	1/1	1/1	0/0	0/0	2/2	5/5	18

Maxillule (Fig. 10 F–G). Les 4 dents de l'endite distal sont munies d'un nombre plus réduit d'épines (Fig. 10 G) que celui rencontré chez *U. inlandica* (Ueno) (Fig. 10 H).

Maxille. Elle a une structure commune.

Péréiopodes ambulatoires. Le poil coxal est développé sur le coxa des péréiopodes I, extrémités sans épipodite respiratoire.

La chétotaxie des extrémités ambulatoires, les péréiopodes VII font exception, est plus riche que celle trouvée chez les deux autres espèces, la paire I ayant 68 poils. Étant donné ce point de départ de la réduction numérique de la chétotaxie, les paires II–V ont également une riche chétotaxie. Mais, la particularité la plus importante est la chétotaxie de l'article apical de l'endopodite, constituée par des poils ayant un développement habituel auxquels s'ajoute l'un de très petite taille; l'observation de ce dernier pose des problèmes; en somme, les formules chétotaxiques 4+1, 3+1, et 2+1, propres aux péréiopodes II, III, respectivement IV et V indiquent cette forte différenciation de la taille d'un poil apical de l'endopodite des péréiopodes mentionnés.

Péréiopode 8 mâle (Fig. 11). Protopodite très allongé. Région pénienne: lobe antérieur (Lb-ant), mince, a la région terminale arrondie, face antérieure, et rectangulaire, face latérale; le lobe interne (Lb-int), court, montre ses vraies dimensions sur la face latéro-interne de l'appendice (Fig. 11C); basipodite pourvu d'une proéminence externe (Pmn-ext).

Pléopode. Son article distal muni de 5 poils, 2 apicaux, 1 subapical et 2 situés dans la partie médiane.

Uropode (Fig. 12 A). Sympodite portant 5 épines; l'endopodite, de la même longueur que le sympodite, a la chétotaxie formée de 9 phanères: 5 griffes, 2 longs poils apicaux et 2 poils situés sur la face latéro-externe; la griffe distale, la mieux développée, est visiblement plus longue que l'article; la subapicale, 2 fois plus courte que la précédente. L'exopodite porte 2 longs poils apicaux et 5 poils de taille réduite, 3 sur le bord dorsal et 2 sur le bord ventral.

Furca (Fig. 12 B, C). Elle s'individualise par un robuste organ furcal (Org-frc) qui dépasse en longueur le bras furcal. Il s'agit d'une structure cylindrique, ayant à l'intérieur de la partie basale une vésicule qui, par l'intermédiaire d'un conduit, sort dans la région terminale de l'organ (Fig. 12 B); sur la face latéro-interne de l'organ furcal il y a une soie. La chétotaxie est constituée par un long poil 2, un poil 1 très mince, deux fois plus court que le précédent; les robustes poils 3 et 4 sont trois et respectivement quatre fois plus courts que le poil 2. Nous n'avons pas observé le poil dorsal.

Remarques

En considérant la description de *morimotoi* Ueno (UENO, 1952), le premier représentant de la famille des Bathynellidae découvert au Japon et en Asie, il nous est impossible d'admettre que le mâle que nous avons présenté appartient à cette espèce.

Étant donné que nous avons eu à notre disposition trois mâles, précisons que les deux autres ne peuvent pas être inclus dans l'espèce *N. paramorimotoi* n. g., n. sp., bien qu'ils soient très proches de celle-ci. On rencontre des différences entre la longueur des deux paires d'antennes, l'antennule étant un peu plus longue que l'antenne chez *paramorimotoi* et un peu plus courte chez les deux autres individus, entre les chétotaxies du pléopode, de l'uropode et de la furca, différences qui nous empêchent de soutenir l'homogénéité spécifique des trois individus recherchés.

Les caractères qui détachent *N. paramorimotoi* n. g., n. sp. par rapport à l'espèce *morimotoi* (Ueno), sont les suivants:

- l'antennule est un peu plus longue que l'antenne chez *paramorimotoi* et bien plus courte chez *morimotoi* (Ueno) (UENO, 1952, Fig. 2 A);
- l'endopodite uropodial, à 5 griffes chez le premier, porte 4 griffes chez le deuxième (UENO, 1952, Fig. 2 M);
- la furca, ayant 4 poils dans le cas de *paramorimotoi*, est munie de 3 poils chez *morimotoi* (UENO) (UENO, 1952, Fig. K, L).

Notons également que chez les 2 mâles que nous n'avons pas considérés comme faisant partie de l'espèce décrite, la proéminence externe du basipodite (Pmn-ext) du péréiopode 8 mâle est mieux développée que chez *paramorimotoi* (Fig.13).

Enfin, rappelons la structure particulière du péréiopode 8 femelle chez *morimotoi* (Ueno) ayant les deux rames d'une longueur similaire, l'exopodite à 2 poils apicaux et la structure inédite de la formation latéro-interne du coxa dont la longueur dépasse celle des deux rames prises séparément (UENO, 1952, Fig. 2 G).

C – Tribu des *Pacificabathynellini* nov.

Diagnose. Péréiopode 8 mâle: région pénienne constituée par un nombre élevé de lobes: l'axe prioritaire du basipodite incliné par rapport à celui de la région pénienne (25°). Péréiopode VI, structuré différemment dans les 2 sexes; chez le mâle, l'endopodite, triarticulé, a l'article médian d'une forte robustesse et d'une forme tout à fait particulière. Péréiopode 8 femelle portant, le long de la face latéro-interne du coxa, plusieurs petits phanères.

Genre-type: *Pacificabathynella* Schminke et Noodt, 1988.

Genres: *Pacificabathynella* Schminke et Noodt, 1988;

Paradoxibathynella nov.

Genre *Pacificabathynella* Schminke et Noodt, 1988

Diagnose. Péréiopode 8 mâle: coxa portant l'orifice génital, plusieurs lobes et une protubérance à forme de dent. Partie masticatrice mandibulaire:

pars incisiva à 2 dents, processus incisivus accessorius constitué par une dent et un phanère, pars molaris munie de 2 formations bidentées, parallèles à l'axe principal de l'échelonnement des dents, et d'une forte dent dont la partie apicale porte des denticules. Labrum a une petite proéminence. Périopode 8 femelle ayant la face latéro-interne du coxa munie de 2 phanères plumeuses.

Espèce-type: *Pacificabathynella sequoiae* Schminke et Noodt, 1988.

Remarques

Parmi les caractères que nous avons choisis pour la diagnose de ce genre de Californie, l'un des plus particuliers est représenté par les dents de la pars molaris, comportant 2 formations bidentées et parallèles à l'axe principal de l'échelonnement des dents (SCHMINKE et NOODT, 1988, Fig.18 et 19). Si une semblable structure se rencontre chez *Sardobathynella cottarellii* Serban, 1973 (Fig. 22 M), elle a une disposition transversale sur l'axe mentionné.

Genre *Paradoxibathynella* nov.

Diagnose. Périopode 8 mâle: région pénienne constituée par 4 éléments, lobe antérieur, lobe interne, petit lobe et lobe externe; le basipodite ne présente pas une proéminence externe. Partie masticatrice mandibulaire: pars incisiva à 2 dents; processus incisivus accessorius formé d'une forte dent et d'une autre plus petite, à structure particulière; pars molaris à 6 dents, la dernière, la plus développée, portant des denticules sur ses bords. Périopode 8 femelle ayant la face latéro-interne du coxa munie de 3 phanères non-plumeuses.

Espèce-type: *Paradoxibathynella parayezoensis* n. g., n. sp.

Espèces: *Pr. parayezoensis* n. g., n. sp., *Pr. kussharokoensis* n. sp., *Pr. yezoensis* (Ueno) n. comb.

Paradoxibathynella parayezoensis n. g., n. sp.

Derivatio nominis: *Paradoxibathynella* = périopode VI mâle à morphologie paradoxale; *parayezoensis* = proche de *yezoensis*.

Matériel: 1 mâle et 6 femelles provenant du milieu interstitiel du Lac Kussharo-ko, Hokaido, Japan, leg. Y. MORIMOTO, 14-VIII-1971.

Holotype: mâle.

Longueur: 1,1 mm–1,2 mm.

Antennule (Fig. 14 A). Ayant une structure générale commune, un peu plus courte que l'antenne, elle porte 3 bâtonnets hyalins sur chacun des deux derniers articles.

Antenne (Fig. 14 B). L'exopodite, ayant une longueur comparable à celle du III^e article de l'endopodite, est un peu plus long que l'article I et plus court que les autres; le poil sensoriel a la partie terminale puissamment ramifiée.

Labrum. Nous ne pouvons pas préciser si cette pièce buccale porte ou ne porte pas une petite proéminence chez le mâle.

Mandibule (Fig. 14 C, D). Partie masticatrice à 10 dents, 2 appartenant à la pars incisiva, 2, au processus incisivus accessorius et 6, à la pars molaris; retenons que dans le cas du processus incisivus accessorius, le phanère, ayant la structure d'un poil chez *Pa. sequoiae*, est représenté par une dent particulière. La première dent de la pars molaris est un peu plus robuste que les 4 qui suivent, ayant la même taille. La dernière dent, développée fortement, a, sur ses bords, des denticules.

Paragnathe (Fig. 14 E). Une structure triangulaire, peu haute, se trouve dans la région terminale de son bord latéro-interne.

Maxillule. Les 4 dents de l'endite distal sont des dents maxillulaires à épines.

Maxille. Elle a une structure commune.

Péréiopodes ambulatoires (Fig. 15). Bien que la manifestation du dimorphisme sexuel soit présente aux niveaux des péréiopodes VI, les extrémités VII du mâle portent autant l'endite coxal que la cténidie particulière, située dans la région basale de l'article endopodial 1 (voir Serban, 1972, Fig. 9). Quant à la morphologie singulière du péréiopode VI du mâle, précisons que l'état de conservation du matériel n'a pas permis l'identification de la vésicule du troisième article. Notons aussi l'absence de l'épipodite respiratoire sur la paire I et la présence de 5 poils sur l'exopodite de tous les péréiopodes.

Péréiopode 8 mâle (Fig. 16). Région pénienne, constituée par le lobe antérieur (Lb-ant), le lobe interne (Lb-int), le petit lobe (pt-Lb) et le lobe externe (Lb-ext), se caractérise par une complexité structurale qui empêche une observation facile de tous ses composants.

Le lobe antérieur (Lb-ant), qui recouvre totalement le petit lobe et le lobe externe et partiellement le lobe interne, a la partie terminale arrondie, face antérieure (Fig. 16 A) et pointue, faces latérales (Fig. 16 B, C). Sur la face latéro-externe de l'appendice (Fig. 16 B), on voit que ce lobe est incliné par rapport au basipodite et que sa partie distale fait un angle de 90° avec sa partie basale.

Le lobe interne (Lb-int), le mieux développé, se détache par rapport à la structure généralisée dans la famille; sa région distale est divisée en trois zones: la première, latéro-interne, a la face antérieure terminée en angle; du côté latéro-interne de celle-ci, il y a une formation cylindrique et allongée, le prolongement du lobe interne (Plg), dont la vraie taille s'observe sur les faces latérales du pénis; enfin, l'extrémité latéro-externe et distale du lobe a l'aspect d'une courte proéminence et une taille comparable à celle du petit lobe (Fig. 16 A). En regardant la face latéro-interne de l'appendice (Fig. 16 C), on remarque le réel

développement du lobe, sa massivité dominant la morphologie de la région pénienne; ayant une largeur similaire à la longueur et le bord distal arrondi, il permet, par la transparence de la paroi, l'observation de ses composants; comme on voit, entre le prolongement (Plg) et la partie latéro-externe du lobe débouche le ductus ejaculatorius (Dct-ejc).

Le petit lobe (pt-Lb) est de taille réduite, autant sur la face antérieure que sur la face latéro-externe de l'appendice.

Le lobe externe (Lb-ext), recouvert partiellement par le petit lobe, a sa face latéro-externe d'une forme similaire à celle de la partie distale du prolongement (Fig. 16 A).

Le basipodite ne porte pas une proéminence externe; axe prioritaire est incliné par rapport à celui de la région pénienne.

L'exopodite, court, a une longueur un peu plus réduite que celle de la partie du protopodite occupée par la région pénienne.

Périopode 8 femelle (Fig. 16 A, B). Ayant l'exopodite à 4 poils apicaux, presque 2 fois plus long que l'endopodite, l'épipodite respiratoire bien développé, il présente sur la face latéro-interne du coxa 3 phanères situés le long de l'article; ces derniers, de petite taille, ont la base plus large que la partie terminale, le passage entre ces deux zones se faisant brusquement.

Pléopode (Fig. 17 C). Il se remarque par une riche chétotaxie de l'article distal, celle-ci étant formée de 8 poils, 3 apicaux, 3 situés sur le bord dorsal et 2 sur le bord ventral.

Uropode (Fig. 17 D, E). Sympodite à 4 épines. L'endopodite, un peu plus court que le sympodite, a une chétotaxie formée de 4 griffes, 2 poils apicaux (l'un très allongé et l'autre ayant une longueur similaire à celle de la griffe distale) et de 2 poils, de taille réduite, situés sur la face latéro-externe. Quant aux griffes, notons la longueur accusée de la griffe distale, qui dépasse visiblement celle de l'article; les 3^e, 2^e et 1^e griffes sont, respectivement, 2, 3 et 4 fois plus courtes que la 4^e. L'exopodite, ayant une longueur similaire à celle de l'endopodite, est muni de 2 poils apicaux, l'un très allongé et l'autre bien plus court, de 2 poils situés sur le bord dorsal et de l'un se trouvant à la base du bord ventral.

Furca (Fig. 17 F, G). La chétotaxie comporte des poils très robustes. Le poil dorsal (Pl-drs) et le poil 1 ont une longueur similaire; le poil 2 égale les 3/4 de la longueur du poil 1; les poils 3 et 4 sont d'environ 1,5 et respectivement 2 fois plus courts que le poil 1.

Paradoxibathynella kussharokoensis n. sp.

Derivatio nominis: kussharokoensis = provenant du Lac Kussharo-ko.

Matériel: 1 mâle et 4 femelle capturés dans le milieu interstitiel du Lac Kussharo-ko, Hokkaido, Japon, leg. Y. MORIMOTO, 14-VIII-1971.

Longueur: 1,2 mm–1,3 mm.

Ce deuxième représentant nouveau du genre, trouvé dans la même capture avec *Pr. parayezoensis* n. g., n. sp. et très proche de celui-ci, s'individualise par les caractères ci-dessous:

- l'épipodite respiratoire n'est pas développé sur les deux premières paires de péréiopodes ambulatoires;
- l'exopodite des péréiopodes I–V à 6 poils, celui des paires VI et VII portant 5 poils;
- l'article distal des pléopodes à 10 poils.

Remarques

Étant donné la chétotaxie de l'exopodite des péréiopodes ambulatoires chez *Pc. sequoiae* Schminke et Nood et chez les 2 espèces que nous avons décrites, une idée gagne toutes les chances d'être valide: si nous tenons compte de la description donnée par UENO (1954) à l'espèce *yezoensis*, on peut déduire que le matériel étudié, provenant de deux stations, contient deux espèces, les 4 et respectivement 5 poils de l'exopodite des péréiopodes ambulatoires de l'unique mâle et des femelles étant l'argument le plus important; à présent, il est connu le fait que le nombre des phanères exopodiaux est identique dans les deux sexes. Précisons que chez *Pc. sequoiae* Schminke et Noodt, *Pr. parayezoensis* n. g., n. sp. et *Pr. kussharokoensis* n. sp. cette identité est valable même dans le cas des péréiopodes VI, leur forte modification morphologique chez les mâles n'impliquant pas le changement du nombre des poils de l'exopodite, 5 chez *Pr. parayezoensis* n. sp. et *Pr. kussharokoensis* n. sp., 6 chez *Pc. sequoiae*. Retenons que cette identité n'est pas présente dans la description de *yezoensis* (Ueno) (UENO, 1954, Fig. 8).

En somme, si nous nous rapportons aux représentants du genre *Paradoxibathynella* nov., les deux espèces nouvelles sont différenciées par rapport à l'holotype de *Pr. yezoensis* (Ueno) par la chétotaxie de l'exopodite des péréiopodes ambulatoires, comportant 4, 5 et 6–5 poils chez *Pr. yezoensis* (Ueno), *Pr. parayezoensis* n. sp. et respectivement chez *Pr. kussharokoensis* n. sp.; ajoutons également la chétotaxie des pléopodes, formée de 9, 8 et respectivement 10 poils.

En ce qui concerne la validité du genre nouveau, elle sera discutée dans la troisième partie de la note.

3. DISCUSSION

3.1. LES BATHYNELLA D'EUROPE

Les espèces du genre *Bathynella* Vejdovsky, décrites conformément aux nécessités de la taxonomie actuelle, mettent en évidence les deux caractères

les plus importants de la diagnose de ce taxon, le péréiopode 8 mâle et la mandibule. Dans le premier cas, l'attribut structural le plus significatif est la constitution de la région pénienne, formée de 3 éléments, la plaque antérieure (Plq-ant), le lobe interne (Lb-int) et le petit lobe (pt-Lb) (Fig. 18); dans le deuxième cas, il est question de la partie masticatrice qui a la pars molaris (Prs-mlr) munie de 3 dents, la pars incisiva (Prs-inc) à 2 dents et le processus incisivus accessorius (Prc-inc) constitué par une dent et un phanère de taille plus réduite (Fig. 19). Quant au péréiopode 8 mâle, il faut retenir aussi que la partie distale de la plaque antérieure (Fig. 20) et le contour de la proéminence externe (Pmn-ext) peuvent être différenciés chez les diverses espèces. Notons une autre idée: si la morphologie générale de la région pénienne et celle de la partie masticatrice mandibulaire, surtout de la pars molaris, donnent aux représentants du genre *Bathynella* une unité structurale indubitable, les autres caractères qui participent au processus de la diversification méritent une attention très poussée. Nous soulignons cette dernière idée, car c'est seulement la combinaison différente de la modification des caractères qui permet une identification précise des espèces (SERBAN, 1971, 1973).

Afin de marquer, le plus clairement possible, l'importance des deux caractères individualisant les représentants du genre *Bathynella*, nous ajoutons aux données de cette contribution, la structure du péréiopode 8 mâle de *Vejdovskibathynella balazuci* Serban et Leclerc, 1984 de France (Fig. 21) et de la partie masticatrice de certains Gallobathynellinae (Fig. 22).

En nous nous rapportant aux espèces étudiées d'une manière satisfaisante, celles-ci sont les suivantes: *B. paranatans* Serban, 1971, *B. boteai* Serban, 1971, *B. motrensis* Serban, 1971, *B. plesai* Serban, 1971, *B. vaducrisensis* Serban, 1975, *B. orghidani* Serban, 1989 (Roumanie), *B. ruffoi* Serban, 1973, *B. lombardica* Serban, 1973 (Italie), *B. vindobonensis* Serban, 1989 (Autriche), *B. chappuisi* Delachaux, 1920 (Serban et Delamare Deboutteville, 1974) (Suisse).

Enfin, quant aux «races» d'Europe, interprétation taxonomique initiée par JAKOBI (1954), on a montré que *B. n. balcanica* Karaman, 1934, *B. n. slovenica* Karaman, 1954, *B. n. hrabei* Sterba, 1956, *B. n. scythica* Botosaneanu et Damian, 1956, *B. n. baradlana* Ponyi, 1957, *B. n. hungarica* Ponyi, 1957, qui appartiennent au genre *Bathynella* Vejdovsky, réclament des études exhaustives afin de décider leur vrai statut taxonomique. En ce qui concerne les taxa *B. hispanica* Delamare et Chappuis, 1954, *B. n. freiburgensis* Jakobi, 1954, *B. n. gallica* Delamare et Chappuis, 1954, *B. n. hainae* Jakobi, 1954, *B. n. nollii* Jakobi, 1954, *B. n. pyrenaica* Delamare et Chappuis, 1954, *B. n. picardi* Delamare, 1961, *B. tameguensis* Noodt et Galhano, 1969, ceux-ci ne font pas partie du genre *Bathynella* Vejdovsky (SERBAN, 1989).

3.2. SUR LES «BATHYNELLA» D'ASIE

Étant donnés les caractères principaux de la diagnose du genre *Bathynella* Vejdovsky, il ressort que les espèces, que nous avons présentées dans cette contribution, n'appartiennent pas à ce taxon. En n'insistant pas sur tous les problèmes soulevés par les «*Bathynella*» d'Asie, nous croyons nécessaire de rappeler les données ci-dessous:

– BIRSTEIN et LJOVUSCHKIN (1967) créent, pour l'espèce *B. magna* Bazicalova, 1954 du Lac Baïkal, le genre *Baicalobathynella* n. g., taxon se caractérisant par trois structures inédites dans la famille; il s'agit de la présence d'un palpe particulier sur la maxille, de l'individualisation des 2 paires de pléopodes et de l'absence de l'exopodite sur l'antenne. Dans la même note sont décrits *B. gregaria* n. sp., *B. glacialis* n. sp. et *B. arsenjevi* n. sp., découverts dans l'Extrême Orient de la Russie. Selon ces auteurs, l'espèce *B. baicalensis* Bazicalova, 1954, trouvée aussi dans le Lac Baïkal, est un représentant du genre-type de la famille des Bathynellidae Grobben;

– JANKOWSKAJA (1964) présente la «race» *B. natans issykkulensis*, trouvée dans la région du Lac Issykkoul, Tian-Chan du Nord, taxon tenu par BIRSTEIN et LJOVUSCHKIN (1967) comme une race de l'espèce *stammeri*. Étudiant les matériaux offerts par Jankowskaja, SERBAN (1993) publie *Tianschanobathynella jankowskajae* n. g., n. sp. et *T. paraissykkulensis* n. sp. Parmi les caractères les plus importants de ce genre, retenons la structure du péréiopode 8 mâle, comportant, à côté d'une région pénienne à morphologie inconnue dans la famille, un basipodite pourvu d'une proéminence externe (Pmn-ext) et d'une crête antérieure (Crt-ant), cet article présentant la morphologie la plus complexe dans le cas des Bathynellidae (Fig. 23). Ajoutons également l'endopodite antennaire de 6 articles et la structure de la partie masticatrice mandibulaire, ayant une pars molaris (Prs-mlr) tout à fait particulière (Fig. 24). En conclusion, si d'après certains spécialistes le genre *Bathynella* Vejdovsky peuple l'Asie, à présent cette idée n'a plus la chance d'être valide. D'ailleurs, BIRSTEIN et LJOVUSCHKIN (1967), d'une part, et MORIMOTO (1970), d'autre part, ont reconnu que les espèces *B. gregaria*, *B. glacialis*, *B. arsenjevi* et respectivement les Bathynelles qui peuplent la Corée du Sud ont des affinités avec les représentants du Japon.

3.3. LES TROIS TRIBUS

La nécessité de créer trois tribus pour les cinq genres se justifie par la structure fortement différenciée des péréiopodes 8 mâles et, en même temps, par l'individualisation originale de certains niveaux morphologiques. En simplifiant les choses, on aura:

– tribu des Uenobathynellini nov., genres *Uenobathynella* nov., *Paraenobathynella* nov., *Morimotobathynella* nov. = péréiopode 8 mâle à région

pénienne formée de 3 éléments qui délimitent un atrium pénien, axe prioritaire du basipodite parallèle à celui de la région pénienne + antennule et antenne présentent des particularités en ce qui concerne les rapports entre leurs longueurs; dans le cas de l'antennule, le nombre des articles n'est pas constant;

– tribu des Nihobathynellini nov., genre *Nihobathynella* nov. = péréiopode 8 mâle à région pénienne formée de 2 éléments, axe prioritaire du basipodite parallèle à celui de la région pénienne + furca portant un organ furcal;

– tribu des Pacificabathynellini nov., genres *Pacificabathynella* Schiminke et Noodt, *Paradoxibathynella* nov. = péréiopode 8 mâle à région pénienne formée d'un nombre élevé d'éléments, 4 chez *Paradoxibathynella* nov., axe prioritaire du basipodite incliné par rapport à celui de la région pénienne + péréiopode ambulateur VI différencié dans les deux sexes, chez les mâles ayant l'endopodite triarticulé et l'article médian structuré particulièrement.

Cette manière d'individualisation des trois tribus, manière saisissable autant au niveau des péréiopodes 8 mâles, caractère primordial de la diversification, qu'à ceux des deux paires d'antennes, de la furca et des péréiopodes ambulateurs, caractères secondaires de la diversification, prouve la validité des taxa en question. Soutenant cette idée, nous pensons au fait que l'agissement du processus de la diversification est si fort et original qu'il rend impossible le groupement des cinq espèces dans un seul genre et des cinq genres dans une seule tribu.

Une dernière remarque: si la sous-famille des Gallobathynellinae Serban, Coineau et Delamare, 1971 est représentée richement dans certaines régions d'Europe (15 espèces, 10 genres), si la sous-famille des Austrobathynellinae Delamare et Serban, 1973 de l'Amérique du Sud et d'Afrique du Sud est peu nombreuse quant aux représentants découverts (3 espèces, 3 genres), les taxa présentés dans cette contribution s'ajoutent aux genres *Bathynella* Vejdovsky et *Antrobathynella* Serban de la sous-famille des Bathynellinae.

3.4. LA DIVERSIFICATION DANS LA TRIBU DES UENOBATHYNELLINI NOV.

Comme nous avons vu, le caractère qui donne une unité incontestable aux taxa de la tribu des Uenobathynellini nov. c'est la constitution de la région pénienne, comportant un atrium qui s'ouvre du côté antérieur de l'appendice, atrium qui n'est pas recouvert totalement par le lobe antérieur. Si l'on tient compte de la forme générale des 2 formations, interne et externe, qui se trouvent dans un plan plus profond que celui du lobe antérieur, elles ne peuvent pas être considérées comme étant de vrais lobes, leur structure étant lamellaire – face antérieure très mince et à partie distale courbée vers l'axe médian du pénis, face latérale large (Fig. 3, 4 et 7).

La présence dans la tribu des Uenobathynellini nov. des deux sous-tribus est argumentée, même à la plus superficielle observation, par les rapports entre les deux paires d'antennes et la chétotaxie des uropodes et de la furca. Dans la

sous-tribu des *Uenobathynellina* nov., l'antenne, ayant un nombre d'articles généralisé dans la famille, est 2–2,5 fois plus courte que l'antennule, comportant 7, *Uenobathynella* nov. et 9 articles, *Parauenobathynella* nov. Dans la sous-tribu des *Morimotobathynellina* nov., les 2 paires d'antennes, à structure générale commune, se distinguent par la longueur plus accusée de l'antenne. Quant aux uropodes et la furca, la richesse de la chétotaxie, dans le premier cas, et la morphologie des phanères, dans le deuxième cas, séparent les deux sous-tribus, *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp. étant visiblement plus proche de la situation rencontrée habituellement dans la famille.

Si nous analysons plus attentivement les péréiopodes 8 mâles, on trouve des différences même à ce niveau morphologique. Le lobe antérieur, ayant une région terminale munie d'épines et l'axe prioritaire vertical chez *U. inlandica* (Ueno) (Fig. 3 B, C), ne porte pas la région mentionnée et présente un axe prioritaire orienté du côté latéro-interne du pénis chez *M. miurai* n. g., n. sp. (Fig. 7 C); quant au basipodite, il a une proéminence antérieure dans la première sous-tribu, structure absente dans la deuxième. Précisons également la structure particulière de l'endopodite chez *M. miurai* n. g., n. sp., article ayant une section transversale elliptique et une taille robuste; à notre avis, il est fusionné avec le basipodite.

Quant au péréiopode 8 femelle, il ne porte pas un épipodite respiratoire dans la sous-tribu des *Uenobathynellini* nov., formation bien développée dans la sous-tribu des *Morimotobathynellina* nov., les deux rames sont présentes dans le premier cas, tandis que dans le deuxième, l'endopodite est réduit.

3.5. SUR LA PRÉSENCE DE CERTAINS CARACTÈRES SECONDAIRES AYANT UNE STRUCTURE ORIGINALE; LA VALIDITÉ DU GENRE PARADOXIBATHYNELLA NOV

Présentant les premiers «*Bathynella*» découverts au Japon, UENO (1952, 1954) a tenu compte de la présence de certains caractères particuliers, qui ont déterminés le statut d'espèce donné à chacune des captures étudiées. Comparant les résultats de UENO avec ceux d'Europe, JAKOBI (1954) affirme que la faible diversification des *Bathynella* de ce continent a conduit à l'individualisation des races de l'unique espèce *B. natans* Vejdovsky. Mais, il y a un autre problème qui mérite notre attention. Si la conception taxonomique de JAKOBI (1954) a résisté environ 15 ans, celle initiée par UENO (1954), domine, même à présent, les études. Étant donnée cette dernière situation, une observation s'impose: l'individualisation d'un trait tout à fait particulier dans plusieurs populations s'avère être très dangereuse quant aux décisions taxonomiques, existant toujours la tentation de faire une stricte corrélation entre ce trait et l'existence d'une seule espèce. Donc, il ne faut pas baser nos décisions concernant la diversification d'ordre spécifique sur la présence d'un seul caractère à morphologie originale, il ne faut pas négliger la possibilité que celui-ci peu être propre à plusieurs taxa

de degré différent. Le cas des espèces *paramorimotoi* n. sp. et *morimotoi* (Ueno) du genre *Nihobathynella* nov., d'une part, et celui de *sequoiae* Schminke et Noodt, genre *Pacificabathynella* Schminke et Noodt, *parayezoensis* n. g., n. sp., *kussharokoensis* n. sp. et *yezoensis* (Ueno), genre *Paradoxibathynella* nov., d'autre part, sont des exemples qui justifient le point de vue mentionné. Mais, il y a encore un problème dont la solution est des plus difficiles.

À l'occasion des recherches de certains Bathynellidés provenant d'Espagne, nous avons trouvé un représentant de la sous-famille des Gallobathynellinae ayant la furca munie d'un organ furcal (ce représentant n'est pas encore décrit); précisons que celui-ci est proche de l'espèce *delayi* du genre *Clamoussella* (France), genre caractérisé par un péréiopode 8 mâle de type *Gallobathynella* et par la présence d'un endopodite triarticulé sur les 5 premiers péréiopodes (SERBAN, COINEAU et DELAMARE DEBOUTTEVILLE, 1972; SERBAN, 1989). De quelle manière on peut expliquer cette coïncidence qui implique trois représentants, un d'Espagne et deux du Japon, qui appartiennent à deux tribus des deux sous-familles? Encore un exemple.

La partie masticatrice mandibulaire de *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp. est d'une complexité structurale remarquable, la pars molaris étant formée de 2 lobes dont les bords sont munis de denticules (Fig. 6 C, D). Il est étrange que la même partie masticatrice se rencontre chez *Delamareibathynella motasi* Serban, 1992 de France (Fig. 25), genre appartenant à la sous-famille des Gallobathynellinae. Nous n'insistons plus sur d'autres «coïncidences» structurales chez les représentants de la famille éloignés au point de vue géographique et surtout au point de vue taxonomique.

La modalité de la manifestation du dimorphisme sexuel au niveau des péréiopodes VI dans la tribu Pacificabathynellini nov. est des plus intéressantes, elle supposant plusieurs aspects:

- endopodite triarticulé au niveau d'une seule paire de péréiopodes des mâles;
- article médian de très forte taille et d'une forme générale aberrante;
- la présence d'une vésicule ou d'une formation allongée à l'intérieur de l'article médian;
- ce processus se manifeste au niveau des péréiopodes qui, chez les femelles, portent les orifices génitaux.

Si nous nous rapportons à la manifestation du dimorphisme sexuel au niveau de tous les péréiopodes ambulatoires des représentants de la tribu des Paradoxibathynellini nov. notons les caractéristiques qui suivent:

- à côté du processus ci-dessus, dont la manifestation a une originalité surprenante, on rencontre un autre moins inédite; il s'agit de l'individualisation sur les péréiopodes VII mâles, d'un endite coxal et d'une cténidie particulière, la dernière située sur une proéminence de la base du premier article endopodial;

ces deux structures ont été décrites pour la première fois dans le genre *Bathynella* Vejdovsky. On doit retenir également que les deux modalités de la manifestation du dimorphisme sexuel au niveau des péréiopodes ambulatoires implique les extrémités appartenant au tronçon génital du péréion, réunissant les trois derniers segments dont les sclérites cuticulaires sont pléonisés (SERBAN, 1972, 1973); ce dernier processus, mis en évidence à la suite des imprégnations argentiques, se manifeste par un passage graduel de la forme des sclérites propres aux premiers cinq péréionites, région péréiale typique, vers celle des sclérites caractérisant le pléon.

En somme, dans la tribu des Pacificabathynellini nov. le dimorphisme sexuel au niveau des péréiopodes a une manifestation maxima, toutes les extrémités du tronçon génital du péréion, mêmes les paires, VI et VII étant impliquées dans ce processus.

En ce qui concerne la validité du genre *Paradoxibathynella* nov., on peut supposer que les différences structurales individualisant les deux espèces nipponnes par rapport à celle de Californie représentent une diversification d'ordre spécifique (SCHMINKE et NOODT, 1988), le dimorphisme sexuel au niveau des péréiopodes VI mâle étant un processus caractérisant le genre *Pacificabathynella* Schminke et Noodt. En considérant le fait que les connaissances actuelles quant aux espèces nipponnes sont plus complètes, la partie masticatrice mandibulaire, le paragnathe, le péréiopode 8 mâle étant connus d'une manière satisfaisante l'opinion selon laquelle *parayezoensis* n. sp., *kussharokoensis* n. sp. et *yezoensis* (Ueno) appartiennent au genre *Pacificabathynella*, n'a plus la chance d'être valide. Même si, la description donnée par SCHMINKE et NOODT à l'espèce *sequoiae* est bien plus complète que celle publiée par UENO pour *yezoensis*, le péréiopode 8 mâle n'est pas présenté d'une manière satisfaisante; le protopodite, la région la plus importante, est décrit comme il suit:

«Th. VIII with coxa bearing genital opening which is surrounded by several lobes, and toothlike projection in front of the opening pointing caudally. Longitudinal axis of coxa and basipodite forming an angle of 25°» (SCHMINKE et NOODT, 1988, p. 297). En tenant compte de cette présentation il faut reconnaître qu'une étude comparative de la région pénienne de l'espèce de Californie et de *parayezoensis* n. sp. est une action impossible, même si la formation «toothlike projection» peut être la partie distale du prolongement du lobe interne.

À l'heure actuelle, le caractère le plus important qui soutient la validité du genre *Paradoxibathynella* nov. est la partie masticatrice mandibulaire qui, ayant la même structure chez les espèces nipponnes, a la pars molaris différenciée nettement par rapport à celle de *Pa. sequoiae*. N'oublions pas que, dans le genre *Bathynella*, la pars molaris a la même morphologie chez les 10 espèces.

3.6. LA PROÉMINENCE EXTERNE DU BASIPODITE PÉNIEN DANS LA FAMILLE
DES BATHYNELLIDAE ET LA FORMATION EXTERNE DE LA RÉGION PÉNIENNE
DANS LA TRIBU DES UENOBATHYNELLINI NOV.

Chez la plupart des Bathynellidés, le basipodite pénien porte une proéminence externe (Pmn-ext), soit que l'axe prioritaire de cet article est parallèle à celui de la région pénienne (Fig. 18), soit qu'il est incliné (Fig. 27). À la suite des imprégnations argentiques de la cuticule pénienne de *B. paranatans* Serban, on a mis en évidence les sclérites qui suivent (Fig. 26):

- à la base du protopodite, il y a un sclérite proximal interne (Sc-prx-int) et un sclérite proximal externe (Sc-prx-ext); ce dernier, mieux développé que l'autre, avance, par l'intermédiaire de son apodème (Ap-sc-prx-ext), sur la paroi du péréonite;

- observant les faces antérieure et postérieure du protopodite, on remarque le rôle important du sclérite proximal externe dans l'individualisation d'un «squelette» cuticulaire; la partie distale du sclérite entre en connexion, par l'intermédiaire du sclérite antéro-externe (Sc-ant-ext), avec l'angle proximal et externe de la plaque antérieure (Fig. 26 A), tandis que sa région distale et externe se prolonge par l'arc externe (Ac-ext), ayant la partie terminale en liaison avec les régions dures du basipodite; comme on voit, cet arc représente la zone dure du bord de la proéminence externe (Figs. 18 et 26);

- enfin, le même sclérite proximal et externe entre en liaison, sur la face postérieure du protopodite, avec la région proximale du basipodite, cette bande en diagonale (Bd-dg), bien développée, étant une formation importante du protopodite pénien.

En passant aux deux espèces de la tribu des Uenobathynellini nov., dont les péréiopodes 8 mâles sont étudiés, espèces qui n'ont pas un basipodite muni d'une proéminence externe, on peut noter les observations ci-dessous:

- chez *U. inlandica*, les deux situations que nous avons présentées (Fig. 3 et 4) montrent que dans le cas de la deuxième – lobe antérieur (Lb-ant) à sa partie distale orientée du côté antéro-ventral, cette orientation est présente aussi dans le cas de la formation interne (Frm-int) et n'existe pas au niveau de la formation externe (Frm-ext) (Fig. 3 B);

- chez *M. miurai*, on remarque la même position de la formation externe (Fig. 7 B et 8 C), ce qui prouve que celle-ci est fusionnée avec le basipodite, dont la position verticale est toujours gardée. En partant des données ci-dessus, il est à supposer que la formation externe des Uenobathynellini nov. est homologue de la proéminence externe des autres Bathynellidés; quant à la formation interne ayant, en toute certitude, une origine coxale, on peut admettre qu'elle est homologue du lobe interne.

3.7. LE SPERMATOPHORE CHEZ LES BATHYNELLIDÉS

Les premières données concernant la présence d'un spermatophore chez les représentants de la famille des Bathynellidae ont été présentées à l'occasion de la description exhaustive de *Delamareibathynella debouttevillei* Serban, 1989 (SERBAN, 1992), espèce ayant une longueur de 0,7 mm–0,85 mm. Chez ce représentant de la sous-famille des Gallobathynellinae, le spermatophore est de taille réduite, a une longueur de 15 microns, une largeur de 4–5 microns, une section transversale circulaire et porte 2 petites épines apicales. (Fig. 27 D). Si l'on compare les deux dessins montrant la face antérieure du péréiopode (Fig. 27 A, D), on voit que l'élimination du spermatophore du côté latéro-externe de l'appendice suppose une orientation similaire de la partie distale des deux lobules, l'un interne (Lbl-int) et l'autre externe (Lbl-ext). Précisons que le pénis de *D. debouttevillei* et de type *Pseudobathynella* (SERBAN, 1989).

Chez *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp. (Fig. 8 C), ayant une longueur de 0,95 mm–1,1 mm, le spermatophore a un développement remarquable, présentant une longueur de 40 microns et une largeur maximale d'environ 15 microns; notons aussi sa forme particulière, le tiers terminal plus développé en largeur et l'orientation du spermatophore du côté antérieur du péréiopode. Si on analyse attentivement la région basale de la formation que nous décrivons, on voit qu'elle se trouve entre la formation externe (Frm-ext), la formation interne (Frm-int) et la partie distale du lobe antérieur (Lb-ant).

La situation que nous rencontrons chez *M. miurai* prouve que l'individuation d'un atrium pénien détermine l'élimination du spermatophore du côté antérieur de l'appendice, fait qui, selon nous, est valable pour tous les représentants de la tribu des Uenobathynellini nov.; d'ailleurs, le pénis de *U. inlandica*, présentant des positions différentes de certains éléments dans les deux situations décrites, est un argument en faveur de cette opinion. Nous allons nous expliquer.

Comme il a été montré, dans le cas de *U. inlandica* (Ueno), le basipodite pénien est muni d'une proéminence antérieure (Pmn-ant, Fig. 3 et 4), située tout près de la base de l'endopodite. Étant donné que cette proéminence n'est pas présente chez *M. miurai* et que, dans ce cas, c'est l'endopodite qui a une forte taille, une section transversale elliptique, cet article étant fusionné avec le basipodite, une explication est nécessaire: autant la proéminence antérieure (*Uenobathynella*) que la morphologie particulière de l'endopodite (*Morimotobathynella*) sont des structures en corrélation avec la présence de l'atrium pénien et l'élimination du spermatophore du côté antérieur du pénis, tous les deux déterminant l'orientation du spermatophore vers la partie antéro-dorsale du pénis. Plus précisément, si nous considérons la position verticale du ductus ejaculatorius (Dct-ejc), durant les premières phases de l'élimination du spermatophore, la région apicale de celui-ci change l'orientation verticale dans l'une orizontale, situation due aux deux structures en question.

Il est connu que l'orifice génital femelle se trouve sur la face latéro-interne du coxa du péréiopode VI (SERBAN, 1972); cette position s'observe clairement après l'imprégnation argentique de la cuticule (Fig. 28 A). Après la dissection des femelles appartenant à l'espèce *M. miurai*, nous avons observé, chez certains exemplaires, le spermatophore attaché à l'orifice génital (Fig. 28 B, C). Enfin, une dernière question.

Étant donné que les 3 mâles appartenant au genre *Nihobathynella* n. g. ont eu les péréiopodes 8 recouverts par une agglutination du détrit, l'observation de ces appendices a imposé l'élimination de celui-ci. Cette action, qui nous a permis d'étudier les détails morphologiques de la région pénienne, a impliqué certains désavantages. Dans la Figure 29 A, présentant une paire de péréiopode 8 mâles, vue antérieure, on remarque les détails suivants:

- dans le cas de l'appendice gauche, il y a une formation cuticulaire cylindrique, ayant la partie proximale en connexion avec la zone terminale du ductus ejaculatorius (Dct-ejc) et la partie terminale orientée du côté latéro-interne du pénis; la région apicale de cette dernière est sectionnée;

- dans le cas de l'appendice droit, on voit que le ductus ejaculatorius a un diamètre bien plus réduit que celui du péréiopode gauche, le manque du spermatophore justifiant cette situation;

- dans le cas de l'unique péréiopode de la Figure 29 B, le ductus ejaculatorius, très dilaté, suppose que nous avons éliminé totalement le spermatophore, le nettoyage du pénis changeant la position normale des lobes.

En conclusion, si nous tenons compte des trois situations discutées, *Delamareibathynella debouttevillei* Serban (Fig. 25 D), *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp. (Fig. 8 C) et *Nihobathynella* sp. (Fig. 29), on voit que l'élimination du spermatophore se fait différemment, du côté latéro-externe, antérieur et respectivement du côté latéro-interne. Notons aussi que dans le premier et le dernier cas l'orifice du ductus ejaculatorius se trouve dans la partie postérieure de l'élément de la région pénienne le mieux développé, lobule externe et respectivement lobe antérieur; chez *M. miurai*, dont la région pénienne comporte un atrium, le même orifice est situé à la base du lobe antérieur: durant l'élimination du spermatophore, les lobes changent leurs positions habituelles.

4. CONCLUSIONS

1. Les résultats inscrits dans cette contribution tâchent de présenter un point de vue nouveau concernant les problèmes taxonomiques soulevés par certains Bathynellidés du Japon. Ce point de vue est basé sur la connaissance exhaustive de tous les caractères et, surtout, sur la recherche des détails de la région pénienne.

2. La question qui domine les études est celle de l'appartenance ou de la non-appartenance des espèces nippones au genre *Bathynella* Vejdovsky, genre découvert à Prague et dont la diagnose et la répartition géographique ont été résolues durant la huitième décennie de notre siècle.

3. Tenant compte de la structure de certains caractères, SERBAN (1970) a montré que les espèces *B. pacifica* Ueno, 1954, *B. yezoensis* Ueno, 1954 et *B. inlandica* Ueno, 1954 n'appartiennent pas au genre *Bathynella*, les 2 paires d'antennes, le péréiopode VI mâle et respectivement la chétotaxie de la furca étant fortement différenciés.

4. La manière de l'individualisation des espèces étudiées reclame la création de plusieurs genres. Pour les espèces *inlandica* Ueno, 1954, *pacifica* Ueno, 1954 et *paramorimotoi* n. sp. (les deux premières décrites dans une étape dans laquelle l'ordre comprenait une famille, trois genres et huit espèces) on a créé les genres *Uenobathynella* nov., *Parauenobathynella* nov. et respectivement *Nihobathynella* nov. Dans le matériel étudié on a trouvé l'espèce *miurai* n. sp. qui est le type du genre *Morimotobathynella* nov., taxon ayant des affinités avec les deux premiers genres. L'espèce *yezoensis* Ueno, 1954, tenue par SCHMINKE et NOODT (1988) comme appartenant au genre *Pacificabathynella* Schminke et Noodt de l'Amérique du Nord (Californie), n'a pas été identifiée dans le matériel; en échange, on a trouvé deux nouvelles espèces, *parayezoensis* n. sp. et *kussharokoensis* n. sp., groupées avec *yezoensis* dans la genre *Paradoxibathynella* nov.

5. La tribu des *Uenobathynellini* nov., avec les genres *Uenobathynella* nov., *Parauenobathynella* nov. et *Morimotobathynella* nov., la tribu des *Nihobathynellini* nov., créé pour le genre *Nihobathynella* nov. et la tribu des *Pacificabathynellini* nov., groupant les genres *Pacificabathynella* Schminke et Noodt et *Paradoxibathynella* nov. sont des taxa qui doivent souligner le caractère original du processus de la diversification des représentants nippons.

6. Les deux sous-tribus de la tribu des *Uenobathynellini* nov., celle des *Uenobathynellini* nov. et celle des *Morimotobathynellini* nov. ont été instituées en partant de la forte différenciation de certains caractères secondaires. Bien que la structure générale de la région pénienne soit la même dans les trois genres de la tribu (la présence d'un atrium délimité par 3 formations), les rapports entre la longueur des 2 paires d'antennes, la chétotaxie de l'uropode et celle de la furca sont des traits qui individualisent les deux sous-tribus.

7. Les taxa présentés appartiennent à la sous-famille des *Bathynellinae* Grobben, les cinq genres du Japon et l'un de l'Amérique du Nord s'ajoutant aux genres *Bathynella* Vejdovsky et *Autrobathynella* Serban d'Europe.

8. Étant donnés les résultats obtenus par les spécialistes nippons dans la recherche des *Bathynellidés*, la présente contribution ne représente qu'un modeste essai afin d'élucider les rapports entre les taxa découverts au Japon et le genre *Bathynella* Vejdovsky qui, selon nous, ne peuple pas l'Asie.

ABRÉVIATION

Ac-ext, arc externe; **Ann-cx**, anneau coxal; **Ap-cx**, apodème coxal; **Ap-sc-prx-ext**, apodème du sclérite proximal externe; **Apph-ac-ext**, apophyse de l'arc externe; **Bd-dg**, bande en diagonale; **Bd-dst**, bande distale; **Bd-ext**, bande externe; **Br-ext**, barre externe; **Bsp**, basipodite; **Cr-ant**, crête antérieure; **Cx**, coxa; **Dct-ejc**, ductus ejaculatorius; **Enp**, endopodite; **Ep**, épine; **Ep-crt-rst**, éperon de la crête rostrale; **Exp**, exopodite; **Ext-prcx**, exite précoxal; **F-ant**, face antérieure; **F-lt-ext**, face latéro-externe; **F-lt-int**, face latéro-interne; **F-mdl**, face médiale; **F-pst**, face postérieure; **Frm-ext**, formation externe; **Frm-int**, formation interne; **Gnt**, gnathobase; **Grf-ext**, griffe externe; **Grf-int**, griffe interne; **Lb**, lobe; **Lb-ant**, lobe antérieur; **Lb-ext**, lobe externe; **Lb-int**, lobe interne; **Lbl-ext**, lobule externe; **Lbl-int**, lobule interne; **Org-frc**, organ furcal; **Pl-drs**, poil dorsal; **Plg**, prolongement; **Plq-ant**, plaque antérieure; **Pmn-ant**, proéminence antérieure; **Pmn-ext**, proéminence externe; **Pmn-lat**, proéminence latérale; **Pmn-vnt**, proéminence ventrale; **Pp**, papille; **Prg-rst**, prolongement rostral; **Pr-lat**, paroi latérale; **Prc-inc**, processus incisivus accessorius; **Prs-inc**, pars incisiva; **Prs-mlr**, pars molaris; **Prt**, protubérance; **Prt-dst**, partie distale; **Prt-trm**, partie terminale; **pt-Lb**, petit lobe; **Rg-pn**, région pénienne; **Sc-ant-ext**, sclérite antéro-externe; **Sc-prx-ext**, sclérite proximo-externe; **Sc-prx-int**, sclérite proximo-interne; **Sc-st**, sclérite sternal; **Spt**, spermatophore; **V.S.**, vésicule séminale.

BIBLIOGRAPHIE

- BIRSTAEIN, J. A. et LJOVUSCHIN, S. I., *Biospeologica sovietica* XXXIII. The order Bathynellacea (Crustacea Malacostraca) in the U.S.S.R. I. Family Bathynellidae. Biul. MOIP otd. biol., **72** (4), 51–66, 1967.
- CALMAN, W. T., *On the characters of the Crustacean genus Bathynella* Vejdovsky. Journ. of the Linnean Soc., **27**, 338–344, 1899.
- CHAPPUIS, P. A., *Über die systematische Stellung von Bathynella natans* Vejdovsky. Zool. Anz., **44**, 45–46, 1914.
- CHAPPUIS, P., A., *Bathynella natans und ihre Stellung im System*. Zool. Jahrb., **40**, 147–176, 1915.
- DELACHAUX, TH., *Bathynella chappuisi n. sp. une nouvelle espèce de Crustacé cavernicole*. Bull. Soc. Neuchâteloise Sci. Nat., **54**, 1–20, 1920.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE CL. et SERBAN E., *A propos du genre Austrobathynella* (Bathynellacea Malacostraca). Livre du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza», Ed. Acad. R.S.R., Bucarest, 175–198, 1973.
- JAKOBI, H., *Biologie, Entwicklungsgeschichte und Systematik von Bathynella natans* Vejd. Zool. Jb. (Syst.), **83**, (1/2), 1–62, 1954.
- JANKOWSKAJA, A., I., *Relict Crustaceans of Costal bottom waters of the Lake Issyk-Kul (North Tien-Shan)*. Zool. Jur., **43** (7), 975–986, 1964.

- KULHAVY, V., «*Über das Vorkommen des west-und osteurop"aischen Elemente in der Crustaceenfauna der böhmischen unterirdischen Gewässer*». Vestník Cs spol. zool., **25**, 297–301, 1961.
- MORIMOTO, Y., *Bathynellid Crustaceans from Islands of Tsushima*. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, **13** (2), 219–230, 1970.
- MORIMOTO, Y., *The Fauna of the Insular Lava Caves in West Japan. V. Bathynellacea (Crustacea, Syncarida)*. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, **13** (4), 631–638, 1970.
- NOODT, W., *Natürliches System und Biogeographie der Syncarida (Crustacea, Malacostraca)*. Gewässer und Abwässer, **37/38**, 77–186, 1975.
- SCHMINKE, H., K., *Evolution, System und Verbreitungsgeschichte der Familie Parabathynellidae (Bathynellacea, Malacostraca)*. Microfauna Meeres bodes, **24**, 1–42, 1973.
- SCHMINKE, H et NOODT, W., *Groundwater Crustacea of the order Bathynellacea (Malacostraca) from North America*. Journal of crustacean biology, **8** (2), 290–299, 1988.
- SERBAN, E., *À propos du genre Bathynella Vajdovsky (Syncarida)*. Livre du centenaire Emile G. Racovitza, Acad., Bucarest, 265–273, 1970.
- SERBAN, E., *Quatre nouvelles Bathynella (Crustacea, Syncarida) de Roumanie; de nouveau sur le «Dilemme Bathynella natans Vajd»*. Inter. Jour. Speleol., **3** (3/4), 225–240, 1971.
- SERBAN, E., *Bathynella (Podophallocarida Bathynellacea)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **11**, 11–224, 1972.
- SERBAN, E., *Sur les problèmes de la taxonomie des Bathynellidae (Podophallocarida Bathynellacea)*. Livre du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie «E. Racovitza», Ed. Acad. R.S.R., Bucarest, 199–217, 1973.
- SERBAN, E., *Sur les Bathynella de Roumanie: B. (B.) boteai Serban, B. (B.) vaducrisensis n. sp., B. (B.) plesai Serban et B. (B.) motrensis Serban (Bathynellacea, Bathynellidae)*. Inter. J. Speleol., **7**, 357–398, 1975.
- SERBAN, E., *Le système des Galobathynellinae et sur certains rapports entre les péréiopodes 8 des Bathynellidés (Bathynellacea, Podophallocarida, Malacostraca)*. Misc. speol. Rom., **1**, 121–168, 1989.
- SERBAN, E., *Delamareibathynella debouttevillei Serban et Delamareibathynella motasi n. sp., Gallobathynellinés de la France. La tribu des Sardobathynellini nov. (Malacostraca, Bathynellacea, Bathynellidae)*. Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza», **31**, 21–45, 1992.
- SERBAN, E., *Tianschanobathynella jankowskajae n. g., n. sp. et Tianschanobathynella paraisykkulensis n. sp. (Bathynellidae, Bathynellacea, Podophallocarida)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **32**, 19–41, 1993.
- SERBAN, E. et DELAMARE DEBOUTTEVILLE, CL., *Contribution à l'étude de Bathynella chappuisi Delachaux (Bathynellacea, Bathynellidae)*. Ann. Spéleol., **29** (1), 77–95, 1974.
- SERBAN, E. et COINEAU, N., *Sur les Bathynellidae (Podophallocarida Bathynellacea) d'Afrique du Sud. Les genres Transvaalithynella nov. et Transkeithynella nov.* Ann. Spéleol., **30** (1), 137–165, 1975.
- UENO, M., *Three new species of Bathynellidae (Syncarida) found in subterranean waters of Japan*. Annot. Zool. Japon, **25** (1/2), 317–328, 1952.
- UENO, M., *The Bathynellidae of Japan (Syncarida, Bathynellacea)*. Arch. f. Hydrobio., **49** (4), 519–538, 1954.
- VEJDOVSKY, FR., *Thierische Organismen der Brunnenwässer von Prag*. Prague, 1–70, 1882.

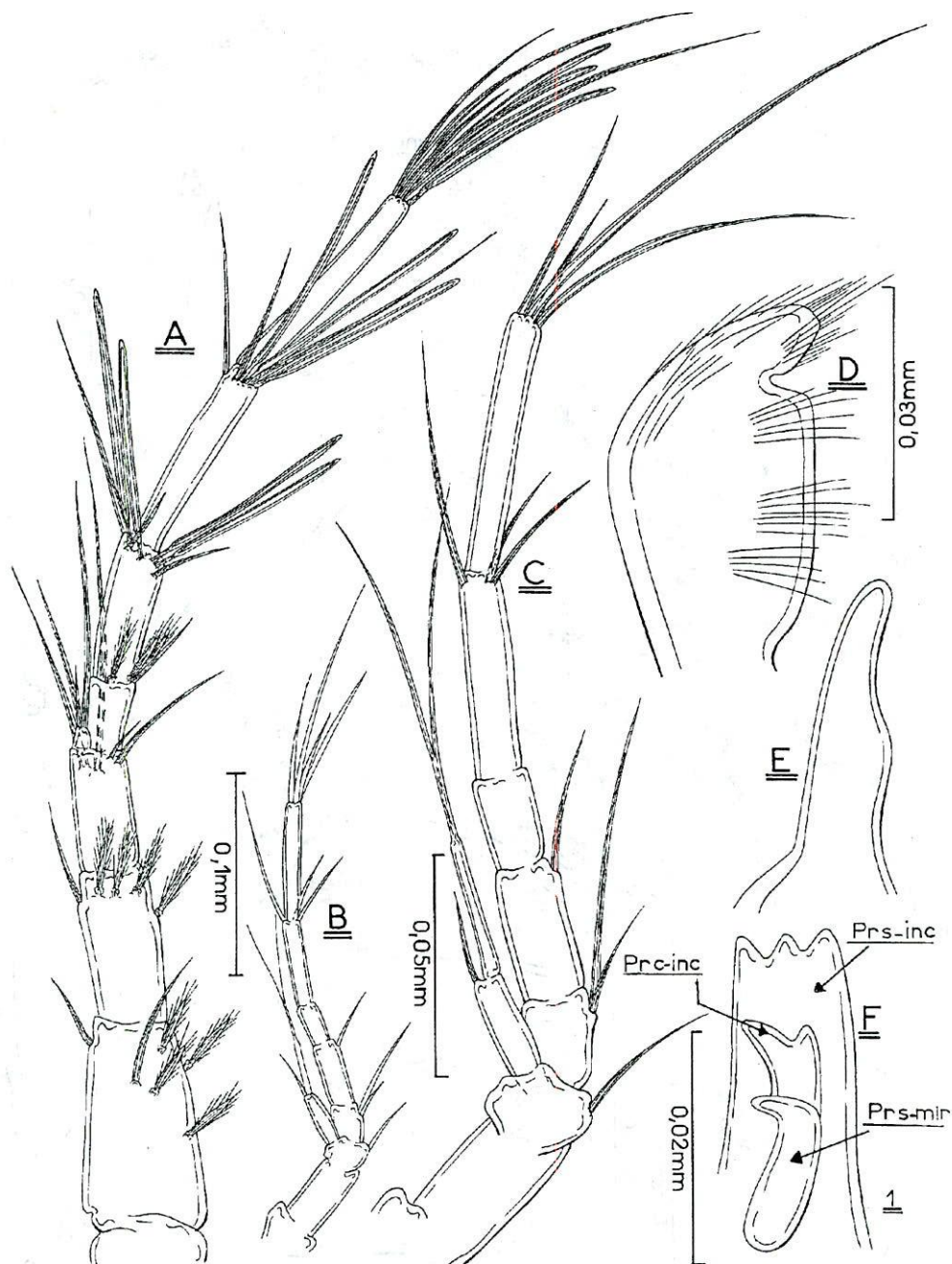


Fig. 1. – *Uenobathynella inlandica* (Ueno) n.comb.: A, antennule; B, C, antenne (B, à la même échelle que l'antennule); D, E, paragnathe, F– pst et F – lat-ext; F, partie masticatrice mandibulaire, F– mdl.

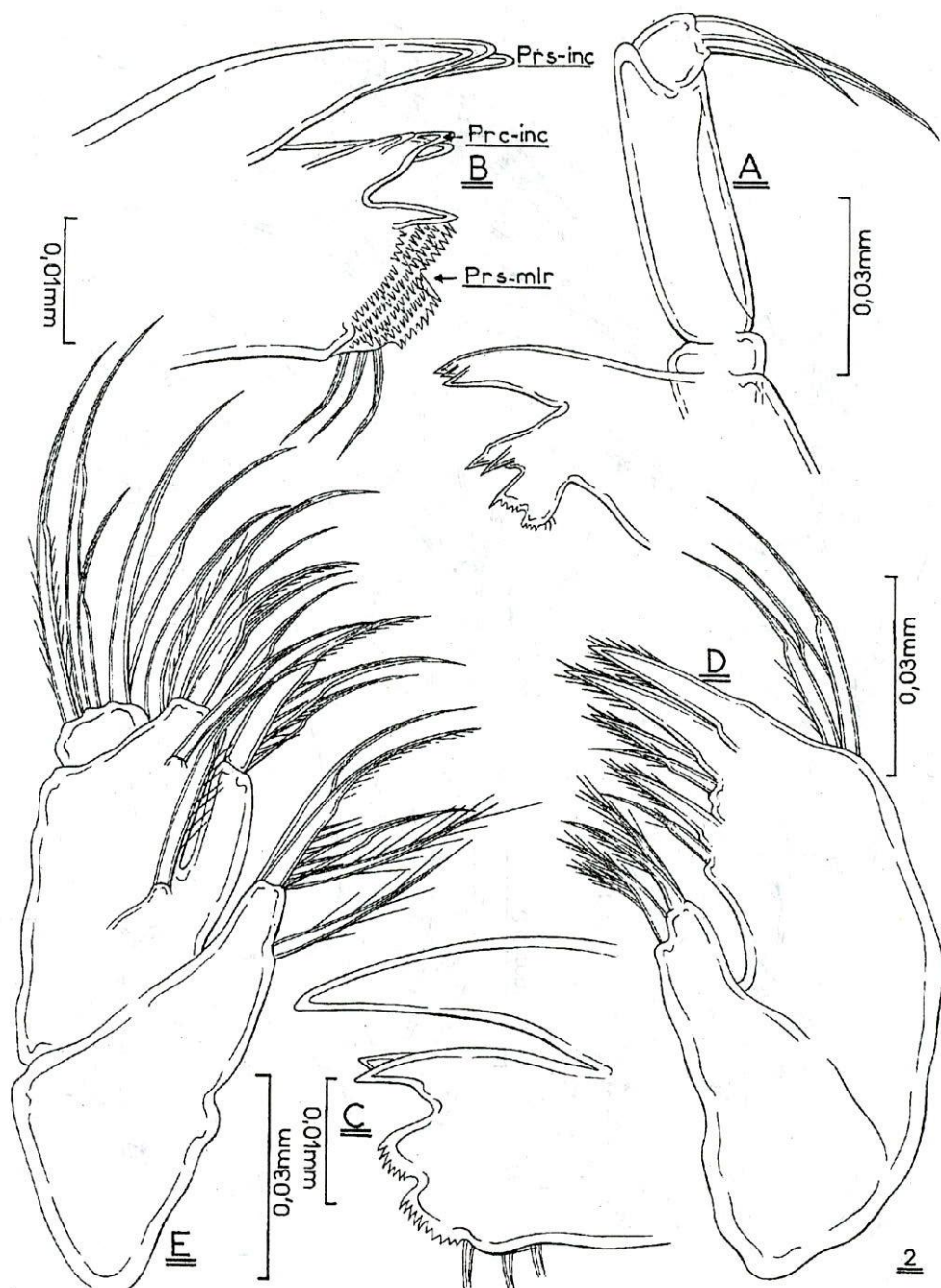


Fig.2. – *Uenobathynella inlandica* (Ueno) n.comb.: A, mandibule; B, C, partie masticatrice mandibulaire, F – pst et F-ant; D, maxillule; E, maxille.

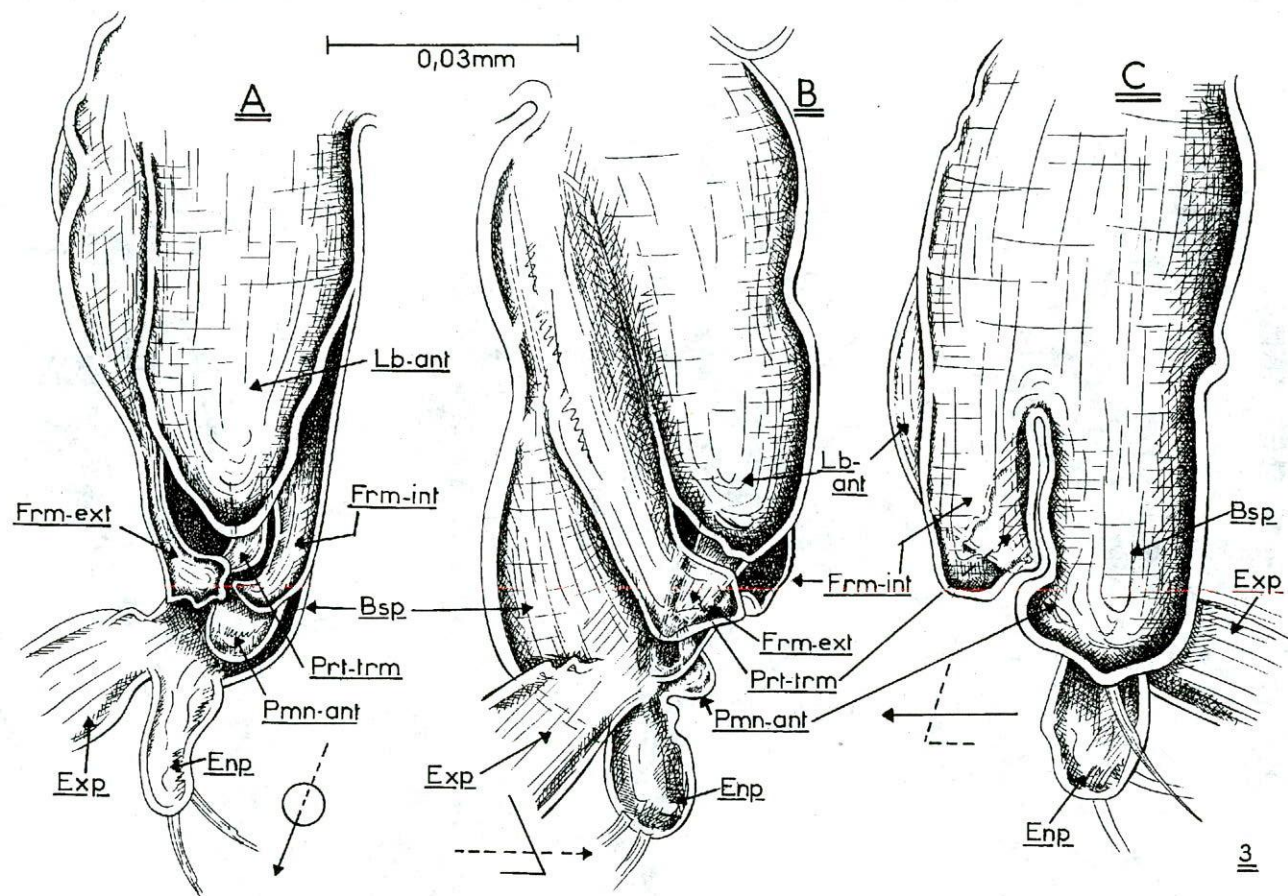


Fig. 3. – *Uenobathynella inlandica* (Ueno) n. Comb. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne.

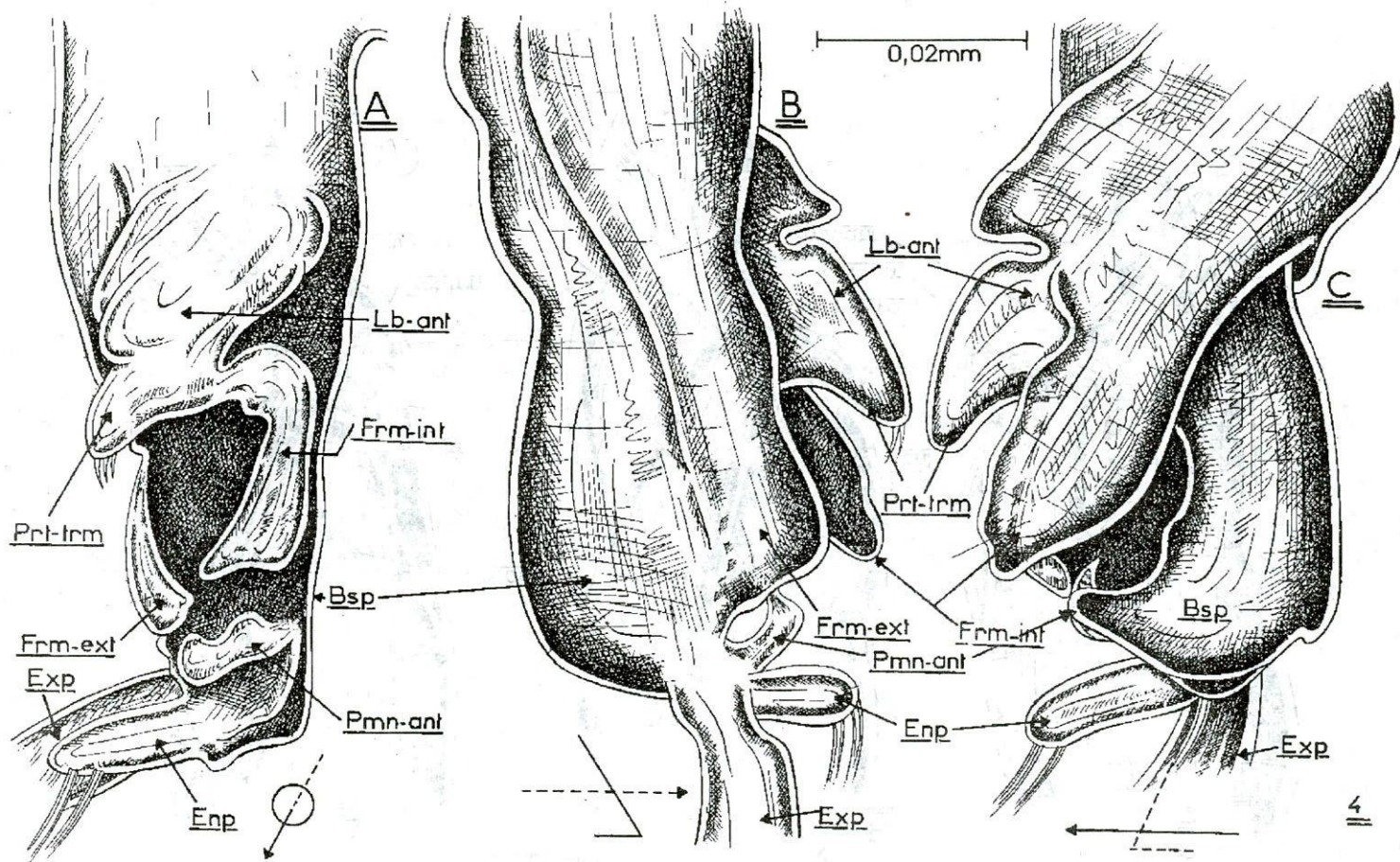


Fig. 4. — *Uenobathynella inlandica* (Ueno) n. Comb. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne.

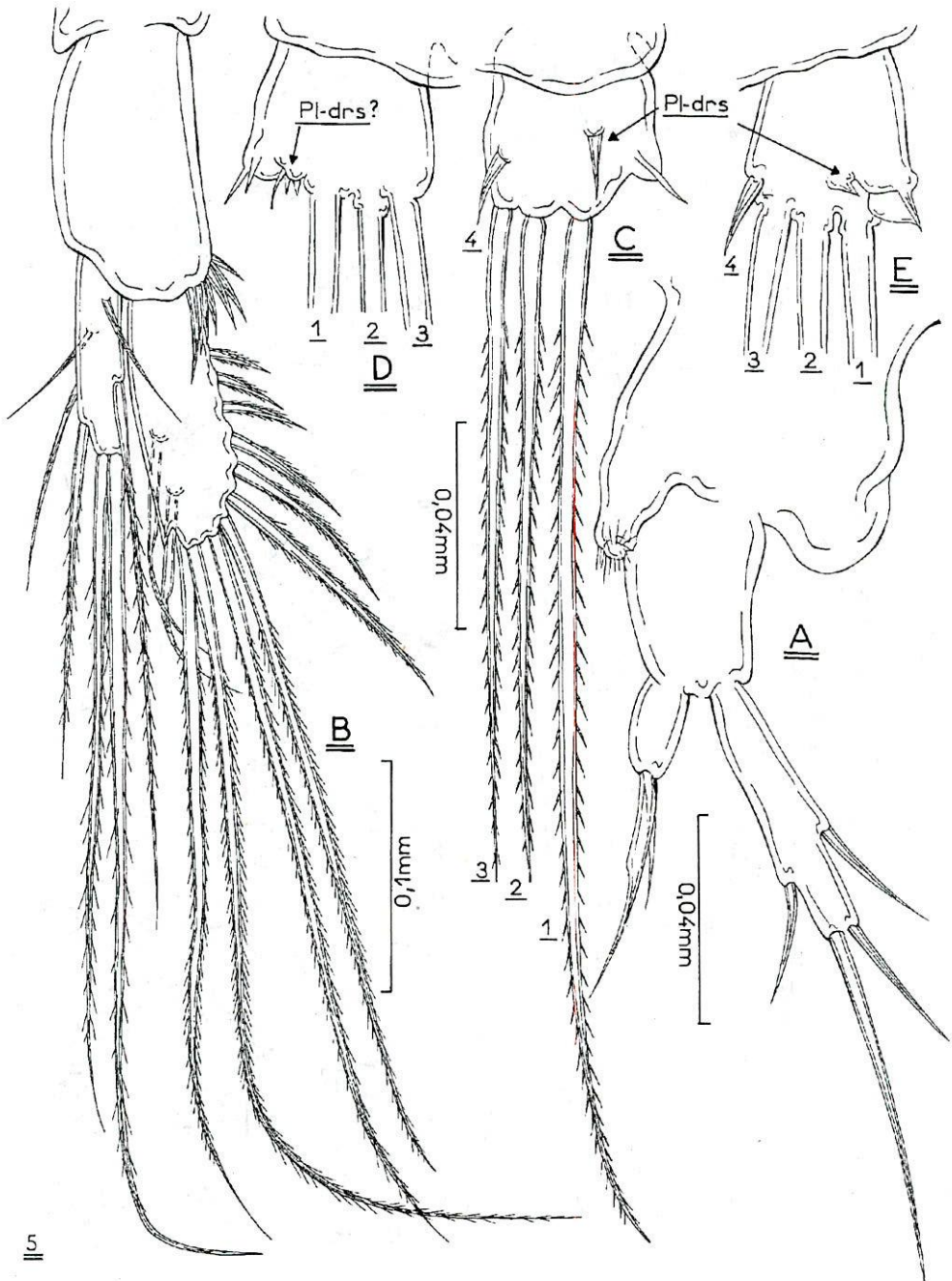


Fig. 5. – *Uenobathynella inlandica* (Ueno) n.comb.: A, péréiopode 8 femelle; B, uropode, F-lat-int; C-E, furca, F-drs.

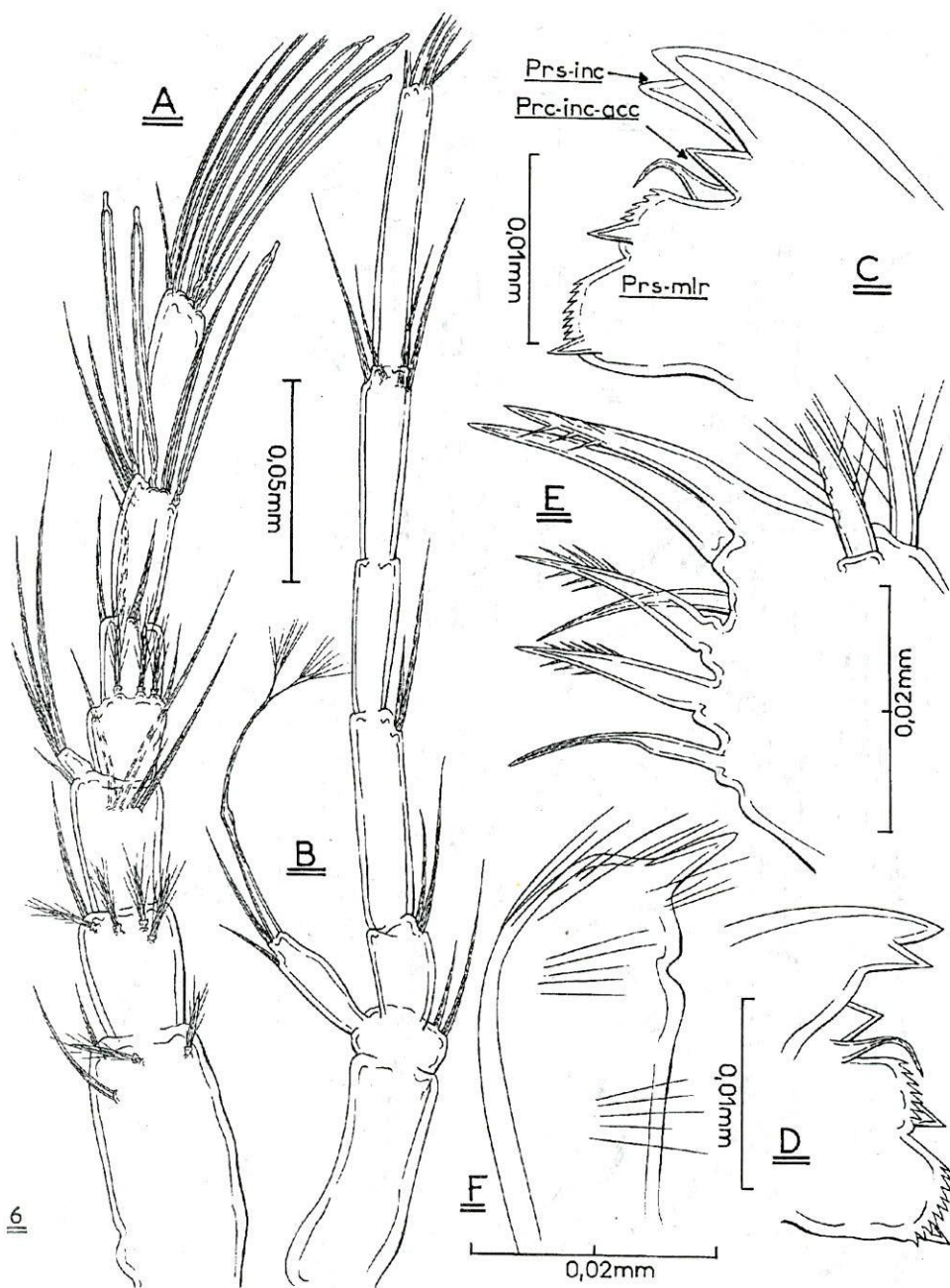


Fig. 6. – *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp.: A, antennule; B, antenne; C, D, partie masticatrice mandibulaire, F-pst at F-ant; E, endite distal maxillaire; F, paragnathe.

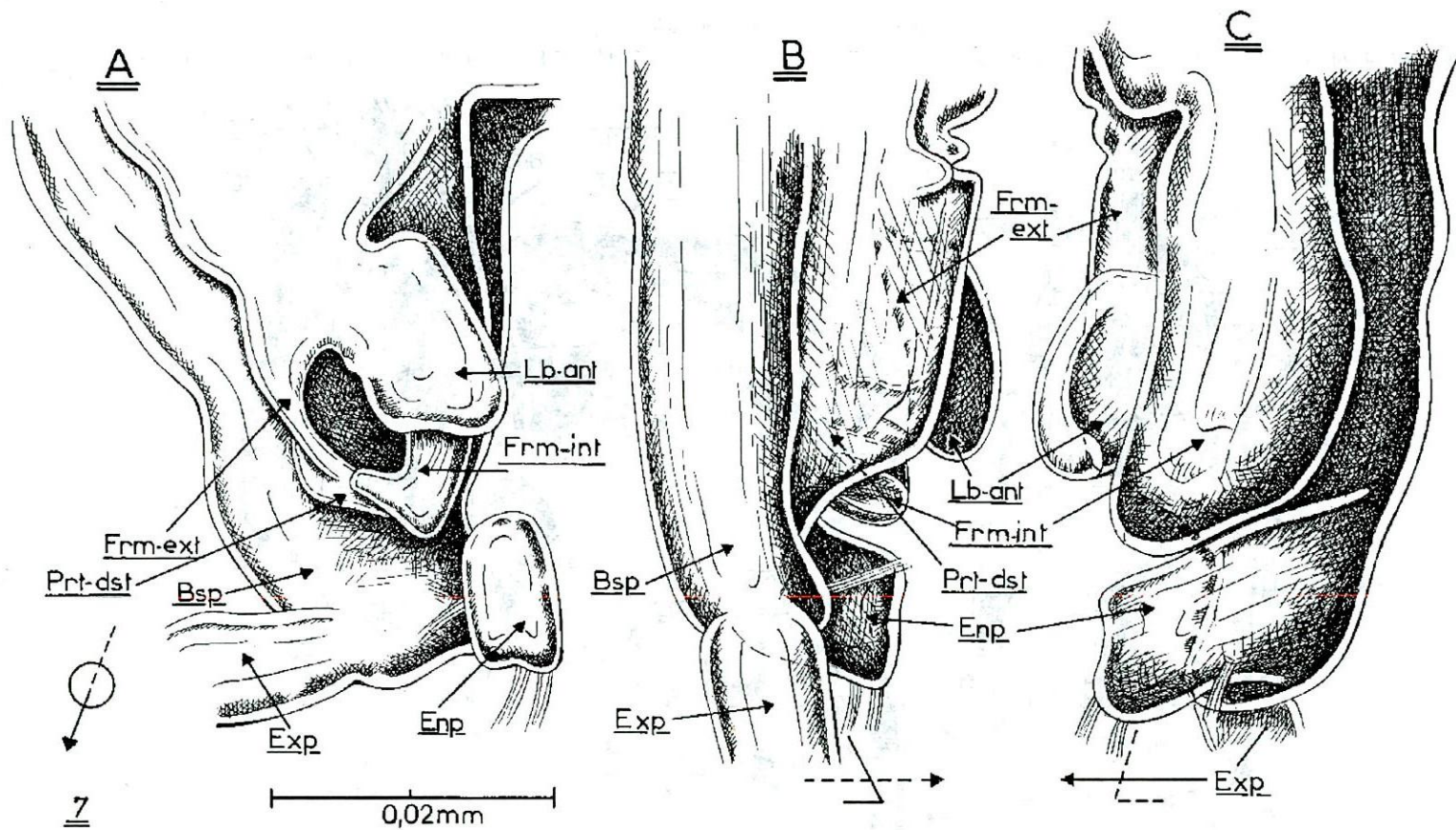


Fig. 7. – *Morimotobathynella miurai* n. g. n. sp. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne.

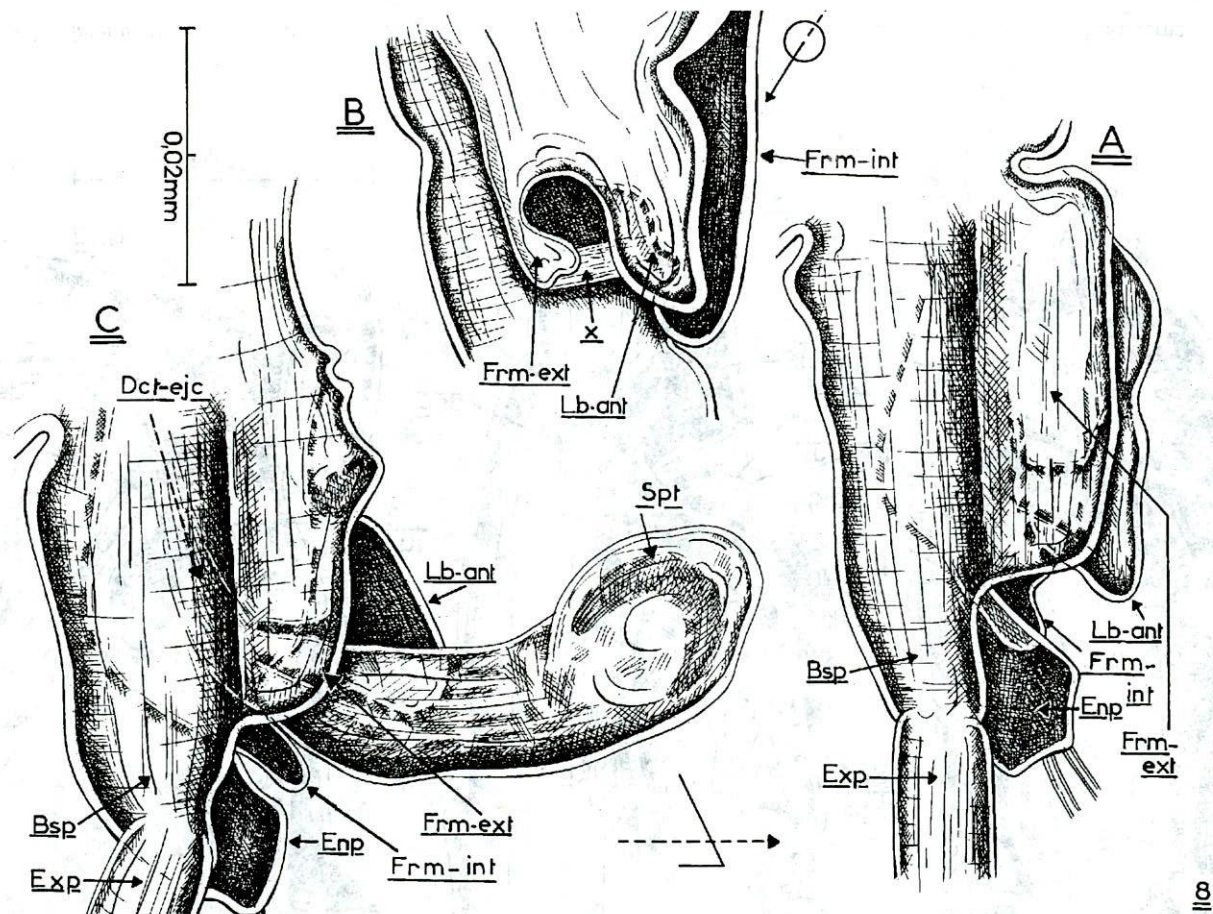


Fig. 8. — *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp. Périopode 8 mâle: A, vue latéro-externe; B, partie distale de la région pénienne; C, vue latéro-externe d'un appendice portant le spermatophore.

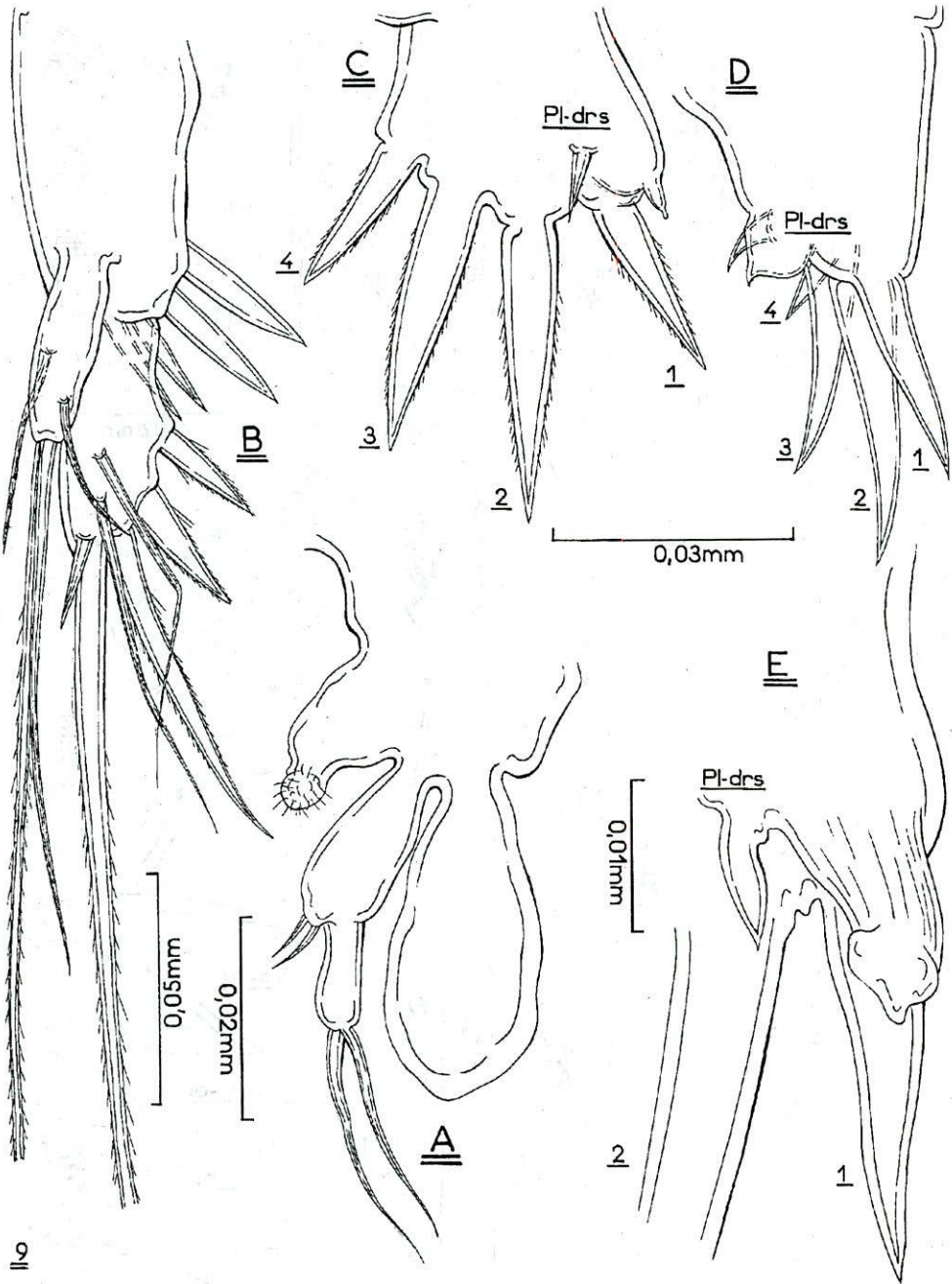


Fig.9. - *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp.: A, périopode 8 femelle; B, uropode, F-lat-ext; C, D, furca, F-drs et F-lat-ext; E, furca, formation se trouvant    la base du poil 1.

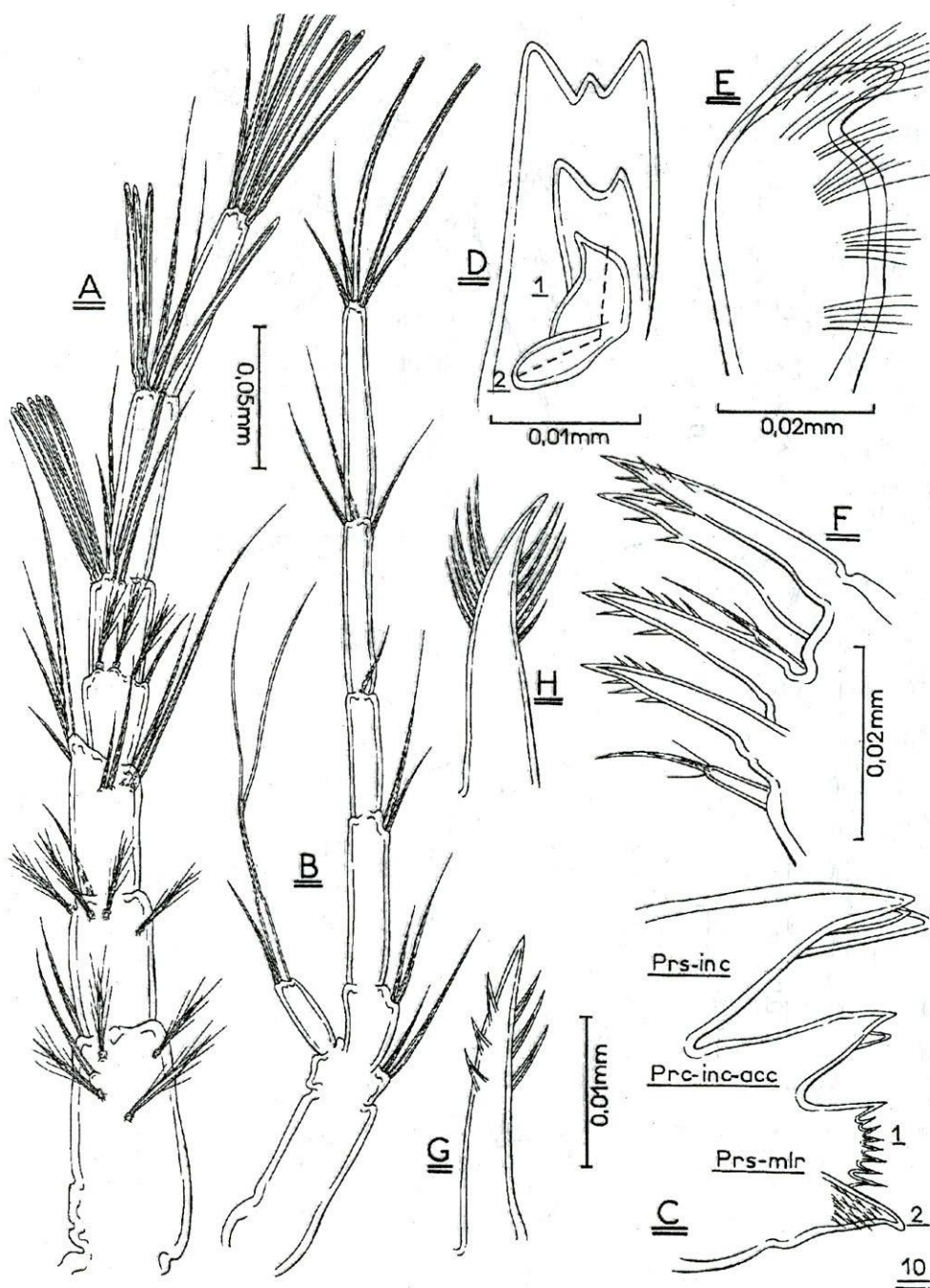


Fig. 10. – *Nihobathynella paramorimotoi* n. g., n. sp.: A, antennule; B, antenne; C, D, partie masticatrice mandibulaire, F–pst et F–mdl; E, paragnathe; F, endite distal maxillulaire; G, dent maxillulaire. H, *Uenobathynella inlandica* (Ueno) n. comb.: dent maxillulaire.

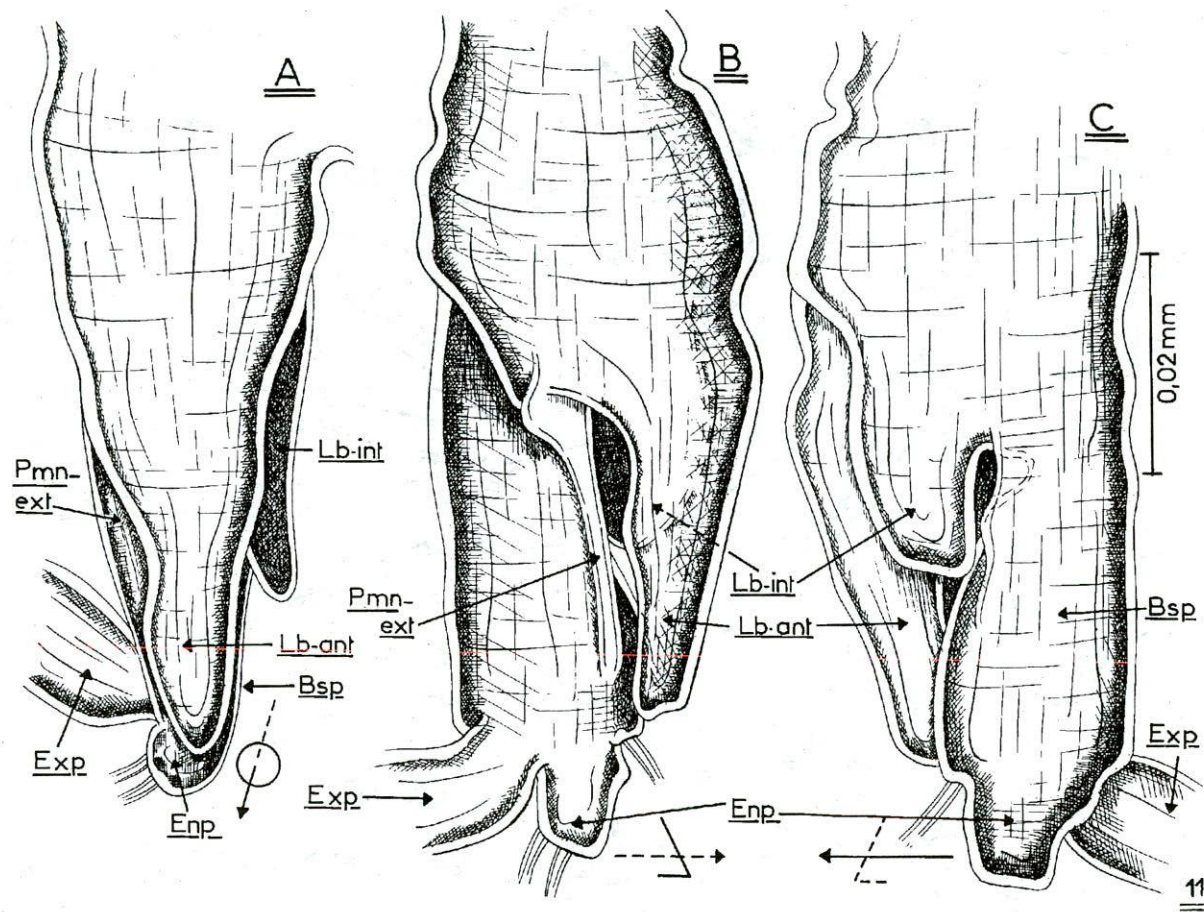


Fig. 11. – *Nihobathynella paramorimotoi* n. g., n. sp. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne.

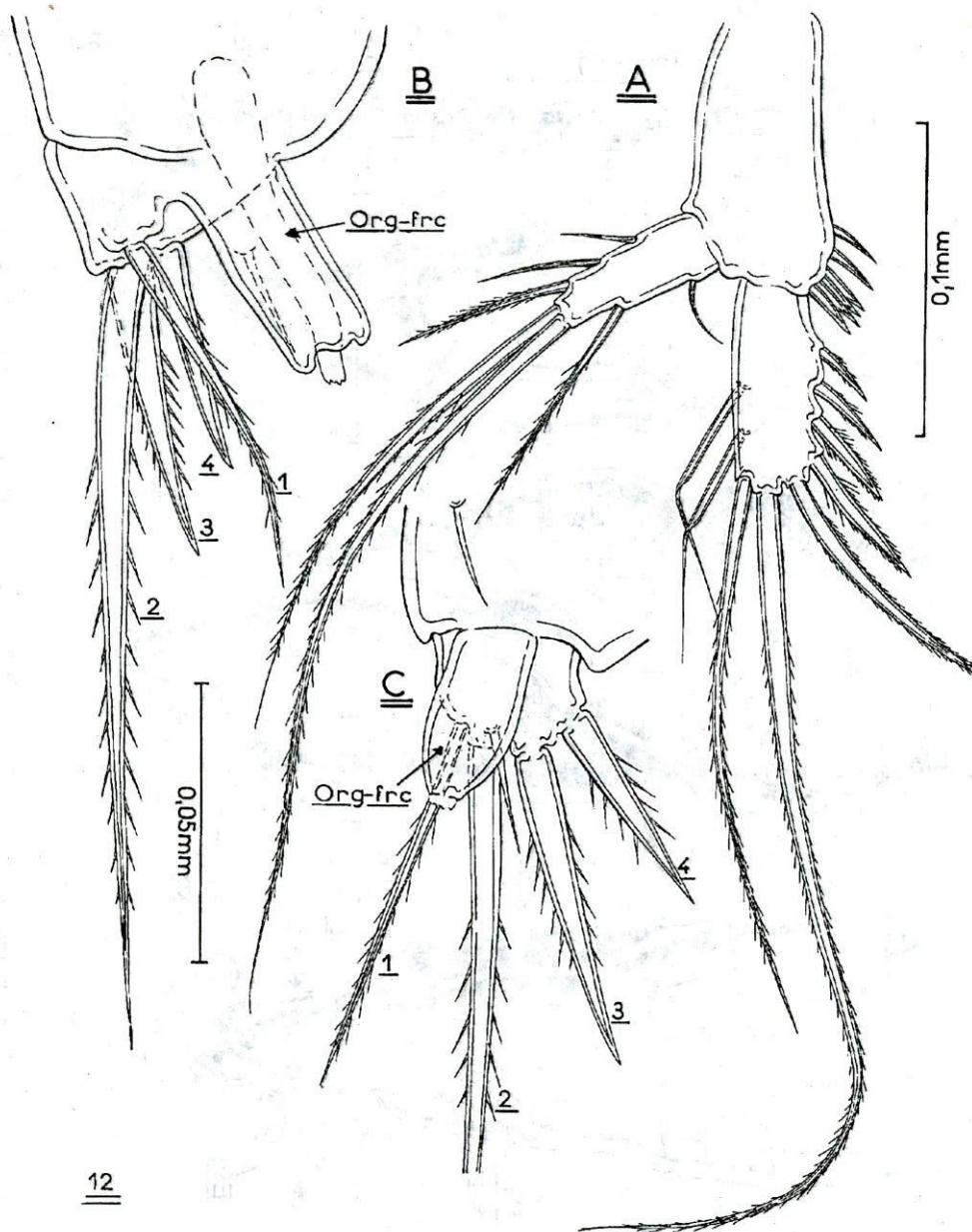


Fig. 12. – *Nihobathynella paramorimotoi* n. g., n. sp.: A, uropode, F-lat-ext; B, C, furca et l'organ furcal, F-lat-ext et F-drs.

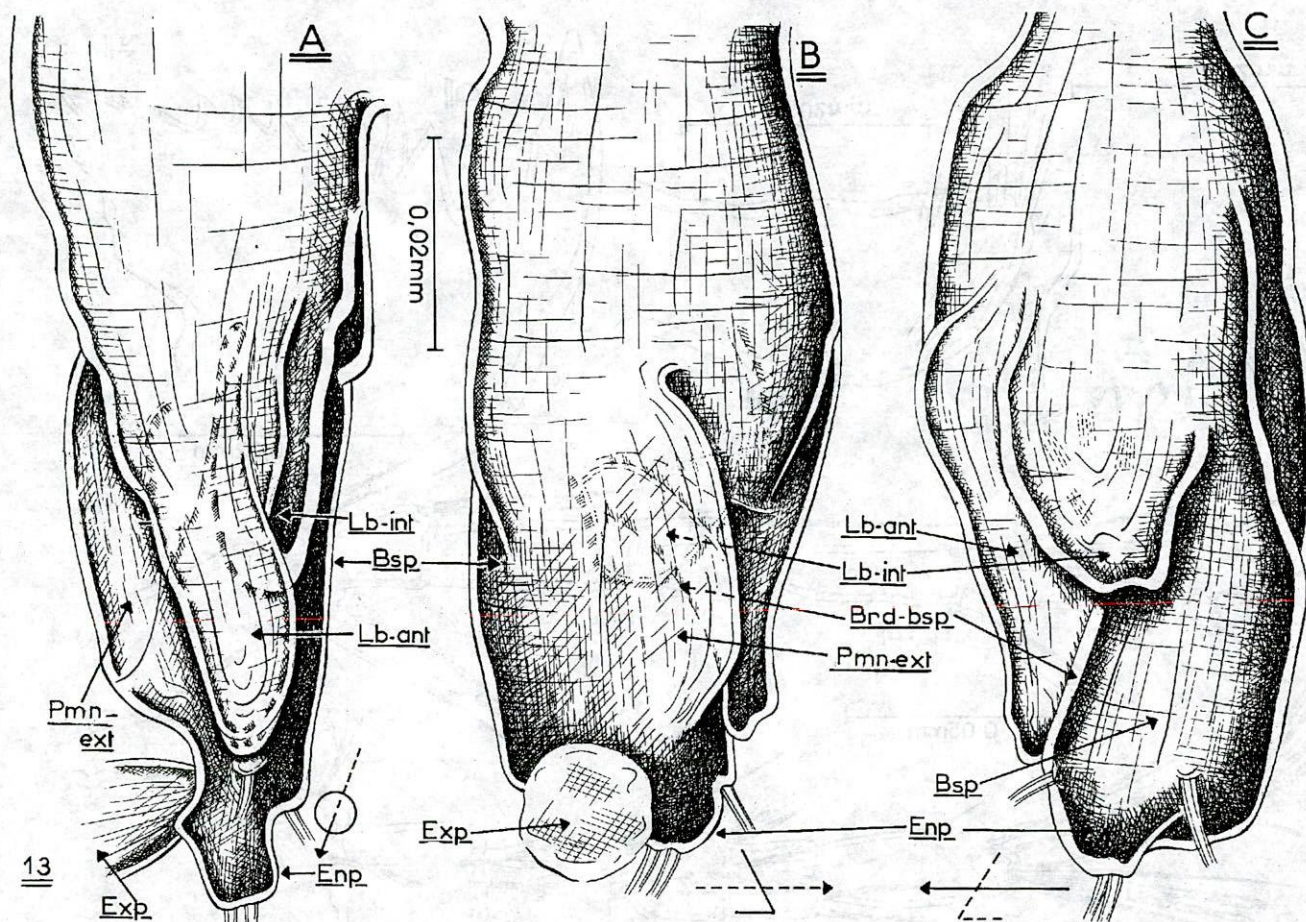


Fig. 13. – *Nihobathynella* sp. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne.

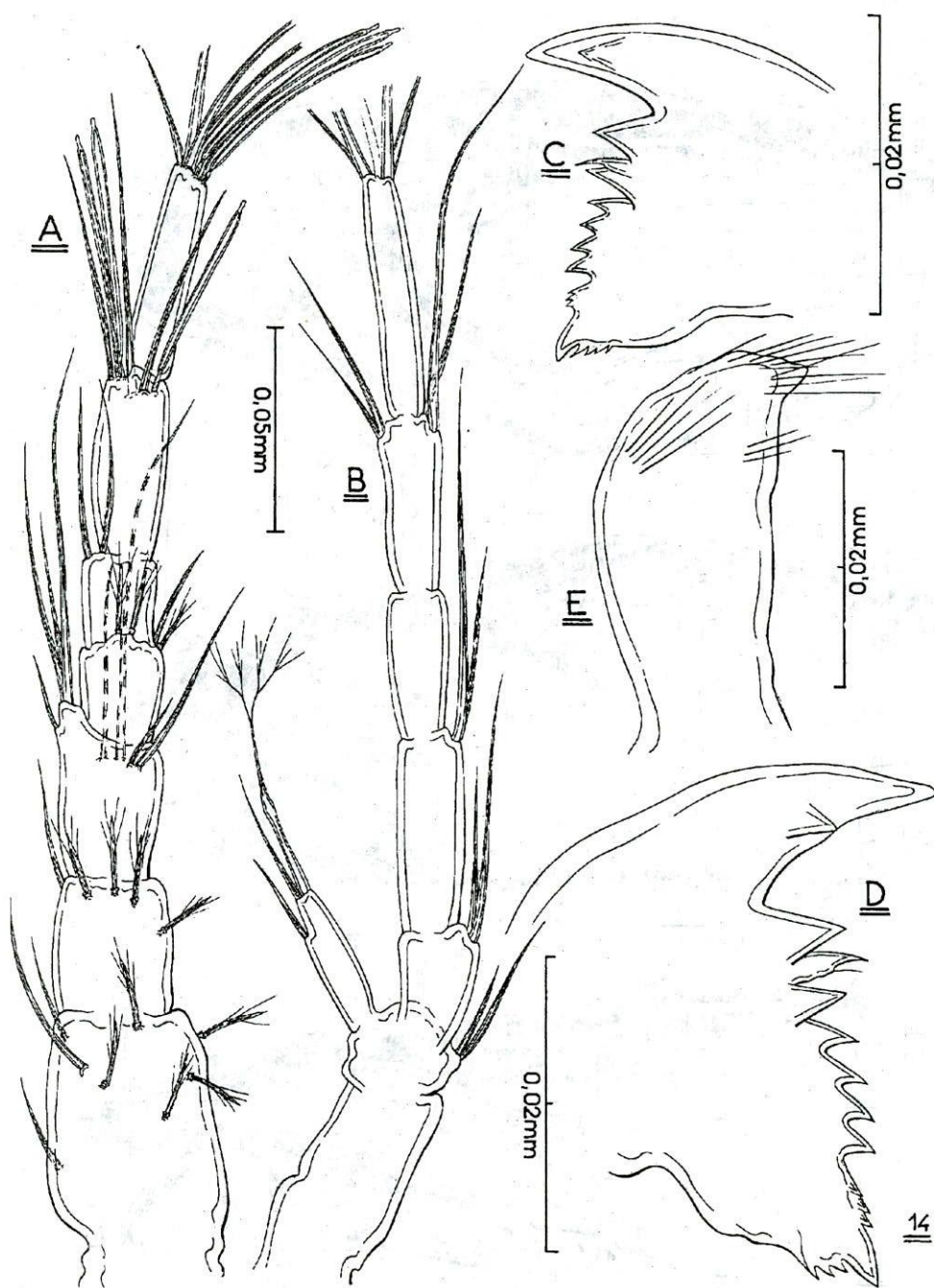


Fig. 14. – *Paradoxibathynella parayezoensis* n. g., n. sp.: A, antennule; B, antenne; C, D, partie masticatrice mandibulaire; E, paragnathe.

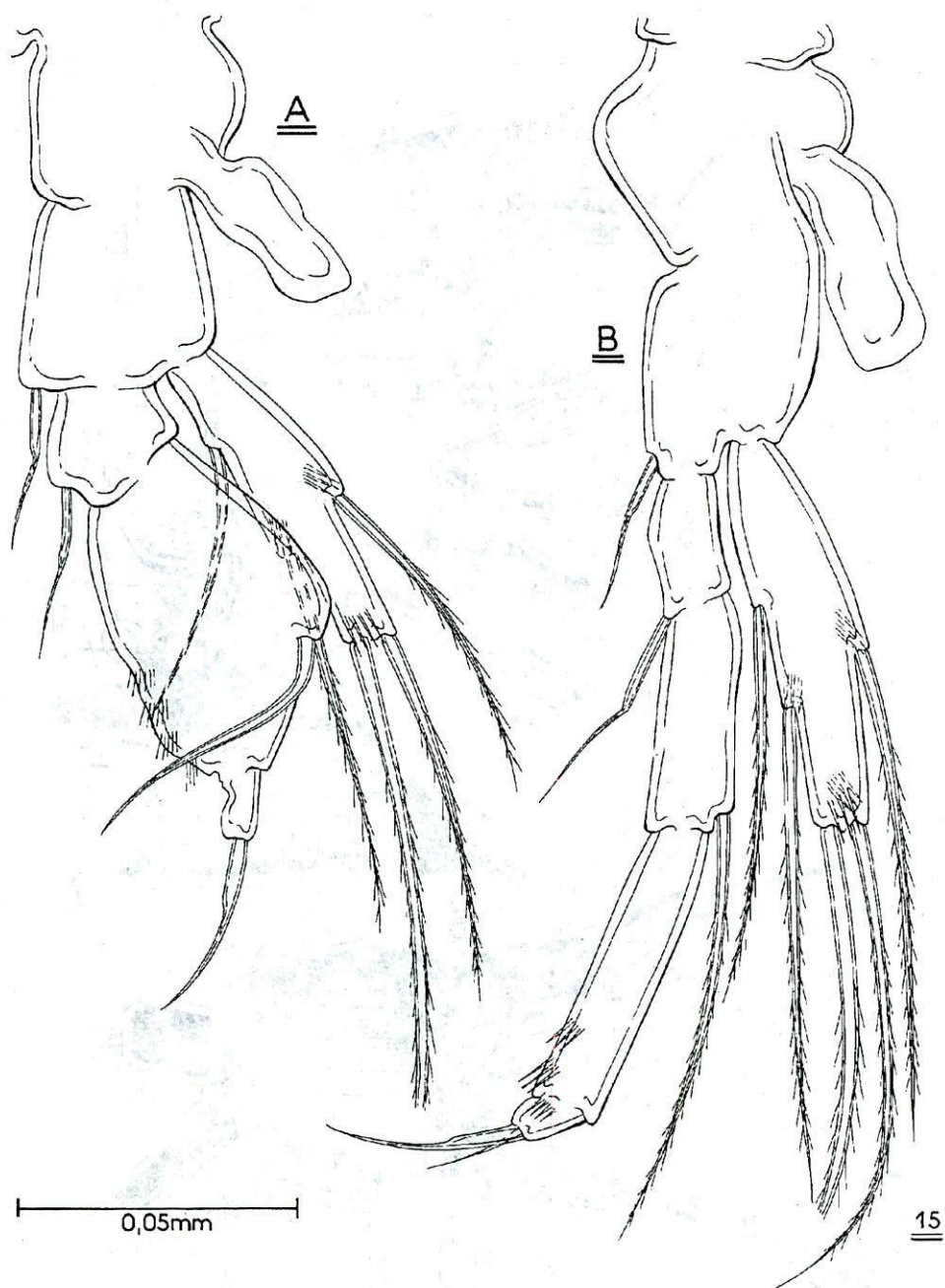


Fig. 15. – *Paradoxibathynella parayezoensis* n. g., n. sp.: A, périopode VI mâle; B, périopode VI femelle.

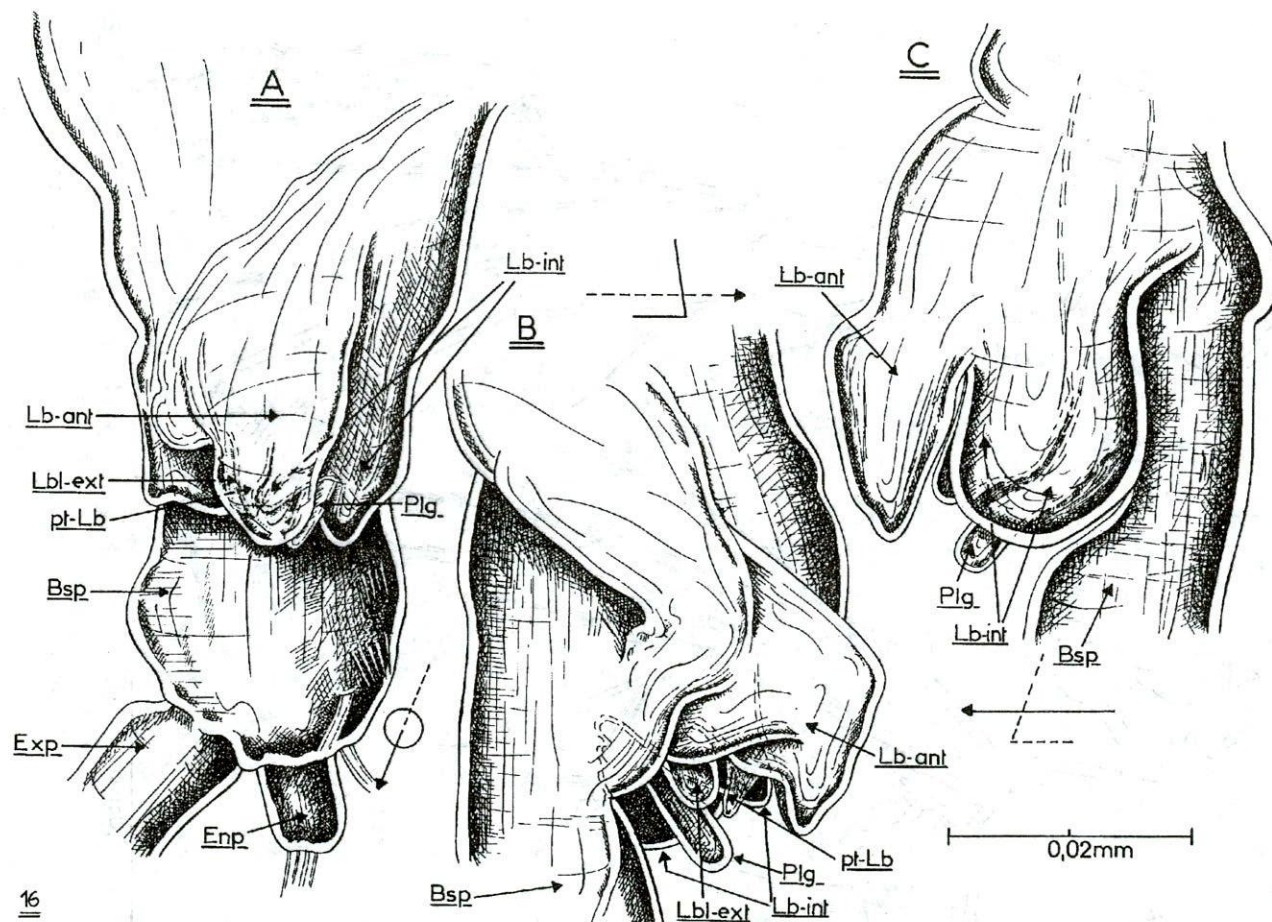


Fig.16. – *Paradoxibathynella parayezoensis* n. g., n. sp. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne.

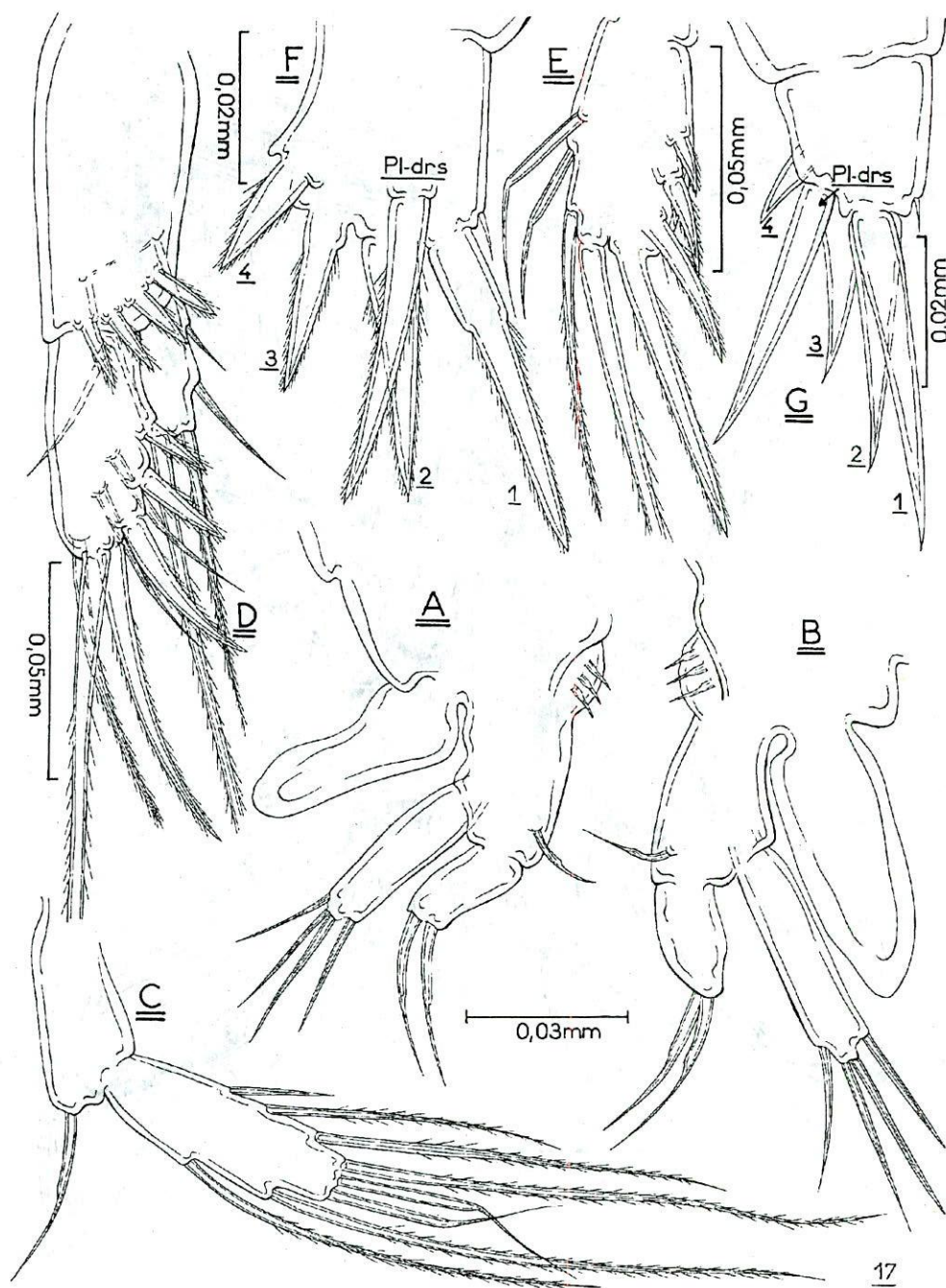


Fig. 17. – *Paradoxibathynella parayezoensis* n. g., n. sp.: A, B, péréiopode 8 femelle; C, pléopode; D, uropode, F-lat-int; E, endopodite uropodial; F, G, furca, F-drs et F-lat-ext.

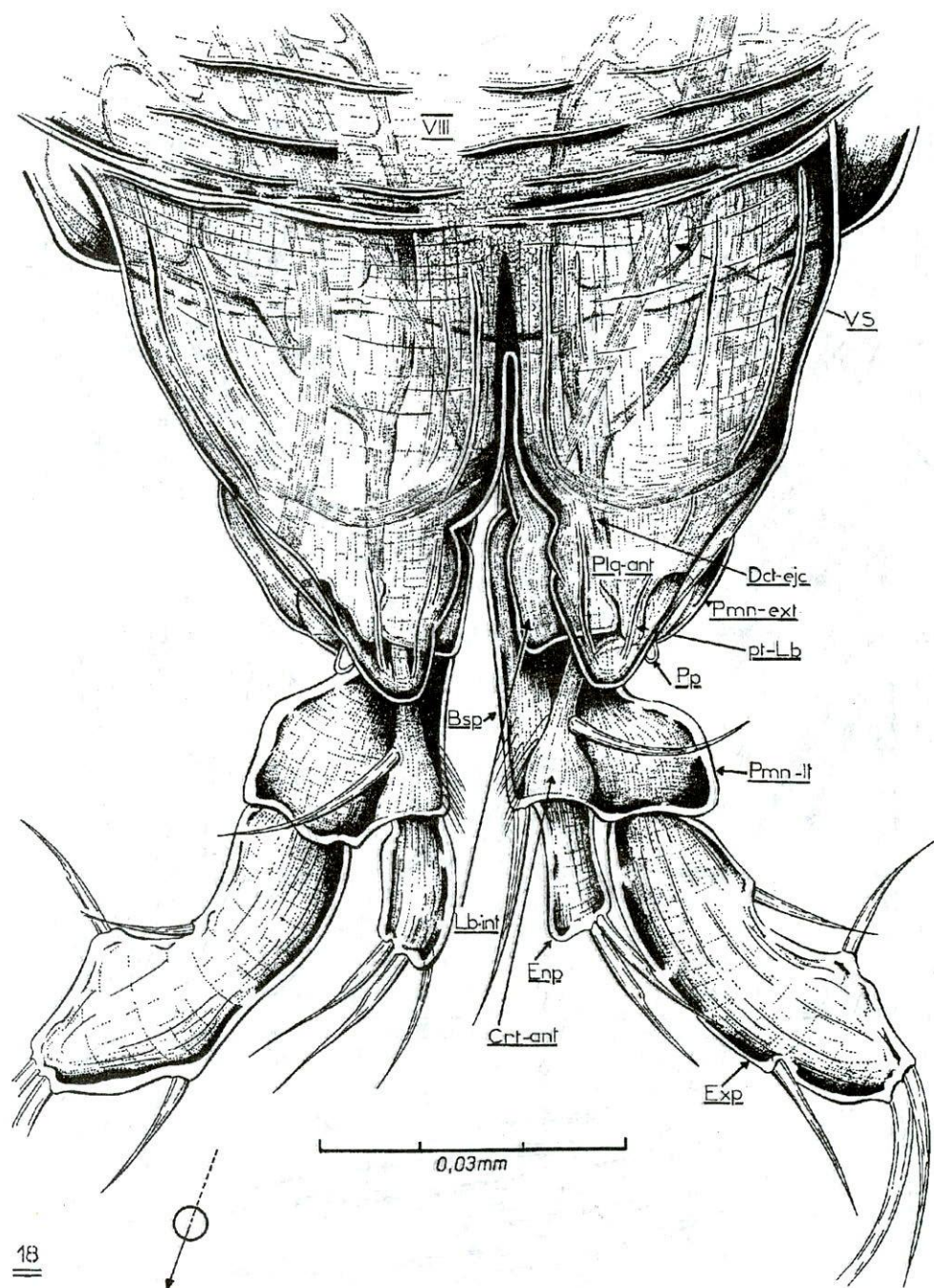


Fig. 18. – *Bathynella paranatans* Serban: péréiopodes 8 mâles, vue antérieure. (d'après Serban, 1972).

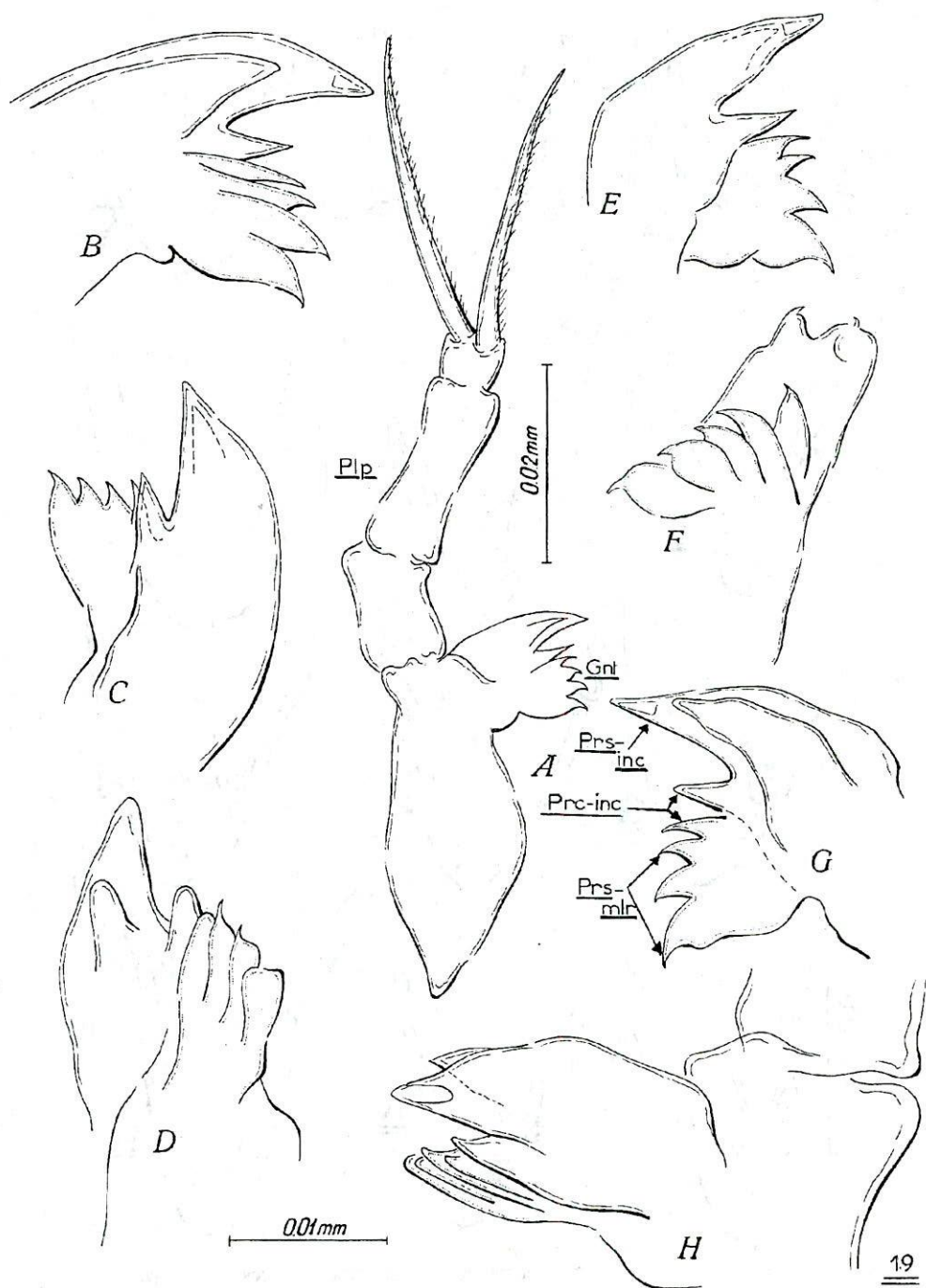


Fig.19. – *Bathynella paranatans* Serban: A, mandibule, vue générale; E–H, partie masticatrice mandibulaire (d'après Serban, 1972).

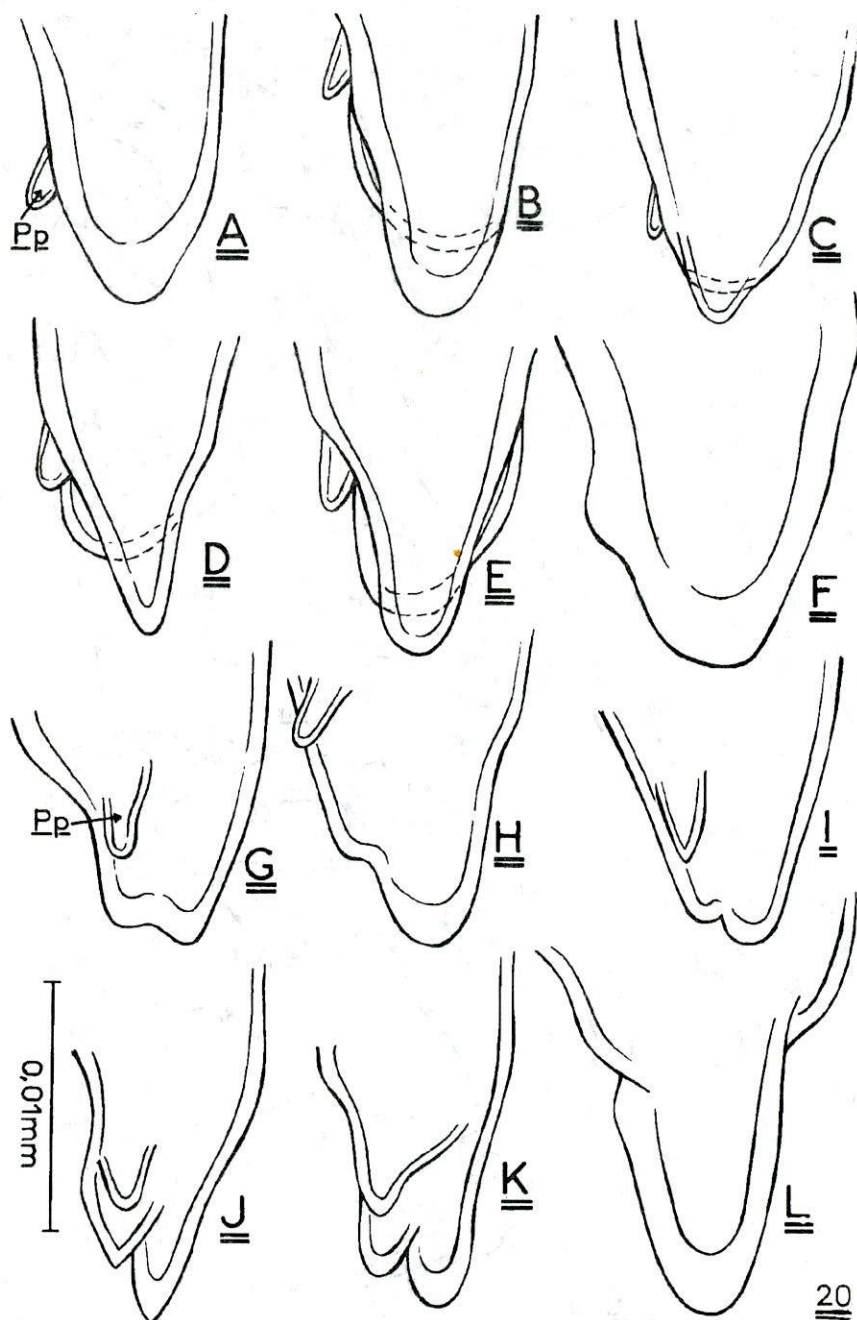


Fig. 20. – Plaque antérieure de la région pénienne chez certaines espèces de *Bathynella*, A–F, vue antérieure, G–L, vue latéro-externe: A et G, *B. paranatans* Serban; B et H, *B. boteai* Serban; C et I, *B. motrensis* Serban; D et J, *B. plesai* Serban; E et K, *B. ruffoi* Serban; F et L, *B. lombardica* Serban (d'après Serban, 1973).

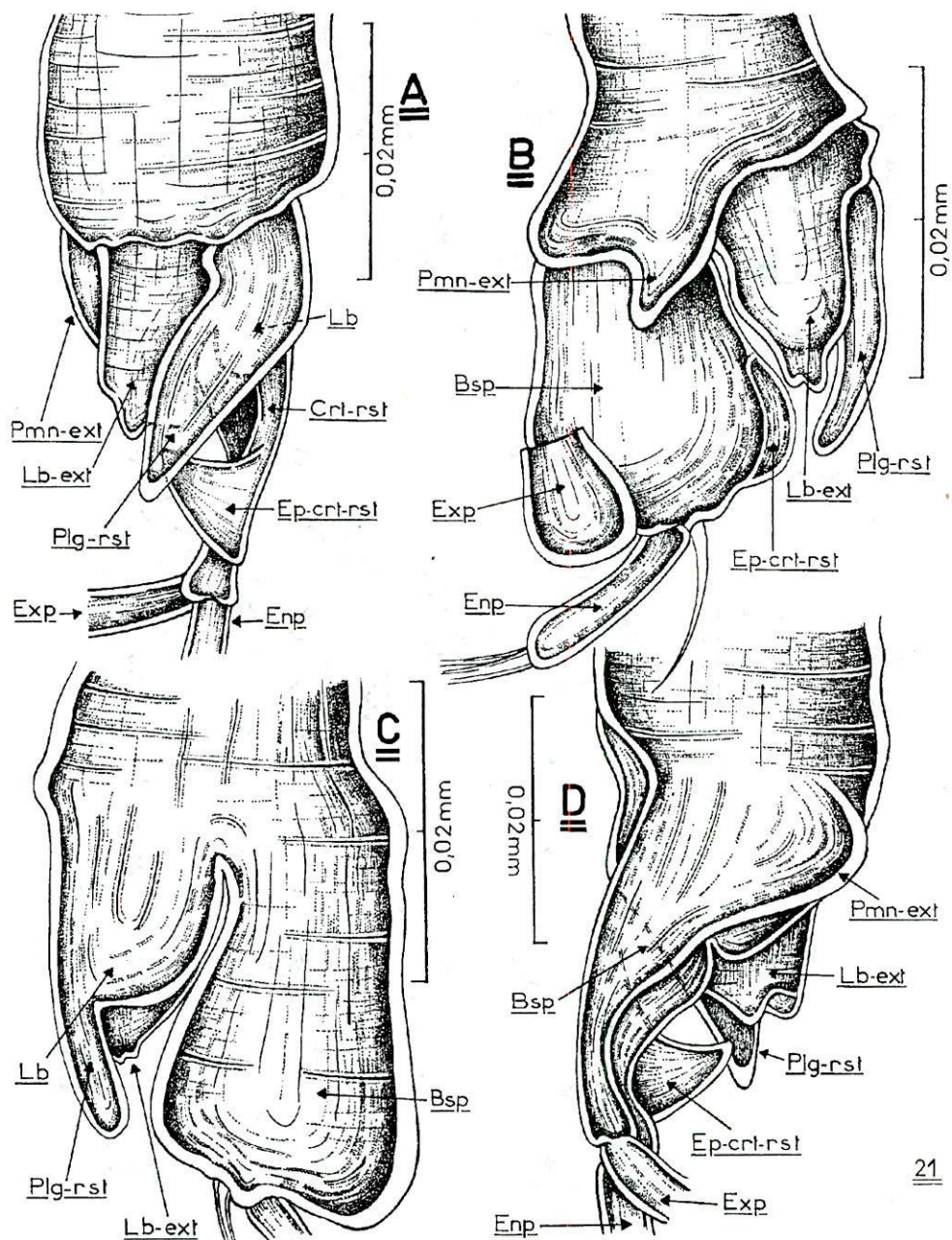
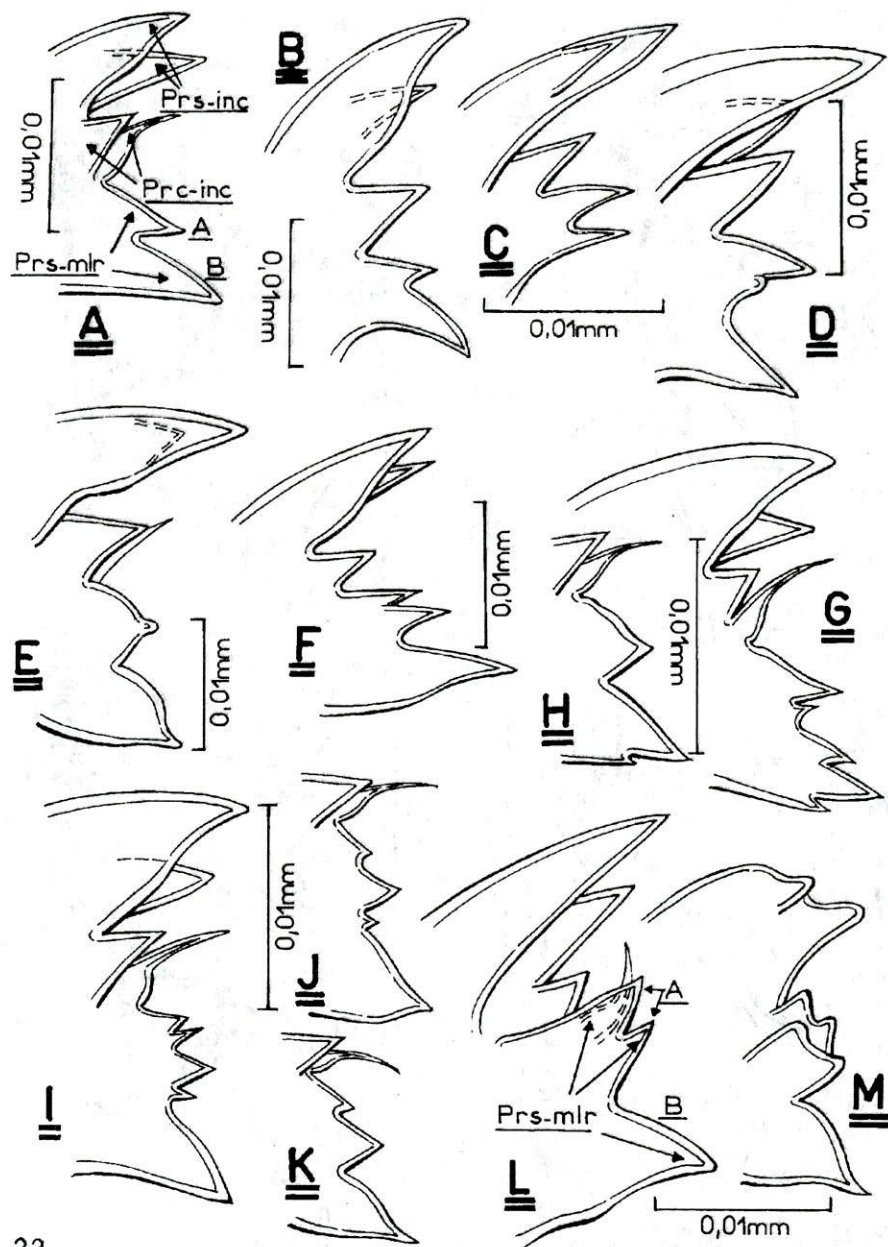


Fig. 21. – *Vejdovskybathynella balazuci* Serban et Leclerc. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne; D, vue postérieure (d'après Serban et Leclerc, 1984).



22

Fig. 22. – Partie masticatrice mandibulaire chez les Gallobathynellinae: A, *Clamoussella delayi* Serban, Coineau et Delamare; B, *Meridiobathynella rouchi* Serban, Coineau et Delamare; C, *Hispanobathynella catalanensis* (Serban, Coineau et Delamare); D, *Parameridiobathynella gardensis* Serban et Leclerc; E, *Vejdovskybathynella leclerci* Serban; F, *Gallobathynella coiffaiti* (Delamare); G, H, *Vejdovskybathynella espatiensis* Serban et Leclerc; I, K, *V. balazuci* Serban et Leclerc; L, M, *Sardobathynella cottarellii* Serban (d'après Serban, 1992)

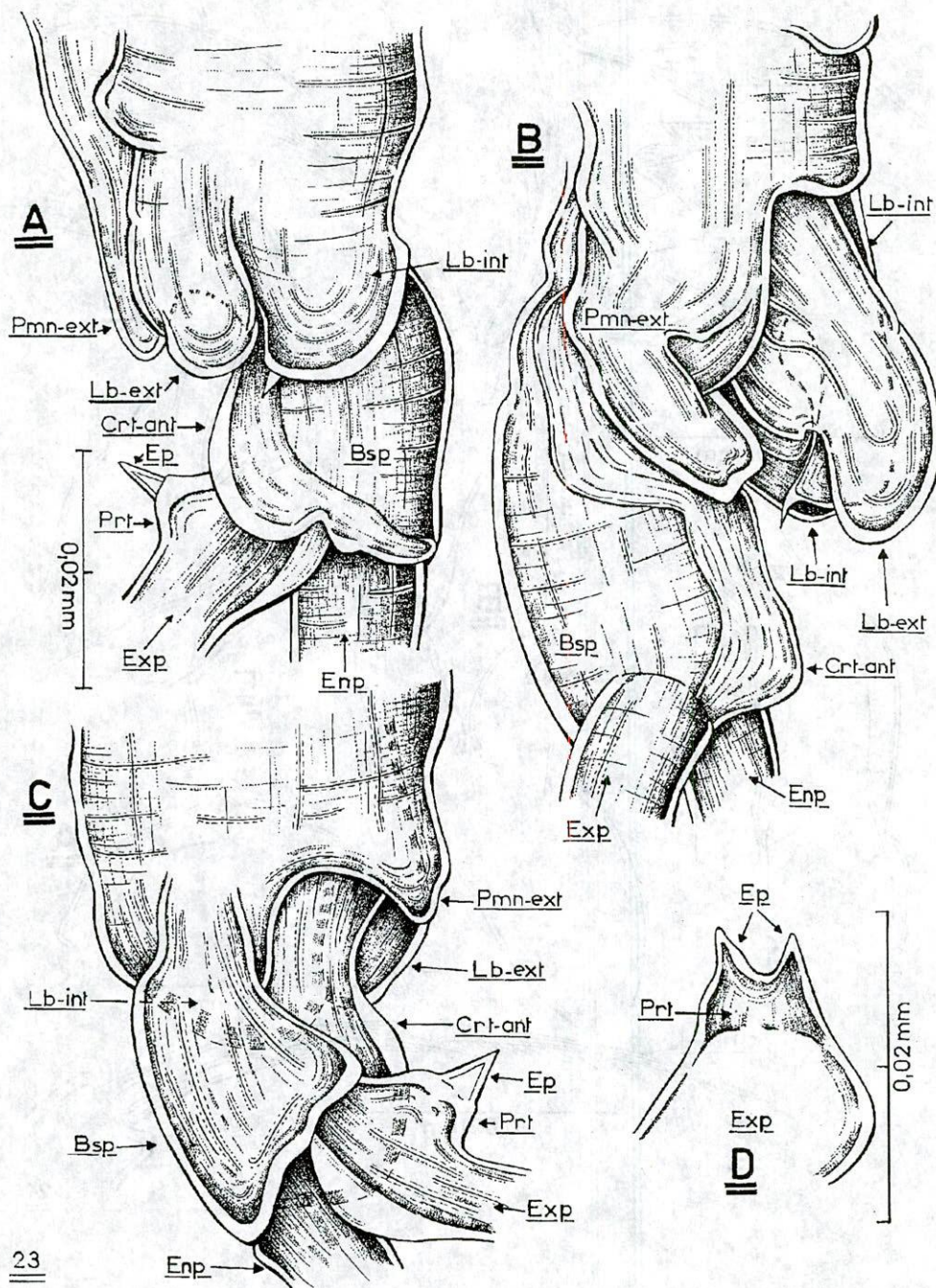


Fig. 23. – *Tianschanobathynella jankowskajae* Serban. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue postérieure; D, protubérance de l'exopodite (d'après Serban, 1993).

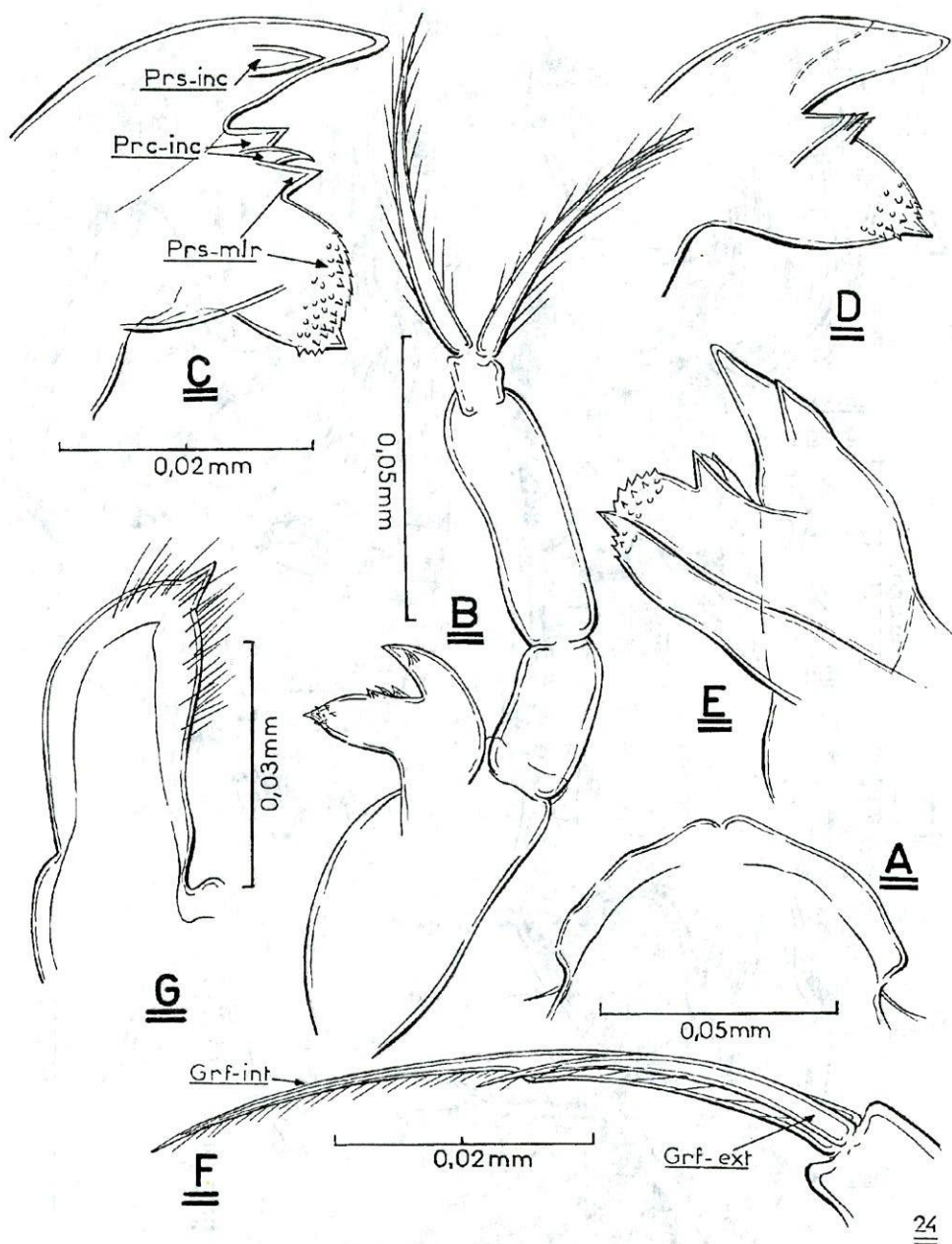


Fig. 24. – *Tianschanobathynella jankowskajae* Serban: A, labrum, F-vnt; B, mandibule, vue générale; C, E, partie masticatrice mandibulaire; F, griffes du palpe mandibulaire chez mâle; G, paragnathe (d'après Serban, 1993).

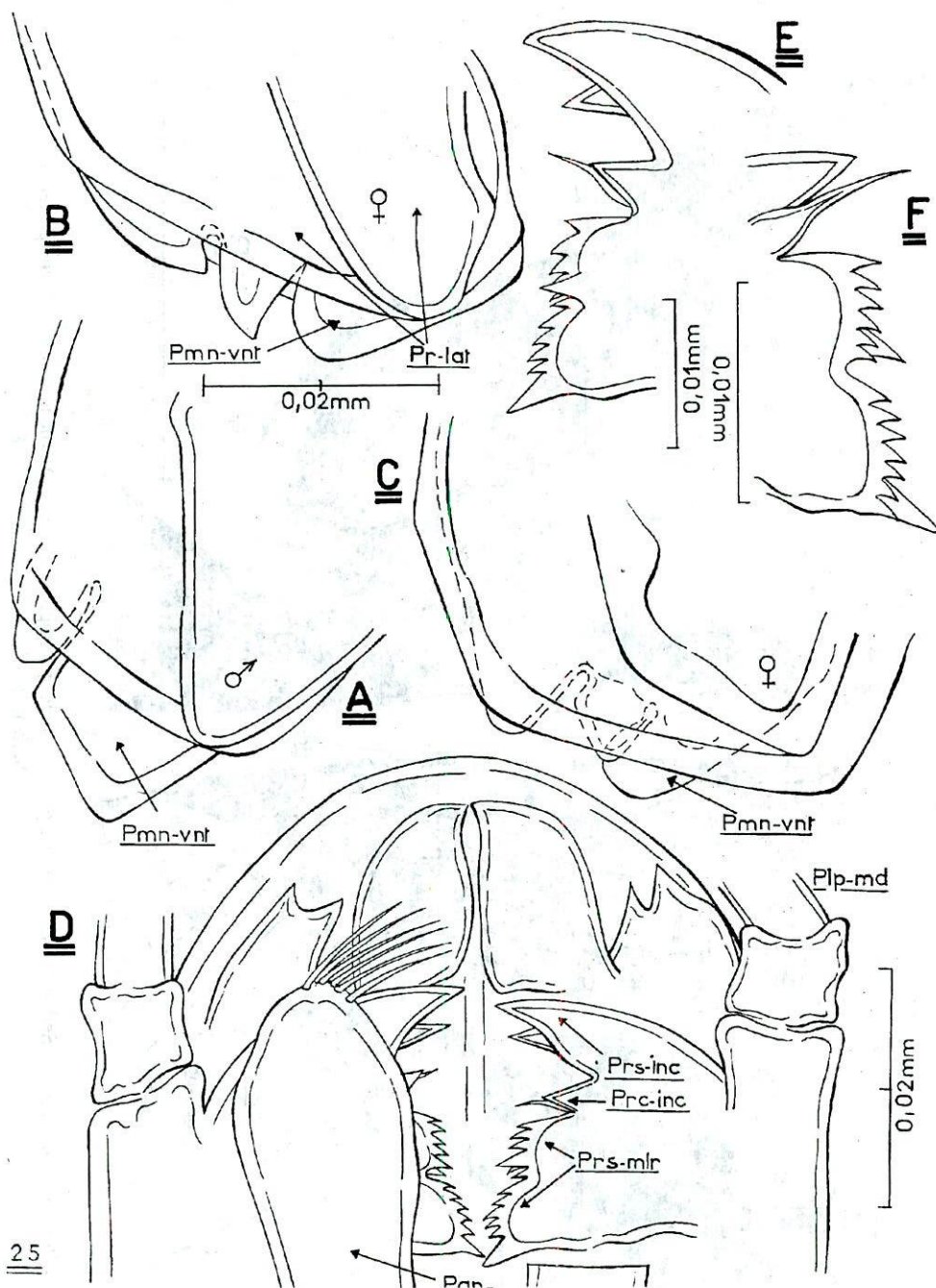


Fig. 25. – *Delamareibathynella motasi* Serban: A–C, labrum chez le mâle et chez les femelles, F–lat; D, labrum, partie masticatrice des mandibules et paragnathe, F–pst; E et F, partie masticatrice mandibulaire, (d'après Serban, 1992).

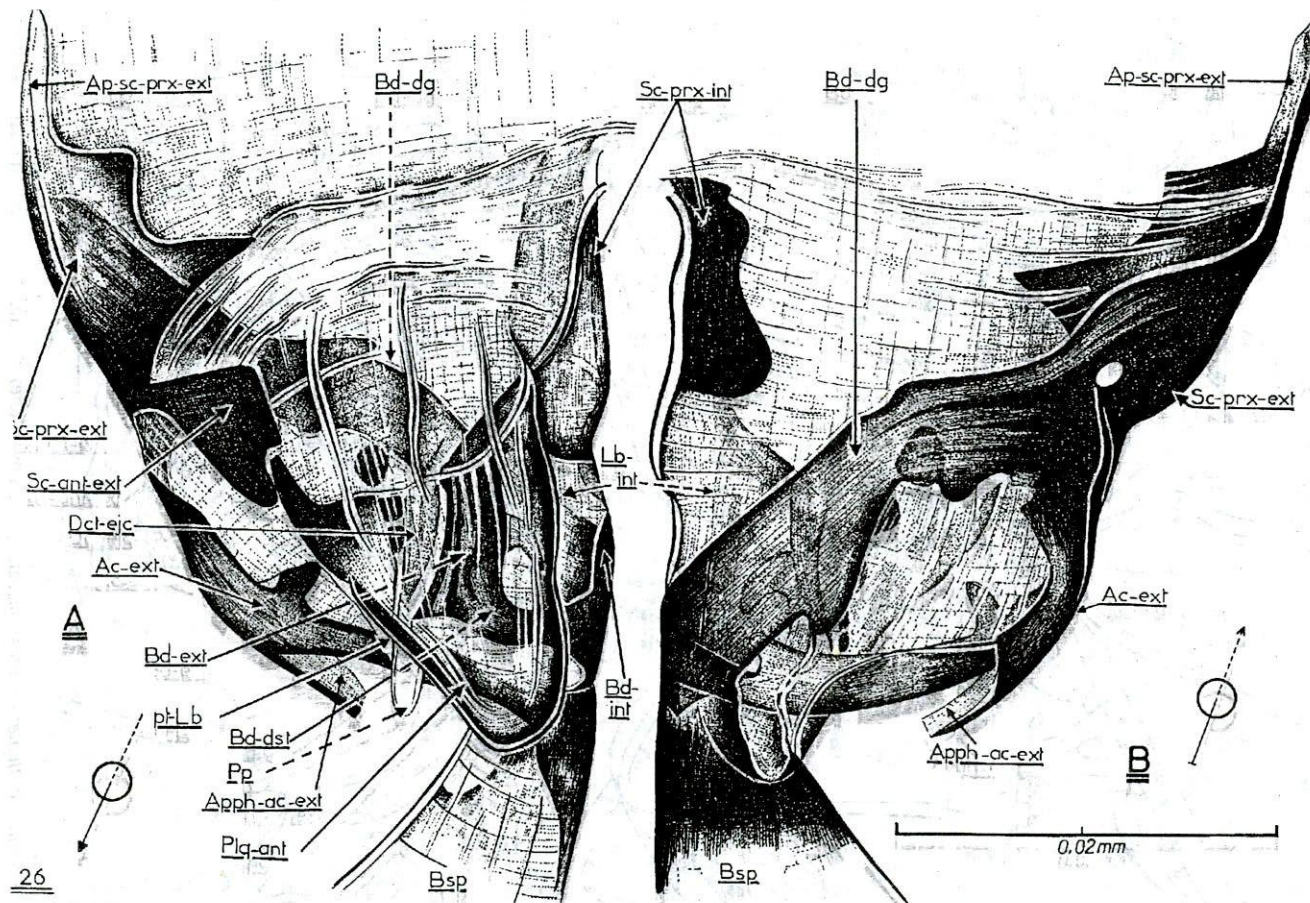


Fig.26. – *Bathynella paranatans* Serban. Les sclérites du protopodite les périopodes 8 mâles: A, vue antérieure; B, vue postérieure, (d'après Serban, 1972).

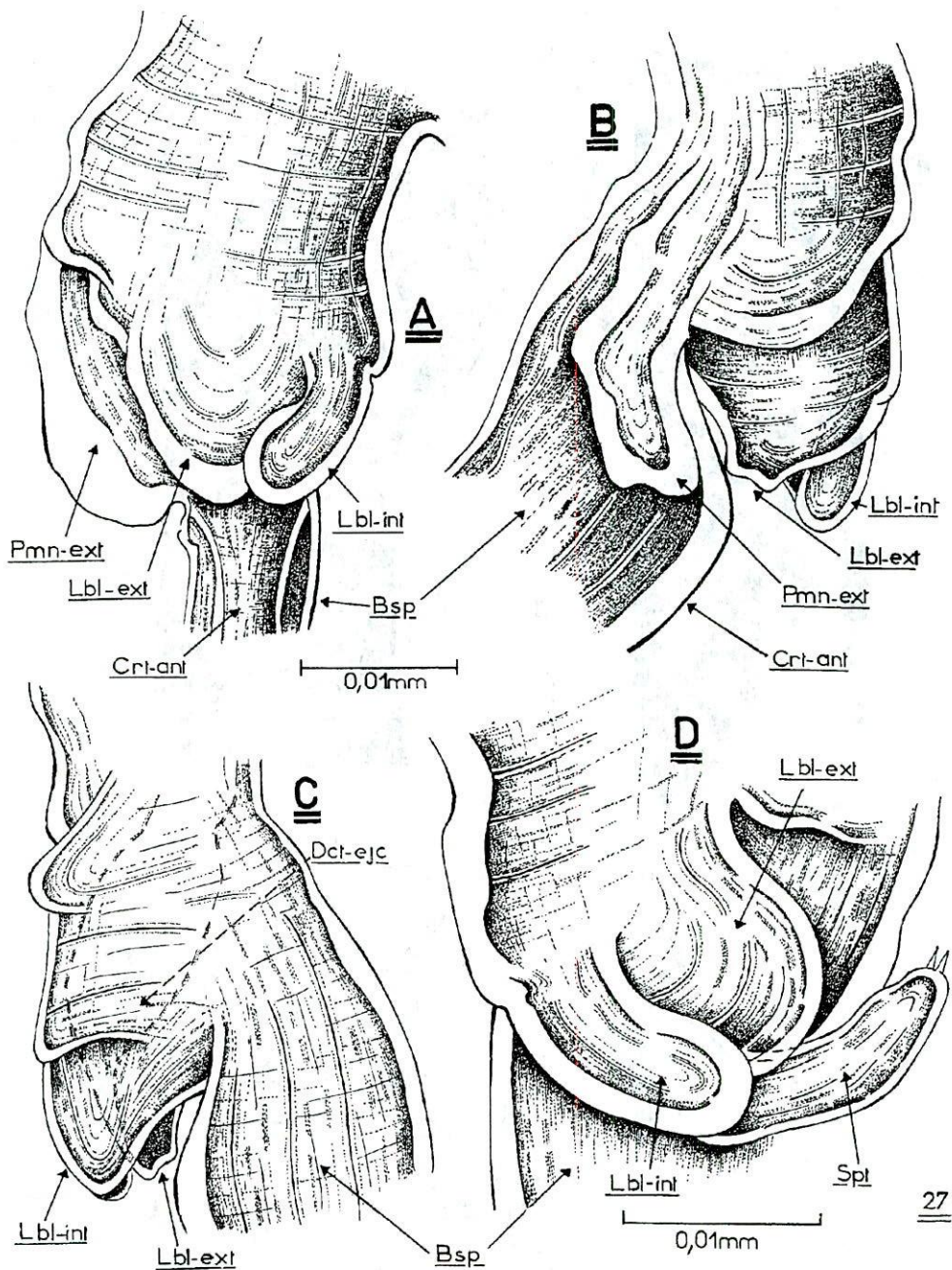


Fig. 27. – *Delamareibathynella deboutvillei* Serban. Périopode 8 mâle: A, vue antérieure; B, vue latéro-externe; C, vue latéro-interne; D, vue antérieure et le spermatophore (d'après Serban, 1992).

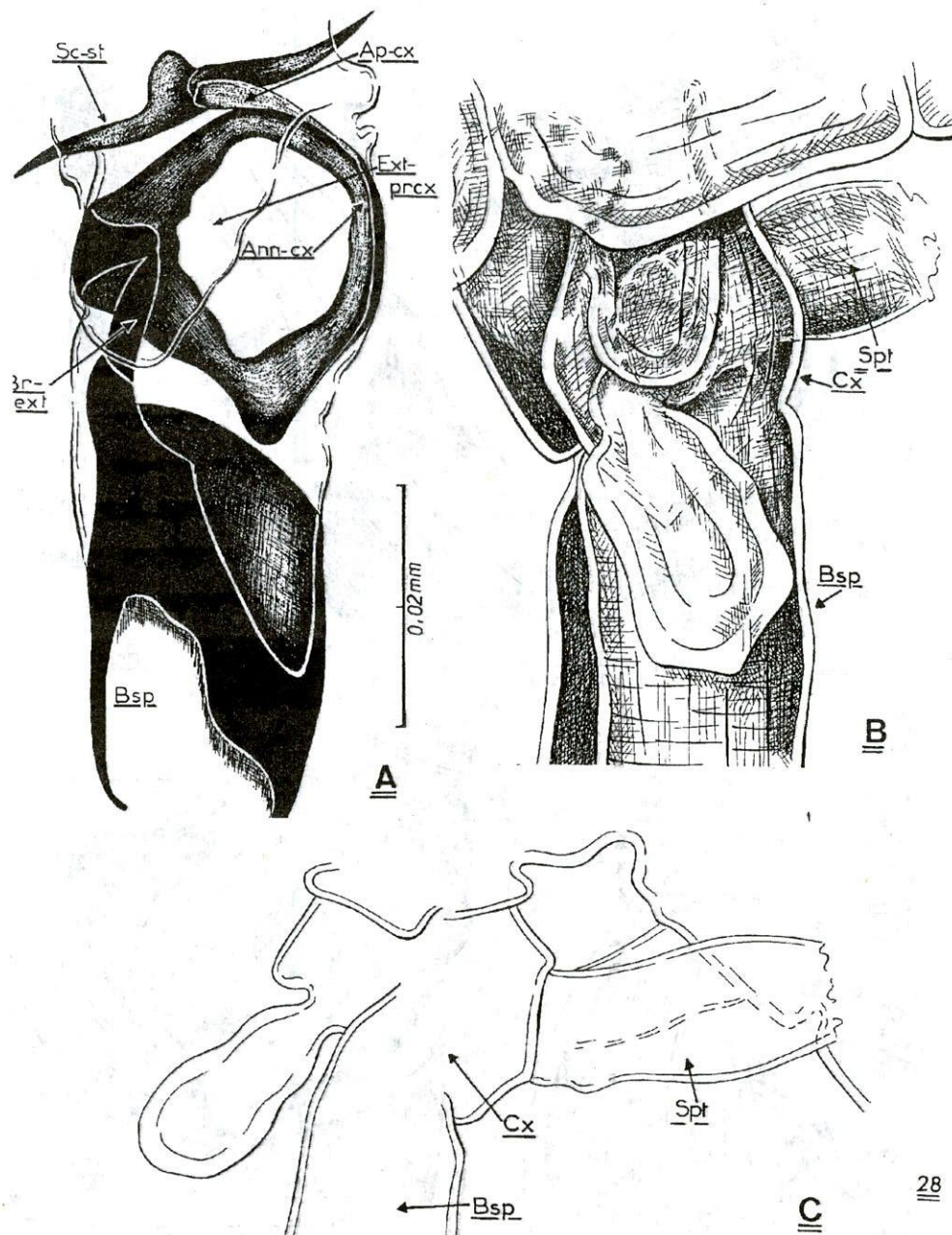


Fig. 28. – A, *Bathynella paranatans* Serban: protopodite du péréiopode VI femelle montrant la position de l'orifice génital sur le coxa (imprégnation argentique); B et C, *Morimotobathynella miurai* n. g., n. sp.: le coxa du péréiopode VI femelle portant le spermatophore, F-lat-ext et F-post. (A, d'après Serban, 1972).

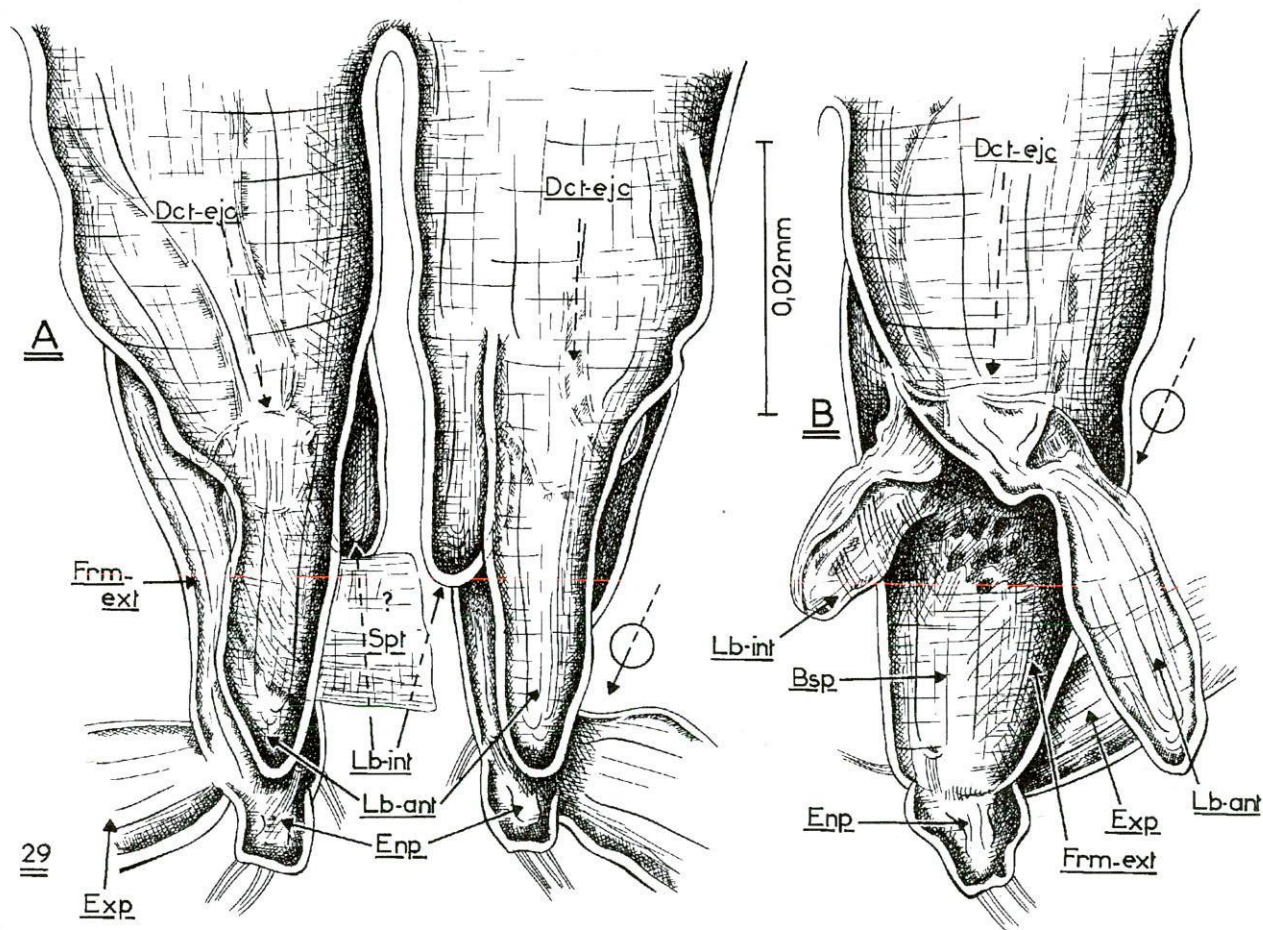


Fig. 29. – *Nihobathynella* sp.: A, paire de péréiopodes 8 mâles, l'un portant la partie basale du spermatophore; B, péréiopode 8 mâle qui, durant la dissection, on a éliminé le spermatophore.

LA MORPHOLOGIE DE L'ESTOMAC DE CALABOZOA PELLUCIDA (ISOPODA, CALABOZOIDEA)

IONEL TABACARU* et DIRK PLATVOET**

* Institut de Spéologie «Emile Racovitza» de l'Académie Roumaine, Str.Frumoasa 11,
R-78114, Bucarest 12, Roumanie

**Instituut voor Systematiek en Populatiebiologie (Zoölogisch Museum) Mauritskade 61,
P.O. Box 94766, 1090 GT Amsterdam, Nederland

Calabozoa pellucida Van Lieshout, 1983, a small sized isopod crustacean (2.5-3.4 mm) was found in subterranean waters in Venezuela. Its morphological features justify the erection of the suborder Calabozoidea Van Lieshout, 1983.

The study of phyletic relationships of *Calabozoa* has developed into two contradictory hypotheses : 1) Calabozoidea is closer related to the suborder Asellota than to any other known suborder of Isopods (VAN LIESHOUT, 1983, 1986); Calabozoidea and Asellota have a common ancestor, so they represent sister-groups (WÄGELE, 1989, 1994). 2) Calabozoidea represents a very primitive, aquatic oniscoidean relict, or a distinct taxon that has persisted from a line that led to the modern oniscoideans, thus a sister-group of the Oniscoidea (BRUSCA and WILSON, 1991).

The researchers that studied the stomach of Isopods comparatively have remarked that this organ with a complex structure is interesting for the study of systematics and phylogenetics.

The stomach of *Calabozoa* has not been described until now. It has a peculiar conformation, remarkable by the presence of two very strong dorsal apodemes and by the structure of the primary filter apparatus.

After a comparative study of the stomach of many Isopods WÄGELE (1989) shows that the anterior bristle plates (clatri setarum anteriores) have a plesiomorphic conformation (they are straight and parallel) in Phreatoicoidea and Asellota and are synapomorphic (curved towards the sides in the caudal part) in the other suborders (Oniscoidea, Valvifera, Sphaeromatidea, Cymothoidea). He considers *Calabozoa* as representative for the plesiomorphic type. Our comparative study shows that the primary filter apparatus of *Calabozoa* is derived from the apomorphic type through the joining of the two bristle plates.

Les Calabozoidea représentent le sous-ordre le plus récemment découvert parmi les Isopoda qui a été institué par VAN LIESHOUT (1983) pour l'espèce *Calabozoa pellucida* Van Lieshout, 1983. Ce petit Crustacés (2,5-3,4 mm), aveugle, a été trouvé dans les nappes phréatiques (puits) du Vénézuéla septentrional au cours d'une expédition de l'Université d'Amsterdam organisée en 1982 sous la direction du regretté Professeur J. H. Stock. C'est le Dr. L. Botosaneanu qui

a eu l'initiative de l'excursion à la terra typica : Calabozo, dans le Guarico, bassin de l'Orinoco.

La validité du sous-ordre des Calabozoidea a été unanimement reconnu cependant sur ses relations phylogénétiques ont été argumentées deux opinions nettement différentes : 1) Les Calabozoidea sont plus rapprochés des Asellota que des autres sous-ordres connus de l'ordre des Isopoda (VAN LIESHOUT, 1983, 1986); les Calabozoidea ont avec les Asellota un ancêtre commun donc ces deux sous-ordres sont des groupes-frères (WÄGELE, 1989, 1994). 2) *Calabozoa* représente soit un Oniscide primitif, aquatique, soit le groupe frère des Oniscidea (BRUSCA et WILSON, 1991).

On a remarqué depuis longtemps que l'estomac des Isopodes présente une structure complexe qui montre un intérêt particulier d'une part sous l'aspect systématique et même phylogénétique, et d'autre part du point de vue de l'adaptation à différents milieux de vie. De nombreux auteurs on décrit l'estomac de différentes espèces d'Isopodes (VANDEL 1943; RADU, 1950, 1959, 1962, 1983; TUZET, *et al* 1959; FLASAROVA, 1967, 1968, 1969; LICAR, 1970, 1976; LICAR et SKET, 1971; KENSLEY, 1974; TOMESCU, 1974; SCHELOSKE, 1976; HASSAL, 1977; WÄGELE, 1981, 1989; HAMES et HOPKIN, 1989; STORCH et STRUS, 1989) mais les études comparatives rencontrent des difficultés à cause des descriptions parfois incomplètes et surtout à cause de la nomenclature très différente utilisée par les auteurs pour les même pièces de l'estomac. En ce qui concerne ce dernier aspect il faut mentionner que SCHELOSKE (1976 b) a réalisé des tableaux synoptiques concernant la homologie des termes utilisés par les différents auteurs. Surtout MATHES (1956), RADU (1983), SCHELOSKE (1976), WÄGELE (1989), TABACARU et DANIELOPOL (1996) ont utilisé des caractères de l'estomac dans la systématique et la phylogénie.

Après une ample étude de l'estomac chez un grand nombre d'espèces d'Isopodes WÄGELE (1989 p. 25-50) remarque une évolution de l'appareil filtrant antérieur. Il conclut (WÄGELE 1989, 1992) que le type plésiomorphe, qui existe chez les Phreatoicidea et les Asellota, présente les filtres antérieurs (clatri setarum anteriores) parallèles à l'axe longitudinal tandis que le type apomorphe qui existe chez les groupes évolués d'Isopodes, présente la moitié postérieure des filtres dirigée latéralement. WÄGELE suppose (1989 p.49, 233) que chez *Calabozoa* existe le type plésiomorphe mais jusqu'à présent on n'a pas donné une description de l'estomac chez l'espèce *Calabozoa pellucida*.

L'ESTOMAC DE CALABOZOA PELLUCIDA

Matériel et méthode : Les exemplaires qui ont été disséqués pour l'étude de l'estomac proviennent de Calabozo sta. 82/558 (10.III.1982). L'estomac est plongé pendant quelques minutes dans une solution de KOH chaude ou quelques heures dans une solution froide, puis lavé à l'eau distillée et examiné en glycé-

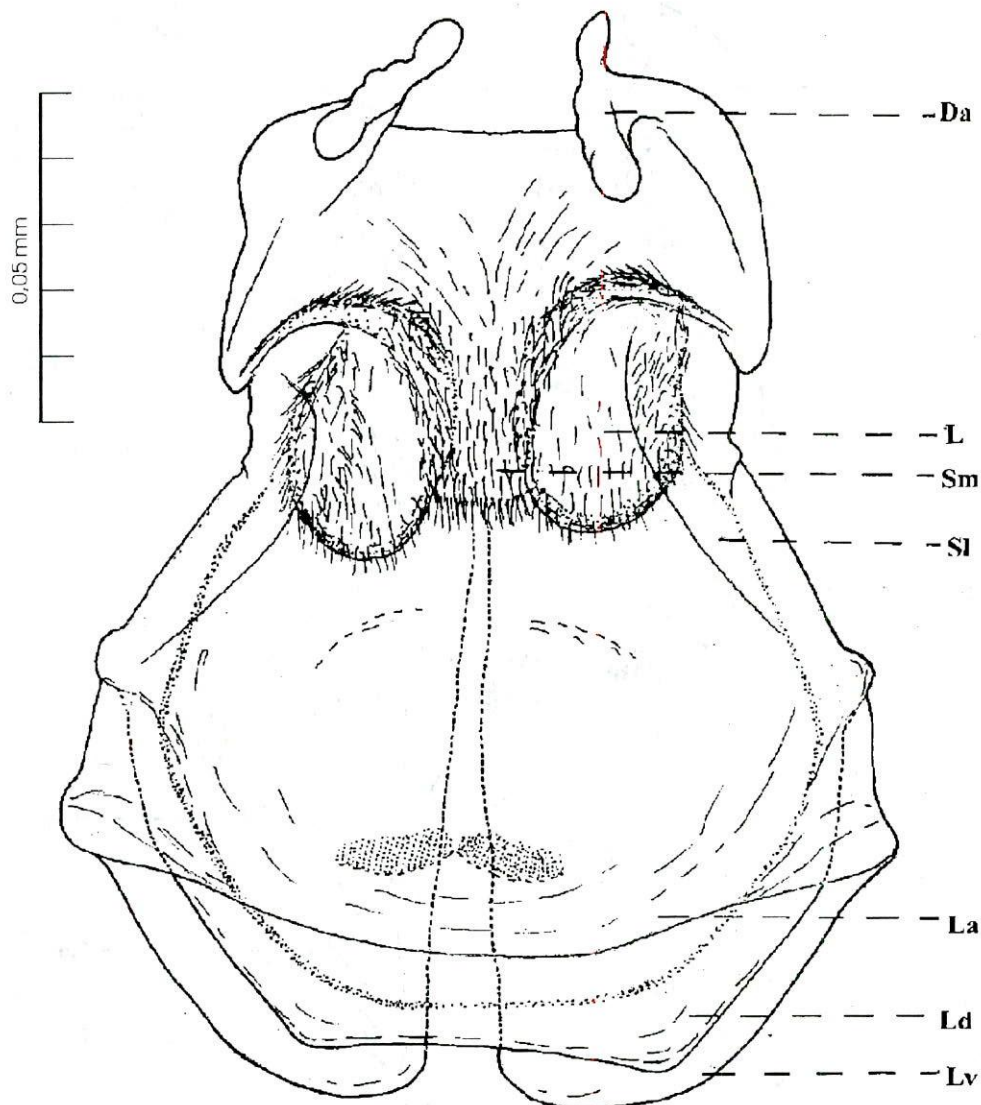


Fig. 1. – *Calabozoa pellucida*, estomac vu du côté dorsal. Da – apodèmes dorsales; L – lateralia; Sm – superomedianum; sl – superolateralia; La – lamella annularis; Ld – lamella dorsalis; Lv – lamellae ventrales.

rine, après coloration avec pyrogallol ou sans coloration. Des préparations en glycérine gélatinée ont été faites entre deux lamelles pour pouvoir être examinées sur les deux faces à l'immersion.

Description de l'estomac : L'estomac de *Calabozoa pellucida* est court (environ 200 microns) et ramassé, situé dans la tête, ses lamelles caudales

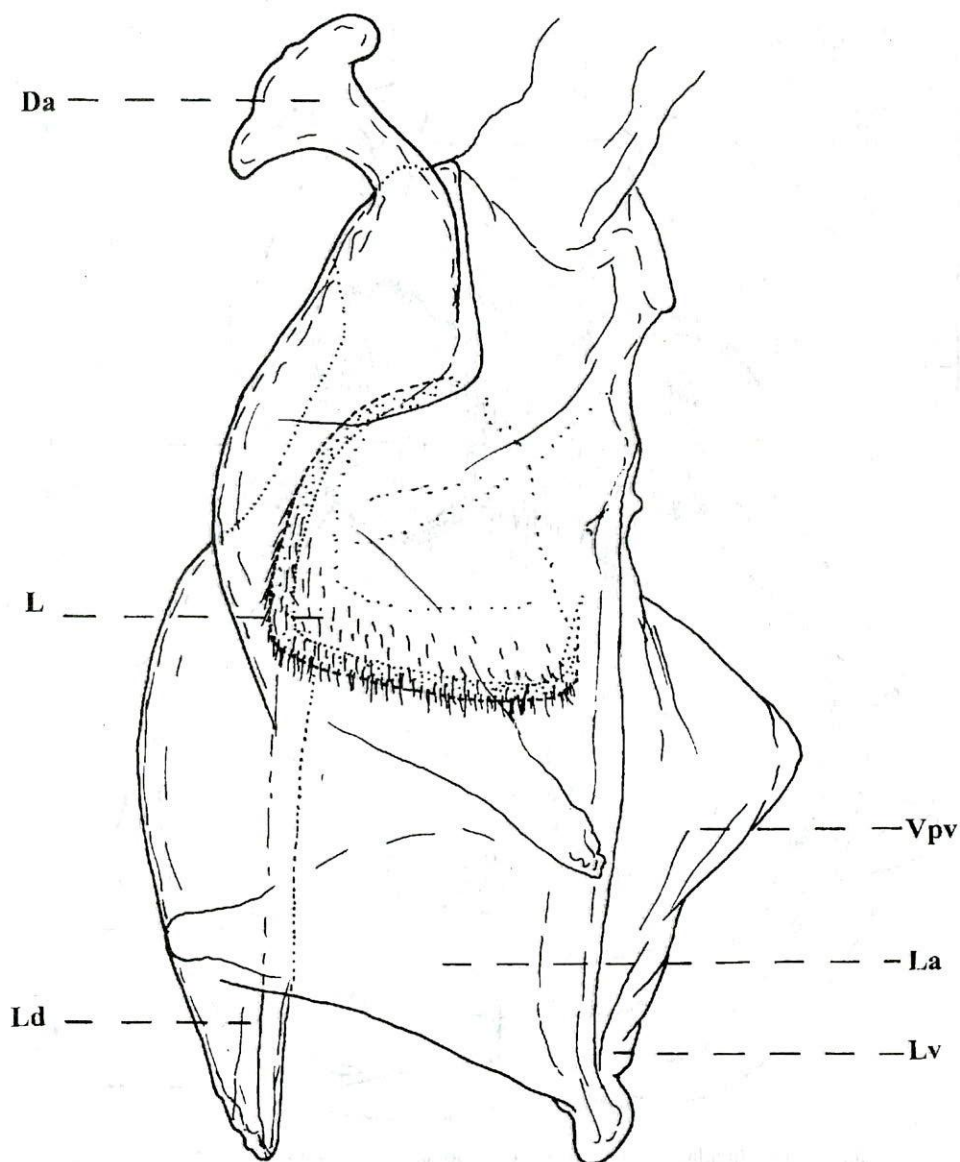


Fig. 2. – *Calabozoa pellucida*, estomac vu du profil. Da – apodèmes dorsales; L – lateralia; Ld – lamella dorsalis; Vpv – valvula postero-ventralis; La – lamella annularis; Lv – lamella ventralis.

(lamellae ventrales et lamella dorsalis) ne dépassant pas le bord postérieur de la tête. L'estomac présente une partie antérieure trapézoïdale et une partie postérieure ronde; la partie postérieure est plus large que la partie antérieure. Entre ceux deux parties il y a un étranglement, mais cet étranglement ne sépare pas une région cardiaque et une région pylorique car les pièces considérées d'habi-

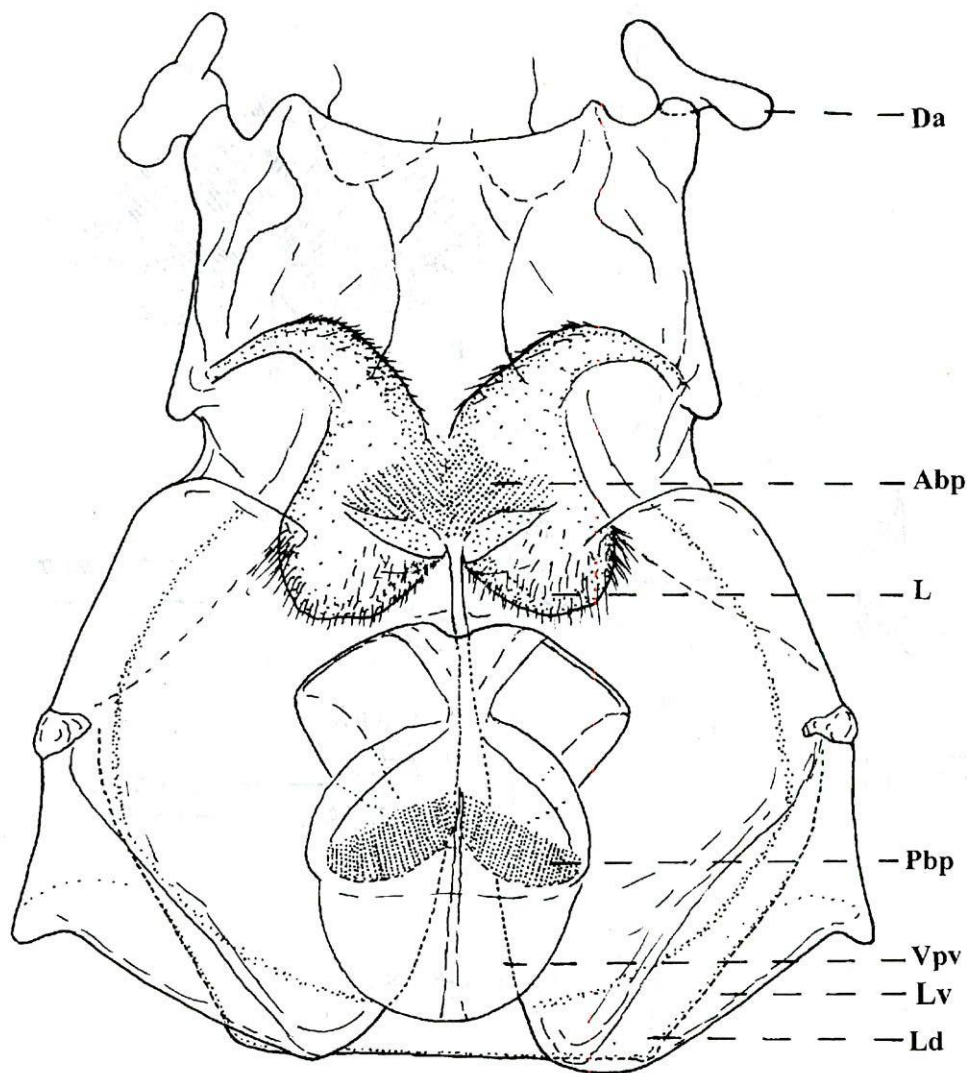


Fig. 3, — *Calabozoa pellucida*, estomac vu du côté ventral. Da — apodèmes dorsales; Abp — clatri setarum anteriores; L — lateralia; Pbp — clatri setarum posteriores; Lv — lamellae ventrales; Ld — lamella dorsalis.

tude «cardiaques» (Lateralia, Superomedianum, l'appareil filtrant antérieur) ne sont pas situées dans la région antérieure mais dans une zone moyenne. Nous sommes donc d'accord avec la conclusion de SCHELOSKE (1976 b) selon laquelle on ne peut pas distinguer dans l'estomac des *Isopodes* une région cardiaque et une région pylorique.

La plus remarquable particularité de l'estomac de *Calabozoa* est la présence de deux apodèmes antéro-dorsales très fortes, recourbées vers la ligne médiane et trilobées à leur extrémité.

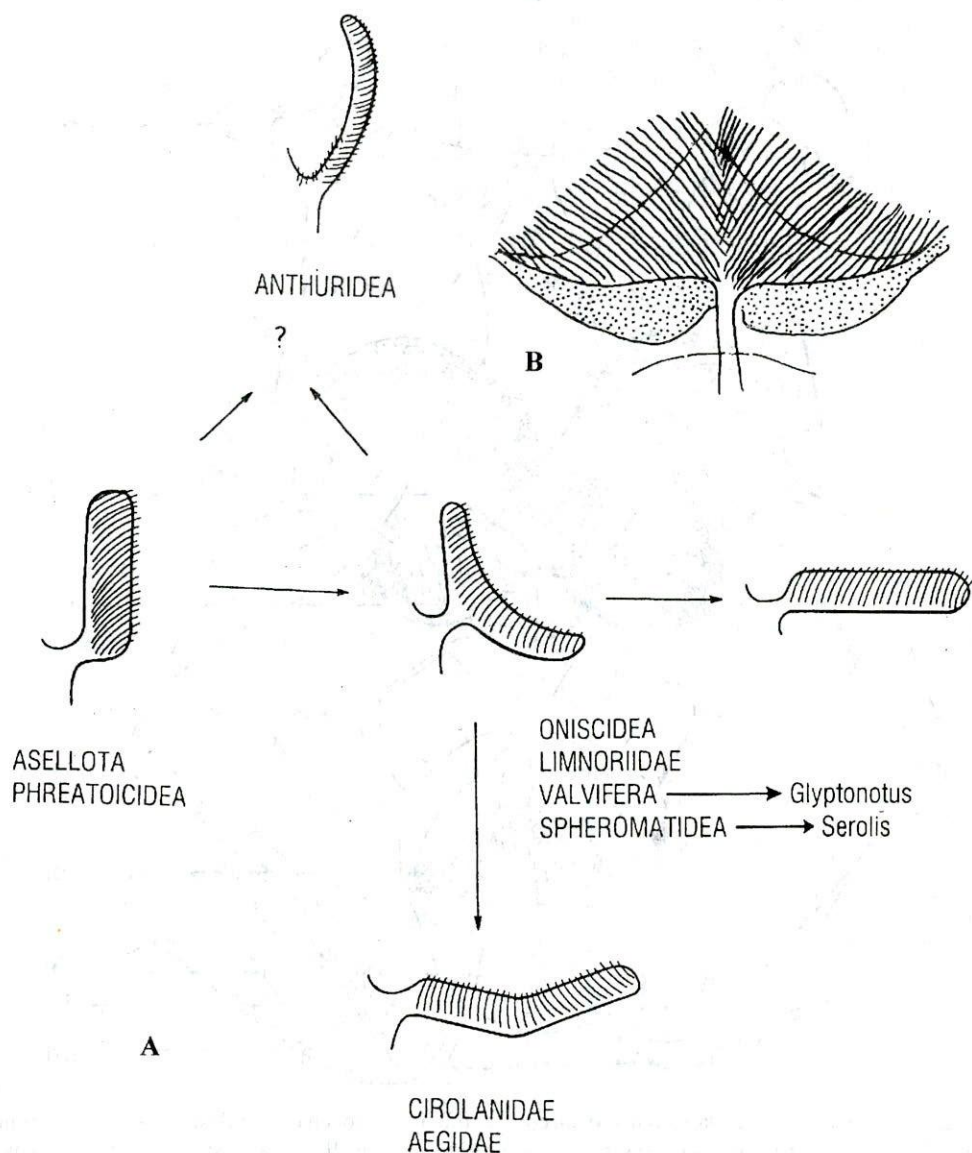


Fig. 4. A. – Esquisse de l'évolution de l'appareil filtrant antérieur selon Wägele (Seulement la moitié droite est figurée) (d'après WÄGELE, 1989, Fig. 26, modifiée); B. – appareil filtrant antérieur de l'estomac de *Calabozoa pellucida*.

Les Lateralia, ovoïdes, bien développés, sont garnis de nombreuses soies mais ne présentent pas de dents comme existent chez la majorité des Isopodes. Sur la face interne de la paroi dorsale de l'estomac, dans la partie antérieure, existe le Superomedianum (la valvule dorsale œsophagienne dans la nomenclature utilisée par WÄGELE) sous la forme d'une bande médiane densément garnie

de fortes soies. Au-dessus des Lateralialia, mais latéralement, existent deux courts plis, les Superolateralialia (Plica lateralis). Ces plis ne portent pas de franges comme on trouve chez de nombreux Isopodes.

L'appareil filtrant antérieur (Clatri setarum anteriores), situé sur la face interne de la paroi ventrale de l'estomac, opposé aux Lateralialia, présente une conformation caractéristique car les deux plaques-peignes qui existent d'habitude bien séparées, ici sont réunies dans une seule plaque avec un canal médian. Un Anteromedianum (pièce située d'habitude entre les deux plaques) n'existe plus.

L'appareil filtrant postérieur (Clatri setarum posteriores), éloigné de l'appareil filtrant antérieur, est constitué par deux plaques-peignes disposées en angle largement ouvert vers le postérieur. Il est recouvert par la valvula postero-ventralis.

Les lamelles caudales sont courtes, de longueur égale; elles apparaissent parfois de longueur différente entre elles en fonction de la position exacte de l'estomac. La lamelle dorsale (Lamella dorsalis) présente une forme demi-circulaire, tronquée à l'extrémité postérieure. Chez *Calabozoa* la lamelle dorsale n'est pas divisée en deux lobes comme c'est le cas chez de nombreux Isopodes (*Asellus*, *Jaera*, *Sphaeroma*, *Idotea*, *Antarcturus*, *Glyptonotus*). Les deux lamelles ventrales (Lamelae ventrales) sont arrondies à l'extrémité postérieure et ne sont ni prolongées dans une pointe ni pourvues de franges. Les lamelles ventrales continuent des deux côtés latérales ainsi que sur la face dorsale, au-dessus de lamella dorsalis, avec la lamelle annulaire (Lamina dorsalis posterior).

CONCLUSIONS

Considérant l'évolution de l'appareil filtrant antérieur remarquée par WÄGELE (Fig. 4 A, d'après la figure 26 dans WÄGELE, 1989) il faut préciser que chez *Calabozoa* existe une conformation particulière qui n'appartient pas au type plésiomorphe décrit chez les Asellota et chez certains Phreatoicoidea. La conformation de l'appareil filtrant antérieur de *Calabozoa pellucida* est du type apomorphe et semble être le résultat du rapprochement des deux filtres antérieurs, aspect que nous avons constaté aussi chez certains Oniscidea comme par exemple *Mesoniscus*.

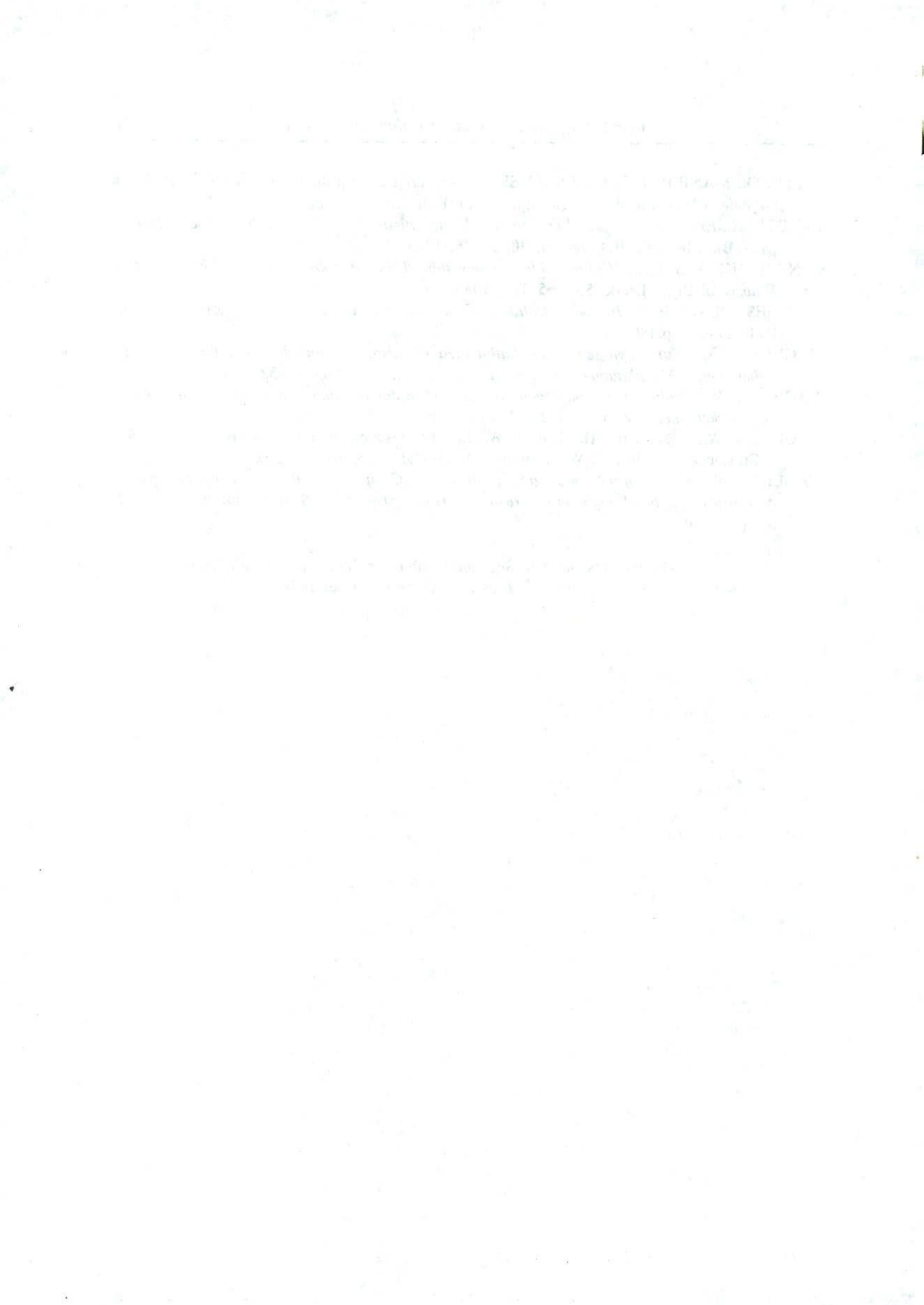
REMERCIEMENTS. Un des auteurs (I.T.) est très reconnaissant à l'Académie Roumaine pour le support financier (Grant 48/1998) qui lui a permis la continuation de ses recherches sur la morphologie et la phylogénie des Isopodes. Le même auteur adresse ses vifs remerciements au Dr. L. Botosaneanu, membre de l'équipe amsterdamoise ayant découvert *Calabozoa*, pour l'amabilité d'apporter à Bucarest en 1996 les exemplaires qui ont permis la réalisation de cette étude de l'estomac.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUSCA, R. C. et WILSON, G. D. F., *A phylogenetic analysis of the Isopoda with some classificatory recommendations*. Mem. Queensland Mus. **31**, 143–204, 1991.
- FLASAROVA, M., *Die Morphologie des Magens einiger Arten der Familien Trichoniscidae Sars und Buddelundiellidae Verhoeff (Isopoda, Oniscidea)*. Vestnik Cs. spol. zool. **31** (3), 197–212, 1967.
- FLASAROVA, M., *Die Morphologie des Magens bei Ligidium hypnorum (Cuvier) (Isopoda, Oniscidea)*. Vestnik Cs. spol. zool. **32** (3), 209–216, 1968.
- FLASAROVA, M., *Die Morphologie des Magens bei Asellus aquaticus (Linné) und Jaera albifrons Leach (Isopoda, Asellota)*. Vestnik Cs. spol. zool. **33** (3), 214–222, 1969.
- HAMES, C. A. C. et HOPKIN, S. P., *The structure and function of the digestive system of terrestrial isopods*. J. Zool., Lond. **217**, 599–627, 1989.
- HASSALL, M., *The functional morphology of the mouthparts and foregut in the terrestrial isopod Philoscia muscorum (Scopoli, 1763)*. Crustaceana, **33** (3), 225–236, 1977.
- KENSLEY, B., *Aspects of the biology and ecology of the genus Tylos Latreille*. Ann. S. Afr. Mus. **65**, 401–471, 1974.
- LICAR, P., *Predhodno poročilo o morfologiji zelodca pri družini Asellidae (Isopoda aquatica)*. Biološki vestnik, **XVIII**, 45–50, 1970.
- LICAR, P., *Morfologija in velikost zelodca nekaterih taksonov družine Asellidae (Isopoda, Asellota)*. Biološki vestnik, **24**, 39–46, 1976.
- LICAR, P. et SKET, B., *Morfologija zelodca pri družinah Asellidae in Stenassellidae (Isopoda, Asellota) in njeni filogenetski vidiki*. Biološki vestnik, **XIX**, 131–138, 1971.
- MATHES, I., *Zur systematischen Stellung der Gattung Platyarthus Brandt*. Sitzungsber. Öster. Akad. Wiss. Mathem.-naturw. Kl. Abt I., **165** (1) 81–92, 1956.
- RADU, GH., V., *Ordinul Isopoda, Subordinul Oniscoidea, Oniscoidee inferioare*. In Fauna R.S. Rom. Crustacea, **IV** (13), 1–168, 1983.
- RADU, V., V., *Particularități ale structurii stomacului la Mesoniscus alpicolus*. Bul. St. Acad. R.P. Rom. Ser. A, **II** (1), 25–33, 1950.
- RADU, V. V., *Constituția morfologică a stomacului la Filoscide*. Studia Univ. Babeș-Bolyai, Ser. II, Fasc 2 Biol., 75–80, 1959 a.
- RADU, V. V., *Noi date de importanță sistematică asupra structurii stomacului la izopodele terestre*. Stud. cercet. biol. Acad. R.P. Rom. Fil. Cluj., **X** (1), 137–142, 1959 b.
- RADU, V., V., *Noi contribuții la studiul anatomiei comparate a stomacului la izopodele terestre. Cercetări la specii de Platyarthus*. Com. Acad. R. P. Rom., **XI**, 1195–1202., 1962.
- SCHELOSKE, H. W., *Vergleichend-morphologische und funktionelle Untersuchungen am Magen von Asellus aquaticus*. Zool. Jb. Anat. **95** (5) 519–573, 1976 a.
- SCHELOSKE, H. W., *Ist die Unterteilung des Magens der Malacostraca in «Cardia» und «Pylorus» berechtigt? Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Crustacea-Malacostraca*. Z. zool. Syst. Evolutionsforsch. **14**, 253–280, 1976 b.
- STORCH, V. et STRUS, J., *Microscopic anatomy and ultrastructure of the alimentary canal in terrestrial isopods*. In : Ferrara, F., *Proceed. Second Symposium Biol. Terrestr. Isopods* (Urbino, 1986). Monitore Zool. ital. (N.S.), Monogr. **4**, 105–126, 1989.
- TABACARU, I. et DANIELOPOL, D. L., *Phylogénie des Isopodes terrestres*. C. R. Acad. Sci. Paris sér. III, **319**, 71–80, 1996 a.
- TABACARU, I. et DANIELOPOL, D. L., *Phylogenèse et convergence chez les Isopodes terrestres*. Vie et Milieu. **46** (2), 171–181, 1996 b.
- TOMESCU, N., *Morfologia stomacului la câteva specii de izopode terestre*. Studia Univ. Babeș-Bolyai, ser. Biol. fasc 1, 77–83, 1974.

- TUZET, O., MANIER, J.-F. et ORMIÈRES, R., *Recherches sur l'appareil digestif de quelques Isopodes (Anatomie, Histologie, Cytologie)*. Bull. Soc. zool. Fr. **84**, 505-531, 1959.
- VANDEL, A., *Essai sur l'origine, l'évolution et la classification des Oniscidea (Isopodes terrestres)*. Bull. biol. Fr. Belg. suppl. **30**, 1-136, 1943.
- VAN LIESHOUT, S. E. N., *Calabozoidea, a new suborder of stygobiont Isopoda, discovered in Venezuela*. Bijdr. Dierk. **53**, 165-177, 1983.
- VAN LIESHOUT, S. E. N., *Isopoda : Calabozoidea*. In: Botosaneanu, L. (Ed.) Stygofauna Mundi. Brill, Leiden, p.480, 1986.
- WÄGELE, J. W., *Zur Phylogenie der Anthuridea (Crustacea, Isopoda). Mit Beiträgen zur Lebensweise, Morphologie, Anatomie und Taxonomie*. Zoologica, **132**, 1-127, 1981.
- WÄGELE, J. W., *Evolution und phylogenetisches System der Isopoda. Stand der Forschung und neue Erkenntnisse*. Zoologica, **140**, 1-262, 1989.
- WÄGELE, J. W., *Isopoda* In : Harrison, F. W. (Ed.) Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol. 9 Crustacea, Harrison, F. W. et Humes, A. G. (Ed.), p.529-617, 1992.
- WÄGELE, J. W., *Review of methodological problems of 'Computer cladistics' exemplified with a case study on isopod phylogeny (Crustacea: Isopoda)*. Z. zool. Syst. Evolutionsforsch. **32**, 81-107, 1994.

(Poster présenté à la Seconde Conférence Internationale sur les Isopodes – Amsterdam, 16-17 Juillet 1998)



EDAPHICOLOUS, ENDOGEOUS AND SUBTERRANEAN COLEOPTERA FROM THE MOVILE KARSTIC AREA (SOUTHERN DOBROGEA, ROMANIA)

EUGEN NITZU

Institutul de Speologie "Emil Racoviță", Str. Frumoasă Nr. 11, 78114 București 12, România

L'auteur présente la synthèse de ses propres recherches des années 1993–1998 concernant 71 espèces (appartenant à 15 familles) de Coléoptères édaphiques, endogés et souterrains de la région karstique de Movile (Dobrogea méridionale, Roumanie). On présente la distribution verticale des espèces endogées et souterraines avec des données et des aspects écozoogéographiques et faunistiques inédits. Par l'examen saisonnier des corrélations des données ainsi obtenues avec les données concernant la variation de certains facteurs abiotiques (humidité relative et température) sont décrits certains aspects concernant le rôle du karst de Movile dans la survivance de certains éléments arboréaux ainsi que dans la dynamique de certaines populations locales.

1. INTRODUCTION

The most recent entomofaunal investigation in Southern Dobrogea (especially the Comorova and Hagieni forests from Mangalia region) was carried out in 1967. On this occasion, St. NEGRU realised a synthesis of all the coleoptera collected in the forests from Southern Dobrogea. Many of the species cited in Negru's paper were taken over from former lists of species (JAQUET, 1898–1902, FLECK, 1904, 1905; MONTANDON, 1908) which were no longer representative for the present biodiversity of this area. Moreover, the edaphobiont, endogeobiont and subterranean beetles from the limestone-area of Mangalia region have been studied until now, most accidentally, without a specific methodology, necessary to attain a purpose like this.

The discovery of the Movile Cave, with its great faunal diversity, and the ecological and biogeographical questions raised by it, was the starting point for the subsequent faunal investigation, vast in scope. This investigation grounded a complex study on the genesis and function of the subterranean ecosystems formed in the special conditions of the karstic-area from Movile, on their role as a refuge in conserving some relict species and also pontic and euxinic endemic species (in the author's conception, the "Euxinic" subrefuge designates the

geographic region circumscribed by the seacoast cleve from northern Bulgaria, Dobrogea and the Crimea peninsula, within which survived, during the glacial period, relict species, while some other species, endemic to this area, appeared).

2. MATERIALS AND METHODS

In the years from 1993 to 1998, the author collected beetles in the Movile Cave, and also from the edaphic, endogeous and subterranean habitats in the "Movile" karstic limestone area. All the coleoptera cited in the present paper were collected and identified by the author, exclusively from the limestone area circumscribed by "Obanul Mare", "Obanul Mic" and the afferent valleys (do-line), with a total surface of approximately 0.5 km².

Methods of collecting edaphobiont coleoptera. In addition to direct manual collecting, I used 20 Barber traps (Fig. 1D), periodically verified. Umbraticolous species were collected from under big stones using Barber traps placed in the most humid and shaded places, under *Crategus* and *Paliurus* bushes. The calciphilous, xero-thermophilous coleoptera, were captured with tweezers and exhaustor on the sunbathed limestone.

Methods of collecting endogeobiont and pholeophilous coleoptera. I dug pits up to 30–50 cm in depth, as far as the limestone layer, moistened in the aestival season with carbonic acid. This moistening was made with a view to provide an adequate relative humidity and also a partial opening and clearing of cracks from the limestone, initially obtruded by dust and soil particles. This procedure is very important in ensuring the access of endogeobiont coleoptera to the traps. In addition to the traps placed in these pits, I placed Barber traps with olfactory attractant, in burrows of *Citellus* (at 15 to 40 cm in depth) (Fig. 1C).

Methods of collecting subterranean coleoptera. We dug a groove in limestone, on the bottom of a funnel resulted after the covering of an older geological drilling. In this groove, situated 6 m under the soil level, we excavated an artificial cave of approximately 1.20 m in length, and 4 Barber traps with olfactory attractant were placed inside (Fig. 1B). In the late autumnal season and early winter, I experimented some thermic traps in this microcave, (Fig. 1A). Every time, after traps' placement, the entrance of the microcave was closed with a wall of stones, and over this (for a better isolation of the inside microhabitat) a plastic cover was laid. This cover was, in its turn, covered up with soil. The traps from inside this microcave were periodically verified and replaced every 15–20 days, excepting the winter season, when the traps were placed in October or November and extracted in the first half of March.

The coleoptera from the deep subterranean environment, were collected using traps with olfactory attractant, placed between 10–22 m. in depth in two

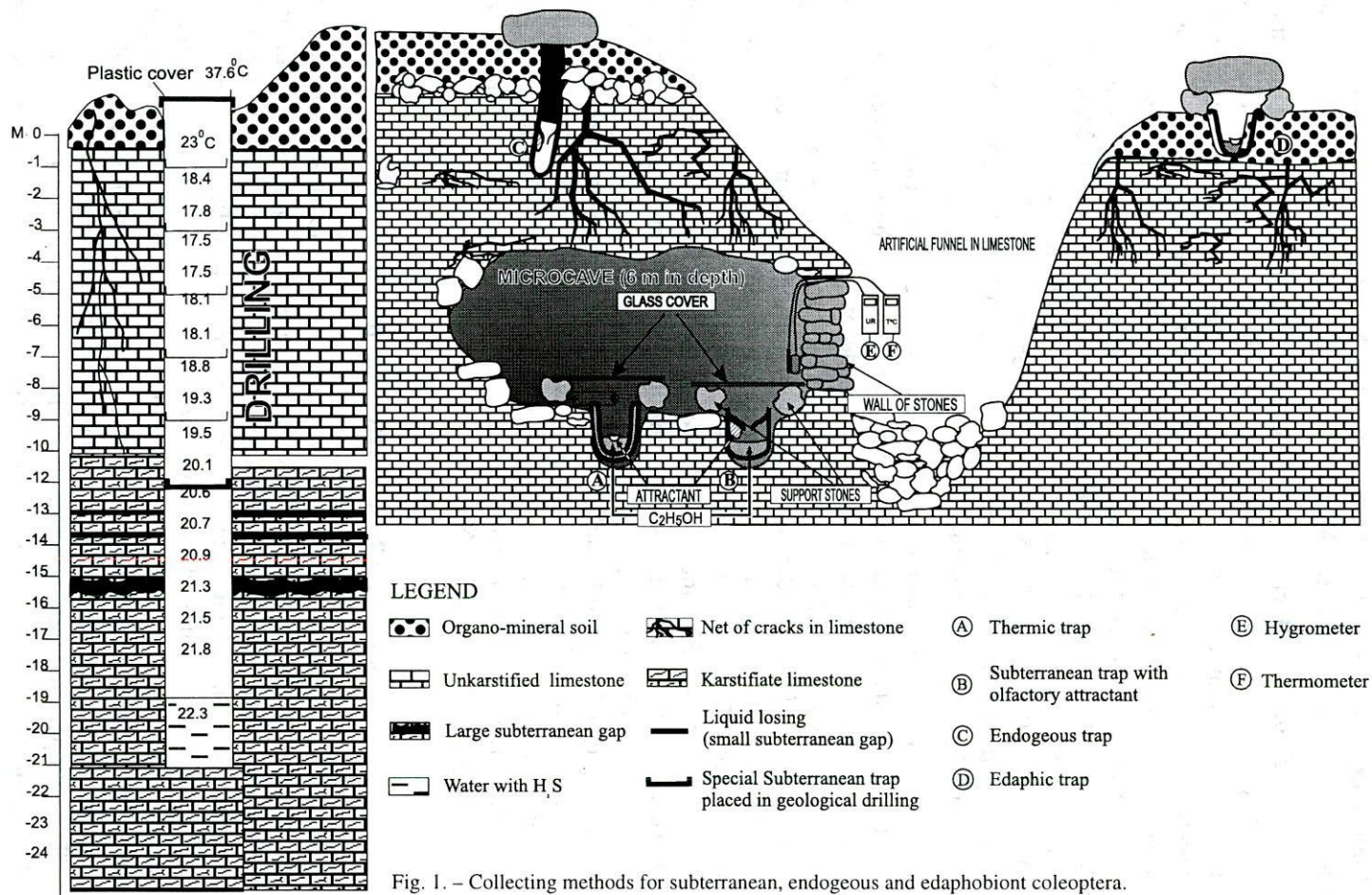


Fig. 1. – Collecting methods for subterranean, endogeous and edaphobiont coleoptera.

geological drillings, near the Movile Cave (E. NITZU & V. DECU, 1998). For troglobiont coleoptera from the Movile Cave, I used direct manual collecting.

The periods of collecting were selected varying with weather evolution over each year, so that the collecting take place in the best possible conditions of humidity and temperature, and the sum of the temperatures satisfies the appearance of the imago stage for a great number of beetles in vernal season (*relative velocity of development* – R. A. WARDLE, 1929). For the hibernal season (only in microcave), the Barber traps with conserving substances were placed in the last half of November 1997 and extracted in the first half of March 1998; for the vernal season, the collecting campaigns took places in 8–15.V.1995, 10–19.V.1996, 10–17.V.1997, 15–25.V.1998. For the aestival season, the traps were placed in the periods 10–15.VI.1996, 12–17.VIII.1997, 17–26.VI.1998, 16–18. VII. 1998, and for autumnal season in 7–15.IX.1997.

The recording of relative humidity and temperature values. Values of the relative humidity and temperature were registered at the soil level. For the edaphic environment, the registration was made at shadow, under bushes of *Crategus* and *Paliurus* (shaded edaphon), and on the sunbathed limestones without vegetation (xero-thermic edaphon). The registration of temperature in the geological drillings was made at every meter, with an electronic thermometer with long wire (22 m) (E. NITZU & V. DECU, 1998).

In the microcave, 30 minutes after covering the entrance with stones, through a little space, I introduced thermic and humidity sensors, connected by cables at the electronic thermometer and the hygrometer remained at the exterior. Thus, the temperature and relative humidity values could be read, at the moment when the microclimate from inside the microcave was restored. After registration, the sensors were removed and the little space of access was covered too.

Zoogeographic elements were defined after the principles of migrative zoogeography (G. de LATTIN, 1967).

3. BRIEF PRESENTATION OF BIOTOPE

According to a more detailed description of the “Movile-type karst” (T. CONSTANTINESCU, 1995), “Obanul Mic” is a depression of 250/200 m, and 7–10 m in depth. It is situated at the border of a small lake and has a small fresh water source (Fig.2). “Obanul Mare” is a depression of 400/300 m and has 10–14 m depth. The border of these depressions (*obane*) presents a special morphology, characterised by alternating small limestone hills partially covered with herbaceous steppic vegetation, (with altitudes between 3–8 m, diameters among 10–40 m), and smaller valleys (doline), of 5–30 m in diameter and 3–10 m depth.

The temperature and relative humidity registered for the periods of collecting, in various research sites during the period October 1997 – October

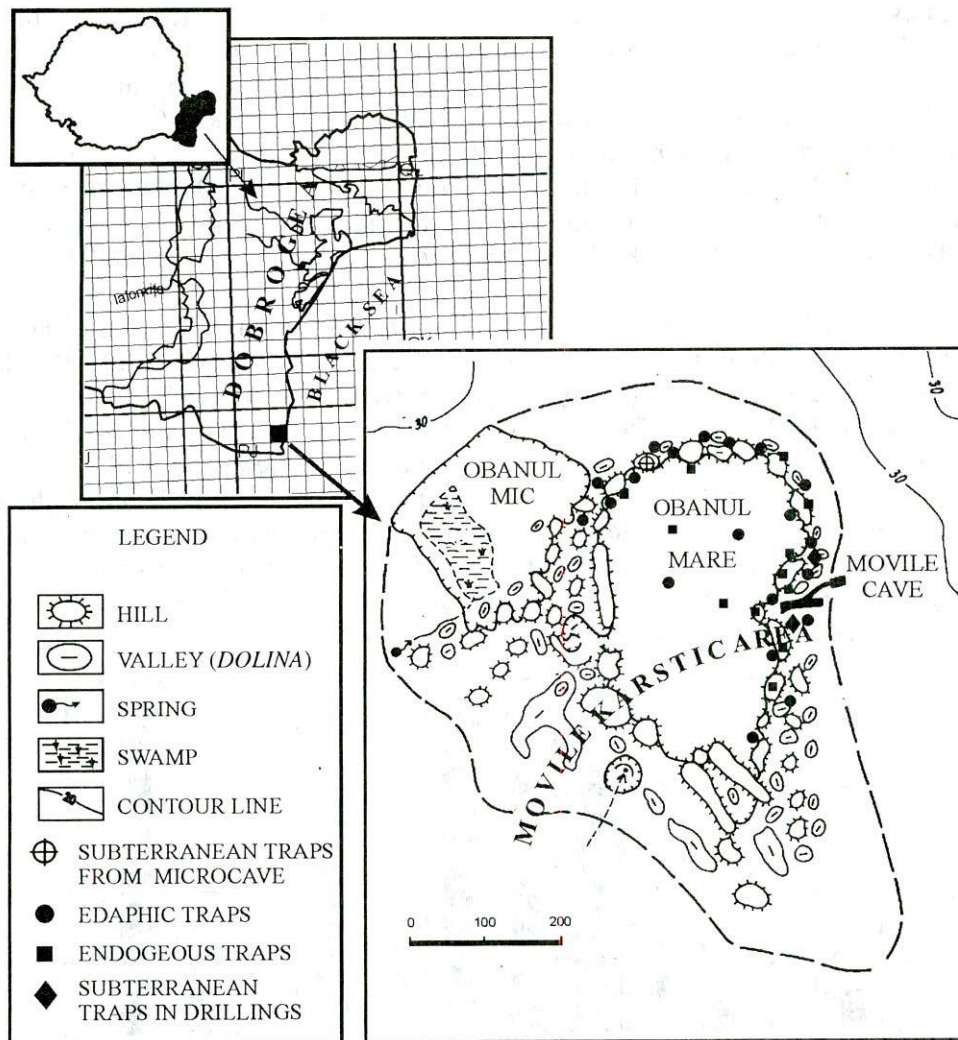


Fig. 2. – Map of the Movile karstic area with indications on the placement of traps.

1998, allowed us to put into evidence 4 types of microclimates in the studied edaphic and subterranean environments. For example, on June 17, 1998 (9 a.m.), at 6 m altitude, on the sunbathed limestone (so called *xero-thermic edaphic habitat*), the temperature ($t^{\circ}\text{C}$) (at the soil level) was 32.5°C and the relative humidity (R.H.) of 48.3%. On the other hand, on the bottom of *doline* (small valley), at 5–6 m in depth, in the shadow of bushes (so-called *shaded edaphic habitat*), $t^{\circ}\text{C}$ was 25°C and R.H. = 68–70%, while in *M.S.S*¹. (*subterranean superficial medium*), in the artificial microcave, the recorded

¹ Milieu souterrain superficiel (C. JUBERTHIE *et al.*, 1981, a ,b)

values were $t^{\circ}\text{C}=19.3^{\circ}\text{C}$ and $\text{R.H.}=85.5\%$. This punctual picture of the biotope let us understand why on this relatively small area (only 0.5 km^2), where for the same period of the day, in different micro-habitats, the temperature varies from 32°C to 19.3°C and the R.H. from 48.3% to 85.5% , 71 species of coleoptera (belonging to 8 migrative zoogeographic elements) were collected. The $t^{\circ}\text{C}$ and R.H. registration during October 1997–October 1998 showed that, unlike the edaphic habitat, in the M.S.S., the R.H. remained relatively constant ($81\%–85\%$) and the temperatures did not exceed 19.3°C in the aestival season.

Situated in the southern part of the Romanian seacoast, where the monthly average temperature in winter season does not descend under 2°C , the Movile region has a steppe facies, with an yearly average rainfall of 375 mm and evaporation of 750 mm. The monthly average temperature, and rainfall for the Mangalia region are given in Fig. 3 (from Atlasul Climatologic al R.P.R., 1949, 1954). In a recent paper, (E.NITZU & V.DECU, 1998) we presented some indications on the thermic variation in the geological drillings (used for collecting fauna from the *deep underground habitat*). Details on the geo-morphology (including maps) of the Movile Cave and surrounding area are presented in some other papers (T. CONSTANTINESCU, 1989, 1993, 1995).

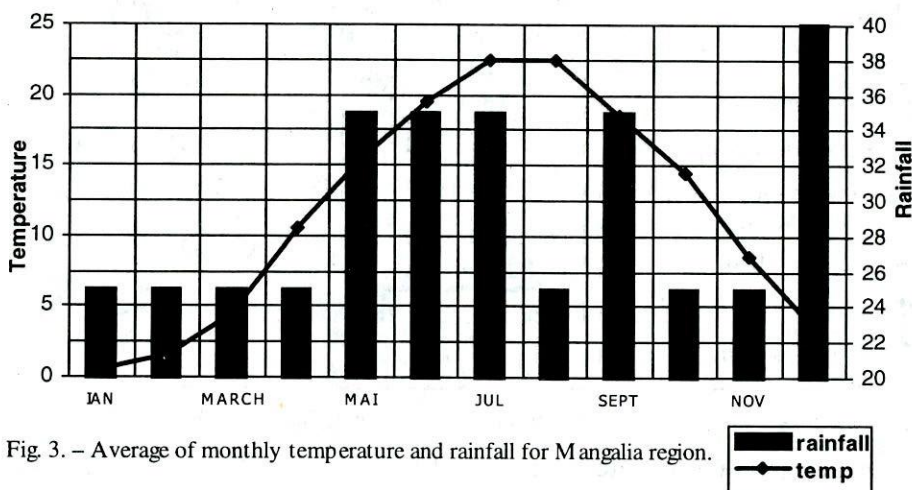


Fig. 3. – Average of monthly temperature and rainfall for Mangalia region.

4. DISCUSSION

During the research period between 1993–1998, the author identified 71 species of edaphic-calciphilous, endogeobiont and subterranean coleoptera from the Movile karstic area, belonging to 15 families (Table 1). Among these, the Carabidae and Staphylinidae families are the best represented (with 34 and, respectively 16 species). Some species belonging to the Scarabaeidae family (*Onthophagus vacca* Linné, 1767, *O. verticicornis* Laicharting, 1781, *O. rufi-*

capillus Brullé, 1832, *Aphodius lugens* Creutzer, 1799, *A. luridus* Fabricius, 1775), often observed in horses and sheep's dung from the 'Obanul Mare', were not cited in Table 1, as we considered that they have no relevance for the subject treated in the present paper. However, we cited 2 xylophagous species of Elateridae [*Melanotus rufipes* (Herbst) 1784 and *Agriotes lineatus* (Linné) 1767], which winter (in great number of specimens) in soil, under roots of *Paliurus* and *Crategus* bushes.

Among the Carabidae, *Limnastis galilaeus* Brülle, 1875 and *Parazuphium chevrolati* Castelnau, 1833, were collected here for the first time in their ranges, from the subterranean habitat, being the subject of a recent article (NITZU & DECU, 1998). In that paper, I explained that these species have the possibility to make seasonal moving in the cracks-net of limestone. They move toward surface – in the spring season, and toward thermomineral underground compartment – from aestival to hibernal seasons (the deep underground compartment maintaining relatively constant humidity and temperature values all over the year). Indeed, in August 1997, after a wet period, many specimens of *L. galilaeus* and *P. chevrolati* were collected at 5–6 m in depth, in limestone cracks (while so far, the first specimens cited in the previously mentioned paper proceeded from 10 m in depth).

Another interesting carabid-beetle is *Porotachys bisulcatus* (Nicolai 1822), an edaphicolous species that colonises many caves from Southern Europe and Northern Africa (R. JEANNEL, 1939). It was frequently captured from the fossil passage of Movile Cave, and very rarely in spring, from the shaded edaphon. This species is an accidental cavernicolous element in France, but became a frequent troglophilous in the Ibero-Mauritanian region.

The beetles from the edaphic, endogenous and subterranean habitats from Movile region could be classified, according to their occurrence in these biotopes, into 8 categories.

1) Edaphicolous species cited so far from moderately moist habitats. Thus, *Trechus austriacus* Dejean, 1831, an arboreal element, is known as a troglophilous species (R. JEANNEL, 1927, 1939, K. HURKA, 1996). It represents the dominant species from the subterranean superficial medium (M.S.S.) from the Movile area and it was collected here (from 3 to 6 m in depth) in many specimens, from spring until late autumn or even winter, but never from the edaphic habitat. Another case is that of *Medon fuscus* (Mannerheim) 1830, considered as an edaphicolous species for all its range. It was also cited from *Talpa* nests and from microcaves (FALCOZ, 1914; HORION, 1933) and represents another very frequent species in the M.S.S. (Table 1), but it is also absent in the edaphic habitat from Movile. An interesting aspect is that *M. fuscus* (Mannerheim) 1830 and *Drusilla canaliculata* (Fabricius) 1787 were found in M.S.S. from the Movile area in association with a subterranean, microphthalmic ant species

belonging to the *Ponera*² genus. We could not determine if between these staphylinid-beetles species and *Ponera* there is a special relation (e.g. comensalism, predatorism, phoresis) or their coexistence represents just a consequence of their common preferences for habitat.

2) Species known as pholeophilous, endogeobiontes or troglophilous for all their ranges, and only accidentally found in the edaphic habitat. These are the cases of *Phylonthus coruscus* (Gravenhorst) 1802; *Ph. scribai* Fauvel, 1867; *Pycnota paradoxa* Mulsant et Rey, 1861; *Gnathocus nanus* (Scriba) 1790, etc. These species are relatively common, both into burrows of *Citellus* and in the subterranean habitats from Movile (Table 1). *Quedius fulgidus* (Fabricius) 1787, a troglophilous species relatively frequent in the M.S.S. and in the microcaves from the Movile area, is a carrier species for the phoretic deutonymphal stage of the troglobiont mite *Nentheria dobrogica*³ Feider & Huțu.

3) A little more specialised category for the underground habitat is that of the troglophilous species with an incipient phase of troglomorphism, captured only from the subterranean habitat. Here could be cited *Laemostenus (Pristonychus) euxinicus* Nitzu, 1998, a rare species that was constantly collected only from the subterranean habitat at 6 m in depth. A short interpretation of its degree of troglomorphism was presented by the author in a recent paper (E. NITZU, 1998).

4) The most specialised category for the specific characteristics from the Movile thermo-mineral underground ecosystem is that of the troglobiont species (*Clivina subterranea* Decu, Nitzu et Juberthie, 1994; *Medon dobrogicus* Decu et Georgescu, 1994 and *Decumarellus sârbui* Poggi, 1994), yet found only in the Movile Cave (-20 m depth). At least for *Clivina subterranea* Decu, Nitzu et Juberthie, 1994 we can affirm that its degree of troglomorphism is less evident than that of paleotroglotic species from other geographic regions. A comparative study (quantitative and qualitative) on the sensillae from the antennae and maxillary palpi, demonstrated a medium degree of specialisation of this species for the underground habitat. In comparison with the edaphicolous species of *Clivina*, with the paleotroglotic species (*Italodytes stammeri*) or with the subterranean species adapted to live into small spaces from the cracks-net from limestone (*Typhloreicheia sardoa*), *Clivina subterranea* is more similar regarding the sensorial structure with the latter one. (E.NITZU & C.JUBERTHIE, 1996).

² After Berland (1951), in Europe, there are 6 genera of Poneridae. All worker-ants are blind or have rudimentary eyes and there are relict subterranean species, probable from the warm Eocene.

³ *Nentheria dobrogica* Feider & Huțu (det. V. Iavorschi) was described from the cave "Peștera de la Gura Dobrogei" and subsequently found in the Movile cave. This recording of the phoretic deutonymphal stage on a troglophilous staphylinid-beetle suggests the allowance (permissivity) of the cracks-net from limestone, for the circulation of the subterranean fauna between 20 and 6 m in depth.

Table 1

List of edaphicolous, endogeous and subterranean coleoptera from the Movile karsitic area and their occurrence in the vernal (V), aestival (E), autumnal (A) and hibernal (H) seasons

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10–20 m. depth)				Movile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Fam. Carabidae																											
Carabus graecus morio Mannerheim 1830	S. Ro (ssp.)	END-PO	E, (U), T					■																o			
+Carabus coriaceus furax Csiki 1927	S Ro (ssp.)	END-PO	E, (U). In Movile area winters M.S.S.					■		■								■									
Clivina subterranea Decu, Nitzu, Juberthie, 1996	Movile Cave	END-EUX	troglobiont																					■	■	■	?
Trechus austriacus	Eu C și S Dejean 1831	USS	E (U), troglophilous													■	■	■	?								
+Trechus quadristriatus Schrank 1781		USS	E. In Movile area winters in M.S.S.					■	■									■									
Porotachys bistriatus (Nicolai) 1822	Eu.N.Afr., AsM, Ca	MED	E, troglophilous					■																■			
Limnastis galilaeus Brulle 1875	V Pal.	PO-MED	E, (U), H. In Movile area - subterranean													■						■					

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10-20 m. depth)				Movile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Bembidion (Metallina) properans Stephens 1829	Hol.	POLIC	E, mH , ER					■										■									
*Perigona nigriceps (Dejean 1831)	Cosm.	POLIC	E. In Movile area captured only in M.S.S.					■										■									
Ditomus obscurus Dej.		PO-CA	E, calciphilous, X.	■				■																			
Acinopus picipes (Olivier) 1795	E.Med, Ca	PO-CA	calciphilous, Tm-X . In Movile area winters in M.S.S.	■				■										■									
Parophonus mendax (Rossi) 1790	S.-C Eu- Ca, AsM.	PO-CA	E, In Movile area collected only in MSS.															■									
Pseudophonus rufipes (De Geer) 1774	Pal.	USS	E, ER					■		■								■	■								
Harpalus (Metophonus) rupicola Sturm 1818	S.Eu, AsM, Ca	CA	E, T					■																			
H. (Metophonus) cribricollis Dejean, 1829	S. Eu.-V. As.	CA	E, X	■																							

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10-20 m. depth)				Movile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
H. (Metophonus) azureus (Fabricius) 1773	S.Eu-V. As.	CA	E, calciphilous. X		■																						
Harpalus (s.str.) vernalis (Duftschmid) 1801	M.-Eu., S. Rus, Trk.	CA	E, X		■																						
H. (s.str.) serripes (Quensel) 1806	Pal.	USS	E, X		■																						
Harpalus (s.str.) tenebrosus Dejean 1829	Med-Ca, S Engl.	MED	E, T						■																		
Acupalpus meridianus (Linne) 1767	Eu, Ca, AsM, Pers.	MED	E, (U)						■																		
+Calathus fuscipes (Goeze) 1777	V.Pal.	USS	E, (U). In Movile area winters in MSS.						■								■	■									
+Calathus melanocephalus (Linne) 1758	E.Med.	MED	E, (U)						■		■					■	■	■									
Cal. erratus Sahlberg 1827	E. AsM, Sib.	USS	E, ER, with large ecological valence, often registered in dried biotops.						■																		
Cal. ambiguus (Paykull) 1790	E., AsM, Ca, V. Sib	CA	E, X		■	■																					

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10–20 m. depth)				Mobile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Dolichus halensis (Schaller) 1783	Pal.	POLIC	E, T, (U). In Mobile area winters M.S.S.						■	■						■											
Laemostenus (Pristonychus) euxinicus Nitzu, 1998		END-EUX	troglophilous, calciphilous													■		■									
Amara (Bradytus) consularis (Duftschmid) 1812	Eu.	USS	ER, euryoecious	■		■		■																			
Zabrus tenebrioides (Goeze) 1777	V. Pal.	USS	E. Imago borrows in soil.						■	■																	
Chlaenius (Dodes) decipiens (Dufour) 1820	S. Eu.	MED	E. (U), mH						■																		
Licinus punctatulus (Fabricius) 1792	Med	MED	E calciphilous	■																							
Licinus silphoides (Rossi) 1790	S.Eu.S. Eu.C, AsM., Ca,	PO-CA	T, calciphilous, with large tolerance for humidity.		■																						
Pterostichus (Platisma) niger (Schaller, 1783)	V. Pal	USS	E, (U)						■	■																	
Parazuphium chevrolati Castelnau 1833	Med	MED	E, T, H. In Dobrogea collected only in													■	■				■						

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10-20 m. depth)				Movile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Ocypus olens (Muller, 1764)	Eu	MED	E, (U).						■	■									■								
Astrapeus ulmi (Rossi) 1790	S-SE-C Eu	MED	E, ER					■		■		■				■											
Quedius (s.str.) fuligosus) (Gravenhorst) 1802	E.Med. Sib.	USS	E, (U)					■		■						■	■										
Quedius (Microsaurus) fulgidus (Fabricius) 1787	E.Med.Sib.	USS	endogeous, in borrows of small mamals or troglophilous.													■	■										
Tachyporus nitidulus (Fabricius) 1781	Pal.	USS	E, Dt. with endogeous populations									■	■														
Pycnota paradoxa Mulsant et Rey 1861	SE-C Eu	MED	subterranean or endogeous and pholeophilous in borrows of Citellus									■	■			■	■		■								
Nehemitropia sordida (Marsham) 1802	Pal	USS	E, (U).													■											
Dexiogyia corticina (Erichson) 1837	Pal.	USS	Known so far as corticolous.									■															
Drusilla canaliculata (Astilbus canalicu- latus) (Fabricius) 1787	Pal.	USS	(U) endogeous, unobliged myr- mecophilous (with endogeous Ponera)				■									■		■	■								

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10-20 m. depth)				Movile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Fam. Cucujidae																											
Monotoma brevicollis Aube 1837	Eu., Afr., Ca	PO-CA	E, Dt, (U)					■																			
Monotoma longicollis Gyllenhal 1827	Eu. Ca	CA	E, Dt, (U)												■												
Monotoma spinicollis Aube 1837	Eu. Ca. Mar	PO-MED	E, Dt.					■																			
Fam. Cryptophagidae																											
Cryptophagus schmidti Sturm 1845	C-E Eu, Ca	CA	subterranean, pholeophilous in borrows of small mamals.									■				■	■										
Cryptophagus setulosus Sturm 1845	Eu.	MED	E									■															
Fam. Lathridiidae																											
Migneauxia inflata Rosenhauer 1856	S. Eu.	MED	endogeous - subterranean													■											
Fam. Byridae																											
Simplocaria semistriata Fabricius 1794	Eu.C.-N. Alg.	USS	E, (U), H									■		■													

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero-thermic edaphon (on limestone)				Shaded edaphon (under stones and bushes)				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10–20 m. depth)				Movile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Fam. Anobiidae																											
+*Mesocoelopus collaris Mulsant et Ray 1864	S, - V.Eu	MED	Dt. In Movile area found only M.S.S. but very probably it is also in edaphon					?											■								
Fam. Anthicidae																											
Anthicus hispidus (Rossi) 1792	Pal.	USS	E, (U)					■																			
Ochthenomus temicollis (Rossi) 1790	Med, Ca	PO-CA	E, (U)					■																			
Fam. Elateridae Melanotus rufipes (Herbst) 1784	Eu, AsM	PO-MED	xilofagous. Imago winters in soil under roots of plants					■		■	■																
Agriotes lineatus (Linne) 1767	USS		imago winters in soil near to the plants roots					■																			
Fam. Tenebrionidae																											
Blaps mortisaga Linne 1758	V.Pal.	USS	E., (U), troglaxene									■	■	■		■	?	■	■								
Fam. Chrysomelidae																											
Pachnephorus villosus (Duftschmid) 1825	C-S Eu, Ca	PO-CA	T, on sandy soils under plants roots.					■																			

Species	Range	Zoogeographic migrative element	Abiotic preferences of species	Xero- thermic edaphon (on limestone) Obanul Mare				Shaded edaphon (under stones and bushes) Obanul Mare				Endogeous (burrows of Citellus)				M.S.S., microcave (6 m. depth)				M.S.P. (drillgs at 10–20 m. depth)				Mobile Cave			
				V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H	V	E	A	H
Fam. Curculionidae																											
Otiorrhynchus (Arammichus) velutinus Germar 1824	V. Pal.	USS	Imago under stones or under dried plants.					■		■		■						■	■								

Abbreviations:

+ Species counted as both
subterranean and edaphobiont
elements

* Species first recorded for the
Romanian Fauna

■

■

■ - Common

■

■ - Relative common

■ - Rare

o - Accidental

? - Probable

V - Vernal

E - Estival

A - Autumnal

H - Hibernial

Dt - Detriticolous

E - Edaphobiont

(U) - Umbraticolous (pre-
fers shaded habitats)

H - Hygrophilous

mH - Meso-hygrophilous

ER - Eurytopous

Tm-X - Thermo-xero-
philous

X - Xerophilous

T - Thermophilous

Eu - Europe

AsM - Asia Minor

Ca - Caucasus

Afr. - Africa

Pal. - Palearctis

Hol. - Holarctis

Cosm. - Cosmopolite

Med - Mediterranean
area

Rus - Russia

Trk - Turkestan

Pers. - Persia

Daur. - Dauria

Sib. - Siberia

Transadr. - Trans-

Adriatics

Gr. - Greece

Ir. - Iran

Cr. - Crimea

Alg. - Algeria

Mar - Morocco

E - Eastern

C ; c. Central- (centre)

V - Western

S ; s - South , southern

N - Northern

END-PO - Endemic for

Pontic region

END-EUX - Endemic for
Euxic area

MED - Mediterranean
element

CA - Caspian element
PO-CA - Ponto-Caspian
element

PO-MED - Ponto-Medi-
terranean element

POLIC - Policentric ele-
ment

USS - Ussurian element

5) An interesting category is that of the arboreal, umbraticolous species, cited as relatively frequent in the edaphic habitat from the leaf litter and vegetal debris of forests. In the steppe regions they succeed in surviving during the aestival-autumnal seasons into the endogeous or subterranean habitats. Thus, *Astrapeus ulmi* (Rossi 1790) is edaphicolous in the forests from Northern Dobrogea, but relatively frequent in the Movile region (from the burrows of *Citellus* to the microcave and M.S.S.). The scarabaeid beetle *Onthophagus vitulus* Fabricius 1776, observed in all climatic-complexes of Romania, is more often recorded from the litter of forests (in dung of sheep and horse). In the steppe regions this species was observed in burrows of *Citellus* sp., *Marmota bobac* Pall., etc. (S. PANIN, 1957). In the Movile area, *O. vitulus* Fabricius, 1776 was frequently captured (in the aestival to autumnal seasons) both from burrows of *Citellus* and from microcave. In winter season it could be captured in great number of specimens only from M.S.S. – microcave (6 m in depth), where they descended probably to hibernate.

6) Edaphicolous, umbraticolous species, frequently observed under big stones, in the wet microclimates from Obantul Mare. This category includes the coleoptera (especially Carabidae) collected from the shaded edaphon (Table1). Only in rare cases these species were observed in the microcave (more often in the warm periods over the summer, or in winter, retired to hibernate in the larval or imago stage). Thus, *Trechus quadristriatus* Schrank, 1781, a relatively frequent species in the shaded edaphon from Movile area, was collected from the microcave only in winter (8 specimens/XI.1997–III.1998), in contrast to *Trechus austriacus* Dejean, 1831, a constantly troglophilous species in the Movile area.

7) Thermo-xerophilous species collected in the Movile area on the sunbathed outcrops of limestone. Here there are only few species, all of them belonging to the Carabidae family [*Harpalus azureus* (Fabricius) 1773; *H. cribricollis* Dejean, 1829; *H. vernalis* (Duftschmid) 1801; *Calathus ambiguus* (Paykull) 1790; *Licinus punctulatus* (Fabricius) 1792]. The majority of these species is represented by eremial-caspian zoogeographic elements, adapted to survive in arid steppes. From this category, the larvae of *Acinopus picipes* (Olivier) 1795 were captured in winter from the microcave, at 6 m depth from the soil level.

8) A 'hybrid' category is that of the eurytopic species, with a great adaptability and a large ecological valence. These species were frequently collected both from the edaphic habitat and also from the subterranean habitat, from spring to autumn. Most of them are polycentric zoogeographic elements (species that in the postglacial epochs occupied their present range starting from more than one dispersal centre).

The percentage of the eco-elements from the Movile area is given in Fig.4. At first sight, the thermo-xerophilous elements represented only by 12 % in a steppe region, seem curious when compared to the percentage of umbraticolous edaphobiont elements (30%), or the endogeobiont, troglaxene and troglophilous

elements totalling 43%. This situation is possible because of the cracks-net from the 'Movile-type karst', that plays a decisive role in the ensurance of a favourable microhabitat for many species.

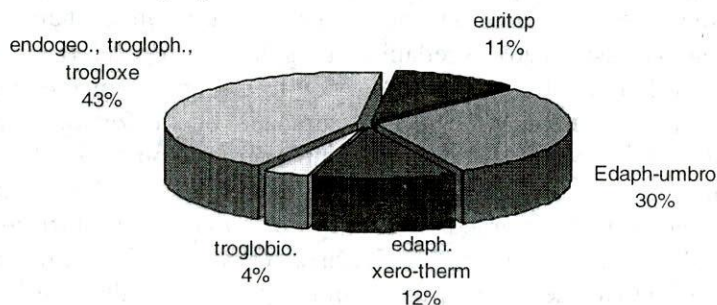


Fig.4. – Percentage of eco-elements (Coleoptera) from the edaphic and subterranean habitats in the Movile area.

The cracks-net from the lumachellic and oolitic limestone represents a veritable refuge for many coleoptera (and not only), both for the hibernal diapause and especially for the arid aestival season. The variation in number of the species per season, for different habitats, is closely related to the temperature and relative humidity variations (Fig. 5–6). Beginning from the aestival season until the vernal season, a decrease in number of species from the edaphic habitat can be observed, while into the endogeous and subterranean habitats there is a reverse trend.

From the zoogeographic point of view, the beetle species collected in the Movile area belong, for the most part, to the arboreal dispersal centres (Fig. 7). Only 9% represent eremial Caspian elements adapted to live in xero-thermic habitats. This aspect is in perfect concordance with the analysis given for the eco-elements. Among the arboreal zoogeographic elements, 30% belong to the Ussurian elements (incorrectly called "Euro-Siberian" elements). These are most often represented by umbraticolous species, better adapted to wet habitats with lower temperature, while the Mediterranean elements (23%) are prevalently represented by hygrophilous or meso-hygrophilous and thermophilous species (G. de LATTIN, 1967, E. NITZU, 1997). This situation could be explained from a historical viewpoint concerning the evolution of the edaphic ecosystems from Dobrogea. The present vegetal structure of Dobrogea is about 3000 years old. Until then, a great part of Southern Dobrogea, presently with steppe vegetation, was covered by forests (N. DONIȚĂ, 1969, I. POPOVICI *et al.* 1984). Moreover, until 1835, 75% of South-Western Dobrogea was covered by a part of the big old forest, 'Codrii Deliormanului', and continued in the northern part of the Danube with another big, old forest, 'Codrii Vlăsiei'. Farther towards the seacoast zone these forests were linked, until the last century, by small forests of *Quercus pubescens* Willd. and thickets of submediterranean thermophilous bushes (*Paliurus*

spina – christi Mill., *Prunus spinosa* L., *Prunus mahaleb* L., etc.), penetrating the steppe vegetation area through the more humid depressions and valleys from the limestone areas.

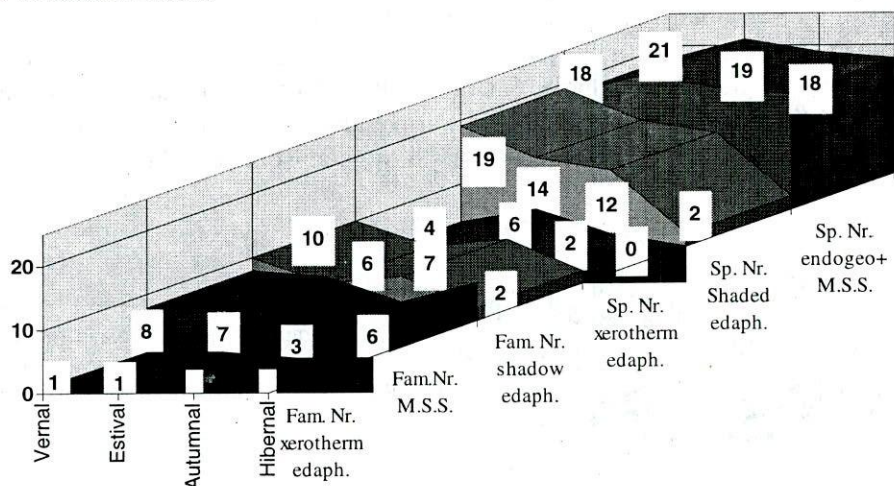


Fig. 5. – Comparative no. of taxa (families and species of Coleoptera) collected in xerotherm edaphon, shaded edaphon and subterranean superficial medium (M.S.S.) (1993–1998).

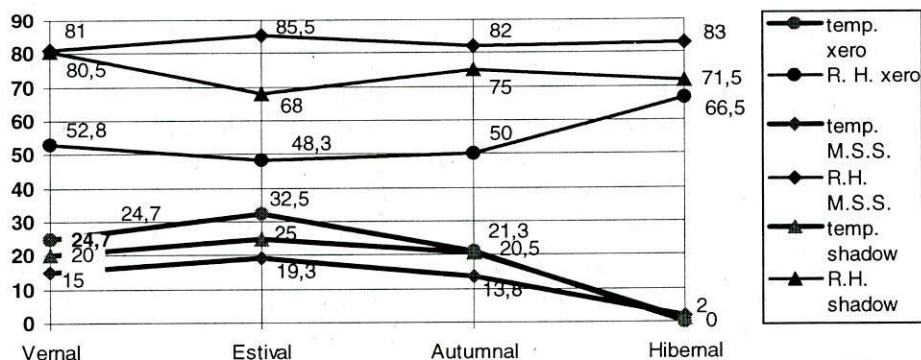


Fig. 6. – Relative humidity (R.H.) and temperature (temp.) values registered during collecting periods in Nov.1997–Oct.1998.

At present, these forests from southern Dobrogea, which were interposed between the Deliorman forest and the steppe region (more specific, “cutting” the old primary steppes near the seashore), have almost disappeared, mostly due to the anthropic activity (R. CĂLINESCU, 1969). They have constituted the primary habitats for a great number of arboreal Mediterranean and Ussurian elements, presently observed into the shaded edaphon, endogeous and subterranean habitats from Movile. As a consequence of the intensive clearing of the forests, followed by a rapid drying of the climate, a part of umbraticolous and hygrophilous species from the extinguished forests have found secondary refuges in the spaces

from the limestone crack-net, in microcaves or into the burrows of small steppicolous mammals. These micro-refuges allowed them to survive in specifically conditions of endogeous or subterranean biotopes, establishing new ecological niches, other than those from forest ecosystems (where these species are known in the rest of their range). The Mediterranean elements arrived in Dobrogea in the postglacial period, in the middle Holocene ('Subboreal cycle' of the 'Atlantic phase', characterised by a warm and humid climate⁴), by spreading from the local glacial refuges together with vegetal species. The 'Subatlantic

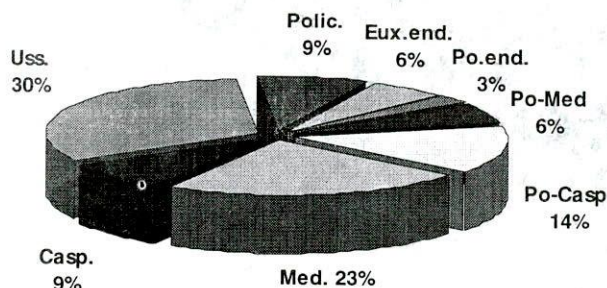


Fig. 7. – Percentage of zoogeographic elements (Coleoptera) from the edaphic and subterranean habitats from Movile.

phase' (upper Holocene), colder and more humid than the Atlantic phase, was propitious for the spreading toward Southern Dobrogea of the Ussuric elements, which had occupied to a large extent the forests from Central Europe as far back as the beginning of the postglacial epoch. The eremial Caspian elements arrived in Southern Dobrogea quite recently, in an arid and warm period. This explains their lower percent (only 9%) from the examined zoogeographic elements. Only a part of the present species from Dobrogea survived during the ice age in the Pontic glacial refuge and, in the author's opinion, in an 'Euxinic' refuge (E. NITZU, 1997). These glacial refuges have secondarily permitted a local speciation, giving a great number of endemic elements for this Pontic region. Some biogeographic aspects seem to support the existence of an 'Euxinic' glacial refuge delimited by the seacoast-cleve from Dobrogea and Crimea. Thus, in addition to the range of some species (as *Bembidion guttulatatum* Chaudoir, 1850) strictly confined to the mentioned geographic area, the meadows as well as the forests from the southern sylvo-steppe region of Dobrogea are very similar to those from Crimea (N.DONIȚĂ, 1969). It is worth mentioning that still in 1960 AL. BORZA designated an 'Euxinic' phytogeographical province, strictly delimited at the Mangalia region (south-eastern corner of the Romanian seacoast). In 1969, R. CĂLINESCU took back to the older concept of E. Soo (1944) and included all the Dobrogea in the Pontic biogeographic province. Indeed, at least from the coleopterological viewpoint, in Dobrogea, the Mediterranean elements are domi-

⁴ After some authors (J.C. Drăgan & S. Airinei, 1993), at least for a period of few centuries, the climate in Atlantic phase was warmer than that of the 'Boreal phase'.

nant (a great percentage being represented by the Ponto-mediterranean elements), followed by Ussurian and Caspian elements (E. NITZU, 1997). For this reason, the faunistic structure of Dobrogea does not permit the affirmation of an 'Euxinic biogeographical province'. The Danube Delta, as a consequence of its recent Holocene genesis, differs in the faunal structure from other regions of Dobrogea. It was massively colonised by Ponto-mediterranean, Adriato-mediterranean (better adapted to wet habitats) and Caucasian species, in greater proportions than Southern Dobrogea. Borza's concept concerning an 'Euxinic' province in Southern Dobrogea is explainable by the great number of endemic species from this area. We also observed a great number of endemic elements in the invertebrate fauna from Movile, but the dominance of the Ponto-mediterranean species, even in Southern Dobrogea, is evidently unfavourable to the concept of a distinct biogeographic province.

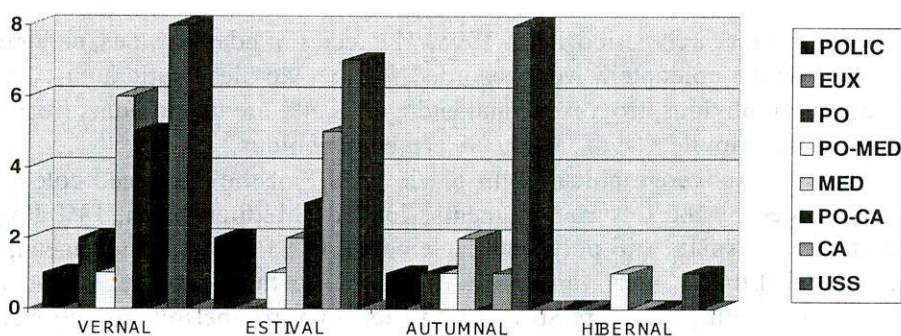


Fig. 8. – Seasonal Nr. of zoogeographic elements in endaphic habitats from Movile.

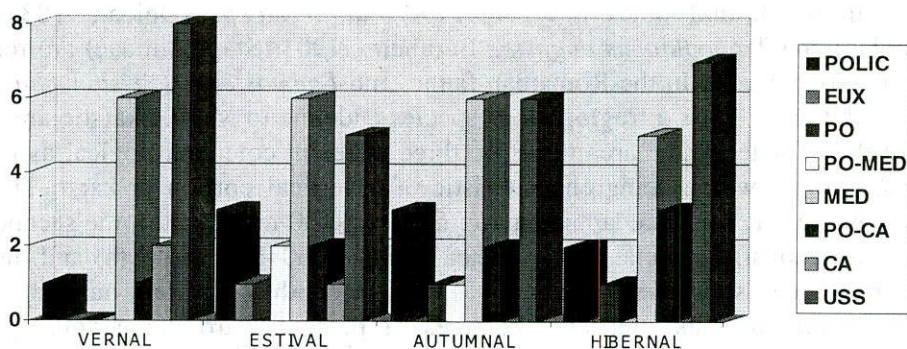


Fig. 9. – Seasonal Nr. of zoogeographic elements in endogenous and subterranean habitats from Movile.

As concerns the existence of a possible 'Euxinic' glacial refuge, there is a series of paleoclimatic and zoogeographic proofs which sustain this hypothesis. Only the future comparative faunal and eco-zoogeographic studies with other

karstic areas from Northern, and Central Dobrogea and Crimea could give a more specific answer to this problem. At the moment, it is sure that from the ecological viewpoint, the karstic area from Movile, is important not only for the survival of many endemic troglobitic species, but it also represents a refuge for many arboreal edaphobiont species secondarily adapted in these steppe regions to the superficial underground environment.

As can be observed in Fig. 8–9, the zoogeographic elements are represented in similar proportions in the edaphic and subterranean environments from the Movile area. In the aestival season there is an increase of the eremial Caspian elements in the xero-thermic edaphon, while the number of arboreal Ponto-mediterranean and Pontic elements increases in the underground environment.

5. CONCLUSIONS

Over the research period 1993–1998, 71 species of edaphicolous, endogeous and subterranean coleoptera were recorded for the Movile karstic area. 43% of them are troglophilous, troglone and endogeous, 4% are troglobionts (recorded only from the Movile Cave), and 53% are edaphicolous.

From the zoogeographical point of view, 30% of the examined coleoptera are represented by the Ussurian elements, 23% are Mediterranean, 14% Ponto-Caspian, 9% Caspian, 9% polycentric elements, 6% Ponto-mediterranean, 6% endemics to "Euxinic area", and 3% are endemic to the Pontic region. Among these elements, only 12% are strongly adapted to xero-thermic conditions.

Until now, all troglobiontic species known from the Movile karstic area present only a weak degree of troglomorphy.

From the faunal point of view, *Perigona nigriceps* (Dejean, 1831) (Carabidae) and *Trogophloeus augustae* Bernheim, 1901 (Staphylinidae) are for the first time recorded in the Romanian fauna, and *Laemostenus (Pristonychus) euxinicus* Nitzu, 1998 is a troglophilous species endemic to Movile karstic area.

In the Movile karstic area there are three different coleopterological associations, each of which being characteristic of a vertical portion of karst. The first one is specific for the edaphic environment (0–0.30 m in depth), the second for the endogeous-superficial subterranean habitat (0.60–6 m in depth) and the third for the deep subterranean habitat (6–20 m in depth). A certain number of species is able to make seasonal changes of place toward the edaphic or subterranean habitat, according to their hygro-thermic requirements and food distribution. No species recorded from the Movile Cave (active passage) was captured in the superficial subterranean habitat or in the edaphic habitat from the Movile karstic area.

From the ecological viewpoint, the Movile karstic area is important not only for the survival of many endemic troglobiontic species, but it also represents

a refuge for many arboreal edaphobiont species secondarily adapted in these steppe regions to the superficial underground environment.

REFERENCES

- ❖ Atlasul Climatologic al R.P.R, Institutul Meteorologic Central. Fasc. I Regimul precipitațiilor, 18 pl., 1949.
- Idem, Regimul termic, 37 p + 36 pl., 1954.
- BERLAND L, Hymenoptéroïdes (Aculeates). In *Traité de Zoologie, anatomie, systématique, biologie*. Publié sous la direction de P. Grasse, **10** (2), p1951, 1948.
- BORZA, AL., CĂLINESCU, B., CELAN, M., PĂUCĂ, A., PASCOVSCHI, S., POP, E., PUȘCARIU-SOROCEANU, E., Vegetația p. 541–587., Vol. I, Geografia fizică, In *Monografia geografică* Ed. Academiei, București, 742 pp., 1960.
- CONSTANTINESCU, T., *Considérations sur la zone karstique de «La Movile»*. Misc. Speol. Rom., **1**, 7–12, 1989.
- CONSTANTINESCU, T., *Peștera de la Movile. Prezentare geospeologică*. Academica, **6**, 1993, 28–29.
- CONSTANTINESCU, T., *Le karst de type Movile (Mangalia, Dobrogea de Sud, Roumanie)*. Theoretical & Applied Karstology, **8**, 91–96, 1995.
- DONIȚĂ, N., Vegetația câmpiilor p. 173–195. In *Biogeografia României* (red. R. Călinescu). Ed. Științifică București, 409 pp., 1969.
- DRĂGAN, J., C. & AIRINEI, ȘT., *Geoclima și istoria*. Ed. Europa Nova, București, 301 pp., 1993.
- FALCOZ, L., *Contribution à l'étude de la faune des microcavernes. Faune des terriers et des nids*. Rey, A Imprimeur-éditeur de l'Université. Lyon, 185 p., 1914.
- FLECK, E., Die Coleopteren Rumanien. *Bull. Soc. Sc. Bucarest*, **XII**(3–4), 308–346, (5–6), 1904, 402–465; **XIV** (1–2), 158–203; (3–4), 403–450; (5), 491–570, (6), 680–735, 1905.
- HORION, A., *Die Koleopteren-Fauna der Maulwurfsnester der Rheinprovinz*. Verh. Nat. Hist. Ver. Rhld. Westf., **89**, 144–163, Bonn., 1933.
- HURKA, K., *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Kabourek, 565 p., Zlin., 1996.
- JAQUET, M., *Faune de la Roumanie. Insectes récoltés par Mr. le Dr. M. Jaquet en 1897 et déterminés par Mr. le Dr. E. Poncy, entomologiste à Genève*. Bul.Soc. de Sc. Bucuresci, **7**(2); **7**(6), 1898.
- JAQUET, M., 1899, Idem, *Bul.Soc. de Sc. Bucuresci*, **8** (1–2) 121–214
- JAQUET, M., *Faune de la Roumanie. Coléoptères récoltée en 1899 par Mr. le Dr. M. Jaquet en 1897 et déterminés par Mr. le Dr. E. Poncy, entomologiste à Genève*. Bul.Soc. de Sc. Bucuresci, **10** (5), 1901
- JAQUET, M., *Faune de la Roumanie. Insectes récoltés par Mr. le Dr. M. Jaquet en 1897 et déterminés par Mr. le Dr. G. Stierlin à Schaffhouse*. Bul.Soc. de Sc. Bucuresci, **11**(3), 1902.
- JAQUET, M., *Faune de la Roumanie. Insectes récoltés par Mr. le Dr. M. Jaquet en 1897 et déterminés par Mr. le Dr. E. Poncy, entomologiste à Genève*. Bul.Soc. de Sc. Bucuresci, **11**(4); **11** (5–6), 1902.
- JAQUET, M., Idem. *Bul.Soc. de Sc. Bucuresci*, **12** (1–2), 1903.
- JAQUET, M., Idem. *Bul.Soc. de Sc. Bucuresci*, **13** (1–2), 1904.
- JEANNEL, R., *Monographie des Trechinae*, II. In *Journal d'entomologie*. Société Entomologique de France. Abeille, 592 p., 1927.

- JEANNEL, R., Coléoptères Carabiques, Première Partie. *Faune de France*, **39**. Paris, Lechevalier, 571 p., 1941–1942.
- JUBERTHIE, C., DELAY, B. ET BOUILLON, M., *Sur l'existence d'un milieu souterrain superficiel en zone calcaire: Colloque de Biospéologie La Capelle en Vercors – Mèm. Biospéol.*, **8**: 77–93 Moulis, 1981, a.
- JUBERTHIE, C. & DELAY, B., *Ecological and biological implications of the existence of superficial underground compartment*. Proceed. 8th Intern. Congress Speleol., Bowling Green, USA, July 1981, 203–206, 1981, b.
- LATTIN, G. DE, *Grundriss der Zoogeographie*. G. Fischer, Stuttgart: 602 pp., 1967.
- MONTANDON, A., L., *Notes sur la faune entomologique de la Roumanie*. Bull. Soc. Sc. Bucharest, **15** (1–2), 30–80, 1906
- MONTANDON, A., L., *Notes sur la faune entomologique de la Roumanie. Additions au catalogue des Coléoptères*. Ibidem, **17**(1–2), 67–118, 1908.
- NEGRU, ȘT., *Contribuție la cunoașterea faunei coleopterologice a Mangaliei și împrejurimilor ei (I)*, Analele Univ. C. I. Parhon-București, Seria Șt. Naturii, **16**: 117–130., 1957.
- NEGRU, ȘT., *Ord. Coleoptera* (pars. in *L'entomofaune des forêts du Sud de la Dobroudja*). Trav. Mus. d'hist nat. «Gr. Antipa» **7**, p.115–145.1967.
- NITZU, E. ET JUBERTHIE, C., *Changement dans l'équipement sensoriel des antennes et des palpes maxillaires en fonction de l'habitat chez les coléoptères Clivininae (Scaritidae)*. Mèm Biospéol. **XXIII**, p. 91–102, Moulis, 1996.
- NITZU, E., *Contribuții taxonomice și biogeografice asupra speciilor palearctice ale genului Bembidion prezente pe teritoriul României*. Doctoral Thesis, 157 p + 41 p. annex., 1997.
- NITZU, E. ET DECU, V., *First record of Limnastis galilaeus Brulle 1875 and Parazuphium chevrolati (Castelnau, 1833) (Coleoptera, Caraboidae) in the subterranean habitat from Southern Dobrudja, Romania*. Entomol. Mitt. zool. Mus. Hamburg **12** (157), 229–236, 1998.
- NITZU, E., *Laemostenus (Pristonychus) euxinicus n.sp. (Coleoptera, Carabidae) from the subterranean habitat from southern Dobrogea, Romania*. Trav. Hist. nat. «Gr. Antipa» **40**, 337–346, Bucarest, 1998.
- PANIN, S., *Fauna Republicii Populare Române, Insecta, Coleoptera, Scarabaeidae*, **X** (4). Ed. Academiei R.P.R., 315 p + 36 pl., 1957.
- POPOVICI, I., GRIGORE, M., MARIN, I., VELCEA, I., *Podișul Dobrogei și Delta Dunării*. Ed. Științifică și Enciclopedică București, 301 p., 1984.
- SOO, R., *Flora und Vegetationskarte Europas*. In *Acta Scientiarum Mathematicarum et Naturae* **22**, 1944.
- WARDLE, R., A., *The problems of applied entomology*, 587 p, Manchester University Press, 1929.

Received August 15, 1998; accepted December 10, 1998.

CARABIDAE (COLEOPTERA) FROM ISRAEL (second note)

EUGEN NITZU

Institutul de Speologie «Emil Racoviță», Str. Frumoasă Nr. 11,
78114 București 12, România

The author gives a list of 30 species of Carabidae collected in the second expeditionary survey of the edaphic fauna of Israel (May 1995). A synthetic graphic presents the altitude, the temperature, the relative humidity and the relative zoogeographical structure (according to the occurrence of the species of Carabidae) for each investigated site.

L'auteur donne une liste de 30 espèces de Carabidae récoltées pendant la seconde expédition pour l'étude de la faune édaphique d'Israël (Mai, 1995). Dans un graphique synthétique on présente pour chaque site l'altitude, la température et l'humidité relative rapportées à la structure zoogéographique relative telle qu'elle résulte de l'occurrence des espèces de Carabidae.

1. INTRODUCTION

In a first note on the Carabid beetles collected during the Romanian-Israeli Joint Collecting Programme (May-June, 1990), the author presented a list with 29 species (E. NITZU, 1995). This second note completes the list with 30 species collected in the second expeditionary survey of the edaphic fauna of Israel (May 1995) from other 11 new investigated sites (Fig. 1). Among these, only 5 species [*Bembidion (Ocydromus) atlanticus megaspilus* Walker, *Tachys (Tachyura) lucasi* J-Duval, *Tachys (Tachyura) diabrachys* Kolenati, *Stenolophus abdominalis persicus* (Mannerheim, 1844) and *Abacaetus quadripustulatus* Peyron] were collected in both expeditions. Although the season was the same for both expeditions (1990 and 1995), the results were different because in 1995 the rainy season was longer and the soil more humid.

The zoogeographical farming of the species was carried out using the chorological criteria and denomination as they were already explained in my

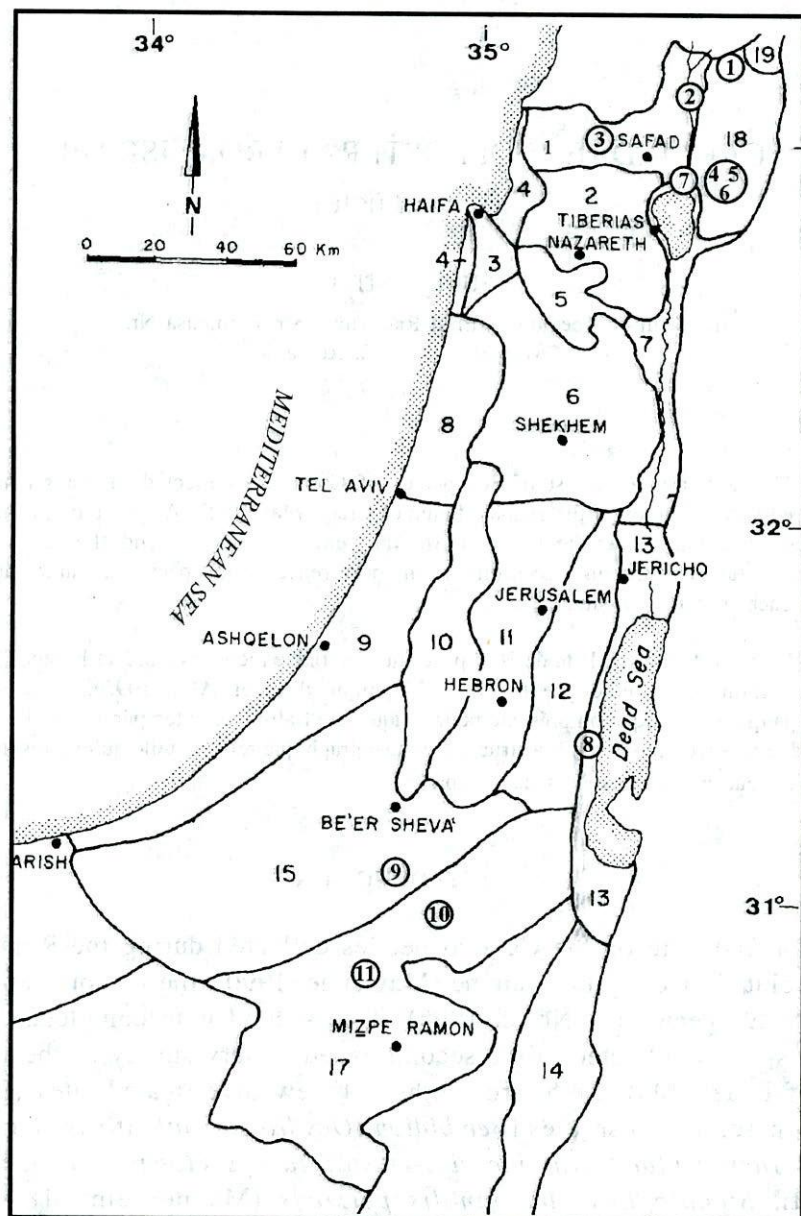


Fig.1. – Map of the collecting sites.

Free numbers represent the biogeographical areas according to the Fauna Palaestina series. The numbers in circles represent the collecting sites. ① Nahal Hermon, ② Shemurat haHula, ③ Berekhat Sasa, ④ Berekhat Ram, ⑤ Ya'ar Odem, ⑥ Berekhat Bar'on, ⑦ En Yezer, ⑧ En Gedi, ⑨ 17 Km south of Be'er Sheva, ⑩ En Yorque'am, ⑪ Nahal Zin.

first note (E. NITZU, 1995). More details concerning the description of the investigated sites cited further on has been presented by us in a recent paper (V. DECU *et al.*, 1995).

2. MATERIAL AND METHODS

The methods used to collect the Carabid beetles were purely qualitative. For several reasons, the time allocated for each investigated site was very short (few hours per site). In these conditions it is obvious that the species identified and presented in this paper give only a relative picture of the real biodiversity in Carabidae for the investigated area. However, I considered interesting a zoogeographical characterisation of each determined species (from the chorological viewpoint only). According to the species occurrence (counted as zoogeographical elements) I tried to present (also as a note with informative value) the zoogeographic composition for each investigated site.

The values of the temperature and relative humidity presented in this paper were registered at the soil level.

3. DISCUSSION

Numerous species registered in Table 1 are ripicolous or meso-hygrophilous and have been collected from wet micro-habitats (Fig. 2–5). In the deserted habitat (near Be'er Sheva) characterised by sand dunes, we could capture only *Licinus aegyptiacus*, a xero-thermic species with Oriental-Mediterranean range. Among the investigated sites, the most interesting from the coleopterological viewpoint were Shemurat haHula (Fig 5, 6) and the 'En Gedi oasis (Fig. 2, 3, 6). The wet organo-mineral soil surrounding the water sources for *Bubalus* represents in Shemurat haHula the typical micro-habitat for many species of *Bembidion*. Among them it is worth mentioning the presence of *Bembidion (Notaphocampa) niloticum* Dejean, 1831, a species with wide Afro-Asiatic range. The riverbed from 'En Gedi oasis is populated by two interesting and relatively rare species. Thus, *Perileptus stierlini* Putzeis, 1870, is a hygrophilous and petrophilous species known only from the wet micro-habitats in the deserted area of the Sinai peninsula (R. JEANNEL, 1926). *Microlestes schmiedeknechti* Pic, 1900, a species with Central-Levantine range, was collected in the same conditions as *P. stierlini*. The other species presented in Table 1 for the 'En Gedi oasis were collected near a small waterfall (Nahal Arugot) (Fig.2).

Table 1

List of species (Coleoptera, Carabidae) collected in 11 sites from Israel (1) Nahal Hermon (Banias); (2) Shemurat haHula; (3) Berekhat Sasa; (4) Berekhat Ram; (5) Ya'ar Odem (South); (6) Berekhat Bar'on; (7) 'En Yezer; (8) 'En Gedi; (9) 17 Km south of Be'er Sheva; (10) 'En Yorqu'am; (11) Nahal Zin

Species/collecting site	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Nebria hemprichi</i> Klug, 1829					★						
<i>Scarites planus</i> Bonelli, 1813								★			
<i>Clivina ypsilon</i> Dejean, 1831				★	★	★					
<i>Broscus mobilis</i> Dejean, 1828			★								
<i>Perileptus stierlini</i> Putzeis, 1870								★			
<i>Trechus quadristriatus</i> Schrank, 1781					★						
<i>Trechus crucifer</i> Brulleire, 1875					★						
<i>Bembidion (Philochthus) vicinum</i> Lucas, 1846						★	★				
<i>Bembidion (Testedium) quadrifossulatum coelesyriae</i> Netolitzky, 1921				★		★					
<i>Bembidion (Emphanes) rivulare</i> Dejean, 1831						★					
<i>Bembidion (Peryphus) castanipenne</i> J. Duval, 1851				★							
<i>Bembidion (Notaphus) varium</i> (Olivier, 1795)		★									
<i>Bembidion (Notaphocampa) niloticum</i> Dejean 1831		★									
<i>Bembidion (Emphanes) tenellum</i> Erichson, 1837		★									
<i>Bembidion (Ocydromus) atlanticus</i> Wollaston 1857								★		★	★
<i>Bembidion (s.str.) Quadripustulatum</i> Serville, 1821								★			
<i>Tachys (Tachyura) diabrachys</i> Kolenati, 1845				★				★			
<i>Tachys (Tachyura) lucasi</i> J.-Duval, 1952		★						★			
<i>Tachys (Eotachys) fulvicollis</i> Dejean, 1831		★									
<i>Tachys (Porotachys) bisulcatus</i> (Nicolai, 1822)	★					★					
<i>Stenolophus persicus</i> (Mannerheim, 1844)		★									
<i>Poecilus cursorius</i> Dejean, 1828			★								
<i>Abacaetus quadripustulatus</i> Peyron, 1858								★			
<i>Agonum atratum</i> Duftschmid, 1812		★									
<i>Agonum viridicupreum</i> (Goeze, 1777)		★	★								
<i>Agonum marginatum</i> (Linnaeus, 1758)		★									
<i>Calathus (Neocalathus) mollis</i> (Marsham, 1802)					★						
<i>Chlaenius festinus</i> (Panzer, 1726)		★	★								
<i>Licinus aegyptiacus</i> Dejean, 1828									★		
<i>Microlestes schmiedeknechti</i> Pic, 1900								★			
Total no of species/site	1	10	4	4	5	5	1	8	1	1	1

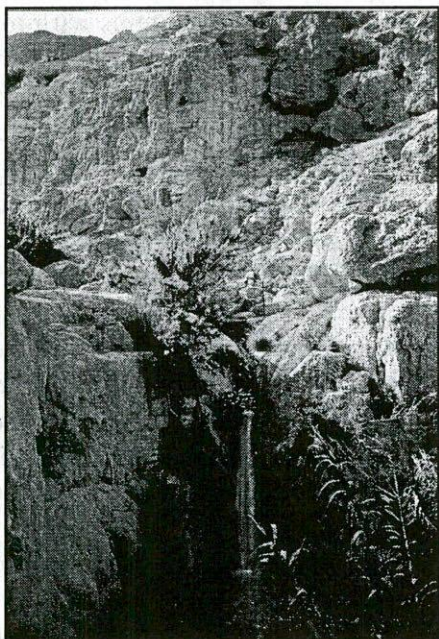


Fig. 2. – Nahal Arugot (in the Nature Reserve of the 'En Gedi oasis) – one of the limestone collecting sites with a great number of ripicolous species (near to a small waterfall).

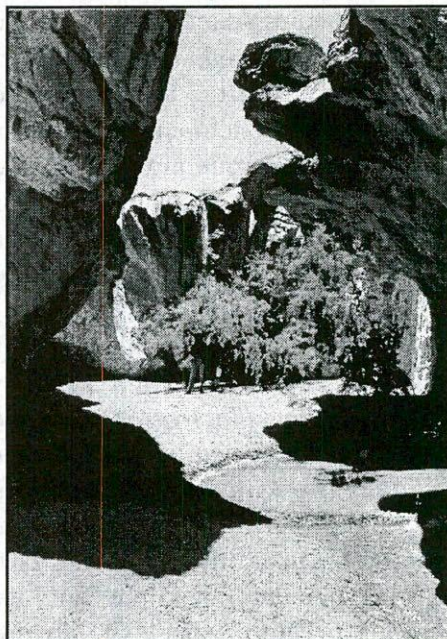


Fig. 4. – 'En Yorqe'am. A limestone collecting site with precipitations lower than 200 mm/year. *Bembidion atlanticus* Wollaston, is the unique carabid species found by us in a wet area remained after the evaporation of a semipermanent pond on the sandy bottom of the canyon.

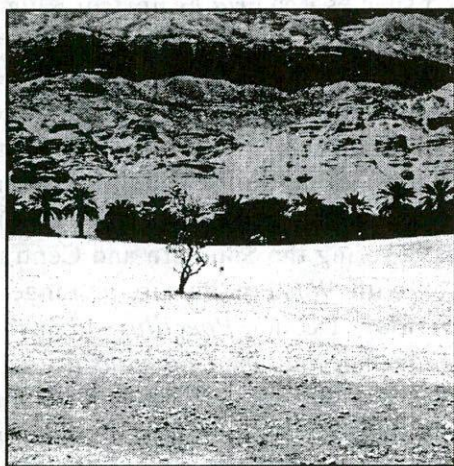


Fig. 3. – 'En Gedi oasis, general view. Situated on the Syrian-African Rift, in an arid, deserted environment, the riverbed covered by stones, gravel and sand is the characteristic habitat for *Perileptus stierlini* Putzeis and *Microlestes schmiedeknechti* Pic.



Fig. 5. – Shemurat haHula. A water source for *Bubalus* surrounded by wet soil – a micro-habitat rich in ripicolous carabid beetles.

A species adapted to the conditions offered by the ecosystems with low productivity is *Bembidion atlanticus* Wollaston, 1854. It was observed as the unique species of the Carabid beetle that populates the sandy banks without vegetation of the temporary ponds in the limestone biotopes from the deserted areas. In 'En Yorque'am (Fig. 4) and 'Nahal Zin, *B. atlanticus* was observed in a great number of specimens (more than 100 per square meter). Unlike the presented situation, on the wet organo-mineral soil from Shemurat haHula, populated by other 5 species of Bembidiini (Table 1), I could observe no specimen of *B. atlanticus*.

From a chorological viewpoint out of 30 species of Carabid beetles collected between 7–17 May 1995, 6 species [*Bembidion atlanticus megaspilus* Walker, *Tachys* (*Tachyura*) *diabrachys* Kolenati, *T. (Tachyura)* *lucasi* J-Duval, *T. (Eotachys)* *fulvicollis* Dejean, *T. (Porotachys)* *bisulcatus* (Nicolai), *Calathus* (*Neocalathus*) *mollis* Marsham] have Mediterranean ranges. Other species are spread on smaller areas of the Aegean region, some of them penetrating to north-east as far as the Caspian region (the so-called Ponto-Caspian elements) or to the Sinai Peninsula (Central and Southern Levantine elements). Thus, 7 species [*Scarites planus* Bonelli, *Broscus nobilis* Dejean, *Trechus crucifer* Brulleire, *Bembidion* (*Philochthus*) *vicinum* Lucas, *B. (Peryphus)* *castanipenne* J. Duval, *Stenolophus abdominalis persicus* (Mannerheim)¹, *Abacaetus quadripustulatus* Peyron], have Ponto-Aegean ranges, 2 species [*Clivina ypsilon* Dejean and *Bembidion* (*s.str.*) *quadripustulatum* Serville] have Ponto-Caspian ranges, and 5 species [*Nebria hemprichi* Klug., *Perileptus stierlini* Putzeis, *Bembidion* (*Testedium*) *quadrifossulatum coelesyriae* Netolitzky, *Licinus aegiptiacus* Dejean] have ranges restricted to the Central and Southern Levantine subregions. Among the species with large ranges is worth mentioning *Bembidion* (*Notaphocampa*) *niloticum* Dejean. This species is recorded from the Ethiopian region up to the Indo-Malaysian region (where it is represented by the subspecies *B. niloticum baetsi* Putzeis). More frequent are the species with ranges covering the Southern and Central Europe and the Mediterranean region, or with Western Palearctic ranges. Thus, 5 species [*Bembidion* (*Emphanes*) *rivulare* Dejean, *Poecillus cursorius* Dejean, *Agonum atratum* Duftschmid, *Agonum marginatum*, *Chlaenius festivus* Panzer] have Euro-Mediterranean ranges, while *Bembidion* (*Notaphus*) *varium* (Olivier) and *Agonum viridicupreum* have Palaearctic ranges. *Bembidion* (*Emphanes*) *tenellum* Erichson has been recorded from Central and Southern Europe (including the Mediterranean area) to Southern Caspian region. The occurrence of the zoogeographic elements per site is presented in Fig. 6.

¹ *Stenolophus persicus* is considered by BINAGHI (1978) as a distinct species.

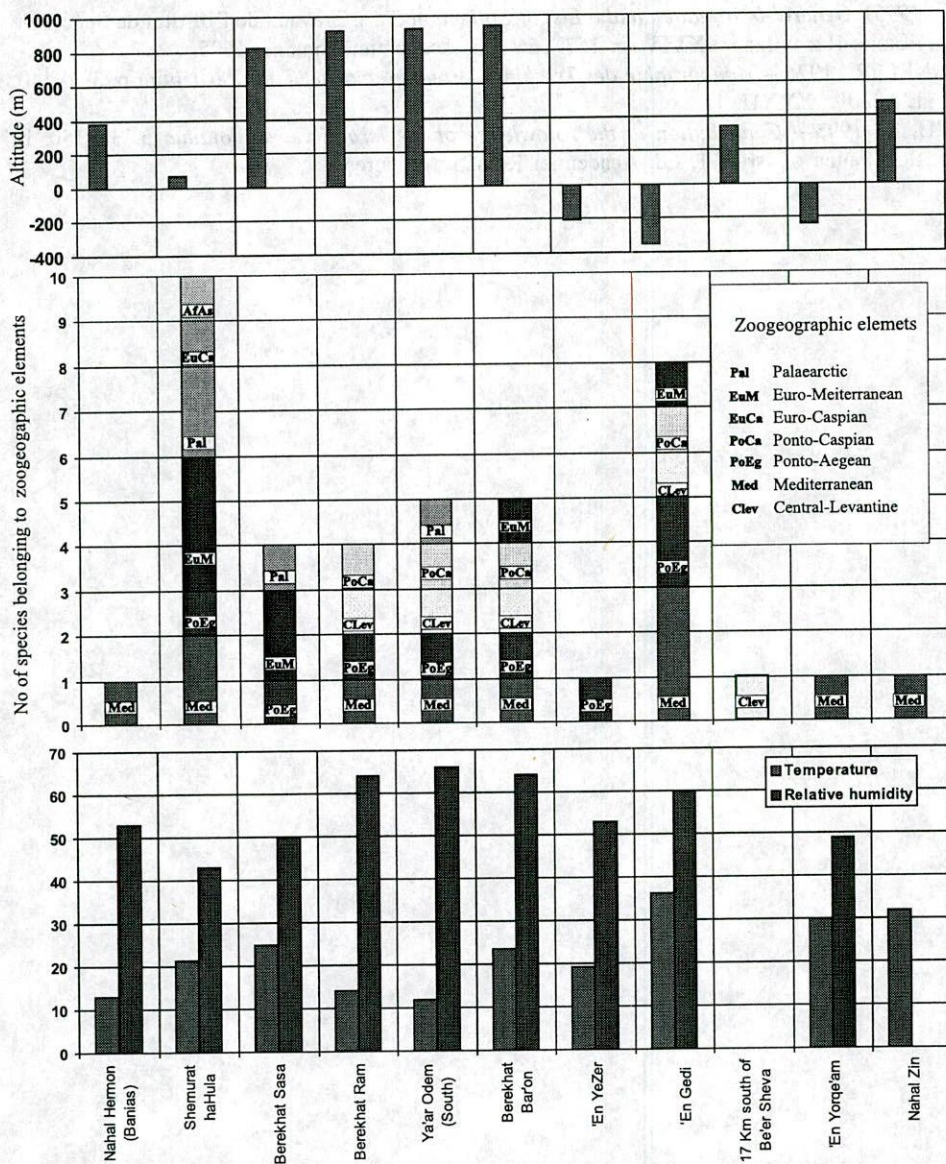


Fig. 6. – Synthetic graphic of the altitude, the temperature, the relative humidity and the number of zoogeographic elements collected in the investigated sites.

REFERENCES

- BINAGHI, G., *Revisione degli Stenolophus del gruppo teutonius (Schränk.)*. Soc. Ent. Ital., 56, p. 21–34, 1978.
- DECU, V., POR, F.D., DIMENTMAN, CH., NITZU, E., IAVORSCHI, V. and GHEORGHIU, V., *A Second Expeditionary Survey of the Edaphic and Stygobiontic Fauna of Israel (May*

- 1995). *General Information and a List of Collection Sites*. Travaux de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza» **XXXIV**, p. 157–166. Ed. Academiei Române, 1995.
- JEANNEL, R., 1926 – *Monographie des Trechinae. Première partie. Trib. Perileptini* p. 397–440. L'Abeille, **XXXII**, 1.
- NITZU, E., 1995 – *Contribution to the Knowledge of the Israeli Carabidofauna* p.135–150. In *Soil Fauna of Israel 1*, Ed. Academiei Române, București.

ÉTUDE ANATOMIQUE DE L'APPAREIL GÉNITAL MÂLE DE QUELQUES COLÉOPTÈRES LEPTODIRINAE

RUXANDRA BUZILĂ et GHEORGHE RACOVÎȚĂ¹

Institutul de Speologie "Emil Racoviță", Str. Clinicilor Nr. 5,
R-3400 Cluj-Napoca, România

L'examen de l'appareil génital mâle de six espèces troglobies appartenant aux séries phylétiques de *Sophrochaeta* et de *Drimeotus* met en évidence des différences morphologiques notables non seulement entre les deux séries phylétiques, mais aussi à l'intérieur de celles-ci, au niveau des genres et même des sous-genres.

1. INTRODUCTION

Tel que JEANNEL l'a montré depuis fort longtemps dans nombre de ses travaux, l'organe copulateur mâle des Leptodirinae offre des caractères paléogénétiques extrêmement importants au point de vue taxonomique. De ce fait, depuis sa nouvelle classification des Silphides cavernicoles basée essentiellement sur la notion de «série phylétique» (JEANNEL, 1910), l'édéage et surtout son sac interne ont été étudiés de façon de plus en plus approfondie (DUPRE, 1992). En revanche, l'appareil génital mâle n'a retenu qu'en très faible mesure l'attention des entomologistes, de sorte que les travaux traitant de ce sujet ne portent que sur quatre genres de Leptodirinae: *Sophrochaeta*, *Tismanella* et *Closania* des Carpates Méridionales (DECU, 1961) et *Speonomus* des Pyrénées (CAZALS et JUBERTHIE-JUPEAU, 1981).

Ces quelques données dont nous disposons actuellement révèlent le fait que (outre un plan général unique d'organisation de l'appareil génital) des différences morphologiques concernant presque tous les organes qui le composent existent entre les formes cantonnées d'une part en Roumanie et d'autre part en France. Cependant, ces données restent tout à fait insuffisantes pour rendre compte aussi bien de l'existence généralisée de telles différences, que du niveau taxonomique jusqu'auquel elles se manifestent.

¹ Correspondance: G. Racoviță

Dans l'intention de restreindre cette lacune, nous avons entrepris une étude anatomique portant sur six espèces de Leptodirinae, comprises dans les deux séries phylétiques endémiques pour les Carpates, *Sophrrochaeta* et *Drimeotus*. Ce sont: *Tismanella chappuisi* Jeann. de la grotte dite «Peștera de Mănăstirea Tismana» (Monts de Vâlcan), respectivement *Drimeotus* (s. str.) *viehmanni* Ien. de la «Peștera cu Apă de Valea Leșului» (Monts Pădurea Craiului), *Drimeotus* (Bihorites) cf. *mihoki* Cs. de «Peștera Urșilor» de Chișcău, *Drimeotus* (*Fericeus*) *kraatzii* Friv. de la grotte de Ferice, *Pholeon* (s. str.) *proserpinae* Kn. de la grotte de Vârtop (Monts du Bihor) et *Pholeon* (*Parapholeon*) *gracile* Friv. de la grotte de Sohodol (Monts Pădurea Craiului).

Le matériel anatomique a été obtenu par dissection en solution Ringer d'une vingtaine d'individus mâles de chaque espèce. Les appareils génitaux ont été examinés au microscope optique, puis dessinés à l'aide d'une chambre claire et photographiés.

2. DESCRIPTION DE L'APPAREIL GÉNITAL

Anfin d'exploiter entièrement l'information disponible, il convient de rappeler d'abord les principaux traits qui définissent la morphologie de l'appareil génital mâle chez les deux formes déjà étudiées à ce point de vue.

Speonomus hydrophilus (Fig. 1). Les testicules sont globulaires, sphériques chez les jeunes individus, plus ou moins polyédriques chez ceux âgés; leur diamètre est en moyenne de 0,25–0,30 mm.

Les vésicules séminales sont grossièrement ovoïdes; elles mesurent environ 0,13/0,09 mm et communiquent avec les testicules par une large ouverture. Les canaux déférents sont courts (0,10 mm) et débouchent juste à l'extrémité proximale du canal éjaculateur. Celui-ci a la forme d'un tube long et musculueux.

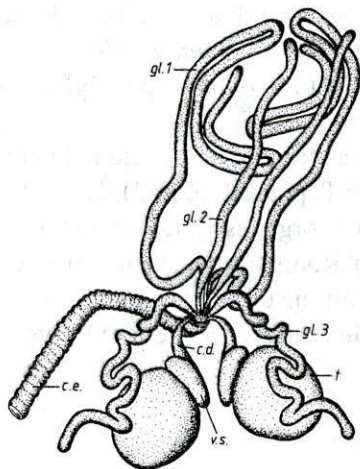
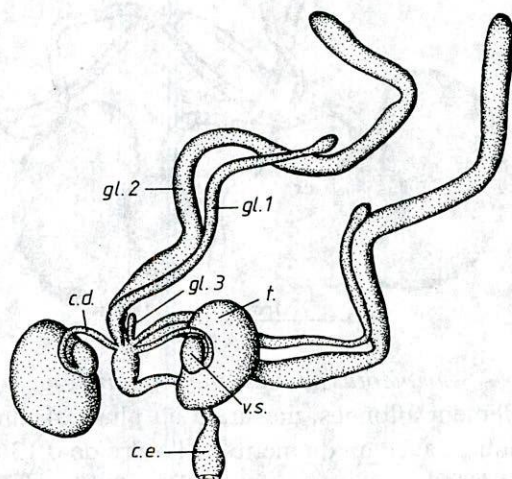


Fig. 1. – Appareil génital mâle de *Speonomus hydrophilus*. t – testicule; v. s. – vésicule séminale; c. d. – canal déférent; c. e. – canal éjaculateur; gl. 1 – glande accessoire 1; gl. 2 – glande accessoire 2; gl. 3 – glande accessoire 3 (d'après CAZALS et JUBERTHIE-JUPEAU, 1981, partiellement modifié).

La morphologie des trois paires de glandes accessoires est variable: les glandes 1, les plus développées (environ 3 mm de longueur), présentent plusieurs inflexions très nettes; les glandes 2 sont bien plus courtes (environ 1 mm) et subrectilignes; les glandes 3 sont légèrement plus longues et fortement courbées.

Closania (Fig. 2). En considérant que les espèces qui composent une série phylétique sont trop apparentées pour qu'elles puissent être différenciées par des caractères outre ceux fournis par la morphologie externe, DECU (1961) se borne à donner une description globale de l'appareil génital pour les trois genres de Leptodirinae cantonnés dans les Carpates Méridionales. Néanmoins, l'auteur précise que la figure qui accompagne le texte se rapporte au genre *Closania*. Nous allons reprendre donc sa description avec cette seule mention, mais en lui ajoutant quelques détails détachés de l'illustration, sans aucune précision concernant les dimensions absolues.

Fig. 2. — Appareil génital mâle de *Closania* sp. (d'après DECU, 1961).



Les testicules sont légèrement ovoïdes. Les vésicules séminales se présentent sous la forme de bassins bien plus petits que les testicules. Les canaux déférents sont relativement longs, largement arqués dans leur moitié proximale. Le canal éjaculateur est court et nettement rétréci dans sa partie médiane. Les glandes accessoires 1 (supérieures) sont tubuleuses, subrectilignes, dilatées à leur extrémité distale. Les glandes 2 (médianes) sont beaucoup plus longues et plus volumineuses. Les glandes 3 (inférieures) sont extrêmement petites.

Après cette rapide récapitulation, nous allons présenter en ce qui suit l'anatomie de l'appareil génital mâle chez les espèces qui ont fait l'objet de notre étude.

Tismanella chappuisi (Fig. 3). Les testicules sont grands, réniformes, mesurant en moyenne 1,5 mm selon l'axe longitudinal et 0,7 mm selon l'axe transver-

sal. Les vésicules séminales s'attachent aux testicules dans la concavité de la face interne de ceux-ci; elles sont sphériques, ayant environ 0,17 mm en diamètre. Les canaux déférents, d'une longueur de 0,7–0,8 mm, sont coudés vers le milieu. Le canal éjaculateur est largement dilaté à son extrémité proximale. Les glandes accessoires 1 et 2 ont des dimensions très semblables: approximativement 0,07 mm de diamètre et 2,5 mm de longueur pour la première paire, contre 2,9 mm pour la seconde. Cette dernière est courbée dans sa partie distale. En revanche, la longueur des glandes 3 ne dépasse pas 0,17 mm.

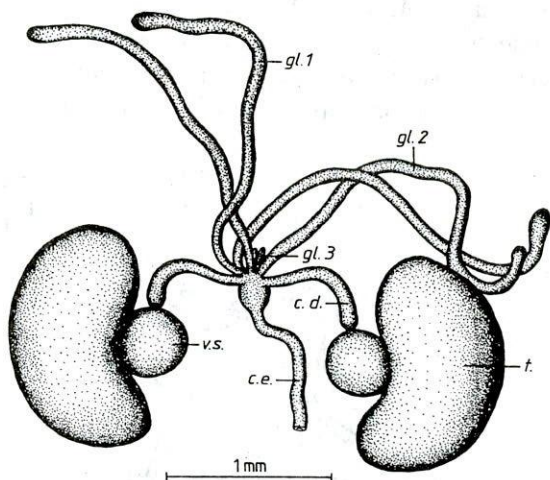


Fig. 3. – Appareil génital mâle de *Tismanella chappuisi*.

Drimeotus (s. str.) *viehmanni* (Fig. 4). Les testicules sont globulaires, faiblement allongés, mesurant au plus 0,4 mm. Les vésicules séminales sont sphériques, avec un diamètre de l'ordre de 0,13 mm. Les canaux déférents sont courts (0,3–0,4 mm), presque rectilignes. L'extrémité proximale du canal éjaculateur est dilatée. Les glandes accessoires sont sensiblement rétrécies vers leur point de débouchement. Les glandes 1, courtes (0,8–0,9 mm) et épaisses (environ 0,15 mm de diamètre), sont grossièrement rectilignes. Les glandes 2 sont légèrement plus longues (jusqu'à 1,1 mm) et courbées. Les glandes 3 sont les plus courtes (0,6–0,7 mm) et les plus minces, leur diamètre augmentant régulièrement vers l'extrémité apicale jusqu'au plus 0,13 mm.

Chez cette même espèce nous avons eu la possibilité d'examiner l'anatomie de l'appareil génital sur des individus immatures. À l'encontre de *S. hydrophilus*, pour lequel CAZALS et JUBERTHIE-JUPEAU (1981) ne mentionnent comme différence par rapport aux mâles âgés que la forme des testicules, sphérique chez les jeunes individus, chez *D. viehmanni* la distinction en est beaucoup plus importante. En effet, si l'appareil génital a dans ce dernier cas la même morphologie d'ensemble, ses dimensions sont bien plus faibles, surtout en ce qui concerne les

glandes accessoires (Fig. 5), dont la longueur n'atteint qu'environ un tiers de celle des glandes des mâles âgés.

Fig. 4. — Appareil génital mâle de *Drimeotus* (s. str.) *viehmanni*.

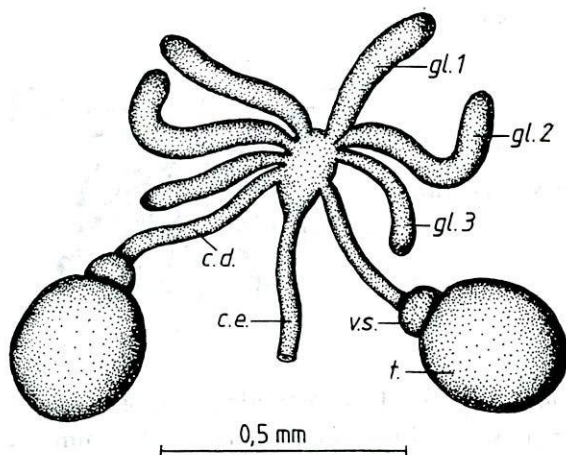
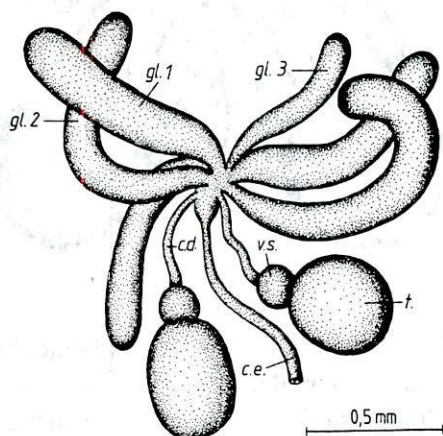


Fig. 5. — Appareil génital d'un mâle immature de *D. viehmanni*.

Drimeotus (*Bihorites*) *mihoki* (Fig. 6). Les testicules, d'un diamètre moyen de 0,47 mm, sont sphériques. Les vésicules séminales sont relativement plus petites (0,13 mm). La longueur des canaux déférents est d'approximativement 0,4 mm. L'extrémité proximale du canal éjaculateur est toujours dilatée. Les glandes accessoires sont toutes subrectilignes et encore plus petites, leur longueur étant d'environ 0,50 mm pour la première paire, 0,65 mm pour la deuxième et 0,40 mm pour la troisième.

Drimeotus (*Fericeus*) *kraatzii* (Fig. 7). Les testicules sont sphériques et très petits, mesurant à peine 0,27 mm en diamètre. Les vésicules séminales sont relativement plus grandes (0,15 mm). Les canaux déférents ont une longueur de

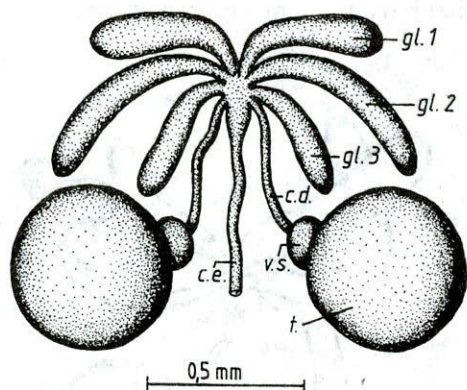


Fig. 6. – Appareil génital mâle de *Drimeotus* (*Bihorites*) *mihoki*.

l'ordre de 0,25 mm. Le canal éjaculateur montre la même dilatation à son extrémité proximale. Les deux premières paires de glandes accessoires présentent plusieurs plis superficiels, mais nettement visibles. Leur longueur est en moyenne de 0,70 mm, respectivement de 0,55 mm. Les glandes 3 sont lisses, sensiblement plus courtes (0,25 mm) et plus graciles.

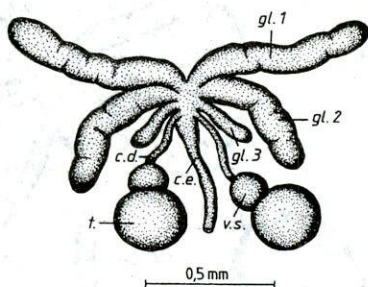


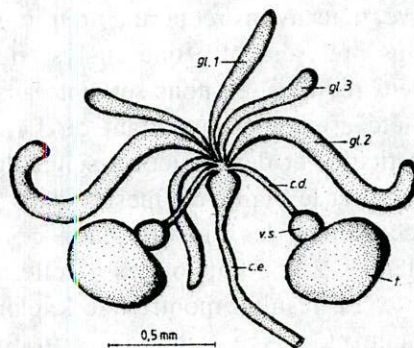
Fig. 7. – Appareil génital mâle de *Drimeotus* (*Fericeus*) *kraatzii*.

Pholeuon (s. str.) *proserpinae* (Fig. 8). Les testicules sont globulaires, parfois légèrement anguleux, leur plus grand diamètre atteignant 0,5 mm. Les vésicules séminales sont sphériques, d'un diamètre de 0,15 mm. La longueur des canaux déférents ne dépasse pas 0,4 mm. Le canal éjaculateur, nettement dilaté à l'extrémité proximale, a un diamètre inférieur à 0,07 mm. Les glandes 1, plus ou moins rectilignes, mesurent approximativement 0,8 mm en longueur et jusqu'à 0,08 mm en épaisseur dans le tiers distal. Les glandes 2, les plus développées (1,2–1,3 mm de longueur et environ 0,1 mm d'épaisseur), sont largement courbées, surtout vers l'extrémité distale. Les glandes 3, à l'aspect de massue, sont un peu plus courtes que les glandes 1, leur longueur étant en moyenne de 0,65 mm.

Pholeuon (*Parapholeuon*) (Fig. 9). Les testicules, d'un diamètre de 0,5 mm, sont régulièrement sphériques. Les vésicules séminales sont un peu plus

grandes que chez l'espèce précédente (environ 0,18 mm de diamètre). Les canaux déférents ont une longueur de l'ordre de 0,5 mm. Le canal éjaculateur est relativement gros (0,07 mm), avec la même dilatation à l'extrémité proxi-

Fig. 8. — Appareil génital mâle de *Pholeuon* (s. str.) *proserpinae*.



male. Les glandes accessoires sont volumineuses et relativement plus courtes; leur longueur est, en ordre, d'environ 0,5 mm, 1 mm et 0,5 mm, pour un diamètre maximum variant de 0,13 mm à 0,17 mm. Les glandes 2 sont largement arquées.

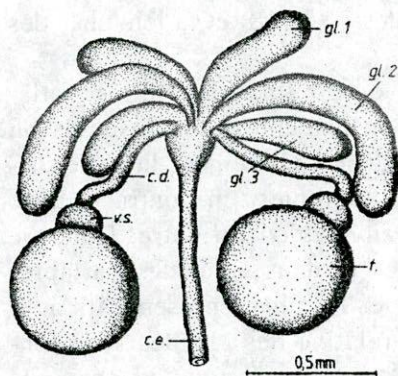


Fig. 9. — Appareil génital mâle de *Pholeuon* (*Farapholeuon*) *gracile*.

3. DONNÉES ANATOMIQUES COMPARATIVES

Les descriptions présentées ci-dessus montrent clairement que l'appareil génital mâle des Leptodirinae est suffisamment variable pour que les caractères anatomiques qui s'y rattachent puissent être ajoutés à ceux de morphologie externe dans la différenciation des taxons. Tel que les études précédentes le suggéraient et qu'il était d'ailleurs logique de le supposer, cette distinction est évidente en premier lieu entre les séries phylétiques, en portant principalement (mais point uniquement) sur les glandes accessoires. Néanmoins, on observe aisément

que des différences qu'on peut considérer comme significatives apparaissent également au niveau du genre et même du sous-genre.

Anfin d'examiner ce problème de façon plus détaillée et aussi plus objective, nous avons recouru à un traitement statistique des données dimensionnelles, plus précisément à une analyse des composantes principales sur données centrées réduites, en nous servant dans ce but du logiciel STATITCF. Cette analyse a été effectuée en partant de 14 valeurs primaires, à savoir: le diamètre des testicules et des vésicules séminales, la longueur des canaux déférents, la longueur et le diamètre (mesuré dans la zone médiane) de chaque paire de glandes accessoires, les rapports entre ces deux dernières variables et la longueur des glandes 2 et 3 rapportées à celle des glandes 1.

Le résultat montre que le plan factoriel 1-2 exprime 88,3% de la variance totale et, de ce fait, qu'il peut fournir à lui seul une image correcte sur la structure du nuage multidimensionnel de la dispersion des unités statistiques. Dans ce plan, les variables qui déterminent essentiellement le facteur 1 sont, par ordre décroissant des saturations, le rapport entre la longueur et le diamètre des glandes 1 (0,983), le diamètre des glandes 2 (0,968), la longueur des glandes 1 (0,936) et le même rapport pour les glandes 2 (0,933). En ce qui concerne le facteur 2, ces variables sont le diamètre des testicules (0,984), la longueur des glandes 2 (0,920), la longueur relative des glandes 3 (0,918) et la longueur des canaux déférents (0,917).

La projection sur ce plan factoriel de la distribution des unités statistiques représentant les sept taxons (*Closania* sp. excepté) pour lesquels on dispose de données dimensionnelles (Fig.10) illustre clairement la nette différenciation de ceux-ci au niveau de séries phylétiques, en contraste avec leur groupement à l'intérieur de la série de *Driomeotus*. En outre, l'analyse simultanée dans l'espace des unités statistiques et dans celui des variables nous permet d'identifier les éléments anatomiques les plus représentatifs pour chaque série phylétique. Ce sont: la longueur relative des glandes 2, la longueur et le rapport longueur/diamètre des glandes 3 pour la série de *Speonomus*; le diamètre des testicules, la longueur des glandes 2 et la longueur relative des glandes 3 pour la série de *Sophrochaeta*; le diamètre des trois paires de glandes pour la série de *Driomeotus*. Quant à la différenciation des taxons appartenant à cette dernière série phylétique, l'élément le plus évident est que, à l'encontre de l'étroit groupement des trois sous-genres de *Driomeotus*, les deux sous-genres de *Pholeuon* sont bien plus isolés (Fig. 10). Ce fait nous a conduit à l'analyse en composantes principales uniquement pour la série phylétique de *Drimeotus*.

La projection des unités statistiques dans le même plan factoriel (1-2) confirme l'isolement du sous-genre *Pholeuon* (s. str.) par rapport au sous-genre

Parapholeuon, isolement dû principalement aux fortes valeurs que prend le rapport entre la longueur et le diamètre de toutes les trois paires de glandes accessoires. Par ailleurs, on constate que, dans ces nouvelles conditions, le sous-genre *Fericeus* se détache des deux autres sous-genres de *Drimeotus*, les variables déterminantes étant les longueurs relatives des glandes 2 et 3.

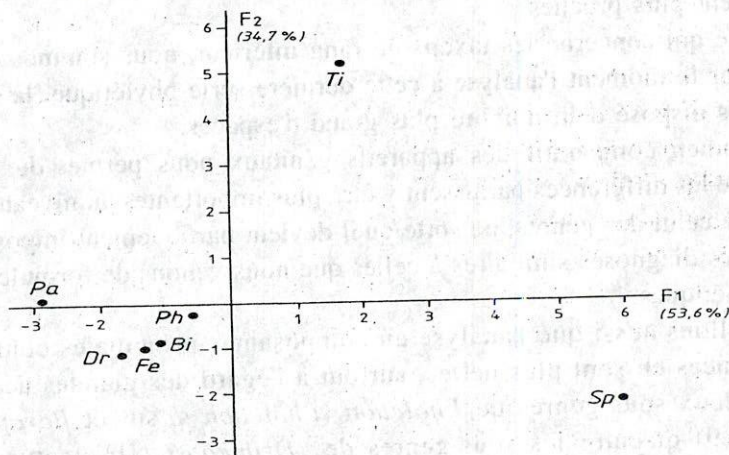


Fig. 10. – Analyse en composantes principales: projection sur le plan factoriel 1 – 2 de la dispersion des unités statistiques. Sp. – *Speonomus*; Ti – *Tismanella*; Dr – *Drimeotus*; Bi – *Bihorites*; Fe – *Fericeus*; Ph – *Pholeuon* (s. str.); Pa – *Parapholeuon*.

4. CARACTÉRISATION ANATOMIQUE DES TAXONS

L'examen morphologique de l'appareil génital mâle et le traitement statistique des données dimensionnelles nous permettent d'en détacher les caractères anatomiques qui s'avèrent être les plus représentatifs pour les taxons considérés. En tenant compte du fait que, tel que nous venons de le constater, les différences majeures se manifestent entre les séries phylétiques, c'est à ce niveau taxonomique que – malgré nos connaissances encore limitées – ces caractères pourraient être associés dans des diagnoses anatomiques valides.

Série phylétique de *Speonomus*: Testicules globulaires. Vésicules séminales ovoïdes. Canaux déférents courts. Canal éjaculateur long et musculeux, de diamètre constant. Glandes accessoires longues et graciles; les glandes 2 sensiblement plus courtes que les glandes 1; les glandes 3 particulièrement longues.

Série phylétique de *Sophrochaeta*: Testicules grands, plus ou moins ovoïdes. Vésicules séminales généralement sphériques. Canaux déférents longs. Canal éjaculateur lisse, dilaté à son extrémité proximale. Glandes accessoires de lon-

gueures nettement inégales: les glandes 2 très longues; les glandes 3 extrêmement courtes.

Série phylétique de *Drimeotus*: Testicules globulaires. Vésicules séminales sphériques. Canaux déférents de longueur moyenne. Canal éjaculateur également lisse et dilaté à l'extrémité proximale. Glandes accessoires généralement volumineuses (diamètre relatif bien plus grand) et courtes, mais de longuers sensiblement plus proches.

En ce qui concerne les taxons de rang inférieur, nous sommes obligés de limiter pour le moment l'analyse à cette dernière série phylétique, la seule dont nous avons disposé d'un nombre plus grand d'espèces.

L'examen comparatif des appareils génitaux nous permet de remarquer d'abord que les différences paraissent y être plus importantes au niveau des sous-genres qu'à celui des genres, de sorte qu'il devient partiquement impossible d'en détacher des diagnoses similaires à celles que nous venons de formuler pour les séries phylétiques.

Rapellons aussi que l'analyse en composantes principales confirme que les différences en sont plus nettes, surtout à l'égard des glandes accessoires, entre les deux sous-genres de *Pholeuon* (*Pholeuon* s. str. et *Parapholeuon*) (Fig. 8 et 9) qu'entre les sous-genres de *Drimeotus* (*Drimeotus* s. str. et *Bihorites*) (Fig. 4 et 6). Quoique cette observation devra nécessairement être vérifiée par des études complémentaires, il nous paraît possible de supposer dès maintenant que les caractères anatomiques ne sont pas dépourvus d'analogie avec ceux liés à la morphologie externe, puisque les sous-genres de *Pholeuon* sont plus différents au point de vue morphologique aussi. Une telle hypothèse est confirmée par l'aspect particulier que présente l'appareil génital mâle de *Fericeus* (Fig. 7) – sous-genre monospécifique cantonné dans le massif isolé de Măgura Ferice et qui se distingue de tous les autres sous-genres de *Drimeotus* aussi bien par ses caractères morphologiques, que par son édéage (JEANNEL, 1923). En revanche, l'hypothèse pourrait être infirmée par le fait que la prégnante convergence morphologique qui existe entre les sous-genres de *Drimeotus* et de *Pholeuon* peuplant d'une part les Monts du Bihor, et d'autre part les Monts Pădurea Craiului, ne se retrouve pas dans l'anatomie de l'appareil génital. Il faut cependant noter que pareille convergence fait également défaut lorsqu'on se rapporte à la conformation de l'organe copulateur.

Quoiqu'il en soit, il nous paraît évident que l'anatomie de l'appareil génital est susceptible de fournir des informations utiles au point de vue taxonomique et que des études plus approfondies dans cette direction ne seront point dépourvues d'intérêt.

BIBLIOGRAPHIE

- CAZALS, M. et JUBERTHIE-JUPEAU, L., *Données histologiques et cytochimiques sur l'appareil génital mâle de Speonomus hydrophilus Jeannel, Coléoptère Bathysciinae souterrain*. Mém. Biospéol., 8, 125–133, 1981.
- DECU, V., *Contribuții la studiul morfologiei interne la Coleopterele cavernicole din seria filetică Sophrochaeta Reitter (Catopide – Bathysciinae)*. St. Cerc. Biol., Ser. Biol. anim., 13, 3, 395–407, 1961.
- DUPRE, E., *Analyse comparée du sac interne des Bathysciinae (Coleoptera Catopidae): intérêt taxinomique, considérations sur l'évolution fonctionnelle du sac*. Mém. Biospéol., 19, 169–186, 1992.
- JEANNEL, R., *Essai d'une nouvelle classification des Silphides cavernicoles*. Arch. Zool. exzp. gén., V, 1–48, 1910.
- JEANNEL, R., *Étude préliminaire des Coléoptères aveugles du Bihor*. Bull. Soc. Sc. Cluj, I, 411–472, 1923.

Reçu le 15 août 1998

ON THE PRESENCE OF *PROLAGURUS* AND *ALLOPHAIOMYS* IN THE DACIC BASIN

COSTIN RĂDULESCU*¹, PETRU ENCIU** and ALEXANDRU PETCULESCU*

*Institutul de Speologie «Emil Racoviță», Str. Frumoasă Nr. 11, 78114 București 12, România

**Institutul Geologic al României, Str. Caransebeș Nr. 10, 71001 București, România

A 425 m borehole, located at Fierbinți-Târg in the eastern area of the Dacic Basin, has yielded from a depth between 247.0–247.5 m below surface a molluscan fauna without stratigraphical significance in association with a few rodent remains indicating the presence of *Prolagurus pannonicus* (Kormos) and *Allophaiomys* cf. *pliocenicus* Kormos. These two taxa are recorded for the first time in the Dacic Basin. The fossiliferous level appears to belong to the Marly Complex (Coconi Beds) originally allocated to the Middle Pleistocene. On the basis of the rodent taxa a late Early Pleistocene age of about 1 Ma is assigned to the level containing *Prolagurus* and *Allophaiomys*. A description of the dental material is given and the biostratigraphical significance of the rodent taxa is discussed.

1. INTRODUCTION

Prolagurus pannonicus (Kormos) is a species of steppe lemming (Lagurini) which was described by KORMOS (1933) from the karst deposits at Betfia 2 (Șomleu Hill, northwestern Romania), the type-locality for the Betfia phase of the Biharian stage (KRETZOI, 1941, 1962). This species was also found in two other fossil sites, Betfia V and Betfia VII/3a, from the same area (TERZEA, 1996).

In addition, *P. pannonicus* was mentioned in the Middle Pleistocene mammalian fauna from a cave at Brașov (Dealul Sprengiului, Gesprengberg, Sprengiului Hill) in association, among other species, with *Arvicola* cf. *bactonensis* Hinton (KORMOS, 1933). The description given by KORMOS (1933) of the two first lower molars (M_1) of steppe lemming rather suggests the presence there of a primitive form of *Lagurus transiens* Jänossy. This interpretation is strengthened by the advanced evolutionary stage of some faunal representatives of the genera *Clethrionomys*, *Arvicola* and *Microtus*.

¹ Corresponding author.

During the hydrogeological investigations undertaken in the Fierbinți area of the Romanian Plain, a boring at Fierbinți-Târg has yielded a few rodent remains showing, for the first time, the occurrence of *P. pannonicus* and *Allophaiomys* cf. *plioaenicus* Kormos, associated with a molluscan fauna, in the eastern part of the Dacic Basin (Fig. 1).

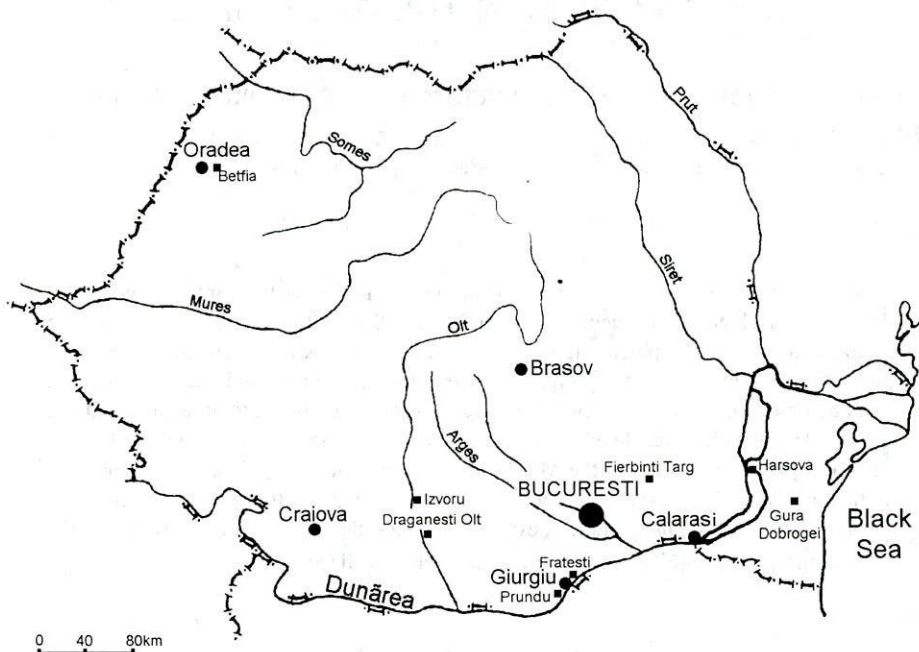


Fig. 1. – Location map of the principal Early and Middle Pleistocene mammal sites in Romania.

The aim of this paper is to describe these fossil rodent remains and to assess their stratigraphic significance.

2. MATERIAL AND METHODS

The material is housed in the collections of the «Emil Racoviță» Speleological Institute, Bucharest (ISER). The dental terminology is after VAN der MEULEN (1975), RABEDER (1981) and REKOVETS and NADACHOWSKI (1997). Drawings were made using a camera lucida.

Measurements are given in millimeters (mm).

ABBREVIATIONS

L – maximal length of occlusal surface; W – width; a – length of anteroconid complex (M_1); b – shortest distance between BRA3 and LRA4 (M_1); c – shortest

distance between BRA3 and LRA3 (M_1); P -- length of posterocone complex (M^3); P/L index (M^3).

3. STRATIGRAPHY

The 65 Fierbinți-Târg hydrogeological boring executed in 1992 by «Foradex S.A.» Bucharest, was located some 20 km west of the town of Urziceni. The main goal of this boring was to obtain more information about the lithology of the Quaternary sedimentation; the boring penetrated a sequence of deposits 425 m in thickness (Fig. 2).

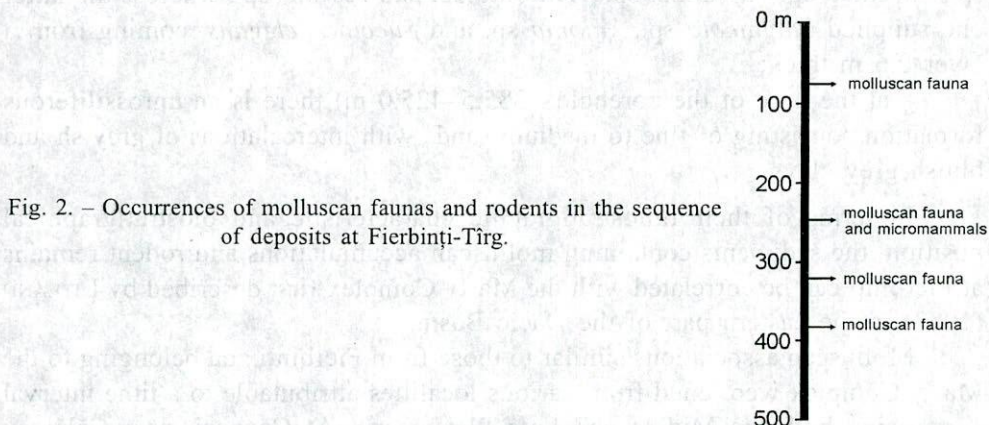


Fig. 2. – Occurrences of molluscan faunas and rodents in the sequence of deposits at Fierbinți-Tîrg.

Geomorphologically, the Fierbinți sector is situated in the northcentral part of the Romanian Plain, near the convergence area of the Ialomița, Prahova, Sărata and Cricov rivers. The radial-convergent situation of these rivers is considered a result of the subsidence process that influenced during the Quaternary the base of the Moesian Platform. As a consequence, the Fierbinți-Urziceni sector is bordered southwards and westwards by the intersection of the Intramoesian Fault and another major fault oriented NE-SW (SÂNDULESCU *et al.*, 1995). According to the amounts of principal types of rocks and the formation of sedimentary rhythms, the 65 Fierbinți-Târg boring shows three principal lithostratigraphic units:

– a sequence (0–268 m) of 27 depositional halfcycles, each halfcycle consisting (from bottom to top) of fine sands, clays and grey clays, followed by yellowish grey or variegated clays. There is an equilibrated proportion between the sandy and clayey lithologic terms. Molluscan fauna was collected from two levels: 65–67 m and 247–247.5 m. The sample from the upper interval coming from a variegated clay includes molds belonging to the genera *Bithynia* and *Planorbis*. Sampling in the lower interval consisting of clay with herbaceous

phytoclasts has yielded molluscan shells including: *Fagotia acicularis*, *F. esperi*, *Planorbis* cf. *planorbis*, *Bulimus* cf. *spoliatus*, *Succinea* sp., *Radix* sp., *Lithoglyphus* sp., and *Viviparus* sp. in association with sparse rodent remains showing the presence of *P. pannonicus* and *Allophaiomys* cf. *pliocenicus*;

– the sequence of deposits from 262.0 to 385.5 m is characterized by the occurrence of the same two or three lithotypes consisting of sand, sandy clay and/or clay; fine clastic silica rocks (sandy clays and clays of various colors: grey, yellowish grey to black) are predominant. Molluscan shells were collected from 323.0–323.5 m (grey clay) and 375–379 m (blackish clay) below surface; the former interval yielded the following forms: *Planorbis planorbis*, *Chondrula* sp., *Succinea* sp., *Pisidium* sp., *Hydrobia* sp. and *Vavata* sp., whereas the latter one supplied *Stagnicola* sp., *Valonia* sp. and *Succinea elegans*, coming from a layer 0.6 m thick;

– at the base of the borehole, (385.5–425.0 m) there is an unfossiliferous formation consisting of fine to medium sands with intercalations of greyish and bluish grey clays.

In terms of their lithostratigraphic characteristic and biostratigraphical position, the sediments containing molluscan accumulations and rodent remains at Fierbinți can be correlated with the Marly Complex first described by LITEANU (1953) in the eastern part of the Dacic Basin.

Molluscan associations similar to those from Fierbinți and belonging to the Marly Complex were cited from various localities attributable to a time interval comprising both the Middle and Late Pleistocene. At Găunași, near Călărași, deposits assigned to the Marly Complex overlying the Frătești Formation supplied the following taxa: *Valvata piscinalis*, *V. sibiensis*, *Sphaerium rivicola*, *Planorbis planorbis*, *P. ombilicatus*, *P. corneus*, *Pisidium amnicum*, *P. clessini*, *Viviparus diluvianus*, *Bythinia gracilis*, *Anisium* (*Spiralina*) *vortex*.

Boreholes located some 25–30 km west of Fierbinți in the Piscu Vechi area have yielded molluscan shells coming from a group of clays between 16–26 m below surface. The species identified are as follows: *Pisidium amnicum*, *Valvata piscinalis*, *V. suleikiana*, *Lithoglyphus naticoides*, *Planorbis planorbis* (LITEANU *et al.*, 1967).

Although this molluscan association is deprived of stratigraphic significance, a Middle Pleistocene age was suggested for the fossiliferous sequence of clays by LITEANU *et al.* (1967) who considered, on the basis of molluscan fauna, this clayey deposits from Piscu Vechi equivalent to the Marly Complex in the Bucharest area.

The Marly Complex was originally assigned, taking into account its paleontologic contents and geometric position, to the Middle Pleistocene (LITEANU and GHENEA, 1966).

5

The *Prolagurus* and *Allophaiomys* in the Dacic Basin123

The presence of rodent species at Fierbinți-Târg supplies new and more accurate information on the chronostratigraphy of the Marly Complex (= Coconi Beds) that may be situated at least in part towards the end of the Early Pleistocene.

4. PALEONTOLOGY

Prolagurus pannonicus (Kormos)

Material: RM₁ (ISER /Fb. Nr.1) (Fig. 3a)

Description – The specimen consists of a posterior loop (PL), five enamel triangles (T) and an anterior loop (AL). PL–T1–T2 and T3 are slightly confluent; T4–T5 are broadly confluent forming a rhombus; there is a rather reduced communication between T5 and AL. The enamel is slightly differentiated (thicker on the concave side of the triangles). AL is ovoid, without enamel discontinuities except the anterior one (anterosinuid). This morphology marks an important distinction in comparison with *Lagurus arankae* Kretzoi in which M₁ possesses a supplementary external angle (T6) with a dentine tract (equivalent to mimosinuid) along its tip to the base of the tooth.

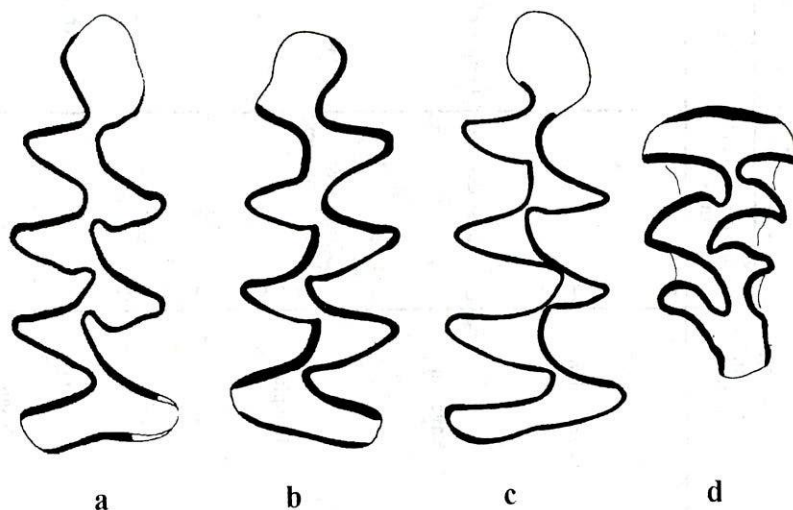


Fig. 3. – *Prolagurus pannonicus*: a. RM₁, Fierbinți-Târg occlusal view. b – c. LM₁, Betfia 2, occlusal (b) and basal (c) views. *Allophaiomys* cf. *pliocenicus*: c. LM₃, Fierbinți-Târg, occlusal view. The scale equals 1 mm.

We used for comparison a mandible containing the tooth row from Betfia-2 as well as data from sites of Central (RABEDER, 1981) and Southeastern Europe (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997).

Measurements of the specimens from Fierbinți and Betfia-2 are indicated below:

	L	a	b	c	W	A/L	B/W	C/W
Fierbinți	2.15	1.00	0.05	0.16	0.72	46.50	6.94	22.22
Betfia-2	2.45	1.15	0.12	0.13	0.83	46.90	14.50	15.70

Discussion

The specimen from Fierbinți is distinguished by a broad communication between T4–T5 (great value of C/W index), whereas the confluence T5–AL is markedly reduced (low value of B/W index); the anteroconid complex (AC) is rather short resembling M_1 from Betfia-2 (great value of A/L index).

In comparison with *P. pannonicus* of Central Europe (RABEDER, 1981), the specimen from Fierbinți is similar to the «*pannonicus*» type from Deutsch Altenburg 2/C₁ (RABEDER, 1981, Fig. 59.2 – /DA2/C1/5/21). At the same time, the M_1 from Fierbinți shows close affinities with similar teeth from the Ukraine (Nogaïsk, Kairy and Cherevichnoe-1), attributed to the nominative subspecies by REKOVETS and NADACHOWSKI (1997).

In Romania, *P. pannonicus* was recorded from the karst deposits at Betfia. Faunal associations including this species were found at Betfia-2 (KORMOS, 1914; KRETZOI, 1941, 1965), Betfia-V (KRETZOI, 1941; TERZEA, 1996) and Betfia VII/3a (TERZEA, 1996). It is worth remembering that at Betfia-2 *P. pannonicus* is accompanied by *Allophaiomys pliocaenicus* and *Microtus arvalidens*. Betfia-V yielded *P. pannonicus*, *Microtus hintoni* and *M. burgondiae*. At Betfia-VII/3a *P. pannonicus* is associated with *M. arvalidens* and *M. nivalinus* (TERZEA, 1996). This gradual faunal change appears to have a chronological significance showing a transition from primitive to more advanced forms. In this morphological series, Betfia-2 appears to be earlier than Betfia-V, this latter site preceding Betfia VII/3a.

It must be added that according to TERZEA (1988), the faunal association established by KRETZOI (1965) for Betfia-2, on the basis of material coming from several fossil sites investigated by Kormos, consists of heterochronous species representing a mixed assemblage of doubtful chronological position.

P. pannonicus makes its first appearance in Southeastern Europe at the beginning of the Nogaïsk phase of the later part of the Tamanian faunal complex. The species was also distributed in Central Europe and spread as far as Spain in the west (Bagur-2).

The last occurrence of *P. pannonicus* was registered during the Protopopovka phase, which represents the earliest part of the Tiraspolian faunal complex in Southeastern Europe. It is worth noting that Protopopovka phase includes the Matuyama/Brunhes paleomagnetic boundary (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997).

Allophaiomys cf. pliocaenicus Kormos

Material: M³ (ISER /Fb. Nr. 2) (Fig. 3d)

Description – The molar consists of an anterior loop (AL), four–enamel triangles (T) and a posterior cap (PC). There is a slight confluence between T2–T3 and T4; the communication between T4 and PC is more marked; a fairly well-developed T5 is present. PC is short and relatively narrow. The tooth possesses two lingual reentrants corresponding to the «*simplex*» morphology (RABEDER}, 1981).

Measurements:

L	1.60
P.....	0.08
W(AL)	1.02
P/L	50.00

Discussion

The M³ from Fierbinți is similar to the «*simplex*» morphotype described by RABEDER (1981) from Deutsch Altenburg (DA/2C₁). The enamel is relatively uniform in thickness.

The length of wear surface is under the mean values indicated for M³s from DA/2C₁ where: $\bar{X} = 1.75$ mm, $N = 100$
and DA 22 where: $\bar{X} = 1.73$ mm, $N = 5$

In comparison with *A. pliocaenicus* of Southeastern Europe (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997), the Fierbinți specimen is similar to some M³s from Kairy having a well-developed T5 and a relatively broad communication between T4 and PC.

The dimensions are within the size range of specimens from Kairy and Cherevichnoe (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997).

In comparison with *M. hintoni*, which accompanies *P. pannonicus* in later faunas, the Fierbinți specimen appears to have a more primitive morphology (absence of LSA5, shallow LRA3, broader communication between T4 and PC). It is important to mention that about 40% to 50% of M³ in *M. hintoni* from the Ukraine are characterized by an incipient LSA5 (morphotype III, Fig. 51 in REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997); in addition, LRA3 is well developed separating T4 from PC.

Judging from its morphology, the M³ from Fierbinți suggests a relationship with similar material from Betfia–2, Deutsch Altenburg 2 (*Allophaiomys pliocaenicus* zone of the Betfian after RABEDER, 1981), Kairy and Cherevichnoe-1,

the latter two sites belonging to the Betfia subunit in the biostratigraphic scheme of Southeastern Europe proposed by REKOVETS and NADACHOWSKI (1997).

5. CHRONOLOGY

The Early Pleistocene deposits of the Dacic Basin can be grouped, in ascending order, into the following lithostratigraphic units (ALEXEEVA *et al.*, 1983):

- Frătești Formation
- Uzun Beds
- Coconi Beds (= «Marly Complex»)

5.1. FRĂTEȘTI FORMATION

The so-called Frătești Formation is represented by alluvial accumulations consisting of three banks of sands and gravels separated by two clayey intercalations (LITEANU, 1953, 1961a, b; LITEANU and GHENEA, 1966). The Frătești Formation was assigned to a later part of the Quaternary corresponding to the Gunz/Mindel interglacial of the St. Prestian stage (LITEANU and GHENEA, 1966). The chronostratigraphic position of the Frătești Formation is, however, still controversial². Taking into account its paleontological contents, this formation appears to represent a heterochronous sequence of deposits including three distinct mammalian associations (FERU *et al.*, 1979). The gomphothere mastodon *Anancus arvernensis* (Croizet and Jobert) and probably the primitive elephant molars attributable to *Mammuthus gromovi* Aleexeva and Garutt might come from the basal member (named Frătești-1 in FERU *et al.*, 1979) of the Frătești Formation.

Medial member of the Frătești Formation can be correlated with *Unio apscheronicus* Biozone which is situated at the beginning of the Early Pleistocene (GHENEA *et al.*, 1982). This first biozone of the Quaternary is distinguished by the presence of unionid species with boreal affinities (ANDREESCU, 1983). According to FERU *et al.*, (1979), the middle subunit (named Frătești-2) can be assigned, on the basis of the mammalian fauna, to the earliest part of the Early Pleistocene. At Prundu, in the Frătești Formation area, the macromammals include *Alces gallicus* Azzaroli and *Mammuthus meridionalis* (Nesti) (APOSTOL, 1972).

A rich small mammal association, attributable to the Frătești-2 substage, is known from Drăgănești-Olt (FERU *et al.*, 1979). An index taxon of this microfauna

² See ENCIU P., «The Pliocene and Quaternary of the Jiu/Desnățui interfluvium» (unpublished doctoral thesis, 1998).

is represented by a large sized vole identified as a primitive form of *Mimomys ostramosensis* Jánossy and Van der Meulen (type locality Osztramos-3, Hungary) (JÁNOSSEY and VAN der MEULEN, 1975). This large sized vole is accompanied at Drăgănești-Olt by *Allactaga* sp., *Clethrionomys kretzoi* (Kowalski), *Mimomys coelodus alutae* Rădulescu & Samson, *Borsodia* cf. *lagurodontoides* Shevchenko (= ? *pétenyi* Méhely) and other species of rodents and insectivores.

On the basis of the evolutionary stage of arvicolid species, the Drăgănești-Olt fauna is assigned to the base of the Early Pleistocene and its equivalents (Eburonian, part of the Senèze zone, Kislangian, Odessan faunal complex).

Upper parts of the Frătești Formation (Frătești-3 or Frătești s.s.) have yielded at Frătești (type-locality) and other nearby localities remains of *Praemegaceros* in association with *Paracamelus alutensis* (Ștefănescu) and an advanced form of *M. meridionalis*. Frătești-3 correlates, very probably, with the late Early Pleistocen.

5.2. UZUNU BEDS

The Uzunú Beds consist of sandy deposits with marly/clayey intercalations, characterized by the occurrence of a molluscan fauna containing, among other forms, *Bogatschevia sturi*, an index species for the second biozone of the Early Pleistocene of the Dacic Basin (GHENEA *et al.*, 1982) and for the Boshernitsa Horizon of the Odessan faunal complex from Eastern Europe (NIKIFOROVA *et al.*, 1976). The molluscan fauna of Boshernitsa type marks a shift from cool to more temperate climatic conditions.

Fossiliferous deposits containing *Bogatschevia sturi* in association with small mammal remains are known from Izvoru-2, a site in the western Dacic Basin, where a large sized arvicolid species identified as *Kislangia rex* (Kormos) was recorded (RĂDULESCU and SAMSON, 1986a). In addition, the presence of *Trogontherium boisvilletti* Laugel (normal size), *Spermophilus primigenius* Kormos, *Clethrionomys kretzoi*, *Mimomys coelodus* cf. *coelodus* Kretzoi and *Borsodia* sp. (described as *B. cf. hungarica*, of *pétenyi* morphology in RĂDULESCU and SAMSON, 1986a). The Fauna at Izvoru-2 represents undoubtedly a continuation of the fauna from Drăgănești-Olt. Thus, *M. coelodus* cf. *coelodus* is believed to derive from *M. coelodus alutae*. The position of *Borsodia* sp. is still unclear, this taxon being considered, taking into account its peculiar dental morphology, an immigrant from the Eurasiatic steppes and not a descendant of *B. cf. lagurodontoides* from Drăgănești-Olt.

According to REKOVETS and NADACHOWSKI (1997), the Boshernitsa Phase «comprises the assemblages of the lowermost Eopleistocene (= Early Pleistocene) age of southeastern Europe». The Boshernitsa Phase (sensu REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997) includes, therefore, both Domashkinian and Boshernitsian

Horizons of the biostratigraphic scheme of the former USSR (NIKIFOROVA *et al.*, 1976, 1986).

The Boshernitsa Phase is characterized by the first appearance of *Allophaiomys deucalion* Kretzoi. Rootless lagurines are absent, but some Late Pliocene (Khaprovian) taxa are still present (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997).

In a broad sense, the Uzun Beds might correlate with the later part of the Eburonian and the Waalian of the chronostratigraphic scheme of Northern Europe (the Netherlands) (ZAGWIJN, 1992).

The Uzun Beds are also correlated with the Boshernitsian Horizon (sensu NIKIFOROVA *et al.*, 1976) by ALEXEEVA *et al.* (1983).

The correlation of the Izvoru-2 small mammal fauna remains still uncertain. Although the micromammalian species of this site are associated with *B. sturi*, rootless arvicolids characteristic for the Boshernitsian Horizon (sensu NIKIFOROVA *et al.*, 1976, 1986) are still lacking. On the basis of the absence of rootless arvicolid species at Izvoru-2, where *Bogatschevia sturi* is associated only with rooted arvicolids, an earlier lower limit for the Boshernitsian Horizon is suggested. This horizon appears to encompass the later part of the Eburonian and most part of the Waalian.

5.3. COCONI BEDS

The Coconi Beds («Marly Complex») are developed mainly in the eastern portion of the Dacic Basin being represented by a sequence of marls and clays with thin intercalations of fine sands. The «Marly Complex», first described by LITEANU (1953), was identified by borings in the Bucharest area and other localities from the east of the Dacic Basin. The sequence of deposits at Fierbinți including the layer with *Prolagurus* and *Allophaiomys* appears to belong to the Coconi Beds.

Molluscan faunas collected from the Coconi Beds contain species without chronostratigraphic value. Most part of the shells belong to freshwater benthonic species with high ecological tolerance which do not show important differences from the following Middle and Late Pleistocene taxa. Most of them are species that survive to the present day.

Mammals of the Marly Complex are very poorly known. Occurrence of *Praemegaceros verticornis* (Dawkins) and *Equus* cf. *mosbachensis* v. Reichenau was indicated in boreholes executed in the Danube Plain between Brăila in the north and Hârșova in the south (FERU *et al.*, 1977). The only micromammals collected till now are represented by the two molars from Fierbinți-Târg described in this paper. Initially, the Marly Complex was assigned, on the basis of molluscan faunas and geometric criteria, to the Middle Pleistocene (LITEANU and GHENEA,

1966). ALEXEEVA *et al.* (1983) allocated the Coconi Beds («Marly complex») to the later part of the Early Pleistocene.

5.4. DISCUSSION

As already shown, the Fierbinți rodent taxa suggest a relationship to Betfia-2 from where both *P. pannonicus* and *A. pliocaenicus* were described, whereas Betfia V and Betfia VII/3a have yielded *P. pannonicus* in a more evolved faunal context.

With regard to the chronostratigraphic scheme of Northern Europe (ZAGWIJN, 1992) the Fierbinți fossil level might be correlated with a post-Waalian time interval corresponding to the Menapian or even encompassing the Menapian/Bavelian boundary.

Taking into account the dental morphology of the two taxa from Fierbinți, it seems reasonable to place the fossiliferous layer with *Prolagurus* and *Allophaiomys* to a time interval within the Early Pleistocene, equivalent, very probable, to the Nogaïsk Phase or the beginning of the Cherevichnoe Phase of the biostratigraphic scheme of Southeastern Europe (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997). It must be remembered that REKOVETS and NADACHOWSKI (1997) correlate the Boshernitsa and Zhevakhova Gora Phases with Villany-5 (Hungary), whereas the Nogaïsk and Cherevichnoe Phases are correlated with the Betfia Phase.

According to NIKIFOROVA *et al.* (1976, 1986), the Nogaïsk horizon may be correlated with the Menapian of the chronostratigraphic scheme of the Netherlands.

5.5. CENTRAL DOBROGEA

The later development of micromammalian faunas is unknown in the Dacic Basin, but it is fairly well-documented in karst deposits of Central Dobrogea. All of the small mammal associations from this area are later than the Fierbinți level with *Prolagurus* and *Allophaiomys*.

The earliest Middle Pleistocene faunal association from Central Dobrogea was described from a rock-shelter called Gura Dobrogei-4 where a basal loessic deposit supplied abundant remains of a steppe lemming identified as *Lagurus posterius* ssp. (primitive form) accompanied by elements of Asiatic origin such as *Cricetulus migratorius* (Pallas), *Visternomys cortezi* Rădulescu and Samson, *Eolagurus gromovi* Topachevski (including specimens with *argyropouloi* morphology), *Stenocranius hintoni* / *gregaloides* Hinton, *Microtus middendorfi* / *hyperboreus* group and other forms (RĂDULESCU and SAMSON, 1986b). This Middle Pleistocene fauna of marked continental aspect was tentatively correlated with a glacial (Glacial A?) from the first part of the «Cromerian Complex» of the Netherlands (ZAGWIJN, 1992). It is worth noting that *V. cortezi* represents a

taxon having its closest affinities with «*Clethrionomys*» *mirus*, known from Eastern Kazakhstan (TIUTKOVA and KAIPOVA, 1995).

On the other hand the Gura Dobrogei-4 fauna shows many similarities to the Shamin micromammalian assemblage in the Lower Don basin, situated at the beginning of the Tiraspolian faunal complex of Eastern Europe (MARKOVA, 1990). The Shamin fauna containing *Lagurus posterius*, *E. argyropouloi*, *Microtus hintoni* in association with some more primitive teeth suggesting allophaiomyan affinities, appears to be earlier than that from Gura Dobrogei-4. Paleomagnetic determinations showed that deposits with small mammal remains at Shamin are situated beneath the Matuyama/Brunhes boundary (MARKOVA, 1990).

6. CONCLUSIONS

The sequence of deposits from the borehole at Fierbinți Târg, including the fossil layer with molluscan and rodent taxa, appears to belong to the lithostratigraphic unit named «Marly Complex» by LITEANU (1953) who described it in the eastern part of the Dacic Basin.

The dental morphology of the rodent species from Fierbinți indicates a broad equivalence of this locality containing stratified deposits to the karst deposits at Betfia-2 in northwestern Romania. As already shown, the Fierbinți fossil layer may be correlated with the Betfia Phase or Betfium as defined in Central Europe by KRETZOI (1965), RABEDER (1981) and JÁNOSSY (1986).

In addition, the Coconi Beds («Marly Complex») correlate with the Nogaïsk and Cherevichnoe phases of the biostratigraphic scheme of Southwestern Europe (REKOVETS and NADACHOWSKI, 1997). A tentative correlation with part of the Menapian and the Early Bavelian in the Netherlands is also suggested.

The occurrence of *P. pannonicus* and *A. cf. pliocaenicus* at – 247 m below surface in the stratigraphic column from Fierbinți suggests, on the basis of the evolutionary stage of these two species, an age of about 1 Ma for the fossiliferous level.

Both *P. pannonicus* and *A. cf. pliocaenicus* are recorded at Fierbinți for the first time in the Dacic Basin. Till now *P. pannonicus* was known only from Betfia-2 (KRETZOI, 1965), Betfia V and Betfia-VII/3a (TERZEA, 1996) and *A. pliocaenicus* from Betfia-2 as well as from other sites (Betfia X, XI, IX, VII/1) in the same karst area (TERZEA, 1996).

The most likely biostratigraphic relationship of the Fierbinți layer (including *Prolagurus* and *Allophaiomys*) in the framework of the Early and early Middle Pleistocene small mammal sites of the Dacic Basin and Central Dobrogea is presented in Table 1.

REFERENCES

- ALEXEEVA, I. L., ANDREESCU, I., BANDRABUR, T., CEPALÎGA, A., GHENEA, C., MIHĂILĂ, N. and TRUBIHIN, V. *Correlation of the Pliocene and Lower Pleistocene Deposits in the Dacic and Euxinic Basins*. Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică, **59**, 143–151, București, 1983.
- ANDREESCU, I., *Biochronology and Chronostratigraphy of the Upper Pliocene and Lower Pleistocene in the Dacic Basin*. Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică, **59**, 153–160, București, 1983.
- APOSTOL, L., *Les mammifères pléistocènes de la zone de Prundu, District d'Ilfov*. Travaux du Musée d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa», **12**, 427–438, București, 1972.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. and SAMSON P., *Restes de Mammifères dans les dépôts quaternaires psammo-pséphitiques du secteur est de la Plaine roumaine orientale*. Trav. Inst. Spéol., «Emile Racovitza», **16**, 141–150, București, 1977.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. and SAMSON, P., *Biostratigraphie (Micromammifères) des dépôts plio-pléistocènes du domaine gétique de la Dépression Valaque*. Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza», **28**, 141–169, București, 1979.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. and SAMSON, P., *Succession des mammifères plio-pléistocènes dans le Bassin Dacique (Roumanie)*. Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică, **59**, 161–169, București, 1983.
- GHENEA, C., ANDREESCU, I., BANDRABUR, T., CEPALÎGA, A., MIHĂILĂ, N. and TRUBIHIN, V., *Bio-and Magnetostratigraphic Correlations on the Pliocene and Lower Pleistocene Formations of the Dacic Basin and Braşov Depression (East Carpathians)*. Institutul de Geologie și Geofizică, Dări de Seamă ale Ședințelor, **66**, 139–156, București, 1982.
- JÁNOSSY, D. and VAN der MEULEN, A., *On Mimomys (Rodentia) from Osztramos – 3, North Hungary*. Koninkl. Nederl. Akad. Wet. Proc. B, **78/5**, 381–391, Amsterdam, 1975.
- JÁNOSSY, D., *Pleistocene Vertebrate Faunas of Hungary*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986.
- KORMOS, T., *Über die Resultate meiner Ausgrabungen im Jahre 1913; Die Fauna des Somlyó-Berges nächst Püspöfküldö*. Jahresbericht der K. ungarischen geologischen Anstalt 1913, 559–567, Budapest, 1914.
- KORMOS, T., *Revision der präglazialen Wühlmäuse vom Gesprengberg bei Brassó in Siebenbürgen*. Palaeontologische Zeitschrift, **15/1**, 1–21, Berlin, 1933.
- KORMOS, T., *Mimomys newtoni F. Major und Lagurus pannonicus Korm. zwei gleichzeitige verwandte Wühlmäuse von verschiedener phylogenetischen Entwicklung*. Nat. term. Ert., **57**, 356–379, Budapest, 1938.
- KRETZOI, M., *Die unterpleistozäne Säugetierfauna von Betfia bei Nagyvárad*. Földtani Közlöny, **71**, 308–355, Budapest, 1941.
- KRETZOI, T., *Fauna und Faunenhorizont von Csárnota*. Földtani Intézet Evi Jelentése, 1959, 297–395, Budapest 1962.
- KRETZOI, M., *Die Nager und Lagomorphen von Voigtstedt in Thüringen und ihre chronologische Aussage*. Paläontologische Abhandlungen, **A/2**, 585–660, Berlin, 1965.
- LITEANU, E., *Geologia ținutului de câmpie din Bazinul inferior al Argeşului și a teraselor Dunării*. Com. Geol., Inst. Geol., St. tehn. econ., **E/2**, 5–81, București, 1953.
- LITEANU, E., *Aspecte generale ale stratigrafiei pleistocenului și ale genetice reliefului din Câmpia Română*. Com. Geol., Inst. Geol., St. tehn. econ., **E/5**, 41–59, București, 1961a.
- LITEANU, E., *Despre limita Cuaternar/Terțiar din Depresiunea Valahă*. Com. Geol., Inst. Geol., St. tehn. econ., **E/5**, 65–85, București, 1961b.

- LITEANU, E. and GHENEA, C., *Cuaternarul din România*. Com. Geol., Inst. Geol., St. tehn. econ., **H/1**, București, 1966.
- LITEANU, E., PRICĂJAN, A. and ANDREESCU, I., *Cercetări privitoare la stratigrafia Cuaternarului din regiunea de câmpie dintre Teleajen și Prahova*. Com. Geol., Inst. Geol., St. tehn. econ., **H/4**, 7–26, București, 1967.
- MARKOVA, A. K., The Sequence of Early Pleistocene Small-mammal Faunas from the South Russian Plain. *Quartärpaläontologie*, **8**, 131–151, Berlin, 1990.
- MEULEN, A. J., van der, *Pleistocene small mammals from the Monte Peglia (Orvieto, Italy) with special reference to the phylogeny of Microtus (Arvicolidae, Rodentia)*. *Quaternaria* **17**, 1–144, Roma, 1975.
- NIKIFOROVA, K. V., KRASNOV, I. I., ALEXANDROVA, L. P., VASILIEV, I. M., KONSTANTINOVA, N. A. and CHEPALYGA, A. L., *Climatic Fluctuations and detailed stratigraphy of late Pliocene/Early Pleistocene deposits of the South of the USSR*. (in Russian). Intern. Geol. Congress, **25**, 101–119, Publ. House «Nauka», Moscow, 1976.
- NIKIFOROVA, K.V., ALEXANDROVA, L.P., TRUBIKHIN, V.M. and CHEPALYGA, A. L., *Correlation of Pliocene and Eopleistocene deposits from South-European USSR and SRR Romania (in Russian)*. The continental Upper Pliocene of the Black-Caspian region, 5–17, Moscow, 1986.
- RABEDER, G., *Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem älteren Pleistozän von Niederösterreich*. Beitr. Paläont. Österr. **8**, 1–373, Wien, 1981.
- RĂDULESCU, C. and SAMSON, P., *Les mammifères du Pléistocène inférieur d'Izvoru (Département d'Olt, Roumanie)*. *Quartärpaläontologie*, **6**, 157–171, Berlin, 1986a.
- RĂDULESCU, C. and SAMSON, P., *Les Micromammifères du Pléistocène moyen de Gura Dobrogei-4 (départ. de Constanța, Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **25**, 67–84, București, 1986b.
- REKOVETS, L. and NADACHOWSKI, A., *Pleistocene voles (Arvicolidae) of the Ukraine*. *Paleontologia i Evolució*, **28–29**, 145–245, Barcelona, 1995.
- SĂNDULESCU, M., POPESCU, Gh. and MĂRUNȚEANU, M., *Facies and Stratigraphy of the Lower and Middle Miocene formations of the Slănic Syncline*. Rom. Journ. Stratigraphy, **76**, Suppl. **6**, 3–11, Inst. Geol. Rom., București, 1995.
- TERZEA, E., *La faune des vertébrés du Pléistocène inférieur de Bettefă-IX (Départ. de Bihor, Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **27**, 79–85, București, 1988.
- TERZEA, E., *Biochronology of the Pleistocene deposits at Bettefă (Bihor, Romania)*. Acta zool. cracov., **39**, 531–540, Kraków, 1996.
- TJUTKOVA, L. A. and KAİPOVA, O. G., *Late Pliocene and Eopleistocene micromammal faunas of southeastern Kazakhstan*. Acta zool. cracov., **39**, 549–557, Kraków, 1996.
- ZAGWIJN, W. H., *The beginning of the ice age in Europe and its major subdivisions*. Quaternary Science Reviews, **11**, 583–591, 1992.

Received August 15, 1998; accepted December 10, 1998.

LES RONGEURS DE LA CAUNE DE L'ARAGO (TAUTAVEL, PYRÉNÉES ORIENTALES): PALÉONTOLOGIE, BIOSTRATIGRAPHIE, PALÉOÉCOLOGIE

ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCO

Institutul de Speologie «Emil Racoviță», Str. Frumoasă Nr. 11,
R-78114 București 12, România

Cette étude concerne les restes de rongeurs de la Caune de l'Arago pour l'ensemble I, du sol K à P (daté par ESR à la base à 550 000 B.P.). Ce travail établit la liste des rongeurs de la séquence étudiée et permet également de reconstituer le climat de cette époque. La prépondérance des espèces de steppe (surtout de *Microtus gregalis*) et du paysage découvert, tout le long de la séquence, indique un climat continental froid et sec.

1. INTRODUCTION

Nous nous sommes proposés par cette étude de poursuivre les recherches menées par DESCLAUX (1992), sur les rongeurs de la Caune de l'Arago, notre travail ayant porté sur l'examen d'environ 3500 dents recueillies après le tamisage de sédiments provenant du complexe moyen de ce site (ensemble I, sols K à P).

L'essentiel du matériel ayant été mis à notre disposition est composé de dents isolées et, partiellement, de mandibules plus ou moins complètes, ainsi que de fragments de maxillaires. Dans certains cas (comme celui du spermophile), les dents présentent un haut degré de digestion.

Nous avons mené une étude morphologique et métrique, ainsi que procédé à des comparaisons avec des données mentionnées dans la littérature concernant d'autres sites (surtout du Pléistocène moyen en France).

Si pour les Arvicolidae seule la première molaire inférieure fait l'objet d'étude, pour les familles des Sciuridae, Gliridae, Cricetidae et Muridae, celle-ci s'est étendue à l'ensemble des molaires.

La seconde partie du présent ouvrage est consacrée à l'écologie des espèces de rongeurs et à la reconstitution du paléoenvironnement.

2. PRESENTATION GÉNÉRALE DU GISEMENT

2.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La Caune de l'Arago, grotte du sud-ouest de la France (Fig. 1), est située au Nord de la Plaine du Roussillon, dans le département des Pyrénées-Orientales.

les, sur le territoire de la commune de Tautavel, à environ vingt kilomètres de Perpignan. Elle se trouve à l'extrémité méridionale du massif des Corbières, à l'ouest du rivage de la Méditerranée et à quarante kilomètres de la chaîne des Pyrénées (Fig. 2).

La grotte est située à la sortie des gorges des Gouleyrous, sur la rive gauche du Verdoube. Elle se présente actuellement comme une cavité de 35 m de longueur sur 10 m de largeur maximale, s'ouvrant à l'est par un grand porche et sur le plateau par un aven. Taillée dans le calcaire urgonien, elle se situe à 188 m d'altitude absolue et à 88 m au-dessus du lit actuel du Verdoube.

La formation de la grotte s'est effectuée en plusieurs étapes durant l'Oligocène et le Miocène et elle est liée à la karstification des Corbières méridionales. Une intense érosion de la fin du Pliocène et du début du Pléistocène a conduit à la formation des gorges des Gouleyrous et de la plaine de Tautavel; à cause de l'érosion, plusieurs galeries se sont ouvertes. L'aspect initial de la grotte a été modifié par le recul récent du porche et par l'ouverture d'une fenêtre au plafond.

2.2. HISTORIQUE

La grotte (la Cova d'Argou) a été citée pour la première fois en 1829. En 1838 c'est le naturaliste français Marcel de Serres qui a donné la première liste de faune (modifiée en 1848, par GÉRAIS). En 1848, Jean Abelanet découvre des industries lithiques.

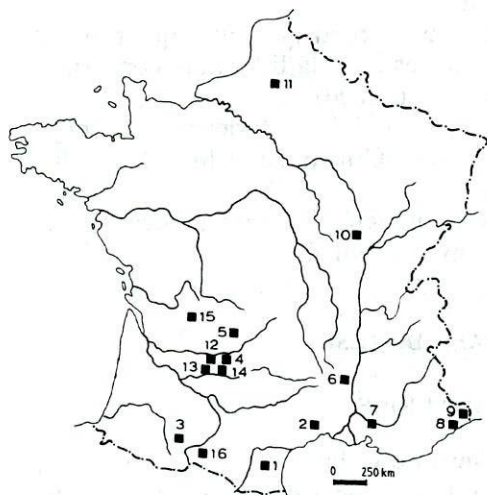


Fig. 1. – Gisements du Pléistocène moyen.

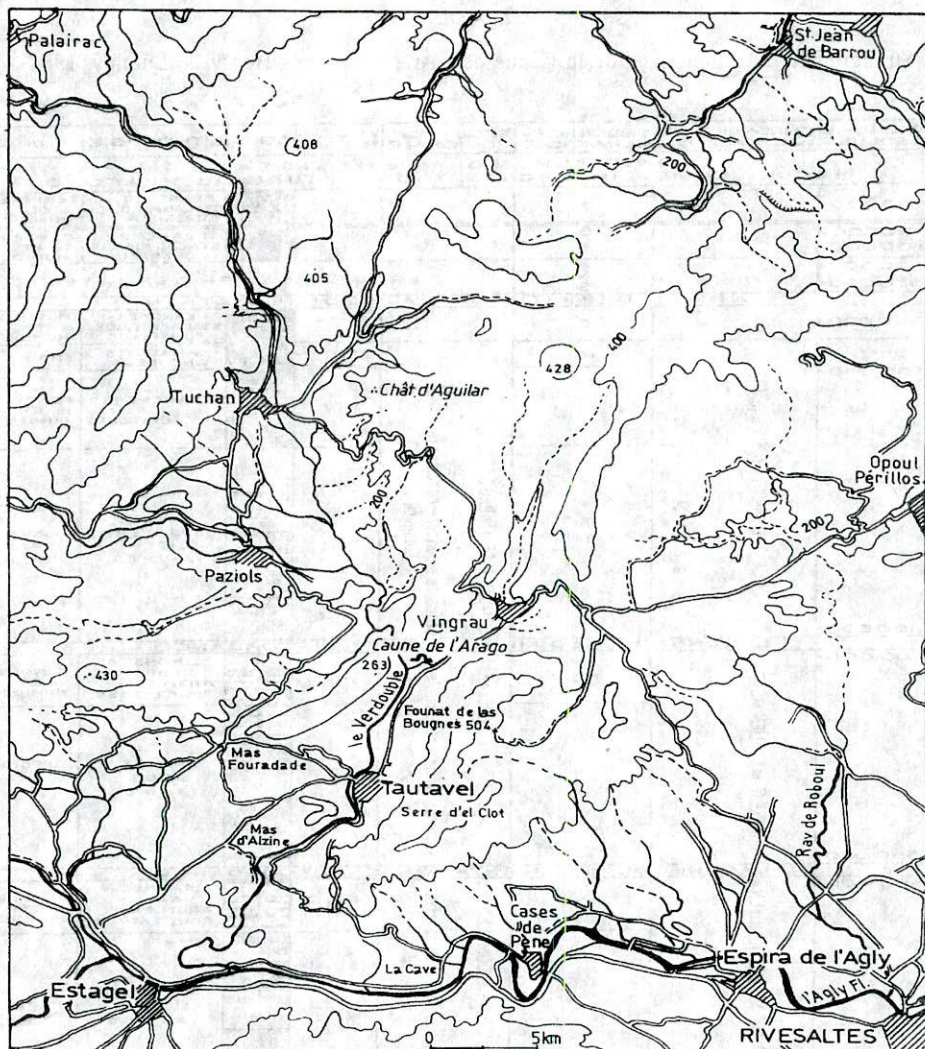


Fig. 2. – Cadre géographique actuel de la Caune de l'Arago (échelle: 1/250000)

Depuis 1964, une équipe dirigée par le professeur Henry de Lumley fouille minutieusement ce site.

2.3. STRATIGRAPHIE DU REMPLISSAGE (Tableau 1)

Suite aux fouilles de ces trente dernières années et aux huit carottes effectuées en 1984, on connaît bien la stratigraphie du remplissage dont l'épaisseur maximale est de 14 m. Plus de 25 sols d'habitats préhistoriques ont été mis en évidence; ils sont superposés et séparés par 5 à 20 cm de sédiments stériles.

Le remplissage est subdivisé en trois grands complexes sédimentaires (Fig. 3 et 4):

1. Le complexe inférieur ou complexe de base.

Le remplissage débute par un plancher stalagmitique qui repose directement sur le substratum calcaire. Ces formations stalagmitiques se sont constituées pendant une période tempérée et humide et ont été datées par ESR à 700 000 ans (stade isotopique 19).

La séquence inférieure du complexe de base est constituée d'argiles et de sables grossiers peu abondants et très homogènes.

Cette séquence comprend les sols d'habitats X, Y1, Y2, Y3 et Z.

La séquence supérieure du complexe de base comprend plus de sables grossiers (5 à 10 %) et moins d'argiles. Les sols d'habitats situés dans cette séquence sont: T, U, V et W.

Une lacune de sédimentation sépare le complexe de base de la séquence inférieure du complexe sommital.

2. Le complexe moyen ou séquence inférieure du complexe sommital.

Il est constitué de dépôts sableux et limono-sableux. Il comprend deux ensembles: L'ensemble I: stable et très homogène, il est constitué de sables assez grossiers et lités ayant été déposés par le vent sous un climat froid et sec. Dans cet ensemble on a retrouvé les sols d'habitats K, L, M, N, O, P, Q, R, S. Son âge est d'environ 550 000 ans et correspond au stade isotopique 14.

L'ensemble II: d'une épaisseur variable (80 cm sous le porche, 140 cm dans la partie postérieure de la grotte), s'est déposé par ruissellement sous un climat tempéré et humide. Il est constitué de limons sablo-argileux. Dans l'ensemble II on a retrouvé les sols d'habitats: H, I, J. Son âge est d'environ 500 000 ans et correspond au stade isotopique 13.

Une lacune de sédimentation sépare la séquence inférieure de la séquence supérieure du complexe sommital.

3. Le complexe supérieur ou séquence supérieure du complexe sommital.

Il comprend plusieurs ensembles ayant été déposés durant des périodes climatiques très différentes.

L'ensemble III: il est constitué par des dépôts de sables grossiers, lités homogènes et meubles déposés durant une période froide et sèche atteignant 4 m d'épaisseur dans la région centrale de la grotte. Il comprend les sols d'habitats: D, E, F, G. Les dépôts ont été datés à 450.000 ans et correspondent au stade isotopique 12.

L'ensemble IV: il est constitué par une série de planchers stalagmitiques datant d'une période tempérée et humide. Il comprend les sols d'habitats: A, B, C.

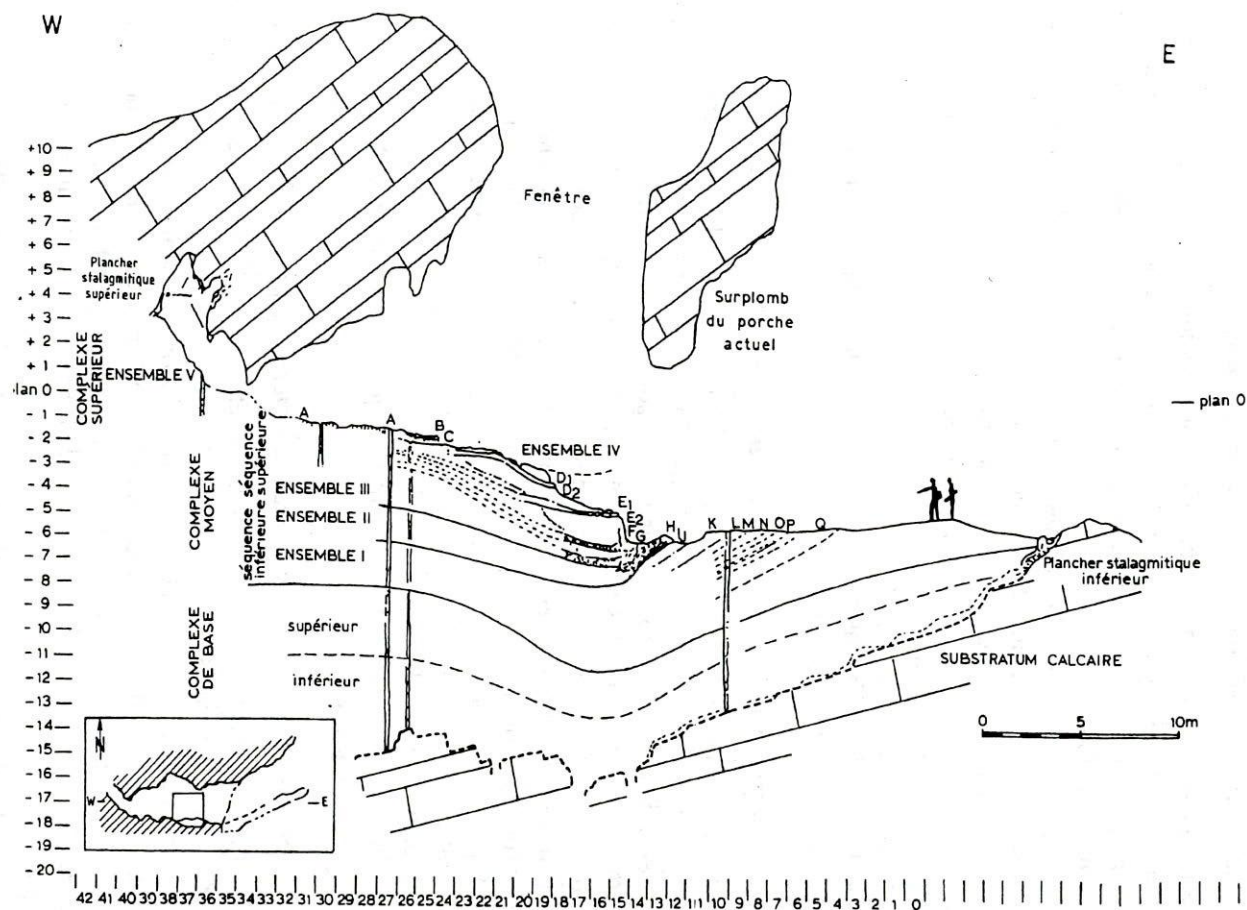


Fig. 3. – Coupe stratigraphique W-E du remplissage de la Caune de l'Arago.

| ZONE A 18 | ZONE B 18 | ZONE C 18 | ZONE D 18 | ZONE E 18 | ZONE F 18 | ZONE G 18 | ZONE H 18 | ZONE I 18 | ZONE J 18 | ZONE K 18 | ZONE L 18 |

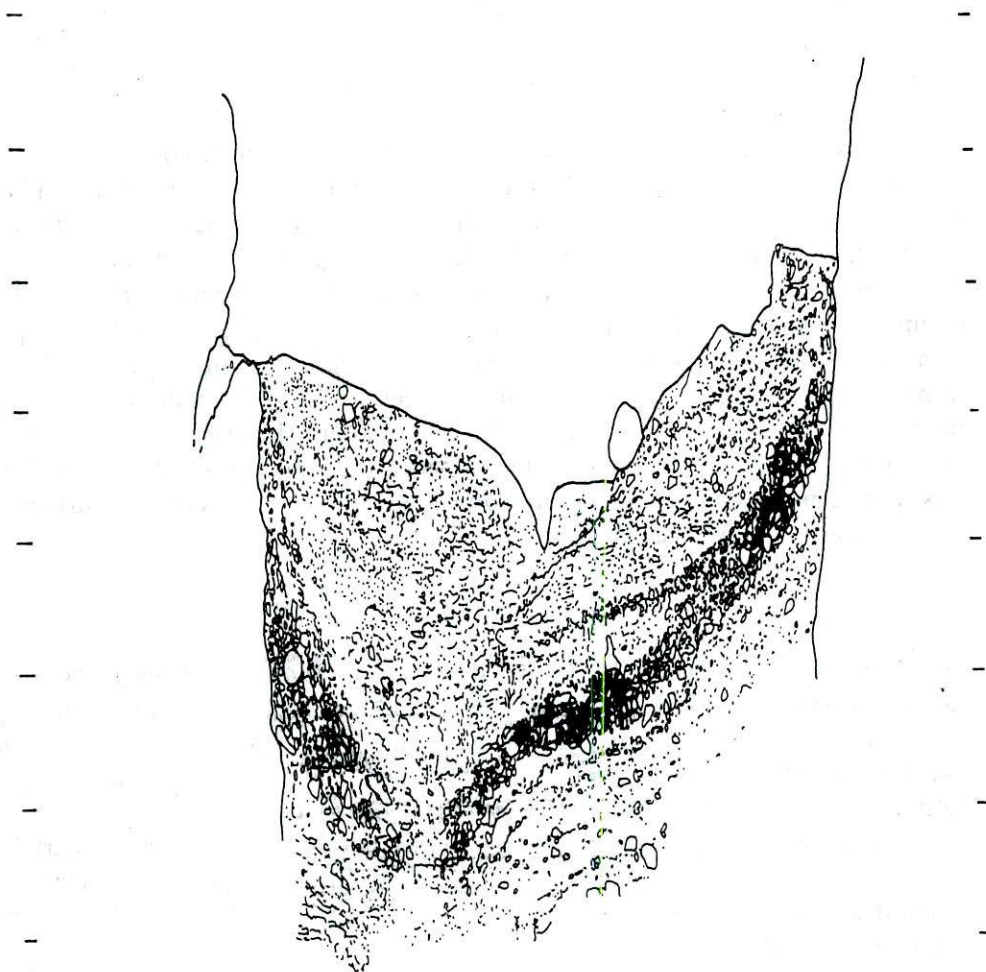


Fig. 4. – Coupe transversale de la Caune de l'Arago.

Entre l'ensemble IV et V il y a une lacune de sédimentation qui correspond à une période d'interruption de la sédimentation.

L'ensemble V est constitué de cailloutis anguleux déposés durant des périodes froides et sèches.

Une lacune de sédimentation sépare l'ensemble V du plancher stalagmitique supérieur (période tempérée et humide).

Les planchers stalagmitiques ont été datés par différentes méthodes: thermoluminescence, déséquilibre de l'uranium, résonance de spin électronique.

Le plancher stalagmitique α est daté à 350 000 ans (stade isotopique 9).

Le plancher stalagmitique β est daté entre 90 000 et 160 000 ans (stade isotopique 5 et 6).

Le plancher stalagmitique γ a un âge de 35 000 ans (stade isotopique 3).

2.4. LES RESTES HUMAINS

À la Caune de l'Arago ont été découverts environ 70 restes osseux d'*Homo erectus tautavelensis* (Anténéandertaliens) qui se rapportent au squelette céphalique et post-céphalique et qui appartiennent à une vingtaine d'individus (en général des enfants et des adultes) des deux sexes (LUMLEY M.-A. de, 1976).

Parmi ces restes on cite: la mandibule Arago XIII (masculine, très robuste, à dents volumineuses), la mandibule Arago II (féminine, plus gracile) ainsi que la face, le frontal, le sphénoïde, l'éthmoïde et le pariétal droit de l'Arago XXI. Parmi les restes post-céphaliques attribués à des adultes on mentionne: un fragment de clavicule droite, deux fémurs droits, deux péronés gauches, un deuxième métatarsien gauche, un os iliaque, une facette pubienne droite, des dents. Les plus importants restes osseux appartenant à des enfants sont: deux fémurs gauches, un péroné gauche et un humérus droit.

2.5. L'INDUSTRIE LITHIQUE

L'industrie lithique de la Caune de l'Arago est connue sous le nom de faciès Tautavélien. Jusqu'à présent plus de 300 000 pièces lithiques ont été recueillies: des macro-outillages (galets à enlèvements isolés, galets entiers, galets fracturés, galets aménagés: choppers, chopping-tools, polyèdres) et des micro-outillages (façonnés sur débris: 71% et façonnés sur éclats: 29%).

L'industrie lithique est constituée de: quartz (85%), silex (10%), quartzite (4%), calcaire (1%), et est représentée par des racloirs, grattoirs, encoches, denticulés, burins, perçoirs. Le débitage n'est jamais Levallois et les lames sont extrêmement rares.

2.6. L'ANALYSE PALYNOLOGIQUE

En général, dans le remplissage de la Caune de l'Arago on observe une alternance de paysages découverts et de paysages forestiers qui correspondent à des variations climatiques très importantes.

Les analyses polliniques ont mis en évidence la présence de trois groupes végétaux:

1. Les représentants de l'étagé montagnard: les pins (*Pinus* type *sylvestris*) et les bouleaux;
2. Les espèces de la chênaie mixte: les saules et les aulnes;

3. Les taxons thermophiles, méditerranéens: pin (*Pinus* type *maritima*), buis, pistachiers, charmes (*Carpinus* type *orientalis*, *Ostrya* sp.), noyers, platanes, chênes (*Quercus* type *ilex*), oléacées (type *phillyrea*) et vignes sauvages.

Pour l'ensemble I du complexe moyen (climat froid et sec), le paysage a été découvert, occupé par une steppe à graminées, à composées, et à un nombre réduit d'arbres.

Dans l'ensemble II du complexe moyen (climat tempéré et humide) on a trouvé des taxons tempérés et thermophiles.

Dans l'ensemble III, correspondant à un climat froid et sec, les arbres sont rares et la steppe à graminées et composées est bien représentée.

Dans l'ensemble IV et V (climat tempéré et humide) on retrouve à nouveau des représentants forestiers.

2.7. LA FAUNE

La liste des espèces a été établie par A.-M. MOIGNE (macrofaune) et E. DESCLAUX (microfaune).

Liste de faune de la Caune de l'Arago:

Classe des Poissons

Fam. *Salmonidae*

Salmo trutta

Fam. *Anguillidae*

Anguilla sp.

Fam. *Cyprinidae*

Cyprinus sp.

Barbus barbus

Classe des Amphibiens

Ordre des Anoures

Fam. *Discoglossidae*

Discoglossus cf. *pictus*

Fam. *Pelobatidae*

Pelodytes punctatus

Fam. *Buфонidae*

Bufo bufo

Bufo calamita

Fam. *Ranidae*

Rana cf. *esculenta*

Rana cf. *temporaria*

Rana temporaria forme *mehelyi*

cf. *Rana dalmatina*

Ordre des Urodeles**Fam. Salamandridae***cf. Salamandra sp.***Classe des Reptiles****Ordre des Cheloniens****Fam. Testudinidae***Testudo hermanni***Ordre des Sauriens****Fam. Lacertidae***Lacerta sp.**Lacerta cf. lepida***Ordre des Ophidiens****Fam. Viperidae***Vipera sp.**Vipera cf. berus***Fam. Colubridae***cf. Coluber sp.**Elaphe sp.**Coronella sp.**Natrix sp.***Classe des Oiseaux****Ordre des Anseriformes****Fam. Anatidae***Anas cf. platyrhynchos**Mergus merganser***Ordre des Accipitriformes****Fam. Accipitridae***Aegypius monachus**Gypaetus barbatus**Aquila chrysaetos**cf. Hieraëtus fasciatus***Ordre des Falconiformes****Fam. Falconidae***Falco tinnunculus***Ordre des Galliformes****Fam. Phasianidae***Alectoris graeca**Alectoris barbara**Perdix palaeoperdix*

Ordre des Charadriiformes**Fam. Scolopacidae***Gallinago gallinago***Ordre des Columbiformes****Fam. Columbidae***Columba oenas**Columba livia***Ordre des Strigiformes****Fam. Strigidae***Asio* cf. *flammeus*cf. *Asio otus**Aegolius funereus*cf. *Athene noctua*cf. *Nyctea scandiaca**Bubo* sp. ou *Nyctea* sp**Ordre des Apodiformes****Fam. Apodidae***Apus melba***Ordre des Passeriformes****Fam. Hirudinidae***Ptyonoprogne rupestris***Fam. Muscicapidae***Turdus pilaris**Turdus viscivorus**Ficedula albicollis***Fam. Fringillidae***Carduelis spinus**Coccothraustes coccothraustes***Fam. Sturnidae**cf. *Sturnus vulgaris***Fam. Corvidae***Garrulus glandarius**Pica pica**Pyrrhocorax pyrrhocorax**Pyrrhocorax graculus**Corvus antecorax**Corvus pliocaenus***Classe des Mammifères****Ordre des Insectivores****Fam. Erinaceidae***Erinaceus davidi*

Fam. Talpidae*Talpa europaea***Fam. Soricidae***Sorex* sp.*Sorex* cf. *araneus**Sorex* cf. *minutus**Crocidura* sp.**Ordre des Chiroptères****Fam. Rhinolophidae***Rhinolophus ferrumequinum**Rhinolophus euryale**Rhinolophus* groupe *euryale-mehelyi***Fam. Vespertilionidae***Miniopterus schreibersi*cf. *Eptesicus nilssoni*cf. *Nictalus leisleri**Myotis myotis**Myotis bechsteini**Pipistrellus pipistrellus**Pipistrellus* cf. *nathusii***Ordre des Rongeurs****Fam. Sciuridae***Citellus* sp.*Marmota* sp.**Fam. Gliridae***Eliomys quercinus**Glis* sp.**Fam. Hystricidae***Hystrix* cf. *cristata***Fam. Castoridae***Castor fiber***Fam. Cricetidae***Allocricetus bursae***Fam. Arvicolidae***Clethrionomys glareolus**Microtus gregalis**Microtus brecciensis**Microtus arvalis**Microtus* cf. *agrestis**Microtus malei-oeconomus**Dicrostonyx torquatus*

Pliomys lenki

Arvicola cantiana

Terricola vaufreyi

Fam. Muridae

Apodemus cf. *sylvaticus*

Ordre des Lagomorphes

Fam. Ochotonidae

Ochotona pusilla

Fam. Leporidae

Lepus timidus

Oryctolagus cuniculus

Ordre des Carnivores

Fam. Canidae

Canis lupus mosbachensis

Vulpes vulpes

Vulpes praeglacialis

Cuon priscus

Fam. Ursidae

Ursus arctos

Ursus deningeri

Fam. Felidae

Panthera pardus

Panthera (Leo) spelaea

Felis sylvestris

Felis (Lynx) spelaea

Fam. Mustelidae

Meles meles

Mustela palerminea

Ordre des Proboscidiens

Fam. Elephantidae

gen. et sp. indéterminé

Ordre des Artiodactyles

Fam. Suidae

Sus scrofa

Fam. Cervidae

Rangifer tarandus

Dama clactoniana

Cervus elaphus

Fam. Bovidae

Bison priscus

Praeovibos priscus

Ovis antiqua

Hemitragus bonali

Rupicapra rupicapra

Ordre des Perissodactyles

Fam. Equidae

Equus caballus mosbachensis

Fam. Rhinocerotidae

Stephanorhinus hemitoechus

Ordre des Primates

Macaca sylvanus

Dans l'ensemble I du complexe moyen on note l'abondance du mouflon (sols N, M) et du renne (sols L, K) qui évoquent un paysage découvert et un climat froid et sec.

Dans l'ensemble II les Cervidés sont abondants: le cerf élaphe, le thar et le daim (sol J) évoquent un paysage forestier et un climat tempéré et très humide.

Dans l'ensemble III, le bœuf musqué (sols G, F), le mouflon (sols F, E) ainsi que le cheval de Mosbach, le bison des steppes et le rhinocéros de prairie évoquent un milieu ouvert, peut-être steppique et un climat froid et sec.

3. LES RONGEURS DE LA CAUNE DE L'ARAGO

(sols: K, L, M, N, O, P) (Tableau 2)

Famille des Sciuridae:

Citellus major Oken, 1816

Marmota sp.

Famille des Gliridae:

Eliomys quercinus Linnaeus, 1766

Famille des Cricetidae:

Allocricetus bursae Schaub, 1930

Famille des Arvicolidae:

Pliomys lenki Heller, 1930

Terricola vaufreysi Brunet-Lecomte, 1988

Arvicola cantiana (Hinton, 1910)

Microtus brecciensis Giebel, 1847

Microtus gregalis Pallas, 1779

Microtus arvalis Pallas, 1779

Microtus malei Hinton, 1907

Famille des Muridae:

Apodemus sylvaticus Linnaeus, 1758

Tableau 2
Les espèces de la Caune de l'Arago d'après le N.M.I. (%)

Espèce	Sol K		Sol L		Sol M		Sol N		Sol O		Sol P	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Microtus gregalis</i>	46	48,42	93	54,06	165	58,09	181	57,82	396	60,27	61	59,22
<i>Pliomys lenki</i>	20	21,05	33	19,18	54	19,01	74	23,64	160	24,35	22	21,35
<i>Allocricetus bursae</i>	6	6,31	11	6,39	13	4,57	17	5,43	24	3,65	4	3,88
<i>Microtus malei</i>	5	5,26	9	5,23	17	5,98	13	4,15	28	4,26	2	1,94
<i>Microtus arvalis</i>	4	4,21	6	3,48	11	3,87	6	1,91	13	1,97	3	2,91
<i>Terricola vaufreyi</i>	4	-	4	2,32	8	2,81	9	2,87	15	2,28	5	4,85
<i>Arvicola cantiana</i>	-	2,1	4	4,06	2	0,7	3	0,95	12	1,82	1	0,97
<i>Apodemus sylvaticus</i>	2	3,15	7	1,16	3	1,05	4	1,27	3	0,45	-	-
<i>Citellus major</i>	3	3,15	2	0,58	3	1,05	3	0,95	4	0,6	2	1,94
<i>Microtus brecciensis</i>	3	2,1	1	0,58	7	2,46	2	0,63	-	-	1	0,97
<i>Eliomys quercinus</i>	2	-	1	0,58	-	-	1	0,31	1	0,15	1	0,97
<i>Marmota sp.</i>	-	-	1	-	1	0,35	-	-	1	0,15	1	0,97
Total	95		172		284		313		657		103	

4. DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE ET BIO-MÉTRIQUE DU MATÉRIEL

4.1. FAMILLE DES SCIURIDAE

Genre *Citellus* (Oken, 1816)

Nom vulgaire: Le souslik, *Spermophile* d'Europe, *Citelle*.

Citellus est connu en France dès le Pléistocène moyen. L'espèce qui a été retrouvée aux Valerots (début du Pléistocène moyen) et à La Fage (fin du Pléistocène moyen) appartient à *Citellus major*. Les populations d'Achenheim et de Grâce sont décrites comme *Citellus dietrichi* (CHALINE, 1972; CHALINE et THÉVENIN, 1972), qui se rapproche du grand *Spermophile* décrit par KRETZOI (1965) à Voigtstedt.

Selon CHALINE (op.cit.) les *Spermophiles* de la Fage et d'Achenheim se distinguent essentiellement par les dimensions de leurs M_3 et M^3 . La moyenne des troisièmes molaires des populations de *Citellus dietrichi* de Voigtstedt, Achenheim et Grâce est plus grande que celle de *Citellus major* de la Fage et des Valerots. Dans les gisements du Pléistocène supérieur on retrouve *Citellus superciliosus*; il est présent aujourd'hui en Europe centrale.

Matériel: 108 dents (54 mesurables: $4P_4$, $15 M_{1-2}$, $5M_3$, $2P^3$, $4P^4$, $14M^{1-2}$, $10M^3$). La plupart du matériel présente des traces de digestion évidentes.

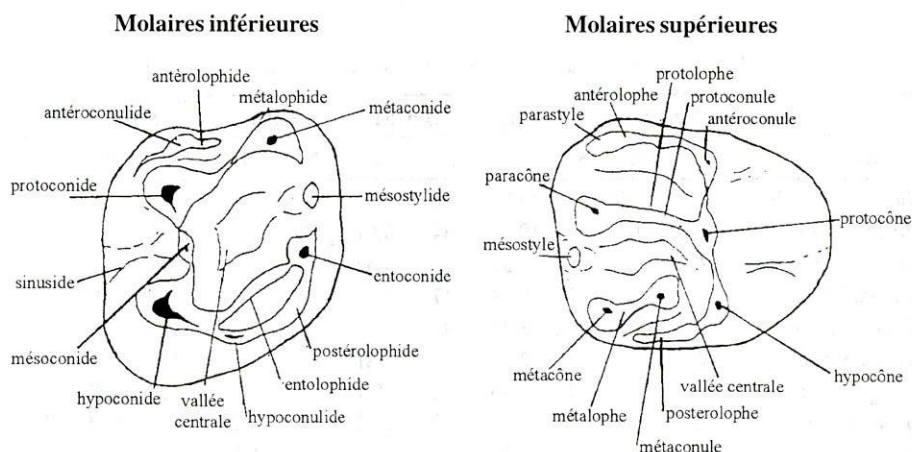


Fig. 5. – Nomenclature des molaires des Sciuridae.

Description morphologique

La figure 5 présente la nomenclature des molaires des Sciuridae (d'après CUENCA, 1988).

La P_4 présente 2 racines, la racine postérieure est aplatie, alors que l'antérieure est cylindrique. Le protoconide, le métaconide, l'hypoconide et l'antéroconulide sont bien marqués.

Les molaires inférieures (M_1 et M_2) présentent une forme générale quadrangulaire. M_1 et M_2 ont 4 racines (la racine postéro-interne est aplatie et plus développée). Le protoconide et l'hypoconide sont bien développés. Il est très difficile de différencier entre ces deux en présence des dents isolées.

La M_3 a une forme triangulaire et possède 4 racines (la postéro-médiane étant plus développée et aplatie).

La P^3 possède 2 racines accolées.

La P^4 présente 3 racines (la racine labial-médiane est plus développée et aplatie), l'antérolophide est bien marqué.

La M^1 et M^2 ont 3 racines (la racine labial-médiane est aplatie et plus développée). L'antérolophide, le paracône, le protolophe, le métalophe, le métacône et le postérolophide sont développés.

Sur certaines M^1 et M^2 on observe un mésostyle parfois situé à proximité du paracône. La différenciation entre ces deux molaires est difficile à établir lorsque celles-ci sont isolées.

La M^3 , d'une forme triangulaire, présente 3 racines (la médio-labiale est plus développée et aplatie), l'antérolophide, le protocône, le paracône, le protolophe, le métacône, le métalophe et le postérolophide sont plus marqués.

Mensurations

Le tableau 3 donne les mensurations dentaires des *Spermophiles* de la Caune de l'Arago.

Tableau 3

Citellus sp. de la Caune de l'Arago. Mensurations dentaires. Abréviations : N – nombre d'individus, XI – moyenne de la largeur, XL – moyenne de la longueur, SI – écart-type de la largeur, SL – écart-type de la longueur

Type	N	XI	XL	SI	SL
P ₄	4	2,42	2,49	0,093	0,123
M ₁ ou 2	15	3,09	3,08	0,256	0,266
M ₃	6	3,00	3,76	0,155	0,204
P ³	2	1,74	1,95	0,152	0,173
P ⁴	4	2,82	2,41	0,193	0,085
M ¹ ou 2	14	3,33	2,69	0,195	0,158
M ³	10	3,19	3,16	0,180	0,208

Étant donné que la différenciation des deux espèces se fait à partir des M₃ inférieures et supérieures, nous avons comparé la moyenne de la longueur des M₃ et des M³ de la population de l'Arago avec celles de La Fage et d'Achenheim en utilisant le test t (Tableaux 4, 5 et 6).

Les longueurs des M³ de la Caune de l'Arago sont comparables uniquement à celles de La Fage.

La moyenne de la largeur de M₃ de la population de l'Arago diffère significativement de celle d'Achenheim, alors que la différence est non significative avec celle de La Fage.

La population de l'Arago diffère de celle de La Fage par la longueur des M₃ inférieures et de celle d'Achenheim aussi bien par la longueur que par la largeur des M₃ inférieures.

Tableau 4

Citellus sp. Dimensions dentaires de la M₃ et M³ des différents sites

M ₃							
SITE	N	XL	Min-Max	S	XI	Min-Max	S
La Fage *	8	3,16	2,80-3,54	0,268	3,04	2,80-3,20	0,18388
Achenheim *	8	3,37	2,96-3,23	0,141	3,71	3,40-3,97	0,17782
Voigtstedt **	1	4,3			3,6		
M ³							
	N	XL	Min-Max	S	XI	Min-Max	S
La Fage *	5	3,10	2,96-3,23	0,094	3,01	2,90-3,04	0,13423
Achenheim *	7	3,43	3,28-3,64	0,132	3,35	3,16-3,58	0,15038

CHALINE (1972) ; ** KRETZOI (1965) *Citellus dietrichi*.

Tableau 5

Citellus sp. Comparaison par le test t de la longueur de la M_3 et M^3

Comparaison	M_3		M^3	
	test t	Différence constatée	test t	Différence constatée
Arago-La Fage	4,382	Hautement significative	2,341	Pas significative
Arago-Achenheim	4,275	Hautement significative	3,017	Hautement significative

Tableau 6

Comparaison de la moyenne des largeurs des M_3 et M^3 de l'Arago avec celle de La Fage et d'Achenheim par le test t

Comparaison	M_3		M^3	
	test t	Différence constatée	test t	Différence constatée
Arago-La Fage	0,4134	Pas significative	1,9457	Pas significative
Arago-Achenheim	7,2785	Hautement significative	1,8449	Pas significative

Les figures 6 et 7 présentent les diagrammes de dispersion des longueurs par rapport aux largeurs des M_3 inférieures et supérieures. Le diagramme des M_3 montre que la population d'Achenheim se distingue de celle de La Fage et de l'Arago, ces deux dernières n'étant pas totalement séparées l'une de l'autre. Pour le diagramme des M^3 la population d'Achenheim se caractérise par ses grandes dimensions par rapport aux deux autres populations, mais se chevauche avec la population de l'Arago au niveau des faibles valeurs. La population de la Fage rentre dans les limites de variation de celle de l'Arago.

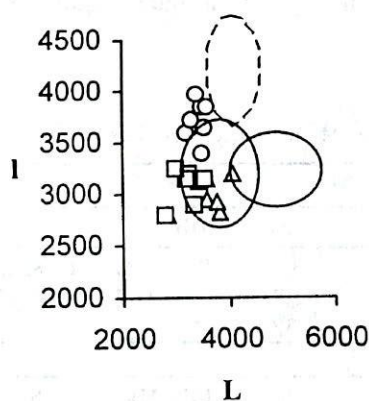


Fig. 6. – Diagramme de dispersion des longueurs par rapport aux largeurs des M_3 inférieures (triangles – Arago, cercles – Achenheim, carrés – La Fage).

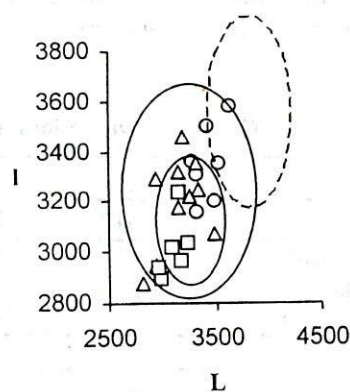


Fig. 7. – Diagramme de dispersion des longueurs par rapport aux largeurs des M_3 supérieures (triangles – Arago, cercles – Achenheim, carrés – La Fage).

4.1.a. Conclusion

La population de l'Arago est plus proche de celle de La Fage et pourrait donc appartenir à *Citellus major* (Fig. 8 et 9).



Fig. 8. – *Citellus major*: P⁴ M¹⁻³ G.



Fig. 9. – *Citellus major*: A. – P₄ D; B. – M_{1 ou 2} G

Genre *Marmota* (Blumenbach, 1779)

Nom vulgaire: La marmotte.

En France les restes du genre *Marmota* du Pléistocène moyen ont été récoltés à Achenheim (CHALINE, 1972), à l'Arago (DESCLAUX, 1992), à La Fage, au Lazaret, à Nestier, à Gerde (CHALINE, 1969, 1972), à l'abri Vaufrey, et dans la grotte Suard (MARQUET, 1989). Les sites du Pléistocène supérieur sont plus nombreux.

Selon Chaline (op.cit.), les marmottes de La Fage et du Lazaret correspondent à *Marmota marmota mesostyla*, sous-espèce retrouvée également par MARQUET (1989) à l'abri Vaufrey et dans la grotte Suard. DESCCLAUX (1992) a attribué les marmottes de la Caune de l'Arago à *Marmota* sp. et a remarqué des ressemblances avec *Marmota sibirica*.

Mensurations

Les valeurs que nous avons obtenues sont données dans le tableau 7.

Tableau 7

Dimensions dentaires de la marmotte de la Caune de l'Arago

Type	L	l
P ⁴ D	2,035	3,335
P ₄ D	3,095	3,200
M ¹ ou ² D	3,135	3,730

Il est très difficile de définir l'appartenance de ces trois dents (Fig. 10) découvertes à l'Arago à l'une des espèces connue de marmottes. En attendant d'avoir plus de matériel nous nous contenterons de la dénomination *Marmota* sp.



Fig. 10. – *Marmota* sp.: A. – P₄D; B. – M¹ ou ²D.

4.2. FAMILLE DES GLIRIDAE

Eliomys quercinus Linnaeus, 1766

Nom vulgaire: Le lérot.

Eliomys quercinus helleri a été retrouvé dans des remplissages anciens comme Saint-Estève, La Colombière 1-1, Le Lazaret, Orgnac 3 (CHALINE, op.cit.), l'abri Vaufrey, Montgaudier, la grotte Suard, dans le remplissage de la

fissure de Camp de Peyre (MARQUET, 1989) et à la Caune de l'Arago (DESCLAUX, 1992).

Matériel: $1P^4$, $4M^1$ ou 2 , $1P_4$, fragment de mandibule avec M_{1-2} , $1M_1$ ou 2 .

Il faut souligner la difficulté dans le cas des molaires isolées, de différencier entre M_1 et M_2 et entre M^1 et M^2 .

Description morphologique

La nomenclature des molaires des *Gliridae* a été établie par STEHLIN et SCHAUB (1951) et par DE BRUIJN (1966) (Fig. 11).

P_4 présente deux racines accolées, et sa forme est triangulaire; notons que l'antérolophide, le métaconide, le protoconide, le mésoconide, le métalophide, l'hypoconide et le postérolophide sont bien marqués.

M_1 et M_2 présentent trois racines. En vue occlusale, la M_1 a une forme trapézoïdale, la face antérieure est concave et la face postérieure convexe. La M_2 a une forme rectangulaire. Les cuspides sont bien développées, et nous retrouvons l'antérolophide, le métaconide, le protoconide, le métalophide, le mésoconide, le mésolophide, l'entoconide, l'hypoconide et le postérolophide.

P^4 présente trois racines, la partie antérieure de la dent est concave, la partie postérieure est convexe. L'antérolophe, le protocône, le paracône, le métacône, le métalophe et le postérolophe sont bien développés.

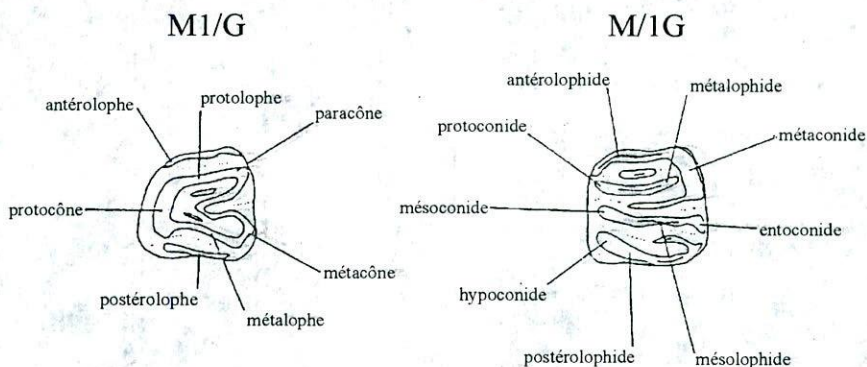


Fig. 11. – La nomenclature des molaires des *Gliridae*.

Mensurations:

Les mesures que nous avons prises, ont été effectuées seulement sur un matériel en bon état (Tableau 8).

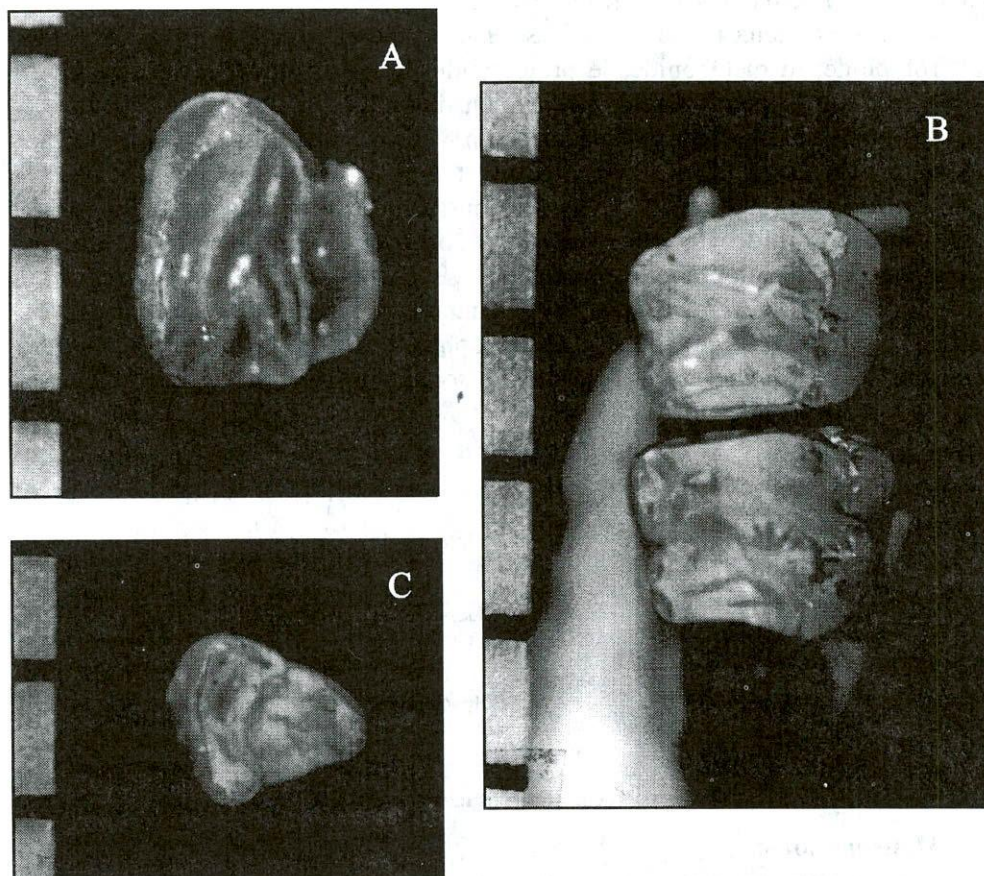
4.2.a. Conclusion

Le nombre très réduit de dents ne permet pas de tirer des conclusion quant à la position systématique de cette sous-espèce. Toutefois, DESCCLAUX (1992) dans son étude avait attribué cette population à la sous-espèce *E. quercinus helleri* (Fig. 12).

Tableau 8

Mensurations dentaires chez *Eliomys quercinus*

TYPE	L	I
P ⁴	1,290	1,625
P ₄	1,395	1,270
M ₁	1,485	1,720
M ₂	1,345	1,700

Fig. 12. – *Eliomys quercinus*: A. – M³ D; B. – M₁₋₂ G; C. – P₄ G.

4.3. FAMILLE DES CRICETIDAE

Allocricetus bursae Schaub, 1930

Les populations d'*Allocricetus bursae* sont toutes fossiles. Elles apparaissent en France à plusieurs reprises au cours du Pléistocène moyen et supérieur,

à l'occasion de migrations d'origine orientale (CHALINE, 1972). On retrouve cette espèce dans les faunes du Pléistocène moyen: à Saint-Estève (*Allocricetus bursae duranciensis*), à la Caune de l'Arago (*Allocricetus bursae pyrenaicus*), à La Fage (*Allocricetus bursae correzensis*), à la fissure 1 de Balaruc (*Allocricetus bursae balaruciensis*), à la fissure de La Colombière (*Allocricetus bursae colombierensis*) (CHALINE, 1972; CHALINE et MARQUET, 1976). L'espèce a été signalée dans des remplissages würmiens à Arcy-sur-Cure (France), à Cotencher (Suisse) et à la Cueva del Pinar (Espagne). *Allocricetus bursae* a aussi été retrouvé dans les remplissages de l'abri Vaufrey, de Montgaudier, de Suard, de Camp-de-Peyre et de Loisia. L'espèce a persisté en France et en Espagne jusque dans le Würm ancien (CHALINE et MARQUET, op. cit.).

Allocricetus bursae évolue rapidement au Pléistocène moyen, c'est un excellent indicateur stratigraphique. L'espèce fossile présente des tendances évolutives comparables à *Cricetulus eversmanni* (espèce actuelle d'Eurasie): une réduction légère de M_2 , une elongation de M_3 , tandis que la M_1 reste stable; on note également un accroissement de la M^1 , de la M^2 et une forte réduction de la M^3 (CHALINE, 1972).

Matériel: 83M¹, 33M², 22M³, 173M₁, 90M₂, 47M₃, provenant des sols K à P.

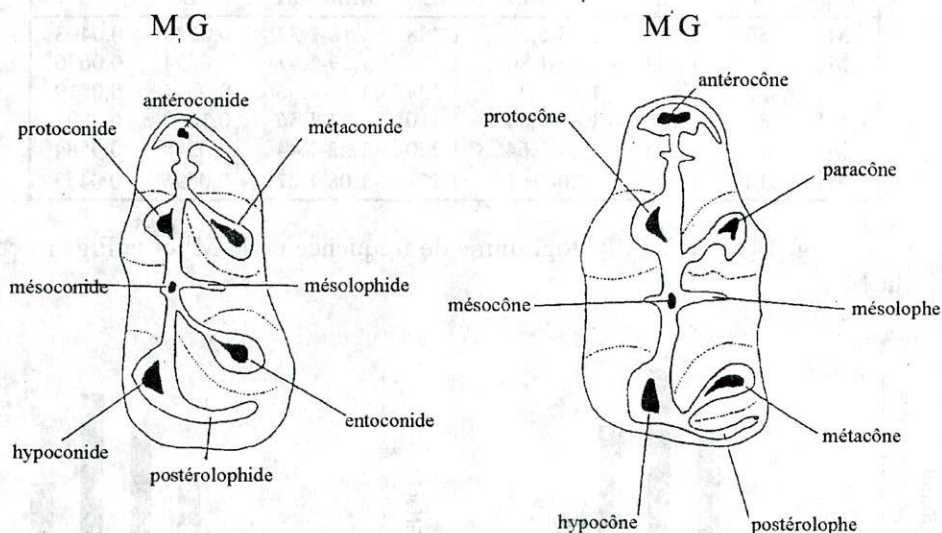


Fig. 13. – La nomenclature des molaires des Cricetidae.

Description morphologique

La figure 13 présente la nomenclature des molaires des *Cricetidae* (MEIN et FREUDENTHAL, 1971).

Les molaires inférieures. Les tubercules antérieurs des M_1 présentent une taille moyenne par rapport aux tubercules suivants et peuvent être accolés, collés, ou séparés. Pour quelques molaires inférieures on peut identifier le

mésolophide. Le protoconide et l'hypoconide sont de plus grande taille que les autres tubercules. Les molaires inférieures présentent deux racines. La racine postérieure est un peu plus forte que l'antérieure.

Les molaires supérieures. La M^1 présente un protocône et un hypocône développés, les tubercules antérieures ont une taille moyenne et ils sont bien individualisés.

La M^2 et la M^3 présentent des métacônes plus petits que les autres tubercules. La M^3 présente un protocône de grande taille, un mésolophe dans certains cas et un cingulum antérieur bien marqué. La M^1 a quatre racines cylindriques de tailles différentes. La M^2 présente quatre racines de tailles égales (dans certains cas les deux racines postérieures sont fusionnées). La M^3 possède trois racines (la racine postérieure étant plus développée et aplatie).

Mensurations

Le Tableau 9 donne les mensurations dentaires des *Allocricetus bursae* de la Caune de l'Arago.

Tableau 9

Dimensions des molaires d'*A. bursae* de l'Arago

Type	N	XL	Min-Max	XI	Min-Max	SL	SI
M_1	50	1,976	1,75-2,08	1,238	1,18-1,33	0,0776	0,0493
M_2	30	1,644	1,52-1,80	1,395	1,29-1,47	0,0694	0,0670
M_3	30	1,617	1,48-1,72	1,224	1,15-1,36	0,0694	0,0519
M^1	30	2,120	1,81-2,34	1,410	1,24-1,56	0,1000	0,0801
M^2	21	1,573	1,44-1,64	1,370	1,22-1,44	0,0548	0,0584
M^3	14	1,320	1,20-1,41	1,171	1,08-1,22	0,0696	0,0453

La Fig. 14 présente l'histogramme de fréquence de la M^1 et la Fig. 15 celle de la M_1 .

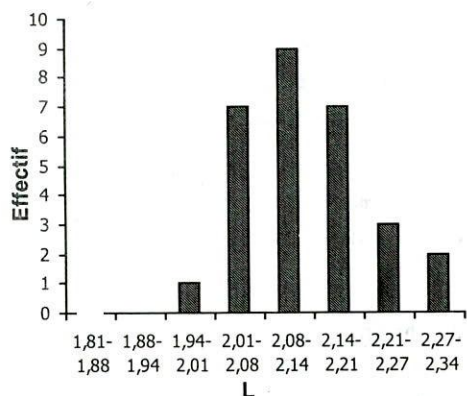


Fig. 14. – Histogramme de fréquence de la longueur de la M^1 d'*Allocricetus*.

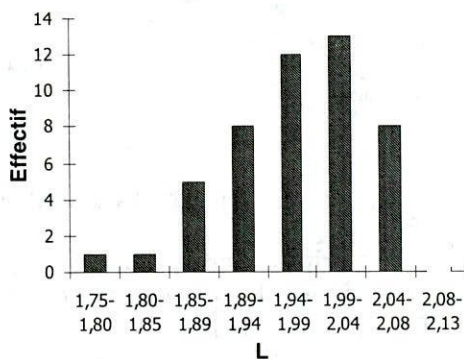


Fig. 15. – Histogramme de fréquence de la longueur de la M_1 d'*Allocricetus*.

Les deux histogrammes montrent une courbe en cloche qui suit une distribution normale (courbe de Gauss), donc théoriquement on est en présence d'une population homogène.

Nous avons utilisé le test de Kolmogorov-Smirnov (Tableau 11) dans le but de comparer les moyennes des longueurs des M^1 et M_1 (Tableau 10) de la population de l'Arago avec celles des autres gisements du Pléistocène moyen de France.

Tableau 10
Mensurations de la longueur des M^1 et M_1 d'*Allocrietus bursae*

Site	M^1			M_1		
	N	XL	S	N	XL	S
Caune de l'Arago	30	2,12	0,100	50	1,97	0,07
Caune de l'Arago *	67	2,11	0,010	41	1,96	0,01
Saint-Estève **	37	1,94	0,050	45	1,82	0,06
Orgnac 3 phase 1 ***	31	2,04	0,128	32	1,90	
Orgnac 3 phase 3 ***	34	2,03	0,130	31	1,99	
La Fage **	23	2,18	0,070	25	2,03	0,07

Desclaux, 1992 ; ** Chaline, 1972 ; *** Jeannet, 1974

Tableau 11
Comparaison de la population de l'Arago avec d'autres populations par le test de Kolmogorov-Smirnov

Comparaison	Différences constatées (M^1)	Différences constatées (M_1)
Arago-La Fage	Pas significative	Pas significative
Arago-Saint-Estève	Très significative	Très significative
Arago-Orgnac 3 phase 1	Pas significative	Très significative
Arago-Orgnac 3 phase 3	Pas significative	Pas significative

L'application du test de Kolmogorov-Smirnov nous montre que la moyenne des longueurs des M^1 inférieures et supérieures de la population de l'Arago diffère significativement de celle de Saint-Estève, alors que cette différence est non significative entre la population de l'Arago et celles d'Orgnac 3 (phase 3) et de la Fage. Dans le cas d'Orgnac 3 (phase 1) la différence est très significative pour la moyenne des M_1 et n'est pas significative pour celles des M^1 . Nous constatons donc que la population de Saint-Estève, d'âge Pléistocène inférieur – par sa petite taille – se détache nettement des autres populations d'âge plus récent. Mais si l'on replace les différents sites dans le cadre chronologique du Quaternaire nous constatons que la taille des M^1 et des M_1 n'augmente pas d'une façon continue au cours du temps mais présente des fluctuations cycliques (Fig. 16) d'une période à l'autre.

La population d'*Allocrietus bursae* de la Caune de l'Arago (Mindel final) et de La Fage (Riss final) présentent les plus grandes valeurs (longueur moyenne des M^1) connues en France pendant le Pléistocène moyen.

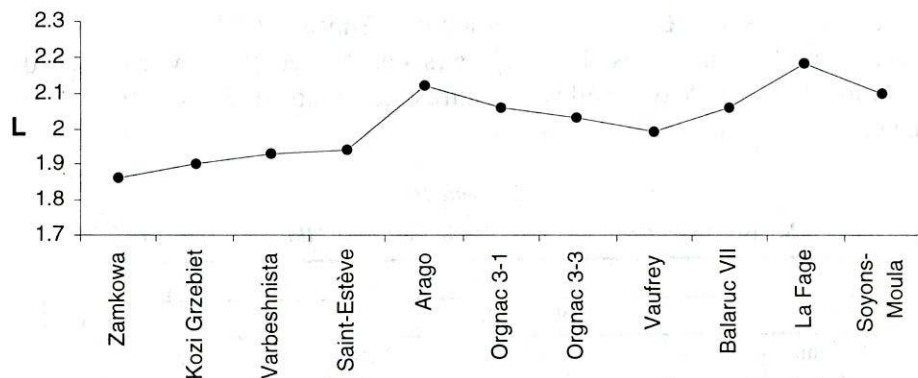


Fig. 16. – Évolution de la moyenne des longueurs des M^1 d'*Allocrietus bursae* (les données de cette figure sont empruntés à différents auteurs. Zamkowa et Kozi Grzebiet – Pradel, 1988 ; Varbeshnista – Popov, 1988 ; Saint-Estève et La Fage – Chaline, 1972 ; Arago – Păunescu, 1997 ; Orgnac 3-3, 3-1 – Jeannet, 1974 ; Vaufrey-Marquet, 1989 ; Balaruc VII – Brugal, 1981 ; Soyons-Moula-Jeannet, 1995.

4.3.9. Conclusion

L'*Allocrietus bursae* de l'Arago (Fig. 17) présente les mêmes traits morphologiques que les autres populations découvertes à Saint-Estève, à Orgnac 3

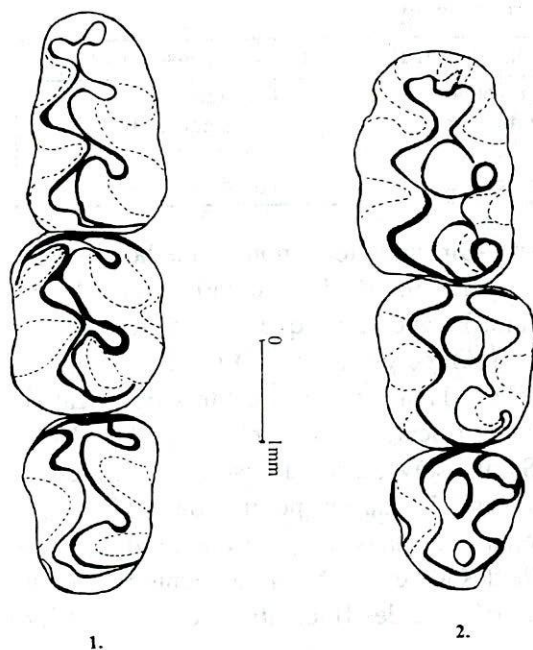


Fig. 17. – *Allocrietus bursae*: 1. $M_{1.3}$ G;
2. – M^{1-3} G.

L'espèce a été décrite dans le gisement de Sackdillinger Höhle par HELLER (1930) et retrouvée dans de nombreux sites en Allemagne, Tchécoslovaquie, Roumanie, Hongrie, Pologne, Italie, France et Espagne.

En France, les gisements les plus importants où l'on a trouvé *Pliomys lenki* sont: les Valerots (Côte-d'Or) contemporain de la phase froide du «Günz», (une seule M_1 se rapporte à *Pliomys lenki lenki*); la Caune de l'Arago à Tautavel, d'âge «Riss ancien» (CHALINE, 1971); l'Aven de Vergranne qui correspondent au «Riss ancien» ou «Mindel récent» se trouve en association avec *Pliomys episcopolis* (CHALINE, 1975), et l'Aven d'Ornac 3, en Ardèche, daté du «Riss moyen» (JEANNET, 1974). La population de *Pliomys* de La Fage (gisement d'âge rissien) de Nestier et de la grotte d'Aldène, correspond à la sous-espèce *Pliomys lenki relictus* (CHALINE, 1975). Une M_1 fragmentaire rapportée à *Pliomys lenki* a été découverte dans une couche rissienne de la grotte de Gerde, Hautes Pyrénées (CHALINE, 1972).

Le campagnol du Lazaret (Riss final) est attribué à *Pliomys lenki relictus*; il est à noter que certains individus sont très évolués (CHALINE, 1975).

Selon Chaline, *Pliomys lenki* apparaît étroitement apparenté à *Pliomys episcopolis*; les deux espèces dérivent sans doute de l'espèce archaïque *Pliomys hungaricus*. *Pliomys lenki* est une forme plus évoluée que *P. episcopolis* par la complexité du C.A. et par ses dimensions plus élevées. La morphologie du complexe antérieur de *Pliomys lenki* est de type arvaloïde.

Dans l'évolution vers un type *Microtus*, la lignée *lenki* présente une tendance arvalo-agrestoïde, tandis que la lignée *episcopolis* est nivaloïde (CHALINE, 1975). Certains exemplaires séniles de *P. lenki* présentent une morphologie du complexe antérieur proche de celle de *P. episcopolis* (BARTOLOMEI, 1969). L'aspect «épiscopalien» des individus séniles est une indication phylogénétique importante qui montre que les deux espèces sont étroitement liées (CHALINE, 1975).

Matériel: 678 M_1 .

Description morphologique. Les molaires sont rhyzodontes, à deux racines (une racine antérieure cylindrique et une racine postérieure aplatie latéralement), dépourvues de ciment dans les angles rentrants.

La M_1 présente un lobe postérieur, cinq triangles clos alternes et un complexe antérieur de type «arvaloïde» qui devient plus court chez les individus séniles à cause de l'usure dentaire.

Les formes juvéniles se caractérisent par une très grande hypsodontie, l'émail ne présente aucune interruption et les racines dentaires commencent à se former par la courbure et la fermeture des murailles d'émail. On constate que l'émail, d'abord mince, devient plus épais chez des individus adultes et très épais chez les spécimens séniles; il apparaît une première interruption d'émail sur le bord antéro-externe de la boucle antérieure et une seconde interruption sur

le bord externe de la boucle postérieure. Chez les adultes plus âgés apparaît une troisième interruption d'émail sur le bord interne de la boucle postérieure.

L'hypsodontie est réduite chez les formes séniles.

On retrouve dans le sol N de la Caune de l'Arago, un exemplaire (Fig. 19.2) qui possède un faible repli mimomyen «Mimomys-Kante» sur la face labiale du complexe antérieur (von KOENIGSWALD, 1975).

La plupart des individus étudiés (sols L, N, P) est constituée de formes adultes et séniles. Afin de classer les différents individus par groupe d'âge, nous avons adopté la méthode de von KOENIGSWALD, suivant laquelle les individus sont classés en fonction du degré de développement des racines (Fig. 20 et 21) (in BARTOLOMEI *et al.*, 1975).

Le groupe A (15,84 %): la partie basale de la couronne n'est pas encore formée. La face occlusale est étroite; l'émail est mince, non différencié et ininterrompu. Les anticlinaux sont aigus et les synclinaux larges. Les triangles sont alternes et confluent.

Le groupe B (13,36 %): à ce stade, la couronne est entièrement constituée et atteint le maximum de hauteur. L'émail est plus épais que celui du groupe A, est ininterrompu et commence à se différencier. Les triangles communiquent entre eux, mais l'isthme de dentine qui les relie devient plus étroit.

Le groupe C (10,39 %): La couronne est encore haute et les racines commencent à se former par la fermeture partielle de la pulpe dentaire. La première interruption de l'émail peut apparaître à la partie antéro-externe du C. A. Les triangles sont plus larges et, dans la majorité des cas, sont fermés. Le complexe antérieur présente des variations importantes quant aux contours et aux dimensions.

Le groupe D (18,81 %): à ce stade, l'émail est plus épais. L'on remarque deux interruptions d'émail (au C.A. et sur le côté externe du L.P.), ou bien trois interruptions d'émail (au C.A. et deux au L.P.). Les racines ne dépassent pas 0,5 mm.

Le groupe E (41,58 %): il réunit les exemplaires séniles (aux racines excédant 0,5 mm), et il est le plus abondant. A cette étape, la couronne est basse à cause de l'usure et du fort développement des racines. L'émail est très épais et est interrompu au niveau du C.A. ainsi que sur les deux bords du L.P.; les dents ont un aspect massif. La boucle antérieure s'élargit tout en s'écourtant. Parfois elle a un contour qui rappelle celui de *Pliomys episcopalis*, mais s'en distingue cependant par la présence de l'angle rentrant A9 qui individualise le T7.

Le complexe antérieur présente des variations morphologiques importantes. Les morphotypes les plus fréquents sont *inflexa* et *intermedia* (morphotypes institués par HELLER, 1930, 1958). Selon BARTOLOMEI (1969) la forme *inflexa*

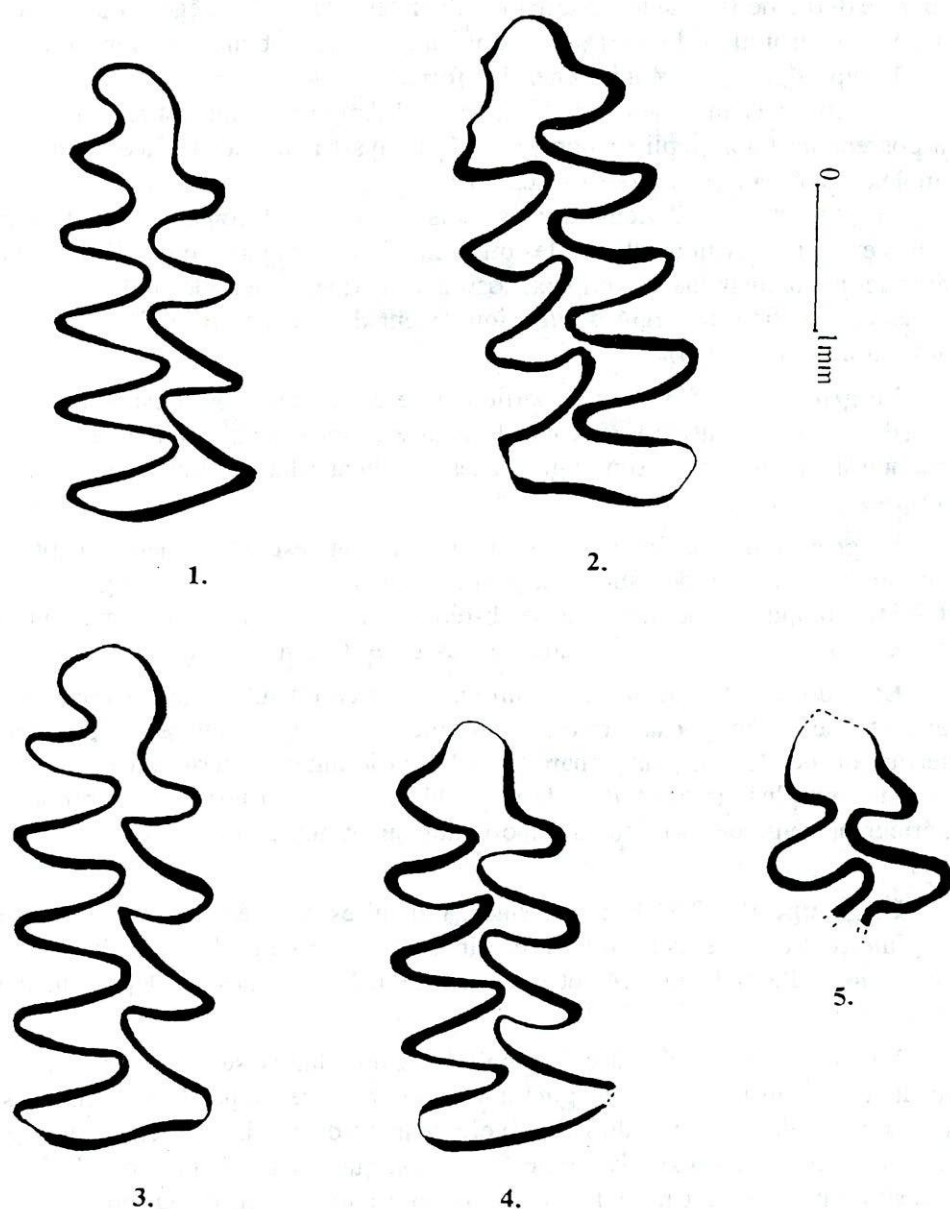


Fig. 19. – *Pliomys lenki*. 1, 2, 3, 4, 5: M_1 D; 2: M_1 G. Faible repli mimomyen.

correspond à un stade juvénile et les autres: *tenuis*, *depressa* et *intermedia*, au stade adulte.

Mensurations

Les mesures prises concernent la longueur des M_1 (Tableau 12)

Fig. 20. – Pourcentage des catégories d'âge de *Pliomys lenki* de la Caune de l'Arago.

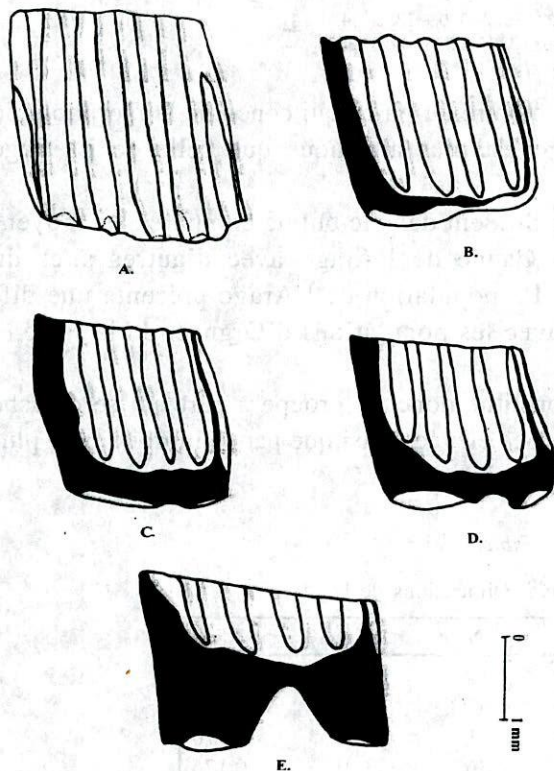
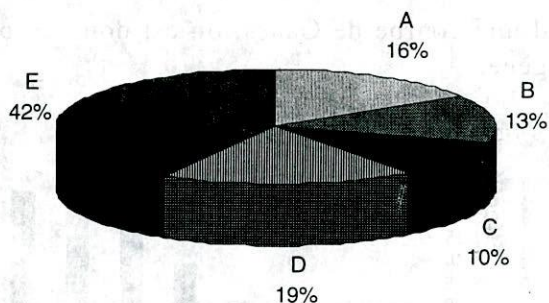


Fig. 21. – Les groupes d'âges: A, B, C, D, E chez *Pliomys lenki*.

Tableau 12

Mensuration des longueurs des M_1 de *Pliomys lenki*

Site	N	Min-Max	X	V
Caune de l'Arago	113	2,68-3,60	3,14	0,034
<i>Caune de l'Arago</i> *	67		3,06	0,035

* Desclaux, 1992.

Le diagramme de fréquence des longueurs des M_1 (Fig. 22) de *Pliomys lenki* (sols L, N et P) montre une distribution normale et suit le tracé

d'une courbe de Gauss; on est donc en présence d'une population homogène.

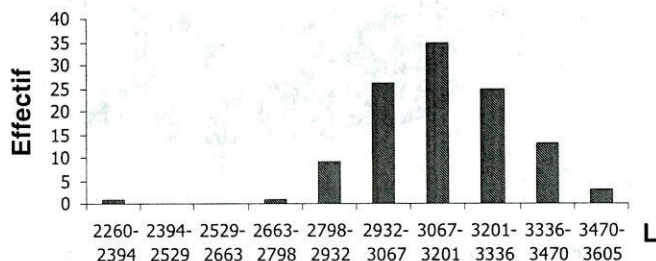


Fig. 22. – Histogramme des longueurs des M_1 de *Pliomys lenki*.

Remarque: CHALINE (1975) a montré qu'en ce qui concerne la morphologie dentaire, la population de l'Arago est plus archaïque que celle de La Fage (Tableau 13).

Nous avons utilisé le test de Student dans le but de comparer les moyennes de longueurs des M_1 de la Caune de l'Arago avec d'autres sites du Pléistocène moyen (Tableau 14). La population de l'Arago présente une différence hautement significative avec les populations d'Orgnac, de la Fage et de Vaufrey.

La population de l'Arago constitue donc un groupe à part qui se détache des autres populations par sa taille très élevée, ainsi que par sa morphologie plus primitive comme l'a déjà souligné CHALINE (1975).

Tableau 13

Pliomys lenki. Dimensions de la M_1

Site	N	XL	S
Caune de l'Arago	113	3,14	0,186
Caune de l'Arago *	67	3,06	0,187
Orgnac 3 **	11	2,85	0,170
La Fage ***	36	3,01	0,176
Vaufrey ***	45	2,80	0,144

Desclaux, 1992, ** Jeannet, 1974, *** Marquet, 1989

Tableau 14

Comparaison des moyennes de la longueur de la M_1 en utilisant le test t

Comparaison	Test t	Différences constatées
Arago-Orgnac 3	7,707	Hautement significative
Arago-La Fage	3,832	Hautement significative
Arago-Vaufrey	12,468	Hautement significative

***Terricola vaufreyi* Brunet-Lecomte, 1988.**

Nom vulgaire: Campagnol souterrain.

Terricola est considérée maintenant comme un sous-genre du genre *Microtus* (CHALINE et al, 1988). Grâce aux études génétiques et biochimiques (MEYLAN, 1970, 1972; WINKING et NIETHAMMER, 1970; WINKING, 1974, 1976; GRAF et MEYLAN, 1980; GRAF, 1982) le sous-genre *Terricola* a été subdivisé en deux groupes distincts: le groupe *subterraneus* et le groupe *duodecimcostatus*.

En 1988, PATRICK BRUNET-LECOMTE à la suite d'une vaste étude métrique et en utilisant les analyses multivariées, a décrit une nouvelle espèce: *Terricola vaufreyi* de l'abri Vaufrey (étage type: Pléistocène moyen et supérieur). La même espèce a été trouvée à Vergranne, Montoussé 3, Santenay et à l'Arago.

Les M_1 présentent une morphologie intermédiaire entre celles de *T. subterraneus* et *T. multiplex* et celles des espèces du groupe *arvalidens-gregaloïdes* (BRUNET-LECOMTE, 1988).

En 1990, PATRICK BRUNET-LECOMTE en étudiant la population de *Terricola* du sols C-K de la Caune de l'Arago, a précisé qu'elle appartient à la sous-espèce *Microtus (Terricola) vaufreyi tautavelensis*. Les M_1 présentent une morphologie de type *M.(T.) vaufreyi*, le T4 n'est pas incliné et la boucle antérieure est presque isolée.

Matériel: 75 M_1 . L'espèce a été trouvée dans tous les sols de la séquence étudiée (sols K-P).

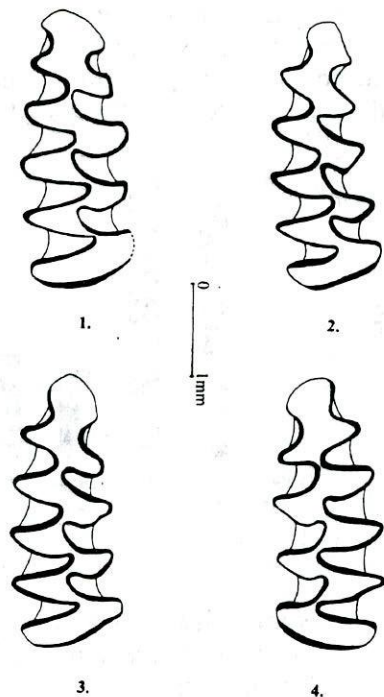


Fig. 23. – *Terricola vaufreyi*. 1–3. – M_1 D; 4. – M_1 G.

Description du matériel

Les M_1 présentent un lobe postérieur, trois triangles clos (T1 à T3), T4 et T5 sont moyennement confluent en un «rhombe pitymyen» et le complexe antérieur a une forme «arvaloïde». T5 est toujours antérieur à T4, le rhombe pitymyen est imparfait, ce qui confère à cette population un caractère primitif. (Fig. 23).

Mensurations

Le campagnol souterrain de la Caune de l'Arago a fait l'objet d'une étude détaillée entreprise par PATRICK BRUNET-LECOMTE en 1988 et 1990; nous nous contenterons donc de présenter ici seulement les valeurs que nous avons obtenues pour la longueur des M_1 .

Tableau 15

Terricola vaufreysi. Longueur de la M_1

Site	N	Min-Max	X	S
Caune de l'Arago	30	2,59-3,15	2,78	0,135
Caune de l'Arago *	24	2,38-2,92	2,68	0,141

* Desclaux, (1992).

L'histogramme des longueurs des M_1 (Fig. 24) présente un seul pic qui se situe du côté des faibles valeurs (entre 2,70 et 2,81 mm).

Signalons toutefois que les longueurs moyennes des deux échantillons (celui étudié par DESCLAUX, et le nôtre) sont très différentes l'une de l'autre. L'échantillon des sols. K-P présente des longueurs plus élevées que celui des sols G-J; au cours du temps cette espèce présente des fluctuations (dans le sens d'une diminution) de la taille des M_1 .

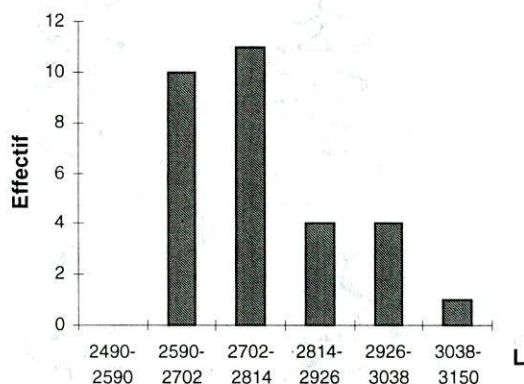


Fig. 24. – Histogramme de fréquence de la longueur de la M_1 .

Arvicola cantiana (Hinton, 1910)

Nom vulgaire: Campagnol terrestre.

En 1926, HINTON a mis en évidence l'origine mimomyenne du genre *Arvicola*. Il a décrit trois espèces fossiles: *A. bactonensis*, *A. greeni* et *A. praeceptor*. Déjà

en 1910, SCHMIDTGEN a décrit *A. mosbachensis*, (forme de petite taille du Pléistocène moyen).

De nombreux chercheurs ont apporté leur contribution à la connaissance de cette espèce, qu'il s'agisse des formes fossiles (HELLER, KRETZOI, FEJFAR, JANOSSY, BARTOLOMEI, CHALINE), ou des formes actuelles.

Les variations de l'épaisseur de l'émail dentaire du genre *Arvicola* pendant le Quaternaire, ont été mises en évidence par HINTON (1926) et ont été étudiées en détail par von KOENIGSWALD (1973, 1980), HEINRICH (1978, 1982, 1987, 1990) et van KOLFSCHOTEN (1990, 1992).

D'après l'épaisseur de l'émail, von KOENIGSWALD (op. cit) a différencié trois espèces d'*Arvicola*: *Arvicola cantiana* (Pléistocène moyen), *A. cantiana-terrestris* (limite Pléistocène moyen/Pléistocène supérieur) et *A. terrestris* (Pléistocène supérieur) (Fig. 25).

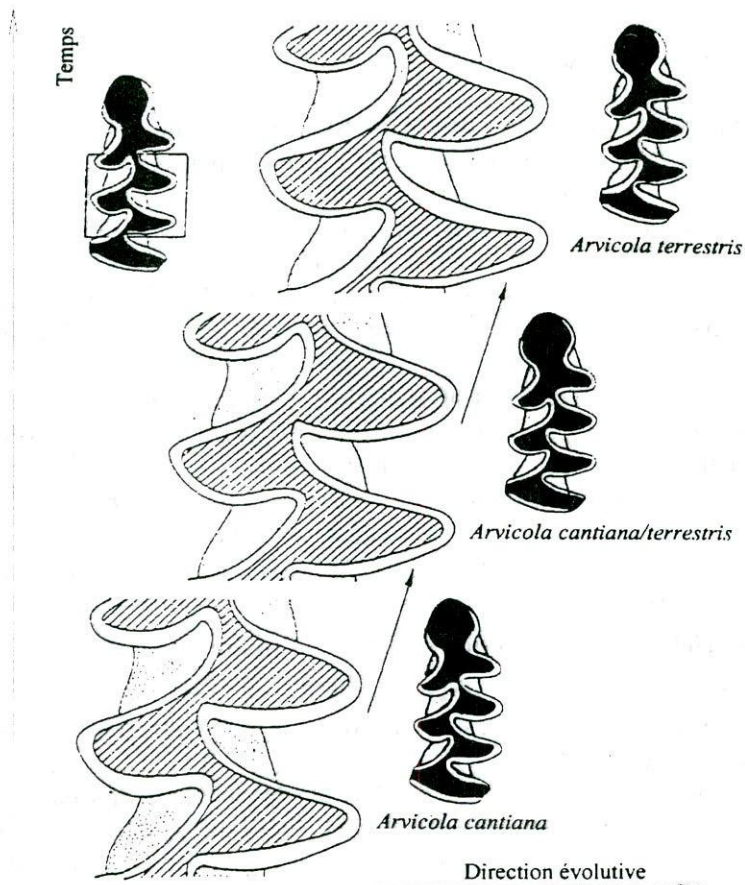


Fig. 25. – Variation de l'épaisseur de l'émail chez *Arvicola*.

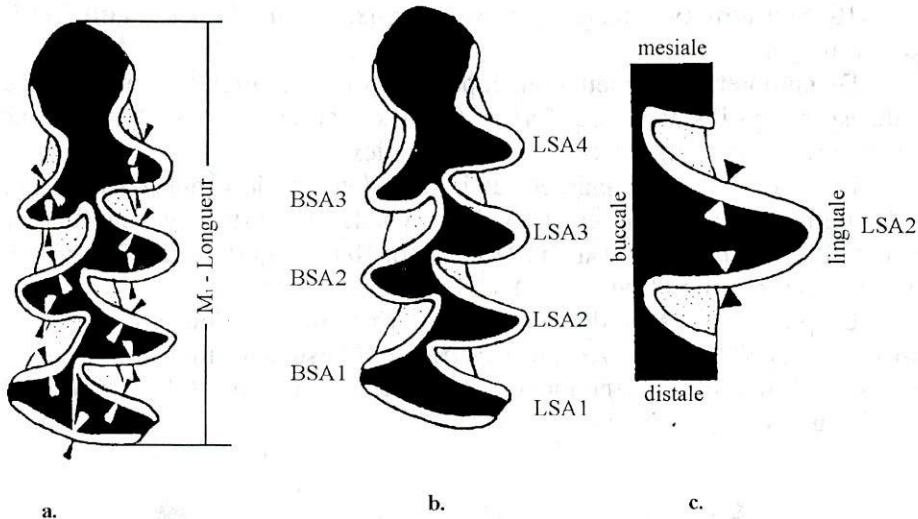


Fig. 26. – Mesurations de l'épaisseur de l'émail de la M_1 chez *Arvicola*.

HEINRICH (op. cit.) a calculé un «indice de différenciation de l'émail» SDQ («Smeltzband-Differenzierungs-Quotient») qui permet de situer chronologiquement les populations étudiées (Fig. 26).

VAN KOLFSCHOTEN (1990) a distingué d'après les différences de SDQ trois stades successifs: *Arvicola terrestris cantiana* (SDQ >120, début du Pléistocène moyen), *A. terrestris ssp. A* (SDQ comprise entre 120-95) et *A. terrestris ssp. B* (SDQ <95) pour le Pléistocène moyen (Saalien) et pour le Pléistocène supérieur.

D'un point de vue biostratigraphique, il est important de souligner que chez *Arvicola cantiana*, l'émail est plus épais sur les bords postérieurs des triangles par rapport au bords antérieurs, alors que c'est l'inverse chez *Arvicola terrestris*. La forme intermédiaire: *Arvicola cantiana-terrestris* présente une épaisseur d'émail presque égale des deux côtés des triangles.

Le remplissage de la Caune de l'Arago a fourni seulement quelques M_1 d'*Arvicola*, dans les sols L, M, N, O et P.

Matériel: 30 M_1 (seulement 13 M_1 mesurables).

Description morphologique (Fig. 27).

Les M_1 d'*Arvicola* présentent un lobe postérieur, trois triangles clos et un complexe antérieur peu variable. L'émail est interrompu sur une grande partie de la boucle antérieure et sur les deux côtés de la boucle postérieure. L'émail est plus épais sur le bord postérieur des triangles que sur leurs bords antérieurs. Les angles rentrants sont colmatés par du ciment. Les dents sont arhizodontes. Sur une M_1 l'on a observé la présence d'un faible repli mimomyen (*Mimomys-Kante*).

D'après la morphologie du complexe antérieur, la population d'*Arvicola* de la Caune de l'Arago, correspond au morphotype «*praeceptor*», décrit par HINTON (1926). La boucle antérieure est plus ou moins large, elle est soit symétrique (7 sur 15); soit dissymétrique (8 sur 15); le T4 et le T5, qui constituent la base de la boucle antérieure sont opposés et largement confluent dans le premier cas, et alternes et moyennement confluent dans le second cas.

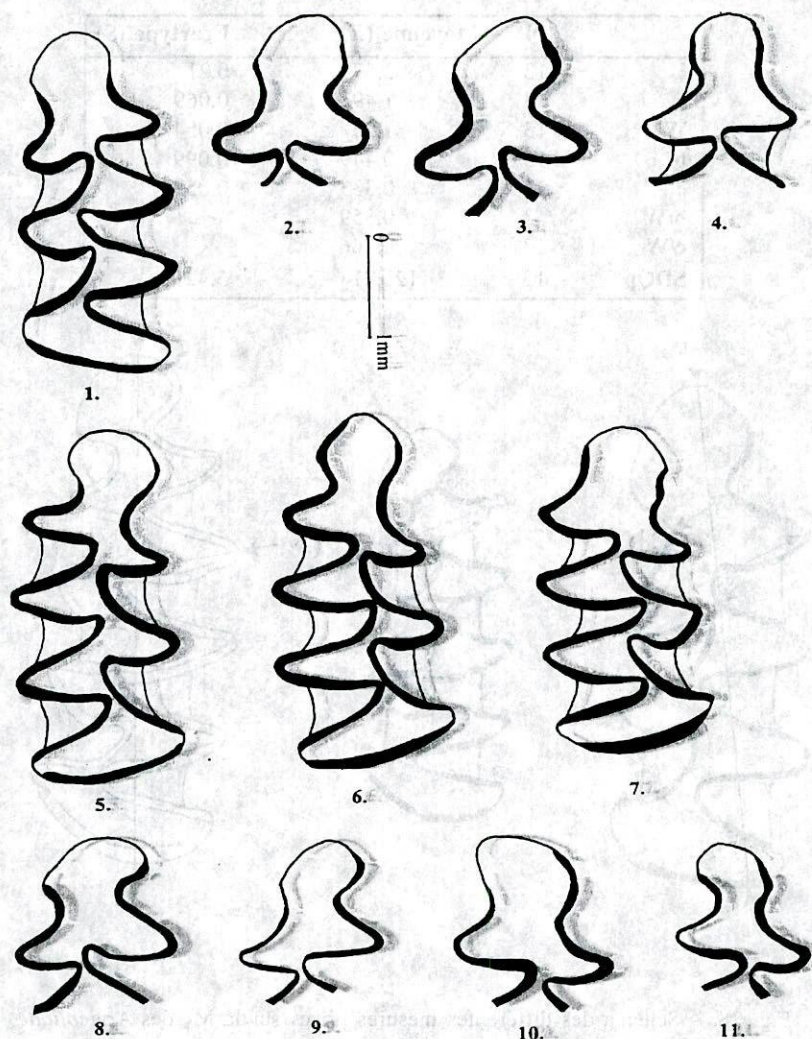


Fig. 27. – *Arvicola cantiana*: 1–4, 8, 9. – M_1 G; 5–7, 10, 11. – M_1 D.

Mensurations

Les mesures ont été prises selon le schéma établi par van der MEULEN (1973) et NADACHOWSKI, (1982) (Fig. 28).

L'évaluation de l'épaisseur de l'émail a été effectuée d'après les méthodes de HEINRICH (1990), qui impliquent treize mesures pour chaque M_1 . Le quotient SDQ a été calculé pour chaque M_1 (SDQi) et pour l'ensemble de l'échantillon (SDQp).

Les valeurs obtenues sont données dans le tableau 16.

Tableau 16

Dimensions de la M_1 d'*Arvicola cantiana* de la Caune de l'Arago

	N	Moyenne (X)	Ecartype (S)
L	13	3,57	0,21
l	13	1,491	0,069
W	13	1,25	0,054
b	13	0,449	0,099
c	13	0,333	0,053
b/W	13	0,359	
c/W	13	0,266	
SDQp	13	120,71	5.429

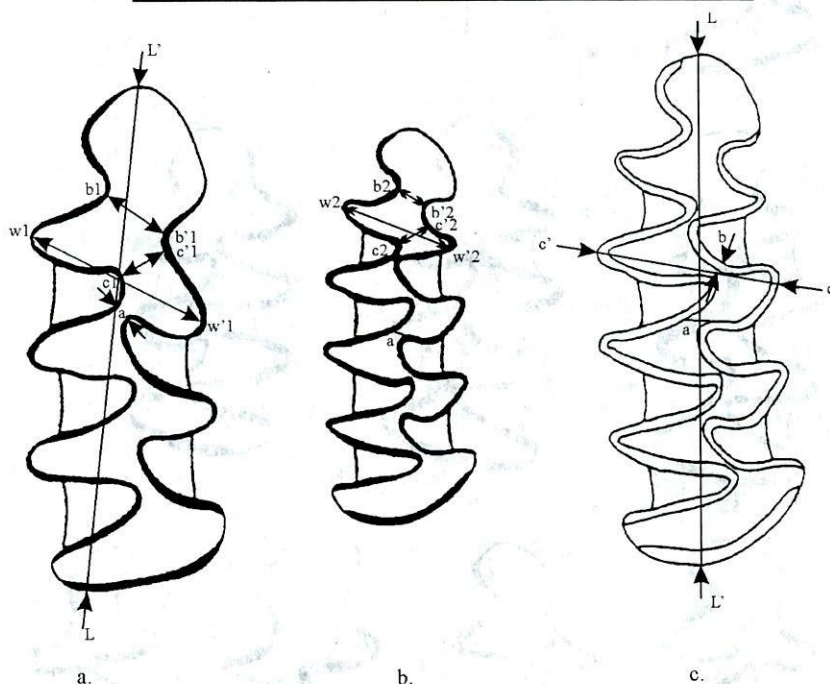


Fig. 28. – Schéma des différentes mesures prises sur la M_1 des *Arvicolidae*

Remarque. Certaines mesures sont prises à titre indicatif afin de permettre, dans les prochaines études, des comparaisons avec d'autres populations.

D'après la valeur de l'indice de l'émail ($SDQ = 120,71$) et en comparaison avec d'autres sites du Pléistocène en France (Fig. 29), la population de l'Arago appartient à *Arvicola cantiana*. Ce résultat confirme l'âge pléistocène moyen du gisement.

Nous avons appliqué le test t dans le but de comparer les longueurs des M_1 entre la population de l'Arago et celles de Saint-Estève, La Fage, le Lazaret, Nestier, La Colombière (CHALINE, 1972), Vaufrey, Suard, Abri Gaudry, Moulin du Milieu et Le Portel (MARQUET, 1989).

D'après les comparaisons des longueurs moyennes des M_1 (Tableaux 17 et 18) de la population d'*Arvicola* de la Caune de l'Arago avec les différentes autres populations, nous constatons que la population de l'Arago se rapproche de celles de La Fage, de Suard (brèche), de l'Abri Gaudry (4a) et de Moulin de Milieu (XI) qui sont toutes des populations du Pléistocène moyen.

Tableau 17

Arvicola sp. Dimensions de la M_1 des différentes sites

Site	N	X	S
Caune de l'Arago	13	3,57	0,2102
Saint-Estève *	5	2,76	0,1422
La Fage *	40	3,49	0,1821
Lazaret *	7	3,17	0,1001
Lazaret **	51	3,85	0,2400
Nestier *	30	3,66	0,2333
La Colombière *	31	4,16	0,2175
Vaufrey ***	15	3,24	0,1703
Suard ***	49	3,49	0,2405
Abri Gaudry ***	65	3,50	0,1880
Moulin du Milieu ***	26	3,55	0,1935
Portel ***	14	3,26	0,0296

*CHALINE, 1972; **ABBASSI & DESCLAUX, 1996; ***MARQUET, 1989.

Les différences sont significatives (pour un risque de 5 %) entre la population de l'Arago et celles de Portel et de Saint-Estève (d'après CHALINE, op. cit.), et les différences sont hautement significatives (pour un risque de 1 %) entre la population de l'Arago et les populations de Nestier, du Lazaret et de La Colombière.

Tableau 18

Comparaison des moyennes des longueurs de la M_1 de la population de l'Arago avec celles d'autres sites par le test t

Comparaison	test t	Différence constatée
Arago-Saint-Estève	2,570	Significative
Arago-La Fage	0,167	Pas significative
Arago-Lazaret **	3,843	Hautement significative
Arago-Nestier	2,837	Hautement significative
Arago-La Colombière	10,412	Hautement significative
Arago-Vaufrey	4,590	Hautement significative
Arago-Suard	1,092	Pas significative
Arago-Gaudry	1,202	Pas significative
Arago-Moulin du Milieu	0,296	Pas significative
Arago-Portel	2,179	Significative

Conclusion

La population de la Caune de l'Arago d'après la morphologie de la M_1 ainsi que la valeur de l'indice d'émail se rapproche des autres populations de type *cantiana* du Pléistocène moyen.

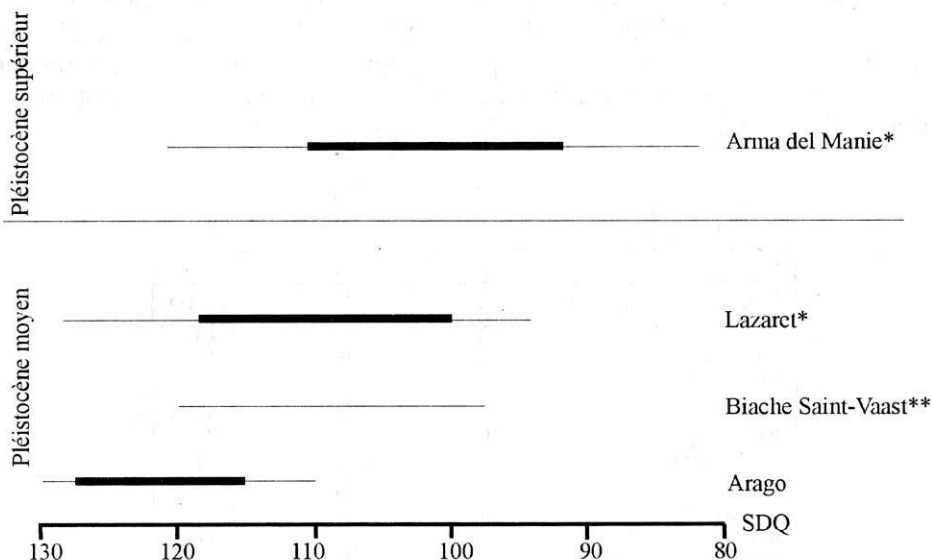


Fig. 29. – Variation de l'indice d'épaisseur d'émail des M_1 d'*Arvicola*.

Microtus brecciensis (GIEBEL, 1847).

Nom vulgaire: Campagnol méditerranéen.

D'après CHALINE (1972), l'origine de *Microtus brecciensis* doit être recherchée dans la branche gregaloïde qui est issue d'*Allophaiomys pliocaenicus*.

Cette espèce est présente du Pléistocène moyen II (Saint-Estève et La Colombière 2-2) et du Pléistocène moyen IV (Orgnac 3). Elle se retrouve aussi à l'Hortus et à Gibraltar au Pléistocène supérieur moyen (CHALINE, 1972), et dans la fissure près de Sète ainsi que dans le remplissage de l'abri Vaufrey (MARQUET, 1989).

Selon CHALINE, l'espèce a été représentée en France par deux sous-espèces chronologiques: *Microtus brecciensis mediterraneus* (Saint-Estève) et *M. brecciensis orgnacensis* (Orgnac 3).

Dans la faune actuelle, on trouve leurs descendants: *Microtus dentatus* et *M. cabreræ*.

Matériel: 21 M_1 (seulement 10 mesurables).

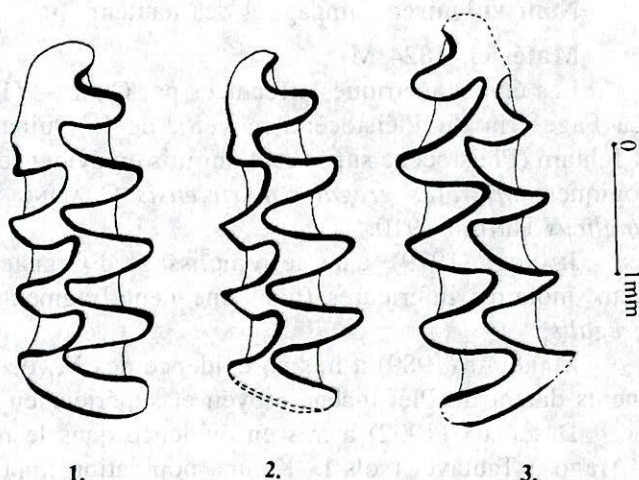
Description morphologique (Fig. 30).

Les M_1 possèdent un L.P., cinq triangles clos (T1-T5 avec une tendance d'aplatissement antéro-postérieur) et une boucle antérieure de forme variable. L'angle rentrant A9, assez profond, donne à cette boucle un aspect "gregaloïde".

Les triangles internes sont plus développés que les externes. Les angles rentrants sont colmatés par un ciment abondant. L'émail est plus épais sur les bords antérieurs des triangles que sur leurs bords postérieurs et il est interrompu bilatéralement sur la boucle postérieure et sur la partie antéro-externe de la boucle antérieure.

Fig. 30. – *Microtus brecciensis*:

1, 2. – M_1 G; 3. – M_1 D.



Une M_1 présente un complexe antérieur avec un grand angle rentrant interne A9 et un petit angle A8; trois M_1 possèdent un A8 plus accentué; une M_1 a le A8 développé et le T6 isolé.

Quatre M_1 possèdent un complexe antérieur avec T6 très développé, et le A8 absent; enfin, une M_1 présente le A9 moins profond, le A8 absent et le complexe antérieur large.

Les molaires que nous avons étudiées présentent une morphologie proche du morphotype "*mediterraneus*".

Mensurations

Les valeurs que nous avons obtenues pour les M_1 mesurables de la Caune de l'Arago sont données dans le Tableau 19.

Tableau 19

Microtus brecciensis. Dimensions de la M_1

SITE	N	XL	Min-Max	S	N	XL	Min-Max	S
Caune de l'Arago	10	3,01	2,72-3,22	0,1391	10	1,229	1,03-1,32	0,8906
Caune de l'Arago*	104	2,85	2,17-3,59	0,048	55	1,16	1,00-1,37	0,081

* DESCLAUX, 1992.

Selon DESCLAUX (op. cit.) *Microtus brecciensis* de la Caune de l'Arago se rapproche du morphotype "*mediterraneus*" (proche de la forme rencontrée à Saint-Estève).

Le nombre très faible des molaires de *Microtus brecciensis* de la séquence étudiée ne nous permet pas de faire une étude détaillée de cette espèce.

Microtus gregalis (PALLAS, 1778)

Nom vulgaire: Campagnol des hauteurs.

Matériel: 1824 M_1 .

Les études métriques effectuées par CHALINE (1972) sur les populations de La Fage (fin du Pléistocène moyen), de la Quina (fin du Würm ancien) et d'Igtham (Pléistocène supérieur) ont mis en évidence deux sous espèces chronologiques: *Microtus gregalis martelensis* CHALINE 1972 et *Microtus gregalis anglicus* HINTON 1910.

JEANNET (1979), dans le remplissage d'Ornac 3 (Riss final) a découvert deux molaires inférieures (dont une dent fragmentaire) attribuées à *Microtus gregalis*.

MARQUET (1989) a mis en évidence des M_1 de *M. gregalis*, dans des gisements datant du Pléistocène moyen et supérieur en France.

DESCLAUX (1992) a mis en évidence dans le remplissage de la Caune de l'Arago à Tautavel (sols D-K) une population importante de *M. gregalis*.

La séquence inférieure (sol K à P) nous a livré un nombre important de M_1 appartenant à cette espèce.

D'après CHALINE (1972), *Microtus gregalis* est issu par cladogenèse du groupe *arvalo-gregaloïde* d'*Allophaiomys pliocaenicus pitymyoides*.

L'analyse morphologique réalisée sur les M_1 de la population de La Fage (N=100) a montré l'existence de trois morphotypes: *gregalis*, *gregalo-arvaloïde* (forme intermédiaire) et *arvalis* (CHALINE, 1972). Nous avons retrouvé ces morphotypes dans la population de la Caune de l'Arago. Le morphotype le plus fréquemment rencontré est le morphotype *gregalis* (Fig. 31).

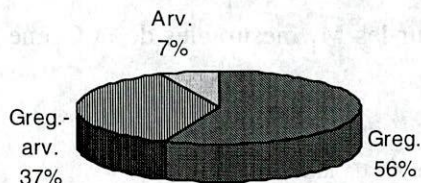


Fig. 31. – Pourcentage des différents morphotypes de *M. gregalis* de la Caune de l'Arago.

Description morphologique

Les dents sont hypsodontes, présentent un lobe postérieur, cinq triangles clos (à l'exception de quelques dents qui montrent une confluence entre T4-T5) et une boucle antérieure de forme variable mais caractéristique de cette espèce. Le T6 est absent et le T7 est fortement développé; le LRA5 est bien marqué.

La morphologie des M_1 varie entre les deux types extrêmes: *gregaloïde* et *arvaloïde*, reliés entre eux par toute une série de formes intermédiaires.

Pour le morphotype *gregalo-arvaloïde*, AC2 a tendance à former une concavité externe superficielle (BRA4), celle-ci va devenir plus accentuée et colmatée par du ciment; pour les pièces appartenant au morphotype *arvaloïde*, T6 va connaître différents degrés de développement, sans atteindre les proportions connues chez *M. arvalis*.

Quelques M_1 présentent un rhombe pitymyen; l'ouverture entre T4–T5 est plus ou moins large (Fig. 32.1 et 32.2). Ces éléments montrent le caractère archaïque de cette population.

Mensurations

Nous précisons que les mesures ont été effectuées selon le schéma proposé par NADACHOWSKI (1982)(Tableau 20).

L'histogramme des longueurs de la M_1 (Fig. 33) présente un seul pic se situant dans l'intervalle des valeurs moyennes, l'allure générale de l'histogramme suit celle qu'on obtiendrait dans le cas d'une distribution normale, l'on est donc en présence d'une population homogène.

L'utilisation du test t (DESCLAUX, 1992) a permis de comparer les longueurs des M_1 des populations de *M. gregalis* de l'Arago à celles de La Fage et la Quina.

Tableau 20

Microtus gregalis. Dimensions de la M_1

N	LM ₁			L/L		
	Min-Max	X	S	Min-Max	X	S
Caune de l'Arago	100	2,37–2,92	2,69	0,134		0,51 0,01
Caune de l'Arago *	97	2,37–3,32	2,72	0,033		
La Fage **	300		2,67	0,029		
La Quina **	51		2,82	0,018		
Ightam **	20		2,86	0,036		
Holocène ***	20	2,52–2,92	2,68	0,12	0,52–0,55	0,55 0,01
Tardiglaciaire ***	6	2,52–2,93	2,72	0,15	0,52–0,55	0,54 0,01
Pléniglaciaire sup ***	30	2,54–3,05	2,81	0,14	0,52–0,57	0,55 0,01
Pléniglaciaire inf. ***	30	2,64–3,10	2,83	0,12	0,52–0,56	0,54 0,01

* DESCLAUX, 1992; ** CHALINE, 1972; *** NADACHOWSKI, 1982.

Les différences entre les populations de l'Arago et de La Fage ($t=1,72$) et de l'Arago et de la Quina ($t=1,15$) ne sont pas significatives.

Les dimensions des morphotypes *grégaloides* sont plus petites que celles des morphotypes *arvaloides*, les formes *arvalo-gregaloides* occupent une position intermédiaire et restent constantes pendant le Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur (CHALINE, 1972). Donc, les différences de taille obser-

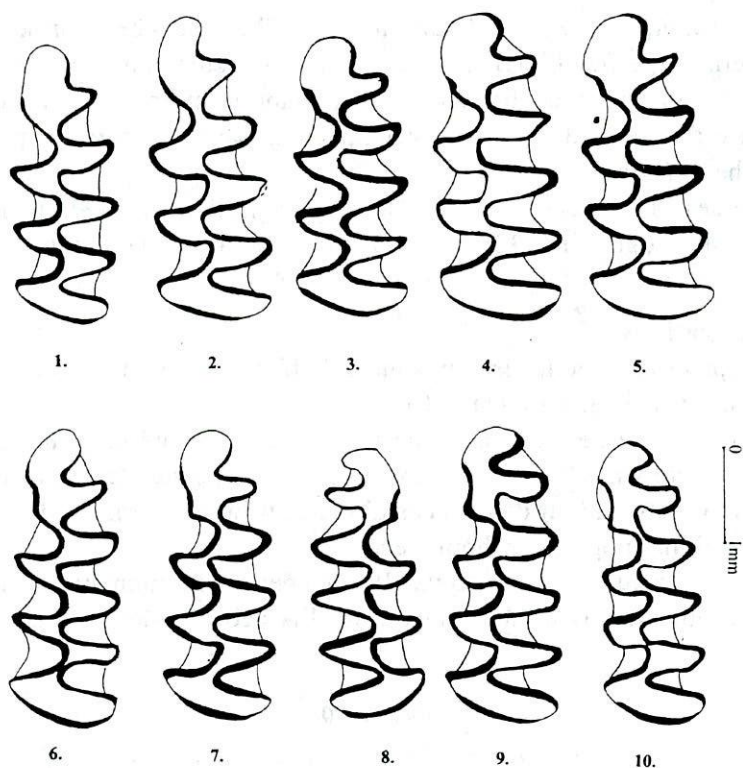


Fig. 32. – *Microtus gregalis*. 1-7, 9, 10. – M_1 G; 2. Avec un rhombe pitymyen; 8. – M_1 D.

vées entre les populations sont déterminées par la proportion des trois morphotypes dans chaque population (CHALINE, 1972).

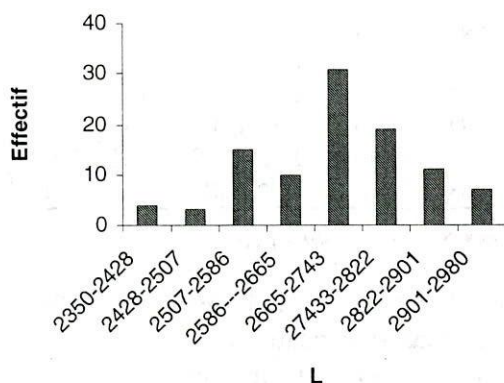


Fig. 33. – Répartition des fréquences de LM_1 de la population de l'Arago.

En comparant nos valeurs aux valeurs obtenues par NADACHOWSKI (1982) pour les populations de *M. gregalis* du Pologne, nous observons que les diffé-

rences ne sont pas significatives, la taille reste presque constante pendant le Quaternaire.

Microtus arvalis Pallas, 1779

Nom vulgaire: Campagnol des champs.

Microtus arvalis a été rencontré dans un très grand nombre de sites parmi lesquels le Lazaret (Pléistocène moyen final – *Microtus arvalis lazaretensis*), Santenay (Pléistocène supérieur, *M. arvalis santenayensis*), et Combe-Grenal, à Domme (Pléistocène supérieur – *M. arvalis dommensis*), (CHALINE, 1972).

Selon CHALINE, les trois sous-espèces mentionnées ci-dessus sont des chronoclines. La plus grande est la forme du Lazaret (Pléistocène moyen final, $XL M_1 = 2,75$ mm).

En se basant sur la morphologie de la M_1 il est très difficile de différencier entre le campagnol des champs (*M. arvalis*) et le campagnol agreste (*M. agrestis*). Les morphotypes extrêmes sont identifiables, mais les formes intermédiaires sont difficiles à rapporter à l'une ou l'autre de ces deux espèces. Ces dernières ont une origine commune qui se retrouve dans l'*Allophaiomys pliocaenicus*. Les deux lignées se sont différenciées dès le Pléistocène moyen II (CHALINE, 1972).

En 1981, CHALINE et JEANNET (non publié) ont déterminé *Microtus arvalis* dans la partie supérieure du remplissage de la Caune de l'Arago (sol G). DESCLAUX (1992), a attribué les M_1 des sols D à K à *Microtus cf. agrestis*.

Matériel: 63 M_1 (seulement 30 M_1 mesurables).

Description morphologique

La première molaire inférieure présente un L.P., cinq triangles clos (T1–T5) à structure prismatique presque symétrique par rapport à l'axe de la dent et un complexe antérieur à morphologie variable. Les triangles T6 et T7, opposés dans la plupart des cas, confluent plus ou moins dans une boucle antérieure arrondie.

Le complexe antérieur est en général symétrique. Quelques molaires se rapprochent de la morphologie de type «agrestoïde», avec un T6 postérieur au T7 et faiblement confluent avec celui-ci.

L'émail est plus épais à la partie antérieure des triangles qu'à la partie postérieure; il est interrompu sur une grande partie de la boucle antérieure, et bilatéralement, sur la boucle postérieure. Les angles rentrants sont colmatés par du ciment.

Mensurations

Les mesures que nous avons prises sont établies selon le schéma proposé par NADACHOWSKI (1982, 1984). Les valeurs obtenus sont données dans le Tableau 22.

Tableau 22

Dimensions de la M_1 des *Microtus arvalis* de la Caune de l'Arago

	Moyenne (X)	Ecartype (S)
L	2,815	0,149
L'	1,438	0,096
L'/L	0,510	0,016
W	0,768	0,049
B	0,226	0,074
B/W	0,294	0,100
C	0,195	0,042
C/W	0,253	0,063
I1 (c.e.)	0,483	0,036
I2 (c.i.)	0,595	0,038
I1/I2	0,812	0,077

Remarque

DESCLAUX a comparé la moyenne des longueurs des M_1 ($N=24$, $XL=2,82\text{mm}$, $V=0,0133$) avec les valeurs obtenues par CHALINE pour Saint-Estève (*M. agrestis*), et pour Le Lazaret (*M. arvalis*) en appliquant le test t. La différence entre Arago/Saint-Estève n'est pas significative ($t = 1,568$) en revanche, entre Arago/Lazaret elle l'est hautement ($t = 3,856$). C'est la raison pour laquelle il a attribué la population de l'Arago à *Microtus cf. agrestis*.

Il est très important de souligner que la morphologie des M^2 permet de différencier les deux espèces *arvalis* et *agrestis*.

Chez *Microtus agrestis* la seconde molaire supérieure possède un petit angle saillant postéro-interne supplémentaire qu'on ne retrouve pas chez *M. arvalis*. Les M^2 présentes dans notre matériel ne montrent pas d'angle saillant, par conséquent la population de la Caune de l'Arago (sols K à P) appartient à *M. arvalis*.

Cette distinction peut aussi se faire en calculant la moyenne du rapport entre les triangles internes et externes (NADACHOWSKI, 1984), et en particulier celle du T4 sur le T5. La moyenne des rapports entre la largeur du T4 (côté externe) et celle du T5 (côté interne) est égale à 0,81 ce qui montre que notre population appartiendrait à *M. arvalis* (NADACHOWSKI, op. cit.) (Fig. 34).

L'histogramme des longueurs des M_1 (Fig. 35) présente un seul pic et suit une distribution normale matérialisée par une courbe en cloche (courbe de Gauss) qui nous montre que nous avons affaire à une population homogène.

Nous avons utilisé le test de Student (t) dans le but de comparer les moyennes des longueurs de la M_1 de l'Arago avec celles des autres sites de France (Tableaux 23 et 24).

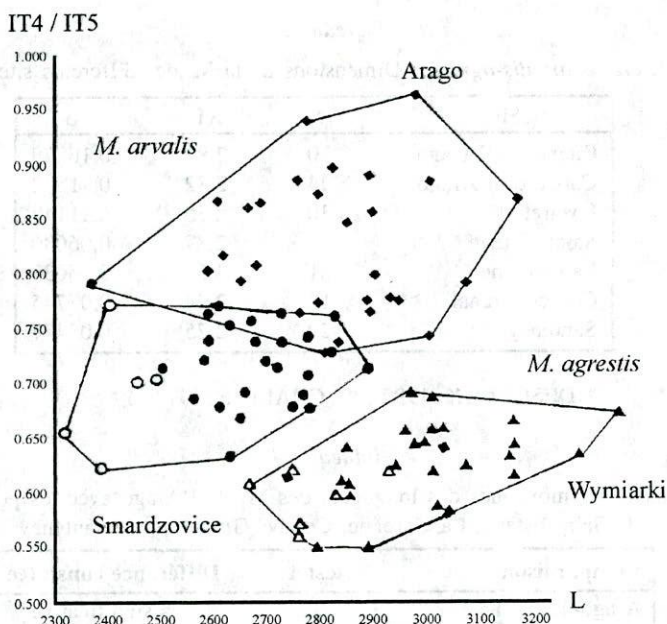


Fig. 34. – Diagramme de dispersion de $IT4 / IT5$ par rapport à la longueur de la M_1 chez *Microtus arvalis* et *Microtus agrestis*.

Remarque

En même temps il faut rappeler que selon CHALINE (1972) la différence entre Combe Grenal 1 et Santenay 1 (deux sites du Würm ancien où les espèces décrites appartiennent à *M. agrestis*), est hautement significative. La différence est aussi hautement significative entre Le Lazaret (*M. arvalis* du Pléistocène moyen final) et Saint-Estève (*M. agrestis* du Pléistocène moyen II) et entre Le Lazaret et Combe Grenal (*M. agrestis*).

L'effectif des populations de Saint-Estève et de Combe Grenal 1 est très faible pour permettre une étude approfondie.

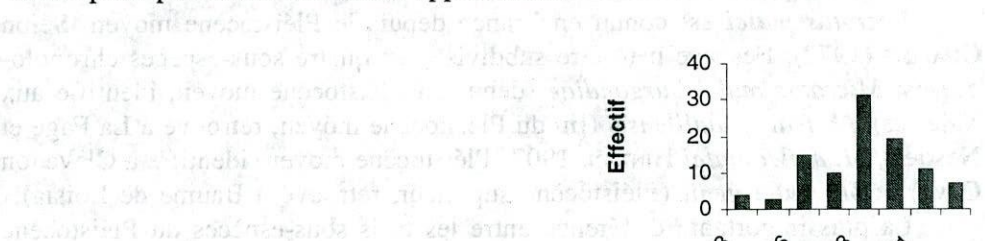


Fig. 35. – *Microtus arvalis*. Répartition des fréquences de LM_1 de la population de l'Arago.

Tableau 23

Microtus arvalis-agrestis. Dimensions de la M_1 des différents sites

Site	N	XL	S
Caune de l'Arago	30	2,81	0,16878
Caune de l'Arago *	24	2,82	0,11532
Lazaret **	30	2,75	0,11148
Saint-Estève **	8	2,87	0,06080
La Garenne **	81	2,59	0,15033
Combe Grenal 1 **	10	2,94	0,07745
Santenay 1 **	20	2,75	0,05477

* DESCLAUX, 1992 ; ** CHALINE, 1972.

Tableau 24

Comparaison des moyennes des longueurs des M_1 de l'Arago avec les populations de Saint-Estève, La Garenne, Combe-Grenal, et de Santenay

Comparaison	test t	Différence constatée
Arago-Lazaret	1,625	Pas significative
Arago-Saint-Estève	2,150	Pas significative
Arago-La Garenne	6,276	Hautement significative
Arago-Combe Grenal 1	2,129	Significative
Arago-Santenay 1	2,052	Pas significative

Conclusion

La différence constatée entre la population de l'Arago et celle du Lazaret (*Microtus arvalis*) pour la moyenne de la longueur des M_1 n'est pas significative. Le rapport T4/T5 (égal à 0,81) ainsi que la morphologie dentaire, rapprochent notre population de celle de *M. arvalis* (Fig. 36).

Microtus malei (Hinton, 1907)

Nom vulgaire: Campagnol de Male.

Microtus malei est connu en France depuis le Pléistocène moyen. Selon CHALINE (1972), l'espèce peut être subdivisée en quatre sous-espèces chronologiques: *Microtus malei burgondiae* (début du Pléistocène moyen, identifié aux Valerots), *M. malei noaillensis* (fin du Pléistocène moyen, retrouvé à La Fage et Nestier), *M. malei malei* HINTON, 1907 (Pléistocène moyen, identifié à Clevedon Cave) et *M. malei genii* (Pléistocène supérieur, retrouvé à Baume de Loisia).

La plus importante différence entre les trois sous-espèces du Pléistocène moyen (*M. malei burgondiae*, *M. malei noaillensis* et *M. malei malei*) est représentée par la valeur moyenne de la longueur des M_1 . Selon CHALINE (op.cit.), la plus faible taille se retrouve chez *M. malei noaillensis* (LM_1 varie de 2,24 à 3,16 mm).

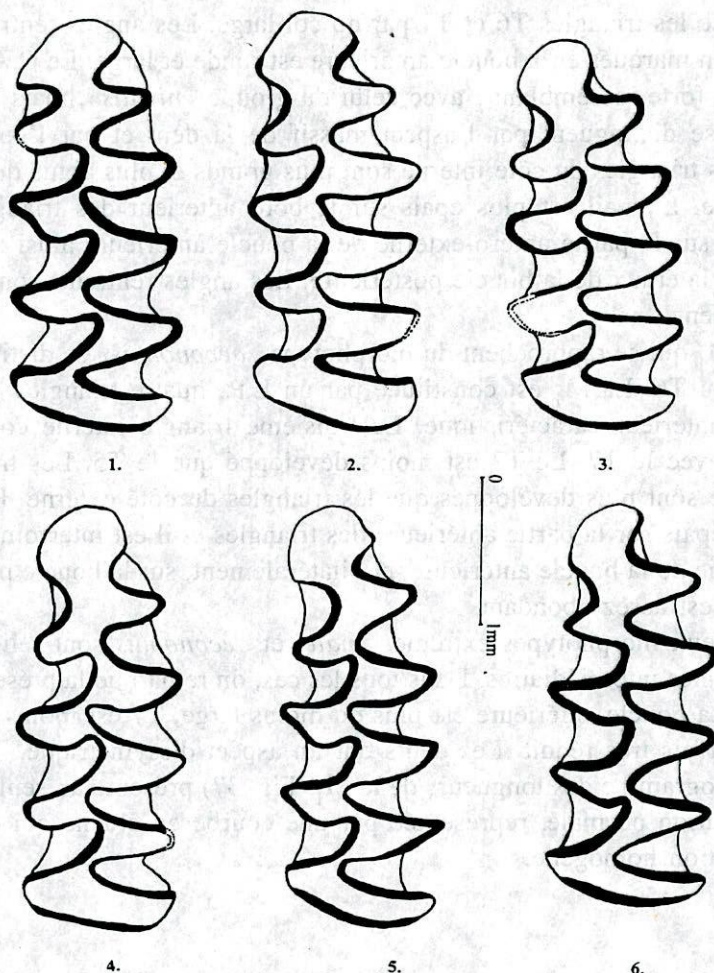


Fig. 36. – *Microtus arvalis*. 1-6: M1G.

Dès le Würm ancien, *M. malei* est déjà une forme relique qui ne subsiste plus actuellement que dans les Tatras (*M. malei mirhanreini* SCHAEFFER, 1935).

Matériel: 136 M_1 (seulement 60 M_1 mesurables).

Description morphologique

18,33 % du matériel que nous avons étudié présente une morphologie de type «*malei*»; la plupart du matériel (58,33 %) présente une morphologie intermédiaire entre le morphotype «*malei*» et le morphotype «*oeconomus*», et 23,33 % présente une morphologie de type «*oeconomus*».

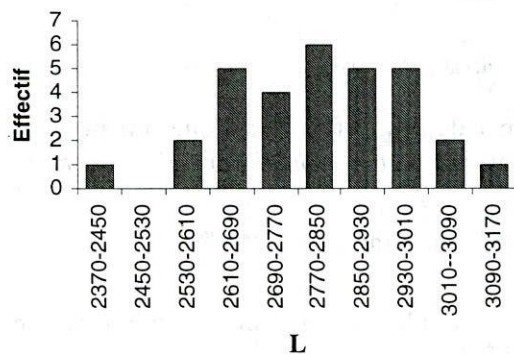
La M_1 chez le morphotype «*malei*» est constituée par un lobe postérieur (L.P.), quatre triangles clos et un complexe antérieur (C.A.) variable: le T5

conflue avec les triangles T6 et T7 par un col large. Les angles rentrants A8 et A9 sont bien marqués et la boucle antérieure est ronde et large. Le C.A. présente parfois une forte ressemblance avec celui du groupe «*nivalis*», mais les formes nivaloïdes se distinguent par l'aspect massif de la dent et par l'épaisseur de l'émail. Les triangles du côté interne sont plus grands et plus aigus que ceux du côté externe. L'émail est plus épais sur le bord antérieur des triangles, il est interrompu sur la partie antéro-externe de la boucle antérieure ainsi que sur les deux bords latéraux de la boucle postérieure. Les angles rentrants sont colmatés par du ciment.

Les M_1 qui se rapprochent du morphotype «*oeconomus*» se distinguent par l'absence du T6. La M_1 est constituée par un L.P., quatre triangles clos, et un complexe antérieur caractéristique. Le troisième triangle interne communique largement avec le T7. Le T7 est moins développé que le T5. Les triangles du côté interne sont plus développés que les triangles du côté externe. L'émail est aussi plus épais sur la partie antérieure des triangles et il est interrompu sur une grande partie de la boucle antérieure, et bilatéralement, sur la boucle postérieure. Le ciment est assez abondant.

Les deux morphotypes extrêmes: *malei* et *oeconomus* sont reliés par une série de formes intermédiaires. Dans tous les cas, on remarque la présence du T6 et du A8. La boucle antérieure est plus ou moins large, T7 est moins développé que T5, parfois très réduit. Les dents ont un aspect dissymétrique.

L'histogramme des longueurs de la M_1 (Fig. 37) présente un seul pic et suit une distribution normale, représentée par une courbe en cloche qui caractérise une population homogène.



37. – *Microtus malei*. Répartition des fréquences de LM_1 de la population de l'Arago.

Mensurations

Les valeurs que nous avons obtenues pour la longueur des M_1 sont données dans le tableau 25.

Tableau 25

M. malei de l'Arago. Dimensions de la M_1

Site	N	Min-Max	X	S
Caune de l'Arago	60	2,35-2,99	2,69	0,15309
Caune de l'Arago *	5	2,37-2,77	2,61	0,15491
La-Fage**	100		2,642	0,14101
Nestier**	75		2,684	0,17381
Garenne**	10		2,586	0,20901
<i>M. nivalis</i> actuel **	45		2,720	0,10583

* DESCLAUX, 1992 ; ** CHALINE, 1972.

Nous avons utilisé le test t (Tableau 26), avec un seuil de 5%, dans le but de comparer la population de la Caune de l'Arago avec les populations de La Fage (*Microtus malei*), de Nestier (*M. malei*), de la Garenne (*M. ratticeps*) et de *M. nivalis* actuel (CHALINE, 1972).

Tableau 26

Comparaisons des longueurs de la M_1 de l'Arago avec des autres sites

Comparaison	test t	Différence constatée
Arago-La-Fage	2,059	Pas significative
Arago-Nestier	0,284	Pas significative
Arago-Garenne	1,917	Pas significative
Arago- <i>M. nivalis</i> actuel	1,107	Pas significative

En même temps, nous avons utilisé le test de Kolmogorov-Smirnov pour comparer les mêmes populations et aussi de comparer les populations de La Fage-Nestier; de La Fage-La Garenne et de Nestier-La Garenne (Tableau 27). Les différences entre les populations comparées ne sont pas significatives.

Comme le critère de la moyenne des longueurs de la M_1 s'est avéré insuffisant pour séparer les espèces, et la hauteur ne pouvant être mesurée à cause de l'usure continue des dents, on a choisi de prendre les mensurations selon le schéma proposé par NADACHOWSKI (1982) (Tableau 28).

En comparant nos résultats avec les valeurs que NADACHOWSKI (1982) a obtenu pour les populations de *Microtus oeconomus* de Pologne (formes récentes datant du Tardiglaciaire et du Pléniglacial supérieur et inférieur), on a remarqué que pour le rapport L'/L (le rapport entre la longueur du complexe antérieur et la longueur totale de la dent) les valeurs sont proches les unes des autres.

Tableau 27

Comparaison des longueurs de la M_1 d'après le test de Kolmogorov-Smirnov entre la population de l'Arago et celles de La Fage et Nestier

	LA FAGE	NESTIER	GARENNE
ARAGO	non significative (0,12)*	non significative (0,08)*	non significative (0,32)*
LA FAGE		non significative (0,08)*	non significative (0,32)*
NESTIER			non significative (0,39)*

* Maximum des écarts en valeur absolue entre les fréquences cumulées = $\max {}^3F_a - F_b^3$.

Tableau 28.

Microtus malei de la Caune de l'Arago. Dimensions de la M_1 (N = 60)

L	L'	B	W	L'/L	B/W	
X	2,692	1,243	0,220	0,637	0,462	0,345
S	0,153	0,106	0,003	0,051	0,023	0,061

La moyenne du rapport L'/L pour les différentes populations étudiées par NADACHOWSKI, varie entre 0,48 et 0,49.

Mais pour la moyenne du rapport B/W (la distance entre BRA3 et LRA4 sur celle entre BSA3 et LSA4), l'écart entre les valeurs est important (la moyenne B/W est 0,20–0,22 pour le matériel de Pologne).

L'ouverture BRA3-LRA4 est donc plus large chez la population de la Caune de l'Arago que chez les populations récentes de Pologne.

4.4.a. Conclusion

La population de l'Arago se caractérise par une petite taille (moyenne des $M_1=2.69$) par rapport aux autres populations du même groupe.

Morphologiquement, notre population est caractérisée par la dominance du morphotype intermédiaire entre *malei* et *oeconomus* (Fig. 38).

4.5. FAMILLE DES MURIDAE

Apodemus sylvaticus (Linné, 1758)

Nom vulgaire: Le Mulot sylvestre.

Le mulot a été rencontré dans un très grand nombre de sites. Il a été retrouvé au Pléistocène moyen I (Valerots), au Pléistocène moyen II (Saint-Estève), à la fin du Pléistocène moyen (Lazaret, Orgnac 3) et au Pléistocène supérieur (Combe Grenal, Santenay) (CHALINE, 1972; PASQUIER, 1974; MARQUET, 1989).

Matériel: 24 M_1 , 4 M_2 , M_3 , 9 M^1 . Ce matériel provient des sols K à P.

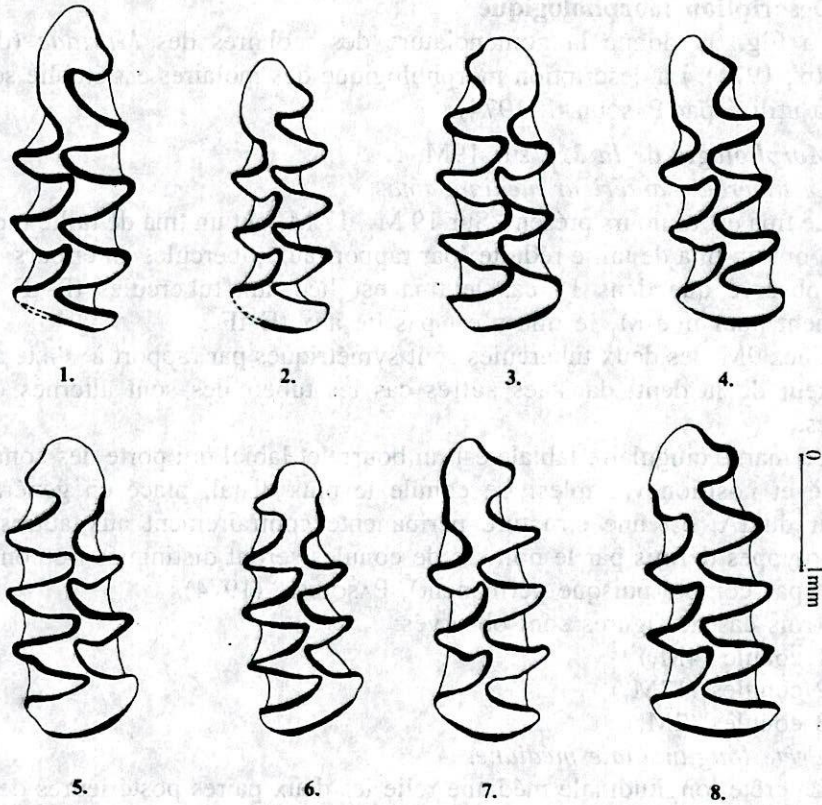


Fig. 38. - *Microtus malei*. 1, 2, 4, 7, 8. - M_1 G; 3, 5, 6. - M_1 D.

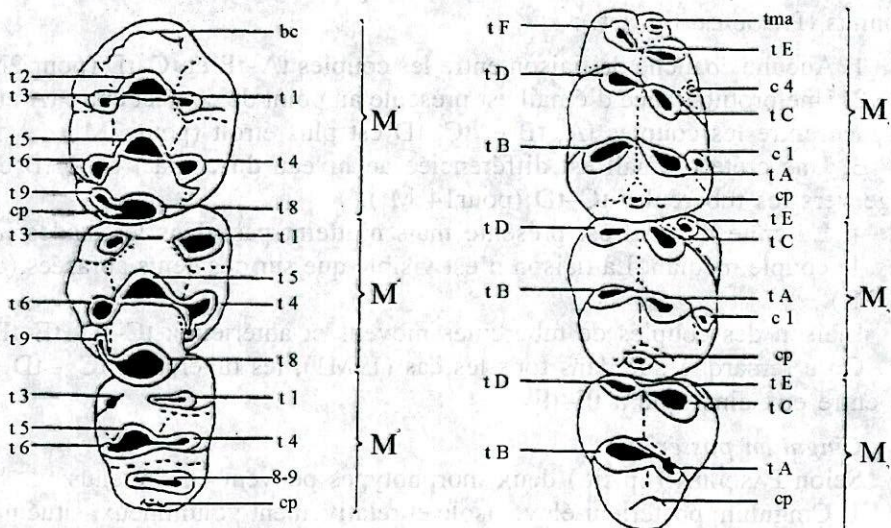


Fig. 39. - Nomenclature des molaires des Muridae (d'après Michaux, 1971).

Description morphologique

La Fig. 39 donne la nomenclature des molaires des *Muridae* (d'après MICHAUX, 1971). La description morphologique des molaires est établie selon le schéma utilisé par PASQUIER, (1974).

Morphologie de la M₁ (sur 19M₁):

Le tubercule antérieur médian: tma.

Le tma est toujours présent. Sur 19 M₁, 17 M₁ ont un tma de taille moyenne et 2M₁ ont un tma de taille réduite (par rapport aux tubercules antérieurs tE-tF). On a observé que dans 18 cas le tma est liée aux tubercules tE-tF et que seulement pour une M₁ le tma n'est pas lié aux tE-tF.

Chez 9M₁ les deux tubercules sont symétriques par rapport à l'axe antéro-postérieur de la dent; dans les autres cas les tubercules sont alternes ou peu alternes.

La marge cingulaire labiale est un bourrelet labial qui porte des conules en nombre et position variables. Le conule le plus distal, placé en général à la hauteur du tA, est une structure permanente contrairement aux autres. Cinq morphotypes définis par le nombre de conules seront distingués (le conule C1 n'étant pas compté puisque permanent), PASQUIER, (1974).

Trois cas de figures sont observés:

1 conule (4M₁)

2 conules (13M₁)

3 conules (2M₁)

Crête longitudinale médiane.

La crête longitudinale médiane relie les deux paires postérieures de tubercules et son développement est différent et caractéristique chez les mulots pendant le Pléistocène. La crête est rarement complète et quatre stades peuvent être reconnus (PASQUIER, op. cit.):

1. Aucune ébauche de liaison entre les couples tA-tB et tC-tD (pour 2M₁).

2. Une protubérance d'émail est présente au point de contact entre tA et tB. L'espace entre les couples tA, tB et tC, tD est plus étroit (pour 2M₁).

3. Une crête d'émail est différenciée au niveau du contact tA - tB et se dirige vers les tubercules tC-tD (pour 14 M₁).

4. La crête d'émail est présente mais n'atteint pas, dans les stades juvéniles, le couple médian. La liaison n'est visible que sur des dents abrasées (chez une M₁).

Liaison des couples de tubercules moyens et antérieurs: tC-tD, tE-tF:

On a remarqué que dans tous les cas (19M₁), les tubercules tC - tD sont liés entre eux ainsi que à tE-tF.

Cingulum postérieur.

Selon PASQUIER (op.cit.) deux morphotypes peuvent être retenus:

1. Cingulum postérieur élevé, isolé et relativement volumineux, situé nettement en arrière de tA-tB. Ce morphotype est observé chez 11M₁.

2. Cingulum postérieur bas, large situé entre tA–tB. Ce morphotype est présent pour 8M₁.

Morphologie de la M₂ (4M₂):

La crête longitudinale médiane.

Une protubérance d'émail est présente au point de contact entre tA et tB sur les 4M₂.

La marge cingulaire externe.

Chez toutes les M₂ on a observé une marge cingulaire continue et développée.

Nombre de tubercules accessoires sur la marge cingulaire externe.

On retrouve deux cas:

1. deux conules cingulaires (pour 3M₂);

2. un seul conule (pour une M₂).

Les morphotypes déterminés par le tE.

Pour toutes les 4M₂ le tE est un tubercule encore analogue en forme au tE de la M₁.

La taille du tubercule C1:

1. taille réduite, pour 2M₂;

2. taille moyenne, pour 2M₂.

Le cingulum postérieur.

Les deux morphotypes reconnus pour la M₁ sont identiques aussi pour la M₂.

1. Cingulum postérieur élevé, isolé, relativement volumineux, situé en arrière de tA–tB (pour 2M₂);

2. Cingulum postérieur bas, large, entre tA–tB (pour 2M₂).

Conclusion

D'après les caractères morphologiques de la M₁, en particulier la taille moyenne du tubercule antérieur médian, la dominance sur la marge cingulaire du morphotype à deux conules et une crête longitudinale différenciée, la population de l'Arago s'inscrit dans la lignée évolutive caractéristique des populations du Pléistocène moyen.

Morphologie de la M¹ (sur 7M¹):

Isolement du t1 par rapport au couple t2–t3.

On retrouve deux cas:

1. t1 isolé du t2 par un sillon (pour 2M¹);

2. t1 et t2 reliés par une crête d'émail. Il n'existe alors plus de sillon ouvert entre ces deux cuspides (pour 5M¹).

La position du t1 par rapport au t3.

Les formes retrouvées sont les suivantes:

1. t1 postérieur à t3 (pour 6M¹);

2. t1 et t3 sont symétriques (pour 3M¹).

La position du t4 par rapport au t6.

Trois types de position du t4 par rapport au t6 ont été observés:

1. t4 plus antérieur que le t6 (pour 2M¹). C'est le type le plus primitif;
2. t4 pratiquement au même niveau que le t6 (pour 3M¹);
3. t4 postérieur à t6 (pour 2M¹).

La position relative du t4 et du t7.

On distingue deux cas:

1. t4-t7 séparés (pour 5M¹);
2. t4-t7 accolés (pour 2M²).

Liaisons entre t1-t5.

Nous avons distingué deux morphotypes:

1. t1 sans ébauche de liaison (5M¹);
2. t1 avec une courte «corne» d'émail préfigurant une liaison en direction du t5 (2M¹).

Liaisons entre t3-t5.

On a remarqué quatre morphotypes:

1. t3 sans ébauche de liaison (une M¹);
 2. L'existence d'une petite «corne d'émail» en direction du t5 (4M¹);
 3. La présence d'une moyenne «corne d'émail» en direction du t5 (une M¹)
- «corne d'émail» qui s'arrête sur le flanc du t5 (une M¹).

Forme et position du cingulum postérieur (Cp).

On retrouve trois types:

1. Le cingulum postérieur est assez fort, mais comprimé latéralement en une structure lamellaire allant se lier au t9 (3M¹);
2. Le cingulum postérieur est devenu une épaisse crête d'émail reliant t8 à t9 (3M¹);
3. Cingulum postérieur absent (une M¹);

Type de liaison entre t8-t9 et cingulum postérieur:

1. t8-t9 sont liés entre eux par une crête d'émail (7M¹);
2. Liaison entre t8-t9 par l'intermédiaire du Cp (une M¹).

Dimensions du t7:

1. t7 réduit (4M¹);
2. t7 moyen (3M¹).

Tubercules supplémentaires: t1 bis et t3 bis.

On a remarqué les cas suivants:

1. t1 bis ou t3 bis absents (4M¹);
2. t1 bis présent (2M¹);
3. t3 bis présent (une M¹).

Conclusion

Le nombre très réduit des M¹ ne permet pas de tirer des conclusions évolutives concernant cette molaire.

Mensurations

Les tableaux suivants (Tableaux 29, 30, 31 et 32) donnent les dimensions des différentes populations d'*Apodemus sylvaticus* du Pléistocène moyen en France.

Dans son étude sur les mulots, PASQUIER avait montré que parmi les caractères qui permettent de différencier les deux espèces *Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis* il y a le rapport L/l des M₂ inférieures et supérieures ainsi que sur le pourcentage de t₉ aux M². Dans notre échantillon, le rapport L/l des M₂ est proche des valeurs obtenues pour les populations d'*Apodemus sylvaticus* (PASQUIER, 1974), alors que ceux étudiés par DESCLAUX se rapprochent du type *flavicollis* (toujours en comparaison avec les moyennes établies par PASQUIER).

Tableau 29

Dimensions des M₁

Site	N	XL	Min-Max	S	XI	Min-Max	S
Caune de l'Arago	23	1,81	1,60-1,94	0,075	1,08	0,97-1,17	0,128
Caune de l'Arago *	55	1,80	1,65-2,01	0,072	1,08	0,98-1,20	0,049
Les Valerots **	10	1,65	1,56-1,76	0,075	1,02	0,95-1,12	0,048
Saint-Estève **	12	1,73	1,59-1,76	0,095	1,08	1,02-1,16	0,46
Orgnac 3 **	84	1,81	1,67-2,02	0,076	1,13	0,91-1,34	0,055
Lazaret **	112	1,90	1,68-2,16	0,092	1,17	1,03-1,33	0,055
Lazaret ***	30	1,84		0,094			
Prince-Grimaldi **	21	1,86	1,55-2,06	0,130	1,12	0,91-1,33	0,102

*DESCLAUX, 1992; ** PASQUIER, 1974 ; *** CHALINE, 1972

Tableau 30

Dimensions de la M₂

Site	N	XL	Min-Max	S	XI	Min-Max	S
Caune de l'Arago	4	1,25	1,20-1,28	0,036	1,16	1,10-1,24	0,061
Caune de l'Arago*	6	1,25	1,16-1,42	0,004	1,30	1,16-1,30	0,100
Les Valerots **	4	1,27	1,23-1,34		1,09	1,07-1,14	
Saint-Estève **	6	1,25	1,20-1,35	0,035	1,22	1,17-1,30	
Orgnac 3 **	1	1,25		0,064	1,16		
Lazaret **	15	1,31	1,20-1,45	0,062	1,29	1,12-1,35	0,056
Prince-Grimaldi **	19	1,33	1,19-1,47	0,072	1,25	1,16-1,34	0,050

Tableau 31

Dimensions de la M¹

Site	N	XL	Min-Max	S	XI	Min-Max	S
Caune de l'Arago	8	1,95	1,81-2,10	0,099	1,28	1,07-1,44	0,128
Caune de l'Arago *	40	1,92	1,68-2,13	0,110	1,25	1,04-1,20	0,070
Les Valerots **	6	1,80	1,74-1,86		1,17	1,14-1,20	
Saint-Estève **	5	1,86	1,77-1,92		1,26	1,22-1,31	
Orgnac 3 **	32	2,01	1,86-2,20	0,098	1,28	1,19-1,40	0,055
Lazaret **	34	2,10	1,83-2,31	0,108	1,36	1,18-1,47	0,061
Lazaret ***	2	2,00	1,96-2,04	0,056			
Prince-Grimaldi **	14	2,04	1,81-2,18	0,109	1,33	1,20-1,44	0,063

Tableau 32

Les rapports L/I des M_2 entre les différents sites du Pléistocène moyen

Site	N	L/I
Caune de l'Arago	4	1,08
Caune de l'Arago *	21	1,13
Saint-Estève **	12	1,09
Les Valerots **	6	1,11
Orgnac 3 **	41	1,09
Lazaret **	29	1,10
Prince-Grimaldi **	68	1,06

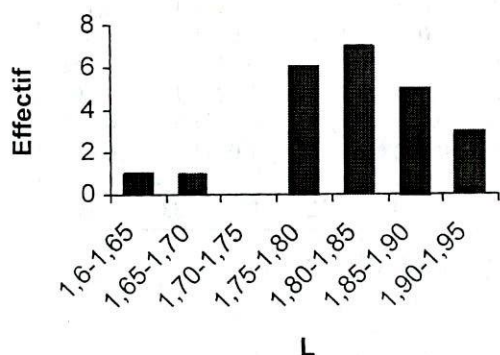


Fig. 40. – Histogramme de fréquence de la longueur de la M_1 d'*Apodemus*.

L'histogramme présente un seul pic et suit donc une distribution normale matérialisée par une courbe en cloche (courbe de Gauss), mais dans ce cas, comme l'a montré PASQUIER (1974) dans son étude sur la population actuelle de Kirchdorf, qui, bien que formée de deux populations différentes présente une courbe en cloche. On ne peut donc affirmer que nous sommes en présence d'une population homogène en se basant seulement sur ce critère.

Nous avons appliqué le Test de Student dans le but de comparer les longueurs des M_1 de la population de la Caune de l'Arago avec celles des autres gisements du Pléistocène moyen (Tableau 33). La différence entre les moyennes de longueurs des M_1 de l'Arago et d'Orgnac 3, ainsi qu'entre celles de l'Arago et Combe-Grenal, n'est pas significative. La différence est également non significative entre notre échantillon et celui étudié par DESCLAUX, (1992), (sol D à K). La différence est par contre significative entre la population de l'Arago et celles de Saint-Estève et du Prince, est hautement significative entre la population de l'Arago et celles du Valerots et du Lazaret.

Tableau 33

Comparaison des M_1 de la population d'*Apodemus* de l'Arago avec d'autres populations du Pléistocène moyen par le test de Student (t)

Comparaison	Test t	Différences constatées
Arago-Arago *	0,555	Pas significative
Arago-Valerots	5,637	Hautement significative
Arago-Saint-Estève	2,736	Significative
Arago-Ornac 3	0,000	Pas significative
Arago-Lazaret	4,417	Hautement significative
Arago-Prince-Grimaldi	2,074	Significative
Arago-Combe Grenal ***	1,294	Pas significative

L'étude de nombreuses populations de mulots a montré comme le souligne PASQUIER, (1974), «...la taille des individus n'est aucunement un critère de reconnaissance suffisant pour ces espèces». En effet, la taille des mulots varie cycliquement au cours du Quaternaire (PASQUIER, 1974), de même, actuellement pour l'*Apodemus sylvaticus* un cline, de taille entre les populations méridionales et septentrionales de l'Europe. Cette dernière remarque se confirme si l'on observe les tableaux de mesures des longueurs des M_1 et M^1 , les valeurs de la population des Valerots sont plus faibles que ceux de l'Arago et autres sites situés plus au Sud; mais cela peut être lié également à une évolution dans le temps, la population des Valerots étant la plus ancienne, donc la plus petite.

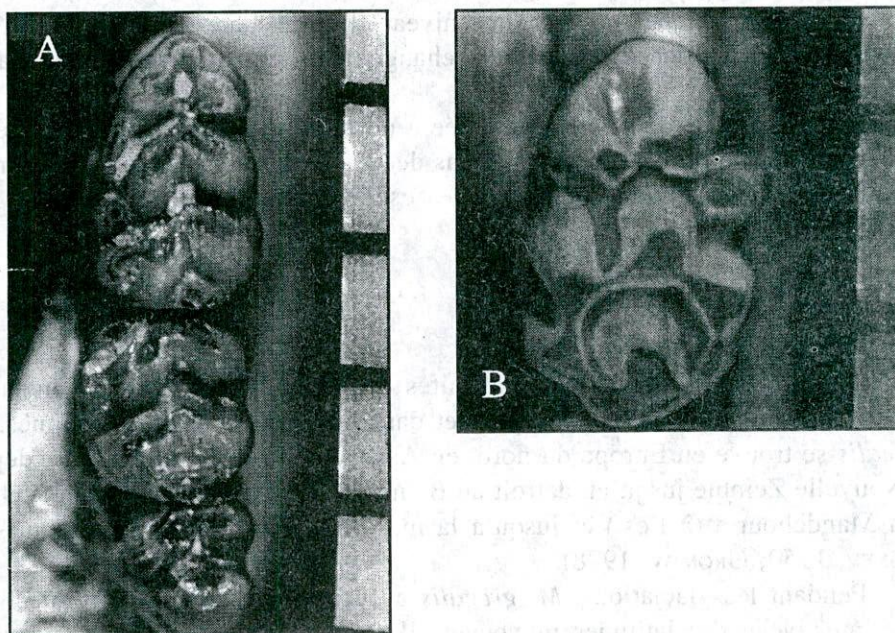


Fig. 41. – *Apodemus sylvaticus*. A. – M_{1-3} G; B. – M^1 D.

Remarque

En France et en Espagne, au Pléistocène moyen, toutes les populations étudiées sont attribuées à *Apodemus* type *sylvaticus* alors que pendant la même période, mais en Europe centrale nous retrouvons le type *flavicollis* qui n'apparaît en France et en Espagne qu'au Pléistocène supérieur (Combe-Grenal, Santenay, Gondrenans et Rincón de la Victoria).

4.5.a. Conclusion

La population de mulot de l'Arago s'inscrit dans la courbe qui montre une augmentation de la taille des longueurs des M1 inférieures et supérieures au cours du Pléistocène moyen. L'appartenance de cette population à l'une ou l'autre des espèces de mulot de taille moyenne (*Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis*) ne peut être établie dans cette étude étant donné le nombre très faible de M2 inférieures, et l'absence totale des M2 supérieures dans notre matériel (Fig. 41).

5. ÉCOLOGIE

Nous connaissons bien aujourd'hui l'importance des rongeurs comme «indicateurs» climatiques et écologiques.

À partir de l'étude des rongeurs dans les gisements l'on peut reconstituer le climat et les biotopes pour chaque niveau d'où le matériel a été prélevé, et mettre ainsi en évidence d'éventuels changements climatiques d'un niveau à l'autre.

Chaque espèce de rongeurs est liée à un biotope bien défini et caractéristique d'un certain climat que nous allons décrire en nous basant sur les données puisées dans la littérature concernant les espèces actuelles et fossiles.

6. ESPÈCES ACTUELLES

1. *Microtus gregalis*

Aujourd'hui, l'espèce a des affinités écologiques assez larges, on la retrouve dans des toundras, des steppes et dans des régions semi-désertiques. *M. gregalis* se trouve en Europe du nord, en Asie septentrionale et centrale, depuis la Nouvelle Zemble jusqu'au détroit de Behring, de l'extrémité des Monts Oural à la Mandchourie (à l'est) et jusqu'à la mer Aral, Pamir et Sinkiang (au sud) (OGNEV, 1950; GROMOV, 1978).

Pendant les glaciations, *M. gregalis* a occupé une grande partie de l'Europe, au niveau des latitudes moyennes. Il atteint l'Angleterre et le sud de la France. L'apparition de cette espèce dans les faunes du Pléistocène moyen et

supérieur indique, en général, une détérioration climatique et l'extension des steppes froides boréales.

2. *Microtus arvalis*

Aujourd'hui, *M. arvalis* se retrouve dans la plus grande partie de l'Europe, en Asie Mineure et moyenne jusqu'aux plaines de Sibérie; au sud, il atteint le Caucase et le lac Balkhach. Cependant, il est absent d'une grande partie de l'Espagne, tout autour du bassin méditerranéen, des Îles Britanniques et de toute la péninsule scandinave.

En France il est présent presque partout, sauf à l'ouest de la Bretagne, en Corse, en Provence, dans les Landes, le Périgord et le Quercy.

Son habitat est la pelouse mésophile, parfois xérophile sur les causses ou les dunes; il aime les espaces secs avec endroits humides. Il préfère les prés à végétation basse, les herbages.

Il peut être trouvé en montagne jusqu'à 2000 m d'altitude.

3. *Microtus malei*

M. malei est une forme relique qui ne subsiste plus actuellement que dans les Tatras (*M. malei mirhanreini* SCHAEFFER, 1935).

Les préférences écologiques de cette espèce sont les terrains découverts marécageux, très humides en été et plus secs en hiver.

4. *Apodemus sylvaticus*

Le *Mulot sylvestre* occupe toute l'Europe (sauf le nord de la Scandinavie), l'Asie moyenne (jusqu'à l'Altaï, au sud jusqu'à la Syrie, le Liban et le Nepal) et le nord-ouest de l'Afrique.

En France, il est présent partout, y compris en Corse, dans les îles atlantiques (sauf Hoedic, Morbihan). Il est présent jusqu'à 2500 m d'altitude.

Apodemus sylvaticus habite les forêts de feuillus (surtout les lisières), les haies, bosquets, les champs cultivés, les forêts de conifères dont le sol n'est pas nu, les parcs, les jardins.

5. *Citellus* sp.

Ce sont des espèces de steppes, de prairies sèches et de terres cultivées (surtout de luzerne).

6. *Marmota* sp.

Dans la faune actuelle, nous trouvons deux espèces: *Marmota marmota* (avec deux sous-espèces: *M. marmota marmota*, la marmotte des Alpes et *M. marmota latirostris*, la marmotte des Carpates ou des Tatras) et *Marmota bobak*.

Marmota marmota est présente dans les Alpes occidentales, les Hautes Tatras, les Tatras Blanches et les Petites Tatras.

En France, *Marmota marmota* est présente principalement dans les Alpes entre 1000 et 3000 m d'altitude. Elle a été introduite dans les Pyrénées et dans le Massif Central.

Marmota bobak se retrouve dans les steppes du sud de la Russie et du Kazakhstan; atteint l'Altai et l'Himalaya, le Szetchuan et la Mandchourie. Jadis, elle vivait aussi plus à l'ouest en Europe, approximativement jusqu'au 51 parallèle, en Ukraine. Elle a été introduite dans le Caucase.

Des espèces voisines des marmottes vivent en Eurasie et en Amérique du Nord. Selon LYAPUNOVA, BOYESKOROV et VORONTSOV, l'on retrouve actuellement dans le Holarctique encore cinq espèces de marmottes (*M. caudata*, *M. menzenbieri*, *M. baibacina*, *M. sibirica*, *M. camtschatica*, la dernière espèce comprend trois sous-espèces).

Les marmottes européennes préfèrent les alpages avec blocs de rocher, au-dessus de la limite des arbres, les pentes orientées au sud, généralement entre 1400 et 3200 m (2200 m dans les Tatras), rarement plus bas (800 m) et dans les forêts claires de conifères.

7. *Eliomys quercinus*.

Aujourd'hui, nous trouvons le lérot en Europe occidentale (à l'exception des îles Britanniques, de la Scandinavie et des Balkans), et en Europe orientale jusqu'à l'Oural. En France, il est présent sur la majorité du territoire y compris en Corse. Il est cependant rare dans l'extrême Ouest et absent des îles atlantiques. Il est présent jusqu'à 2500–3000 m d'altitude dans les Alpes et les Pyrénées.

La forme actuelle, *Eliomys quercinus quercinus* qui présente une taille plus réduite a remplacé la forme précédente à la fin du Pléistocène moyen (CHALINE, 1972).

Le lérot recherche les lieux boisés à proximité d'un substrat rocheux. Il fréquente également les forêts de conifères et mixtes, dans les régions vallonnées et montagneuses.

7. ESPÈCES FOSSILES

L'écologie des espèces fossiles est déterminée en se référant à celle des espèces actuelles par l'application du principe d'actualisme.

1. *Arvicola cantiana*.

Selon HINTON (1926), et CHALINE (1972, 1983), *A. cantiana* se présente comme une espèce de «bordure d'eau» en se référant à l'écologie de l'espèce actuelle *A. terrestris*.

Actuellement en France, *Arvicola terrestris* est présent dans les plaines du Nord et de la Somme (le type «aquatique»), le Nord-Est, les Vosges, le Jura, le Massif Central, les Alpes, et localement dans les Pyrénées et les Landes, de 200 à 2400 m d'altitude (le type «fouisseur»). *Arvicola sapidus* est présent sur la majeure partie du territoire, à l'exception de la Corse et de quelques îles atlantiques, des régions Nord, Lorraine, Alsace, Franche-Comté et du nord des

Alpes. Dans les Alpes il est présent jusqu'à 1500 m d'altitude, et 2000 m dans les Pyrénées.

En Europe, la répartition de *A. sapidus* est limitée à la Péninsule Ibérique et à la France, *A. terrestris* a une aire plus large (l'est du Massif Central, cordillère Cantabrique, Asie et Asie Mineure).

Le campagnol terrestre préfère les sols frais et humides au bord des ruisseaux et de lacs, mais on le trouve aussi dans des champs et des prairies. Le campagnol amphibie est lié plus à l'existence d'un point d'eau.

2. *Pliomys lenki*.

Selon BARTOLOMEI (1969), *Pliomys lenki* est une espèce adaptée à des milieux peu arborés du type prairies arides.

Selon CHALINE (1983) le campagnol de Lenke fait partie de la catégorie «des espèces à écologie indéterminée». MARQUET (1989), l'a attribué à la catégorie «des espèces d'espaces découverts peu arides» alors que DESCLAUX (1992), le place dans la catégorie des steppes continentales.

3. *Microtus brecciensis*.

Dans la faune actuelle, nous trouvons leurs descendants: *Microtus dentatus* et *M. cabreræ* dans certaines montagnes des Péninsules Balkanique et Ibérique (JEANNET, 1974; MARQUET, 1989).

La répartition actuelle de *M. cabreræ* se limiterait au flanc méridional des Pyrénées centrales, au centre de l'Espagne et au Portugal (JEANNET, 1985).

Son habitat est essentiellement méditerranéen, mais il peut supporter des températures hivernales assez basses; il supporte assez bien l'humidité et son biotope comprend une végétation d'arbustes (JEANNET, 1974; MARQUET, 1989).

4. *Terricola vaufreysi*.

D'après CHALINE (1975) le campagnol souterrain fréquente les espaces découverts ou forestiers; MARQUET (1989), le place parmi les espèces de prairies et d'espaces humides; alors que DESCLAUX (1992) le place dans la catégorie d'espaces découverts peu arides.

Le campagnol souterrain actuel fréquente les prairies humides, les espaces découverts, les endroits plus ou moins boisés, les endroits humides et en général au sol frais, favorable pour son activité souterraine (OGNEV, 1950; GROMOV, 1978; MARQUET, 1989).

Aujourd'hui, les différentes espèces de campagnols souterrains se trouvent partout en France, en Europe de l'est: Roumanie (à l'altitude de 600 à 2500 m, dans l'étage alpin et subalpin, HAMAR, 1960), Ukraine méridionale jusqu'en Asie Mineure et dans le Nord/Ouest de l'Iran.

5. *Allocrietus bursae*.

Selon CHALINE (1975) et MARQUET (1989), *Allocrietus bursae* fait partie de la catégorie «des espèces de steppes continentales arides». L'espèce a eu peut-

être des préférences pour un climat continental très sec, mais elle a pu, également supporter des périodes relativement tempérées.

8. LES ESPÈCES REGROUPÉES EN CATÉGORIES CLIMATIQUES

Nous avons regroupé les espèces recueillies à la Caune de l'Arago en différentes catégories écologiques selon le modèle proposé par DESCLAUX (1992):

Catégorie I: Espèces des steppes arctiques froides:

Dicrostonyx torquatus

Catégorie II: Espèces des espaces découverts et marécageux boréales:

Microtus malei

Catégorie III: Espèces des steppes continentales:

Microtus gregalis

Citellus major

Allocricetus bursae

Pliomys lenki

Marmota sp.

Catégorie IV: Espèces des espaces découverts peu arides:

Microtus arvalis

Terricola vaufreyi

Catégorie V: Espèces des espaces humides et forestiers:

Microtus agrestis

Catégorie VI: Espèces des forêts tempérées:

Apodemus sylvaticus

Clethrionomys glareolus

Eliomys quercinus

Catégorie VII: Espèces de bordure d'eau:

Castor fiber

Arvicola cantiana

Catégorie VIII: Espèces méditerranéennes:

Microtus brecciensis

Hystrix cristata

Les huit catégories climato-écologiques proposées par DESCLAUX, 1992, (selon les modèles de CHALINE et MARQUET) décrivent les espèces des sols D à K de la Caune de l'Arago.

Il faut mentionner que dans la séquence étudiée (sol K à P) nous n'avons pas retrouvé les espèces des catégories I, V, ni *Clethrionomys glareolus* (de la catégorie VII), ni *Castor fiber* (de la catégorie VII), ni *Hystrix cristata* (de la catégorie VIII).

Paléoécologie

Comme il a été indiqué dans le chapitre écologie, les rongeurs sont étroitement inféodés à leurs biotopes. Le seul problème dans ce cas, est la détermination des biotopes des espèces fossiles. Cette question a été bien détaillée par

DESCLAUX (1992) dans son travail sur la reconstitution du paléoenvironnement à partir de l'étude des rongeurs.

Le climatogramme de la Fig. 42 montre qu'en général le paysage n'a pas beaucoup changé du sol K au sol P, et reste toujours dominé par les espèces des steppes continentales (en particulier le campagnol des hauteurs: *Microtus gregalis*

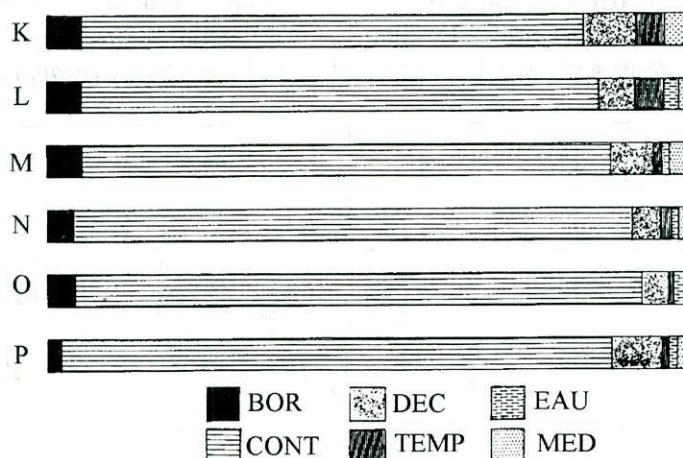


Fig. 42. – Climatogramme de la Caune de l'Arago du sol K au sol P (données en % d'après le N.M.I.).

fortement représenté par rapport aux autres espèces), alors que tous les autres groupes sont faiblement représentés.

Le Tableau 34 donne le pourcentage de chaque catégorie climato-écologique pour les sols K à P.

Tableau 34

Caune de l'Arago. Catégories climato-écologiques (données en % d'après N.M.I.)

Catégorie	SOL					
	K	L	M	N	O	P
BOR	5,27	5,24	5,99	4,11	4,3	2,08
CONT	78,94	81,38	83,08	87,8	89,06	86,68
DEC	8,43	5,81	6,69	4,74	4,29	7,84
TEMP	4,21	4,65	1,06	1,86	0,49	1,12
EAU	–	2,33	0,71	0,91	1,86	1,12
MED	3,16	0,59	2,47	0,59	–	1,12

Application de l'analyse factorielle de correspondance à l'étude paléoécologique.

Baucoup d'auteurs ont appliqué cette méthode afin de faciliter l'interprétation des données recueillies surtout quand celles-ci sont nombreuses (DENYS, 1983, MARQUET, 1989, DESCLAUX, 1992, CHALINE, 1995).

Les individus ont été regroupés en catégories climato-écologiques. Les valeurs ont été codées en log base 2 afin d'atténuer la dominance de certaines espèces par rapport à d'autres, et donc, les distorsions causées par ces disparités sur la représentation de chaque espèce.

L'analyse factorielle (Fig. 43) sera effectuée aussi bien sur notre matériel que celui étudié par DESCLAUX (1992). Les quatre premiers axes représentent plus de 90% de l'information. Le plan factoriel montre trois pôles, un pôle froid et sec représenté par l'espèce arctique (*Dicrostonyx torquatus*), un pôle

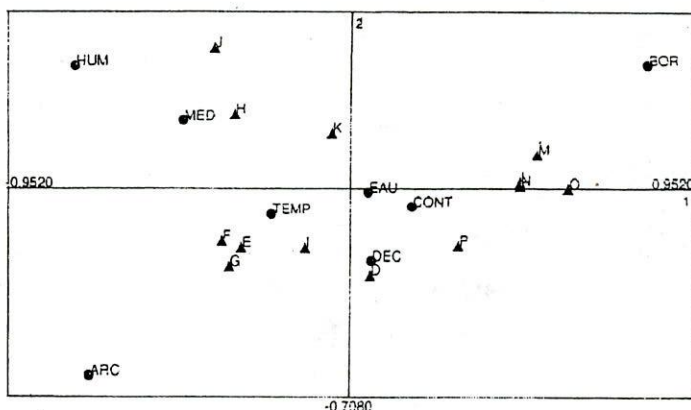


Fig. 43. – Analyse factorielle de correspondance.

boréal représenté par *Microtus malei* et un pôle humide et chaud. À ces différents pôles s'associent certains sols de la séquence stratigraphique. Ainsi, les sols L, M, N, O et P se placent dans l'espace compris entre les deux catégories continentale et boréale, alors que les sols F, E, G et I se situent dans l'espace entre la catégorie arctique et tempérée (mais beaucoup plus proche de la catégorie tempérée). Les sols J et H sont caractérisés par un climat chaud et humide.

9. CONCLUSION

Quelques espèces présentent une grande signification stratigraphique et climatique. C'est le cas surtout de *Pliomys lenki*, d'*Allocricetus bursae* et d'*Arvicola cantiana* qui jouent un rôle important dans les faunes du Pléistocène moyen.

La population d'*Allocricetus bursae* de la Caune de l'Arago présente les mêmes traits morphologiques que les autres populations du Pléistocène moyen (Saint-Estève, Orgnac 3 ou La Fage). D'un point de vue biométrique, la moyenne de la longueur des M¹ pour la population de l'Arago s'inscrit entre celles d'Orgnac 3 et de La Fage. Pendant le Pléistocène moyen la taille des M¹ montre des variations cycliques.

La morphologie des M_1 du campagnol de Lenke de l'Arago est plus archaïque que celle de La Fage. La moyenne des LM_1 est plus élevée que toutes les autres populations du Pléistocène moyen de la France. La taille de cette molaire n'évolue pas d'une façon continue, mais présente des fluctuations d'une période à l'autre.

D'après la morphologie de la M_1 , ainsi que la valeur de l'indice d'épaisseur d'émail, *Arvicola cantiana* se rapproche des autres populations du Pléistocène moyen de type *cantiana*.

Les quelques dents de *Microtus brecciensis* présentent des caractères morphologiques comparables plutôt à la population de Saint-Estève (morphotype "*mediterraneus*").

Le nombre très réduit de dents de *Marmota sp.* et d'*Eliomys quercinus* ne nous permet pas de tirer des conclusions quant à la position systématique de ces deux espèces.

Microtus gregalis, l'espèce dominante, a une morphologie et une moyenne des longueurs des M_1 plus proches de celles de la population de La Fage.

La population de *Microtus arvalis*, d'après la moyenne des longueurs des M_1 est située entre celle de Saint-Estève et du Lazaret.

La population de *Microtus malei* de l'Arago se caractérise par une petite taille par rapport aux autres populations du même groupe. La moyenne de la longueur des M_1 se situe entre celle de La Fage et de Nestier. Morphologiquement, notre population est caractérisée par la dominance du morphotype intermédiaire «*malei-oeconomus*».

La morphologie et les dimensions des $M3$ inférieures et supérieures de *Citellus major* de l'Arago le rapproche de celui de La Fage.

La population de mulot de l'Arago s'inscrit dans la courbe qui montre une augmentation de la taille des longueurs des $M1$ inférieures et supérieures au cours du Pléistocène moyen. L'appartenance de cette population à l'une ou l'autre des espèces de mulot de taille moyenne (*Apodemus sylvaticus* et *Apodemus flavicollis*) ne peut être établie dans cette étude étant donné le nombre très faible de $M2$ inférieures, et l'absence totale des $M2$ supérieures dans notre matériel.

D'après les caractères morphologiques de la M_1 , en particulier la taille moyenne du tubercule antérieur médian, la dominance sur la marge cingulaire du morphotype à deux conules et une crête longitudinale différenciée, la population de l'Arago s'inscrit dans la lignée évolutive caractéristique des populations du Pléistocène moyen. Sous le climat froid et sec qui régnait alors, l'ensemble du paysage se composait d'une part, de steppes, où prédominait le campagnol des hauteurs, et d'autre part, de bosquets regroupés autour de points d'eau propices aux espèces forestières.

Ce travail ne constitue que le début d'une recherche plus approfondie qui, nous espérons, saura répondre aux interrogations posées par la systématique, la paléoécologie et l'approche biostratigraphique.

Remerciements. Nous remercions vivement le Professeur Henry de Lumley qui nous a confié l'étude des rongeurs de la Caune de l'Arago.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBASSI, M., et DESCLAUX, E., *Arvicola Lacépède, 1799 (Rodentia, Mammalia) de quatre séquences du sud-est de la France et de Ligurie datant de la fin du Pléistocène moyen et du début du Pléistocène supérieur*. Quaternaire, **7**, 1, 29–37, 1996.
- ABBASSI, M. et BRUNET-LECOMTE, P., *Terricola Fatio 1867 (Arvicolidae, Rodentia) de cinq séquences du sud-est de la France et de Ligurie*. Quaternaire, **8**, 1, 3–12, 1997.
- BARTOLOMEI, G., *Considerazioni sul probabile significato Ecologico del roditore pleistocenico Dolomys lenki Heller*. Inst. Geol. Univ. Ferrara, 299–304, 1969.
- BARTOLOMEI, G., *Primi contributi alla conoscenza dei Dolomys Pleistocenici del Veneto et del Carso*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, **32**, 79–139, 1969.
- BARTOLOMEI, G., CHALINE, J., FEJFAR, O., JANOSSY, D., JEANNET, M., KOENIGSWALD, W. V., KOWALSKI, K., *Pliomys lenki, Heller, 1930 (Rodentia, Mammalia) en Europe*. Acta Zool. Cracov., **31–VIII, XX**, 10, 393–468, 1975.
- BRUNET-LECOMTE, P., *Les campagnols souterrains Terricola (Arvicolidae, Rodentia) actuels et fossiles d'Europe occidentale*. Thèse de Doctorat Université de Bourgogne. **146**, 24, Dijon 1988.
- BRUNET-LECOMTE, P., *Statut des souterrains (Rodentia, Arvicolidae) du gisement de l'Arago à Tautavel (Pyrénées Orientales, France)*. Bull. Mens. Soc. Linn. **59**, 4, 100–104, 1990.
- BRUNET-LECOMTE, P., CHALINE, J., *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 721–734, Stuttgart, 1992.
- BRUNET-LECOMTE, P. et NADACHOWSKI, A., *Comparative analysis of the characters of the first lower molar in Microtus (Terricola) thomasi (Rodentia, Arvicolidae)*. Acta zool. Cracov., **37**, 1, 157–162, 1994.
- BRUNET-LECOMTE, P., NADACHOWSKI, A., SCIRUGUE D., INDEELICATO N., *À propos de l'observation d'un rhombe pitymien à la première molaire inférieure chez les campagnols Microtus arvalis et M. agrestis (Rodentia, Arvicolidae)*. Mammalia, 491–495, 1996.
- BRUNET-LECOMTE, P., DESCLAUX, E., DEFLEUR, A., *Les campagnols souterrains (Rodentia, Arvicolidae) du Pléistocène moyen et supérieur de la Baume Moula-Guercy (Ardèche)*. Bull. Mus. Anthropol. Préhist. Monaco, **38**, 9–15, 1996.
- CHALINE, J., *Les marmottes fossiles dans les éboulis cryoclastiques près Dijon*. Bull. Scientifique de Bourgogne. **XX**, 105–117, 1 pl, 1961.
- CHALINE, J., *Quelques résultats des recherches de microvertébrés dans les remplissages karstiques*. Actes du Congrès National de Spéologie, Mém. **2**, 128–131, 1962.
- CHALINE, J., *Microtus mediterraneus n. sp., nouvel Arvicolidé (Rodentia) du Pléistocène moyen de France*. C. R. Acad. Sc. Paris, **265**, 900–903, 1967.
- CHALINE, J., *La microfaune du Vallonnet (Alpes-Maritimes) et le problème des corrélations micromammifères à la limite du Pléistocène inférieur-moyen*. Bull. Musée d'Anthropologie Préhist. Monaco, **97**, 65–69, 1971.
- CHALINE, J., *Les rongeurs du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunès, Hérault)*. Études Quaternaires, Mém. **1**, 233–240, 1972.
- CHALINE, J., et THEVENIN, A., *Deux terriers de Spermothylax dans les sables vosgiens d'Achenheim et l'âge des industries sous-jacentes sur galets brisés du bas-Rhin*. **XXIII**, 205–216, 1972.

- CHALINE, J., *Les rongeurs du Pléistocène supérieur de France (Systématique-Biostratigraphie-Paléoclimatologie)*. Cahiers de Paléontologie, Ed. C.N.R.S., 410 pages, Paris, 1972.
- CHALINE, J., *Les rongeurs de l'Aven I des Abîmes de la Fage à Noailles (Corrèze)*. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, **10**, 61-78, 1972.
- CHALINE, J., *Biogéographie et fluctuations climatiques au Quaternaire d'après les faunes de rongeurs*. Acta Zool. Cracov. **XVIII**, 7, 141-166, 1973.
- CHALINE, J., *Les rongeurs, l'âge et la chronologie climatique du remplissage de l'Aven I de la Fage (Corrèze)*. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. **13**, 13-15, 1975.
- CHALINE, J., *Taxonomie des campagnols (Arvicolidae, Rodentia) de la sous-famille des Arvicolidae dans l'hémisphère nord*. C. R. Acad. Sci. Paris, **281**, D, 115-118, 1975.
- CHALINE, J. et MICHAUX, J., *Microévolution chez les campagnols (Arvicolidae, Rodentia): La cladogenèse *Minomys stehlini* Dolomy *hungaricus**. Colloque internat. C.N.R.S., **218**, Pobl. Act. Paléont. Evol. Vert., 749-757, 1975.
- CHALINE, J., MARQUET, J.-C., *Les conséquences stratigraphiques de la persistance en France dans le Würm ancien des rongeurs reliques *Pliomy lenki* et *Allocrietus bursae* (Rodentia)*. C. R. Acad. Sc. Paris, **282**, série D-1941, 1976.
- CHALINE, J., MEIN, P., PETTER, F., *Les grandes lignes d'une classification évolutive des Muroidea, Mammalia*. **4**, 3, 245-252, 1977.
- CHALINE, J., *Les événements remarquables de l'histoire plio-pléistocène des campagnols (Arvicolidae, Rodentia) dans l'hémisphère nord, essai de corrélation avec la limite Plio-Pléistocène établie dans les dépôts marins d'Italie*. Giornale di Geologia, Proc. II Symp., **2**, **XLI**, I-II, 123-129, 1977.
- CHALINE, J., *Les modifications des paysages et caractéristiques des climats à la fin des temps glaciaires en France (domaine boréal) révélées par les migrations de rongeurs*. In: La fin des temps glaciaires en Europe. D. de Sonneville-Bordes ed. C.N.R.S., **1**, 97-104, Paris, 1979.
- CHALINE, J. et MEIN, P., *Les rongeurs et l'évolution*. Doin Ed., 235, 1979.
- CHALINE, J., *Les rongeurs de la Caune de l'Arago à Tautavel et leur place dans la biostratigraphie européenne*. Colloque Inter. Du C.N.R.S., datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire, méthodes et limites. 193-203, 1981.
- CHALINE, J., *Les rongeurs, les paléoenvironnements et les climats du Pléistocène de Vergranne (Doubs)*. Annales Scient. de l'Univ. de Franche-Comté. Besançon Géologie, **5**, 31-45, 1983.
- CHALINE, J., RENAULT-MISKOVSKI, J., BROCHET, G., CLEMENT-DELS, R., JAMMOT, D., MOURER-CHAUVIRE, C., BONVALOT, J., LANG, J., LENEUF, N., PASCAL, A., *L'aven des Valerots (Nuits-Saint-Georges, Côte-d'Or), site de référence du Pléistocène inférieur*. Revue de géologie dynamique et de géographie physique, **26**, 2, 109-118, 1985.
- CHALINE, J., BRUNET-LECOMTE, P., GRAF, J. D., *Validation de *Terricola Fatio* 1867 pour les campagnols souterrains (Arvicolidae, Rodentia) paléoarctiques actuels et fossiles*. C. R. Acad. Sci. Paris, **306**, Série III, 475-478, 1988.
- CHALINE, J., *An approach to studies of fossil arvicolids*. Int Symp. Evol. Phyl. Biostr. Arvicolids, 45-84, 1990.
- CHALINE, J., BRUNET-LECOMTE, P., CAMPY, M., *The last glacial/interglacial record of rodent remains from the Gigny karst sequence in the French Jura used for palaeoclimatical and palaeoecological reconstructions*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **117**, 229-252, 1995.
- CLOT, A. et DURANTHON, F., *Les mammifères fossiles du Quaternaire dans les Pyrénées*. Mus. Hist. Nat. Toulouse, 15-117, 1990.

- CREGUT, E., *La faune des mammifères du Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel, Pyrénées Orientales*. Thèse 3^{ème} cycle Univ. Provence, 381, 48 pl., Marseille, 1979.
- CREGUT, E., *La faune de Mammifère du gisement Pléistocène moyen antériressien la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées Orientales, France)*. C.R Acad. Sci. Paris, **290**, série D, 751–754, 1980.
- DESCLAUX, E., *Ostéologie et écologie des vertébrés actuels et sub-actuels de la plaine de Tautavel. (P. O.)*, Mémoire D. E. A Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, **96**, 1986.
- DESCLAUX, E., *Les petits vertébrés de la Caune de l'Arago (Tautavel, Pyrénées Orientales) Paléontologie, Paléoécologie, Taphonomie*. Thèse de Doctorat du Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 365, 1992.
- DESCLAUX, E., *Les petits vertébrés de la Caune de l'Arago à Tautavel (Pyrénées-Orientales). Biostratigraphie, paléoécologie et taphonomie*. Bull. Mus. Anthropol. Préhist. Monaco, **35**, 35–64, 1992.
- FEJFAR, O. et HEINRICH, W. D., *Zur biostratigraphischen Abgrenzung und Gliederung des Kontinentalen Quartärs in Europa and Hand von Arvicolide (Mammalia, Rodentia)*. Cas. Mineral. Geol., **25**, 185–189, 1980.
- GROMOV, I. M., BIBIKOV, N. I., KALABUKHOV, N. I., MEYER, M. N. – *Nazemnyie belichi (Marmotinae)*, Fauna SSSR, nov. seria, **92**, III, 2, 1965.
- HELLER, F. – *Eine Forest-Bed-Fauna aus der Sackdillinger Höhle*, N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beil.-Bd. **LXIII**, Abt. B. Taf. XIX, 270–271, 1930.
- HELLER, F., *Eine neue altkwartäre Wirbeltierfauna von Erpfingen*. 46–55, 1958.
- HEINRICH, W. D., *Zur Evolution und Biostratigraphie von Arvicola (Rodentia, Mammalia) im Pleistozän Europas*, Z. Geol. Wiss., **10**, 683–735, 1982.
- HEINRICH, W. D., *Some aspects of the Evolution and Biostratigraphy of Arvicola (Mammalia, Rodentia) in the Central European Pleistocene*, in Fejfar O. & Heinrich W. D. Eds Internat. Symp. – Evolution, Phylogeny and Biostratigraphy of Arvicolid, 165–183, 1990.
- JEANNET, M., *Les rongeurs d'Orgnac 3 (Ardèche)*. Dipl. Et. Sup. Sci. Nat. – Sci. Ter., Univ., 114, 1974.
- JEANNET, M., *Les rongeurs et l'environnement au Mont des Espelugues (Lourdes, Hautes-Pyrénées)*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, **15**, 1–2, 53–64, 1979.
- JEANNET, M., *Sur la présence de *Microtus cabreræ* (Arvicolidae, Rodentia) dans les Pyrénées-Orientales (France)*. Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon, **54**, 5, 120–121, 1985.
- JEANNET, M., *Les Cricétidés (Mammalia, Rodentia) des gisements moustériens de Soyons (Ardèche, France)*. Bull. mens. Soc. Linn. Lyon, **64**, 1, 41–48, 1995.
- KOENIGSWALD, W. V., *Veränderungen in der Kleinsäugerfauna von Mitteleuropas zwischen Cromer und Eem (Pleistozän)*. Eizeitaler, Gegenw., Öhringen, **23**, 2, 159–167, 1973.
- KOLFSCHOTEN, T. V., et ROEBROEKS, W., *Maastricht-Belvédère: Stratigraphy, Palaeoenvironment and Archaeology of the middle and late Pleistocene deposits*. Mededelingen rijks geologische dienst. **39**, 1, 50–61, 1985.
- KOLFSCHOTEN, T. V., *Rewiew of the Pleistocene arvicolid faunas from the Netherlands*. Int. Symp. Evol. Biostr. Arvicolid, 255–274, 1990.
- KOLFSCHOTEN, T. V., *Aspects of the migration of mammals to northwestern Europe during the Pleistocene, in particular the reimmigration of *Arvicola terrestris**. Inst. Senckenberg, **153**, 213–220, 1992.
- KOLFSCHOTEN, T. V. et ROTH, G., *Die mittelpleistozänen Mollusken und Kleinsäuger von Schlackenkegeln der Osteifel*. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz, 27–79, 1993.
- KORMOS, T., *Zur Frage der Abstammung und Herkunft der quartären Säugtier-Fauna Europas*. Festsch. **III**, 287–328, 1937.

- KRETZOI, M., *Die Nager und Lagomorphen von Voigtstedt in Thüringen und ihre chronologische Aussage*. Paläont. Abh. A II, 2/3, Taf. I – XL, 585–663, 1965.
- LUMLEY, H. DE, FOURNIER, A., PARK, Y.-C., YOKOYAMA, Y. & DEMOUY, A., *Stratigraphie du remplissage Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel. Étude de huit carottages effectués de 1981 à 1983*. L'Anthropologie, **88**, 1, 5–18, 1984.
- MARQUET, J.-C., *Paleoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge Pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des rongeurs*. Thèse de doctorat, Univ. Bourgogne, 535, 1989.
- MEULEN, A. J. VAN, *Middle Pleistocene Smaller Mammals from the Monte Peglia (Orvieto, Italy) with Special Référence to the Phylogeny of Microtus (Arvicolidae, Rodentia)*, Quaternaria, **XVII**, 1975.
- MICHAUX, J., *Muridae (Rodentia) néogènes d'Europe sud-occidentale. Évolution et rapports avec les formes actuelles*. Paléobiologie continentale, **II**, 1, 65, 1971.
- MICHAUX, J. et PASQUIER, L., *Dynamique des populations de Mulots (Rodentia, Apodemus) en Europe durant le Quaternaire. Premières données.*, B.S.G.F. 7, **XVI**, 4, 431–439, 1974.
- MONTUIRE, S., *Rodents and climate II: Quantitative climatic estimates for Plio-Pleistocene faunas from Central Europe*. Acta zool. Cracov., **39**, 1, 373–379, 1995.
- NADACHOWSKI, A., *Late Quaternary rodents of Poland with special reference to morphotype dentition analysis of voles*. Polska Akademia Nauk, Zaklad Zoologii Systematycznej i Doswiadczalnej, Warszawa, 106, 1982.
- NADACHOWSKI, A., *Taxonomic Value of Anteroconid Measurements of M/I in Common and Field Voles*. Acta Theriologica, **29**, 10, 123–143, 1984.
- NADACHOWSKI, A., *Biharian Voles (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia) from Kozi Grzbiet (Central Poland)*, Acta Zool. Cracov., **29**, 2, 13–28, 1985.
- PASQUIER, L., *Dynamique évolutive d'un sous-genre de Muridae – Apodemus (Sylvaemus). Étude biométrique des caractères dentaires des populations fossiles et actuelles d'Europe occidentale*. 164 p., 1974.
- PAUNESCO, A.-C., *Taxonomie et phylogénie de quelques espèces d'Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) du Pléistocène de Roumanie*. Mem. 3-ème cycle, Univ. Bucarest, 1995.
- PAUNESCO, A.-C., *Précisions sur les Arvicola terrestris (Linnaeus) (Rodentia, Mammalia) du dernier cycle glaciaire de Roumanie*. Theor. and Appl. Karst., **8**, 179–180, 1995.
- RABEDER, G., *Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem älteren Pleistozän von Niederösterreich*. Beitr. Paläont. Osterr., **8**, 1981.
- RABEDER, G., et MALEZ, M., *Neues Fundmaterial von Kleinsäugetern aus der altpleistozän Spaltenfüllung Podumci I in Nordalmatien (Kroatien, Jugoslawien)*. Beitr. Paläont. Osterr. **11**, 439–510, 1984.
- RADULESCU, C., *Preliminary note on the rodent fauna from «La grotte des Cèdres» (le Plan d'Aups, Var, France)*. Misc. Speol. Rom. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **1**, 327–333, 1989.
- RÖTTGER, U., *Schmelzbandbreiten an Molaren von Schermäusen (Arvicola Lacépède, 1799)*, Bonn. Zool. Beitr., **38**, 2, 95–105, 1987.
- SAINT GIRONS M.-C., *Les Mammifères de France et du Bénélux (faune marine exceptée)*, Doin, **201**, 275–377, 1973.
- SCHILLING, D., SINGER, D., DILLER, H., CUISIN, M., *Guide des Mammifères d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 72–140, 1986.
- STORCH, G., *Eine mittelpleistozäne Nager-Fauna von der Insel Chios, Ägäis (Mammalia: Rodentia)*. Senckenbergiana biol., **56**, 4/6, 165–189, 1975.
- VIGNE, J.-D., *Les rongeurs de la section 36 de Pincevent. Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*. Doc. Arch. Franç., **43**, Edit. Maison des Sciences de l'Homme Paris, 111–114, 1994.

- VILLALTA, J. F. DE , *Presencia de la Marmots y otros elementos de la fauna esteparia en el Pleistoceno catalán*. Acta Geologica Hispanica, Inst. Nat. Geol., C.S.I.C., VII, 6, 170–173, 1972.
- ZIMINA, R. P., GERASIMOV, I. P., *The Periglacial expansion of Marmots (Marmota) in middle Europe during late Pleistocene*. Journal of Mineralogy, 54, 2, U.S.A., 327–340, 1973.

LE KARST DE PIATRA CRAIULUI. (2). L'EXOKARST

TRAIAN CONSTANTINESCU

Institutul de Speologie «Emil Racoviță», Str. Frumoasă Nr. 11,
R-78114 București 12, România

On présente l'exokarst de Piatra Craiului. Le développement très faible et même l'absence des dolines, des ouvalas, des poljés est l'une des particularités du karst de Piatra Craiului. *Les vallées de type Piatra Craiului, les «hornuri»¹ aveugles et les lapiés de stratification* sont des formes exokarstiques spécifiques. Les vallées de type Piatra Craiului, les torrents karstiques et aussi les lapiés occupent une large surface, étant des formes représentatives pour le massif.

Selon l'auteur les formes calcaires en relief (proéminentes) ne sont pas de formes karstiques, mais des formes résiduelles, résultées comme suite à une étape (phase) de karstification.

Les particularités des composantes géosystémiques présentées dans la première partie de cet ouvrage, ont précisé les prémisses génético-évolutives du karst de Piatra Craiului: **flanc de synclinal** constitué **des calcaires très stratifiés** et **tectonisés**; **crête haute, proéminente** et **unitaire**; **climat de montagne** qui favorise la karstification (1.200 mm/ann. de précipitations).

Avant d'exposer le sujet on voudrait préciser que tout géosystème karstique est constitué de deux sous-géosystèmes: **l'exokarst** et **l'endokarst**. La présentation du karst d'une région suppose une analyse géosystémique, opération qui impose de prendre en compte les deux sous-géosystèmes. La tendance manifestée par quelques spécialistes d'insister seulement sur l'aspect fonctionnel ne satisfait que partiellement les exigences de l'interprétation géosystémique.

En revenant à Piatra Craiului, il faut souligner que la morphologie de crête à versants dont la déclivité moyenne dépasse 25° dans la plupart des cas, suggère clairement que les dolines, les ouvalas et les poljés (les plus typiques formes exokarstiques), ne peuvent pas constituer une caractéristique du massif. Ici, on remarque 2 groupes principaux des formes exokarstiques: **les vallées** et **les lapiés**.

¹ On propose ici le terme «horn» (du roumain *horn, hornuri*), qui sera expliqué plus loin dans le texte.

1. LES VALLÉES KARSTIQUES

Par leur morphologie et leur densité considérable, les vallées karstiques s'imposent dans le paysage du massif. On remarque **les vallées type Piatra Craiului, les torrents karstiques** et les «**hornuri**» aveugles.

Mais, tout d'abord il est nécessaire de préciser, à notre avis, les principaux traits d'une *forme karstique*:

- La karstification représente, au moins, une des actions déterminantes dans sa genèse, mais pendant son évolution il n'est pas obligatoire que son apport soit prédominant.

- Une forme karstique ne peut être que «négative», représentant en réalité un vide sous-aérien ou souterrain, étant la conséquence d'écartement d'une part de la roche soluble soumise à la karstification. Par conséquent «les formes karstiques» proéminentes ou en relief (GÈZE, 1973), c'est-à-dire *les crêtes calcaires, mogotes, lapiés aigus*, etc. selon nous, *ne sont pas des formes karstiques; elles sont des formes résiduelles calcaires, dolomitiques*, etc. qui peuvent inclure des formes karstiques (Fig. 1).

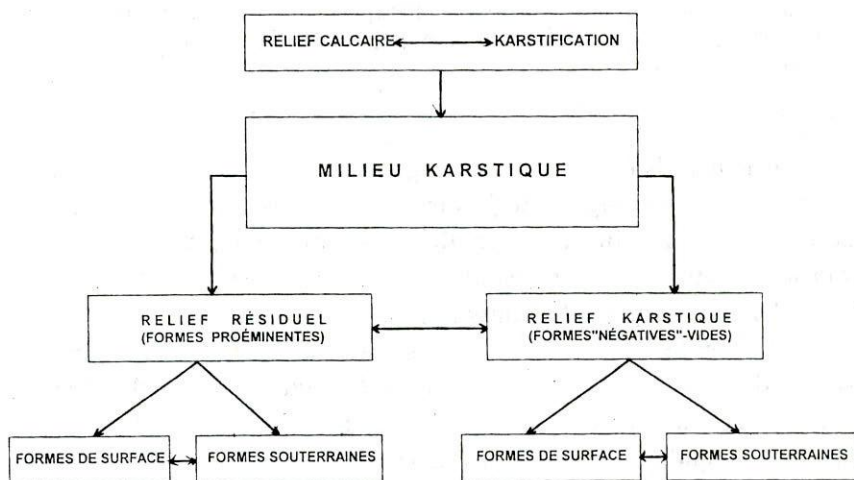


Fig. 1. – Relation relief calcaire – relief karstique

1.1. LES VALLÉES DE TYPE PIATRA CRAIULUI

La dénomination de *vallée du type Piatra Craiului* ou *vlădușcă* nous appartient et on l'a définie comme un nouveau sous-type de vallée karstique pour la Roumanie (CONSTANTINESCU, 1984). Ses caractéristiques ont été synthétisées comme suit: *vallée de versant calcaire ayant une déclivité de plus de 25°, le profil longitudinal présentant de nombreuses ruptures de pente et le profil transversal ayant un aspect général de gorge, large dans la partie supérieure et très*

étroit, avec les versants même verticaux dans la partie inférieure; le cours d'eau est temporaire tout le long du trajet qui mesure 1,0–1,5 km.

La qualité de vallée karstique est évidente, car dans sa genèse et son modelage, la karstification a eu un rôle déterminant et un apport substantiel. La karstification n'a pas été seulement un simple approfondissement du cours d'eau dans des calcaires, mais une action complexe, une «association génético-évolutive» des vallées aveugles et des vallées reculées. La vallée présente des secteurs de gorges formées par l'effondrement des anciennes grottes.

Des vallées semblables existent aussi dans d'autres massifs calcaires de la Roumanie, mais leur présence là-bas est accidentale. Dans le massif de Piatra Craiului elles ont une densité considérable, en s'imposant d'une manière spectaculaire dans le paysage du versant nord-ouest. (Fig. 2) Le fait qu'en Roumanie elles ont été signalées ici pour la première fois, représente la raison qui argumente la dénomination de «vallée du type Piatra Craiului».

Nous rappelons que le versant nord-ouest se remarque comme le plus fragmenté versant calcaire de Roumanie, la densité des vallées dépassant 8 km/km². Ce superlatif est conféré, essentiellement, par les vallées du type Piatra Craiului et par les torrents karstiques.

Parmi les plus intéressantes et mieux-connues vallées du type Piatra Craiului on compte: la *Vallée Vlădușca*, avec 4 affluents principaux; elle est la plus représentative, raison pour laquelle la vallée du type Piatra Craiului a été nommée aussi *vlădușcă* (CONSTANTINESCU, 1984), *V. Șpirila*, *V. Podurilor*, *V. Călineț*, *V. Ciorânga*, *V. Popii*, *V. Hotarului*, *V. Crăpăturii*.

1.2. «LES HORNURI»

La dénomination de *horn* est attribuée à plusieurs vallées secondaires du massif. **Le horn** représente une vallée développée en calcaires, très courte (50–100 m), très étroite (5–10 m) et très inclinée (la pente du profil longitudinal dépasse 50°).

Nous précisons que le mot «horn» dans la langue roumaine est un mot homonyme. Le nombre des «hornuri» existants en Piatra Craiului dépasse le chiffre de 1000.

Développés en calcaires les «hornuri» sont des vallées secondaires d'ordre 1 (d'après la classification Horton-Strahler).

Certaines d'entre elles ont le caractère de *vallée aveugle*, pour lesquelles on a proposé la dénomination de «**horn**» *aveugle*» (CONSTANTINESCU, 1994). L'inventaire au niveau de tout le massif n'a pas été possible, parce que la plupart d'eux se trouvent dans des lieux accessibles seulement pour les alpinistes. Les recherches effectuées dans la zone de la crête principale, sur *Brăul de Mijloc* et quelques secteurs accessibles, nous ont permis d'estimer que leur nombre dépasse 200. On peut différencier 3 sous-types de *hornuri* *aveugles*.

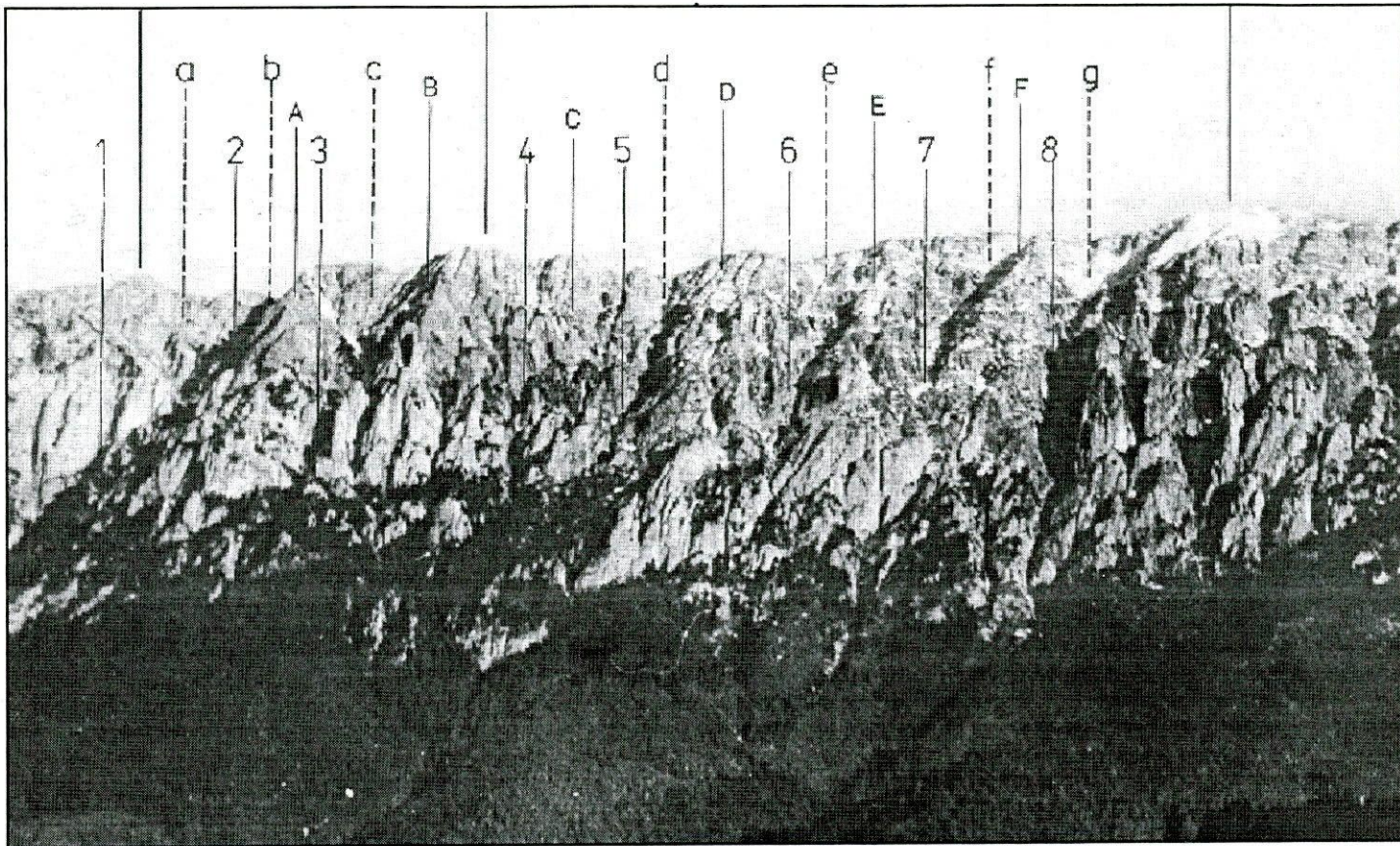


Fig. 2. – Versant nord-ouest. 1–8: vallée du type Piatra Craiului; A–F: crêtes (hog's backs) secondaires; a–g: bassins de réception qui pendant au Pleistocène ont été des cirques glaciaires.

Le sous-type «a» se développe sur les versants des crêtes secondaires, spécialement pour la partie supérieure du versant nord-ouest. Le caractère de vallée conséquente développée par l'évolution des lapiés de stratification est évidente. Les *hornuri* de ce sous-type ont la profondeur plus grande que la largeur. Ceux dépistés par nous ont la longueur de 30–50 m, la largeur de 5–10 m et la profondeur de 10–20 m. C'est le sous-type avec la plus grande densité.

Le sous-type «b» se trouve dans les bassins de réception des vallées principales développés sur les deux versants. La longueur est plus grande que celle du type «a» (50–100 m). La genèse a été déterminée par la présence de certains systèmes fissuraux ou de petites diaclases (les diaclases les plus importantes ont favorisé le modelage des «*hornuri*» ouverts), c'est-à-dire des vallées secondaires qui forment le bassin de réception.

Le sous-type «c» présente des similitudes et des différences par rapport aux deux types mentionnés. Il peut être identifié sur les deux versants (est et ouest) de Piatra Mare, ainsi que le sous-type «a», mais sa fréquence est considérablement plus réduite. Ce sous-type diffère du «a» en ce qui concerne la morphogenèse, ayant caractère de vallée souséquente, même obséquente au sud du sommet Piscul Baciului (Piatra Craiului). Il est modelé sur les fractures tectoniques, spécialement sur des diaclases. Sa morphologie suggère un stade très évolué des lapiés de diaclase. Comme règle générale, la direction du sous-type «c» est perpendiculaire sur la direction du sous-type «a» et parallèle aux vallées du type Piatra Craiului. Les dimensions sont plus grandes que celles du sous-type «a» et «b». La longueur peut dépasser 200 m, la largeur 20–40 m et la profondeur 30–40 m. Ce sous-type a la densité la plus réduite.

Parmi les plus connus, on rappelle: *Hornul Agățat*, *Hornul Căpriței*, *Hornul Mic*, *Hornul Negru*, *Hornul Întrerupt*, *Hornul Ascuns*, *Hornul Suspendat*, *Hornul Adânc*, *Hornul Mare*, *Hornul Piticului*, *Hornul Închis*, etc. (tous sur le versant nord-ouest) et *Hornurile Grindului*, *Hornurile Mărtoiuului*, *Hornurile Țimbalelor*, sur le versant nord-est (CRISTEA, 1984).

Finalement, il faut souligner deux aspects à retenir :

- les «*hornuri*» *aveugles* sont des formes exokarstiques spécifiques pour le Massif Piatra Craiului;
- vu leurs dimensions, les «*hornuri*» *aveugles* ne s'imposent pas en paysage, mais au contraire, ils sont masqués dans la plupart des cas.

1.3. LES TORRENTS KARSTIQUES

Les torrents karstiques sont les formes qui occupent la plus large surface au niveau du massif: le versant calcaire estique de Piatra Mare, une grande partie du revers de la Cuesta Pietricica, le versant ouest de Piatra Mare et Pietricica et les deux versants (nord et sud) de Piatra Mică (Fig. 3).

Les torrents karstiques diffèrent des vallées du type Piatra Craiului au moins par deux traits morphogénétiques:

- la contribution plus réduite de la karstification dans leur genèse et leur évolution.
- les dimensions qui, généralement, sont plus réduites; leur longueur varie entre 0,4–1,1 km et la profondeur est considérablement plus petite; la longueur plus réduite a été imposée par la surface plus restreinte des versants calcaires sur lesquels les torrents se sont développés.

Suivant des caractéristiques morphologiques on peut différencier 6 secteurs des torrents karstiques:

a) **Les torrents du versant Ouest de Piatra Mare, entre le sommet Grind (N) et şaua Funduri (S).** Le versant calcaire a une plus grande extension, permettant le développement des torrents karstiques avec une longueur de 0,7–1,1 km. La plupart de ceux-ci présentent des profondeurs plus grandes que les torrents de tous les autres secteurs. Ils s'imposent dans le paysage du versant, présentant des similitudes avec les vallées du type Piatra Craiului. Les surfaces sur lesquelles ils se sont développés présentent des altitudes de 2.200–1.600 m. La quantité annuelle des précipitations dépasse 1.200 mm, donc elle est favorable à la karstification. La déclivité moyenne du versant dépasse 35° étant très propice à l'écoulement de surface. C'est l'une des raisons pour lesquelles ici ne se sont pas développées des vallées du type Piatra Craiului. La densité moyenne dépasse 9 km/km². Représentatifs pour ce secteur sont les torrents des bassins hydrographiques *Padina Lăncii*, *Valea Urzicii*, où se trouve *Cerdacul Stanciului* (la plus importante arcade karstique du massif) et aussi *Peștera Stanciului* (la grotte avec le plus grand volume de Piatra Craiului). À la base du versant, domine le paysage *Horjul Mare* ou *Marele Grohotiș* (Le Grand Éboulis), la plus importante accumulation d'éboulis mobiles calcaires.

b) **Les torrents du versant Est de Piatra Mare, entre Vârful Ascuțit (N) et Vârful Grindu (S).** C'est le secteur calcaire le plus étendu sur le versant est, les torrents présentant des similitudes morphologiques avec le secteur «a». On fait référence au secteur Grindu-Mărtoiu, le plus spectaculaire paysage du versant Est de Piatra Mare, où les «*hornuri*» et, surtout, les torrents karstiques attirent l'attention. Normalement, les «*hornurile*» sont des vallées affluentes aux torrents. Les torrents se développent entre 2.200–1.700 m d'altitude.

c) **Les torrents du versant Est de Piatra Mare, situés au S de Vârful Grind et au N de Vârful Ascuțit.** Ils ont des dimensions plus réduites (longueur sous 0,5 km; profondeur 10–15 m), déterminées par les versants calcaires restreints avec une forte pente (35–40°). La densité moyenne est de 7–8 km/km². La surface où ils se sont développés présente des altitudes de 2.200–1.600 m.

d) **Les torrents du versant Ouest de Pietricica (le front de la Cuesta Pietricica).** Cette sous-unité morphostructurale de Piatra Craiului est la moins

karstifiée. La surface très étroite (sous 0,5 km), la pente très inclinée (plus de 45°) et d'autres aspects structuraux ont favorisé l'écoulement de surface plus que dans d'autres zones du massif. En conséquence, la karstification s'est faiblement manifestée ici.

Les torrents ont une densité d'environ 5 km/km² et ils sont faiblement esquissés, ayant la profondeur de seulement 5–10 m.

e) **Les torrents du versant Est de Pietricica (le revers de la Cuesta Pietricica).** La sous-unité en discussion est la seule où on peut rencontrer les formes exokarstiques «classiques», c'est-à-dire des dolines, des lapiés, des vallées à gradins antithétiques, etc. (Fig. 3).

La surface calcaire plus étendue et la déclivité moins réduite (15–20°) ont favorisé le développement des formes exokarstiques mentionnées et des torrents karstiques qui, en comparaison avec les autres torrents du massif, ont la longueur la plus grande (0,8–1,5 km), mais la profondeur réduite (5–15 m).

f) **Les torrents du versant Nord de Piatra Mică.** La surface calcaire sur laquelle ils sont développés a une largeur plus grande que la surface du versant nord-ouest de Piatra Mare, caractérisée par des vallées du type Piatra Craiului. Cependant, ici, les torrents ont un développement plus faible que ceux des secteurs «a» et «b». L'altitude de Piatra Mică (± 1.700 m) n'a pas permis l'installation des petits glaciers de cirque, qui jouent un rôle important dans la genèse des vallées du type Piatra Craiului. Ici, au contraire, l'altitude a permis le développement des forêts et des sols rendziniques qui, ajoutés à d'autres aspects tectono-structuraux, ont constitué des facteurs défavorables au développement des torrents karstiques.

On retient que les torrents karstiques se remarquent comme des formes exokarstiques représentatives pour le massif, parce qu'ils occupent une grande surface.

1.4. LES GORGES

Les gorges comptent parmi les plus spectaculaires et les mieux connues formes exokarstiques et, normalement, elles ne peuvent pas être incluses dans le groupe des formes spécifiques de Piatra Craiului. Néanmoins, la position, le paysage, et surtout la genèse et l'évolution leur confèrent une importance particulière (Fig. 4).

En se référant à leur position, on peut constater que les principales gorges appartiennent aux vallées qui représentent des limites morphologiques pour le massif : *Prăpastiile Zărneștilor* (NE), *Cheile Dâmbovicioarei* (SE) et *Cheia de Sus* (Cheia Mică) a Dâmboviței (SO)².

² En roumain, **cheile** = les gorges; **cheia** = la gorge

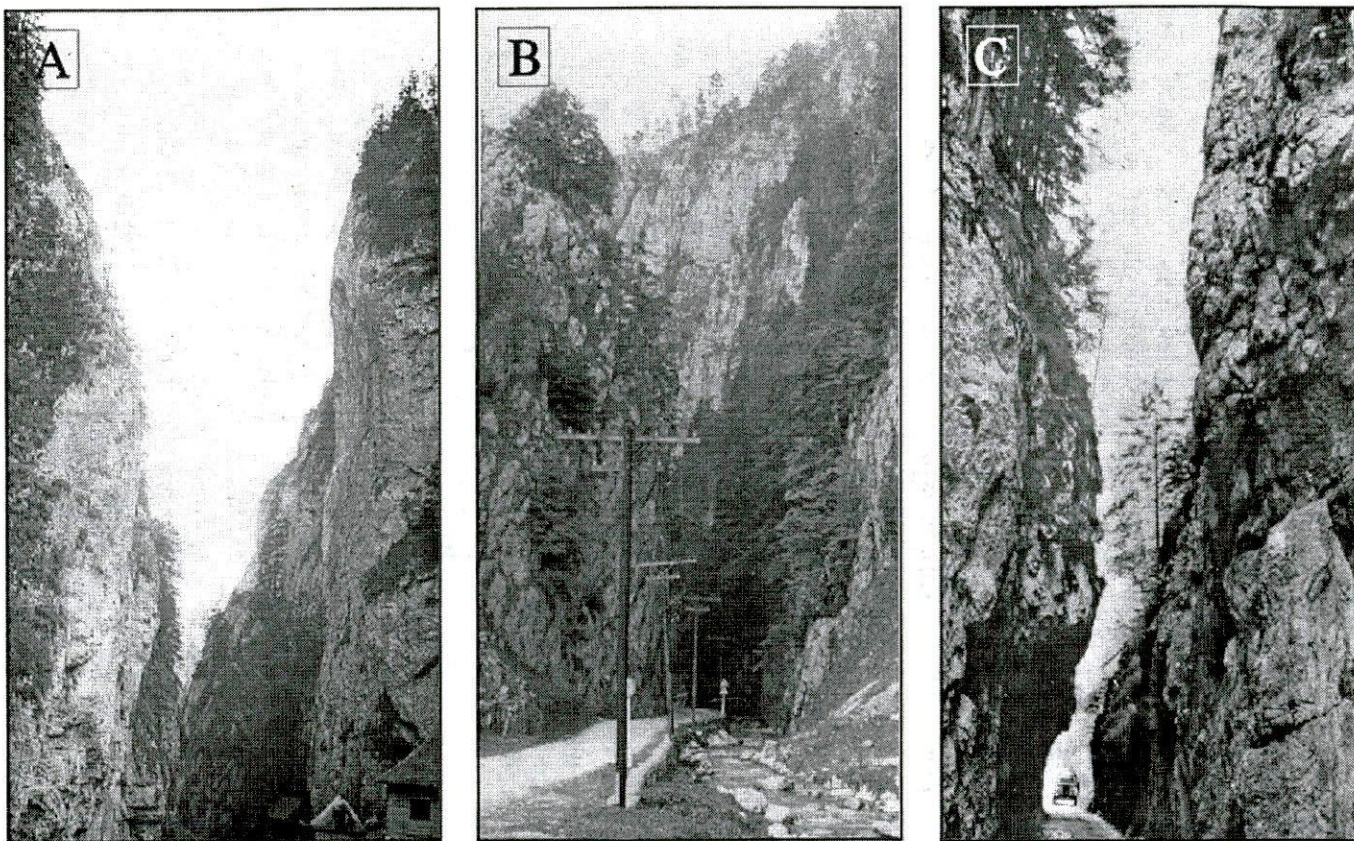


Fig. 4. – Les gorges de Piatra Craiului. A – Prăpăstiile Zărneștilor. B – Cheile Dâmbovicioarei (Cheia de Jos). C – Cheile Brusturețului (Photos Al. Florescu, A et B, T. Constantinescu).

- **Cheile Prăpastiile Zărneștilor** ont la longueur de 3,9 km, le plus long secteur appartenant à la vallée principale de *Râul Zărneștilor* (1,6 km) et le reste aux vallées affluentes: *Vlădușca* (0,8 km), *Curmătura* (0,4 km), *Cheia* (0,4 km), *Zănoaga* (0,4 km).

- **Cheile Dâmbovicioarei**. La vallée de la Dâmbovicioara a une longueur totale de 14,5 km et porte 3 dénominations: *Valea Seacă* (le secteur supérieur), *Valea Brusturei* et *Valea Dâmbovicioara*. Sur ce trajet, il y a plusieurs secteurs de gorges: *Cheia Văii Seci* (0,7km), *Cheile Brustureiului* (0,7 km – deux secteurs), et *Cheile Dâmbovicioarei* (2,1 km) avec 3 secteurs: *Cheia de Sus* (0,3 km), *Cheia de Mijloc* (0,4 km) et *Cheia de Jos* ou *Cheile Dâmbovicioarei* (1,7 km).

- **Cheia de Sus (Cheia Mică) a Dâmbovicioarei** a une longueur de 1,7 km, étant moins intéressante. Parmi les plus «spectaculaires» phénomènes actuels, nous rappelons l'infiltration en calcaires d'une partie de la rivière qui, après un trajet souterrain inconnu jusqu' à présent, réapparaît sous la forme d'une puissante source karstique ($Q = 1 \text{ m}^3/\text{sec}$) à 100 m en aval du point d'infiltration.

Les 3 gorges ont été correctement définies par des prédecesseurs, comme des *gorges épigénétiques*. Dans nos ouvrages (CONSTANTINESCU, 1977, 1985, 1987) nous avons souligné, parmi d'autres aspects, que, spécialement au cas des gorges *Prăpastiile Zărneștilor* et *Cheile Dâmbovicioarei*, on ne pouvait pas parler d'une *épigénie typique*, puisque leur genèse et leur évolution avaient été considérablement compliquées par l'action du «couple» karstification – tectonique. Significative de ce point de vue est Valea Dâmbovicioarei avec 5 secteurs de gorges, cette vallée présentant quelques particularités (CONSTANTINESCU, 1985).

- Valea Dâmbovicioara a eu, essentiellement, une évolution régressive, avançant du S au N.

- Le trajet de la vallée a été imposé par le cours souterrain qui existait avant l'esquisse de la vallée de surface. Ce trajet souterrain a été favorisé par la présence des failles longitudinales (la Faille de Dâmbovicioara, la Faille de Valea Seacă). Un argument concluant en ce sens est représenté par le creusement de la vallée dans le flanc est du synclinal et non pas sur son axe, comme il aurait été normal (CONSTANTINESCU, 1994).

- L'alternance le long de la vallée des secteurs calcaires (des compartiments tectoniques élevés) avec des secteurs conglomératiques (des compartiments tectoniques bas), a déterminé le spécifique du processus évolutif. Après avoir esquissé la vallée de surface, l'approfondissement a représenté une «combinaison» entre l'évolution régressive et l'évolution karstique, la dernière ayant en réalité une contribution substantielle. Dans les secteurs calcaires, la vallée Dâmbovicioara avait un caractère de *vallée aveugle*, en amont, et de *vallée reculée*, en aval, fait qui implique la présence des vides souterrains (des grottes) qui, suite à l'agrandissement de leur volume, se sont détruites par l'effondrement.

• On connaît qu'en calcaires l'évolution régressive est très lente. La vallée Dâmbovicioara, tout de même, a eu une évolution régressive assez rapide, parce que, contrairement aux apparences, l'action principale d'approfondissement a été celle de nature karstique.

Il est donc évident que *l'épigénie*, comme processus général représente une réalité, mais il est également clair le fait que l'action d'approfondissement a eu des aspects particuliers. Par conséquent, on ne saurait parler d'une épigénie typique, mais d'une épigénie particulière, pour laquelle on propose la dénomination de *spéléoépigénie* et respectivement, celle de *gorge spéléoépigénétique*.

La notion qu'on propose est équivalente, comme sens, à la notion de gorge de *capture karstique* (BLEAHU, 1883) ou gorge de *capture karstique souterraine* (COCEAN et RUSU, 1984). Sans détailler le sujet, selon nous, si par la capture karstique (infiltration totale d'une rivière en souterrain) le cours souterrain maintient la même direction de la vallée de surface et, finalement, par l'effondrement du vide souterrain (de la grotte), il génère une gorge (le cas de la vallée Dâmbovicioara) le phénomène représente *une variante d'épigénie*. Par conséquent, la gorge résultée constitue aussi un sous-type de gorge épigénétique, respectivement une gorge spéléoépigénétique. Au moins en Roumanie, ce sous-type de gorge a une fréquence importante.

Enfin, nous mentionnons deux *vallées à gradins antithétiques*: *Valea cu Prepeleac* et *Valea Ulucilor*, chacune d'elles présentant un gradin antithétique. Toutes les deux se trouvent sur le revers de la Cuesta Pietricica dans le secteur *Poiana Mare* ou «*La Lac*» (CONSTANTINESCU, 1976).

En conclusion, on souligne le rôle et l'importance de toutes les vallées karstiques, dont les *vallées de type Piatra Craiului* se remarquent comme des formes spécifiques. Elles s'imposent en paysage du versant nord-ouest, la plus spectaculaire et caractéristique sous-unité morphologique de Piatra Craiului. Les traits précisés confèrent aussi aux vallées en discussion la qualité des formes exokarstiques représentatives pour le massif (on souligne qu'une forme de relief peut être spécifique pour une unité géographique, mais elle n'est pas représentative si sa fréquence ou son extension sont réduites).

2. LES LAPIÉS

Dans le Massif de Piatra Craiului on remarque comme des formes spécifiques les *lapiés de stratification* (Fig. 5 et 6). D'autres types cités dans la littérature de spécialité (GÈZE, 1973, NAUM et GRIGORE, 1974), on en trouve sur tous les deux versants du massif. L'espace large sur lequel ils se développent et leur densité définissent les lapiés comme des formes exokarstiques représentatives pour le massif.

2.1. LES LAPIÉS DE STRATIFICATION

La dénomination de «lapiés de stratification» nous a été suggérée par celle de «joint de stratification» (GÈZE, 1973). On a déjà anticipé que ces lapiés représentent des formes spécifiques pour Piatra Craiului. Ils ont été signalés pour la première fois ici, mais sous la dénomination de «lapiés de crête» car ils connaissent un large développement dans la partie supérieure des versants, où les couches de calcaire ont l'inclinaison supérieure à 60° (VELCEA, 1960).

Leur modelage sur les discontinuités de stratification est évident. Là où les couches sont verticales ou presque verticales, les lapiés de stratification ont aussi une position similaire, fait pour lequel ils ont été également dénommés «lapiés verticaux» (NAUM et GRIGORE, 1974).

Les dimensions des *lapiés de stratification* varient en fonction du stade d'évolution. La majorité ont 2–5 m de longueur, 15–20 cm de largeur et 10–15 cm de profondeur. Il y a bien des cas où ils ont des valeurs considérablement plus importantes, pouvant atteindre des dizaines de mètres comme longueur, la largeur et la profondeur dépassant 1,0 m. Dans le stade d'évolution le plus avancé, certains des lapiés de stratification «se transforment» en *hornuri aveugles*. L'évolution accélérée des lapiés en discussion est favorisée aussi par le fait qu'ils sont développés sur des calcaires nus, soumis à l'action du «couple» dissolution-érosion associé avec des processus périglaciaires. *Orga Mare*, *Creasta Frumoasz*, *Țimbalul Mare* et les versants des vallées *Padina Onchisz*, *Padina Popii* et *Ciorânga Mare* sont les plus typiques exemples avec des lapiés de stratification (Fig. 5).

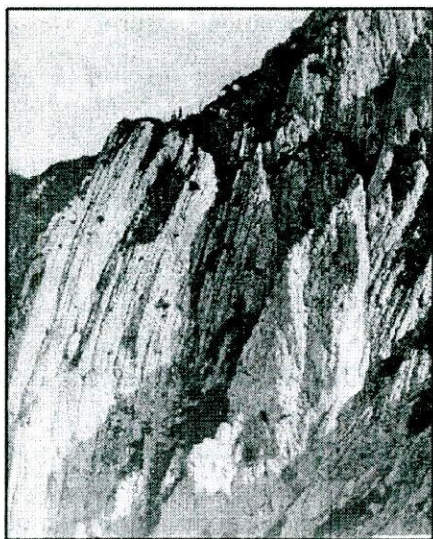


Fig. 5. – Orga Mare (Padina Încăisă): lapiés de stratification.

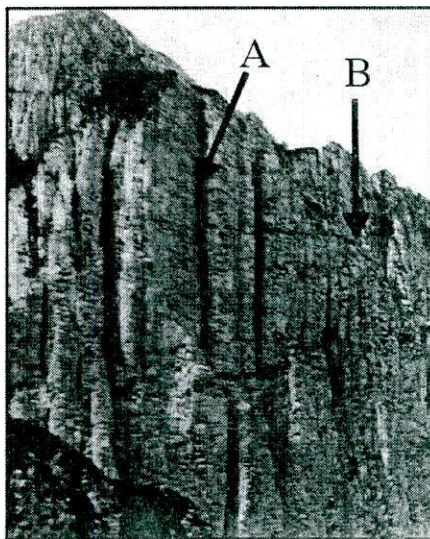


Fig. 6. – A – lapiés de diaclase; B – lapiés de stratification.

2.2. AUTRES TYPES DE LAPIÉS

On rappelle que «les lapiés en relief» (GÈZE, 1973), les «lapiés aigus» (BLEAHU, 1982), etc., c'est-à-dire *les formes calcaires proéminentes, ne sont pas des formes karstiques, mais des formes résiduelles calcaires, résultées après une étape ou phase de karstification.*

Dans le massif de Piatra Craiului il existe de nombreux types de lapiés mentionnés dans la littérature, sans avoir, quand même, un très large développement. Les plus fréquentés sont les lapiés développés sur les discontinuités de la roche. Donc, à côté de la stratification, on mentionne les diaclases et les fissures. Leur présence peut être généralisée au niveau du massif entier, mais la plus importante densité est enregistrée sur les versants de Piatra Mare.

On cite brièvement **les lapiés de diaclase** (Fig. 6A). Ceux-ci présentent des ressemblances morphologiques aux lapiés de stratification, mais ils diffèrent des dernières spécialement par leurs dimensions plus grandes. Normalement, leur densité est plus réduite. Une partie des lapiés de diaclase peut évoluer en devenant des «*hornuri*» ou des «*hornuri*» *aveugles*.

Les lapiés développés sur des fissures ou systèmes fissuraux ont une densité plus grande que celles des diaclases, les premières ayant des dimensions plus réduites et des formes très diverses: *des cannelures, des petites rigoles, des lapiés ronds*, etc. (Fig. 7 et 8).

Tous les types de lapiés mentionnés ont le plus grand développement sur les versants calcaires nus de Piatra Mare (karst nu), fait qui favorise:

- une évolution accélérée, déterminée par l'association des processus périglaciaires avec l'action conjuguée dissolution-érosion ;
- la forte infiltration des précipitations en calcaires, même si la déclivité accentuée des versants (plus de 25°) est favorable à l'écoulement de surface.

Les lapiés du type cannelures, rigoles, etc., développés sur le revers de la Cuesta Pietricica et les versants de Piatra Mică sont *colmatés* et *demi-colmatés*. Dans la plupart des cas, la déclivité la plus réduite des sous-unités mentionnées a permis le développement des sols rendziniques et de la végétation qui ont colmaté totalement ou partiellement les lapiés.

La plus grande partie des surfaces en discussion est couverte des forêts, mais dans quelques secteurs (*La Sălăstruc, La Stână, Poiana Zănoaga*) il existe aussi des pelouses. Ici, le paysage est dominé par le *relief résiduel calcaire*, dénommé par certains spécialistes «des lapiés en relief» (GÈZE, 1973) ou «des lapiés en troupeau de mouton» (BLEAHU, 1982) (Fig. 9).

En synthétisant, il faut retenir que *les lapiés* sont des formes exokarstiques représentatives et que *les lapiés de stratification* représentent des formes spécifiques pour le Massif Piatra Craiului.

Fig. 7. – Lapiés de discontinuités de la roche (petites rigoles).

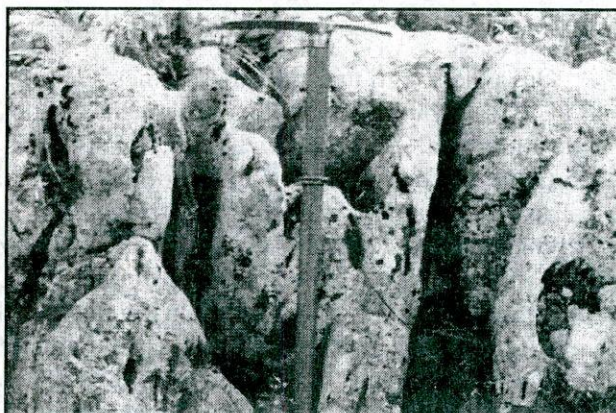


Fig. 8. – Lapiés de discontinuités de la roche (fissures).

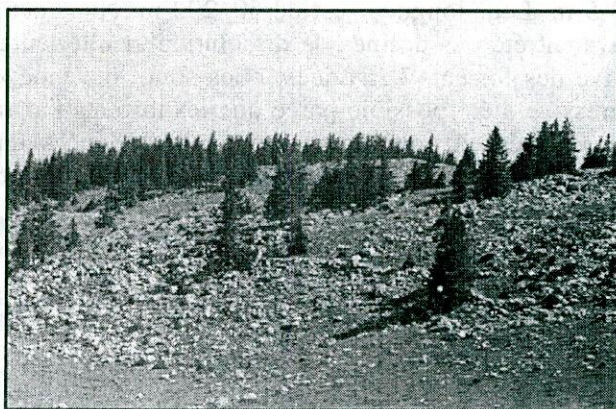


Fig. 9. – La Sălătruc – champ de lapiés et relief résiduel calcaire.

3. LES DOLINES

On a déjà anticipé que les dolines ne sont pas caractéristiques pour le massif. On retrouve des dolines seulement sur des zones restreintes du versant est de Pietricica (*La Sălăstruc, La Stână, Poiana Mare*) et celui sud de Piatra Mică (*Poiana Zănoaga*). Quelques dolines existent aussi dans la partie sudique du massif (*Plaiul Mare, Plaiul Mic*) (Fig. 3).

On remarque le microsecteur karstique *Poiana Mare* avec une surface de 1,5 km², où nous avons inventarié 18 dolines, dont 3 ont le diamètre de plus 20 m et la profondeur de plus 10 m. On signale un phénomène intéressant dans la doline A (*Poiana Mare* – Fig. 3) ayant le diamètre de 24 m et la profondeur de 12 m. Ici fonctionnait un lac permanent. Les mouvements produits lors du tremblement de terre de 1977 ont décolmaté un vide souterrain qui a favorisé le drainage de l'eau de la doline. Aujourd'hui la dénomination *La Lac* (CONSTANTINESCU, 1976) est remplacée par celle de *Poiana Mare* ou *Poiana Urăților*.

Suite aussi au tremblement de terre de 1977, sur *Valea Ulucilor* s'est formée une doline ayant le diamètre de 7 m et la profondeur de 3,5 m.

D'après leur genèse on peut différencier 3 types de dolines: *dolines d'effondrement*, *dolines de dissolution* et *dolines-vallées*.

Les dolines d'effondrement se trouvent dans *Valea cu Prepeleac* et *Valea Ulucilor*, dans le microsecteur karstique *Poiana Mare* (CONSTANTINESCU, 1976). C'est la seule place dans le Massif Piatra Craiului où l'on trouve des dolines d'effondrement.

Les dolines de dissolution sont présentes sur les surfaces ayant la déclivité plus réduite, c'est-à-dire *La Sălăstruc, La Stână* et *Poiana Zănoaga*. La plupart d'entre elles ont une forme ovale-allongée, ayant le grand axe de 20–30 m et la profondeur de 2–5 m. Le plus révélatif secteur est *La Stână* (Fig. 10).

Les dolines-vallées. Dans les secteurs mentionnés plus haut, on constate 2 ou 3 cas des dolines-vallées (dénomination arbitraire). Quelques torrents ont l'origine semblable à des vallées larges (20–30 m) et la profondeur seulement de 3–5 m. Leur longueur est de 50–200 m. Nous considérons qu'initialement elles avaient été des dolines de dissolution et ultérieurement, par l'évolution régressive des torrents karstiques, elles sont «devenues» des vallées. L'évolution régressive a été possible parce que les torrents karstiques continuent en aval avec des vallées à cours permanents, développées dans des conglomérats vracocénomaniens, qui ont un comportement général proche de celui des roches imperméables.

4. CONCLUSIONS

Le développement très faible et même l'absence des dolines, des ouvalas, des poljés, etc. et la présence d'autres formes spécifiques du massif, c'est-à-dire

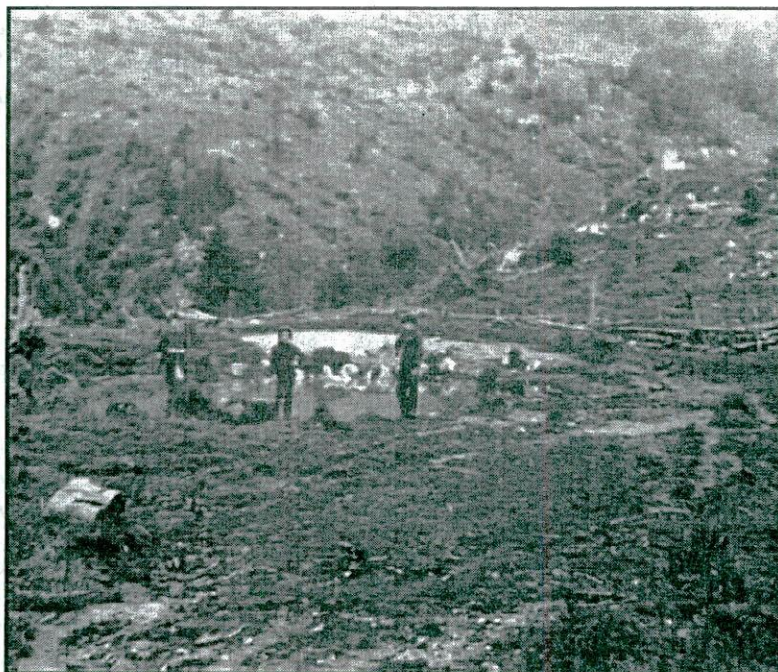


Fig. 10. – Dolines de dissolution: diamètre 12 m, profondeur 3,5 m (*La Stână*).

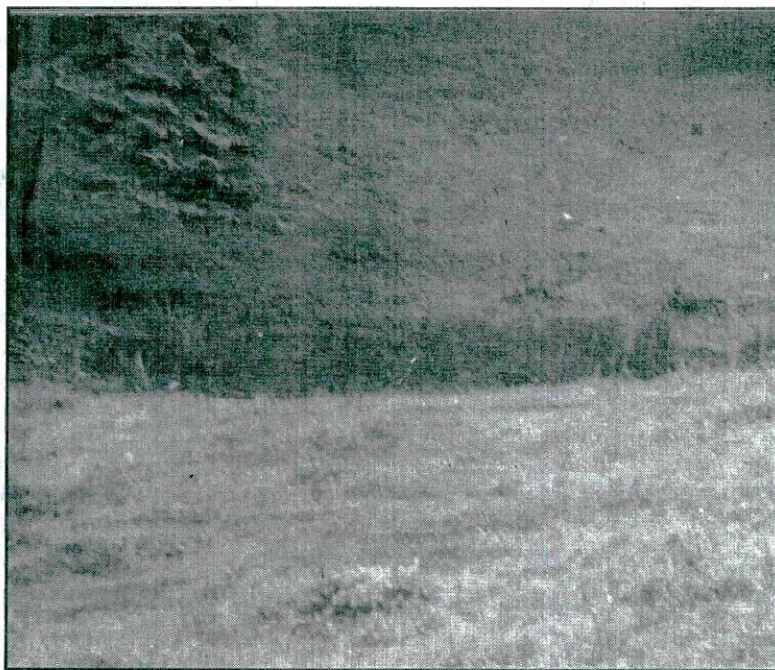


Fig. 11. – Dolines de dissolution: diamètre 6 m, profondeur 2,5 m (*Poiana Mare*).

les vallées de type Piatra Craiului, les «hornuri» aveugles et les lapiés de stratification représente la principale particularité du l'exokarst de Piatra Craiului.

Les formes calcaires proéminentes ne sont pas des formes karstiques, mais du relief résiduel, résultat comme suite à une étape (phase) de karstification.

BIBLIOGRAPHIE

- BLEAHU, M., *Relieful carstic*. Editura Albatros, București, 242–249, 1982.
- COCA, S., Avenul de sub Colții Grindului (-540 m) – deepest cave in Romania. *Proceeding of the 12th International Congress of the Speleology*, Switzerland, **4**, 87–90, 1977.
- CONSTANTINESCU, T., *Considérations géomorphologiques et spéologiques sur la partie septentrionale du Massif Piatra Craiului*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XII**, 279–302, 1973.
- CONSTANTINESCU, T., *Le karst de Pietricica (Massif de Piatra Craiului, Carpates Méridionales)*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XV**, 233–245, 1976.
- CONSTANTINESCU, T., *Évolution du réseau hydrographique de la zone karstique Prăpăștiile Zărneștilor*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XVI**, 217–228, 1977.
- CONSTANTINESCU, T., *Le karst de Piatra Craiului. Note I*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XIX**, 203–217, 1980.
- CONSTANTINESCU, T., *Le Massif de Piatra Craiului. Genèse et évolution des torrents des versants nord-ouest et nord; glaciation pléistocène*, Theoret. and Appl. Karst., **1**, 99–106, 1984.
- CONSTANTINESCU, T., *Carte de la circulation des eaux souterraines dans. Le Massif de Piatra Craiului*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XXIII**, 75–79, 1984.
- CONSTANTINESCU, T., *Évolution du réseau hydrographique du Couloir de Dâmbovicioara. Genèse et évolution de la Vallée de Dâmbovicioara*, Theor. Appl. Karst., **2**, 55–64, 1985.
- CONSTANTINESCU, T., *Évolution du réseau hydrographique du Couloir de Dâmbovicioara. Note 2. Genèse et évolution de la Vallée Dâmbovicioara*, Theor. Appl. Karst., **4**, 117–126, 1987.
- CONSTANTINESCU, T., *Évolution du réseau hydrographique du Couloir de Dâmbovicioara. Note 3*, Theor. Appl. Karst., **5**, 67–81, 1992.
- CONSTANTINESCU, T., *Massif de Piatra Craiului. Particularités morphogénétiques. Sous-unités karstiques*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XXXI**, 139–150, 1992.
- CONSTANTINESCU, T., *Masivul Piatra Craiului. Studiu geomorfologic*, Rezumatul tezei de doctorat, Univ. București, Fac. de Geografie, 1994.
- CONSTANTINESCU, T., *Masivul Piatra Craiului. Particularitățile reliefului*. Ocrot. Nat. și Med. Înconj., Edit. Acad. Române, 35–46, 1996.
- CONSTANTINESCU, T., *Le Karst de Piatra Craiului. Particularités des composants géosystémiques (I)*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XXXV**, 1996.
- CRISTEA, E., *Piatra Craiului. Turism-Alpinism*, Editura Sport-Turism, 71–322, 1984.
- GÈZE, B., *Lexique des termes français de spéléologie physique et de karstologie*, Annales Spéléol. **28** 1, 1–20, 1976.
- GORAN, C., *Catalogul sistematic al peșterilor din România 1981*, Editat de Cons. Naț. pentru Educație Fizică și Sport, 1982.
- GORAN, C., *Les types du relief karstique de Roumanie*, Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XXII**, 92–101, 1983.
- ONCESCU, N., *Région de Piatra Craiului-Bucegi. Étude géologique*, Anal. Inst. Geol. Rom., **XXII**, 1–124, 1943.

- ORĂȘEANU, I., GAȘPAR, E., BULGĂR, AL. ET TERTELEAC, N., *Hydrological study of Dâmbovicioara Passage*, Theor. Appl. Karst., **1**, 153–164, 1984.
- PATRULIUS, D., *Geologia Masivului Bucegi și a Culoarului Dâmbovicioara*, Editura Academiei R.S.R., 244–250, 1969.
- POPESCU, I., *Contribuții la cunoașterea stratigrafiei și structurii geologice a Masivului Piatra Craiului*, D. S., **LII**, Partea a 2-a, 157–176, 1967.
- VELCEA, V., *Masivul Piatra Craiului. Considerații geomorfologice*, Univ. Buc. Sr. Șt. Nat., Anul **27**, 145–152, 1960.
- VELCEA, V. et SAVU, A., *Geografia Carpaților și a Subcarpaților românești*, Edit. Didactică și Pedagogică, 125–130, 1982.

In Memoriam



MIRCEA ULPIU FERU

(1930 – 1997)

La disparition de Mircea Feru le 14 mars 1997 a mis fin à une vie d'une rectitude exemplaire. Le Dr. Petre-Mihai Samson et moi-même avons perdu un ami fidèle et un collaborateur des plus distingués.

Mircea Ulpiu Feru est né le 24 avril 1930 à Oradea. Son enfance et son adolescence furent passées dans la ville natale où il fit ses études à l'école générale et au lycée «Emanoil Gojdu». En quittant Oradea à cause des vicissitudes de la seconde guerre mondiale, il fut obligé de continuer ses études à Arad et Radăuți. Après la guerre, il suivit les cours de la Faculté de Géologie–Géographie à Cluj où dès sa III-ème année d'études, il fut nommé préparateur auprès du professeur Iacob. Jeune licencié de la faculté de Cluj, Mircea Feru s'installa à Bucarest (1953), où il travailla pour l'Entreprise d'État pour les Explorations Minières (ISEM) et puis pour l'Entreprise de Prospections Géologiques et Géophysiques (IPGG), qu'il ne quittera qu'au moment de sa retraite, survenue en 1991. Son grand attachement pour le domaine de l'hydrogéologie le détermina,

même après sa retraite, de continuer ses activités scientifiques dans le cadre du Comité Directeur de l'Association des Hydrogéologues de Roumanie (AHR). De même, il participait activement, exposant les résultats de sa grande expérience, aux Colloques de Karstologie Théorique et Appliquée organisés annuellement par l'Institut de Spéologie.

Le Dr. P.-M. Samson et moi, qui eûmes la chance de nous compter parmi ses amis et collaborateurs, nous conservons une image lumineuse de la très riche personnalité de Mircea Feru, qui alliait l'homme de haute tenue morale au spécialiste reconnu dans les problèmes d'hydrologie et de géologie du Plio-Quaternaire. Son œuvre scientifique s'est concrétisée en plus de 50 travaux, publiés dans des revues de Roumanie et de l'étranger. Ses principales recherches furent axées sur des thèmes relatives à l'hydrologie régionale, à l'alimentation en eau potable et industrielle, aux conditions hydrogéologiques des dépôts de lignite d'Olténie, à la genèse des eaux minérales et thermales.

À part ces travaux qui le consacrèrent en tant que spécialiste en hydrogéologie, Mircea Feru entreprit en collaboration avec la Section de Paléontologie de l'Institut de Spéologie des études d'ordre stratigraphique et biostratigraphique sur les dépôts miocènes et plio-pléistocènes de Roumanie. Nous fûmes heureux, le Dr. Samson et moi, de travailler avec lui sur la stratigraphie des gisements riches en mammifères pliocènes et quaternaires du Bassin Dacique à partir même de notre première rencontre sur les chantiers de fouilles paléontologiques de la moyenne vallée de l'Oltet, dans la zone de Tetoiu (Bugiulești) – Irimești, où il était le représentant du Comité Géologique de Roumanie. Nos études communes se continuèrent avec les coupes à micromammifères découvertes dans la vallée de l'Olt (Slatina, Milcovul din Vale, Cherlești-Moșteni, Izvoru et Drăgănești-Olt). Avec Mircea Feru, nous avons mis au point une première biostratigraphie cohérente des dépôts plio-pléistocènes dans l'Ouest du Bassin Dacique, à laquelle se sont ajoutées les découvertes de faunes à micromammifères du Bassin de Crișul Alb, datant de la fin du Miocène moyen et du début du Miocène supérieur (voir la liste annexe des travaux publiés avec les paléontologues de l'Institut de Spéologie).

Rappelons qu'une partie des localités fossilifères explorées en commun sont devenues des sites de référence sur le plan mondial pour la biostratigraphie du Miocène (Comănești) et du Plio-Pléistocène (Slatina, Drăgănești-Olt, Izvoru). Grâce aux investigations de terrain de Mircea Feru, nous connaissons mieux maintenant les faunes des grands mamifères du bassin du Jiu, parmi lesquelles figure l'association pliocène de Cernatești, contenant à l'état de rareté l'éléphant le plus archaïque d'Europe (*Mammuthus rumanus* Ștefănescu).

Nous gardons un vif souvenir des longues conversations avec Mircea à propos de la biostratigraphie du Néogène et du Quaternaire, interrompues par des digressions sur l'architecture, la peinture ou la musique. Nous nous rappelons les soirées passées chez lui à Bucarest, lorsqu'il préparait ses fameux cock-

tails. Nous gardons aussi un bien agréable souvenir de la présence discrète et accueillante de Madame Feru pendant nos visites.

Mircea Feru a toujours été un homme de cœur et d'honneur. En signe d'hommage, le Dr. Samson et moi lui avons dédié en 1987 une espèce nouvelle de rongeur arvicolidé, nommée *Dolomys ferui*, découverte dans le Pliocène supérieur de Cherleştii-Moşteni.

Avec la disparition de Mircea Feru, aussi bien le Dr. Samson que moi avons vivement ressenti la perte d'un ami respecté et d'un collaborateur de valeur. Il avait laissé un vide non seulement dans nos préoccupations scientifiques, mais aussi dans nos âmes. Nous prions Madame Feru et Mr. Adrian Feru, qui continue dans le domaine de l'hydrologie les recherches effectuées par son père, de recevoir nos sincères condoléances et de croire à nos profonds regrets.

TRAVAUX PUBLIÉS AVEC LES PALÉONTOLOGUES DE L'INSTITUT DE SPÉOLOGIE

- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON P. (1965). Contribuţii la cunoaşterea faunei de mamifere villafranchiene din vestul Depresiunii Getice (interfluviul Jiu – Motru), *Lucrările Institutului de Speologie «Emil Racoviţă»*, **4**, 285–297, Bucureşti.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON P. (1977). Restes de mammifères dans les dépôts quaternaires psammo-pséphitiques du secteur est de la Plaine roumaine orientale, *Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza»*, **16**, 141–150, Bucureşti.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON P. (1978). Biostratigraphie (Micromammifères) des dépôts plio-pléistocènes de la zone de Slatină (dép. d'Olt), *Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza»*, **17**, 117–134, Bucureşti.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON P. (1979). La faune de micromammifères du Miocène de Tauţ (dép. d'Arad), *Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza»*, **18**, 185–190, Bucureşti.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON, P. (1979). Biostratigraphie (Micromammifères) des dépôts plio-pléistocènes du domaine gétique de la Dépression Valaque *Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza»*, **18**, 141–169, Bucureşti.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON, P. (1980). La faune de micromammifères du Miocène de Comaneşti (dép. d'Arad), *Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza»*, **19**, 171–190, Bucureşti.
- FERU, M., RĂDULESCU, C. et SAMSON, P. (1983). Succession des mammifères plio-pléistocènes dans le Bassin Dacique (Roumanie), *Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică*, **59**, 161–169, Bucureşti.

Dr. COSTIN RĂDULESCU

TRAVAUX PARUS AUX ÉDITIONS DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

- C. LASCU, S. SÂRBU, *Peșteri scufundate*, 1987, 225 p.
- E. RACOVITĂ, *Cugetări evoluționiste* (Pensées évolutionnistes), ediție îngrijită de Gh. Racoviță, 1993, 320 p.
- * * * *Chronostratigraphie und Neostratotypen. Neogen der Zentrale Paratethys*, Bd. IX Pliozän P1₁ Dacien, 1995, 530 p.
- * * * *Soil fauna of Israel*, D.T.P. Ed. E. Nitzu, 1995, 156 p.
- E. RACOVITĂ, *A ști sau a nu ști. Adevărurile vieții lui Emil Racoviță*, 1999, 560 p.
- R. FICHEUX, *Les Monts Apuseni (Bihor). Vallées et aplanissements*, 1997, 535 p.
- B. P. ONAC, *Formațiuni stratigrafice în peșterile Pădurii Craiului*, 1998, 175 p.

ISSN 0301-9187

TRAV. INST. SPÉOL. «ÉMILE RACOVITZA», T. XXXVI, P. 1-228,
BUCAREST, 1997

AVIS AUX AUTEURS

Les Travaux de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza» publient des articles originaux dans tous les domaines de la Spéologie: géomorphologie karstique, hydrologie souterraine, biospéologie et spéopaléontologie. Les sommaires sont complétés par une rubrique consacrée aux manifestations scientifiques du domaine de la Spéologie, ainsi que par des comptes rendus sur des travaux spécialisés.

Les auteurs sont priés d'envoyer leurs manuscrits imprimés en deux exemplaires à double interligne. Le texte de l'article sera précédé d'un résumé très succinct, de 10 lignes au maximum. L'explication des figures ainsi que les tableaux seront dactylographiés à part. Les dessins et les diagrammes seront exécutés à l'encre de Chine. Si possible, les figures doivent être soumises dans leur format final. Aucun document original ne doit dépasser le format 13×21 cm.

Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des auteurs. Elles doivent comprendre: le nom de l'auteur (avec majuscules), l'initiale du prénom, le titre complet de l'article, le titre de la publication (abrégé conformément aux usances internationales), le numéro du tome et du fascicule, la première et la dernière page de l'article, l'année de parution. Dans les cas des publications non périodiques, on indiquera la maison d'édition et la localité. Si plusieurs publications du même auteur sont datées de la même année, elle seront distinguées par lettres a, b, c, etc.

Exemple:

DECU, V., *Contribuții la studiul morfologiei interne la Coleopterele cavernicole din seria filetică Sophrochaeta Reitter (Catopide – Bathysciinae)*. St. Cerc. Biol., Ser. Biol. anim., **13**, 3, 395–407, 1961.

Le renvoi aux références bibliographiques comportera le nom de l'auteur et l'année placés entre parenthèses.

Le nom de l'institution sous le patronage de laquelle les travaux ont été effectués doit être mentionné à la fin de l'article.

Les auteurs sont priés de fournir avec le manuscrit la disquette correspondante au format 3"1/2, éditée en *Word for Windows* et portant les indications suivantes: titre exact du fichier, nom du système d'exploitation (seulement pour PC, IBM compatible), nom du traitement de texte et numéro de version (ex. Word 6/Windows 95). Les tableaux doivent être enregistrés dans un fichier séparé (aucun tableau ne doit dépasser le format 13 × 21 cm).

La responsabilité concernant le contenu des articles revient exclusivement aux auteurs.

La correspondance concernant les manuscrits, l'échange des publications, etc. sera adressée au Comité de rédaction – 11, rue Frumoasă 78114, Bucarest.