

1-1-1996

Travaux de L`Institut de Speologie Emile Racovitza, 1996

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

Recommended Citation

"Travaux de L`Institut de Speologie Emile Racovitza, 1996" (1996). *KIP Articles*. 5811.
https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/5811

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 XXXV 1996



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)
CHRISTIAN JUBERTHIE (Moulis, France), membre
d'honneur de l'Académie Roumaine
VASILE DECU
CRISTIAN GORAN
ȘTEFAN NEGREA
JACOB PARZEFALL (Hamburg, Allemagne)
GHEORGHE RACOVITĂ
PETRE-MIHAI SAMSON
VALERIO SBORDONI (Roma, Italie)
EMIL SILVESTRU

Secrétaires de rédaction:

EUGEN NIȚU
VIOREL HOROI

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

Toute commande de l'étranger sera adressée à ORION SRL, Splaiul
Independenței 202 A, Bucarest 6, Roumanie P.O. Box 74-19,
Tx. 11939

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

©, 1999, EDITURA ACADEMIEI ROMÂNE
Calea 13 Septembrie, nr. 13, 78717 București, România, tel. 631.74.00

TRAVAUX DE L'INSTITUT DE SPÉOLOGIE „ÉMILE RACOVITZA”

Tome XXXV

1996

SOMMAIRE

C. RĂDULESCU, Le 75 ^e anniversaire de l'Institut de Spéologie "Émile Racovitza" (1920-1995).	3
V. N. CONSTANTINESCU, 75 ans de spéologie en Roumanie.	9
P. FORTI, Message	11
R. FICHEUX, Message	13
D. L. DANIELOPOL, «Biospeologica» et son empreinte culturelle sur l'Institut de Spéologie «É. Racovitza»	15
I. TABACARU, Contribution à l'étude du genre <i>Hyloniscus</i> Verhoeff (Crustacea, Isopoda). II. Diagnoses des genres <i>Hyloniscus</i> et <i>Nippononethes</i> nov. gen. La tribu des Spelaeonethini	21
PAULA PRUNESCU, C. C. PRUNESCU, The ultrastructure of the tracheae of tracheal lungs in <i>Scutigera coleoptrata</i> (Notostigmophora, Chilopoda)	63
GH. RACOVIȚĂ, Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. II. Le sous-genre <i>Parapholeuon</i> Ganglb. du bassin de Crișul Repede (Monts Pădurea Craiului)	71
OANA MOLDOVAN, HÉLÈNE ALVES et J. M. JALLON, Données préliminaires sur les hydrocarbures cuticulaires chez quelques espèces de <i>Drimeotus</i> s.str. (Coleoptera, Leptodirinae)	109
C. PLEȘA, OANA MOLDOVAN, ANCA MUNTEANU, Aperçu biospéologique sur la Grotte de Vadu-Crișului, Monts Pădurea Craiului (Transylvanie, Roumanie)	117
J. P. CARBONNEL, V. DECU, PH. OLIVE, I. POVARĂ et V. GHEORGHIU, Première datation par ¹⁴ C du remplissage de guano d'une grotte des Carpates Meridionales: Peștera lui Adam (Roumanie)	145
ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCU M. ABBASSI, Les microvertébrés de la Grotte Bordu Mare (Ohaba-Ponor, Roumanie): paléontologie et paléoécologie	155
ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCU, Les microvertébrés de la Grotte Spurcată (ou la Grotte De Sus - Nandru, Département Hunedoara, Roumanie)	177
G. DIACONU, Un cas particulier de spéléogénèse	199
T. CONSTANTINESCU, Le karst de Piatra Craiului (I) Particularités des composants géosystémiques	203
GH. RACOVIȚĂ, Émile Pop - un sensible biographe d'Émile Racovitza	223

Le 75^e ANNIVERSAIRE DE L'INSTITUT DE SPÉOLOGIE "ÉMILE RACOVITZA"

(1920–1995)

Certes, le projet de la fondation du premier Institut de Spéologie au monde ne fut pas l'œuvre d'un jour. On considère comme point de départ de la série d'événements conduisant à la réalisation de ce projet, si cher au célèbre explorateur du Pôle Sud et à l'océanographe que fut Émile Racovitza, la croisière de 1904 à bord du «Roland» lorsque le jeune savant, associé à la direction du Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, découvrit, dans la Grotte du Dragon, aux Baléares, le fameux cirolanide *Typhlocirolana moraguesi* dont l'adaptation si frappante au milieu cavernicole décida définitivement son orientation vers l'étude du monde souterrain. Quelques années plus tard, en 1907, dans son mémorable «Essai sur les problèmes biospéologiques», publié dans les «Archives de Zoologie Expérimentale et Générale», Émile Racovitza jetait les bases d'une science nouvelle, la Biospéologie. La parution de l'«Essai» marqua, en même temps, le premier pas vers la constitution d'une association internationale de spécialistes dont les mémoires, dédiés à la connaissance de la faune souterraine, furent réunis sous le titre commun de «Biospeologica».

Regagnant sa patrie, après la première conflagration mondiale, Émile Racovitza fonda, en 1920, à Cluj, l'Institut de Spéologie, l'une des plus anciennes institutions de recherche fondamentale de Roumanie. Disposant d'un statut officiel par la loi de fondation signée par le roi Ferdinand, parue dans le Moniteur Officiel n° 86 du 20 Juillet 1920, l'Institut de Spéologie était la continuation logique mais sous une forme amplifiée de l'entreprise à participation internationale «Biospeologica». A la direction du nouvel Institut furent associés deux collaborateurs et amis d'Émile Racovitza, le français René Jeannel, même à partir de 1920 et, en 1922, Pierre Alfred Chappuis, d'origine suisse. Le premier deviendra célèbre par ses études d'entomologie et biogéographie, le second par ses recherches sur la faune aquatique souterraine.

Une intense activité d'exploration des grottes d'Europe et d'Afrique conduira à la réalisation des 41 mémoires publiés dans les «Archives de Zoologie Expérimentale et Générale» dans la section de «Biospeologica».

Cette première partie de l'histoire de l'Institut de Spéologie est généralement qualifiée de «période internationale». Peu après le décès d'Émile Racovitza, en 1947, Pierre Alfred Chappuis, qui assumait la direction, est obligé, à la suite du bouleversement des structures sociales et de l'installation du communisme au pouvoir, de quitter la Roumanie (1949). Ainsi s'achève un

chapitre très important, surtout de la Biospéologie dont le centre mondial avait été représenté par l'Institut de Spéologie de Cluj.

La période 1949-1956 est marquée par le déclin de l'Institut de Spéologie dont l'existence, sa disparition étant décidée dès 1949, fut continuée grâce à l'intervention de l'académicien Gheorghe Macovei, la personnalité la plus influente de la géologie roumaine, auprès les dirigeants de l'époque. Une année plus tard (1950), dans le cadre du Comité Géologique de Roumanie, sont créés deux «collectifs» de spéologues, l'un à Bucarest, l'autre à Cluj, qui continueront l'œuvre d'Émile Racovitza, en montrant que la spéologie est une science encore vivante et en militant pour la création d'un nouvel Institut.

Devant les efforts de nombreuses personnalités scientifiques de faire renaître la Spéologie, le 21 juin 1956, le Conseil de Ministres décida la fondation d'un Institut de recherches spéologiques avec un centre à Bucarest et une filiale à Cluj, placé sous la direction du professeur Constantin Motaș, à peine sorti de la prison, au terme d'une longue et arbitraire détention. Dans la réorganisation de l'Institut de Spéologie, le professeur Constantin Motaș fut assisté par deux proches collaborateurs, biologistes de haute compétence et d'une inégalable générosité, les professeurs Traian Orghidan et Margareta Dumitrescu.

Cette période, lorsque prend corps une «école nationale de spéologie», se caractérise par un essor particulier des recherches du domaine souterrain, à la biospéologie s'ajoutant la phréatobiologie, la paléontologie des dépôts karstiques et la spéologie physique. Paraissent les volumes «Le Centenaire d'Émile Racovitza» et le «Livre du Cinquantenaire» de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza». Des expéditions sont organisées à Cuba, aux Baléares et au Venezuela, les recherches de biospéologie faisant l'objet d'importants travaux publiés dans les Editions de l'Académie Roumaine. Le Prix «Émile Racovitza» de l'Académie Roumaine fut décerné en 1975 au premier volume sur les «Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba».

En 1964, le professeur Traian Orghidan succède au professeur Constantin Motaș à la direction de l'Institut. En 1974, l'Institut de Spéologie perd son autonomie, étant rattaché, en tant que laboratoire, à l'Institut des Sciences Biologiques de Bucarest. Après le décès du professeur Traian Orghidan, en 1985, la direction fut assumée par M. Dan Dancău, chercheur principal.

A partir de 1983, un Symposium de Karstologie Théorique et Appliquée sera organisé chaque année. La découverte en 1986 de la grotte de Movile près de Mangalia, en Dobroudja méridionale, a fait ressortir, une fois de plus, par les études qui lui ont été consacrées, la grande complexité du monde souterrain.

Le 5 juin 1990, l'Institut de Spéologie regagne son autonomie sous l'égide de l'Académie Roumaine. Le signataire de ces lignes est nommé Directeur de

l'Institut, étant assisté, en qualité de Directeur adjoint scientifique, par M. Dan Dancău, dont le décès a eu lieu en 1994.

La période qui commence par l'intégration de l'Institut de Spéologie dans les structures de l'Académie Roumaine se distingue aussi bien par la continuation des recherches «classiques» de biospéologie, phréatobiologie, spéopaléontologie et géospéologie, avec la création d'un compartiment nouveau, celui de Karstologie régionale et du cadastre du karst, que par une plus ample ouverture vers la communauté scientifique internationale. La modernisation, non seulement des méthodes, mais encore des concepts relatifs à la spéologie et à la karstologie en général, devient une tâche impérieuse, l'Institut tendant, autant que possible et malgré ses ressources limitées, vers une recherche de pointe, assurée aussi par des coopérations avec des laboratoires spécialisés de France, des Etats-Unis, d'Allemagne et d'autres pays.

Rappelons encore la parution en 1994 du premier tome de «Encyclopaedia Biospeologica», résultat d'exceptionnelle valeur et de grande signification pour la collaboration franco-roumaine et notamment pour les relations avec le Laboratoire Souterrain de Moulis. Mentionnons la continuation des recherches pluridisciplinaires, consacrées à la grotte de Movile et à la connaissance approfondie des écosystèmes souterrains, aux associations de mammifères des dépôts karstiques et stratifiés, à l'étude complexe du karst carpato-pontique et à la nécessité immédiate de réaliser un catalogue des grottes et des zones karstiques de Roumanie.

Comme nous l'avons déjà anticipé dans *l'Avant propos* du XXXIV^e volume des «Travaux de l'Institut de Spéologie 'Émile Racovitza'», l'année 1995 fut marqué par le 75^e anniversaire de la fondation de cette vénérable institution de recherche fondamentale.

Cet anniversaire nous donna l'occasion d'organiser deux séances solennelles, l'une à Bucarest, l'autre à Cluj-Napoca, suivies par deux réunions scientifiques à participation internationale, à savoir le Colloque «75 ans de biospéologie en Roumanie» (26–28 mai) et le XIII^e Symposium de Karstologie Théorique et Appliquée (26–30 mai). Ces réunions eurent lieu à Cluj-Napoca.

La première séance solennelle se déroula sous la coupole de l'Académie Roumaine (24 mai), en présence de personnalités de la vie scientifique et culturelle de Roumanie et de l'étranger. Cette séance fut placée sous le haut patronage de M. l'Académicien Virgiliu N. Constantinescu, Président de l'Académie Roumaine, qui prononça l'allocution d'ouverture.

M. l'Académicien Nicolae Botnariuc, Président de la Section des Sciences Biologiques de l'Académie Roumaine, retraça les étapes du développement de l'Institut de Spéologie et les directions à suivre sous l'égide de l'Académie Roumaine.

La commémoration fut honorée de la présence de Son Excellence M. Bernard Boyer, Ambassadeur de France en Roumanie et de deux éminents spécialistes français, M. le Docteur Christian Juberthie, Membre d'honneur de l'Académie Roumaine, Directeur du Laboratoire Souterrain de Moulis et M. le Professeur Claude Drogue, Directeur du Laboratoire d'Hydrogéologie de l'Université de Montpellier, qui évoquèrent les principaux aspects de l'étroite collaboration franco-roumaine en biospéologie, géospéologie et karstologie.

M. le Docteur Anatolie David nous apporta le salut cordial et fraternel de la part de l'Institut de Zoologie de l'Académie des Sciences de la République de Moldavie.

Des messages d'association à la commémoration de cet anniversaire nous sont parvenus de l'étranger, de la part des collaborateurs et amis de l'Institut de Spéologie: M. le Professeur Paolo Forti de l'Université de Bologne (Italie), Président de l'Union Internationale de Spéologie, M. le Professeur Robert Ficheux, géographe (France), Membre d'honneur de l'Académie Roumaine, M. le Professeur Dan Danielopol de l'Institut de Limnologie de l'Académie des Sciences d'Autriche, M. le Docteur Francis Dov Por de l'Université de Jérusalem (Israël) et autres personnes montrant de l'attachement pour notre Institut.

M. le Docteur Gheorghe Racoviță, au nom de la filiale de Cluj-Napoca de l'Institut de Spéologie, dressa un tableau succinct des événements qui préparèrent la fondation de l'Institut de Spéologie et des conséquences de l'établissement du centre mondial des recherches biospéologiques à Cluj.

La clôture de la séance de commémoration revint à l'auteur de cet article, M. le Docteur Costin Rădulescu, Membre correspondant de l'Académie Roumaine, Directeur de l'Institut de Spéologie, qui présenta à l'auditoire les principales réalisations et les perspectives de la spéologie en Roumanie, dans des conditions sociales en permanente transformation et face aux défis multiples de la fin du XX^e siècle.

La séance solennelle de Cluj-Napoca eut lieu le 26 mai, dans l'Aula Magna de l'Université «Babeș-Bolyai». Elle fut présidée par M. le Professeur Andrei Marga, Recteur de l'Université de Cluj-Napoca, qui prononça l'allocution d'ouverture.

Prirent ensuite la parole, en évoquant aussi bien la tradition que les aspects modernes de la spéologie, en tant que science synthétique, M. le Docteur Christian Juberthie, M. le Docteur Costin Rădulescu, M. Emil Silvestru, chercheur principal, chef du compartiment de Cluj-Napoca de l'Institut de Spéologie, M. Mihai Șerban, ancien assistant d'Émile Racovitza et M. l'Ingénieur Viorel Lascu, Président de la Fédération Roumaine de Spéologie.

Suivirent les travaux par sections des deux réunions scientifiques, dédiées à la célébration de l'anniversaire de l'Institut de Spéologie: le Colloque

«75 ans de Biospéologie en Roumanie» et le Symposium de Karstologie Théorique et Appliquée. Une partie des communications ont déjà vu le jour dans le XXXIV^e volume des «Travaux de l'Institut de Spéologie». D'autres communications sont incluses dans le présent volume.

Le 75^e anniversaire de la fondation de l'Institut de Spéologie nous a donné, à tous ceux qui travaillons dans les voies tracées avec une inégalable lucidité par Émile Racovitza, un sentiment de fierté à voir que le flambeau allumé par la Maître est arrivé jusqu'à nous. Citons, en ce sens, les mots d'un autre illustre maître de la biospéologie, le Professeur Albert Vandel, Membre de l'Institut de France: «La science est une éternelle course au flambeau. Lorsque le coureur, à bout de souffle, succombe, un autre le relaie».

De nos jours, la spéologie, développée sur trois quarts de siècle par des personnalités scientifiques de premier rang, est devenue, sans doute, une des disciplines les plus ancrées dans les traditions culturelles de Roumanie.

A l'occasion du 75^e anniversaire de la fondation de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza», M. Marcel Chirnoagă, l'un des maîtres les plus réputés de l'art du dessin, réalisa, avec la force qui lui est propre, pour la couverture du Programme de la Commémoration, une composition symbolisant l'Homme dont le flambeau dissipe les ténèbres du monde souterrain.

Une médaille en bronze, que nous devons au talent de M. Bedivan, à l'effigie d'Émile Racovitza et au revers inspiré par le dessin du maître Marcel Chirnoagă a été frappée pour célébrer cet anniversaire. Une série restreinte en argent de cette médaille fut aussi frappée.

Nous devons à notre collègue M. le Docteur Eugène Șerban de l'Institut de Spéologie, la belle composition qui orne la couverture du Programme de Biospéologie.

Dr. COSTIN RĂDULESCU

Reçu le 17 juin 1995

75 ANS DE SPÉOLOGIE EN ROUMANIE

Nous sommes réunis ici pour commémorer 75 ans depuis la création de l'Institut de Spéologie fondé par le célèbre explorateur polaire et biologiste que fut Émile Racovitza. Il s'agit d'un des premiers instituts de recherches fondamentales de Roumanie et du premier Institut de Spéologie du monde.

Rappelons-nous que la fondation de l'Institut de Spéologie à Cluj en 1920, après la première guerre mondiale, lorsque la Transylvanie fut attachée à la Roumanie, n'a pas représenté un événement scientifique isolé; au contraire, la création de cet Institut était la continuation logique de toute la «période française» de l'activité d'Émile Racovitza consacrée à la biospéologie et aux domaines connexes de cette science, à la spéologie, conçue comme une science synthétique, interdisciplinaire.

L'Institut de Spéologie est la continuation, sous une forme amplifiée, sur le sol roumain, des activités de l'Association à caractère international, appelée «Biospeologica», créée en France par Racovitza et par son fidèle collaborateur et ami René Jeannel, célèbre coléoptérologue. La loi décidant la création d'un Institut de Spéologie à l'Université de Cluj fut promulguée le 26 avril 1920. «Biospeologica» recevait une consécration officielle et la possibilité de se développer plus activement avec un personnel permanent et avec des moyens d'investigation suffisants. Bientôt, Racovitza sera aidé dans son œuvre non seulement par René Jeannel, mais encore par le Suisse Pierre-Alfred Chapuis, un très connu spécialiste des crustacés aquatiques souterrains.

Après la période extrêmement dure représentée par la deuxième guerre mondiale et surtout après la mort d'Émile Racovitza en 1947, l'Institut subit, comme vous le savez, une importante éclipse, mais en 1956, il fut réorganisé sous la direction du professeur Constantin Motaș, ayant à ses côtés des fidèles collaborateurs: les professeurs Traian Orghidan, Margareta Dumitrescu et Valeriu Pușcariu. Deux centres, l'un à Bucarest, l'autre à Cluj, vont désormais entreprendre des recherches dans la voie ouverte par Racovitza. Une pléiade de jeunes naturalistes se constitue dans une «école roumaine de spéologie».

Après la Révolution du décembre 1989, le 1 juillet 1990, l'Institut de Spéologie, redevenu autonome, est intégré dans les structures de l'Académie Roumaine, ses recherches étant conçues dans un esprit plus libre et avec le concours des laboratoires spécialisés d'autres pays, surtout le Laboratoire souterrain de Moulis, ayant comme directeur le professeur Christian Juberthie, membre d'honneur de l'Académie Roumaine. Une nouvelle période commence ainsi. Je voudrais évoquer, pour cette dernière période, les recherches d'un succès international incontestable, relatives à la grotte «Peștera de La Movile»

en Dobroudja méridionale, la parution du premier tome de la monumentale «Encyclopaedia Biospeologica», la récente expédition des biospéologues roumains en Israël. Mais je dois mentionner aussi les recherches entreprises par les paléontologues, les géospéologues et les karstologues de l'Institut de Spéologie: l'étude des micromammifères fossiles des grottes de Provence et de la vallée du Rhône en France, le Programme Périthys effectué en collaboration avec les paléontologues de Paris et de Poitiers, les études multidisciplinaires consacrées à la glacière naturelle dite «Ghețarul de la Scărișoara», le plan ambitieux de rédiger un Atlas du Karst de Roumanie. L'Institut de Spéologie a ainsi acquis, depuis longtemps, un bien mérité statut de Centre d'Excellence de l'Académie Roumaine.

V. N. CONSTANTINESCU

Président de l'Académie Roumaine

MESSAGE DU PROFESSEUR PAOLO FORTI, PRÉSIDENT DE L'UNION INTERNATIONALE DE SPÉLÉOLOGIE

È un piacere ed un onore per me, come Presidente della Unione Internazionale di Speleologia, aver avuto la possibilità di esser presente, almeno con queste mie brevi parole di saluto, alla cerimonia per il settantacinquesimo anniversario della fondazione dell' Istituto di Speleologia „E. Racovitza”, la più antica Istituzione Scientifica in campo speleologico in campo mondiale, che ininterrottamente abbia operato dal giorno della sua fondazione.

Dal punto di vista internazionale la costituzione dell'Istituto di Speleologia a Cluj ha il significato di fondamentale pietra miliare per lo sviluppo delle Scienze Speleologiche nel mondo: infatti per la prima volta, qui in Romania, questa attività ancora „giovane” assurgeva alla dignità di „scienza strutturata”, cui venivano assegnati spazi, ~~personale~~ dotazioni proprie. L'esempio della Romania veniva ben presto imitato da altre Nazioni, L'Italia innanzitutto che fondava l'Istituto Italiano di Speleologia a Postumia nel 1927 e via via altri Paesi.

A fianco della ricerca scientifica, particolarmente attiva nel campo bio-speleologico ma presente anche in quello geomorfologico e chimico-fisico, opera fondamentale dell'Istituto è stata la divulgazione attraverso la propria rivista „Travaux de l'Institut de Spéologie” pubblicata prima a Cluj e quindi a Bucarest, che veniva generosamente inviata a moltissimi gruppi speleologici sparsi in tutto il mondo: soprattutto nel periodo 1960–1980 essa ha rappresentato per una generazione di speleologi un modello cui uniformarsi per la preparazione dei propri lavori scientifici.

Come presidente della Unione Internazionale di Speleologia non posso non sottolineare l'aspetto di internazionalità che da sempre ha contraddistinto l'attività dell' Istituto di Speologia „E. Racovitza”: è probabilmente anche grazie a questa sua attività che dopo la seconda guerra mondiale i tempi sono maturati e la nostra Unione ha avuto la possibilità di nascere e di progredire sino a raccogliere ai giorni nostri in un unico sodalizio speleologi di oltre 70 paesi.

Le celebrazioni di oggi sono quindi sicuramente il giusto tributo per i grandi meriti nazionali ed internazionali di questa Istituzione, ma personalmente credo che debbono avere soprattutto un altro significato: essere lo stimolo e rappresentare la base di partenza per il rilancio e l'espansione delle attività dell'Istituto di Speologia „E. Racovitza”.

Infatti tutti i motivi di ricerca scientifica connessi al mondo sotterraneo sono ancora assolutamente validi ed attuali come al momento della sua fon-

dazione 75 anni addietro: basti qui ricordare le problematiche legate ai processi microbiologici connessi con il ciclo dello zolfo, che proprio in questa terra e per merito di studiosi dell' Istituto sono recentissimamente portati alla ribalta internazionale.

Ma nuove e più impegnative „battaglie” debbono coinvolgere l'Istituto: prime tra tutte le sfide per la salvaguardia ambientale, tema particolarmente delicato in ambienti quali quelli ipogei, che sono di eccezionale fragilità.

Come Presidente dell' Unione Internazionale di Speleologia, sono assolutamente sicuro che l'Istituto di Speleologia „E. Racovitza” nella giovinezza dei suoi 75 anni saprà raccogliere anche queste sfide e continuerà a lungo ad essere, come in passato, un „faro” di riferimento per le giovani generazioni di speleologi che vorranno avvicinarsi al mondo sotterraneo non solo per trarne un momentaneo piacere personale, ma anche stimoli per accrescere le loro conoscenze nell'assoluto rispetto della natura e a vantaggio di tutta l'umanità.

PAOLO FORTI

Presidente della Unione Internazionale di Speleologia

MESSAGE DU PROFESSEUR ROBERT FICHEUX, MEMBRE D'HONNEUR DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

Bien que je sois loin de vous et trop âgé pour entreprendre de nouveaux voyages, je tiens à m'associer à l'hommage que vous rendez aujourd'hui à l'illustre savant, à l'exceptionnelle personnalité qui fut le professeur Émile Racovitza. Et je vous remercie, chers Collègues, de m'y avoir convié.

Vous savez sans doute que c'est en 1935 – cela fait soixante ans – que M. Racovitza est entré dans ma vie, bien qu'il ait connu mon nom dès 1922, quand j'ai participé aux fameuses excursions dirigées par Emmanuel de Martonne dans la Roumanie nouvelle, puis en 1934, lorsque j'entrai comme pensionnaire de l'Institut Français de Hautes Études en Roumanie, à Bucarest, dont M. Racovitza fut un des initiateurs.

Je ne fus pas moins surpris lorsqu'en 1935, alors que j'attendais un poste en métropole et le jour même de mon mariage, je reçus le laconique télégramme: «Êtes nommé professeur de géographie Université de Cluj!». Ainsi en avaient décidé deux mentors providentiels, MM. Racovitza et G. Vâlsan. Pouvais-je recevoir plus beau cadeau de nocces?

Dès ma première visite, M. Racovitza m'a séduit par sa **prestance** physique, sa haute taille, son port de tête, son regard pénétrant mais bienfaisant, son allure de boyard moldave très occidentalisé. Je pris vite conscience de sa haute **valeur morale et intellectuelle** comme de sa discrète sollicitude à mon égard. J'appris qu'il avait mis fin à une campagne de presse contre ma nomination à Cluj et pourquoi il avait tenu à venir entendre, à côté du professeur Meruțiu, à ma première leçon en roumain.

Grâce à son épouse et à leur gouvernante, toutes deux françaises, rapide fut notre installation à Cluj, réglées les arcanes administratives et les «**petits Ficheux**» adoptés!

Souvent, les dimanches, mon épouse et moi étions invités à leur table. D'un côté les trois fils et la gouvernante, de l'autre les maîtres de céans et de part et d'autre mon épouse et moi-même. En vrai patriarche, M. Racovitza dirigeait la conversation et sa prodigieuse mémoire lui permettait d'aborder les sujets les plus divers, sur la Roumanie, sur l'Europe et sur le monde. Il avait souvent la dent dure, mais il croyait devoir à ses critiques ajouter les raisons les plus pertinentes. Pour l'enseignant d'histoire autant que de géographie, quelle enrichissante **leçon de probité intellectuelle!** Et cela tandis qu'il confectionnait, gravement, ses célèbres salades!

Souvent nous prenions le café dans un salon voisin et c'est là qu'il s'entretenait avec nous des questions plus personnelles, donc plus discrètes,

en particulier de mes travaux sur le terrain, les difficultés matérielles autant des résultats géomorphologiques, surtout lorsque je concluais d'autre façon que mon maître parisien. «*Osez, Ficheux, osez, mais multipliez les témoignages et repassez là où vous êtes déjà passé. N'est ce pas un célèbre écrivain français qui a écrit ce vers: 'Polissez-le sans cesse et le repolissez'?*».

En revanche, il n'admettait point qu'on gênât mon travail. Un jour, dans la vallée de l'Arieș, la porteuse d'or comme notre Ariège méridionale, un jeune gendarme prétendit que je lui ouvrisse mon altimètre pour en contrôler le contenu: j'eus beau lui dire que c'était chose impossible; il saisit un «cio-can» et mon appareil coûteux éclata. Pendant des semaines, tout travail sur le terrain en souffrit, jusqu'au jour où M. Racovitza l'apprit, téléphona aux chefs de la gendarmerie de Cluj et j'en ai retenu l'essentiel: «*Ficheux travaille ici pour nous et nous devons l'aider. On ne peut être à la fois un imbécile et un gendarme. Je demande pour votre subalterne une immédiate sanction!*». Et il obtient illico, «l'imbécile» du pays de Moți étant envoyé dans le Maramureș. Lui, qui était fier d'être gendarme dans son village natal, y exerça un an, jusqu'à ce que je puisse obtenir sa grâce! Ceci pour dire l' **autorité** dont jouissait le créateur de la «Spéologie» en Roumanie, voire même du mot qui chez nous est «spéléologie».

Comme je l'étonnais un jour du nombre et de la diversité de ses tâches, «*Ficheux – me répondit-il – il faut être une horloge intellectuelle. Sauf rares exceptions, évitez les mondanités, ces mangeuses du temps et le plus souvent inutilement. Il faut un temps pour chaque chose et s'y tenir.*». «*Même pour aller en l'Antarctique*» – ajoutai-je. Il rit et conclut: «*A votre échelle, la glacière de Scărișoara suffira.*». A mon tour de sourire, mais je regrette vraiment de n'avoir jamais pu travailler avec lui sur le terrain.

Du moins, ai-je encore eu la possibilité d'évoquer cet homme exceptionnel et de lui exprimer, en votre présence, sa bienfaisante influence sur moi et mon inaltérable reconnaissance.

«BIOSPEOLOGICA» ET SON EMPREINTE CULTURELLE SUR L'INSTITUT DE SPÉOLOGIE «E. RACOVITZA»

DAN L. DANIELOPOL

Les idées fondamentales de «Biospeologica», telles qu'elles ont été mises en œuvre par E. Racovitza et ses proches collaborateurs pendant la première moitié de ce siècle, ont été reprises et poursuivies par les nouvelles générations de naturalistes qui ont travaillé dans le cadre de l'Institut de Spéologie réorganisé par C. Motaș et T. Orghidan, à partir de 1956 jusqu'à nos jours.

Quelques exemples sur la façon dont l'entreprise «Biospeologica» a été perçue puis continuée par ces nouvelles générations de chercheurs et/ou équipes de recherches de l'Institut de Spéologie «E. Racovitza» (laboratoire de Bucarest et Cluj) seront présentés.

Finalement, l'importance des idées de «Biospeologica» dans le cadre de la lutte actuelle pour la sauvegarde de la biodiversité de notre planète souligne l'intérêt culturel de l'activité scientifique de l'Institut de Spéologie depuis sa création, il y a 75 ans.

«Biospeologica» en tant qu'organisation internationale a été lancée par Émile Racovitza au début du siècle. Son manifeste, «Essai sur les problèmes biospéologiques» publié en 1907, a eu un impact immense sur plusieurs générations de biospéologues. Dans une première étape, Racovitza suggéra à ses collaborateurs d'explorer les grottes d'une manière intensive et de collectionner les animaux qui y vivaient.

Dans ce but, il publia en 1913 un petit opuscule, «Instructions pour la récolte et la conservation des biotes cavernicoles et pour la rédaction des données bionomiques nécessaires à leur étude». En relisant récemment ce fascicule, je me suis rendu compte que les idées d'Émile Racovitza ont influencé le style de travail et la pensée de nombreux chercheurs qui ont travaillé durant ces dernières décennies à l'Institut de Spéologie à Cluj et à Bucarest. Ce sujet sera brièvement évoqué dans ce qui suit.

Mes propos ont pour but de rendre hommage d'une part aux collaborateurs roumains de «Biospeologica» (j'ai eu la chance de connaître certains d'entre eux et de suivre leur carrière scientifique), d'adresser d'autre part un message à ceux qui ont la responsabilité de soutenir la recherche biospéologique fondamentale en Roumanie.

PERCEPTION ET RÉALISATION DES IDÉES DE «BIOSPEOLOGICA» PAR LES CHERCHEURS DE L'INSTITUT DE SPÉOLOGIE «E. RACOVITZA»

Dans le fascicule «Biospeologica», R a c o v i t z a (1913, p. 1) écrit: «L'entreprise scientifique, qui sous le nom de Biospeologica, se consacre à l'étude de l'Histoire naturelle du Domaine Souterrain...». En lançant l'idée d'une organisation internationale pour l'étude des organismes souterrains, Racovitza essayait de faire mieux connaître la biodiversité du monde souterrain ainsi que la diversité des types d'adaptation des organismes à l'environnement hypogé. Les chercheurs de «Biospeologica» ont essayé ainsi de mieux comprendre l'origine et le processus d'évolution des lignées d'organismes qui ont pénétré sous terre.

Racovitza ainsi que ses proches collaborateurs, R. Jeannel et P. A. Chappuis, ont insisté à diverses reprises sur l'idée d'un monde souterrain qui serait un véritable musée de fossiles vivants, voir par exemple Racovitza (1926 a), dans son discours à l'Académie Roumaine. La mission des collaborateurs de «Biospeologica» était justement de faire connaître ce «musée naturel de la terre». Pour ce qui est du domaine aquatique souterrain, les formes relictées marines découvertes dans les eaux douces des grottes avaient beaucoup impressionné les biologistes (Stammer, 1936). St. Karaman et P. A. Chappuis élargirent, dans les années 30–40, le domaine des recherches sur les eaux souterraines en attirant l'attention sur la richesse des animaux vivant dans les sédiments alluviaux le long des cours d'eau. Les recherches de Chappuis ont été continuées par C. Motaş, Tr. Orghidan et leurs collaborateurs. Émile Racovitza a utilisé à plusieurs reprises (1913, 1926 b) l'expression «l'entreprise Biospeologica». Il voulait suggérer par cette formule l'idée de collaboration internationale qui s'était développée entre ceux qui avaient accepté d'étudier et de publier le matériel biologique récolté par les diverses expéditions biospéologiques à travers le monde. Les résultats de la première étape de «Biospeologica» ont été impressionnants. Plus de 400 grottes ont été décrites et faunistiquement explorées, plus de 200000 individus ont été récoltés et 70 publications ont paru dans la série «Biospeologica» (Pleşa, 1993).

L'Institut de Spéologie qui porte aujourd'hui le nom d'Emile Racovitza, est représenté par deux unités de recherches, l'une à Bucarest l'autre à Cluj. Il a été créé il y a 40 ans grâce aux professeurs C. Motaş et Tr. Orghidan (Orghidan, 1973). Ces deux biologistes connaissaient bien l'activité créatrice de Racovitza et de ses proches collaborateurs, surtout celle de P. A. Chappuis qui, dans les années 40, avait découvert la fameuse faune interstitielle des alluvions des rivières de Transylvanie (Chappuis, 1946). Les recherches extensives dans les grottes et les nappes phréatiques de Roumanie ont été continuées par les nouvelles équipes de l'Institut de Spéologie, à Bucarest et à Cluj, en suivant de près les idées de «Biospeologica». Elles ont été matérialisées

lisées par des études de terrain qui ont duré plusieurs années pour chaque projet biospéologique régional. Les données ont été publiées dans des monographies semblables aux «Grottes visitées» (la série consacrée par «Biospeologica» aux résultats de l'exploration des grottes) et les organismes récoltés, surtout des animaux invertébrés, ont été minutieusement décrits par les divers spécialistes taxonomistes de l'Institut. Goran (1993), en faisant l'inventaire des publications de l'Institut de Spéologie de ses origines à nos jours, donne une idée d'ensemble de ces recherches à partir des titres publiés dans les revues de l'Institut. Un grand nombre de nouvelles espèces provenant de ce matériel ont été aussi étudiées par des chercheurs travaillant à l'étranger. Par exemple, P. A. Chappuis et Cl. Delamare Deboutteville (1959) ont décrit un Crustacée appartenant à une lignée d'origine marine, *Microcerberus plesai* récolté par C. Pleșa dans la grotte Vadu Crișului.

Les régions qui ont été prospectées n'ont pas été choisies au hasard mais en fonction de leur intérêt biospéologique ou biogéographique. Ainsi, la faune aquatique souterraine du Bassin de Transylvanie, de la Vallée du Danube ou de la côte de la Mer Noire constituaient des zones potentiellement riches en «fossiles vivants». Des naturalistes ayant une grande expérience et culture biologiques comme C. Motaș, Tr. Orghidan, L. Botoșăneanu ainsi que leurs collègues Șt. et A. Negrea, D. Dancău, E. Șerban, F. Botea, D. Coman, C. Pleșa, M. Șerban, M. Albu ont pris en charge l'étude des animaux aquatiques tandis que la faune terrestre était étudiée par M. Dumitrescu, I. Tabacaru, V. Decu, M. Georgescu, M. Gruia, I. Căpușe, Gh. Racoviță et autres. Pour plus de précision, je renvoie le lecteur à la monographie bibliographique de Goran (1993). En relisant certaines de ces publications, on est impressionné de voir comment les chercheurs du nouvel Institut de Spéologie ont été imprégnés par les idées de Racovitza, de C. Motaș et de Tr. Orghidan. Ils ont hérité de leur sens de la compréhension des animaux (voir par exemple l'étude des Bathynellacées par E. Șerban, 1972).

Par rapport au programme traditionnel de «Biospeologica», M^{me} M. Dumitrescu et ses proches collaborateurs, C. Rădulescu, P. Samson et E. Terzea, ont le mérite d'avoir élargi le domaine des recherches de l'Institut de Spéologie «E. Racovitza», à Bucarest, en promouvant des études de paléobiologie et de biostratigraphie à partir des sédiments déposés dans les grottes. Le succès des recherches réalisées par ce groupe de chercheurs dans la grotte «La Adam» est à mentionner.

Ces dernières décennies ont été aussi marquées par les résultats scientifiques de plusieurs expéditions biospéologiques entreprises par les chercheurs de l'Institut à Cuba, au Venezuela et en Israël. Ainsi, par ces activités multiples, les équipes de recherches à Bucarest et à Cluj ont fondé les bases de la biologie souterraine moderne en Roumanie.

L'ACTUALITÉ DES IDÉE DE «BIOSPEOLOGICA» DANS LE CADRE DE LA LUTTE POUR LA SAUVEGARDE DE LA BIODIVERSITÉ GLOBALE

«Biospeologica», par l'intermédiaire de son promoteur E. Racovitza et de ceux qui le suivirent, a plaidé pour une description détaillée de la biodiversité souterraine. Celle-ci devait se faire en deux étapes, l'une extensive, la connaissance des organismes à l'échelle géographique régionale ou continentale et l'autre intensive, à l'échelle locale (Racovitza, 1926 b). Ces idées restent très actuelles dans la mesure où la destruction environnementale à pris des proportions effarantes (Gleick, 1993; Gilbert et al., 1994). Comme l'a remarqué Western (1992), il devient important: (1) de faire le plus vite possible l'inventaire de la biodiversité des milieux «extrêmes» ou peu connus comme les fonds océaniques et les espaces souterrains du globe; (2) d'engager un effort accru pour la sauvegarde de la biosphère; (3) d'essayer de restaurer les zones qui, auparavant, étaient connues pour leur forte diversité biologique et qui, maintenant, ont été petit à petit dégradées. Ces trois objectifs proposés par Western (op. cit.) nous apparaissent comme des extensions logiques du programme de «Biospeologica». Ainsi, les chercheurs de l'Institut de Spéologie, surtout la nouvelle génération (E. Nitzu, O. Moldovan, R. Popa et leurs collègues), devraient continuer la tradition de leurs aînés et s'intéresser aux problèmes de la biodiversité souterraine tels qu'ils ont été mentionnés ci-dessus. Un exemple positif est représenté par la recherche pluridisciplinaire relative à la biodiversité de la grotte de Movile par les équipes de V. Decu et S. Sârbu, avec la participation de leurs collègues américains, français et allemands.

Le problème de la continuité du travail dans l'esprit de «Biospeologica» dépend de plusieurs facteurs:

1. Un facteur matériel – L'Académie Roumaine qui a en charge l'Institut de Spéologie «E. Racovitza» devrait financer des programmes de recherches à long terme sur le sujet de la biodiversité.

2. Un facteur culturel ou intellectuel – les jeunes chercheurs qui travaillent en ce moment dans les cadre des laboratoires de cet Institut devraient s'imprégner de la tradition léguée par un Racovitza, un Motaș ou un Orghidan. Ces grands naturalistes, dans le sens classique du terme, ont eu non seulement une vision de biologiste de terrain mais aussi une vision évolutionniste. Cette façon de voir la biologie souterraine est encore très prometteuse pour des recherches d'avenir.

3. Un facteur humain – si l'on veut vraiment continuer à voir vivre les idées de «Biospeologica», il faudrait donner aux jeunes étudiants en sciences naturelles la chance de se familiariser avec la biospéologie (sensu lato) et de participer côte à côte avec leurs collègues plus âgés à des projets de recherches modernes. Ce type d'étudiants devrait montrer le même enthousiasme et la même passion pour la recherche que leurs aînés.

Ainsi le message final que j'adresse aux lecteurs de ces lignes est le suivant:

Amis Roumains, soyez fiers d'avoir contribué à l'enrichissement de nos connaissances biologiques sur l'un des domaines les plus vastes de notre planète, le Domaine Souterrain. A vous, dirigeants politiques de la recherche en Roumanie, continuez à investir dans l'œuvre de «Biospeologica» pour le bien culturel de votre pays et indirectement du monde entier!

Remerciements. Je suis reconnaissant aux personnes qui, par leurs discussions tout au long du temps m'ont initié à l'atmosphère de «Biospeologica». Ce sont R. Codreanu, V. Pușcariu, C. Motaș, Tr. Orghidan, I. Tabacaru, D. Dancău, E. Șerban, C. Pleșa. Ce dernier a eu l'amabilité de me transmettre récemment un exemplaire du fameux «guide» de «Biospeologica» publié par Racovitza en 1913. Enfin je remercie mes amis de longue date R. Rouch et I. Tabacaru qui ont eu la patience de revoir ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

- 1946 CHAPPUIS, P.-A., *Un nouveau biotope de la faune souterraine aquatique*. Académie Roumaine. Bull. Sect. Sci., **29**, 22–28.
- 1959 CHAPPUIS, P.-A. et DELAMARE-DEBOUTTEVILLE. Cl., *Un Microcerberinae nouveau de Roumanie*. Vie et Milieu, **3**, 325–333.
- 1994 GIBERT, J., DANIELOPOL, D. L. & STANFORD, J., *Introduction*, in: GIBERT J., DANIELOPOL, D. L. & STANFORD, J. Eds., *Groundwaters Ecology*, 1–6, Academic Press, San Diego.
- 1993 GLEICK, P. H. (Ed.), *Water in crisis, a guide to the world's freshwater resources*. Oxford Univ. Press, New York, 473 pp.
- 1993 GORAN, C., *Les publications de l'Institut de Spéologie «Emile Racovitza» (1926–1993)*. Edit. Academiei Române, București, 384 pp.
- 1973 ORGHIDAN, T., *L'activité de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza» (1947–1971)*. In T. ORGHIDAN Ed., *Livre du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza»*, Edit. Acad., București, 23–30.
- 1993 PLEȘA, C., *Acțiunea «Biospeologica»*. Academica, **3**, 6, 25.
- 1907 RACOVITZA, E. G., *Essai sur les problèmes biospéologiques (Biospeologica)*. Arch. Zool. Exp. Gen. **6**, 371–488.
- 1913 RACOVITZA, E. G., *Biospeologica. Instructions pour la récolte et la conservation des biotes cavernicoles et pour la rédaction des données bionomiques nécessaires à leur étude*. Edit. des Arch. Zool. Exper., Paris, 29 pp.
- 1926 a *Speologia*. Academia Română, Discursuri de recepție, **61**, 1–64.
- 1926 b *Avant-propos*. Lucr. Inst. Speologie din Cluj **1**, V–VI.
- 1972 ȘERBAN, E., *Bathynella (Podophallocarida, Bathynellacea)*. Trav. Inst. Spéol. «É. Racovitza», **11**, 11–224.
- 1936 STAMMER, H.-J., *Alter und Herkunft der Tierwelt der Höhlengewässer Europas*. Comptes Rendus, 12. Congr. Int. Zool. – Lisbonne 1935, 1051–1056.
- 1992 WESTERN, D., *The Biodiversity crisis: Challenge for biology*. Oikos, **63**, 29–38.

Institut Limnologique
Académie Autrichienne des Sciences
A – 5310 Mondsee, Autriche

Reçu le 26 mai 1995

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU GENRE *HYLONISCUS*
(CRUSTACEA, ISOPODA) II.
DIAGNOSES DES GENRES *HYLONISCUS* ET
NIPPONONETHES NOV. GEN.
LA TRIBU DES SPELAEONETHINI

IONEL TABACARU

Après avoir fait l'analyse des caractères morphologiques du genre *Hyloniscus* l'auteur établit la synonymie de *Ropaloniscus* Radu, 1977 avec *Hyloniscus* Verhoeff, 1908 et confirme l'appartenance à ce dernier genre des espèces du groupe *flammula*: *H. flammula* Vandel, 1965, *H. flammuloides* Tabacaru, 1972, *H. dacicus* Tabacaru, 1972 et *H. motasi* (Radu, 1977). En ce qui concerne par contre les espèces cavernicoles japonaises attribuées au genre *Hyloniscus*, l'auteur pense qu'elles doivent être considérées comme appartenant à un nouveau genre pour lequel il propose le nom de *Nippononethes* nov. gen. et établit la diagnose différentielle. Après avoir passé en revue les caractères morphologiques des genres appartenant à la tribu des Spelaeonethini l'auteur donne une clé de détermination de ces genres.

Mots-clé: Isopoda, Oniscidea, Orthogonopoda, Synocheta, Trichoniscidae, Spelaeonethini, *Hyloniscus*, *Nippononethes* n.g., taxonomie.

INTRODUCTION

Le genre *Hyloniscus* Verhoeff, 1908 est le plus riche en espèces parmi les genres de la tribu des Spelaeonethini. L'identification des espèces appartenant à ce genre s'est cependant révélée parfois difficile (Vandel, 1965; Tabacaru, 1972; Radu 1977). Certaines des structures importantes d'un point de vue taxonomique (extrémités des exopodites 1 et des endopodites 2 du mâle) sont très fragiles et la fixation en alcool ou les inclusions dans les milieux de montage et d'examen peuvent les déformer. D'autre part des orientations légèrement différents lors du montage ou des compressions plus ou moins accusées de la lamelle conduisent à des morphologies sensiblement différentes. A quoi viennent souvent s'ajouter des descriptions insuffisantes pour une bonne partie des espèces.

Nous avons donc souhaité procéder à une révision des espèces du genre *Hyloniscus* et commencé cette étude il y a une trentaine d'année. L'obtention d'une bourse de la Fondation Alexander von Humboldt, nous a offert la possibilité d'examiner les holotypes et paratypes des espèces décrites par Ver-

hoeff. Nous avons décrit deux espèces nouvelles (Tabacaru, 1972) et sur la base de la conformation de l'endopodite du second pléopode mâle, nous avons réuni sous le nom de groupe «*flammula*» les trois espèces *H. flammula* Vandel, 1965, *H. flammuloides* Tabacaru, 1972 et *H. dacicus* Tabacaru, 1972. Dans une étude plus récente (Tabacaru, 1993) nous avons montré que l'espèce décrite par V. G. Radu (1977) comme appartenant à un genre nouveau, à savoir *Ropaloniscus motasi*, se rattachait en fait au groupe d'espèces «*flammula*» et nous avons alors posé le problème de savoir s'il ne conviendrait pas de considérer l'ensemble de ce groupe comme appartenant à un genre distinct. Par ailleurs, examinant l'ensemble des genres appartenant à la tribu des Spelaeonethini, nous avons indiqué que nous n'avions pas inclus dans le genre *Hyloniscus*, les espèces décrites du Japon, car leur appartenance à ce genre nous semblait problématique (Tabacaru, 1993, p. 58). L'objet de la présente note est d'établir une nouvelle diagnose du genre *Hyloniscus* tout en précisant la position systématique des espèces réunies dans le groupe «*flammula*» ainsi que celle des espèces japonaises attribuées à ce genre. De même, nous considérons à cette occasion l'ensemble de la tribu des Spelaeonethini, tribu qui présente un intérêt particulier du point de vue biospéologique car la majorité de ses représentants sont des troglobies.

A. LE PROBLÈME DE LA DÉFINITION DU GENRE HYLONISCUS

1. DÉFINITION ACTUELLE DU GENRE

Le genre *Hyloniscus* a été institué par K. W. Verhoeff en 1908 pour quatre espèces: *H. vividus* (C. L. Koch, 1841), *H. marginalis* (Verhoeff, 1901), *H. narentanus* Verhoeff, 1908 et *H. mariae* Verhoeff, 1908. L'espèce type choisie était *H. vividus*, mais ultérieurement les isopodologues ont été d'accord pour considérer que cette espèce était synonyme de *Itea riparia* C. L. Koch, 1838, en conséquence le nom de l'espèce type est devenu *H. riparius* (C. L. Koch, 1838).

La diagnose du genre *Hyloniscus* donnée par Verhoeff, a servi de base à toutes celles données ultérieurement (Mehely, 1929; Kesselyak, 1939; Wächtler, 1937; Strouhal, 1953; Vandel, 1960; Gruner, 1966). Si l'on fait la synthèse de toutes ces diagnoses on peut donner la définition suivante du genre *Hyloniscus*: Isopode terrestre (Oniscidea) avec les deux canaux déférents fusionnés (Synocheta), de taille comprise entre 3 et 10 mm, présentant un réseau de chromatophores bien développé donnant un corps pigmenté aux téguments lisses et telson trapézoïdal. Appareil oculaire constitué d'un gros ocelle pigmenté. Antennuele formé de 3 articles dont le dernier

porte 9–11 aesthéscs. L'antenne présente chez certaines espèces le quatrième article de la hampe renflé, refermant des glandes; le flagelle antennaire comporte de 3 à 6 articles peu distincts. La mandibule droite porte entre la *pars incisiva* et la *pars molaris* une seule pénicille, la mandibule gauche trois; il n'y a pas de pénicilles molaires. Le mérus du péréiopode VII du mâle présente une saillie basale qui se transforme fréquemment en un crochet dirigé coté interne. L'apophyse génitale est plus longue que l'endopodite 1 et rétrécie vers l'apex. Le premier pléopode mâle présente un exopodite grand, de forme triangulaire allongée, plus long que l'apophyse génitale, et dont l'extrémité dépourvue de tige est différenciée en un lobe plus ou moins bien individualisé et généralement garnie d'écailles, tandis que l'endopodite mesurant environ la moitié de la longueur de l'exopodite et les 2/3 de celle de l'apophyse génitale, est constitué d'un article basal triangulaire portant à son extrémité une courte tige, très rarement absente. Le second pléopode mâle montre un exopodite plus large que long et un endopodite robuste, biarticulé à article distal peu rétréci à son extrémité qui, tronquée ou arrondie, présente une structure terminale complexe.

Il convient de préciser que certains caractères morphologiques attribués à des espèces décrites durant les dernières décennies (Vandel, 1965, 1968, 1970; Tabacaru, 1972; Nunomura, 1983, 1990) ne correspondent pas à des caractères de la définition générique précédente.

2. CONTRADICTIONS DANS L'UTILISATION DES CARACTÈRES GÉNÉRIQUES DIAGNOSTIQUES

Dans la classification des genres de Trichoniscinae qu'il a proposé, Vandel (1946 a, 1946 b, 1953) a isolé le genre *Hyloniscus* dans une légion particulière qu'il a caractérisée «par la différenciation fort complexe de l'endopodite du pléopode 2 mâle, lequel s'évase en entonnoir». Dans la classification qu'il donne dans la Faune de France (1960) le même auteur indique concernant la Légion I qui ne renferme que le genre *Hyloniscus*: «Ce groupe est remarquable en raison de la ressemblance que l'on relève entre la constitution de son premier pléopode mâle et celle de l'appendice correspondant des représentants de la première division. Par contre, l'endopodite du second pléopode mâle est devenu un organe fort complexe: généralement il s'évase en entonnoir, et joue le rôle d'un organe d'apposition».

En ce qui concerne l'importance des différents caractères dans la définition du genre *Hyloniscus* on peut constater que l'isopodologue français a émis au cours du temps des opinions très contradictoires.

Ainsi en 1965 Vandel décrit comme appartenant au genre *Hyloniscus*, une espèce troglobie, dépigmentée et anophtalme, à savoir *H. flammula*,

découverte dans deux grottes de Bulgarie par P. Beron et. B. Antonov. Concernant cette espèce Vandel indique: «Les caractères de cette nouvelle espèce ne se retrouvent chez aucun autre *Hyloniscus* décrit jusqu'à ce jour. Cette nouvelle forme se distingue des autres représentants du genre par la forme de l'endopodite du second pléopode mâle dont la partie distale est fort effilée». Il faut donc conclure que Vandel a dans ce cas, pour affecter la nouvelle espèce au genre *Hyloniscus*, donné la primauté non pas à la conformation de l'endopodite 2 mâle mais à celles du péréiopode VII et de l'exopodite 1 mâle. Cependant en 1968, le même auteur décrivant une espèce dépigmentée et anophtalme *H. uenoi*, trouvée par Shun-Ichi Uéno et son équipe dans trois grottes du Japon, indique que «le méros du mâle ne présente ni crochet, ni tubercule, comme il est de règle chez les *Hyloniscus* européens» et que l'exopodite «est dépourvu des différenciations plus ou moins complexes qui sont caractéristiques de la plupart des espèces européennes du genre *Hyloniscus*». Cette fois-ci il a donc privilégié pour l'affectation générique, uniquement l'aspect cylindrique et robuste de l'endopodite du pléopode 2 mâle. Le même auteur décrit en 1970 une nouvelle espèce cavernicole du Japon, très proche de *H. uenoi*, en se basant toujours sur le même caractère comme étant génériquement diagnostique. Or, la même année Vandel (1970 b) donne une redescription et une analyse de la position systématique de l'isopode *Mexiconiscus laevis* (Rioja, 1956) provenant d'une grotte du Mexique central et présentant un mode vie amphibie. Chez cet isopode, l'endopodite du seconde pléopode mâle est robuste, mais par contre l'exopodite du premier pléopode mâle ne présente aucune différenciation sexuelle. Curieusement et s'opposant en cela à l'opinion de Schultz (1964; 1968) pour qui le genre *Mexiconiscus* Schultz, 1964 est proche du genre *Hyloniscus*, Vandel affirme: «En effet, le caractère le plus remarquable du genre *Hyloniscus* réside dans la complexité de structure de l'exopodite du premier pléopode mâle, alors que cet appendice ne présente aucune différenciation particulière chez *Mexiconiscus* ».

Il résulte de ces différents éléments que les caractères importants et majeurs qui semblent intervenir dans la diagnose du genre *Hyloniscus*, sont chez la mâle, tantôt les différenciations sexuelles affectant le péréiopode VII et l'exopodite du pléopode 1, tantôt la conformation robuste initialement décrite au niveau de l'endopodite du pléopode 2. La question se pose donc de savoir quels sont vraiment les caractères diagnostiques.

3. LE PROBLÈME DU GROUPE «*FLAMMULA*»

Lors de la description des espèces *H. flammuloides* Tabacaru, 1972 et *H. dacicus* Tabacaru, 1972, nous avons montré qu'elles étaient proches de l'espèce troglobie *H. flammula* Vandel, 1965, laquelle occupait alors une place

tout à fait à part au sein du genre *Hyloniscus* du fait non seulement de sa dépigmentation et de son anophthalmie, mais surtout du fait de la conformation effilée de la partie distale de l'endopodite du second pléopode mâle (Fig. 1 A). Vandel (1965) a cru pouvoir rapprocher la forme de l'endopodite 2 mâle de *H. flammula* de celle du même endopodite chez *H. banaticus* Verhoeff, 1927, ceci sur la base de la figure donnée par Verhoeff (1927) pour cette dernière espèce. Réexaminant l'exemplaire type de *H. banaticus*, nous avons précisé (Tabacaru, 1972) que la figure donnée par Verhoeff représente l'appendice gauche orienté de profil, mais que son symétrique vu de face présente l'aspect robuste commun dans le genre *Hyloniscus* (Fig. 1 F). Il est d'ailleurs à noter que *H. banaticus* est devenu synonyme de *H. transsylvanicus* (Verhoeff, 1901). Ultérieurement nous avons montré (Tabacaru, 1993) que l'espèce *Ropaloniscus motasi* Radu, 1977 devait être rattachée aux trois espèces d'*Hyloniscus* que nous avions regroupées (Tabacaru, 1972) sous le nom de groupe «*flammula*». Dans la description très minutieuse que V. Gh. Radu donne de sa nouvelle espèce et du nouveau genre qu'il renge dans la sous-famille des Trichoniscinae, il précise que le nom *Ropaloniscus* (du grec ropalon = massue) lui a été suggéré par la forme des soies-écailles de la face dorsale du corps. Il indique comme caractères distinctifs tout à fait inédits, la forme des soies-écailles dorsales et celle de l'exopodite 1 et de l'endopodite 2 des pléopodes mâles.

Or il s'avère que la forme des soies-écailles de *Ropaloniscus motasi* (Fig. 7 A) correspond à celle des soies-écailles de *H. flammuloides* (Fig. 4 E); celle de l'exopodite 1 mâle (Fig. 7 C) est semblable à celle que l'on trouve chez *H. flammula* (Fig. 2 C et D), tandis que celle de l'endopodite 2 mâle (Fig. 7 D et E) est similaire de celle rencontrée chez *H. dacicus* (Fig. 5 C et D). Il apparaît évident que Radu n'a eu connaissance, ni de l'espèce décrite par Vandel, ni de nos deux espèces nouvelles*. Dans le fascicule posthume *Isopoda Oniscidea* (Radu, 1983) paru dans le série Faune de Roumanie, le genre *Ropaloniscus* Radu, 1973 est maintenu, mais il existe une contradiction concernant l'endopodite 2 mâle entre la clé de détermination des genres de la sous-famille des Trichoniscinae et celle des espèce du genre *Hyloniscus* dans laquelle l'auteur inclue nos deux espèces *H. dacicus* et *H. flammuloides* dont l'endopodite 2 est effilé.

On peut affirmer que si *H. flammula*, qui est la seule espèce troglobie connue du genre (Vandel, 1967; Tabacaru, 1969; 1972; 1993), se distingue bien de toutes les autres espèces par l'absence de pigment et l'anophthal-

* Le Professeur V. Gh. Radu nous a fait part de ce qu'il n'avait pas eu connaissance de notre publication de 1972, car certains tirés-à-part des travaux que nous lui avons envoyés, semblaient s'être égarés.

mie, en ce qui concerne la forme effilée de l'endopodite 2 mâle, celle-ci ce retrouve chez trois autres espèces: *H. flammuloides*, *H. dacicus* et *H. motasi*.

La question s'est alors posée (Tabacaru, 1993) de savoir si sur la base de ce dernier caractère, il ne convenait pas de considérer le groupe «*flammula*» comme faisant partie d'un genre distinct. Nous sommes cependant arrivé à la conclusion que ce groupe n'était pas monophylétique car les espèces qu'il regroupe ont des affinités avec d'autres espèces du genre *Hyloniscus* qui sont différentes suivant l'espèce du groupe «*flammula*» considérées. Ainsi par la coloration du corps et la forme du crochet méral du péréiopode VII mâle, *H. dacicus* se rapproche de *H. riparius*; tandis que les grosses soies-écailles rapprochent *H. flammula*, *H. flammuloides* et *H. motasi* des espèces *H. pilifer* et *H. beckeri*. De ce fait la conformation effilée de l'endopodite 2 du mâle terminé en pointe (*H. dacicus*, *H. motasi*) ou par un flagelle très fin (*H. flammula*, *H. flammuloides*) apparaît comme le résultat d'évolutions parallèles, si fréquentes chez les Isopodes (Tabacaru et Danielopol, 1996 b). Il convient d'ailleurs de noter qu'entre le type trapu et le type effilé de l'endopodite 2 existent des formes intermédiaires comme chez *H. pilifer* par exemple.

Notre conclusion est donc qu'il convient de maintenir les espèces du groupe «*flammula*» dans le genre *Hyloniscus* mais que la définition de ce dernier doit, après la prise en compte de l'ensemble des espèces, être quelque peu modifiée et complétée comme suit: endopodite du pléopode 1 mâle biarticulé et de longueur variable mais toujours plus court que l'exopodite, le second article étant représenté par une tige glabre ou faiblement ciliée et toujours plus court que l'article basilaire; endopodite du pléopode 2 mâle biarticulé avec le seconde article nettement plus long que le premier à extrémité soit trapue et peu rétrécie, soit au contraire fort effilée.

4. LE PROBLÈME DES ESPÈCES JAPONAISES ATTRIBUÉES AU GENRE *HYLONISCUS*

Lors de la description de la première espèce japonaise, Vandael (1968) affirme qu'elle appartient bien au genre *Hyloniscus*, mais il précise aussitôt qu'elle diffère de toutes les espèces européennes par:

- le péréiopode VII mâle dépourvu de toute différenciation sexuelle, alors que le méros de toutes les espèces européennes présente toujours des différenciations plus ou moins accusées suivant les espèces;

- l'exopodite du premier pléopode mâle à peu près dépourvu de différenciation sexuelle alors que chez les espèces européennes il est toujours très différent dans les deux sexes;

– la forme pédonculée de l'extrémité de l'endopodite du second pléopode mâle, forme qui ne se retrouve chez aucune espèces européennes.

Ces mêmes différences par rapport aux espèces européennes se retrouvent chez toutes les autres espèces japonaises décrites ultérieurement à savoir *H. unidentatus* Vandel, 1970, *H. corunutus* Nunomura, 1983, *H. kuramotoi* Nunomura, 1983, *H. nishikawai* Nunomura, 1990 et *H. kiiensis* Nunomura, 1990. Cette constatation pose le problème du rattachement de ces espèces au genre *Hyloniscus*.

Au XVII^e Congrès international de Zoologie de Monaco en 1972, Vandel a présenté dans le cadre du thème n° 1 *Biogéographie et liaisons intercontinentales au cours du Mésozoïque* une communication intitulée *Les Isopodes terrestres et le Gondwana* dans laquelle il soutient l'hypothèse selon laquelle les Isopodes terrestres ont pris naissance sur les terres australes d'où ils ont ensuite migré. Cette migration les a tout d'abord conduit vers le nord jusqu'aux régions équatoriales au niveau desquelles le courant migratoire s'est scindé en deux branches, l'une continuant de remonter vers le nord, tandis que la seconde infléchissait sa migration vers l'ouest et gagnait la région méditerranéenne. Comme premier exemple pour étayer son hypothèse Vandel choisit le genre *Hyloniscus*. Vandel affirme que l'on peut reconnaître avec une certaine vraisemblance, une parenté phylétique entre *Hyloniscus* (Trichoniscidae) et *Clavigeroniscus* (Styloniscidae) et considérant la présence de ce dernier genre en Mélanésie il en conclut que le courant migratoire initial se serait scindé au niveau de cette région, une lignée gagnant l'archipel nippon, tandis que l'autre se dirigeant vers l'ouest, aurait atteint l'Europe orientale. D'où il en résulterait que les espèces attribuées au genre *Hyloniscus*, japonaises d'une part, européennes d'autre part, auraient bien une origine commune mais très reculée dans le temps. Le seul argument militant en faveur de cette hypothèse qui inclurait également un lien de parenté avec *Clavigeroniscus*, est la conformation robuste et cylindrique de l'endopodite du second pléopode mâle. Mais s'agit-il vraiment là d'une synapomorphie? Et peut-on réellement argumenter que les genres *Hyloniscus* et *Clavigeroniscus* présentent entre eux une parenté phylétique?

A notre avis il est indubitable que la conformation robuste et cylindrique de l'endopodite 2 mâle ne représente pas chez les Synocheta une synapomorphie, mais est au contraire le résultat d'évolutions parallèles. Vandel lui-même admet d'ailleurs de telles évolutions parallèles en ce qui concerne ce même endopodite 2 chez *Hyloniscus* d'une part et *Scotoniscus* d'autre part (Vandel, 1946 a, 1946 b, 1953). En réalité on retrouve cette même conformation de l'endopodite 2 mâle chez d'autres genres de Trichoniscidae ou de Styloniscidae, seules les structures apicales sont très différentes d'une lignée

à l'autre. Tout ceci nous amène à conclure que les espèces japonaises ont été attribuées à tort au genre *Hyloniscus* et qu'il convient au contraire de les ranger dans un nouveau genre pour lequel nous proposons le nom de *Nippononethes* n. g. Nous donnons ci-après les diagnoses différentielles des deux genres.

***Hyloniscus* Verhoeff, 1908**

Corps pigmenté brun-rougeâtre (excepté *H. flammula* qui est totalement dépigmenté).

Appareil oculaire constitué d'un gros ocelle très apparent (absent chez *H. flammula*).

Entre *pars incisiva* et *pars molaris*, mandibule droite portant un pécille, mandibule gauche portant trois pécilles.

Méros du péréiopode VII mâle pourvu à sa base d'une saillie souvent transformée en crochet. (Fig. 2 B, Fig. 3 C, Fig. 6 A et Fig. 7 B).

Exopodite du premier pléopode mâle à extrémité différenciée en un lobe souvent garni d'écaillés; endopodite ne dépassant pas la longueur de l'exopodite. (Fig. 2 C et D, Fig. 3 D et E, Fig. 7 C).

Endopodite du second pléopode mâle soit robuste jusqu'à son extrémité, soit effilé dans sa partie distale mais, ne se terminant jamais par une vésicule pédonculée (Fig. 1, Fig. 5 C et D, Fig. 7 D et E).

Espèce type: *Hyloniscus riparius* (C.L.Koch, 1838)

***Nippononethes* n. g.**

Corps totalement dépigmenté.

Appareil oculaire constitué de trois ocelles ou absent.

Entre *pars incisiva* et *pars molaris*, mandibule droite et mandibule gauche portent deux pécilles ou un pécille.

Méros du péréiopode VII mâle ne présentant ni crochet, ni saillie. (Fig. 8 A).

Exopodite du premier pléopode mâle dépourvu de différenciation; endopodite dépassant la longueur de l'exopodite. (Fig. 8 B et E, Fig. 9 F).

Endopodite du second pléopode mâle robuste et avec l'extrémité terminée par une vésicule pédonculée (Fig. 8 C, D et F, Fig. 9).

Espèce type: *Hyloniscus uenoi* Vandel, 1968.

B. LA TRIBU DES SPELAEONETHINI.

Le nom de Spelaeonethini a été donné par Schmölzer (1965, p. 31) pour le groupe des genres réunis par Vandel (1960 p. 138-139) dans la Deuxième Division des Trichoniscinae et notamment les Légions I-IV car

pour la Légion V Schmö l z e r a proposé le nom de Trichoniscoidini. Nous avons considéré (T a b a c a r u, 1993) cette tribu dans un sens plus restreint en y englobant seulement les Légions I et II car nous avons proposé pour la Légion III le nom de Androniscini et pour la Légion IV celui de Oritoniscini. Dans cette acception la tribu des Spelaeonethini comprend les suivants représentants:

Genre *Spelaeonethes* Verhoeff, 1932

Spelaeonethes Verhoeff, 1932, p. 13, 17; V a n d e l, 1953, p. 51; 1960 p. 155; T a i t i e t F e r r a r a, 1995 a p. 315.

Espèce type: *Spelaeonethes nodulosus* Verhoeff, 1932

Remarque. L'espèce type du genre a été établie par monotypie (C.I.N.Z., article 68 d) et ne peut pas être changé avec *Spelaeonethes medius* comme a proposé V a n d e l (1973).

Espèces incluses:

1. *S. medius* (Carl, 1908) (= *S. occidentalis* Vandel, 1972, synonymie établie par C r u z, 1992) – Catalogne française et espagnole – troglobie.
2. *S. mancinii* (Brian, 1913) – Ligurie et Alpes apuanes (Italie) – troglobie.
3. *S. nodulosus* Verhoeff, 1932 – Alpes du Trentin (Italie septentrionale) – troglobie
4. *S. brixensis* Brian, 1938 (Syn. *S. briani* Arcangeli, 1938) – Alpes bergamasques (Italie septentrionale) – troglobie.

5. *S. castellonensis* Cruz et Dalens, 1989 – Valence (Espagne) – troglobie.
Remarque. Taiti et Ferrara (1995) ont étudié la distinction entre les genres *Spelaeonethes* et *Nesiotoniscus* en donnant de définitions plus précises pour ces deux genres. Dans ce nouveau sens l'espèce espagnole *S. diana*, Vandel, 1953, ainsi que les espèces sardes *S. affinis*, *S. grafitti* et *S. ferrarai* décrites par Argano et Manicastro (1990) appartiennent au genre *Nesiotoniscus*. Cependant il est à mentionner que l'espèce *S. castellonensis* s'éloigne nettement des autres espèces du genre par la présence d'une protubérance mérale et surtout par la conformation de l'endopodite 2.

Genre *Tachysoniscus* Verhoeff, 1930

Une seule espèce: *Tachysoniscus austriacus* (Verhoeff, 1908) (= *Trichoniscus austriacus* Verhoeff, 1908; M e h e l y, 1927; S c h m ö l z e r, 1965; P o t o c n i k, 1989; A r g a n o, F e r r a r a, G u g l i e l m o, R i g g i o, R u f f o, 1995; *Trichoniscus* (*Hyloniscus*) *austriacus* – D a h l, 1916; *Trichoniscus* (*Tachysoniscus*) *austriacus* – V e r h o e f f, 1930; S t r o u h a l, 1953 b; B u t u r o v i c, 1958;

Tachysoniscus austriacus – Wächtler, 1937; Tabacaru, 1993) – Autriche, Italie de Nord-Est, Slovénie, Croatie, Bosnie et Herzégovine.

Remarque: Grâce à l'amabilité du regretté Professeur Orghidan, qui a récolté à mon intention cette espèce en Slovénie, j'ai pu, à la suite de l'examen d'un exemplaire mâle, arriver à la conclusion (Tabacaru, 1993) que *Tachysoniscus*, malgré la présence de 3 ommatidies, diffère nettement du genre *Trichoniscus* par le nombre des pénicilles situés sur les mandibules entre *pars incisiva* et *pars molaris* (3 sur la mandibule gauche et 2 sur la mandibule droite, tandis que chez *Trichoniscus* existent 2 et respectivement 1) ainsi que par la conformation de l'apophyse génitale et celle de l'endopodite 1 mâle. Considérant la conformation de l'endopodite 1, nous sommes d'avis que le genre *Tachysoniscus* n'appartient pas à la tribu des *Trichoniscini* mais à celui des *Spelaeonethini*.

Genre *Titanethes* Schiödte, 1849

Titanethes s. str. – Verhoeff, 1926 p. 137; Strouhal, 1939, p. 9.
Espèce type: *Titanethes albus* (C. L. Koch, 1841)

Espèces incluses:

1. *T. albus* (C. L. Koch, 1841) (= *Pherusa alba*, C. L. Koch, 1841; *Titanethes brevicornis* Joseph, 1882; *Titanethes fracticornis* Joseph, 1882, *Titanethes absoloni* Verhoeff, 1901; *Titanethes nodifer* Verhoeff, 1901) – Italie de Nord-Est, Slovénie, Croatie – troglobie.

2. *T. biseriatus* Verhoeff, 1900 – Herzégovine méridionale et Monténégro – troglobie.

3. *T. dahli* Verhoeff, 1926 – Italie de Nord-Est, Slovénie, Croatie – troglobie.
Remarque: Dans une clé de détermination des *Spelaeonethini* nous avons (Tabacaru, 1993) considéré comme caractéristique pour le sous-genre *Titanethes* les organes glandulo-pilifères situés sur le pléonite 4. Nous avons examiné des mâles de l'espèce *T. albus* qui présente ces organes très bien développés mais d'après les descriptions données par Verhoeff (1926), Brian (1938) et Strouhal (1939a et 1939c) il résulte que ces organes sont moins développés chez l'espèce *T. biseriatus* et manquent chez l'espèce *T. dahli*.

Genre *Cyphonethes* Verhoeff, 1926

Une seule espèce: *Cyphonethes herzegowinensis* Verhoeff, 1900 (*Titanethes herzegowinensis* Verhoeff, 1900, *Titanethes* (*Cyphonethes*) *herzegowinensis*, Verhoeff, 1926, Strouhal, 1939) – Croatie méridionale, Herzégovine méridionale, Monténégro – troglobie.

Remarque: *Cyphonethes* a été établi par Verhoeff (1926, p. 138) comme sous-genre du genre *Titanethes*. Tenant compte surtout de la conformation de l'endopodite I mâle nous le considérons ici comme genre à part.

Genre *Microtitanethes* Pljakic, 1977

Une seule espèce: *Microtitanethes licodrensis* Pljakic, 1977 – Serbie occidentale, Monténégro – troglobie.

Genre *Protonethes* Absolon et Strouhal, 1932

Une seule espèce: *Protonethes ocellatus* Absolon et Strouhal, 1932 – Bosnie et Herzégovine, Monténégro – troglobie.

Genre *Hyloniscus* Verhoeff, 1908

(= *Ropaloniscus* Radu, 1977 – nov. syn.)

Espèce type: *H. riparius* (C. L. Koch, 1838)

Espèces incluses:

1. *H. riparius* (C. L. Koch, 1838) (= *Itea riparia* C. L. Koch, 1838) – La seule espèce expansive du genre; largement répandue surtout en Europe centrale et orientale.
2. *H. vividus* (C.L. Koch, 1844) (= *Trichoniscus tirolensis* Verhoeff, 1901; d'après Wächter 1937 *Itea vivida* Koch est un nomen nudum et *H. vividus* sensu Mehely 1929 doit porter le nom de *H. narentanus* Verh.; d'après Vandel 1960 *T. tirolensis* Verh. est synonyme de *H. riparius*) – Est de l'Europe centrale (Schmölzer, 1965), Slovénie (Potocnik, 1979).
3. *H. marginalis* (Verhoeff, 1901) (= *Trichoniscus vividus* var. *marginalis* Verhoeff, 1901a, *Trichoniscus marginalis* Verhoeff, 1901b) – Bosnie, Herzégovine, Serbie.
4. *H. transsilvanicus* (Verhoeff, 1901) (= *Trichoniscus transsilvanicus* Verhoeff, 1901a, *H. banaticus* Verhoeff, 1927) – Slovaquie, Hongrie, Roumanie, Serbie.
5. *H. narentanus* Verhoeff, 1908 – Bosnie et Herzégovine.
6. *H. mariae* Verhoeff, 1908 – Carpates septentrionales (Slovaquie, Moravie, Ukraine subcarpatique), Carpates orientales (Roumanie).
7. *H. pugionum* Verhoeff, 1926 – Bulgarie.
8. *H. crassicornis* Verhoeff, 1926 – Bulgarie.

- *H. crassicornis remyi* Verhoeff, 1933 – Bosnie et Herzégovine, Serbie, Monténégro.
- 9. *H. inflatus* Verhoeff, 1927 – Roumanie.
- 10. *H. adonis* Verhoeff, 1927 – Autriche, Italie septentrionale, Slovénie, Bosnie et Herzégovine.
- 11. *H. siculus* Mehely, 1929 – Carpates (Roumanie).
- 12. *H. rilensis* Mehely, 1929 – Monts Rila (Bulgarie).
- 13. *H. dalmaticus* Verhoeff, 1930 – Croatie.
- 14. *H. refugiorum* Verhoeff, 1933 – Italie méridionale.
- 15. *H. pilifer* Verhoeff, 1933 – Monténégro, Macédoine.
- 16. *H. macedonicus* Verhoeff, 1933 – Macédoine, Grèce septentrionale.
- 17. *H. beckeri* Harold, 1939 (= *H. parnesius* Verhoeff, 1939, *H. beieri* Strouhal, 1954 – synonymies établies par Schmalz, 1979) – Grèce et Albanie.
- 18. *H. taborskyi* Frankenberger, 1940 – Monts Rhodope (Bulgarie).
- 19. *H. marani* Frankenberger, 1940 – Grèce septentrionale.
- 20. *H. travnicensis* Buturovic, 1955 – Bosnie et Herzégovine.
- 21. *H. kapaonicensis* Buturovic, 1960 – Serbie.
- 22. *H. flammula* Vandel, 1965 – Stara Planina (Balkan) occidental (Bulgarie) – troglobie.
- 23. *H. flammuloides* Tabacaru, 1972 – Carpates méridionales (Roumanie).
- 24. *H. dacicus* Tabacaru, 1972 – Carpates méridionales et Monts du Banat (Roumanie).
- 25. *H. stankovici* Pljakic, 1972 – Serbie, Bulgarie (Andreev In Beron, 1994, p.15).
- 26. *H. kossovensis* Pljakic, 1977 – Serbie.
- 27. *H. motasi* (Radu, 1977) – Carpates orientales (Roumanie).
- *H. elisabethae* Radu, 1977 – Cluj, Aralia (Roumanie) – *nomen nudum*
- *H. borceai* Radu, 1977 – Odorhei – *nomen nudum*.

Genre *Nippononethes* n. g.

Espèce type: *Nippononethes uenoi* (Vandel, 1968)

Espèces incluses:

1. *N. uenoi* (Vandel, 1968) (= *Hyloniscus uenoi* Vandel, 1968) – Île de Shikoku ou Sikok (Préfecture de Tokushima, Japon) – troglobie.
2. *N. unidentatus* (Vandel, 1970) (= *Hyloniscus unidentatus* Vandel, 1970) – Île de Honshu (anc. Hondo) méridionale (Préfecture de Nara, Japon) – troglobie.
3. *N. corunutus* (Nunomura, 1983) (= *Hyloniscus corunutus* Nunomura, 1983) – Honshu méridionale (Préfecture de Wakayama, Japon) – anciennes mines; probablement troglobie.

4. *N. kuramotoi* (Nunomura, 1983) (= *Hyloniscus kuramotoi* Nunomura, 1983) – Honshu méridionale (Préfecture de Yamaguchi, Japon) – troglobie.
5. *N. nishikawai* (Nunomura, 1990) (= *Hyloniscus nishikawai* Nunomura, 1990) – Honshu méridionale (Préfecture de Shimane, Japon) – mine abandonnée; probablement troglobie.
6. *N. kiiensis* (Nunomura, 1990) (= *Hyloniscus kiiensis* Nunomura, 1990) – Honshu méridionale (Préfecture de Wakayama, Japon) – troglobie.

Genre *Troglonethes* Cruz, 1991

Une seule espèce: *Troglonethes aurouxi* Cruz, 1991 – Valence (Espagne) – troglobie.

Remarque: Par la présence de 3 pénicilles, entre *pars incisiva* et *pars molaris*, sur la mandibule gauche et seulement un pénicille sur la mandibule droite le genre *Troglonethes* se rapproche du groupe des genres *Protonethes*, *Hyloniscus* et *Libanonethes* mais il se distingue bien de ces genres par la conformation du second endopodite du mâle dont le second article est nettement plus court que le premier.

Genre *Libanonethes* Vandel, 1955

Une seule espèce: *Libanonethes probosciferus* Vandel, 1955 – Liban – troglobie.

Remarque: Considérant la conformation de la tige terminale du pléopode I mâle, Vandel (1973) et d'après lui Cruz (1991) ont attribué à ce genre l'espèce espagnole décrite par Arcangeli (1953) sous le nom de *Trichoniscus novus* et considérée ultérieurement (Vandel, 1953, 1972, Dalens et Saporte, 1989) au genre *Spelaeonethes*. Nous pensons que cette espèce nécessite une redescription pour pouvoir décider son statut systématique.

Genre *Mexiconiscus* Schultz, 1964

(= *Xilitloniscus* Bowman, 1965, p. 210)

Une seule espèce: *Mexiconiscus laevis* (Rioja, 1956) (= *Cordioniscus laevis* Rioja, 1956; *Mexiconiscus tlamayaensis* Schultz, 1964; *Xilitloniscus laevis* – Bowman, 1965) – Mexique – troglobie et amphibie.

Remarque: Nous avons montré (Tabacaru, 1993 a, 1993 b) que l'espèce *M. laevis* (Rioja, 1956) présentant l'endopodite du premier pléopode mâle

terminé par une tige plumeuse appartient à la tribu des Spelaeonethini. Donc sur la position systématique de cette espèce nous partageons l'opinion de Schultz (1964, 1968) et non celle de Bowman (1965) et de Vandel (1970). D'ailleurs Bowman examinant probablement un exemplaire mâle dépourvu du premier exopodite a pris les endopodites pour exopodites et a affirmé que les endopodites manquent.

Genre *Hondoniscus* Vandel, 1968

Espèce type: *H. kitakamiensis* Vandel, 1968

Espèces incluses:

1. *H. kitakamiensis* Vandel, 1968 – Honshu septentrionale (Préfecture d'Iwate, Japon) – troglobie.
2. *H. mogamiensis* Nunomura, 1990 – Honshu septentrionale (Préfecture de Yamagata, Japon) – troglobie.

Remarque: Les descriptions des deux espèces attribuées à ce genre sont insuffisantes et ne permettent pas de comprendre la diagnose du genre.

Genre *Alpioniscus* Racovitza, 1908

(= *Megatrichoniscus* Brian, 1921, p. 33; *Hellenonethes* Frankenberger, 1939, p. 139; *Brianiscus*, Verhoeff, 1940, p. 81; *Macedoniscus* Buturovic, 1954, p. 240; *Illyrionethes* Verhoeff, 1927, p. 268).

Espèce type: *Trichoniscus (Alpioniscus) dispersus* Racovitza, 1908

Remarque: Verhoeff (1927, 1931, 1940) a considéré *Illyrionethes* comme genre à part mais selon Kesselyak (1930) *Illyrionethes* est synonyme de *Alpioniscus*; Vandel (1946, 1960) est d'avis qu'il s'agit d'un sous-genre. D'après Vandel chez le sous-genre *Illyrionethes* le second article de l'endopodite 2 mâle dépasse l'extrémité de l'exopodite tandis que chez *Alpioniscus* s.str. ne dépasse pas. Comme chez les espèces *A. (I.) absoloni* et *A. (I.) christiani* le second article de l'endopodite ne dépasse pas l'exopodite, à notre avis, on peut distinguer les deux sous-genres de cette manière: Sg. *Alpioniscus* – article 2 de l'endopodite du pléopode 2 mâle est égal ou plus court que l'article 3; Sg. *Illyrionethes* – le même article est plus long que l'article 3.

Sous-genre *Alpioniscus* Racovitza, 1908

Alpioniscus s. str. Verhoeff, 1927,; Vandel, 1960, p. 159

Espèces incluses:

1. *A. (A.) feneriensis* (Parona, 1880) (= *Titanathes feneriensis* Parona 1880, *Trichoniscus dispersus* Racovitza, 1907, *Trichoniscus (Alpioniscus) dispersus*

Racovitza, 1908, *Trichoniscus (Trichoniscoides) caprae*, Colosi, 1924). – Alpes Maritimes françaises, Piemont, Alpes Ligures, Alpes Pennines (France de Sud-Est, Italie) – troglobie.

2. *A. (A.) vej dovskyi* (Frankenberger, 1939) (= *Hellenonethes vej dovskyi* Frankenberger, 1939) – Macédoine et Macédoine grecque – troglobie.

3. *A. (A.) boldori* Arcangeli, 1952

– *A. (A.) boldori boldori* Arcangeli, 1952 – Albanie – troglobie.

– *A. (A.) boldori macedonicus* Buturovic, 1954 – Macédoine – dans une source, probablement troglobie.

4. *A. (A.) karamani* Buturovic, 1954

– *A. (A.) karamani karamani* Buturovic, 1954 – Macédoine – troglobie.

– *A. (A.) karamani damjanicus* Buturovic, 1955 – Macédoine – troglobie.

5. *A. (A.) vardarensis* (Buturovic, 1954) (= *Macedoniscus vardarensis* Buturovic, 1954) – Macédoine – troglobie.

6. *A. (A.) slatinensis* Buturovic, 1955 – Macédoine – troglobie.

7. *A. (A.) epigani* Vandel, 1959 – Béotie (Grèce continentale) – troglobie.

8. *A. (A.) henroti* Vandel, 1964 – Péloponèse (Grèce péninsulaire) – troglobie.

9. *A. (A.) metohicus* (Pljakic, 1970) (= *Macedoniscus metohicus* Pljakic, 1970) – Serbie – troglobie.

10. *A. (A.) giurensis* Schmalzfuss, 1981 Ile de Gioura (Sporades du Nord, Grèce insulaire, Mer Égée) – troglobie.

11. *A. (A.) matsakisi* Andreev, 1984 – Île Eubée (Grèce insulaire, Mer Égée) – troglobie.

12. *A. (A.) thracicus* Andreev, 1986 – Rodope (Thrace, Grèce continentale) – troglobie.

Sous-genre *Illyrionethes* Verhoeff, 1927

Espèce type: *Illyrionethes strasseri* Verhoeff, 1927

Espèces incluses:

1. *A. (I.) fragilis* (Budde Lund, 1885) (*Trichoniscus alzonae* Brian, 1921) – Sardaigne – troglobie.

2. *A. (I.) strasseri* (Verhoeff, 1927) (= *I. enriquesi* Arcangeli, 1936) – Italie du Nord-Est, Slovénie, Croatie – troglobie.

3. *A. (I.) haasi* (Verhoeff, 1927) – Île de Korcula ou Curzola (Croatie) – troglobie.

4. *A. (I.) heroldi* (Verhoeff, 1931) – Herzégovine du Sud – troglobie.

5. *A. (I.) herzegowinensis* (Verhoeff, 1931) – Herzégovine du Sud – troglobie.

6. *A. (I.) balthasari* (Frankenberger, 1937) – Croatie, Bosnie – troglobie.

7. *A. (I.) magnus* (Frankenberger, 1938) – Île de Brac ou Brazza (Croatie) – troglobie.

8. *A. (I.) kratochvili* (Frankenberger, 1938) – Île de Hvar ou Lesina (Croatie) – troglobie.

9. *A. (I.) verhoeffi* (Strouhal, 1938) – Bosnie et Herzégovine – troglobie.
10. *A. (I.) bosniensis* (Frankenberger, 1939) – Croatie, Bosnie – troglobie.
11. *A. (I.) tuberculatus* (Frankenberger, 1939) – Bosnie – troglobie.
12. *A. (I.) absoloni* (Strouhal, 1939)
 - *A. (I.) absoloni absoloni* (Strouhal, 1939) – Herzégovine – troglobie.
 - *A. (I.) absoloni politus* (Strouhal, 1939) – Herzégovine – troglobie.
 - *A. (I.) absoloni assimilis* (Strouhal, 1939) – Herzégovine – troglobie.
13. *A. (I.) trogirensis* Buturovic, 1955 – Croatie – troglobie.
14. *A. (I.) christiani* Potocnik, 1983 – Île de Krk (Croatie) – troglobie.
15. *A. (I.) escolai* Cruz et Dalens, 1989 – Tarragone (Catalogne, Espagne) – troglobie.

Remarque: L'appartenance des espèces *A. christiani* et *A. escolai* au sous genre *Illyrionethes* reste encore un problème car certains caractères les éloignent des autres espèces du sous genre.

Genre *Aegonethes* Frankenberger, 1938

Espèce type: *Aegonethes cervinus* (Verhoeff, 1931)

Espèces incluses:

1. *A. cervinus* (Verhoeff, 1931) (= *Illyrionethes cervinus* Verhoeff, 1931) – Île de Korcula ou Curzola, île de Mljet ou Meleda (Croatie) – troglobie.
2. *A. antilocapra* Frankenberger, 1938 – Île de Korcula, île de Vis ou Lissa (Croatie) – troglobie.

Genre *Macedonethes* Buturovic, 1955

Une seule espèce: *Macedonethes skopjensis* Buturovic, 1955 (= *Alpiniscus (Macedonethes) skopjensis* Buturovici, 1955) – Macédoine – dans une source, probablement troglobie.

Genre *Bulgaronethes* Vandel, 1967

Une seule espèce: *Bulgaronethes haplophthalmoides* Vandel, 1967 – Bulgarie – troglobie.

C. ANALYSE DES CARACTÈRES TAXONOMIQUE

L'examen du matériel et de la bibliographie concernant les représentants de la tribu des Spelaeonethini nous a permis de faire une analyse des

caractères morphologiques de ces Trichoniscinae. En vue de réaliser une clé de détermination, cette analyse a eu comme un premier but celui de déceler les caractères importants pour les distinctions génériques, mais, en même temps, elle est conçue dans l'esprit de la *Systématique phylogénétique* préconisée par Émile Racovitza c'est-à-dire en nous proposant «d'examiner les caractères taxonomiques du groupe du point de vue de leur histoire et de leur signification phylogénétique pour arriver à une compréhension exacte de leur classification» (1910 p. 632). Comme l'affirme Racovitza «il est donc nécessaire d'examiner l'histoire particulière de chaque caractère». Cela revient à faire ce que Hennig (1982 – publication du manuscrit de 1960 qui a été à la base de la traduction anglaise de 1966) a dénommé, d'après Ziemermann (1959), «Merkmalsphylogenie». En utilisant la terminologie de la méthode de Hennig, nommée par Mayr «cladisme» (voir Dupuis, 1979, Tassy ed. 1986, Goujet, Matile, Janvier, Hugot, 1988, Sudhaus et Rehfeld, 1992, Darlu et Tassy, 1993) on peut dire que nous avons essayé de:

- déceler la direction des transformations des caractères pour pouvoir préciser dans chaque cas l'état plésiomorphe et l'état apomorphe;
- reconnaître les autapomorphies génériques c'est-à-dire les synapomorphies propres pour toutes les espèces incluses dans chaque genre, en vue de vérifier la monophylie des genres;
- distinguer, par la recherche des congruences, les similitudes génériques à origine commune de celles qui résultent des évolutions parallèles, pour pouvoir comprendre les relations de parenté entre les différents genres.

L'appareil oculaire

Tandis que dans les sections des Diplocheta et des Crinocheta l'appareil oculaire est constitué d'un grand nombre d'ommatidies, dans la Section des Synocheta le nombre maximum d'ommatidies est réduit à trois (Tabacaru et Danielopol, 1996 a, 1996 b). Dans la famille des Trichoniscidae, comme nous avons montré (Tabacaru, 1993), on rencontre trois situations:

- trois ommatidies chez les genres *Chasmatoniscus*, *Psachonethes*, *Escualdoniscus* (ou sans), *Trichonethes* (ou sans), *Tachysoniscus*, *Nippononethes* (ou sans), *Sicilioniscus*, *Stylohylea*, *Trichoniscus* (ou sans);
- une seule grande ommatidie chez les genres *Protonethes*, *Hyloniscus* (excepté *H. flammula*), *Oritoniscus* (ou sans), *Phymatoniscus*, *Androniscus* (ou sans), *Trichoniscoides* (ou sans), *Metatrachoniscoides* (ou sans), *Miktoniscus* (ou sans), et la sous-famille *Haplophthalminae* (ou sans);
- pas d'ommatidies – beaucoup de Trichoniscinae et Haplophthalminae, surtout les troglobies.

Vandel (1952 p.92) a précisé que l'appareil oculaire des *Synocheta* est typiquement constitué de trois ommatidies. Nous supposons que la présence de trois ommatidies représente une synapomorphie des *Synocheta* mais par rapport à la situation caractérisée par une seule, grande, ommatidie elle représente l'état primitif, plésiomorphe, car c'est seulement sous cet état qu'on trouve l'appareil oculaire chez les *Styloniscoidea* et chez les représentants de la tribu la plus primitive des *Trichoniscidae*, à savoir les *Typhlotricholigioidini* (*Chasmatoniscus*, *Psachonethes*, *Escualdoniscus triocellatus*).

Il faut préciser qu'on n'a jamais rencontré dans le même genre des espèces avec trois ommatidies et des espèces avec une seule, grande, ommatidie. Donc on peut supposer qu'il s'agit de deux structures différentes caractérisant deux lignées, l'une primitive, à trois ommatidies et l'autre dérivée, avec une seule ommatidie. La situation représentée par l'absence des ommatidies peut dériver d'un ou de l'autre de ceux deux états.

Par contre il peut coexister dans le même genre des espèces avec appareil oculaire et des espèces anophtalmes. D'ailleurs c'est la seule situation où l'on peut déduire le type d'appareil oculaire qui a précédé l'état anophtalme, c'est-à-dire celui qui a existé chez l'ancêtre oculé. Ainsi l'état anophtalme dans les genres *Escualdoniscus* et *Nippononethes* dérive du type à trois ommatidies tandis que l'état anophtalme de l'espèce *Hyloniscus flammula* ainsi celle des genres *Oritoniscus*, *Androniscus*, *Trichoniscoides*, *Metatrichoniscoides*, *Miktoniscus* et de la sous-famille des *Haplophthalminae* dérive du type avec une seule grande ommatidie.

Dans la tribu des *Spelaeonithini* on rencontre trois ommatidies chez les genres *Tachysoniscus* et *Nippononethes* et une ommatidie chez les genres *Protonethes* et *Hyloniscus*, mais la grande majorité des représentants de cette tribu sont anophtalmes et troglobies (les genres *Spelaeonethes*, *Titanethes*, *Cyphonethes*, *Microtitanethes*, *Libanonethea*, *Troglonethes*, *Nippononethes* (exceptant l'espèce *N. kuramotoi*), *Mexiconiscus*, *Hondoniscus*, *Alpioniscus*, *Aegonethes*, *Macedonethes*, *Bulgaronethes* et l'espèce *Hyloniscus flammula*).

Appareil buccal

Nous avons remarqué (Tabacaru, 1993 p.55) que dans la famille des *Trichoniscidae*, en ce qui concerne les pièces buccales, un intérêt particulier présentent les tiges ciliées (pénicilles) des mandibules, dont le nombre est d'habitude constant pour les genres.

Considérant que les *Microcheta* (*Mesoniscidae*) représentent le groupe frère primitif des *Synocheta*, plus proche de l'ancêtre commun (voir Tabacaru et Danielopol, 1996 a, 1996 b), il convient de préciser que le nombre de pénicilles situés entre *pars incisiva* et *pars molaris* est chez

Mesoniscus de 2 sur la mandibule droite et de 3 sur la mandibule gauche; en plus il existe toujours des pénicilles molaires. Dans la famille des Trichoniscidae on constate une évolution régressive du nombre des pénicilles mandibulaires. On rencontre 2 et respectivement 3 pénicilles entre *pars incisiva* et *pars molaris* et en plus un pénicille molaire sur chaque mandibule chez les genres *Tauronethes*, *Spelaeonethes*, *Titanethes*, *Macedonethes* et *Bureschia*. Un pénicille molaire sur chaque mandibule persiste aussi chez le genre *Mexiconiscus*, chez lequel existe seulement 1 et respectivement 2 pénicilles entre *pars incisiva* et *pars molaris*, mais la majorité des Trichoniscidae sont dépourvus de pénicilles molaires, donc ces pénicilles sont moins significatifs. On peut seulement remarquer que le pénicille molaire de la mandibule gauche disparaît avant que celui de la mandibule droite (*Brakenridgia*, *Libanonethes*, *Alpioniscus*). Par contre les pénicilles situés entre *pars incisiva* et *pars molaris* sont très significatifs car leur nombre est en général constant pour les différents genres. On trouve dans la famille des Trichoniscidae les situations suivantes:

- 2 pénicilles sur la mandibule droite et 3 sur la mandibule gauche chez *Cantabroniscus*, *Caucasonethes*, *Tauronethes*, *Trichonethes*, *Spelaeonethes*, *Titanethes*, *Cyphonethes*, *Microtitanethes*, *Tachysoniscus*, *Macedonethes*, *Bureschia*, *Biharoniscus*, *Phymatoniscus*, *Oritoniscus*, *Trichoniscoides*, *Scotoniscus*;
- 2 pénicilles sur la mandibule droite et 2 sur la mandibule gauche chez *Chasmatoniscus*, *Finaloniscus* (parfois 2 et respectivement 3), *Nippononethes* (partim), *Metatrachoniscoides*, *Hondoniscus kitakamiensis* (2 et ?);
- 1 pénicille sur la mandibule droite et 3 pénicilles sur la mandibule gauche chez *Hyloniscus*, *Protonethes*, *Libanonethes*, *Troglonethes*, *Alpioniscus*, *Nesiotoniscus*, *Rhodopioniscus* (parfois 1 et respectivement 4), *Catalauniscus*;
- 1 pénicille sur la mandibule droite et 2 pénicilles sur la mandibule gauche chez *Brakenridgia*, *Typhlotricholigioides*, *Escualdoniscus*, *Amerigoniscus*, *Mexiconiscus*, *Hondoniscus* (partim), *Aegonethes*, *Androniscus*, *Trichoniscus*, *Stylohylea*, *Miktoniscus* et les Haplophthalminae;
- 1 pénicille sur la mandibule droite et 1 sur la mandibule gauche chez *Nippononethes* (partim);
- pas de pénicille sur la mandibule droite et 1 pénicille sur la mandibule gauche chez *Thaumatoniscellus*.

A l'exception de la dernière situation on rencontre toutes les autres situations dans la tribu des Spelaeonethini (voire Tableau 1). Malheureusement on n'a pas précisé le nombre des pénicilles mandibulaires dans le genre *Bulgaronethes*.

Le péréiopode VII mâle

La plus significative différenciation du péréiopode VII mâle dans la famille des Trichoniscidae est, à notre avis, la formation par le méros et le carpos d'une pince préhensile. Mais on rencontre cette différenciation dans les genres *Androniscus*, *Trichoniscus*, *Miktoniscus* et ceux de la sous-famille des Haplophthalminae; donc elle n'apparaît pas chez les représentants de la tribu des Spelaeonethini. Dans la plupart des genres appartenant à cette tribu n'existe pas de différenciations sexuelles remarquables au niveau du péréiopode VII (*Titanethes*, *Cyphonetes*, *Microtitanethes*, *Spelaeonethes* – exceptant *S. medius* et *S. castellonensis*, *Troglonethes*, *Protonethes*, *Mexiconethes*, *Nippononethes*). La plus fréquente différenciation dans la tribu des Spelaeonethini est la présence du côté sternal, à la base du méros, d'une protubérance pouvant prendre la forme d'un crochet. Ce caractère existe chez les genres *Hyloniscus*, *Alpioniscus*, *Aegonethes*, *Macedonethes* et dans le genre *Spelaeonethes*, seulement chez l'espèce *S. castellonensis*. On rencontre parfois dans la tribu des Spelaeonethini sur le côté tergal du carpos, une bosse (*Spelaeonethes medius*, *Tachysoniscus*) ou un renflement (chez certaines espèces du genre *Alpioniscus* comme par exemple *A. (Illyrionethes) magnus*, *A. (I.) absoloni*, *A. (I.) strasseri*, *A. (I.) balthasari*, *A. (I.) christiani*). Une différenciation propre pour le genre *Bulgaronethes* est la présence sur l'extrémité distale de l'ischion d'une lamelle digitiforme.

Dans la tribu des Spelaeonethini, la plus remarquable différenciation du péréiopode VII mâle existe chez l'espèce *Libanonethes probosciferus*: l'ischion porte du côté sternal un énorme appendice recourbé en trompe; le carpos porte à sa base une protubérance écailleuse; le propodos porte à sa base un appendice triangulaire.

L'apophyse génitale

Dans la famille des Trichoniscidae, en ce qui concerne l'apophyse génitale, on rencontre parfois des structures tout à fait particulières qui représentent des autapomorphies génériques. C'est le cas des apophyses génitales que nous avons décrit chez les genres *Biharoniscus* et *Thaumatoniscellus* (Tabacaru, 1963, 1971, 1973, 1993). Une structure particulière, pas si frappante que celle des deux genres mentionnés, existe aussi chez les genres *Androniscus* et *Metatrachoniscoides*. Dans la tribu des Spelaeonethini une conformation à part présente l'apophyse génitale du genre *Tachysoniscus* qui est rétrécie au milieu et se termine par une courte pointe conique, flanquée de deux petits lobes. Considérant ce caractère, le genre *Tachysoniscus* a été rapproché (Wächter, 1937; Tabacaru, 1973) soit du genre *Cordioniscus* soit du genre *Biharoniscus*. On peut aussi remarquer une certaine similitude entre l'apophyse géni-

tale de *Tachysoniscus* et celle du genre *Catalauniscus*. Mais, à notre avis (Tabacaru, 1993), ces ressemblances représentent des convergences, le genre *Tachysoniscus* appartenant à la tribu des Spelaeonethini.

La première paire de pléopodes mâles

Comme Racovitza, Vandel a accordé une grande importance systématique aux deux premières paires de pléopodes. Il affirme (1946a, 1946b): «une systématique qui veut se trouver en accord avec la phylogénie ne peut reposer que sur l'examen des deux premières paires de pléopodes mâles». Mais, en même temps il a montré que «la valeur de ces deux paires, au point de vue de l'évolution et de la classification, est inégale», en précisant que dans la sous-famille des Trichoniscinae toute classification doit se fonder sur la structure du premier pléopode du mâle. En effet dans la dernière classification des Trichoniscinae à laquelle Vandel est arrivé (1953, 1960), on répartie les genres en trois divisions correspondant à trois stades d'évolution de l'endopodite 1 mâle:

- unisegmenté, soit petit et ovoïde, soit en forme de lame allongée, mais toujours dépourvu de tige terminale – Première Division (la tribu des Typhlotricholigioidini Rioja, 1953 – voir Tabacaru 1993 b);
- terminé par une tige plumeuse ou plus rarement par un bâtonnet – Deuxième Division (les tribus des Spelaeonethini Schmölzer, 1965, Trichoniscoidini Schmölzer, 1965, Oritoniscini Tabacaru, 1993, Androniscini Tabacaru, 1993 – voir Tabacaru, 1993a, p. 54);
- transformé en un véritable organe paracopulateur – il s'agit d'un endopodite biarticulé, à second article ayant la forme d'une lancette, encadrant avec son symétrique l'apophyse génitale – Troisième Division (la tribu des Trichoniscini Schmölzer, 1965).

La tribu des Spelaeonethini, renfermant dans notre acception les Légions 1 et 2 de la Deuxième Division, est caractérisée par le premier endopodite mâle pourvu d'une tige qui peut être plus longue ou plus courte que l'article basal et qui peut prendre différentes formes (renflée et aplatie, fusiforme, chez *Libanonethes*, aciculaire chez *Tachysoniscus*, bâtonnet rigide chez *Titanthes*, *Cyphonethes* et *Microtitanethes*).

On a signalé chez *Protonethes ocellatus*, par Absolon et Strouhal (1932 Abb. 12 b), et chez *Alpioniscus dispersus*, par Vandel (1943, p. 82, fig. 46), d'exemplaires dont l'endopodite 1 mâle se termine par deux tiges ciliées. Vandel considère que cette disposition rappelle celle qui existe chez *Ligidium*. Dans cette interprétation il faut considérer la présence d'une tige terminale à l'endopodite 1 mâle chez les Spelaeonietini comme un caractère plésiomorphe et seulement la disparition de la partie externe lamellaire de

l'endopodite de *Ligidium* comme une apomorphie. Par contre, considérant que les *Microcheta* (Mesoniscidae) – chez lesquels l'endopodite 1 mâle ne présente pas une tige ciliée – représentent le groupe frère, plus primitif, des *Synocheta*, l'absence d'une tige correspond à la situation plésiomorphique, qui persiste chez les *Typhlotricholigioidini*, et l'apparition de la tige, chez les *Spelaeonethini* constitue une apomorphie. En tout cas la présence d'une tige ciliée représente une structure primitive par rapport à la transformation dans un bâtonnet rigide. Ce bâtonnet dans la tribu des *Spelaeonethini* peut être plus court que l'article basal qui le porte (*Titanethes*) ou nettement plus long et garni de stries transversales (*Cyphonethes*, *Microtitanethes*). Il est à préciser que dans cette dernière situation on réalise une conformation très proche de celle qui existe chez les *Trichoniscidae* évoluées (*Trichoniscini*, *Haplophthalminae*) et chez les *Buddelundiellidae*.

L'exopodite du premier pléopode mâle présente dans la tribu des *Spelaeonethini* une conformation simple, triangulaire et allongée. Rarement cette exopodite porte une tige apicale (*S. nodulosus*, *S. brixensis*, *S. mancini*, *A. feneriensis*, *Hondoniscus kitakamiensis*). Mais, il faut remarquer l'existence, à l'extrémité distale de l'exopodite, d'une différenciation sous forme d'un lobe chez toutes les espèces du genre *Hyloniscus* et chez quatre espèces du genre *Alpioniscus*, à savoir *A. (A.) epigani*, *A. (A.) henroti*, *A. (A.) giurensis* et *A. (A.) matsakisi*. On peut supposer que ce caractère représente d'une part une synapomorphie des espèces du genre *Hyloniscus* et d'autre part qu'il indique une certaine parenté entre les quatre espèces du genre *Alpioniscus* mais, que la similitude qui existe entre les deux genres est le résultat d'une évolution parallèle.

La seconde paire de pléopodes mâles

L'endopodite du second pléopode mâle représente chez toutes les Isopodes l'organe copulateur, par intromission ou par apposition. Chez les Oniscidea, en général, il s'agit d'un organe étroit et allongé, biarticulé. On a signalé (Tabacaru, 1994, p. 51) que chez les *Microcheta*, les *Synocheta* et les *Crinocheta* l'endopodite est articulé perpendiculairement sur le basipodit sans former un angle entre le premier et le second article comme est le cas chez les *Ligiidae*. Ce caractère a été utilisé dans la reconstruction phylogénique des Oniscidea (Erhard, 1995, Tabacaru et Danielopol, 1996) et représente une synapomorphie importante de la Super-section des *Orthogonopoda* Tabacaru et Danielopol, 1996.

Dans la famille des *Trichoniscidae*, chez certains genres, l'endopodite du second pléopode mâle est devenu triarticulé, probablement par la séparation d'un article distal. C'est le cas du genre *Androniscus* et d'un groupe de trois genres appartenant à la tribu des *Spelaeonethini*, à savoir *Alpioniscus*, *Aego-*

nethes et *Macedonethes*. La présence de trois articles à l'endopodite 2 chez *Androniscus* d'une part et chez les trois genres de la tribu des Spelaeonethini d'autre part, est à notre avis le résultat d'une évolution parallèle mais il est très probable qu'à l'intérieur de la tribu des Spelaeonethini ce caractère représente une synapomorphie.

L'étude des rapports entre la longueur des articles de l'endopodite c'est avéré intéressant pour la systématique des genres des Spelaeonethini. En ce qui concerne le type d'endopodite biarticulé, il est à préciser que d'habitude le second article est plus long que le premier. Un seul genre, à savoir *Troglonethes*, présente le second article nettement plus court que le premier. Mais on rencontre ce caractère aussi chez certains Trichoniscinae appartenant à d'autres tribus (*Cantabroniscus*, *Phymatoniscus* certaines espèces d'*Oritoniscus*) comme résultat d'évolutions parallèles. En ce qui concerne le type d'endopodite triarticulé on constate que le premier article est toujours le plus court mais le second article peut être soit égal ou plus court que le troisième article (*Alpioniscus* s. str.) soit plus long (*Alpioniscus* s.g. *Illyrionethes*, *Aegonethes*, *Macedonethes*).

La conformation de l'extrémité de l'endopodite 2 est parfois caractéristique pour l'espèce ou même pour le genre comme c'est le cas des genres *Mexiconiscus* et *Nippononethes*.

L'exopodite de la seconde paire de pléopodes du mâle dans la tribu des Spelaeonethini est d'habitude grande triangulaire ou rectangulaire, à angles arrondis. Seulement chez deux genres l'exopodite est petit et ovoïde. Il s'agit de *Libanonethes* et *Mexiconiscus* mais on n'a pas d'arguments pour supposer une parenté plus étroite entre ces deux genres.

Les organes glandulo-pilifères

Comme l'a montré Vandel (1960) il s'agit des organes glandulaires qui débouchent sur des plages d'évaporation garnies de formations pilifères et qui ont été observés chez les mâles de certains Isopodes terrestres. Récemment (Tabacaru, 1996) nous avons inventorié et essayé de grouper toutes les espèces d'isopodes terrestres chez lesquelles ont été signalés des organes glandulo-pilifères. Nous avons conclu que ces organes, par leur différente disposition et par leur diverse conformation, sont très caractéristiques pour les espèces qui en sont pourvues mais, comme ils apparaissent d'une manière similaire dans des lignées distinctes, ils ne peuvent donner que peu de renseignements sur les affinités phylétiques des espèces respectives. En ce qui concerne les représentants de la tribu des Spelaeonethini on a trouvé les suivants types d'organes glandulo-pilifères:

- organes glanulo-pilifères situés sur le quatrième article antennaire qui est élargi et pourvu d'une fossette garnie de bâtonnets hyalines; ce type d'organes a été trouvé pour la première fois par Racovitza (1908, p. 263) chez *Trichoniscus biformatus* et ultérieurement trouvé chez de nombreuses espèces du genre *Hyloniscus* (*H. narentanus*, *H. marginalis*, *H. mariae*, *H. adonis*, *H. siculus*, *H. dalmaticus*, *H. refugiorum*, *H. travnicensis*);
- organes glandulo-pilifères situés sur le premier et le second péréionites (au bord postérieur du premier péréionite il y a une fossette médiane et sur le bord antérieur du second péréionite une proéminence médiane creusée au milieu et pourvue d'un tubercule) chez *Cyphonethes herzegowinensis*;
- organes glandulo-pilifères situés sur chaque partie latérale du pléonite 4; ces organes, confondus par Arcangeli (1939 b) avec un mycétome, sont très apparents chez *Titanethes albus* et moins développés chez *T. biseriatus*, considérée par Strouhal (1938 a) une espèce primitive; pourtant chez *T. dahli* les organes glandulo-pilifères manquent complètement donc il ne s'agit pas d'un caractère générique.

Conclusions générales de l'analyses des caractères

Nous avons considéré dans la tribu des Spelaeonethini 16 genres dont la plupart (9) sont des genres monotypiques: *Tachysoniscus*, *Cyphonethes*, *Microtitanethes*, *Protonethes*, *Troglonethes*, *Libanonethes*, *Mexiconethes*, *Macedonethes* et *Bulgaronethes*. Nous pensons qu'à la tribu des Spelaeonethini appartient aussi le genre monotypique *Castellanethes* avec l'espèce *C. sanfilippo* mais cette espèce doit être redécrite car nous supposons que dans sa description (Brian, 1952) les pléopodes 1 et 2 ont été interchangés. En ce qui concerne les autres 7 genres précisons que *Aegonethes* et *Hondoniscus* renferment chacun 2 espèces, *Titanethes* 3, *Spelaeonethes* 5, *Nippononethes* 6 et *Hyloniscus* et *Alpioniscus* chacun 27 espèces. Donc à l'exception des deux genres avec 27 espèces, les autres genres de la tribu renferment un nombre petit d'espèces ou sont monotypiques.

L'analyse des caractères génériques montre que les autapomorphies ne sont pas nombreuses et qu'elles concernent surtout les genres monotypiques. Ainsi les suivants genres monotypiques sont pourvus d'autapomorphies:

- *Tachysoniscus* – conformation de l'apophyse génitale et de l'article terminal de l'endopodite 1 mâle;
- *Cyphonethes* – type caractéristique d'organe glandulo-pilifère (sur le premier et le second péréionite);
- *Troglonethes* – second article de l'endopodite 2 mâle réduit, plus court que l'article basal;

- *Libanonethes* – haute différenciation sexuelle du péréiopode VII comportant un long appendice recourbé en trompe;
- *Mexiconiscus* – second pléopode à exopodite ovoïde, de taille réduite et endopodite robuste et terminé par une pointe et une lamelle.
- *Bulgaronethes* – remarquable ornementation tergale et différenciation sexuelle caractéristique du péréiopode VII (lamelle digitiforme à l'extrémité de l'ischion);

Nous avons trouvé très peu d'autapomorphies propres pour des genres avec plusieurs espèces donc représentant les synapomorphies des toutes les espèces incluses dans les genres respectifs:

- *Nippononethes* – endopodite 2 mâle terminé par une vésicule pédonculée;
- *Aegonethes* – exopodite 1 mâle recourbé en corne à son extrémité.

Il résulte donc qu'il y en a des genres pour lesquels à l'état actuel de connaissance nous ne pouvons prouver des autapomorphies positives. Parfois, les différences entre genres consistent en l'absence de certains caractères et il est difficile de préciser si cette absence représente en effet une apomorphie (donc une réversion) ou il s'agit d'une absence primitive (plésiomorphie). Ainsi, par exemple, *Protonethes* ne diffère de *Hyloniscus* que par l'absence du crochet méral et de la différenciation à l'extrémité de l'exopodite 1. *Microtitanethes* ne diffère de *Cyphonethes* que par la taille réduite et l'absence des organes glandulo-pilifères. *Troglonethes* ne diffère de *Alpioniscus* que par l'endopodite 2 biarticulé et non triarticulé.

Certains genres ne peuvent être définis que par un ensemble de caractères dont chacun se rencontre hors du taxon donné. Il s'agit donc de taxons polythétiques – terme proposé par Sneath en 1962 (voir Mayr, 1989, p. 269). Cette situation est le résultat de l'évolutions parallèles des caractères (avec la même polarité) mais à rythmes différents (évolution en mosaïque ou hétérobathmie des caractères) et de l'absence d'autapomorphies (synapomorphies des espèces incluses dans les genres respectifs).

On constate fréquemment que certains caractères peuvent représenter des synapomorphies pour les espèces d'un genre mais, qu'ils existent aussi chez d'autres genres des Trichoniscidae, parfois même à l'intérieur de la tribu des Spelaeonethini, apparus par évolutions parallèles. C'est le cas de la saillie ou du crochet méral du péréiopode VII qui existe chez toutes les espèces du genre *Hyloniscus* et du groupe des genres à endopodite 2 mâle triarticulé (*Alpioniscus*, *Aegonethes*, *Macedonethes*) mais se rencontre aussi chez d'autres Trichoniscidae. De même, on peut rappeler que la différenciation du lobe apical à l'exopodite 1 mâle est une synapomorphie caractéristique pour toutes les espèces du genre *Hyloniscus* mais, ce caractère existe aussi chez quatre espèces du genre *Alpioniscus*. Pour définir les genres il faut donc utiliser des caractères qui au niveau de la famille des Trichoniscidae sont précisément

des homoplasies. Il s'agit des homoplasies (convergences et réversions) qu'on ne peut constater qu'à *posteriori* par la discordance (non-congruence) entre les différentes associations des caractères.

Le grand nombre d'évolutions parallèles dans la famille des Trichoniscidae traduit, comme l'a affirmé Vandel, à plusieurs reprises, «l'existence des potentialités morphologiques et évolutives propre à l'ensemble du groupe», donc c'est le phénomène qu'on a nommé synapomorphies dormantes ou synapomorphies potentielles (voir Table ronde Paris, 1986, in Tassy ed. 1986).

Il est évident qu'en absence d'autapomorphies la monophylie des genres ne peut pas être prouvée avec certitude (Hennig, 1982, p. 94) et cela associée à la fréquence des convergences implique des difficultés de reconnaître les groupes frères et de reconstruire l'histoire phylétique du groupe. Même si on peut supposer la direction de l'évolution de certains caractères (voir Tableau I) il est souvent difficile de préciser si une certaine similitude représente une synapomorphie de plusieurs genres ou elle est le résultat d'évolutions parallèles. Ainsi, nous supposons que la réduction du nombre des pénicilles mandibulaires représente un phénomène qui se manifeste dans la famille des Trichoniscidae et même à l'intérieur de la tribu des Spelaeonethini d'une manière parallèle dans plusieurs lignées. On peut donc affirmer que l'analyse des caractères visant de vérifier la monophylie des genres réunis dans la tribu des Spelaeonethini et de reconnaître leurs relations de parenté rencontre des grandes difficultés. Toutefois nous pensons qu'on peut reconnaître à l'intérieur de la tribu des Spelaeonethini deux synapomorphies qui permettent de supposer l'existence de deux groupes de genres apparentés:

1) *Titanethes*, *Cyphonethes* et *Microtitanethes*, ayant comme synapomorphie la modification en bâtonnet rigide de la tige terminale de l'endopodite 1 mâle;

2) *Alpioniscus* (inclusif le sous genre *Illyrionethes*), *Aegonethes* et *Macedonethes* ayant comme synapomorphie l'apparition d'un troisième article à l'endopodite 2 mâle.

D. CLÉ DE DÉTERMINATION DES GENRES DE LA TRIBU DES *Spelaeonethini*

1. – Endopodite 2 mâle biarticulé 2
 - Endopodite 2 mâle triarticulé 14
2. – Céphalon, péréion et pléonite 3 ornés de forts protubérances; ischion du péréiopode VII mâle pourvu à son extrémité distale d'une longue lamelle digitiforme *Bulgaronethes*
 - Pas de protubérances tergaes; ischion du péréiopode VII mâle sans lamelle digitiforme 3
3. – Mandibule gauche avec 3 pénicilles 4
 - Mandibule gauche avec 2 pénicilles ou 1 pénicille 12

4. – Mandibule droite avec 2 pénicilles 5
 - Mandibule droite avec 1 pénicille 9
5. – Appareil oculaire constitué de 3 ommatidies; apophyse génitale terminé par une pointe flanquée de deux petit lobes *Tachysoniscus*
 - Appareil oculaire absent; apophyse génitale simple, amincie vers l'extrémité 6
6. – Endopodite 1 mâle terminé par une tige *Spelaeonethes*
 - Endopodite 1 mâle terminé par un bâtonnet rigide 7
7. – Endopodite 1 mâle à bâtonnet terminal plus court que l'article basal et dépourvu de striation transversale; articulation entre les deux articles de l'endopodite 2 mâle oblique *Titanethes*
 - Endopodite 1 mâle à bâtonnet terminal plus long que l'article basal et pourvu dans sa partie distale de stries transversales; articulation entre les deux articles de l'endopodite 2 mâle droite, transversale 8
8. – Organes glandulo-pilifères sur le premier et le second péréionites; taille grande (10–16 mm) *Cyphonethes*
 - Pas d'organes glandulo-pilifères sur les péréionites; taille petite (3–4 mm) *Microtitanethes*
9. – Endopodite 1 mâle terminé par une tige aplatie; ischion du péréiopode VII mâle pourvu d'un long appendice recourbé en trompe; exopodite 2 mâle petit, ovoïde *Libanonethes*
 - Endopodite 1 mâle terminé par une tige simple, non aplatie; ischion du péréiopode VII mâle sans appendice; exopodite 2 mâle triangulaire ou trapézoïdale 10
10. – Endopodite 2 mâle à article distal nettement plus court que l'article basal; appareil oculaire absent *Troglonethes*
 - Endopodite 2 mâle à article distal plus long que l'article basal; appareil oculaire constitué par une grande ommatidie 11
11. – Exopodite 1 mâle à extrémité distale différencié en un lobe; endopodite 1 mâle plus court que l'exopodite; méros du péréiopode VII mâle pourvu à sa base d'une saillie ou d'un crochet *Hyloniscus*
 - Exopodite 1 mâle à extrémité distale simple, arrondie; endopodite 1 mâle dépassant en longueur l'exopodite; méros du péréiopode VII mâle ne présentant ni saillie ni crochet *Protonethes*
12. – Endopodite 2 mâle terminé par une vesicule pédonculée; appareil oculaire constitué de 3 ommatidies ou absent *Nippononethes*
 - Endopodite 2 mâle, soit robuste, soit effilé vers l'extrémité, mais toujours sans vésicule pédonculée; appareil oculaire toujours absent .. 13
13. – Exopodite 2 mâle d'une longueur égale à l'article basal de l'endopodite; endopodite 2 mâle effilé vers l'extrémité; mandibules sans pénicilles molaires *Hondoniscus*

- Exopodite 2 mâle très petit, nettement plus court que l'article basal de l'endopodite; endopodite 2 mâle robuste jusqu'à son extrémité; mandibules avec pénicilles molaires *Mexiconiscus*
- 14. – Mandibule gauche avec 2 pénicilles; exopodite 1 mâle recourbé en corne à son extrémité *Aegonethes*
- Mandibule gauche avec 3 pénicilles; exopodite 1 mâle non recourbé en corne 15
- 15. – Mandibule droite avec 2 pénicilles; bord externe de l'exopodite 2 mâle convexe; endopodite et exopodite de l'uropode insérés au même niveau *Macedonethes*
- Mandibule droite avec 1 pénicille; bord externe de l'exopodite 2 mâle droit ou concave; endopodite de l'uropode à insertion nettement plus antérieure par rapport à celle de l'exopodite *Alpioniscus* 16
- 16. – Article 3 de l'endopodite 2 mâle égale ou plus long que l'article 2 *S.g. Alpioniscus*
- Article 3 de l'endopodite 2 mâle plus court que l'article 2 *S.g. Illyrionethes*

REMERCIEMENTS. Nous sommes reconnaissants à la Fondation Alexander von Humboldt et à la direction du Musée Zoologique de Munich ainsi qu'à l'Académie Autrichienne des Sciences et au Dr. J. Gruber et à Madame Dr. V. Stagl du Musée d'Histoire Naturelle de Vienne grâce à qui nous avons eu la possibilité d'examiner des exemplaires des collections Verhoeff (Munich) et Strouhal (Vienne) respectivement. Nous remercions bien vivement MM. les Drs. F. Ferrara (Florence), B.P.M. Curcic (Belgrade), D.L. Danielopol (Mondsee) et L. Matile (Paris) pour leur précieuse aide dans notre documentation bibliographique. Tout particulièrement nous adressons nos vifs remerciements au Dr. H. Dalens (Toulouse) avec qui nous avons discuté les données présentées ici et qui a eu l'amabilité de revoir la partie essentielle de notre manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- 1932 ABSOLON K. und STROUHAL H., *Protonethes ocellatus* nov. gen., nov. spec. eine neue Höhlen-Trichoniscide. Zool. Anz., **101**, 1–2, 17–28.
- 1984 ANDREEV St., Contribution à l'étude des Isopodes terrestres de la Grèce. 1. Sur une nouvelle espèce cavernicole du genre *Alpioniscus*. (Oniscoidea, Trichoniscidae). Biol. Gallo-Hellenica, **XI**, 1, 61–64.
- 1986 Contribution à l'étude des Isopodes terrestres de la Grèce. 3. Sur trois nouvelles espèces des genres *Cordioniscus*, *Alpioniscus* et *Trichoniscus* et nouvelles données sur les Isopodes terr. (Oniscoidea). Biol. Gallo-Hellenica, **XI**, 2, 153–164.
- 1935 ARCANGELI A., *Isopodi terrestri di caverne della Spagna* (Collezione del Museo di Storia Naturale di Madrid). Eos, Madrid, **X**, 3–4, 171–195.
- 1938a *Il genere Spelaeonethes* Verh. Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. R. Univ. Torino, **XLVI**, 1–12.

- 1938b *Titanethe albus* Schödte e *Titanethes dahli* Verhoeff appartengo alla stessa specie che può avere o no organi simbiotici o micetomi nel sesso maschile (Crustacei isopodi terrestri). Atti R. Accad. Sci. Torino, **73**, 3-11.
- 1952 *La fauna isopodologica della Puglia e della isole Termiti e la sua probabile origine in rapporto alla diffusione transadriatica di specie*. Mem. Biogeogr. Adriatica, **11**, 109-172.
- 1982 ARGANO R., BALDARI F. e MANICASTRI C., *Isopodi sotterranei italiani* (Crustacea, Malacostraca). Lav. Soc. Ital. Biogeografia, Nouv. Ser., **VII** (1978), 119-137.
- 1990 ARGANO R., e MANICASTRI C., *Il genere Spelaeonethes Verhoeff, 1932 in Sardegna* (Crustacea, Oniscidea, Trichoniscidae). Fragm. Entomol., Roma, **22**, 1, 1-10.
- 1995 ARGANO R., FERRARA F., GUGLIELMO L., RIGGIO S., RUFFO S., *30. Crustacea Malacostraca II* (Tanaidacea, Isopoda, Amphipoda, Euphausiacea). In Minelli A., Ruffo, S., La Posta S., *Checklist delle Specie della Fauna Italiana*. Ed. Calderini, Bologna.
- 1994 BERON P., *Résultats des recherches biospéléologiques en Bulgarie de 1971 à 1994 et liste des animaux cavernicoles bulgares*. Ed. Fédér. bulg. Spéléol. Série Tranteeva 1, Sofia, 137 p.
- 1965 BOWMAN E. T., *Xilitloniscus, a new genus for the Mexican troglobitic isopod, Cordioniscus laevis Rioja* (Oniscoidea: Trichoniscidae). Proc. biol. Soc. Washington, **78**, 209-216.
- 1938 BRIAN A., *Determinazione di Trichoniscidi e di altri Isopodi terrestri cavernicoli (terzo contributo)*. Mem. Soc. Entom. Ital., **XVI** (1937), 167-225.
- 1952 *Intorno a due interessanti e nuovi Trichoniscidi (Isopodi terrestri) raccolti dal sig. Nino Sanfilippo nella grave di Castellana (Bari)*. Boll. Soc. Entom. Ital., **LXXXII**, 1-2, 3-8.
- 1954 BUTUROVIC A., *Isopodes nouveaux (Isop. Terrestria) des grottes de Macédoine*. Acta Mus. Macedon. Sci. Nat., Skopje, **I**, 11, 233-254.
- 1955a *Contribution à la connaissance d'Isopodes terrestres des grottes de Macédoine*. Fragmenta Balcanica Mus. Maced. Sci. Nat., Skopje, **I**, 14, 117-124.
- 1955b *Isopodes nouveau (Isop. terrestria) de Macédoine et Dalmatie*. Acta Musei Maced. Sci. Nat., **III**, 5/27, 145-157.
- 1955c *Über einige Hyloniscus-Arten Bosniens und der Herzegowina (Isopoda terrestria)*. Zool. Anz., **154**, 7/8, 168-176.
- 1958 *O sistematici, biologiji i biogeografiji trichoniscida Jugoslavije*. God. Biol. Inst. Sarajevo, **10**, 3-67.
- 1960 *Sur quelques espèces d'isopodes terrestres de la Serbie*. Bull. Mus. Hist. Nat. Belgrade, Série B, **15**, 93-112.
- 1972 CARUSO D., *Isopodi terrestri di grotte delle Alpi Orientali*. Boll. Sed. Accad. Gioenia Sc. nat. Catania, Ser. IV, **XI**, 5-6, 99-110.
- 1989 CRUZ A., *Troglonethes aurouxii* gen. n., sp. n. (Oniscidea, Trichoniscidae) un Isópodo terrestre cavernicola del Levante español. Misc. Zool., **XIII**, 51-54.
- 1991 *Isópodos terrestres de la colección del Museu de Zoologia de Barcelona* (Crustacea, Oniscidea). Misc. Zool., **XV**, 81-102.
- 1989 CRUZ A. y DALENS H., *Especies nuevas o poco conocidas de isópodos terrestres de la Península Iberica. I. Isópodos cavernícolas de la España oriental* (Crustacea; Oniscidea). Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, **125**, 91-98.
- 1989 DALENS H. et SAPORTE CL., *L'œuvre isopodologique de Albert Vandel*. Archives de Documentation Sci. nat. Essem, 89-000.478, 100 p.
- 1993 DARLU P. et TASSY P., *La reconstruction phylogénétique. Concepts et méthodes*. Masson, Paris, 245 p.
- 1979 DUPUIS C., *Permanence et actualité de la systématique. La «systématique phylogénétique» de W. Hennig* (Historique, discussion, choix de références). Cah. Naturalistes, **34**, 1-69.

- 1995 ERHARD F., *Untersuchungen am Skelet-Muskel-System des Landasseln-Pleon (Isopoda, Oniscoidea). Ein Beitrag zur phylogenetisch-systematischen Stellung der Familie Mesoniscidae*. Verh. Deutsch. Zool. Gesellschaft, 88. Jahresvers, in Kaiserslautern, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena-New York, 144.
- 1937 FRANKENBERGER Z., *Über eine neue Illyrionethes-Art aus Dalmatien*. Zool. Anz., **120**, 7/8, 173–176.
- 1938 *Sur les genres Illyrionethes Verh. Et Aegonethes g. n. (Isopodes)*. Arch. Zool. exp. gén. Notes et Rev., **80**, 25–37.
- 1939a *Über von Herrn Dr. J. Kratochvil in Jugoslawien gesammelte Hölenisopoden. II*. Zool. Anz., **128**, 3/4, 98–106.
- 1939b *Sur un nouvel Isopode cavernicole de la Grèce. Hellenonethes g.n. vej dovskiy sp.n.* Vestn. Cs. Zool. Spolecnosti v Praze, **VI–VII**, 139–146.
- 1940 *Über zwei neue Hyloniscus-Arten von der Balkanhalbinsel*. Zool. Anz., **130**, 3/4, 73–78.
- 1959 *Stejnnozci suchozemsti – Oniscoidea*. In Fauna CSR, Praha, **14**, 212 p.
- 1940 FRANKENBERGER Z. und STROUHAL H., *Zoogeographische Betrachtungen über die Höhlen-Oniscoidea des nordwestbalkanischen Karstgebietes*. Zool. Jb. Syst., **73**, 443–446.
- 1980 FLASAROVA M., *Hyloniscus transsilvanicus (Verhoeff, 1901) im Gebirge Malé Karpaty in der Westslowakei (Isopoda, Oniscoidea)*. Faunistische Abhand. Staat. Mus. Tierk. Dresden, **7**, 30, 273–278.
- 1988 GOUJET D., MATILE L., JANVIER PH. et HUGOT J.-P., *Systématique cladistique. Quelques textes fondamentaux. Glossaire*. Biosystema **2**, 195 p.
- 1966 GRUNER H.-G., *Krebstiere oder Crustacea V. Isopoda, 2. Lieferung*. In DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, 53. Teil, Gustav Fischer Verlag, Jena, 151–380.
- 1963 GRUNER H.-E. und TABACARU I., *Revision der Familie Mesoniscidae Verhoeff, 1908 (Isopoda, Oniscoidea)*. Crustaceana, **6**, 15–34.
- 1982 HENNIG W., *Phylogenetische Systematik*. Paul Parey, Berlin et Hamburg, 246 p.
- 1939 HEROLD W., *Eine neue Hyloniscus-Art aus Albanien*. Zool. Anz., **127**, 106–109.
- 1930 KESSELYAK A., *Faunistisches über Isopoden*. Zool. Jahrb., Abt. Syst., **60**, 239–256.
- 1989 MAYR E., *Histoire de la biologie. Diversité, évolution et hérédité*. Fayard, Paris, 1205 p.
- 1929 MEHELY L. von, *Species generis Hyloniscus. (Systematische und descendenztheoretische Betrachtungen)*. Studia Zoologica, Budapest, **I**, 37–57.
- 1983 NUNOMURA N., *Studies on the Terrestrial Isopod Crustaceans in Japan. I. Taxonomy of the Families Ligiidae, Trichoniscidae and Olbrinidae*. Bull. Toyama Sci. Mus., **5**, 23–68.
- 1990 *Studies on the Terrestrial Isopod Crustaceans in Japan V. Taxonomy of the Families Armadillidiidae, Armadillidae and Tylidae, with Taxonomic Supplements to some Other Families*. Bull. Toyama Sci. Mus., **13**, 1–58.
- 1970 PLJAKIC M. A., *Contribution à la connaissance du genre Macedoniscus (Trichoniscidae) en Serbie – Macedoniscus metohicus sp. n.* Bull. Mus. Hist. Nat., Belgrade, Série B, **25**, 321–327.
- 1972 *Un nouvel élément de la faune cavernicole en Serbie orientale: Hyloniscus stankovici sp.n.* Bull. Mus. Hist. Nat., Belgrade, Série B, **27**, 85–93.
- 1977 *Les relations taxonomiques et biogéographiques des lignées évolutives primitives des Oniscoidea inférieures de la Yougoslavie, en particulier, des éléments de la faune cavernicole de la Serbie.* (en serbe, rés. fr.), Acad. Serbe Sci. Arts, Cl. Sci. Nat. Math., **48**, 184 p.

- 1979 POTOČNIK F., *Prispevek k poznavanju favne mokric (Isopoda terrestria) Slovenije*. Biol. Vestn., Ljubljana, **27**, 1, 63–70.
- 1983 *Alpioniscus (Illyrionethes) christiane spec. nov., eine neue Trichoniscidae-Art (Isopoda terrestria) aus Jugoslawien*. Ann. Naturhist. Mus. Wien., **84/B**, 389–395.
- 1989 *The survey of the fauna of woodlice (Isopoda terrestria) of Yugoslavia*. Biol. vestn., Ljubljana, **37**, 2, 61–82.
- 1908 RACOVITZA E., *Isopodes terrestres (Seconde Série)*. Biospeologica IX, Archiv Zool. exp. gén., **IX**, 5, 239–415.
- 1910 *Sphaeromiens (Première Série) et Révision des Monolistrini (Isopodes sphéromiens)*. Arch. Zool. exp. gén., **4**, 625–758.
- 1939 RADU V. GH., *Isopodes terrestres de Roumanie. I. Isopodes des environs de Sinaia*. Ann. Sci. Univ. Jassy, **XXV**, 2, 447–462.
- 1977a *Ropaloniscus motasi, nouveau genre et nouvelle espèce de la famille Trichoniscidae (Isopoda Terrestria)*. Muz. St. Nat. Bacău, Studii și Comunicări, **9**, 7–13.
- 1977b *Genul Hyloniscus (Isopode terestre) în Carpații orientali*. Studii comunic. ocrătirea nat., Suceava, 13–23.
- 1983 *Ordinul Isopoda, Subordinul Oniscoidea Oniscoidee inferioare*. În Fauna R.S. România, Crustacea, **IV**, 13, 168 p.
- 1979 SCHMALFUSS H., *Revidierte Check-list der Landisopoden (Oniscoidea) Griechenlands*. Stuttgart. Beitr. Naturk., Ser. A, **331**, 42 p.
- 1981 *Die Isopoden der Nördlichen Sporaden (Ägäis)*. Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. A, **343**, 24 p.
- 1965 SCHMÖLZER K., *Ordnung Isopoda (Landasseln)*. In Bestimmungsbücher zur Bodenfauuna Europas, Lief. 4 and 5, Akademie-Verlag, Berlin, 468 p.
- 1964 SCHULTZ G. A., *Mexiconiscus ilamayaensis, a new genus and species of terrestrial cave isopod from San Luis Potosi, Mexico*. Trans. Amer. Micros. Soc., **83**, 4, 376–380.
- 1968 *Xilitoniscus Bowman a synonym of Mexiconiscus Schultz with notes on the species involved (Isopoda, Oniscoidea)*. Crustaceana, Leiden, **14**, 3, 255–258.
- 1938 STROUHAL H., *Asseln aus Balkanhöhlen. (16. Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans.)*. Zool. Anz., **124**, 9/10, 269–281.
- 1939a *Landasseln aus Balkanhöhlen, gesammelt von Prof. Dr. Karl Absolon. 4. Mitteilung. (Zugleich 19. Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans.)*. Zool. Anz., **125**, 7/8, 181–190.
- 1939b *Landasseln aus Balkanhöhlen, in der Sammlung Biospeologica balcanica. 5. Mitteilung: Illyrionethes Verh. und Aegonethes Frankenb. (Zugleich 20. Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans.)*. Mitt. Höhlen- u. Karstforsch., 114–131.
- 1939c *Titanethes Schiödt (Landasseln aus Balkanhöhlen in der Kollektion „Biospeologica balcanica“ von Prof. Dr. Absolon. 6. Mitteilung.)*. Stud. Geb. Allg. Karstforsch. Biol. Ser., **5**, 11, 1–34.
- 1953a *Neue Trichonisciden aus türkischen Höhlen (2. Beitrag zur Kenntnis der türkischen Isopoden)*. Notes biospéol., **VIII**, 2, 167–183.
- 1953b *Bemerkungen zu einigen österreichischen Trichoniscus-Arten (Isop. terr.)*. Verh. Zool.-Bot. Gesell. Wien, **93**, 46–56.
- 1954 *Isopoda terrestria, I.: Ligiidae, Trichoniscidae, Oniscidae, Porcellionidae, Squamiferidae*. In Beier M., Zoologische Studien in West-Griechenland. IV. Teil. Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Math.-naturw. Kl. Abt. I, **163**, 8, 559–601.
- 1992 SUDHAUS W. et REHFELD K., *Einführung in die Phylogenetik und Systematik*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena-New York, 219 p.
- 1963 TABACARU I., *Biharoniscus racovitzae n.g., n.sp., nouvel Isopode terrestre cavernicole de Roumanie*. Ann. Spéléol., **XVIII**, 4, 473–481.

- 1969 *Über die Verbreitung der cavernicolen Landisopoden der Balkanhalbinsel und der Karpatengebiete*. Abhandlungen 5. Internat. Kongr. Speläologie, Stuttgart, Sekt. Biospeläologie, **4**, 20, 1–5.
- 1972 *Contribution à l'étude du genre Hyloniscus Verhoeff (Crustacea, Isopoda) I. Deux nouvelles espèces du groupe flammula*. Trav. Inst. Spéol. E. Racovitza, **XI**, 233–246.
- 1973a *Thaumatonicellus orghidani n.g., n.sp. (Isopoda, Oniscoidea, Trichoniscidae)*. Livre du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie Emile Racovitza, Ed. Acad., București, 235–247.
- 1973b *Contribution à l'étude du genre Biharoniscus Tabacaru (Crustacea, Isopoda, Oniscidea)*. Trav. Inst. Spéol. E. Racovitza, **XII**, 121–125.
- 1993a *Sur la classification des Trichoniscidae et la position systématique de Thaumatonicellus orghidani Tabacaru, 1973 (Crustacea, Isopoda, Oniscidea)*. Trav. Inst. Spéologie E. Racovitza, **XXXII**, 43–85.
- 1993b *Sur Caucasonethes vandeli n.sp. (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) Isopode terrestre cavernicole de Roumanie*. Memoire de Biospéologie, Moulis, **XX**, 231–238.
- 1994 *Les Trichoniscidae des grottes de Roumanie. Description d'une nouvelle espèce troglodyte: Trichoniscus racovitzae n.sp. (Crustacea, Isopoda, Oniscidea)*. Trav. Inst. Spéol. E. Racovitza, **XXXIII**, 49–61.
- 1996 *Sur un groupe d'espèces cavernicoles de Trichoniscus (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) caractérisées par des organes glandulo-pilifères*. Mémoires de Biospéologie, Moulis, **XXIII**, 241–248.
- 1996a TABACARU I. et DANIELOPOL D. L., *Phylogénie des isopodes terrestres*. C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie, Évolution, **319**, 71–80.
- 1996b *Phylogenèse et convergence chez les Isopodes terrestres*. Vie et Milieu, **46**, 2, 171–181.
- 1995a TAITI S., FERRARA F., *Su una nuova specie di Nesiotoniscus (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) dell'Isola di Capraia (Arcipelago Toscano) con considerazioni sul genere*. Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino, **13**, 1, 313–321.
- 1995b *Isopodi terrestri (Crustacea, Oniscidea) delle grotte della Toscana (Italia centrale)*. Mém. Biospéol., **22**, 169–196.
- 1986 TASSY P. (ed.), *L'ordre et la diversité du vivant*. Fondation Diderot, Fayard, Paris, 289 p.
- 1943 VANDEL A., *Essai sur l'origine, l'évolution et la classification des Oniscoidea (Isopodes teretres)*. Bull. Biol. France-Belgique, Suppl., **XXX**, 1–136.
- 1946a *Espèces françaises, nouvelles ou peu connues, de Trichoniscidae (Isopodes terrestres) (Deuxième partie)*. Bull. Soc. zool. Fr., **LXXI**, 53–72.
- 1946b *Crustacés Isopodes terrestres (Oniscoidea) épigés et cavernicoles du Portugal. Étude des récoltes de M. A. de Barros – Machado*. Anais Fac. Ciênc. Porto, **30**, 135–427.
- 1946c *Isopodes terrestres récoltés par M. le Professeur Remy au cours de ses voyages dans les régions balkaniques*. Annls. Sci. nat., Zool. 11e Sér. **VIII**, 151–194.
- 1952 *Les Trichoniscides (Crustacés – Isopodes) de l'hémisphère austral. Leur place systématique. Leur intérêt biogéographique*. Mém. Mus. natn. Hist. nat. Paris, sér. A, Zool., **6**, 1, 1–116.
- 1953a *La classification de la famille des Trichoniscidae (Crustacés: Isopodes teretres)*. Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 2e sér., **25**, 3, 276–278.
- 1953b *Espèces nouvelles ou peu connues de Trichoniscidae cavernicoles recueillies en Espagne orientale*. Notes Biospéol., **VIII**, 1, 51–66.
- 1955 *Mission Henri Coiffait au Liban (1951). 8. Isopodes teretres*. Arch. Zool. exp. gén., **91**, 4, 455–531.
- 1959 *La Faune Isopodique cavernicole de la Grèce continentale (Récoltes du Dr. K. Lindberg, Lund)*. Notes biospéol., **13**, 2, (1958), 131–140.

- 1960 *Isopodes terrestres (Première partie)*. In. Faune de France 64, Paul Lechevalier édit., Paris, 416 p.
- 1965 *Les Isopodes cavernicoles récoltés en Grèce par le Docteur H. Henrot*. Annls. Spéléol., **19**, 4, (1964), 729–740.
- 1965 *Les Isopodes terrestres et cavernicoles de la Bulgarie*. Annls. Spéléol., **20**, 2, 243–270.
- 1967 *Les Isopodes terrestres et cavernicoles de la Bulgarie (seconde partie)*. Annls. Spéléol., **22**, 2, 333–365.
- 1968 *Les Premiers Isopodes Terrestres et Cavernicoles découverts dans l'Archipel Nippon*. Bull. natn. Sci. Mus., Tokyo, **11**, 4, 351–362.
- 1970a *Les Isopodes Terrestres et Cavernicoles de l'Archipel Nippon (Second Mémoire)*. Bull. natn. Sci. Mus., Tokyo, **13**, 3, 373–383.
- 1970b *Un troisième Oniscoïde cavernicole menant une vie aquatique: Mexiconiscus laevis (Rioja)*. Annls. Spéléol., **25**, 1, 161–171.
- 1972 *Les Isopodes terrestres et cavernicoles de la Catalogne*. Misc. Zool., **III**, 2, 1–19.
- 1973 *Sur la présence en Catalogne du genre Libanonethes (Crustacés; Isopodes; Oniscoïdes)*. Misc. Zool., **III**, 3, 11–16.
- 1975 *Les Isopodes terrestres et le Gondwana*. XVIIe Congrès Internat. Zool. Monaco, 25–30 Sept. 1972, Mém. Mus. natn. Hist. nat., Paris, sér. A, Zool., **LXXXVIII**, 107–113.
- 1900 VERHOEFF C. W., *Über paläarktische Isopoden*. (2. Aufsatz.). Zool. Anz., **XXIII**, 609, 117–130.
- 1901a *Über paläarktische Isopoden*. (4. Aufsatz.). Zool. Anz., **XXIV**, 635–636, 66–79.
- 1901b *Über paläarktische Isopoden*. (5. Aufsatz.). Zool. Anz., **XXIV**, 638, 135–149.
- 1901c *Über paläarktische Isopoden*. (6. Aufsatz.). Zool. Anz., **XXIV**, 643, 257–260.
- 1908 *Über Isopoden*: 15. Aufsatz. Archiv f. Biontologie, **II**, 335–387.
- 1926 *Über Isopoden der Balkanhalbinsel, gesammelt von Herrn Dr. I. Buresch*. Zugleich 31. Isopoden-Aufsatz. Mitt. Bulg. Ent. Ges., **III**, 135–158.
- 1927a *Über einige südosteuropäische Trichonisciden*. 34. Isopoden-Aufsatz. Zool. Anz., **70**, 7/8, 200–223.
- 1927b *Illyrionethes n.g., eine cavernicole Trichonisciden-Gattung*. (35. Isopoden-Aufsatz). Zool. Anz., **LXXII**, 9/10, 268–275.
- 1930 *Zur Kenntnis osteuropäischen Isopoden*. 41. Isopoden-Aufsatz. Zool. Jb., Syst., **59**, 1–64.
- 1931a *Zur Kenntnis alpenländischer und mediterraner Isopoda terrestria*. (47. Isopoden-Aufsatz). Zool. Jb., Syst., **62**, 1/2, 15–52.
- 1931b *Zwei neue Illyrionethes-Arten aus Dalmatien*. Senckenbergiana, **13**, 122–124.
- 1932 *Cavernicolen Oniscoideen*. 44. Isopoden Aufsatz. Mitt. Höhlen- u. Karstfischg., **1**, 12–24.
- 1933 *Zur Systematik, Geographie und Ökologie der Isopoda terrestria Italiens und über einige Balkan-Isopoden*. 49. Isopoden-Aufsatz. Zool. Jb. Syst., **65**, 1–64.
- 1939 *Über einige balkanische Isopoda terrestria*. (69. Isopoden-Aufsatz). Stud. Geb. allg. Karstfischg. wiss. Höhlenkde. u. Eiszeitfischg., Biol. Ser., **6**, 1–10.
- 1940 *Über Beziehungen einiger Höhlen-Trichonisciden*. 64. Isopoden-Aufsatz. Mitt. Höhlen u. Karstfischg., 79–84.
- 1937 WÄCHTLER W., *Ordnung Isopoda, Asseln*. In Brohmer – Ehrmann – Ulmer, Die Tierwelt Mitteleuropas, **2**, 2 b, 225–317.
- 1959 ZIEMMERMAN W., *Methoden der Phylogenetik*. In HEBERER G., *Die Evolution der Organismen. Ergebnisse und Probleme der Abstammungslehre*, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 26–102.

Tableau I

Genre/Caractère	Ommatidies			Pénicilles Mandibule droite – Mandibule gauche					Article 2 endop. 1 mâle		Nombre articles endop. 2 mâle	
	3	1	0	2-3	2-2	1-3	1-2	1-1	Tige	Bâtonnet	2	3
Spelaeonethes												
Titanethes												
Cyphonethes												
Microtitanethes												
Tachysoniscus												
Hyloniscus												
Protonethes												
Libanonethes												
Troglonethes												
Mexiconiscus												
Hondoniscus												
Nippononethes												
Alpioniscus												
Aegonethes												
Macedonethes												
Bulgaronethes												

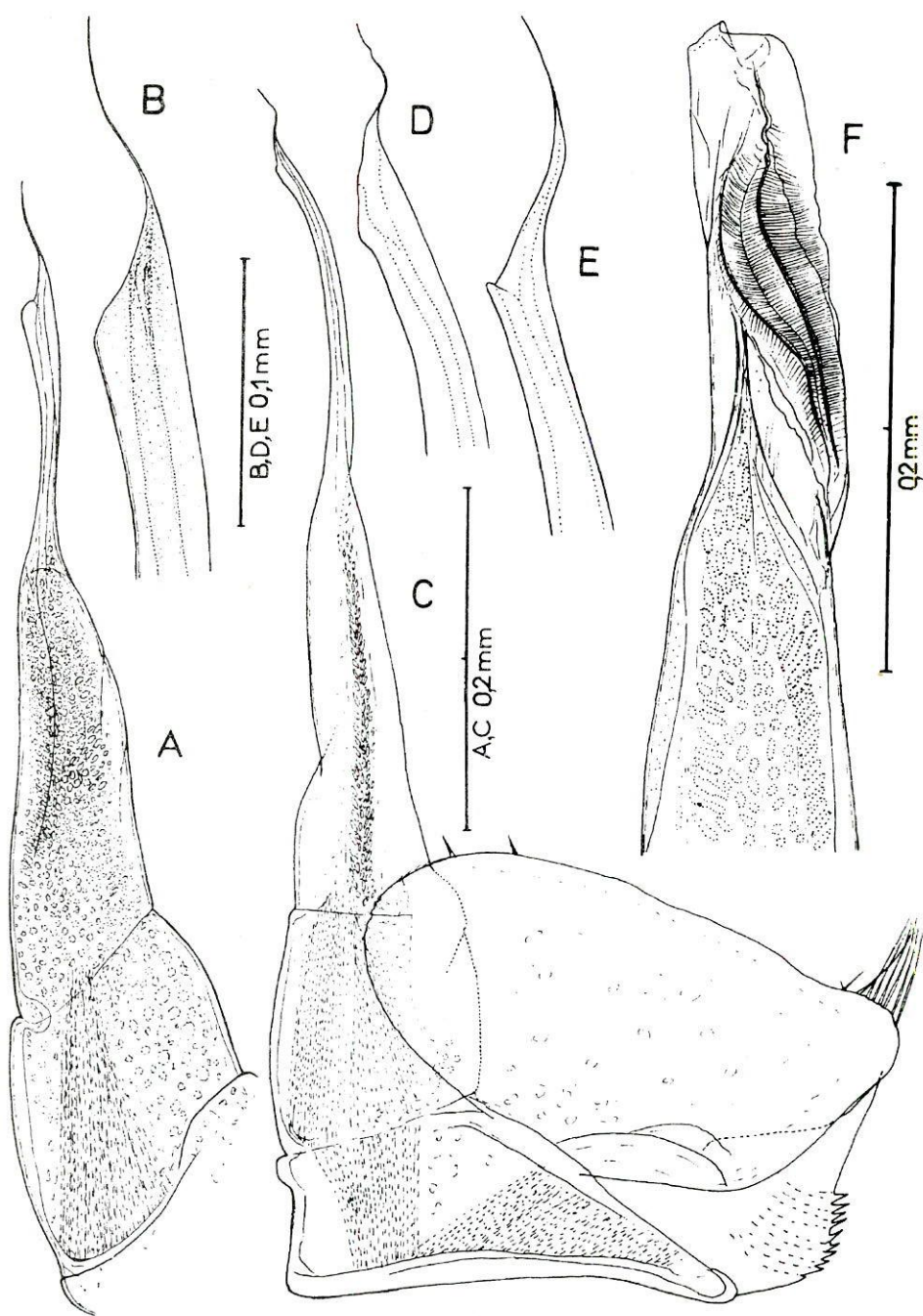


Fig. 1. – A–B – *Hyloniscus flammula* Vandel, A – endopodite du second pléopode; B – extrémité du même appendice. C–E–*H. flammuloides* Tabacaru, C – second pléopode; D et E – extrémité de l'endopodite 2. F–H. *transsylvanicus* Verh., extrémité de l'endopodite 2.

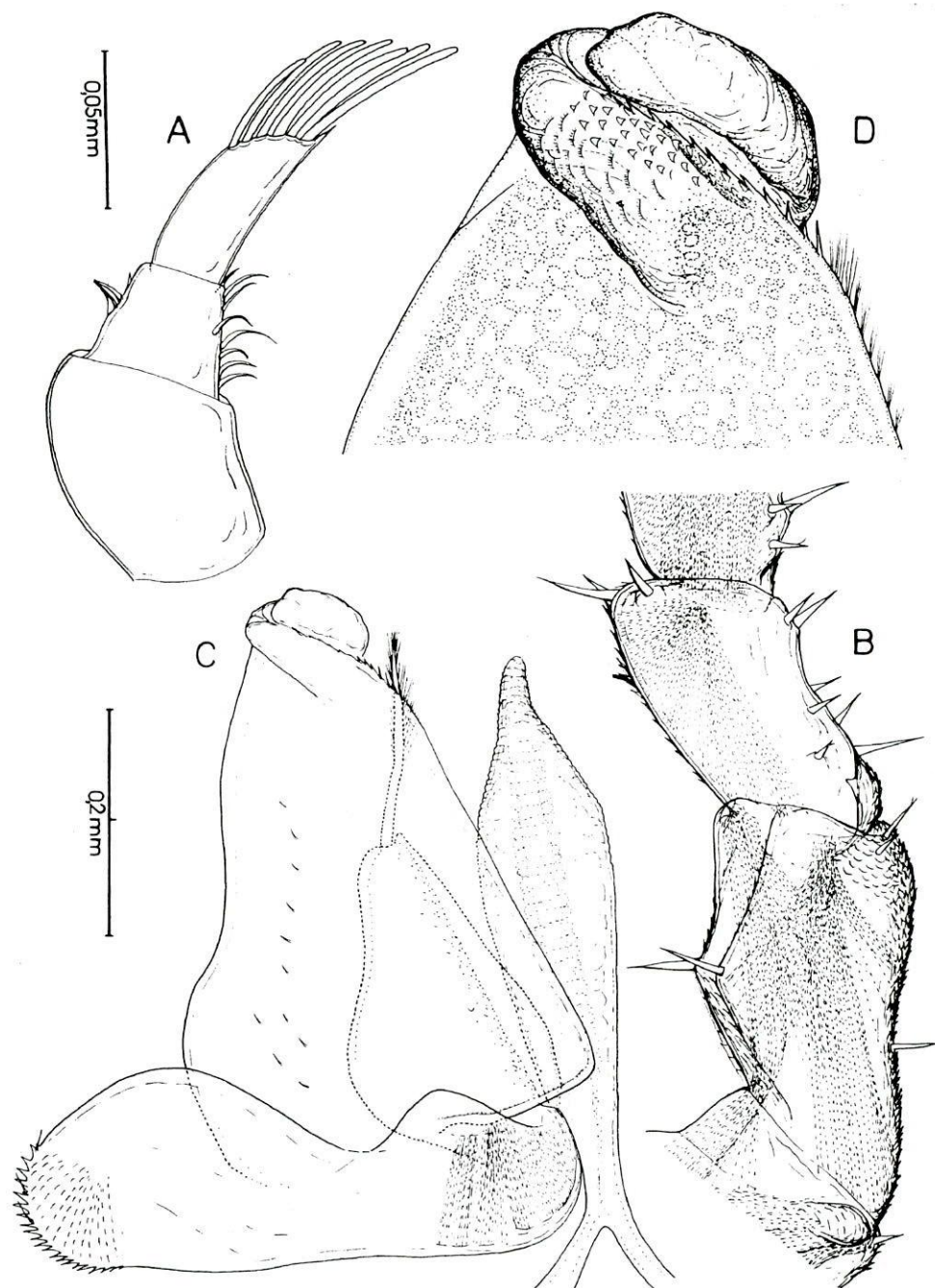


Fig. 2. – *Hyloniscus flammula* Vandel, A – antennule; B – ischion et méros du périopode VII; C – premier pléopode et apophyse génitale; D – extrémité de l'exopodite I.

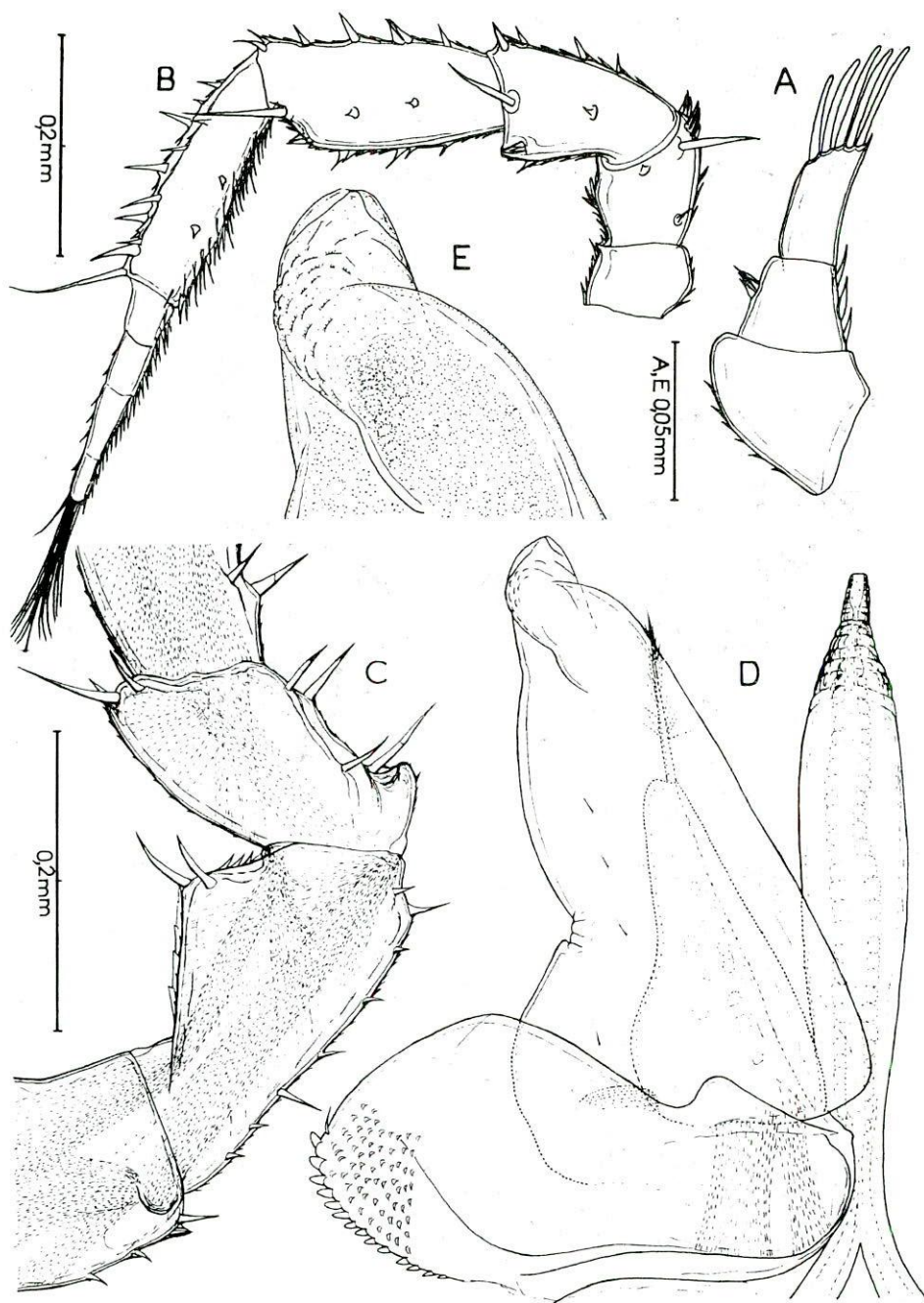


Fig. 3. – *Hyloniscus flammuloides* Tabacaru, A – antennule; B – antenne; C – ischion et méros du péréiopode VII; D – premier pléopode et apophyse génitale; E – extrémité de l'exopodite 1.

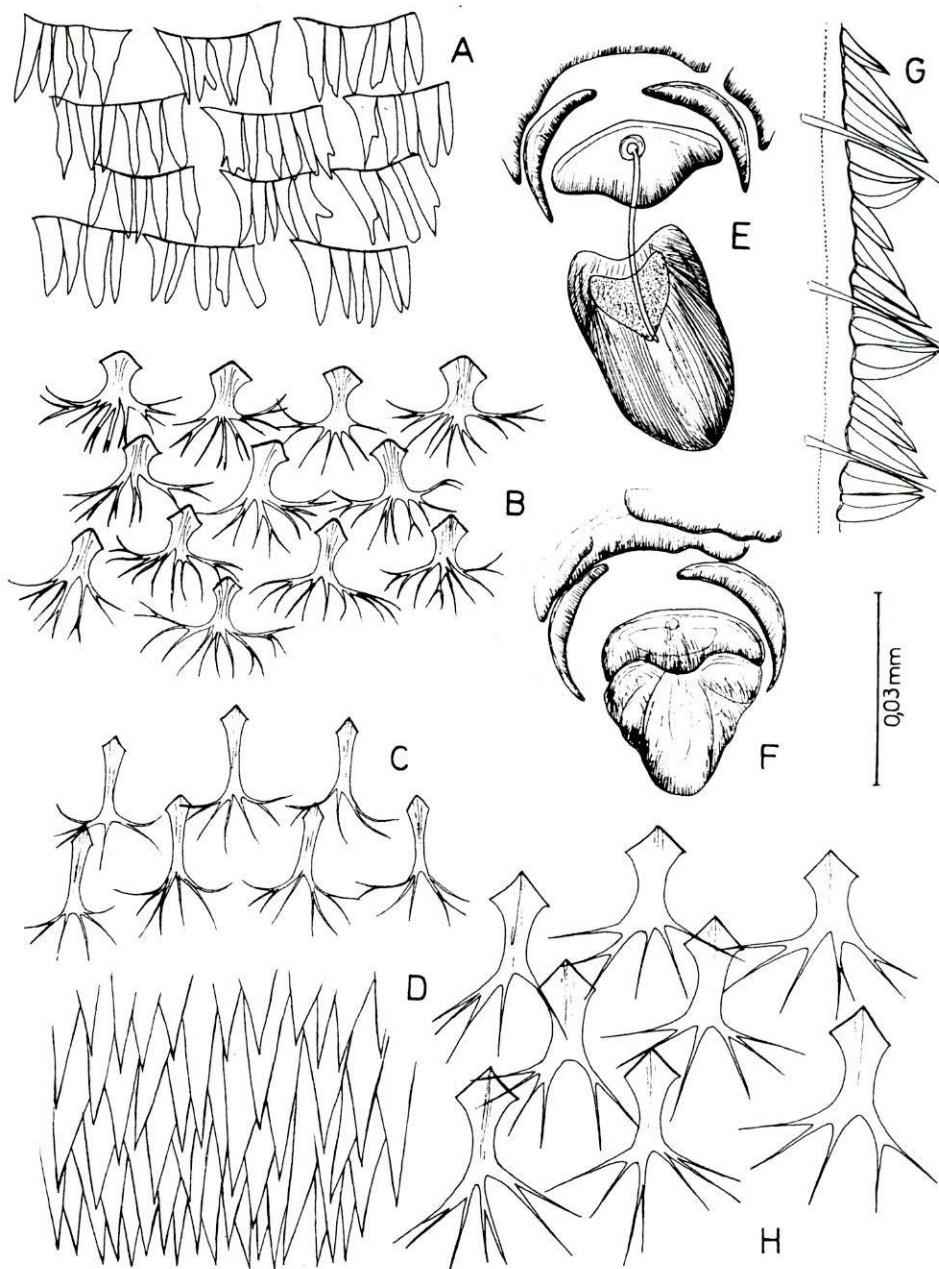


Fig. 4. – A-G – *Hyloniscus flammuloides* Tabacaru, A – écailles du péréonite III (protergite); B – écailles du même péréonite (métatergite); C – écailles du péréonite VII (métatergite); D – écailles du pléonite 4; E et F – soie-écailles du péréonite III. G – bord latéral du péréonite III; H – *H. flammula* Vandel, écailles du péréonite III (métatergite).

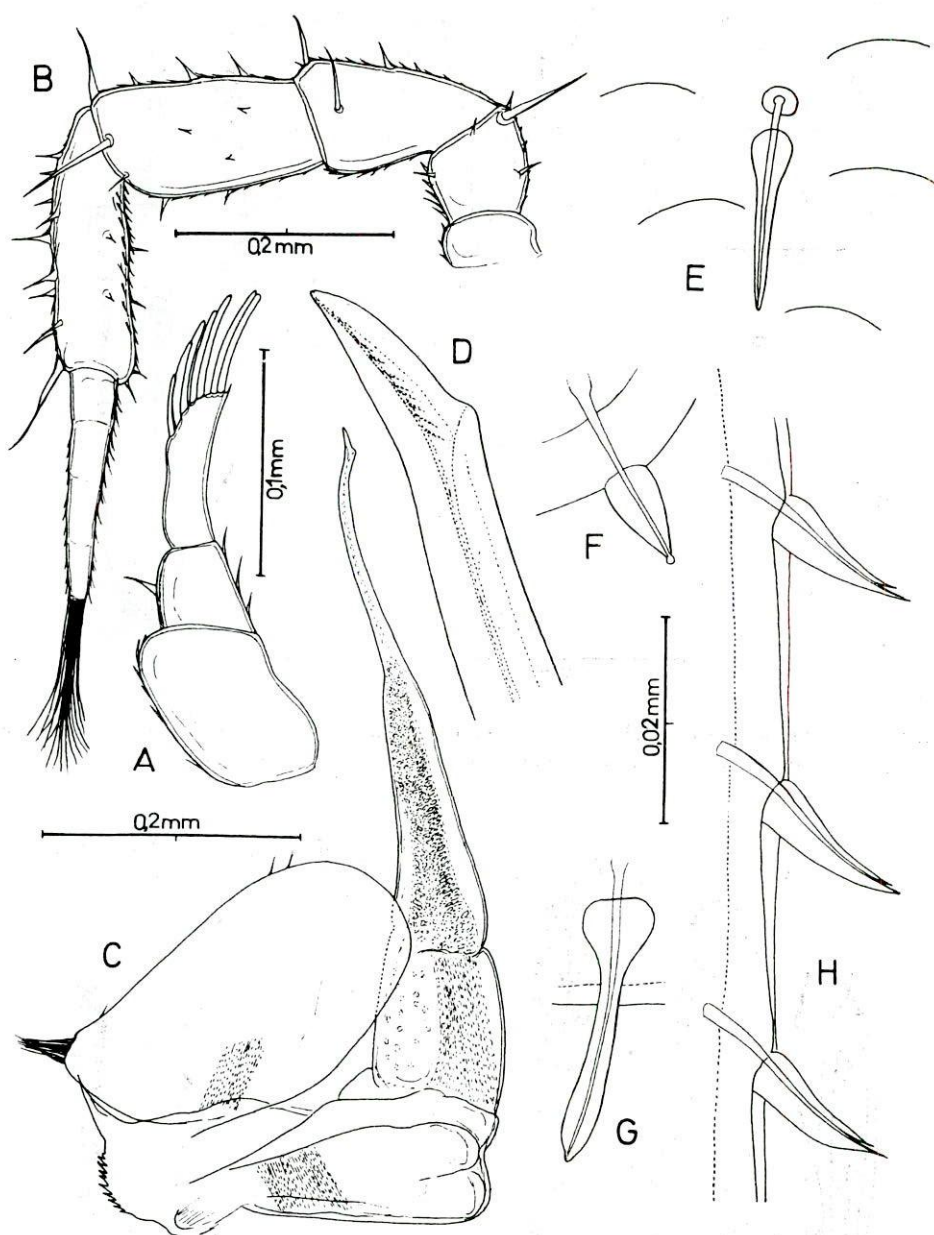


Fig. 5. - *Hyloniscus dacicus* Tabacaru, A - antennule; B - antenne; C - second pléopode; D - extrémité de l'endopodite 2; E - soie-écaille du péréonite II; F - soie-écaille de l'angle postéro-latéral du péréonite III; G - soie-écaille du bord postérieur du péréonite III; H - soies-écailles du bord latéral du péréonite III.

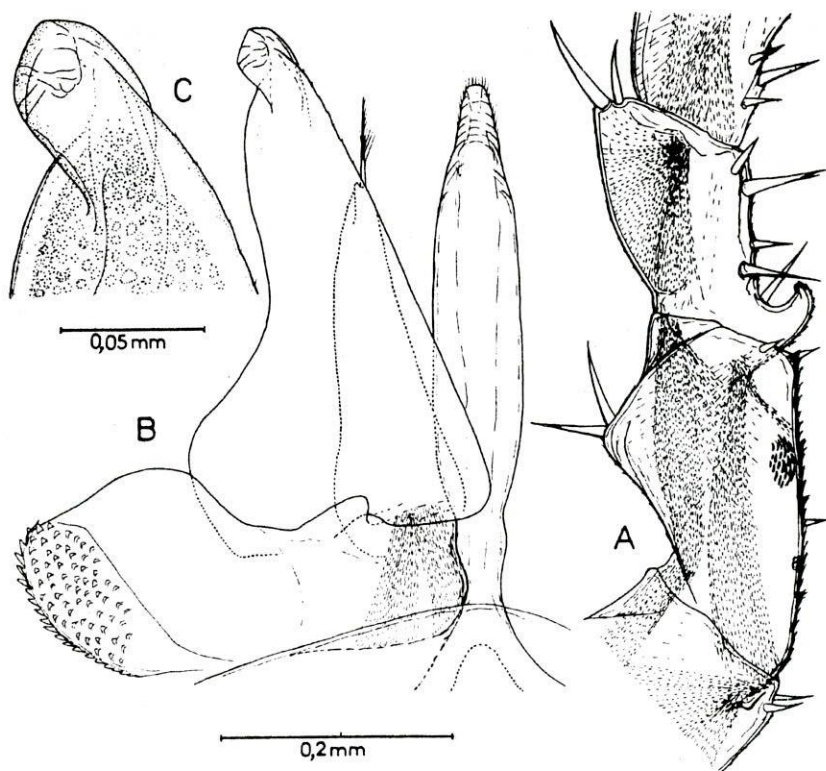


Fig. 6. – *Hyloniscus dacicus* Tabacaru. A – ischion et méros du péréiopode VII; B – premier pléopode et apophyse génitale; C – extrémité de l'exopodite 1.

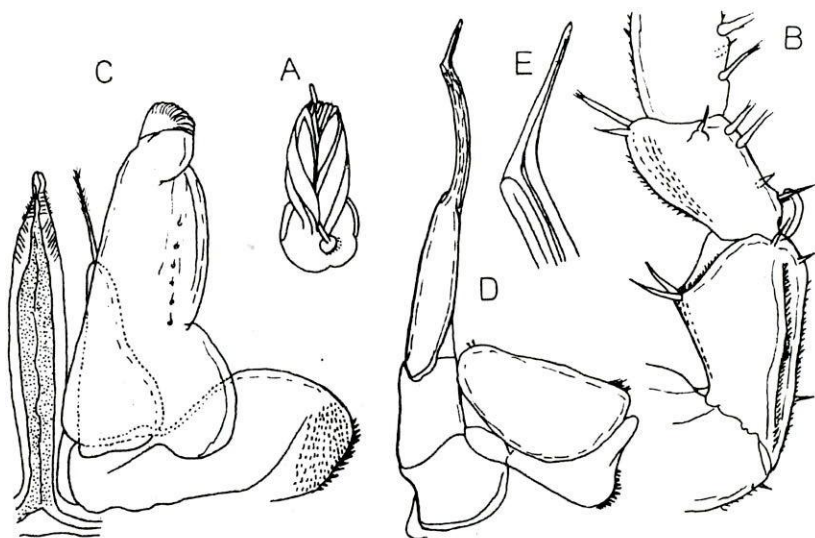


Fig. 7. – *H. motasi* Radu. A – soie-écaille; B – ischion et méros du péréiopode VII; C – apophyse génitale et premier pléopode; D – second pléopode; E – extrémité de l'endopodite 2. (d'après Radu, 1977).

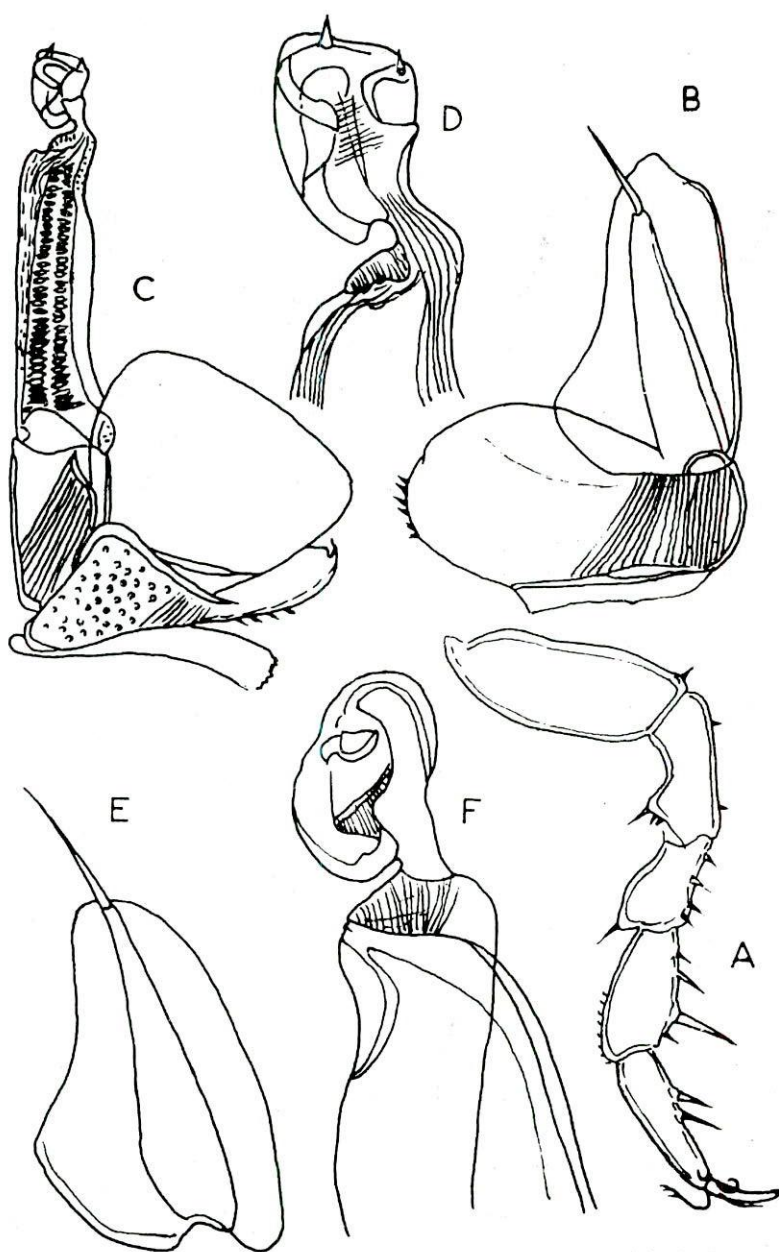


Fig. 8. - A-D - *Nippononethes uenoi* Vandel, A - péréiopode VII; B - premier pléopode; C - second pléopode; D - extrémité de l'endopodite 2. E-F - *N. unidentatus* Vandel, E - premier pléopode; F - extrémité de l'endopodite 2. (A-D, d'après Vandel, 1968; E et F, d'après Vandel, 1970).

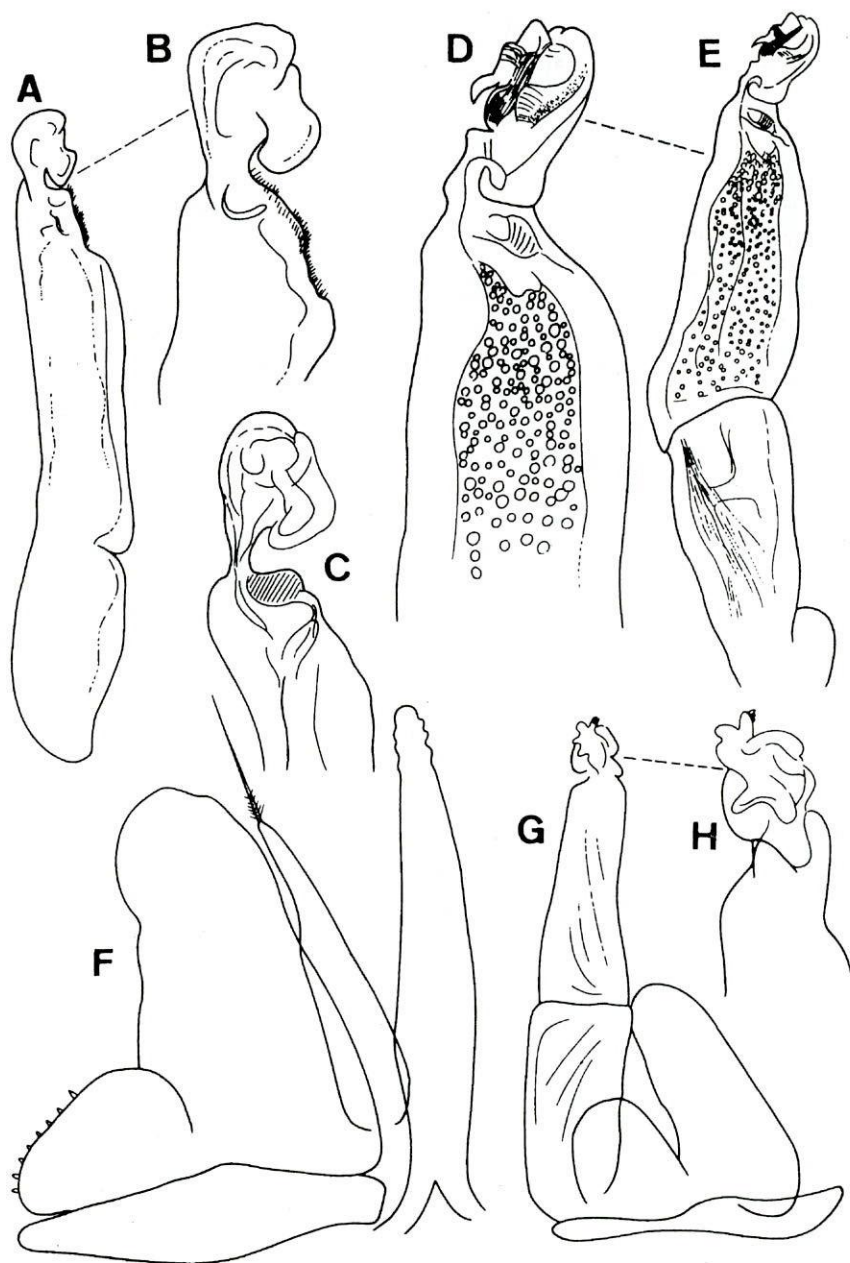


Fig. 9. – A–B – *Nippononethes kiiensis* Nunomura, A – endopodite 2; B – extrémité du même appendice. C – *N. Coronatus* Nunomura, extrémité de l'endopodite 2. D–E – *N. Kuramotoi* Nunomura, D – endopodite 2; E – extrémité du même endopodite. F–H – *N. nishikawai* Nunomura, F – premier pléopode et apophyse génitale; G – second pléopode; H – extrémité de l'endopodite 2. (C, D, E, d'après Nunomura, 1983; A, B, F, G, H, d'après Nunomura, 1990).

THE ULTRASTRUCTURE OF THE TRACHEAE OF TRACHEAL LUNGS IN *SCUTIGERA COLEOPTRATA* (NOTOSTIGMOPHORA, CHILOPODA)

PAULA PRUNESCU and C.-C. PRUNESCU

The ultrastructure of the tracheae of tracheal lungs in *Scutigera coleoptrata* is presented. The tracheal wall is constituted of flat epithelial cells which secrete towards the lumen a resistant network of thin fascicles.

Gases exchange is realised between the air passed through the branched, blind-ended tracheae of tracheal lungs and the haemolymph which bathes the tracheae.

The discussions about the oneness of the tracheal lungs in the class Chilopoda and in the whole Arthropoda, the apomorphic state of the median spiracles and the presence of haemocyanin in the haemolymph of *S. coleoptrata* have occasioned the phylogenetic considerations.

Key words: tracheal lungs, ultrastructure, *Scutigera coleoptrata*.

The respiratory system formed by a series of seven pairs of tracheal lungs in the species of the order Scutigeromorpha represents an original respiratory solution, unique in the whole Arthropoda. This exceptional morphologic trait belongs to an order of Chilopoda, highly related to Pleurostigmomorpha chilopods.

The aims of the present paper are to describe the ultrastructure of the tracheae of tracheal lungs in *S. coleoptrata* and to debate some problems related to the origin and diversity of the respiratory system in Chilopoda.

MATERIAL AND METHODS

Male and female individuals of *Scutigera coleoptrata* were captured alive during the spring of 1992, in Casavet Cave (Enisala, Dobruja, Romania).

After ether anaesthesia, the tracheal lungs were isolated and immersed in 2.5% glutaraldehyde solution in 0.2 M cacodylate buffer, pH 7.2, for 24 h, at 4°C. The material was postfixed in 1.33% OsO₄ solution in cacodylate buffer for 2 h, in darkness, at room temperature. After repeated washings, there followed dehydrations of the samples using graded ethanol solutions. The samples were embedded in Epon 812. Semithin sections through the tracheal

lungs were stained with toluidine blue. The ultrathin sections double-contrasted with uranyl acetate and lead citrate were studied in TEM.

For histologic observations, the material fixed in Bouin solution was processed for inclusion in paraffin by routine techniques. Histologic sections of 5 μm were stained with Hemalum-Eosin.

RESULTS

The tracheal lungs of *Scutigera coleoptrata* are symmetrical structures formed of the expansions of the pericardium in which a closed tracheal system is branched.

The tracheal lungs are situated only on the segments with large tergites, respecting the dorsal heteronomy specific to the orders Chilopoda anamorpha and to the order Scolopendromorpha.

The tracheal system of each tracheal lungs pair is constituted of an aerial chamber (atrium), which communicates with the surrounding medium by a mid-dorsal spiracle in the form of slit, and of numerous tracheae which branch towards the right and left sides and then end blindly (Lewis, 1981).

The tracheae of tracheal lungs are tubular invaginations of the epithelium which lines the aerial chamber (Fig. 1). The tracheal tubules start from the median zone of tracheal lungs, branch here and there towards the lateral extremities (Fig. 2), where they end in the form of finger glove. The haemolymph which bathes the outer part of tracheal walls contains numerous blood cells (Fig. 3). The epithelial cells lining the tracheal walls are flat cells with a scanty cytoplasm (Fig. 4). The tracheal wall is reinforced by the fascicles of fine electron-dense filaments (Fig. 4, 5 and 6). These filaments are arranged in a network (Fig. 7) to prevent the flattening of the tracheae. The tangential or oblique sections through the tracheal walls demonstrate the presence of long electron-dense filaments which have a predominantly circular orientation and a network texture confirming the resistance role of these structures (Fig. 6 and 7).

The epithelial cells present few cytoplasms (Fig. 4 and 5). This feature may be considered an adaptation for their role in gases exchange. Also, the junctions between epithelial cells of the trachea are realised without the thickening of the cells (Fig. 5).

The epithelial cells cytoplasm contains many ribosomes, free or associated with endoplasmic reticulum (Fig. 4 and 6), suggesting an intense synthesis activity.

The tracheae of tracheal lungs lack taenidial thickenings.

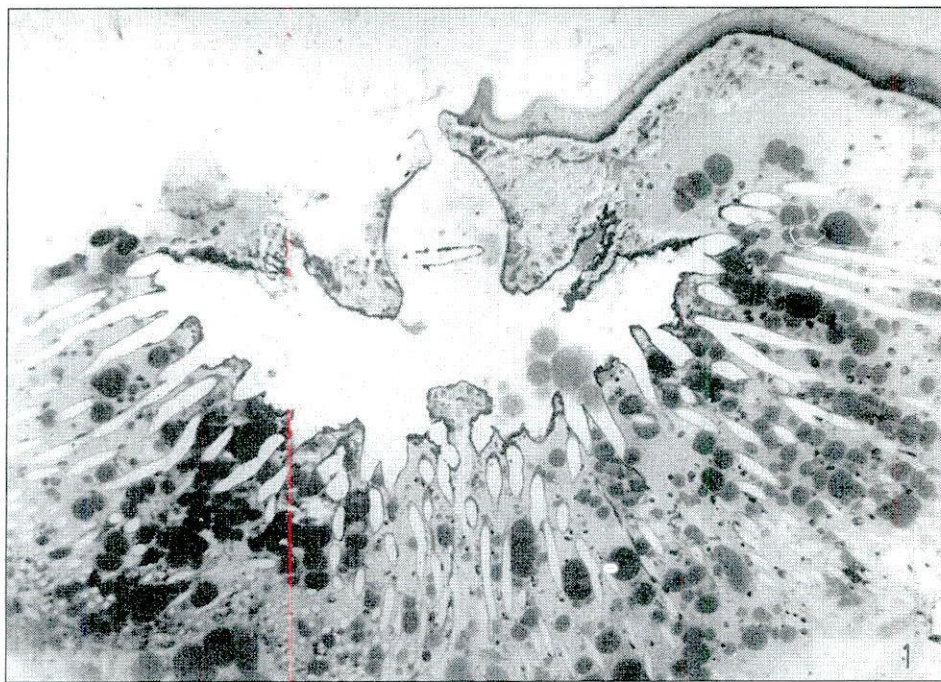


Fig. 1. – Transversal semithin section through the tracheal lungs. Toluidine blue. 170 x.

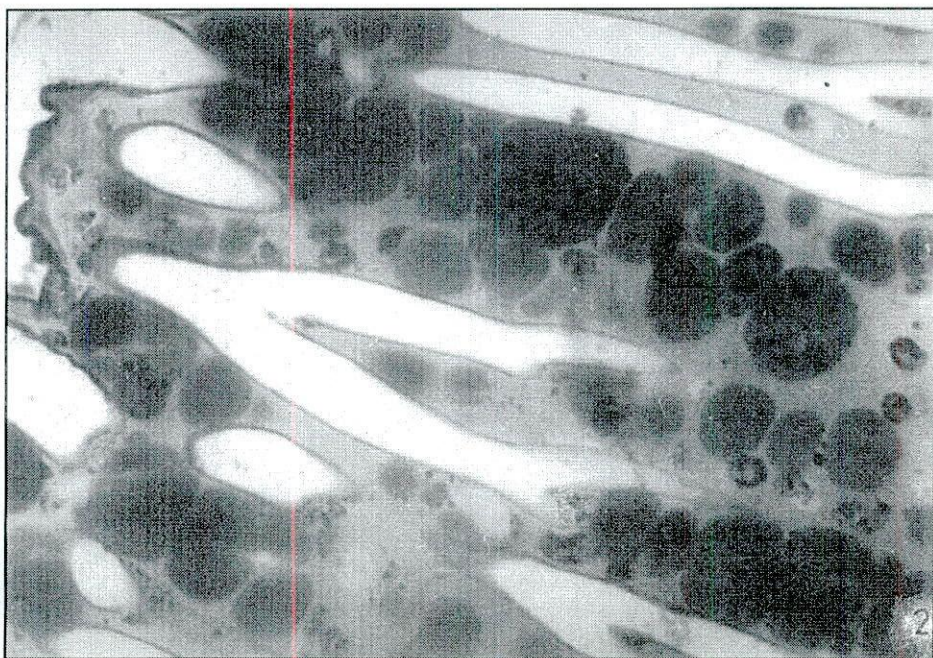


Fig. 2. – The branching of the tracheal tubules. Detail of Fig. 1. 640 x.

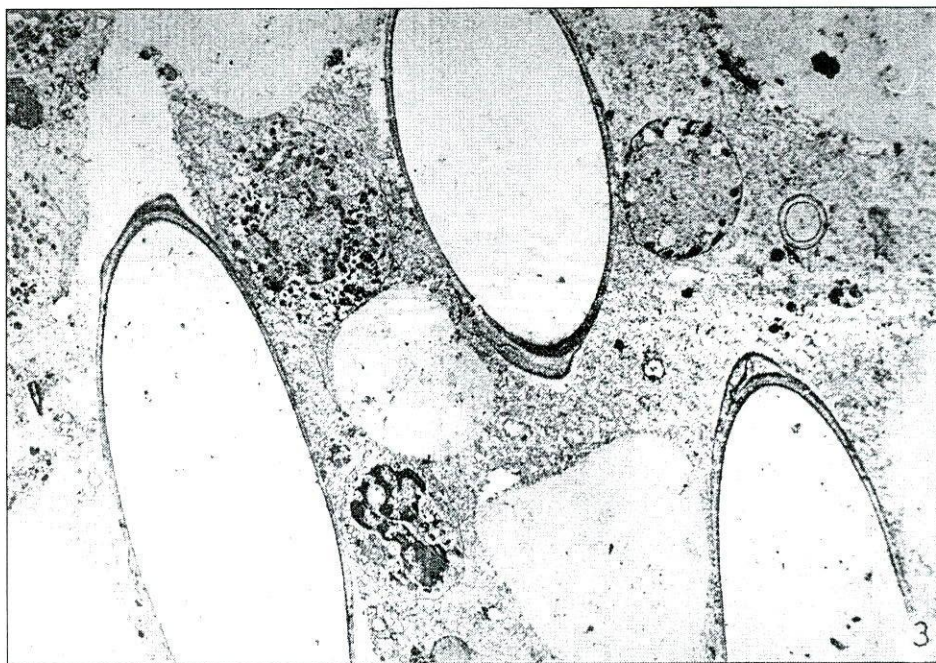


Fig. 3. – The tracheal tubules in a transversal-oblique thin section. The granulocytic-type blood cells are observed among the tubules, in haemolymph, 2,250 x.

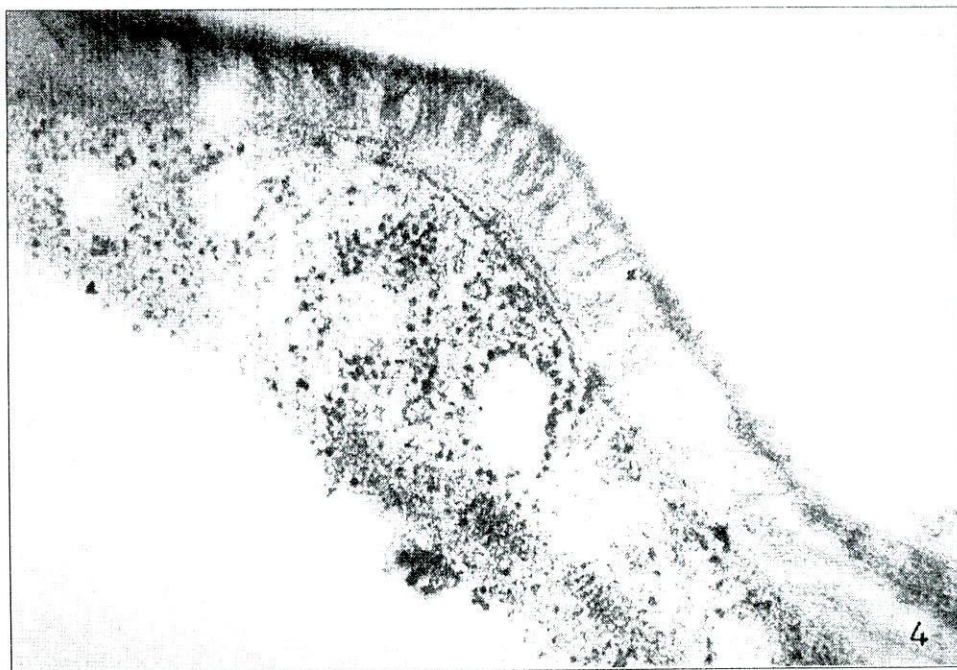


Fig. 4. – Epithelial cell with ribosomes, rough endoplasmic reticulum and electron-dense filaments forming the rigid skeleton of the tracheal tubule, 46,000 x.

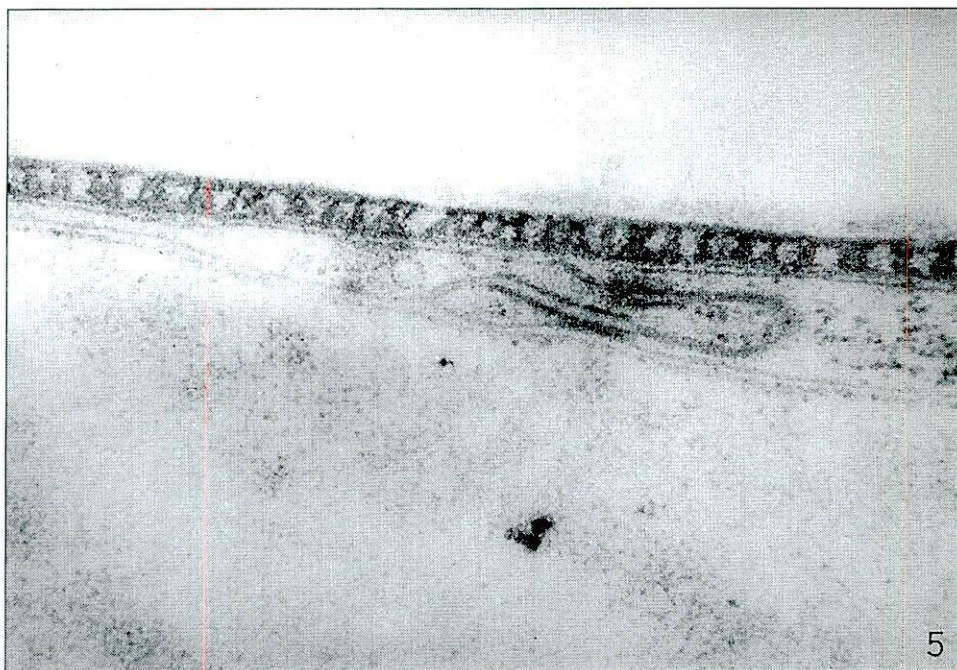


Fig. 5. – Longitudinal section through the tracheal wall. Note the junctional relation between two epithelial cells. 30,000 x.

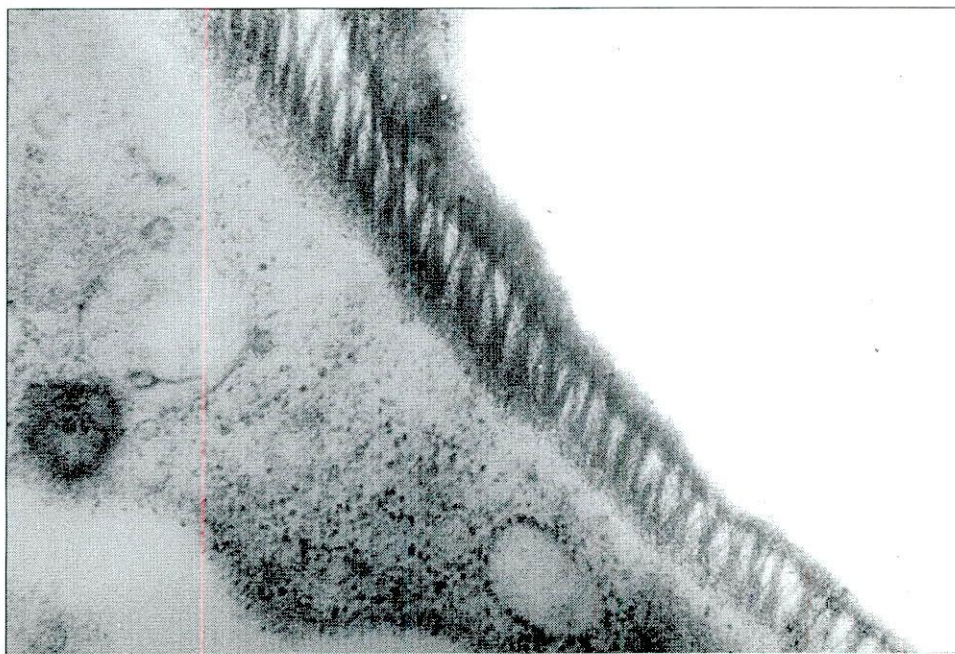


Fig. 6. – Oblique section through the tracheal wall. Note the network texture of the fascicles of thin filaments. 30,000 x.

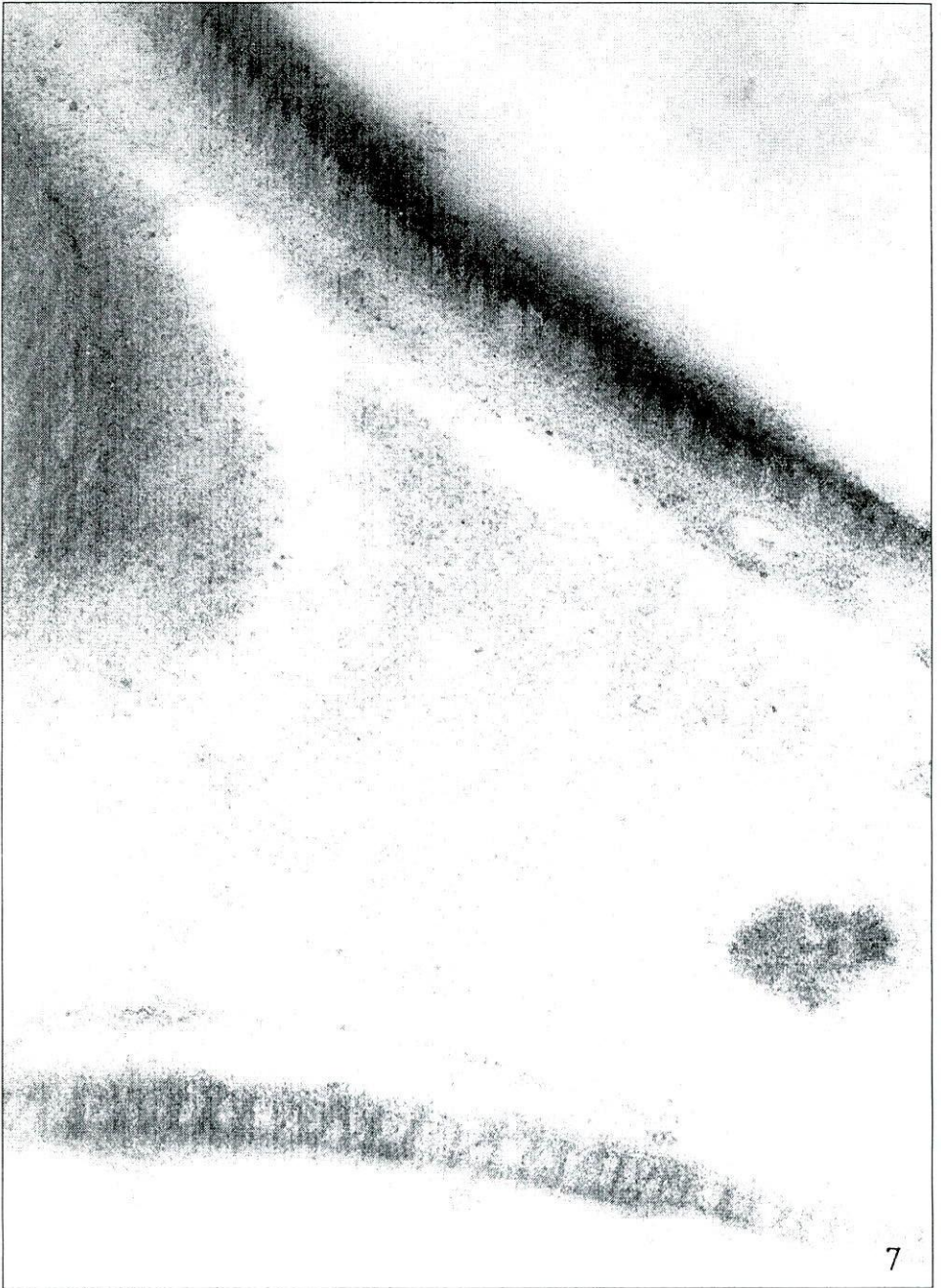


Fig. 7. — Transversal-oblique section through three tracheae. Note the predominantly circular orientation of the thin filaments which reinforce the skeleton of the tracheal tubules. 46,000 x.

DISCUSSION

The respiratory system originality of the order Scutigeromorpha consists in the presence of the tracheal lungs and in the use of the respiratory pigment haemocyanin dissolved in haemolymph, as an oxygen carrier (Rajulu, 1971; Ellerton et al., 1983; Magnum and Godette, 1986).

The representatives of the order Scutigeromorpha are the unique Tracheata in which the respiratory orifices (spiracles) are disposed in the mid-dorsal zones of the tergites. The presence of spiracles on the segments with large tergites certifies the common origin of the respiratory system in all chilopods with a heteronomous dorsal segmentation. From this point of view, the respiratory system of modern Chilopoda is monophyletic and may be inferred from a metameric respiratory system with spiracles situated on the segments with large tergites already existent in the common ancestor of Chilopoda (Prunescu, 1965; 1996).

The existence of a left lobe, respectively of a right lobe, of the tracheal lungs in Scutigeromorpha suggests the migration of bilateral tracheal lungs towards the median zone of the large tergite (Haase, 1885).

In a recent paper (Prunescu, 1996), it is discussed the concordance between the tracheal-pulmonary system in the order Scutigeromorpha and the life conditions of these chilopods (open air and a low-humidity atmosphere).

We consider that the respiratory system existent in the unique ancestor of the modern chilopods presented pleural spiracles respecting the bilateral symmetry, specific to all Tracheata.

As in the case of the median position of spiracles in the order Scutigeromorpha, we consider this an apomorphic character which coexists with a great accumulation of plesiomorphic features of external and anatomic morphology.

The recent work realised by Hilken (1996) has established that the tracheae of *S. coleoptrata* are strengthened by a network of chitin fibres. Thus, Rajulu's interpretation (1971) regarding the collagen composition of the tracheae in Scutigeromorpha has been corrected.

The chitinous resistance structure of the tracheae remains valid for the whole class Chilopoda. This fact may be a supplementary argument for the monophyletic origin of the tracheae.

The lack of taenidia in the tracheae of tracheal lungs must be connected with the fact that in Scutigeromorpha the tracheae are the organs through which it is realised the gases exchange, while in Pleurostigmophora chilopods the main function of tracheae is the air transport to the body tissues. Hence, in Pleurostigmophora chilopods the tracheae are elastic aerial canals resistant to the pressure exerted by organs (muscles or surrounding tissues), while in Scutigeromorpha the tracheae show a simplified resistance structure, as they are situated in the tracheal lungs in direct connection with the haemolymph.

During the ontogeny of the Insecta, the inner part of the tracheal wall is smooth, the taenidia occurring later (Blum, 1985).

It is evident that in the tracheal lungs of Scutigero-morpha it was not a real necessity of increasing the resistance of the tracheal skeleton by taenidial thickenings.

The existence of haemocyanin dissolved in haemolymph in Scutigero-morpha (Rajulu, 1971; Ellerton et al., 1983; Magnum and Godette, 1986) seems to plead for the chilopods origin directly from one group of ancient Mandibulata, which used as a respiratory pigment the haemocyanin.

The biochemical comparative studies on different haemocyanins and the chemical structure of these oxygen carriers point out their implication in gases exchange in some species of the orders Decapoda, Isopoda and Amphipoda of subclass Malacostraca (Crustacea), a species of the order Rhizocephala of subclass Cirripedia (Crustacea), in the representatives of the order Scutigero-morpha (Chilopoda) and in many orders of Chelicerata and Mollusca (Ellerton et al., 1983).

The paper of Magnum and Godette (1986) concludes on the high similarity between the quaternary structure of the haemocyanin of *S. coleoptrata* and the haemocyanin from other arthropods. The authors consider that the presence of the haemocyanin in different taxonomic groups of arthropods is a positive argument for the hypothesis of the monophyletic origin of Arthropoda.

Kraus O. and Kraus M. (1994), using among other arguments some anatomic and external morphologic characters, plead for a simultaneous origin of the Tracheata and Crustacea from an ancient line of the Mandibulata. Within the frame of Tracheata, the authors consider Chilopoda to be the line which is related the most to the mandibulate ancestors of the Tracheata.

By continuing other anatomic comparative studies, it should be possible to obtain new data and to identify the arthropodan type which could be a candidate for the role of the modern representative of the aquarian arthropod ancestor from which the Chilopoda evolved.

In our opinion, the hypothetic ancestor of the modern Chilopoda might have proceeded from a group of aquarian arthropods sufficiently evolved in comparison with the Mandibulata ancestor.

REFERENCES

- 1985 BLUM M. S., *Fundamentals of Insect Physiology*. John Wiley and Sons, New York, pp. 189-193.
- 1983 ELLERTON H. D., ELLERTON N. F. and ROBINSON H. A., *Hemocyanin - A current perspective*. Prog. Biophys. molec. Biol. **41**, 143-248.
- 1885 HAASE E., *Zur Morphologie der Chilopoden*. Zool. Anz. **8**, 216, 693-696.

- 1996 HILKEN G., *On the tracheal systems in Chilopoda: A comparison under phylogenetic aspects*. The 10th Internat. Congress of Myriapodology, Copenhagen (Denmark), 29 July–2 August 1996, Abstract Book.
- 1994 KRAUS O. and KRAUS M., *Phylogenetic system of the Tracheata (Mandibulata)*. In: *Myriapoda – Insecta Relationships, Phylogenetic Age and Primary Ecological Niches*. Vehr. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) **34**, 5–31.
- 1981 LEWIS J. G. E., *The Biology of Centipedes*. Cambridge University Press, 476 pp.
- 1986 MAGNUM C. P. and GODETTE G., *The hemocyanin of the uniramous arthropods*. In: *Invertebrate Oxygen Carriers*, edited by B. LINZEN, Springer Verlag, Berlin–Heidelberg, pp. 277–280.
- 1965 PRUNESCU C.-C., *Contribution à l'étude de l'évolution des Chilopodes*. Rev. roum. Biol. (Zool.) **10**, 89–102.
- 1996 PRUNESCU C.-C., *Plesiomorphic and apomorphic characters states in the class Chilopoda*. In: GEOFFROY J.-J., MAURIES J.-P. and NGUYEN DUY-JACQUEMIN M. (eds). *Acta Myriapodologica*, Mem. Mus. natn. Hist. nat. **169**, 299–306.
- 1971 RAJULU G. S., *X-Ray diffraction and electron-microscopic studies on the fine structure of the tracheae of a centipede Scutigera longicornis together with observations on their chemical composition*. Curr. Sci. **40**, 17, 467–468.

Institute of Biology
P.O. Box 56–53, Bucharest

Received August 15, 1996.

RÉVISION SYSTÉMATIQUE DES LEPTODIRINAE SOUTERRAINS DES MONTS APUSENI

II. LE SOUS-GENRE *PARAPHOLEUON* GANGLB. DU BASSIN DE CRIȘUL REPEDE (MONTS PĂDUREA CRAIULUI)

GHEORGHE RACOVITĂ

Une étude biométrique effectuée sur six échantillons de *Parapholeuon* provenant de grottes situées dans le bassin de Crișul Repede fournit les données multidimensionnelles pour l'analyse par les méthodes de la taxonomie numérique et l'analyse en composantes principales des rapports existant entre ces populations spéléocoles. On aboutit ainsi à délimiter de façon plus précise l'aire de distribution de *P. moczaryi* et d'identifier *P. angustiventre* en tant qu'espèce nouvelle pour la science.

1. INTRODUCTION

En s'intégrant dans un programme complexe d'études karstologiques conçu dans le cadre de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza», la révision des Leptodirinae (= Bathysciinae) que nous nous sommes proposé de réaliser pour l'ensemble des Monts Apuseni devra être réalisée à long terme en abordant successivement les principales régions karstiques de cette unité orographique. Par conséquent, son premier objectif est la partie nord des Monts Pădurea Craiului, plus précisément le bassin de Crișul Repede, l'autre grand bassin hydrographique de ce massif montagneux, celui de Crișul Negru, étant réservé pour la seconde étape du programme.

Tel que Jeannel (1923) l'a définitivement établi par ses recherches extensives entreprises sur les coléoptères souterrains des Monts Apuseni, les deux sous-genres qui composent dans la systématique actuelle des Leptodirinae le genre *Pholeuon* Hpe. – *Pholeuon* (s. str.) et *Parapholeuon* – ont des aires de distribution nettement distinctes, l'un étant endémique pour les Monts du Bihor, l'autre pour les Monts Pădurea Craiului. Les données obtenues à la suite des prospections faunistiques ultérieures (Decou, 1964) ont montré que le bassin de Crișul Repede n'est peuplé que par une seule espèce de *Parapholeuon*, à savoir *P. moczaryi* Cs. Elle a été identifiée jusqu'à présent dans quatre grottes: Peștera Bătrânului (*terra typica*), Peștera de la Izbândiș, Peștera Ungurului et Peștera de la Vadu Crișului, aucune de ces populations spéléocoles n'étant différenciée comme sous-espèce à part.

Le présent travail a donc pour but, d'une part, de vérifier le statut taxonomique des populations déjà connues, et d'autre part, de fournir un tableau aussi complet que possible sur la distribution de *Parapholeuon* dans le bassin de Crișul Repede.

2. MATÉRIEL D'ÉTUDE

Conformément aux principes méthodologiques que nous avons établis dans notre étude précédente (R a c o v i ț ă, 1995), nous avons essayé d'obtenir des échantillons faunistiques aussi grands que possible, renfermant au moins 100 individus de chaque sexe. Pour cela, des pièges Barber ont été emplacements dans toutes les grottes où nous avons trouvé des *Parapholeuon*. Quoique des recherches poursuivies durant plusieurs années ont porté à 25 le nombre des grottes visitées, le matériel d'étude ne provient finalement que de six cavités. Ces échantillons sont les suivants:

- Peștera Vântului (**Vt**) (fig. 1, 7) (N° catalogue 3726/37) (G o r a n, 1982) – 100 ♂, 100 ♀;
- Peștera de la Izbândiș (**Iz**) (6) (N° 3726/46) – 100 ♂, 100 ♀;
- Peștera de la Vadu Crișului (**VC**) (4) (N° 3726/61) – 19 ♂, 26 ♀;
- Peștera Bătrânului (**Bn**) (5) (N° 3711/8) – 47 ♂, 58 ♀;
- Peștera de la Stanu Ciuții (**SC**) (14) (N° 3724/7) – 11 ♂, 26 ♀; *Legit* Oana Moldovan;
- Peștera din Ponoraș (**Po**) (15) (N° 3712/13) – 100 ♂, 100 ♀; *Legit* Oana Moldovan;

A ceux-ci nous avons ajouté, en tant qu'élément de comparaison pour la différenciation des espèces, des échantillons de 100 ♂ et 100 ♀ de *Parapholeuon gracile* provenant de la grotte de Ciur-Ponor (**CP**) (N° 3704/17) (19).

Notons aussi que des *Parapholeuon* ont été trouvés également dans la grotte de Toaia (16), mais, comme il s'agit d'une autre population de *P. gracile*, l'échantillon n'a pas été pris pour le moment en compte, car cette espèce est largement répandue dans le bassin de Crișul Negru.

Deux faits importants sont à noter dès le début.

D'abord, que les *Parapholeuon* occupent dans le bassin de Crișul Repede une aire très restreinte. En effet, cette aire ne couvre que le secteur du Défilé de Crișul Repede situé en aval de la confluence avec la Vallée du Mișid et ne dépasse vers le sud la Dépression de Ponoraș (fig. 1). On constate donc – et ceci est un élément biogéographique remarquable – que les *Parapholeuon* font complètement défaut du large sous-bassin de la Vallée de Iada, les très nombreuses grottes qui s'y trouvent étant peuplées uniquement par des *Drimeotus*. Par ailleurs, les *Parapholeuons* manquent également du biotope colluvique (le

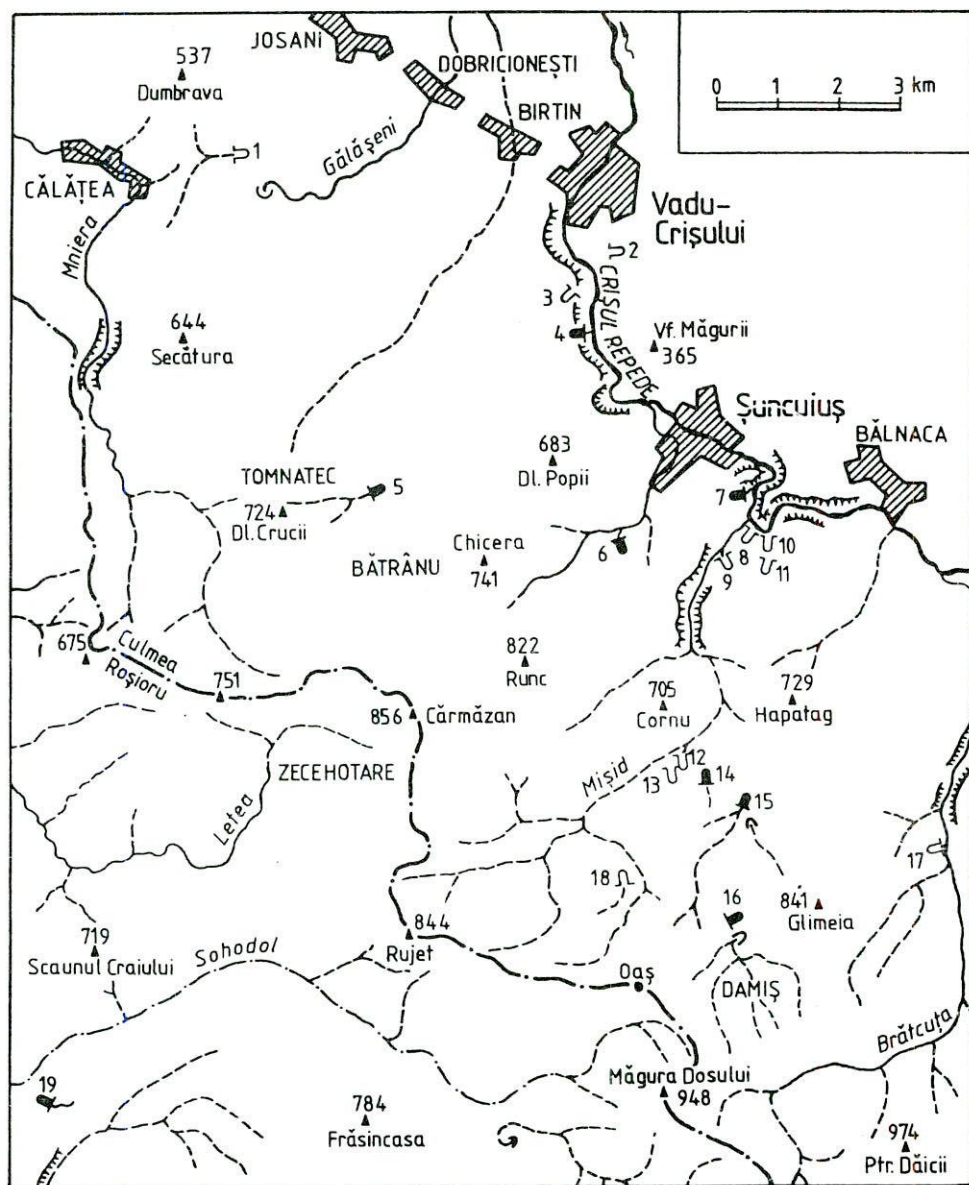


Fig. 1. — Carte de la partie centrale du bassin de Crișul Repede, avec l'emplacement des principales grottes (celles peuplées par *Parapholeuon* sont marquées en noir). La ligne épaisse ponctuée indique la limite du bassin hydrographique.

1 = Peștera de la Gălășeni; 2 = Hârtopul fără Fund, 3 = P. Devențului; 4 = P. de la Vadu Crișului; 5 = P. Bătrânului, 6 = P. de la Izbândiș; 7 = P. Vântului; 8 = P. Napiștileu; 9 = P. de la Izvor; 10 = P. Ungurului; 11 = P. din Coasta Mitrei Miculii; 12 = P. Lesiana; 13 = P. Moanei; 14 = P. de la Stanu Ciuții; 15 = P. din Ponoraș; 16 = P. de la Toaia; 17 = P. de la Izbuclul Dămișenilor; 18 = P. din Ponorul de la Măcinac, 19 = P. Ciur-Ponor.

milieu souterrain superficiel), mais il faut préciser que, dans les Monts Pădurea Craiului, les recherches relatives à ce milieu sont peu avancées et limitées jusqu'à présent à la même Vallée de Iada (Jubert et al., 1981).

Ensuite, que dans les quelques cas de cohabitation avec des *Drimeotus* (grottes de Vadu Crișului et de Ponoras), *Parapholeuon* est nettement dominant, ce qui est conforme à l'observation que Jeannel (1923) a fait en règle générale dans tous les Monts Apuseni. Il nous est donc difficile d'expliquer la présence de *P. moczaryi* dans la Peștera Ungurului (Decou, 1964), située juste en amont de la confluence avec la Vallée du Mișid, car nos recherches ont montré que cette cavité n'abrite qu'une riche population de *Drimeotus*.

3. DONNÉES BIOMÉTRIQUES

L'étude biométriques des échantillons a pris en compte 12 caractères morphologiques dimensionnels, à savoir: la longueur du corps (**Lc**)¹, la longueur du pronotum (**Lp**), la largeur du bord antérieur du pronotum (**lap**), la largeur maximum du pronotum (**lMp**), la largeur minimum du pronotum (**lmp**), la largeur de la base du pronotum (**lbp**), la longueur des élytres (**Le**), la largeur maximum des élytres (**le**), la largeur de la gouttière marginale des élytres (**lg**), la longueur des antennes (**La**), la longueur du premier article des tarses antérieurs mâles (**Lt1**) et la largeur de cet article (**lt1**). Les mesures ont été faites à la loupe binoculaire, avec une précision de 1/40 mm, sauf les dimensions concernant la gouttière marginale et l'article tarsal, pour lesquelles la précision a été de 1/70 mm. A ces caractères dimensionnels on a ajouté les 8 caractères morphométriques suivants: **Lp/lMp**, **lap/lMp**, **lmp/lMp**, **lbp/lmp**, **lap/lbp**, **Le/le**, **La/Lc** et **Lt1/lt1**. Les paramètres statistiques relatifs à tous ces caractères quantitatifs, aussi bien pour les échantillons de mâles que pour ceux de femelles, sont inscrits dans les tableaux 1 et 2.

¹ Etant donné l'état très variable de contraction des articulations d'entre la tête, le thorax et l'abdomen qui apparaît chez les exemplaires conservés en alcool, la longueur du corps ne représente pas une mesure unique du labre à l'apex des élytres, mais les longueurs additionnées du pronotum et des élytres, auxquelles nous avons ajouté la longueur de la tête dans sa position naturelle (mesurée entre le plan frontal et la carène occipitale). Mais, comme il est bien difficile d'établir rigoureusement une telle dimension, nous nous sommes bornés à l'estimer par des mesures faites sur quelques individus, en la considérant ensuite comme une valeur constante. Ce procédé est pratiquement équivalent à la formule "longueur du corps, tête non comprise", employée pour la même raison par d'autres auteurs (Dupré, 1991).

Les données biométriques confirment sans exception toutes les observations faites dans notre étude précédente à l'égard de *Pholeuon* (Racoviță, 1995). Rappelons brièvement ces observations.

– La forte variabilité individuelle que présente tous les caractères considérés et surtout ceux dimensionnels, dont la valeur moyenne du coefficient de variation déduite des tableaux 1 et 2 est de 2,73, contre 1,94 pour les caractères morphométriques².

– La corrélation linéaire hautement significative existant uniquement entre les caractères dimensionnels. En effet, pour les trois combinaisons testées (**Lp-Lc**, **IMp-le** et **La-Lc**) le coefficient *r* prend des valeurs comprises entre 0,49 et 0,85, tandis que, dans le cas des caractères morphométriques (**Lp/IMp-Lc/le**, **La/Lc-Lp/IMp** et **La/Lc-Lc/le**), ce coefficient ne dépasse pas 0,49³.

– Le dimorphisme sexuel exprimé de façon plus nette par les caractères dimensionnels, pour lesquels la valeur moyenne du paramètre *t* est de 10,01. Cependant, le caractère le plus discriminant reste dans ce cas aussi la longueur relative de l'antenne (*t* = 30,95). Mais, en exceptant le rapport **La/Lc**, la valeur moyenne du paramètre *t* calculée pour les caractères morphométriques est de seulement 3,53.

– La distribution de fréquences selon des courbes normales, souvent asymétriques, aussi bien pour les caractères dimensionnels que pour ceux morphométriques (fig. 2 et 3). On doit cependant noter que, par rapport à ce que nous avons remarqué à cet égard dans le cas des populations de *Pholeuon* (s. str.) (Racoviță, 1995, fig. 5 et 6), la position relative des courbes dans le système de coordonnées est moins différente entre les caractères dimensionnels et ceux morphométriques. En outre, les courbes correspondant aux caractères dimensionnels de l'échantillon de la Peștera Vântului montrent une dispersion bien plus large des valeurs, en concordance avec le fait que le coefficient de variation prend, à quelques exceptions près, les valeurs les plus grandes dans l'ensemble des populations de *P. moczaryi* (tab. 1 et 2).

² Ces moyennes sont calculées en exceptant les coefficients relatifs à la gouttière marginale et à l'article tarsal, visiblement plus grands. La différence résulte du fait que l'agrandissement maximum de la loupe binoculaire n'a pas été suffisant pour rendre compte de manière aussi détaillée que pour les autres caractères de la variation individuelle de ces très faibles valeurs biométriques.

³ Comme l'échantillon de mâles de la grotte de Stanu Ciuții (*n* = 11) est trop faible pour assurer un degré satisfaisant de confiance statistique (jusqu'à ce que le calcul indique l'absence d'une corrélation significative même entre les caractères dimensionnels), la comparaison n'inclut pas la population provenant de cette cavité.

Tableau 1

Paramètres statistiques des caractères quantitatifs pour les échantillons de mâles (m = moyenne arithmétique; σ = écart moyen carré; s = écart standard de la population; CV = coefficient de variation)

A. Caractères dimensionnels

n		Lc	Lp	lap	lMp	lmp	lbp	Le	le	lg	La	Ltl	ltl
Vt	m	3,931	0,912	0,682	1,034	0,902	0,953	2,773	1,610	0,087	3,272	0,161	0,109
	σ	0,1328	0,0303	0,0203	0,0323	0,0299	0,0349	0,1009	0,0581	0,0095	0,1154	0,0100	0,0075
	s	0,0133	0,0031	0,0020	0,0032	0,0030	0,0035	0,0101	0,0058	0,0010	0,0116	0,0010	0,0008
	CV	3,38	3,33	2,98	3,12	3,31	3,66	3,64	3,61	10,90	3,53	6,23	6,93
Iz	m	3,916	0,910	0,683	1,031	0,891	0,941	2,757	1,619	0,082	3,155	0,161	0,108
	σ	0,0945	0,0249	0,0200	0,0256	0,0265	0,0292	0,0757	0,0423	0,0087	0,0834	0,0083	0,0071
	s	0,0095	0,0025	0,0020	0,0026	0,0027	0,0029	0,0076	0,0042	0,0009	0,0084	0,0008	0,0007
	CV	2,41	2,74	2,93	2,48	2,97	3,10	2,75	2,61	10,52	2,64	5,17	6,58
VC	m	3,898	0,907	0,679	1,052	0,924	0,963	2,741	1,645	0,100	3,183	0,181	0,103
	σ	0,0828	0,0262	0,0162	0,0264	0,0272	0,0281	0,0652	0,0489	0,0074	0,0800	0,0080	0,0053
	s	0,0190	0,0060	0,0037	0,0061	0,0062	0,0064	0,0150	0,0112	0,0017	0,0183	0,0018	0,0012
	CV	2,12	2,89	2,39	2,51	2,94	2,92	2,38	2,97	7,38	2,51	4,38	5,19
Bn	m	3,844	0,905	0,677	1,023	0,885	0,924	2,689	1,587	0,089	3,102	0,171	0,106
	σ	0,0767	0,0231	0,0159	0,0243	0,0232	0,0245	0,0599	0,0353	0,0098	0,0614	0,0070	0,0064
	s	0,0113	0,0034	0,0023	0,0036	0,0034	0,0036	0,0088	0,0052	0,0014	0,0091	0,0010	0,0010
	CV	1,99	2,56	2,35	2,38	2,62	2,65	2,23	2,22	11,09	1,98	4,11	6,11
SC	m	3,993	0,893	0,667	1,014	0,860	0,908	2,850	1,568	0,058	3,427	0,164	0,106
	σ	0,0497	0,0131	0,0129	0,0181	0,0218	0,0196	0,0433	0,0214	0,0053	0,0958	0,0102	0,0073
	s	0,0150	0,0039	0,0039	0,0055	0,0066	0,0059	0,0131	0,0064	0,0016	0,0289	0,0031	0,0022
	CV	1,24	1,46	1,94	1,79	2,54	2,15	1,52	1,36	9,02	2,80	6,24	6,87
Po	m	4,001	0,893	0,664	1,018	0,843	0,891	2,859	1,555	0,057	3,456	0,173	0,105
	σ	0,1070	0,0259	0,0190	0,0275	0,0384	0,0390	0,0850	0,0533	0,0063	0,1105	0,0093	0,0066
	s	0,0108	0,0026	0,0019	0,0028	0,0039	0,0039	0,0085	0,0054	0,0006	0,0111	0,0003	0,0007
	CV	2,67	2,90	2,86	2,70	4,56	4,38	2,97	3,43	10,93	3,20	5,40	6,22

Tableau 1 (suite)

B. Caractères morphométriques

		Lp/lMp	lap/lMp	lmp/lMp	lbp/lmp	lap/lbp	Le/le	La/Lc	Lt1/lt1
Vt	m	0,882	0,659	0,872	1,057	0,716	1,722	0,833	1,485
	σ	0,0173	0,0148	0,0146	0,0197	0,0206	0,0431	0,0173	0,1066
	s	0,0017	0,0015	0,0015	0,0020	0,0021	0,0043	0,0017	0,0107
	CV	1,96	2,25	1,67	1,86	2,88	2,50	2,08	7,18
Iz	m	0,883	0,663	0,864	1,055	0,726	1,703	0,805	1,500
	σ	0,0185	0,0147	0,0140	0,0207	0,0195	0,0372	0,0180	0,1093
	s	0,0019	0,0015	0,0014	0,0021	0,0020	0,0037	0,0018	0,0110
	CV	2,10	2,22	1,62	1,96	2,69	2,18	2,24	7,29
VC	m	0,862	0,646	0,878	1,042	0,706	1,667	0,817	1,771
	σ	0,0159	0,0089	0,0107	0,0120	0,0139	0,0436	0,0148	0,0614
	s	0,0036	0,0021	0,0025	0,0028	0,0032	0,0100	0,0034	0,0141
	CV	1,84	1,39	1,22	1,16	1,98	2,62	1,81	3,47
Bn	m	0,885	0,663	0,866	1,044	0,733	1,695	0,807	1,623
	σ	0,0150	0,0124	0,0107	0,0143	0,0153	0,0255	0,0123	0,1135
	s	0,0022	0,0018	0,0016	0,0021	0,0023	0,0038	0,0018	0,0167
	CV	1,69	1,87	1,23	1,37	2,11	1,51	1,53	6,99
SC	m	0,881	0,658	0,848	1,056	0,735	1,818	0,858	1,541
	σ	0,0091	0,0094	0,0125	0,0160	0,0101	0,0211	0,0228	0,0905
	s	0,0027	0,0024	0,0038	0,0048	0,0030	0,0064	0,0069	0,0273
	CV	1,03	1,43	1,47	1,52	1,37	1,16	2,65	5,87
Po	m	0,877	0,652	0,827	1,058	0,746	1,839	0,864	1,647
	σ	0,0165	0,0140	0,0272	0,0178	0,0258	0,0380	0,0153	0,1118
	s	0,0017	0,0014	0,0027	0,0018	0,0026	0,0038	0,0015	0,0112
	CV	1,88	2,14	3,29	1,68	3,45	2,06	1,78	6,79

Tableau 2

Paramètres statistiques des caractères quantitatifs pour les échantillons de femelles

A. Caractères dimensionnels

n		Lc	Lp	lap	lMp	lmp	lbp	Le	le	lg	La
Vt 100	m	4,204	0,941	0,706	1,089	0,960	1,006	3,015	1,733	0,096	3,116
	σ	0,1084	0,0291	0,0232	0,0318	0,0311	0,0328	0,0852	0,0526	0,0100	0,0884
	s	0,0109	0,0029	0,0023	0,0032	0,0031	0,0033	0,0086	0,0053	0,0010	0,0089
	CV	2,58	3,08	3,28	2,92	3,24	3,26	2,82	3,04	10,46	2,84
Iz 100	m	4,138	0,934	0,700	1,077	0,940	0,983	2,954	1,716	0,093	3,015
	σ	0,0954	0,0225	0,0201	0,0268	0,0276	0,0316	0,0786	0,0484	0,0086	0,0736
	s	0,0096	0,0023	0,0020	0,0027	0,0028	0,0032	0,0079	0,0049	0,0009	0,0074
	CV	2,31	2,41	2,87	2,49	2,93	3,22	2,66	2,82	9,29	2,44
VC 26	m	4,160	0,954	0,710	1,117	0,989	1,023	2,956	1,745	0,108	3,079
	σ	0,0993	0,0281	0,0164	0,0273	0,0245	0,0267	0,0766	0,0515	0,0071	0,0727
	s	0,0195	0,0055	0,0032	0,0053	0,0048	0,0052	0,0150	0,0101	0,0014	0,0143
	CV	2,39	2,94	2,31	2,44	2,48	2,61	2,59	2,95	6,62	2,36
Bn 58	m	4,068	0,929	0,692	1,071	0,940	0,969	2,890	1,690	0,097	2,920
	σ	0,1075	0,0291	0,0180	0,0286	0,0280	0,0311	0,0852	0,0429	0,0070	0,0875
	s	0,0142	0,0038	0,0024	0,0038	0,0037	0,0041	0,0113	0,0057	0,0009	0,0116
	CV	2,64	3,13	2,61	2,67	2,98	3,21	2,95	2,54	7,17	3,00
SC 26	m	4,245	0,920	0,698	1,069	0,908	0,952	3,075	1,673	0,069	3,278
	σ	0,0884	0,0246	0,0198	0,0267	0,0267	0,0281	0,0663	0,0491	0,0066	0,0589
	s	0,0173	0,0048	0,0039	0,0052	0,0052	0,0055	0,0130	0,0096	0,0013	0,0115
	CV	2,08	2,68	2,84	2,50	2,94	2,95	2,16	2,94	9,63	1,80
Po 100	m	4,290	0,930	0,700	1,084	0,903	0,953	3,110	1,689	0,068	3,327
	σ	0,0888	0,0223	0,0171	0,0255	0,0368	0,0350	0,0736	0,0520	0,0073	0,0971
	s	0,0089	0,0022	0,0017	0,0026	0,0037	0,0035	0,0074	0,0052	0,0007	0,0098
	CV	2,07	2,41	2,44	2,36	4,08	3,68	2,37	3,08	10,68	2,92

Tableau 2 (suite)

9

Caractères morphométriques

		Lp/IMp	lap/IMp	Imp/IMp	lbp/Imp	lap/lbp	Le/le	La/Lc
Vt	m	0,865	0,649	0,882	1,048	0,702	1,740	0,741
	σ	0,0190	0,0168	0,0127	0,0189	0,0201	0,0389	0,0137
	s	0,0019	0,0017	0,0013	0,0019	0,0020	0,0039	0,0014
	CV	2,19	2,59	1,43	1,80	2,87	2,24	1,85
Iz	m	0,868	0,650	0,873	1,046	0,712	1,722	0,729
	σ	0,0168	0,0137	0,0148	0,0155	0,0189	0,0361	0,0160
	s	0,0017	0,0014	0,0015	0,0016	0,0019	0,0036	0,0016
	CV	1,93	2,11	1,70	1,48	2,65	2,09	2,20
VC	m	0,855	0,636	0,887	1,034	0,694	1,695	0,740
	σ	0,0130	0,0114	0,0098	0,0126	0,0152	0,0270	0,0130
	s	0,0025	0,0022	0,0019	0,0025	0,0030	0,0053	0,0025
	CV	1,52	1,79	1,11	1,22	2,19	1,59	1,75
Bn	m	0,868	0,646	0,878	1,031	0,714	1,710	0,718
	σ	0,0193	0,0122	0,0107	0,0143	0,0170	0,0344	0,0125
	s	0,0026	0,0016	0,0014	0,0019	0,0022	0,0046	0,0017
	CV	2,22	1,88	1,22	1,39	2,38	2,01	1,74
SC	m	0,861	0,653	0,849	1,049	0,734	1,839	0,772
	σ	0,0160	0,0121	0,0110	0,0158	0,0157	0,0368	0,0121
	s	0,0031	0,0024	0,0022	0,0031	0,0031	0,0072	0,0024
	CV	1,85	1,85	1,30	1,51	2,14	2,00	1,57
Po	m	0,858	0,646	0,834	1,055	0,735	1,842	0,775
	σ	0,0187	0,0116	0,0265	0,0210	0,0265	0,0448	0,0137
	s	0,0019	0,0012	0,0027	0,0021	0,0027	0,0045	0,0014
	CV	2,17	1,80	3,19	1,99	3,61	2,43	1,77

Le sous-genre *Parapholeton*

77

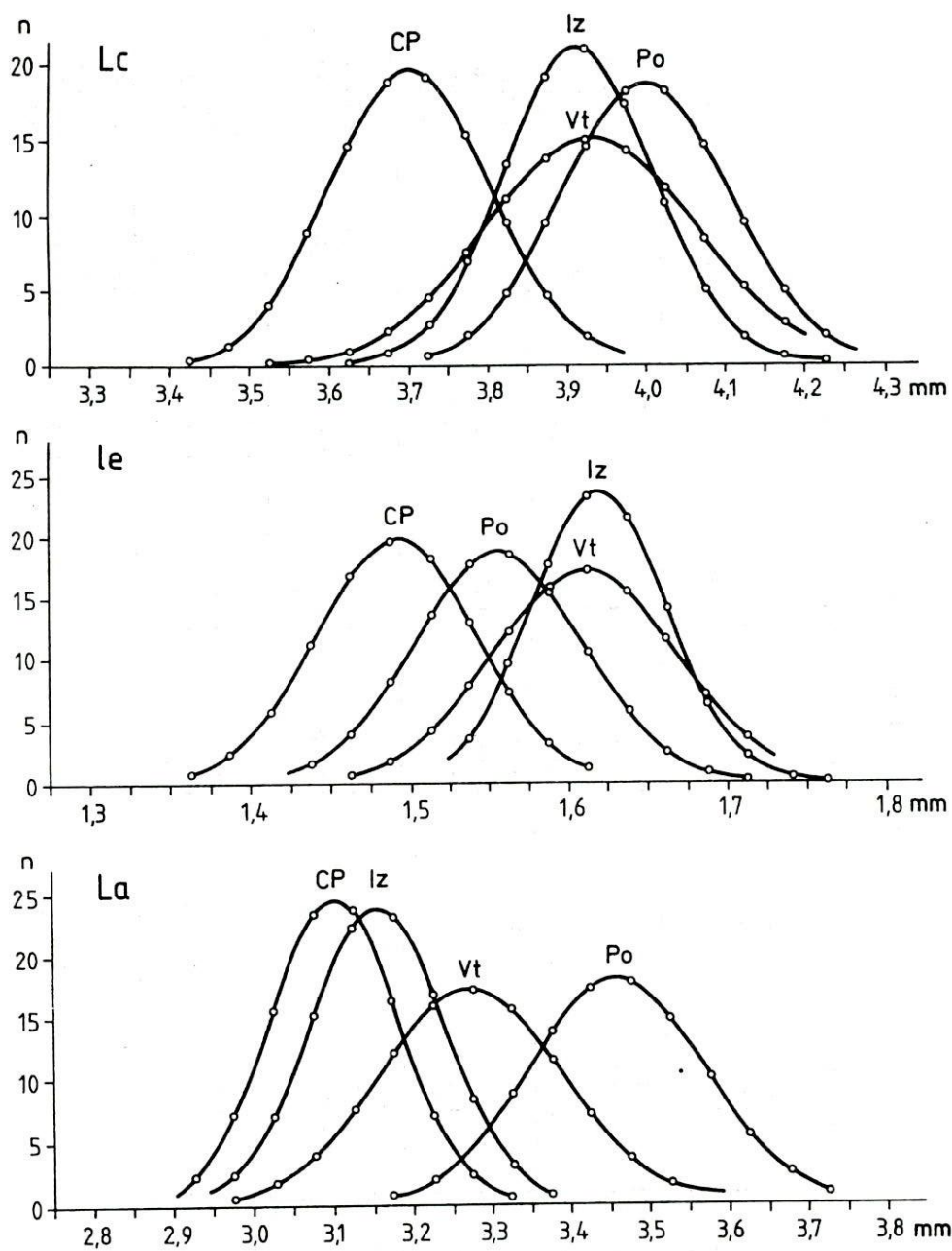


Fig. 2. – Courbes normales de la distribution de fréquences pour trois caractères dimensionnels dans des échantillons de 100 mâles (explications dans le texte).

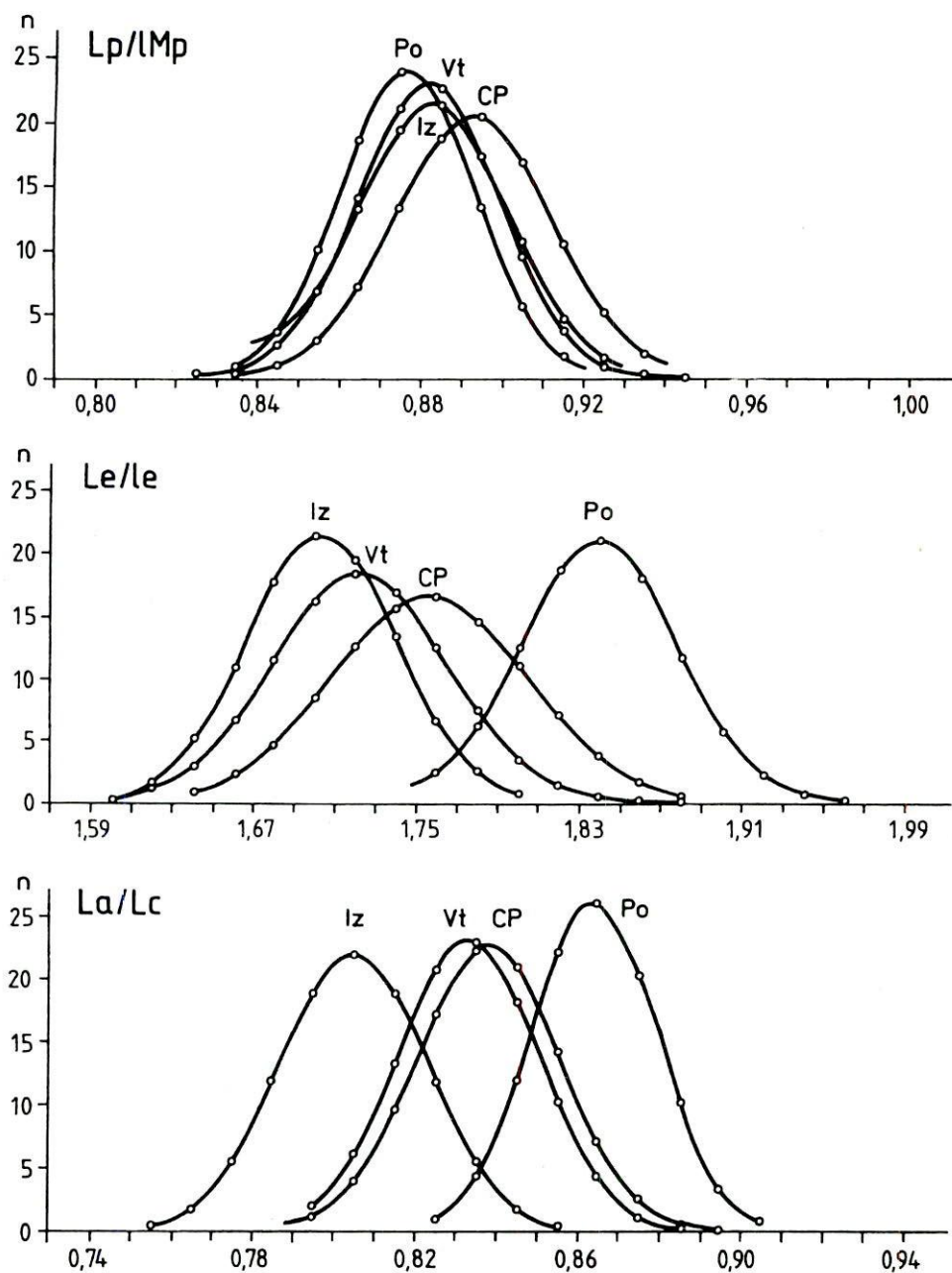


Fig. 3. – Courbes normales de la distribution de fréquences pour trois caractères morphométriques dans les mêmes échantillons (voir fig. 2).

La forme du pronotum «type» de chacune des six populations de *Parapholeuon* du bassin de Crișul Repede, définie par les moyennes arithmétiques des caractères dimensionnels, est représentée dans la figure 4.

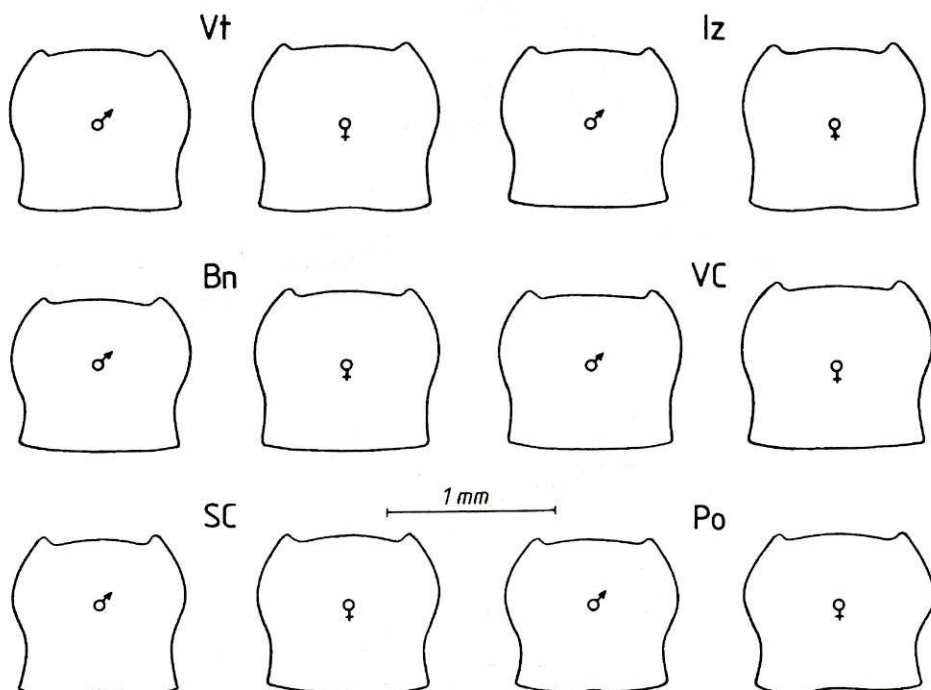


Fig. 4. – Contour du pronotum „type” chez les six populations de *Parapholeuon*.

4. TAXONOMIE NUMÉRIQUE

4.1. CODAGE DES CARACTÈRES

Par suite du fait que le matériel d'étude est constitué cette fois-ci d'échantillons à effectif variable et parfois faible, le codage des caractères a dû être faite à partir non pas de l'écart réduit u , comme dans le cas *Pholeuon proserpinae*, mais du paramètre t^4 . Les valeurs que ce paramètre prend dans la comparaison successive des échantillons figurent dans les tableaux 3 et 4.

Tel que nous l'avons déjà argumenté (Racoviță, 1995), il est raisonnable d'utiliser un critère quantitatif flexible pour la différenciation des sous-espèces.

⁴ Nous rappelons que, pour des grands effectifs ($n > 60$), la valeur de l'écart réduit u est identique à celle du paramètre t .

Or, l'examen des données nous conduit dans la présente situation à diminuer d'environ 5% les valeurs du paramètre t correspondant au niveau de différenciation entre populations et sous-espèces et, respectivement, entre sous-espèces et espèces. Par conséquent, les valeurs critiques de la différence entre les moyennes arithmétiques des divers caractères que nous avons prises maintenant en considération sont:

– pour le seuil entre populations et sous-espèces: $\Delta m = 1,72 \sigma$, ce qui signifie que 75% des individus de l'échantillon A diffèrent de 85% des individus de l'échantillon B;

– pour le seuil entre sous-espèces et espèces: $\Delta m = 2,81 \sigma$ (92% des individus de l'échantillon A diffèrent de 92% des individus de l'échantillon B).

Dans la comparaison de deux échantillons composés chacun de 100 individus, les classes de valeurs du paramètre t correspondant aux cinq formules successives de codage précédemment établies deviennent donc:

1. $t < 2,58$ (++++) – différences non significatives;
2. $2,58 < t < 12,10$ (+++-) – différence significative au niveau de population;
3. $12,10 > t < 19,77$ (+ + - -) – différence significative au niveau de sous-espèce;
4. $19,77 < t < 49,25$ (+ - - -) – différence significative au niveau d'espèce;
5. $t > 49,25$ (----) – différence significative au niveau supraspécifique.

Pour toute autre comparaison, les valeurs critiques du paramètre t ont été calculées d'après la formule:

$$t = m \sqrt{\frac{n_1 + n_2 - 2}{4}}$$

dans laquelle m prend successivement les valeurs correspondant aux multiples de l'écart moyen carré (σ) pour les divers seuils de différenciation, c'est-à-dire 1,72, 2,81 et 7,0, la dernière valeur étant celle que nous avons admise pour la différenciation au niveau supraspécifique. Cette équation représente une approximation moyenne de la relation existant entre la grandeur du paramètre t et les effectifs des échantillons lorsque ces effectifs sont inégaux et la différence entre les moyennes arithmétiques des caractères considérés est exprimée à l'aide de l'écart moyen carré.

On trouve les valeurs du paramètre t ainsi calculées dans les tableaux 3 et 4, et les formules de codage dans la comparaison successive des échantillons dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 3

Valeurs du paramètre t pour les caractères dimensionnels dans la comparaison successive des échantillons

A. Mâles

Echant.	Lc	Lp	lap	lMp	lmp	lbp	Le	le	lg	La	Ltl	ltl
Vt – Iz	0,92	0,51	0,35	0,72	2,74	2,62	1,26	1,25	3,87	8,18	0,00	0,96
– VC	1,04	0,67	0,60	2,28	2,97	1,17	1,32	2,45	5,62	3,20	8,20	3,29
– Bn	4,15	1,39	1,47	2,06	3,42	5,10	5,25	2,49	1,17	9,42	6,14	2,33
– SC	1,52	2,04	2,37	2,00	4,50	4,17	2,48	2,36	9,88	4,27	0,94	1,25
– Po	4,08	4,74	6,44	3,75	12,06	11,78	6,49	6,94	26,28	11,46	8,73	3,98
– CP	13,57	18,52	22,52	22,46	34,20	32,09	11,98	15,38	20,18	12,03	18,53	12,66
Iz – VC	0,77	0,48	0,82	3,25	4,94	3,01	0,86	2,39	8,44	1,34	9,66	2,91
– Bn	4,53	1,15	1,79	1,79	1,32	3,44	5,38	4,48	4,35	3,86	7,10	1,63
– SC	2,64	2,21	2,58	2,13	3,73	3,63	3,97	3,92	8,93	10,08	1,11	0,89
– Po	5,92	4,71	6,86	3,45	10,23	10,20	8,92	9,36	23,30	21,64	9,56	3,10
– CP	15,27	19,86	23,04	24,40	33,50	32,39	12,57	19,35	17,00	4,55	20,20	12,09
VC – Bn	2,51	0,30	0,46	4,25	5,83	5,57	3,09	5,36	4,36	4,41	5,05	1,77
– SC	3,45	1,65	2,09	4,21	6,64	5,73	4,93	4,93	16,27	7,49	5,18	1,32
– Po	3,95	2,15	3,21	4,95	8,72	7,62	5,71	6,80	26,55	10,21	3,49	1,25
– CP	7,84	10,29	12,26	15,94	23,33	20,98	6,29	12,20	19,36	4,01	19,31	4,26
Bn – SC	6,07	1,63	1,92	1,14	3,21	2,00	8,31	1,69	10,00	14,00	2,72	0,00
– Po	8,97	2,69	4,04	1,06	6,87	5,29	12,27	3,72	23,77	20,39	1,30	0,86
– CP	8,40	14,76	17,51	17,61	26,20	23,53	5,38	11,68	17,77	0,00	22,57	8,50
SC – Po	0,24	0,00	0,51	0,47	1,43	1,41	0,34	0,80	0,51	0,83	3,00	0,47
– CP	9,27	6,71	7,81	8,59	11,28	11,01	9,41	4,97	1,63	12,44	9,30	4,86
Po – CP	20,10	15,10	17,01	20,42	17,01	17,62	20,56	8,68	4,95	25,79	28,03	9,19

B. Femelles

Echant.	Lc	Lp	lap	lMp	lmp	lbp	Le	le	lg	La
Vt - Iz	4,55	1,89	1,95	2,87	4,79	5,02	5,24	2,37	2,26	8,74
- VC	1,87	2,04	0,82	4,10	4,39	2,43	3,20	1,04	5,71	1,96
- Bn	7,58	2,49	3,93	3,54	4,02	6,92	8,84	5,25	0,67	13,39
- SC	1,77	3,36	1,61	2,94	7,78	7,66	3,32	5,23	12,96	8,79
- Po	6,11	2,99	2,07	1,22	11,77	10,99	8,40	5,92	22,52	15,98
- CP	13,15	19,38	19,68	21,35	31,91	29,82	10,41	13,80	20,98	8,19
Iz - VC	1,03	3,82	2,33	6,72	8,21	5,89	0,12	2,68	8,13	3,95
- Bn	4,21	1,20	2,49	1,31	0,00	2,68	4,75	3,37	3,00	7,24
- SC	5,15	2,76	0,45	1,35	5,28	4,53	7,18	4,01	13,17	16,79
- Po	11,60	1,26	0,00	1,88	8,00	6,32	14,42	3,78	22,07	25,48
- CP	9,54	19,82	19,07	20,17	28,99	25,65	5,84	12,07	20,33	0,72
VC - Bn	3,69	3,66	4,32	6,86	7,64	7,62	3,36	5,07	6,59	8,04
- SC	3,26	4,64	2,38	6,41	11,37	9,35	5,99	5,16	20,30	10,85
- Po	6,46	4,61	2,67	5,76	11,21	9,45	9,39	4,88	24,91	12,10
- CP	6,63	14,74	13,95	17,48	25,24	20,98	3,68	9,59	22,48	3,47
Bn - SC	7,30	1,36	1,36	0,30	4,88	2,37	9,74	1,60	17,20	18,85
- Po	13,91	0,24	2,76	2,93	6,58	2,86	16,97	0,12	24,38	26,14
- CP	3,97	14,12	14,22	15,31	24,18	19,18	0,53	7,47	22,09	5,41
SC - Po	2,29	1,98	0,51	2,63	0,65	0,13	2,19	1,41	0,63	2,44
- CP	20,09	9,51	11,29	11,01	13,27	12,04	9,77	3,91	0,00	13,18
Po - CP	20,09	18,78	20,26	22,15	17,64	18,80	18,96	8,27	0,92	22,89

Tableau 4

Valeurs du paramètre t pour les caractères morphométriques dans la comparaison successive des échantillons

A. Mâles

Echant.	Lp/lMp	lap/lMp	lmp/lMp	lbp/lmp	lap/lbp	Lc/lc	La/Lc	Lt1/l1
Vt - Iz	0,39	1,90	3,94	0,70	3,50	3,32	11,13	0,98
- VC	4,66	3,67	1,70	3,19	2,02	5,07	3,75	11,27
- Bn	1,02	1,59	2,50	4,02	5,00	3,95	9,18	7,12
- SC	0,19	0,22	5,21	0,16	2,99	7,24	4,37	1,67
- Po	2,08	3,41	14,50	0,37	9,05	20,27	13,32	10,43
- CP	4,22	0,97	27,67	1,04	17,22	5,22	2,01	5,18
Iz - VC	4,61	4,83	4,11	2,64	4,23	3,75	2,72	10,42
- Bn	0,65	0,00	0,86	3,27	2,15	1,33	0,68	6,24
- SC	0,35	1,09	3,61	0,15	1,49	10,01	8,97	1,19
- Po	2,41	5,39	12,03	1,09	6,15	25,47	24,81	9,36
- CP	3,72	2,92	24,33	0,34	14,14	8,65	13,03	6,08
VC - Bn	5,53	5,39	4,08	0,53	6,58	3,23	2,81	5,31
- SC	3,65	3,49	6,89	2,71	6,04	10,72	6,00	8,30
- Po	3,64	1,79	7,99	3,73	6,54	17,61	12,27	4,67
- CP	6,55	3,23	17,74	2,42	12,29	7,43	4,86	13,92
Bn - SC	0,84	1,24	4,81	2,43	0,41	14,65	10,27	2,21
- Po	2,81	4,58	9,42	4,68	3,18	23,45	22,19	1,20
- CP	2,49	2,47	21,31	2,96	9,84	8,07	10,81	10,98
SC - Po	0,79	1,38	2,51	0,35	1,39	1,79	1,16	3,02
- CP	2,02	0,23	7,24	0,31	4,97	4,17	3,45	3,91
Po - CP	6,27	2,49	4,17	1,45	6,07	13,43	11,08	15,31

Tableau 4 (suite)

B. Femelles

Echant.	Lp/lMp	lap/lMp	lmp/lMp	lbp/lMp	lap/lbp	Le/le	La/Lc
Vt – Iz	1,18	0,46	4,60	0,81	3,60	3,38	5,67
– VC	2,52	3,70	1,86	3,55	1,88	5,53	0,33
– Bn	0,95	1,18	2,01	5,90	3,80	4,84	10,46
– SC	0,98	1,13	12,11	0,25	7,49	11,64	10,48
– Po	2,62	1,46	16,24	2,47	9,86	17,10	17,47
– CP	2,96	0,00	28,66	0,00	15,62	6,49	6,42
Iz – VC	3,66	4,76	4,54	3,62	4,47	3,55	3,22
– Bn	0,00	1,83	2,24	5,98	0,66	2,04	4,47
– SC	1,91	1,01	7,69	0,87	5,44	14,61	12,69
– Po	3,97	2,21	12,77	3,43	7,03	20,75	21,70
– CP	1,96	0,48	22,37	0,79	12,64	10,21	11,71
VC – Bn	3,11	3,53	3,64	0,91	5,12	1,95	7,35
– SC	1,49	5,22	13,18	3,79	9,31	16,07	9,18
– Po	0,77	3,91	9,93	4,84	7,52	15,88	11,67
– CP	4,52	3,97	19,84	3,42	11,87	10,28	4,64
Bn – SC	1,61	2,42	11,36	5,13	5,07	15,47	18,38
– Po	3,19	0,00	11,99	7,67	5,39	19,24	25,87
– CP	1,57	1,25	23,35	5,71	10,33	10,86	16,78
SC – Po	0,75	2,70	2,80	1,35	0,18	0,31	1,01
– CP	2,94	1,21	7,39	0,24	3,23	7,84	6,86
Po – CP	5,60	1,54	2,62	2,42	4,03	11,47	11,75

Tableau 5

Codage des différences entre les valeurs moyennes des caractères dimensionnels
(ΣC = somme des concordances)

A. Mâles

Echant.	Lc	Lp	lap	lMp	lmp	lbp	Le	le	lg	La	Ltl	ltl	ΣC
Vt - Iz	++++	++++	++++	++++	+++-	+++-	++++	++++	+++-	+++-	++++	++++	44
- VC	++++	++++	++++	++++	+++-	++++	++++	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	43
- Bn	+++-	++++	++++	++++	+++-	+++-	+++-	++++	++++	+++-	+++-	++++	42
- SC	++++	++++	++++	++++	+++-	+++-	++++	++++	+++-	+++-	+++-	++++	43
- Po	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	33
- CP	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	20
Iz - VC	++++	++++	++++	+++-	+++-	+++-	++++	++++	+++-	++++	+++-	+++-	42
- Bn	+++-	++++	++++	++++	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	41
- SC	+++-	++++	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	++++	40
- Po	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	32
- CP	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	19
VC - Bn	++++	++++	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	40
- SC	+++-	++++	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	31
- Po	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	35
- CP	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	23
Bn - SC	+++-	++++	++++	++++	+++-	++++	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	++++	38
- Po	+++-	+++-	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	++++	34
- CP	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	23
SC - Po	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++-	++++	47
- CP	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	31
Po - CP	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	22

Tableau 5 (suite)

B. Femelles

Echant.	Lc	Lp	lap	lMp	lmp	lbp	Le	le	lg	La	ΣC
Vt - Iz	+++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++++	++++	+++	34
- VC	++++	++++	++++	+++	+++	++++	+++	++++	+++	++++	36
- Bn	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++++	+++	31
- SC	++++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	31
- Po	+++	+++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+	+++	29
- CP	+++	+++	+	+	+	+	+++	+++	+	+++	17
Iz - VC	++++	+++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	33
- Bn	+++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	34
- SC	+++	+++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+	+	29
- Po	+++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+	+	28
- CP	+++	+	+++	+	+	+	+++	+++	+	++++	19
VC - Bn	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	29
- SC	+++	+++	++++	+++	+	+++	+++	+++	+	+++	24
- Po	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+++	26
- CP	+++	+++	+++	+	+	+	+++	+++	+	+++	19
Bn - SC	+++	++++	++++	++++	+++	++++	+++	++++	+++	+	32
- Po	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	++++	+	+	26
- CP	+++	+++	+++	+++	+	+	++++	+++	+	+++	22
SC - Po	++++	++++	++++	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	39
- CP	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	23
Po - CP	+	+++	+	+	+++	+++	+++	+++	++++	+	19

Tableau 6

Codification des différences entre les valeurs moyennes de caractères morphométriques

A. Mâles

Echant.	Lp/lMp	lap/lMp	lmp/lMp	lbp/lmp	lap/lbp	Le/lc	La/Lc	Lt1/Lt1	ΣC
Vt - Iz	++++	++++	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	++++	28
- VC	+++-	+++-	++++	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	25
- Bn	++++	++++	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	27
- SC	++++	++++	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	++++	28
- Po	++++	+++-	++-	++++	+++-	+-	++-	+++-	22
- CP	+++-	++++	+-	++++	++-	+++-	++++	+++-	24
Iz - VC	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	++-	23
- Bn	++++	++++	++++	+++-	++++	++++	++++	+++-	30
- SC	++++	++++	+++-	++++	++++	+++-	+++-	++++	29
- Po	++++	+++-	++-	++++	+++-	+-	+-	+++-	21
- CP	+++-	+++-	+-	++++	++-	+++-	++-	+++-	21
VC - Bn	+++-	+++-	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	25
- SC	+++-	+++-	++-	++++	++-	+-	++-	+-	17
- Po	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+-	++-	+++-	22
- CP	+++-	+++-	+-	++++	++-	+++-	+++-	++-	21
Bn - SC	++++	++++	+++-	++++	++++	+-	++-	++++	26
- Po	+++-	+++-	+++-	+++-	+++-	+-	+-	++++	21
- CP	++++	++++	+-	+++-	+++-	+++-	++-	++-	22
SC - Po	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++-	31
- CP	++++	++++	+++-	++++	+++-	+++-	+++-	+++-	27
Po - CP	+++-	++++	+++-	++++	+++-	++-	+++-	++-	24

4.2. ANALYSE DES GROUPEMENTS

Pareillement à ce que nous avons constaté dans l'étude relative à *Pholeuon proserpinae*, les différences qui apparaissent entre mâles et femelles dans la configuration des dendrogrammes partiels ne concernent que la façon dont se relient les échantillons appartenant sans aucune doute à *Parapholeuon moczaryi*. En outre – tel que nous allons le voir ci-dessus –, il n'y a pas de raisons certaines pour attribuer à l'une ou l'autre de ces populations le rang de sous-espèce. Par conséquent, l'analyse des groupements a été faite à partir d'une seule matrice taxons × taxons (tab. 7), dans laquelle sont inscrits les coefficients Jaccard, calculés pour tous les caractères quantitatifs (dimensionnels et morphométriques) et pour les deux sexes et exprimés en pourcents (sommes des concordances positives rapportées à un total de 148 caractères élémentaires).

Tableau 7

Matrice taxons × taxons pour l'ensemble des échantillons (mâles + femelles)
Mr = moyennes réciproques; * = population centrale

								Mr
VC	—							71,39
Bn	79,05	—						76,01
Iz	80,41	88,51	—					76,35
Vt	87,16	83,78	87,84	—				77,82
SC	59,45	80,41	81,08	83,11	—			78,49*
Po	68,24	66,22	66,22	70,27	96,62	—		71,17
CP	54,05	58,11	54,05	54,73	70,27	59,46	—	58,45
	VC	Bn	Iz	Vt	SC	Po	CP	

Le dendrogramme global (fig. 5) montre clairement le groupement étroit des échantillons prélevés des grottes dont les populations ont été identifiées déjà comme appartenant à *P. moczaryi*, à savoir les grottes de Bătrânu, d'Izbândaș et de Vadu Crișului. A celles-ci s'ajoute, en tant que station nouvelle pour cette même espèce, la Peștera Vântului.

Notons que la configuration de ce groupement se trouve en concordance avec la position géographique des cavités en question, car elle relie à des niveaux de similitude de plus de 87% d'un côté les deux grottes qui s'ouvrent aux pieds du versant gauche de la vallée de Crișul Repede (P. Vântului et

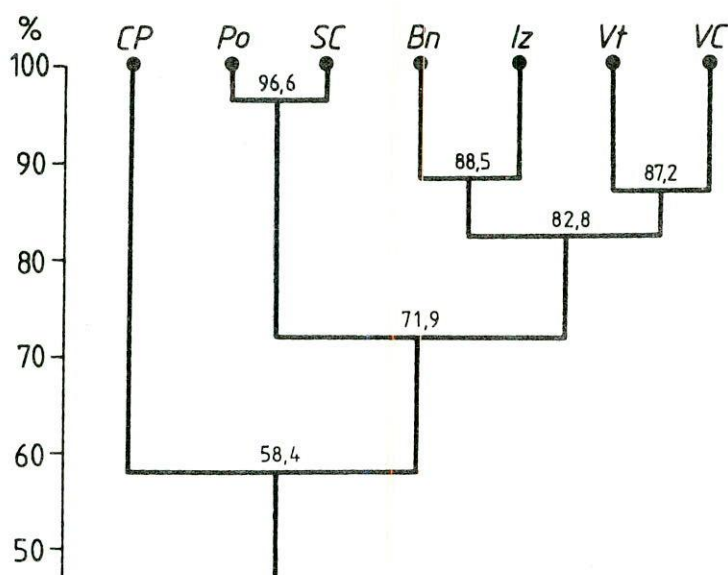


Fig. 5. – Dendrogramme global (échantillons de mâles et de femelles réunis).

P. de la Vadu Crișului), et d'autre côté les deux autres, situées plus au sud, vers l'intérieur du massif (P. Bătrânelui et P. de la Izbândiș) (fig. 1).

Par ailleurs, le fait que la liaison entre ces deux paires se place à un niveau de similitude de 82,8%, donc lui aussi très élevé, nous amène à considérer les quatre échantillons tout au plus comme des populations distinctes. En effet, la formule de codage qui indique des différences significatives au niveau de sous-espèce (+ + --) ne se retrouve dans la comparaison de ces échantillons que quatre fois (tab. 5 et 6) : pour la longueur de l'antenne des femelles (**La**) dans les comparaisons **Vt-Bn** et **VC-Bn**, et pour la largeur relative de l'article tarsal (**Lt1/l1**) dans les comparaisons **Vt-VC** et **Iz-VC**, ce qui n'est nullement suffisant pour distinguer une sous-espèce à part.

Un autre groupe réunit au plus haut niveau de similitude (de 96,6%) les échantillons provenant de deux cavités avoisinantes, la P. din Ponoraș (**Po**) et la P. de la Stanu Ciuții (**SC**). Le niveau de similitude assez élevé (de 71,9%) auquel se place sa liaison avec le groupe précédent rend incertain le choix entre les deux alternatives possibles – espèce à part ou sous-espèce de *P. moczaryi* –, et ceci d'autant plus que l'échantillon de *P. gracilae* de la grotte de Ciur-Ponor (**CP**) est raccordé à un niveau de similitude de seulement 58,4%. L'examen des formules de codage (tab. 5 et 6) montre toutefois qu'entre la population de la grotte de Ponoraș et celles de *P. moczaryi* il existe à l'exception près des différences significatives au niveau d'espèce (+ ---) pour deux caractères importants de diagnose, la largeur de la gouttière marginale (**lg**) et

la largeur relative des élytres (**Le/le**). De plus, le fait que les mêmes différences n'apparaissent pas de manière aussi constante en ce qui concerne la population de la grotte de Stanu Ciuții est vraisemblablement dû aux faibles effectifs dont nous avons disposé (surtout dans le cas des mâles), car il se trouve en flagrante contradiction avec la très forte ressemblance d'entre cette population et celle de la grotte de Ponorăș. Nous allons reprendre cette question douteuse dans le chapitre suivant.

5. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

L'analyse en composantes principales (ACP) a été entreprise à l'aide du logiciel STATITCF, permettant de définir le nuage multidimensionnel de dispersion des unités statistiques tout au plus par cinq axes factoriels. Compte tenu de la nature des données primaires, nous avons opté pour une ACP centrée réduite.

Les résultats montrent que, en prenant en considération tous les caractères quantitatifs, définis par la moyenne entre les deux sexes⁵, les trois premiers facteurs expriment 96,5% de la variance totale, ce qui est largement suffisant pour une description correcte de la structure du nuage. D'autre part, le plan factoriel (1-2) exprime 84,5% de la variance, de sorte qu'il rend compte de manière très satisfaisante de cette structure. Néanmoins, les carrés des corrélations multiples variables – variétés factorielles (tab. 9) relèvent la nécessité de faire parfois appel au troisième facteur pour aboutir à une analyse vraiment complète.

5.1. ANALYSE DANS L'ESPACE DES VARIABLES

Le facteur 1 est déterminé essentiellement par des caractères concernant les dimensions du pronotum et la largeur des élytres, auxquels s'ajoutent deux caractères morphométriques liés à la configuration du pronotum. Par ordre décroissant des saturations (tab. 8), ces caractères sont: **Imp** (saturation = 0,993), **lbp** (0,985), **IMp** (0,973), **le** (0,973), **Lp** (0,964), **lap/lbp** (-0,949), **lap** (0,938) et **Imp/IMp** (0,901). Dans le cercle des corrélations projeté dans le plan factoriel (1-2) (fig. 6) on voit que, à l'exception du rapport **lap/IMp** (= **abP**), ces variables sont étroitement groupées; il s'agit donc de caractères entre lesquels il y a une forte corrélation.

⁵ Le calcul de ces moyennes a été nécessaire pour que la visualisation dans l'espace des unités statistiques soit comparable au dendrogramme global.

Tableau 8

Saturations (coefficients de corrélation variables – facteurs)

Variables	F1	F2	F3	F4	F5
Lc	0,5008	0,8568	-0,1204	-0,0084	-0,0125
Lp	0,9638	0,1797	-0,1737	-0,0625	-0,0622
lap	0,9383	0,2426	-0,2295	-0,0844	-0,0222
lMp	0,9733	0,2251	-0,0104	-0,0181	-0,0383
lmp	0,9931	-0,0391	-0,0960	0,0216	0,0508
lbp	0,9845	0,0449	-0,1527	0,0677	0,0282
Le	0,2806	0,9551	-0,0896	0,0151	0,0080
le	0,9731	-0,0595	-0,0944	0,1826	-0,0549
lg	0,7783	-0,6086	0,0111	0,1313	-0,0040
La	0,0240	0,9915	0,0737	0,0567	0,0840
Ltl	0,8684	0,2574	0,2713	-0,3024	-0,0630
ltl	0,6795	0,2908	-0,6603	-0,1052	-0,0376
Lp/lMp	-0,7202	-0,3711	-0,5586	-0,1258	-0,0514
lap/lMp	-0,3816	-0,0147	-0,8749	-0,2704	0,0979
lmp/lMp	0,9008	-0,3466	-0,1999	0,0553	0,1608
lbp/lmp	-0,4666	0,6975	-0,3863	0,3303	-0,1955
lap/lbp	-0,9485	0,1977	0,0663	-0,2227	-0,0837
Le/le	-0,5162	0,8453	0,0056	-0,1267	0,0498
La/Lc	-0,4171	0,8526	0,2408	0,1175	0,1480
Ltl/ltl	0,7083	0,1313	0,6330	-0,2757	-0,0691

Tableau 9

Carrés des corrélations multiples variables – variétés factorielles

Variables	F1	F2	F3	F4	F5
Lc	0,2508	0,9849	0,9994	0,9995	0,9997
Lp	0,9290	0,9613	0,9915	0,9954	0,9993
lap	0,8803	0,9392	0,9919	0,9990	0,9995
lMp	0,9474	0,9981	0,9982	0,9985	1,0000
lmp	0,9863	0,9878	0,9970	0,9975	1,0000
lbp	0,9693	0,9713	0,9946	0,9992	1,0000
Le	0,0787	0,9908	0,9988	0,9990	0,9991
le	0,9469	0,9504	0,9593	0,9926	0,9956
lg	0,6057	0,9761	0,9762	0,9934	0,9934
La	0,0006	0,9836	0,9890	0,9922	0,9993
Ltl	0,7541	0,8300	0,9036	0,9950	0,9990
ltl	0,4617	0,5462	0,9822	0,9933	0,9947
Lp/lMp	0,5187	0,6564	0,9684	0,9842	0,9868
lap/lMp	0,1456	0,1458	0,9112	0,9843	0,9939
lmp/lMp	0,8115	0,9317	0,9717	0,9748	1,0000
lbp/lmp	0,2177	0,7043	0,8535	0,9626	1,0000
lap/lbp	0,8996	0,9387	0,9431	0,9927	0,9997
Le/le	0,2665	0,9811	0,9811	0,9971	0,9996
La/Lc	0,1739	0,9008	0,9588	0,9726	0,9945
Ltl/ltl	0,5017	0,5180	0,9195	0,9955	1,0000

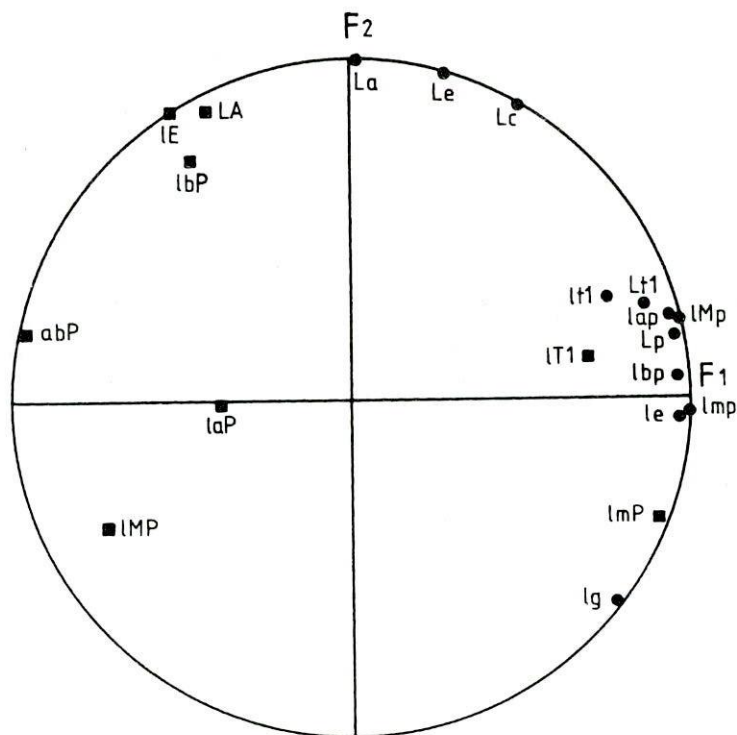


Fig. 6. – Cercle des corrélations projeté dans le plan factoriel (1-2). Pour simplification, les abréviations relatives aux caractères morphométriques sont, dans l'ordre mentionné au chap. 3: IMP, laP, lmp, lbP, abP, lE, LA et lT1.

Le facteur 2 est déterminé principalement par la longueur absolue des antennes (0,992), la longueur des élytres (0,955) – et, implicitement, par la longueur du corps (0,857) –, la longueur relative des antennes (0,853) et la largeur relative des élytres (0,845). Entre ces variables il n'y a plus de corrélation.

Du fait que les saturations ne sont pas toutes du même signe et qu'elles n'ont pas toutes de fortes valeurs, aucun de ces deux facteurs ne peut être considéré comme un "facteur taille".

Le facteur 3 est déterminé par le rapport **lap/lmp** (= **laP**) (-0,875). Les carrés des corrélations multiples variables – variétés factorilles (tab. 9) montrent qu'il faut pousser l'analyse jusqu'au niveau de ce facteur pour aboutir à l'explication correcte de quatre variables, à savoir **lt1**, **Lp/lmp**, **lap/lmp** et **Lt1/lt1**. En effet, pour toutes ces variables, les valeurs présentent un saut sensible entre F2 et F3.

5.2. ANALYSE DANS L'ESPACE DES UNITÉS STATISTIQUES

La visualisation dans le plan factoriel (1-2) – qui, rappelons-le, exprime 84,5% de la variance totale – montre que la structure du nuage dans l'espace des unités statistiques (u. s.) comprend deux groupes bien distincts, dont l'un renferme les populations de *P. moczaryi* et l'autre celles des grottes de Ponorăș et de Ciur Ponor; quand à l'échantillon de *P. gracile*, celui-ci occupe une position tout à fait isolée. Ce résultat est entièrement conforme, voire identique à celui fourni par la taxonomie numérique. En effet, représentés à des échelles convenables, l'orthogramme (Șerban et Racoviță, 1983) et la projection des u. s. sur la plan factoriel (1-2) sont tellement semblables, que leur superposition est à peu près parfaite (fig. 7). On a ainsi la preuve certaine

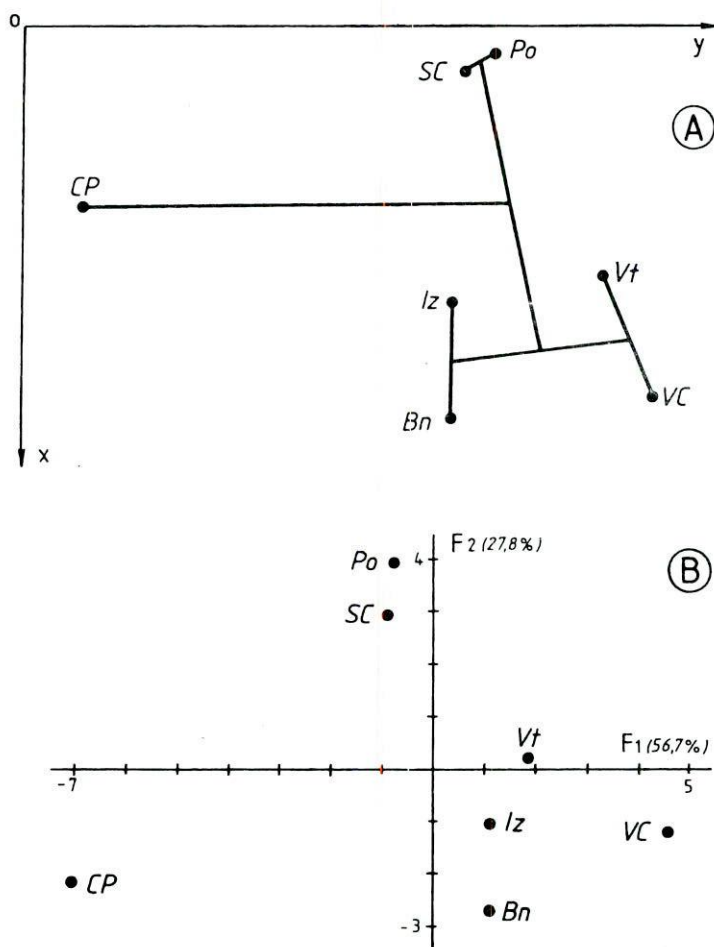


Fig. 7. – Orthogramme global (projection orthogonale en plan horizontal) des liaisons de similitude (A) et visualisation dans le plan factoriel (1-2) des unités statistiques (B).

que la méthode de codage des caractères quantitatifs est correcte, et surtout que l'utilisation d'un critère flexible pour la différenciation des taxons est réellement justifiée.

En vue d'obtenir des repères supplémentaires pour éliminer toute incertitude sur le rang taxonomique qu'il convient d'accorder aux populations des grottes de Ponoraș et de Stanu Ciuții, nous avons effectué une ACP centré réduite en partant non pas des valeurs moyennes des caractères quantitatifs, mais des valeurs individuelles de ces caractères pour 25 femelles de chaque échantillon. La représentation des individus dans le plan factoriel (1-2) – qui exprime cette fois-ci 70,2% de la variance totale – relève rigoureusement le même groupement des populations (fig. 8). Bien plus, elle montre qu'il n'y a pas de superposition entre les deux populations en question et celles de *P. moczaryi*, ce qui nous autorise de les intégrer dans une espèce à part – *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *angustiventre* n. sp. La description de cette nouvelle espèce (chap. 7) montrera d'ailleurs que, outre les caractères qui représentent des variables aléatoires continues, elle se distingue également par plusieurs caractères qui n'ont pas été introduits dans les analyses multidimensionnelles.

Il y a cependant lieu de préciser que la parallèle entre les projections dans l'espace des variables et dans l'espace des u. s. sur le plan factoriel (1-2)

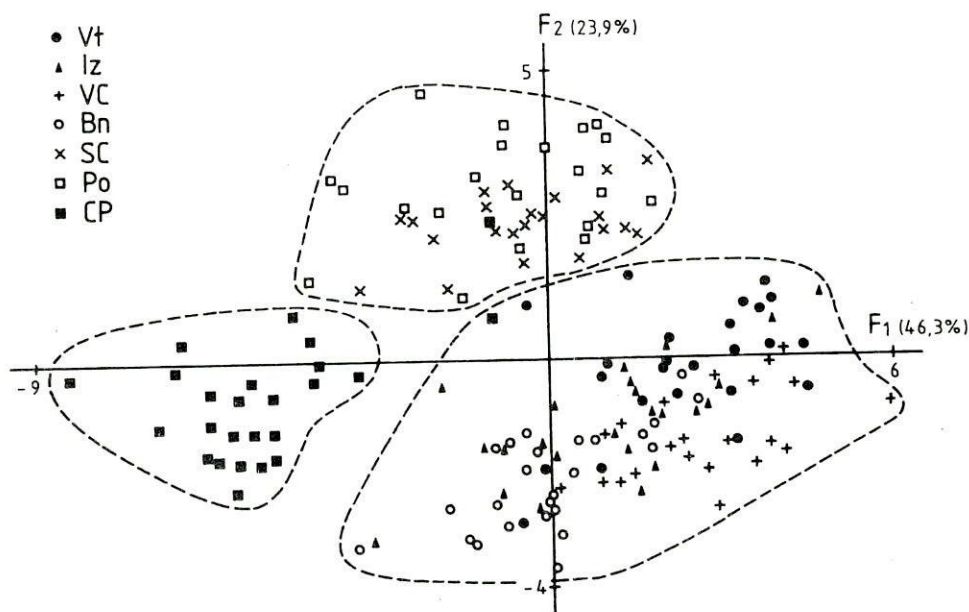


Fig. 8. – Visualisation dans le plan factoriel (1-2) des unités statistiques représentant 25 individus femelles extraits au hasard de chaque échantillon. Les contours en trait interrompu n'ont aucune signification mathématique.

relève que les caractères les plus représentatifs pour chaque espèce sont: gouttière marginale large et sinuosité faible des côtés du pronotum pour *P. moczaryi*; élytres étroits et antennes longues pour *P. angustiventre*; taille faible et surtout corps étroit pour *P. gracile* (qui occupe sur F 1 une position extrême). Ces caractères sont exactement les mêmes que ceux pour lesquels on obtient dans les comparaisons au niveau interspécifique la valeur moyenne la plus grande du paramètre **t**: 16,79 pour la gouttière marginale, 13,09 pour le rapport **Imp/IMp**, 13,01 pour le rapport **Le/le** et 11,90 pour le rapport **La/Lc**⁶.

En examinant les carrées des corrélations multiples unités statistiques – variétés factorielles (carrés des M. cosinus des u. s. avec les variétés factorielles) (tab. 10), on constate que les populations de *P. moczaryi* trouvent leur meilleure description dans le plan factoriel (1–3), à l'exception de celle de la Peștera Bătrânului, qui est définie par le facteur 2. Ce même facteur décrit les

Tableau 10

Carrées des corrélations multiples unités statistiques – variétés factorielles

u.s.	F1	F2	F3	F4	F5
Vt	0,4472	0,4503	0,8608	0,9841	0,9871
Iz	0,2031	0,3647	0,9487	0,9518	0,9825
VC	0,6958	0,7480	0,9915	0,9993	0,9997
Bn	0,1232	0,7886	0,7994	0,9966	0,9968
SC	0,0822	0,9177	0,9421	0,9542	0,9962
Po	0,0312	0,9182	0,9783	0,9829	0,9990
CP	0,9001	0,9833	0,9965	1,0000	1,0000

populations des grottes de Ponoraș et de Stanu Ciuții, tandis que l'échantillon de *P. gracile* de la grotte de Ciur Ponor est expliqué par le facteur 1. La projection dans ce plan des u. s. place la population de la grotte de Vadu Crișului dans une position extrême, celle-ci étant la seule population de *P. moczaryi* dont la coordonnée par rapport au facteur 3 est négative.

Cette constatation nous conduit à envisager sous un nouvel angle le problème déjà posé d'une éventuelle différenciation en sous-espèces de *P. moczaryi*, d'autant plus que l'échantillon de la grotte de Vadu Crișului occupe une position relativement isolée dans la projection sur le plan principal (1–2) aussi (fig. 7). Afin de vérifier une telle possibilité, nous avons effectué une ACP portant uniquement sur les quatre échantillons de *P. moczaryi*. Similaire sous tous les aspects à ce que montre l'ACP appliquée à l'ensemble des échantillons, le résultat confirme que la population de la grotte de Vadu Crișului peut être considérée comme une sous-espèce.

⁶ Ces valeurs sont déduites des données qui figurent dans les tableaux 3 et 4.

Le fait que la différenciation en sous-espèces est justifiée par l'ACP, mais non pas par les valeurs critiques du paramètre **t**, peut avoir lui aussi à l'origine les effectifs relativement plus faibles par lesquels la population de la grotte de Vadu Crișului est représentée⁷. En espérant que le problème recevra plus tard sa solution finale⁸, on doit donc se borner maintenant à mentionner seulement les caractères distinctifs qui peuvent être attribués à cette population, à savoir ceux pour lesquels la moyenne arithmétique a des valeurs extrêmes dans l'ensemble des populations de *P. moczaryi*, aussi bien pour les mâles que pour les femelles. Ces caractères sont (tab. 1 et 2): pronotum plus large (**Lp/IMp** minimum), avec les côtés plus arrondis dans le tiers antérieur (**lap/IMp** minimum) et moins sinués (**Imp/IMp** maximum) et avec la base plus large (**lap/lbp** minimum); élytres plus larges (**Le/le** minimum); premier article tarsal mâle plus allongé (**Lt1/tl** maximum).

6. ANALYSE DES CARACTÈRES

Tant en taxonomie numérique qu'en ACP, nous avons entrepris un examen de la valeur taxonomique qu'ont les deux catégories de caractères envisagées – dimensionnels et morphométriques –, de même que de la redondance qui peut apparaître dans de telles analyses multidimensionnelles. Dans ce but, nous avons construit, pour chaque sexe à part, des dendrogrammes partiels et nous avons représenté la projection des u. s. dans le plan factoriel (1–2) séparément pour les caractères dimensionnels, pour les caractères morphométriques, pour un nombre restreint de caractères, sélectionnés afin d'éliminer une éventuelle redondance, et pour l'ensemble des caractères quantitatifs. La sélection a été opérée de sorte que chaque caractère morphométrique ne soit plus associé qu'à un seul caractère dimensionnel. Ces caractères dits sélectionnés sont donc: **Lc**, **IMp**, **lbp**, **le**, **lg**, **Lt1** et, évidemment, tous les caractères morphométriques.

Notons d'abord que les deux séries de représentations graphiques mettent elles aussi en évidence une bonne concordance entre les orthogrammes (fig. 9) et les visualisations dans l'espace des u. s. (fig. 10), les quelques différences qu'on peut néanmoins observer étant peu importantes et limitées aux positions relatives des populations de *P. moczaryi*.

⁷ Cependant, compte tenu de l'ordre de grandeur de la variabilité individuelle (valeur du coefficient de variation), l'effectif minimum d'un échantillon représentatif n'est que de 25 individus.

⁸ Malheureusement, la probabilité d'aboutir prochainement à cette solution est très faible, du fait que la population de *Parapholeuon* de la grotte de Vadu Crișului a été anéantie par suite de l'exploitation touristique de la cavité.

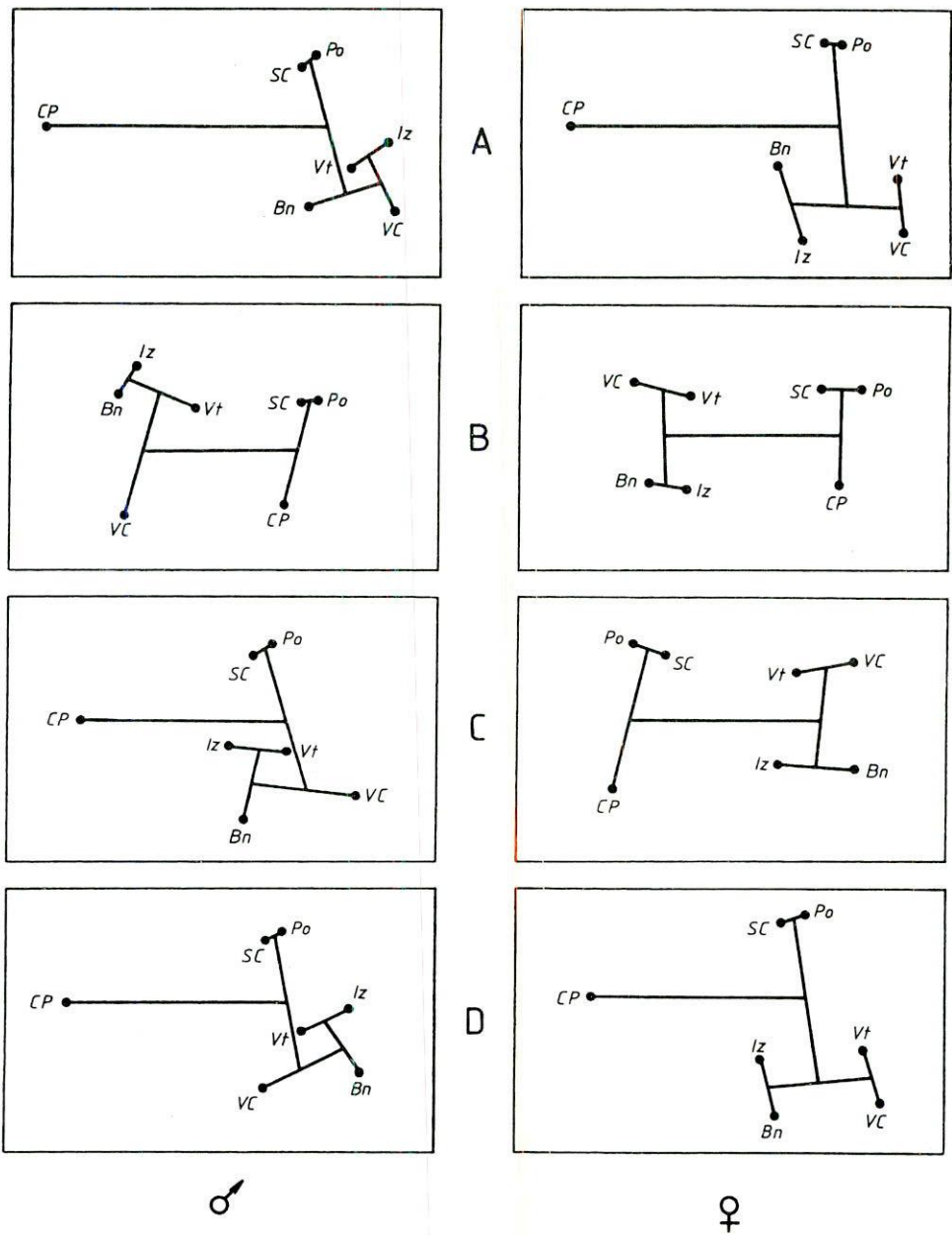


Fig. 9. — Orthogrammes partiels construits à partir des caractères dimensionnels (A), des caractères morphométriques (B), des caractères sélectionnés (C) et de tous les caractères quantitatifs (D).

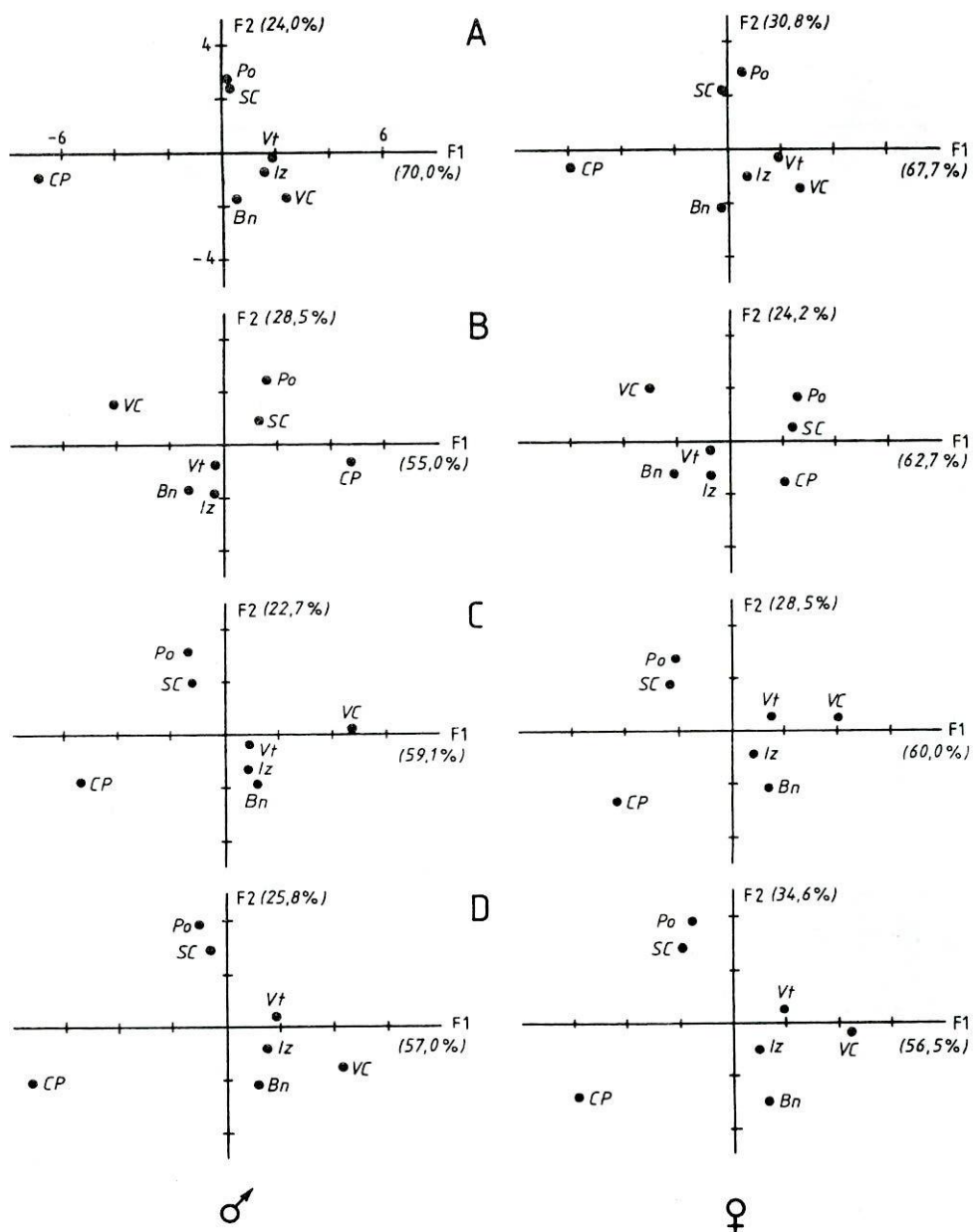


Fig. 10. – Projections dans le plan factoriel (1-2) des unités statistiques (mêmes explications que pour la fig. 9).

Par ailleurs, l'examen que nous avons entrepris mène à deux remarques importantes.

La première en est que – de même que dans le cas de *Pholeuon* (s. str.) – il y a une dissemblance sensible entre les deux catégories de caractères quantitatifs en ce qui concerne la manière dont elles traduisent la différenciation des taxons de divers rangs. En effet, on voit que les caractères dimensionnels (fig. 9 A et 10 A) séparent surtout les espèces, tandis que ceux morphométriques (B) rendent mieux compte des différences entre populations. A ce dernier égard il faut observer que, notamment dans le cas des mâles, la population de la grotte de Vadu Crişului est bien plus isolée. La cause en est que, dans le groupe des caractères uniquement morphométriques, le rapport $Lt1/l_{t1}$ qui, nous le rappelons, est le seul à différencier significativement la population de Vadu Crişului, a un poids bien plus important que dans l'ensemble de tous les caractères.

Il faut toutefois préciser que, dans les cercles des corrélations correspondant aux ACP partielles, les caractères dimensionnels se placent sur des positions très semblables et ceux morphométriques sur des positions comparables à celles qu'ils occupent dans le cercle des corrélations renfermant tous les caractères (fig. 6). Il s'ensuit que l'association des deux catégories de caractères n'a pas d'influence sur la manière dont celles-ci participent à la détermination des composantes principales.

En revanche, des différences notables apparaissent à ce point de vue lorsqu'on compare les cercles des corrélations obtenus en opérant d'un côté avec les valeurs individuelles, et d'autre côté avec les moyennes arithmétiques des caractères. Ce fait montre tout simplement que la variabilité individuelle n'est pas équivalente à la variabilité interpopulationnelle, et d'autant moins à celle interspécifique; il est donc tout à fait normal.

La deuxième remarque est que l'association de tous les caractères dimensionnels à ceux morphométriques n'introduit pas un effet visible de redondance. En dehors de certains changements dans la position relative des populations de *P. moczaryi*, les représentations graphiques n'indiquent qu'une seule différence importante. Il s'agit du fait que, dans le dendrogramme dressé à partir des caractères sélectionnés des femelles (fig. 9 C), les deux populations de *P. angustiventre* (SC et Po) se relie – de la même façon que dans les dendrogrammes correspondant aux caractères morphométriques (B) – non pas au groupe de *P. moczaryi*, mais à *P. gracile*. Par conséquent, il ne s'agit que de l'augmentation implicite mais relative (et qui reste d'ailleurs masquée dans l'ACP) du poids qui revient aux caractères morphométriques lorsqu'on fait appel à une telle sélection. Pour le reste, l'opération ne mène qu'à une distribution plus serrée des échantillons par rapport à celle qui résulte des analyses utilisant tous les caractères, ce qui signifie que, pareillement à la taxono-

mie numérique, l'ACP reflète la réalité d'autant plus fidèlement, que le nombre de variables est plus grand, ce qui revient à une plus grande quantité d'information initiale.

7. DESCRIPTION DE *PHOLEUON* (*PARAPHOLEUON*) *ANGUSTIVENTRE* N. SP.

Population type: grotte dite *Peștera din Ponoraș* (Monts Apuseni, Roumanie). Echantillon déposé à l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza», Str. Clinicilor nr. 5, R 3400 Cluj-Napoca (Roumanie).

Paratypes: grotte dite *Peștera de la Stanu Ciuții*.

Forme pholeuonoïde, allongée, rétrécie en avant (fig. 11 A).

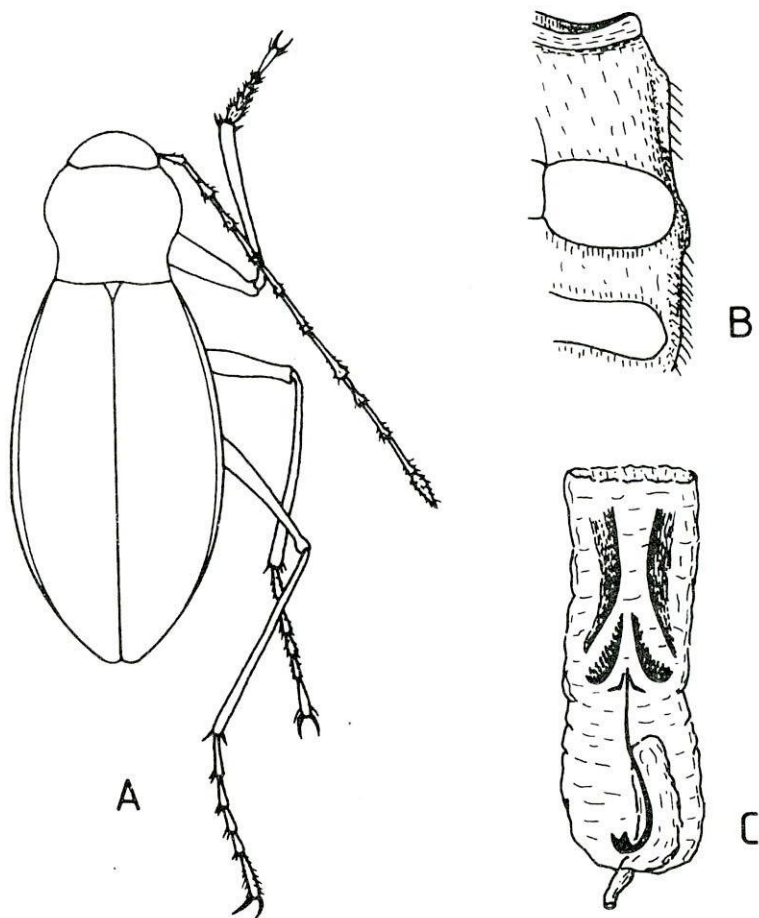


Fig. 11. — *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *angustiventre* n. sp., mâle. A — habitus; B — carène mésosternale, vue latérale gauche, C — sac interne, face dorso-latérale gauche.

Longueur (entre le plan frontal et l'apex des elytres, avec la tête en position naturelle): mâle $4,00 \pm 0,011$ mm; femelle $4,29 \pm 0,009$ mm.

Couleur brun jaunâtre, bien plus claire que chez les autres espèces de *Parapholeuon*.

Pronotum carré, légèrement plus large que long (rapport longueur/largeur: $0,882 \pm 0,002$ pour les mâles, $0,865 \pm 0,002$ pour les femelles), non rétréci à la base (rapport largeur du bord antérieur/largeur de la base $0,746 \pm 0,003$ pour les mâles, $0,735 \pm 0,003$ pour les femelles). Côtés faiblement convexes dans le tiers antérieur, avec le bord entier, très courbé ventralement. Sinuosité des côtés accentuée (rapport largeur minimum/largeur maximum $0,827 \pm 0,003$ pour les mâles, $0,834 \pm 0,003$ pour les femelles). Angles postérieurs saillants (rapport largeur de la base/largeur minimum $1,058 \pm 0,002$ pour les mâles, $1,055 \pm 0,002$ pour les femelles). Base légèrement concave dans sa partie médiane, parfois rectiligne ou régulièrement convexe (fig. 4).

Carène mésosternale peu développée, réduite à une petite lame triangulaire, légèrement asymétrique (fig. 11 B).

Elytres elliptiques (largeur maximum à peu près dans la zone médiane), très allongées (rapport longueur/largeur $1,839 \pm 0,004$ pour les mâles, $1,842 \pm 0,005$ pour les femelles), à base étroite (pas plus large que la base du pronotum) et apex arrondi. Gouttière marginale régulière, visiblement plus étroite que chez *P. moczaryi* (largeur maximum $0,06 \pm 0,001$ mm chez les mâles, $0,07 \pm 0,001$ mm chez les femelles).

Antennes très longues et grêles, surtout chez les mâles (rapport longueur du corps/longueur des antennes $0,864 \pm 0,002$ pour les mâles, $0,775 \pm 0,001$ pour les femelles), à dernier article effilé.

Tarses antérieurs mâles avec le premier article plus long que large (rapport longueur/largeur $1,647 \pm 0,011$).

Edéage du même type que chez *P. moczaryi*, court, peu arqué; l'invagination dorsale en nid de pigeon profonde, la pointe de la lame apicale relativement longue et aiguë. Armature du sac interne (fig. 11 C) composée des deux champs semi-lunaires de petites épines caractéristiques pour la série phylétique de *Drimeotus*, mais aussi de deux bandes chitineuses, courbées au milieu et placées vers la partie apicale du sac.

Variabilité. Dans les échantillons extraits de la population type, la variabilité individuelle comporte des aspects particuliers, liés spécialement au contour du pronotum (fig. 12). Chez certains individus, les côtés de celui-ci sont tout à fait rectilignes dans leur tiers antérieur, mais surtout bien plus profondément et plus brusquement sinués que d'ordinaire; de même, la base du pronotum est plus étroite. Les mêmes individus ont aussi une taille plus faible. Dans les cas extrêmes, les différences en sont si évidentes (fig. 12 e),

qu'on pourrait penser à une "variété" à part, tel que J e a n n e l (1923) l'a fait en distinguant la variété *hebes* de *Pholeuon* (s. str) *proserpinae glaciale*, en raison du rebord prothoracique effacé. Cependant, du fait qu'il y a des exemplaires dont le pronotum est nettement asymétrique puisque le contour modifié n'apparaît que d'un seul côté, il est plus vraisemblable de considérer qu'il s'agit d'individus aberrants, voire tératologiques. Notons par ailleurs que le

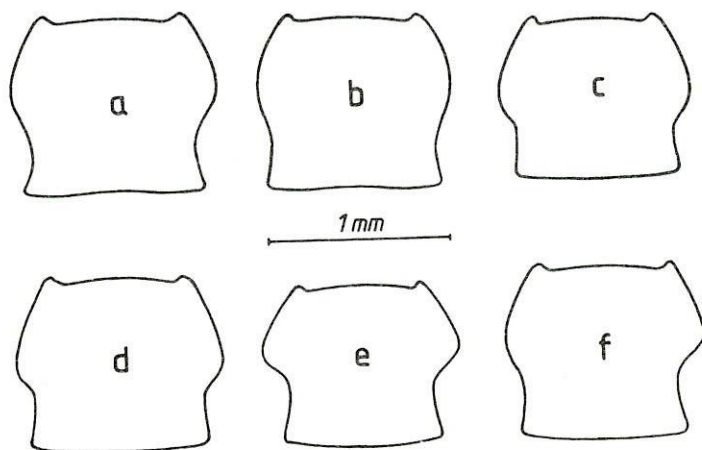


Fig. 12. — Variabilité du contour du pronotum dans l'échantillon de mâles de *Parapholeuon angustiventre* de la grotte de Ponoraș.

calcul du paramètre t montre que les différences par rapport aux individus normaux sont d'autant plus significatives, qu'elles portent sur des caractères ayant un plus fort coefficient de variation. De plus, la proportion des individus aberrants (y compris ceux à pronotum asymétrique) est faible: 13% dans l'échantillon de mâles, 9% dans celui de femelles.

7.1. CHOROLOGIE

Conformément aux données dont nous disposons actuellement, l'espèce est strictement localisée entre la Vallée du Mișid et la dépression de Damiș, de sorte que son aire de distribution occupe une position intermédiaire entre celle de *P. moczaryi* (au nord) et celle de *P. gracile* (au sud).

7.2. AFFINITÉS

Par la configuration de l'édeage, *P. angustiventre* se rapproche nettement de *P. moczaryi*, mais certains traits de morphologie externe – notamment la forme des élytres, la largeur de la gouttière marginale et la longueur des

antennes – la rendent semblable à *P. gracile*. En tenant aussi compte de la localisation géographique de cette nouvelle espèce, on peut donc envisager une différenciation progressive des *Parapholeuon* dans les Monts Pădurea Craiului selon une direction sud-nord. Mais il n'est question pour le moment que d'une hypothèse, dont la vérification pourra être fournie par l'étude détaillée de toutes les formes qui peuplent ce massif montagneux, plus précisément de celles réparties dans sa partie sud, et, de plus, par une comparaison avec les particularités systématiques du sous-genre *Drimeotus* (s. str.).

BIBLIOGRAPHIE

- 1964 DECOU V., *Le catalogue des Coléoptères cavernicoles de Roumanie*. Acta Zool. Cracov., **IX**, 7, 441–467.
- 1991 DUPRÉ E., *Bathysciinae nouveaux de la Navarre pyrénéenne (Espagne) (Col. Bathysciinae)*. Mém. Biospéol., **XVIII**, 269–273.
- 1982 GORAN C., *Catalogul sistematic al peșterilor din România*. Ed. Cons. Naț. Ed. Fizică Sport, București, 496 p.
- 1923 JEANNEL R., *Etude préliminaire des Coléoptères aveugles du Bihor*. Bull. Soc. Sc. Cluj, **I**, 411–472.
- 1981 JUBERTHIE C., DELAY B., DECOU V., RACOVITĂ GH., *Premières données sur la faune des microespaces du milieu souterrain superficiel de Roumanie*. Trav. Inst. Spéol. «É. Racovitza», **XX**, 103–111.
- 1995 RACOVITĂ G., *Révision systématique des Bathysciinae souterrains de Monts Apuseni. I. Variabilité individuelle et valeur taxonomique des caractères morphologiques dans la série phylétique de Drimeotus (Coleoptera, Bathysciinae)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XXXIV**, 103–129.
- 1983 ȘERBAN M., RACOVITĂ G., *Le stéréogramme – une nouvelle méthode de représentation tridimensionnelle des rapports de similitude en taxonomie numérique*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XXII**, 33–41.

Institut de Spéologie «E. Racovitza»
Section de Cluj

Reçu le 27 janvier 1997

DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR LES HYDROCARBURES CUTICULAIRES CHEZ QUELQUES ESPÈCES DE *DRIMEOTUS* S. STR. (COLEOPTERA, LEPTODIRINAE)

OANA MOLDOVAN*, HÉLÈNE ALVES** et JEAN-MARC JALLON**

Des analyses chromatographiques montrent la présence des lipides cuticulaires (y compris des hydrocarbures) chez des espèces du sous-genre *Drimeotus* s. str. Les molécules peuvent être communes pour plusieurs espèces, mais en quantité relative variable, commune pour quelques-unes des espèces, ou caractéristiques pour une espèce. Étant donné ces différences et leur concordance avec d'autres données utilisées en taxonomie, les hydrocarbures cuticulaires peuvent fournir des informations utiles pour les études taxonomiques.

INTRODUCTION

Quoique les études sur les Coléoptères souterrains de Transylvanie eussent débuté au XIX^e siècle, elles ne se sont intensifiées qu'après 1911, l'année de la parution de la première monographie sur les Leptodirinae cavernicoles, réalisée par Jeannel. Le même auteur a complété en 1924 et 1930 les données sur les Leptodirinae, en incluant le sous-genre *Drimeotus* s. str. aussi, mais peu d'études ultérieures s'y sont ajoutées (Ieniște a, 1955, Racoviță, 1985). Nous avons donc repris la classification du sous-genre *Drimeotus* s. str. en utilisant différentes données, parmi lesquelles les hydrocarbures cuticulaires.

Les hydrocarbures cuticulaires sont des molécules qui se trouvent sur la surface de la cuticule. Elles ont un rôle phéromonale (démonstré chez les Coléoptères Staphylinidae), d'attirant à courte distance pour le sexe opposé et aphrodisiaque aux petites concentrations (Lockey, 1988; Peschke, 1985, 1987; Peschke et Metzler, 1987). D'autre part, les profils des hydrocarbures cuticulaires ont été utilisés dans des études taxonomiques sur les termites et les diptères (Brandl et al., 1992), ces profils étant comparés avec des données concernant les alloenzymes et des caractères morphologiques. Chez les espèces du complexe *Speonomus delarouzei* des Pyrénées Orientales, nous avons trouvé une bonne concordance entre les données biochimiques, comportementales et celles portant sur les hydrocarbures cuticulaires (Moldovan, 1997).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel. Pour cette étude, quatre espèces des Monts Pădurea Craiului ont été analysées (fig. 1):

- *Drimeotus puscariui*, de la grotte «Peștera Litophagus»;

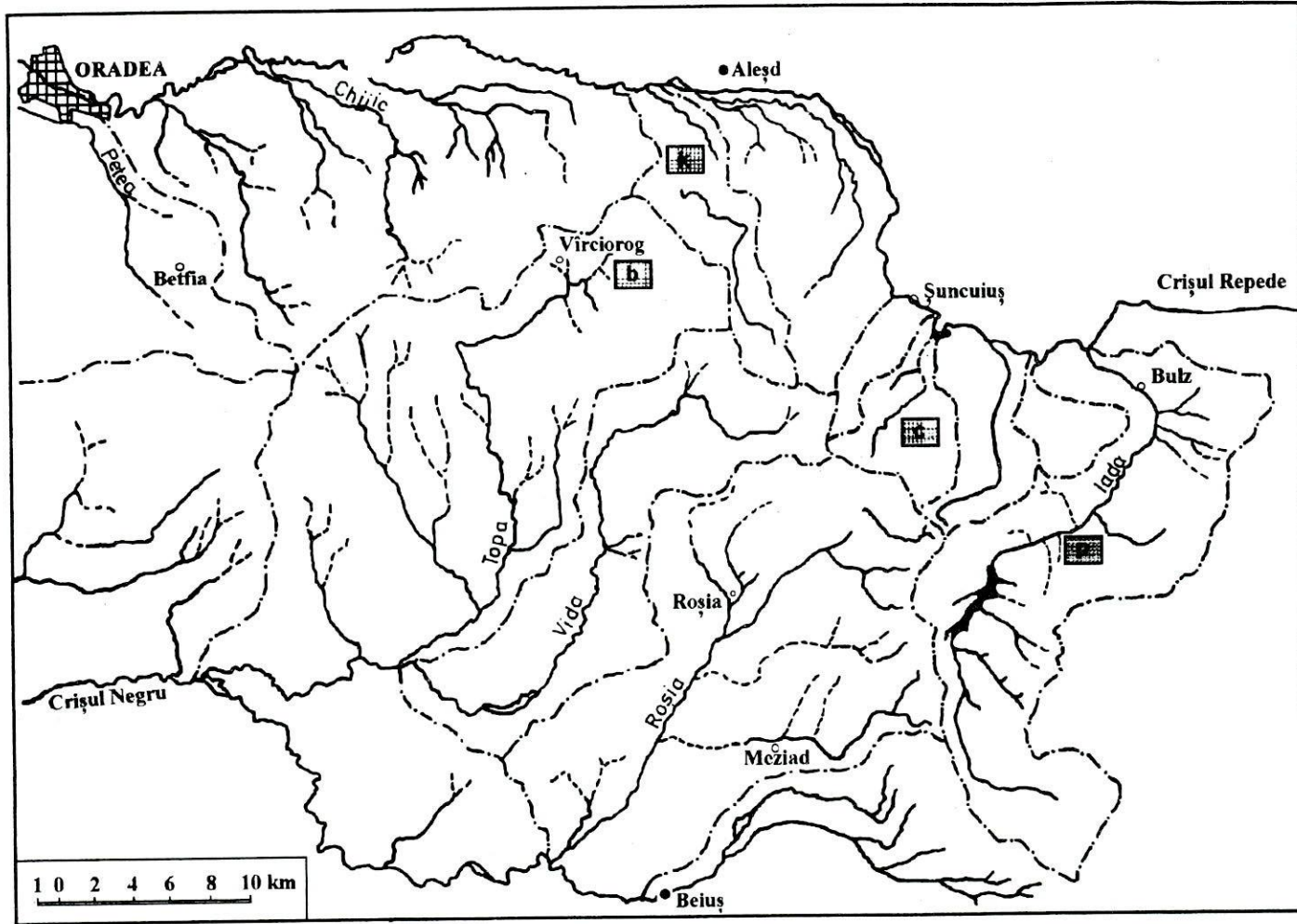


Fig. 1. – Carte de la répartition dans les Monts Pădurea Craiului des stations d'échantillonnage pour les quatre espèces du sous-genre *Drimeotus* s. str.: *D. puscariui* (p), *D. chyzeri* (c), *D. kovacsi* (k), *D. bokori* (b) (d'après Rusu, 1988, modifiée).

- *Drimeotus kovacsi*, de la grotte «Peștera Igrita»;
- *Drimeotus bokori*, de la grotte «Peștera Osoi»;
- *Drimeotus chyzeri*, de la grotte «Peștera Lesiana».

Pour les analyses chromatographique en phase gazeuse, nous n'avons utilisé que des mâles matures. Ceux-ci ont été préalablement isolés des femelles et mis en élevage dans la grotte-laboratoire de Moulis (France).

Chromatographie sur couche mince. Pour la saturation de la cuve, un mélange de 80 ml hexane, 20 ml éther et 2 ml acide acétique a été utilisé. Sur la plaque TLC Gel de Silice 60 Merck ont été déposés deux échantillons:

- 10 mouches *Drosophila* sp.
- 1 *Drimeotus kovacsi* Mill., mâle.

Extractions. Les extraits ont été faits dans l'hexane. Des individus ont été introduits vivants dans un tube d'essai, dans 50 µl d'hexane durant 30 minutes, suivis d'une agitation à vortex de 1 minute. Les produits dissous, après évaporation, ont été repris dans 25 µl d'hexane, dont 4 µl injectés dans la colonne capillaire. Des standards externes ont été en même temps injectés.

Chromatographie en phase gazeuse. Une colonne capillaire Silica apolaire (25 m × 0,22 mm) a été utilisée avec un chromatographe en phase gazeuse «Perkin Elmer», en programmation de température (180°C à 320°C avec 3°C/min), et avec un détecteur «FID». Le gaz vecteur a été l'azote.

Interprétation de chromatogrammes. Pour chaque chromatogramme, les pics plus importants ont été caractérisés par les Temps de Retention et la surface, calculés par l'Intégrateur «1022 Perkin Elmer». Les Temps de Réention ont été transformés en Indices de Kovàts (1965), qui donnent une approximation du nombre d'atomes de carbone de la molécule.

Pour les études comparatives, la surface des différents pics d'un chromatogramme a été exprimée par le pourcentage de la somme de tous les pics considérés. Finalement, les analyses factorielles multidimensionnelles (comme l'analyse de correspondance simple, qui permet l'étude des proximités entre les observations – les espèces – et les variables – les molécules analysées – ainsi que des correspondances entre celles-ci) ont été réalisées avec le logiciel STATITCF et le dendrogramme avec le logiciel STATISTICA sous WINDOWS.

RÉSULTATS

La chromatographie sur couche mince (fig. 2) montre la présence des hydrocarbures cuticulaires chez le mâle de *Drimeotus kovacsi*, tandis que les analyses chromatographiques en phase gazeuse indiquent la présence des lipides cuticulaires chez toutes les espèces de *Drimeotus* étudiées (des analyses en spectrométrie de masse ont confirmé la présence des hydrocarbures cuticulaires). Ces hydrocarbures sont des substances avec des molécules lourdes et très lourdes, avec 16 jusqu'à 39 atomes de carbone, en partie différentes d'une espèce à l'autre.

Le Tableau 1 montre les résultats obtenus pour chaque espèce, après l'étude des chromatogrammes.

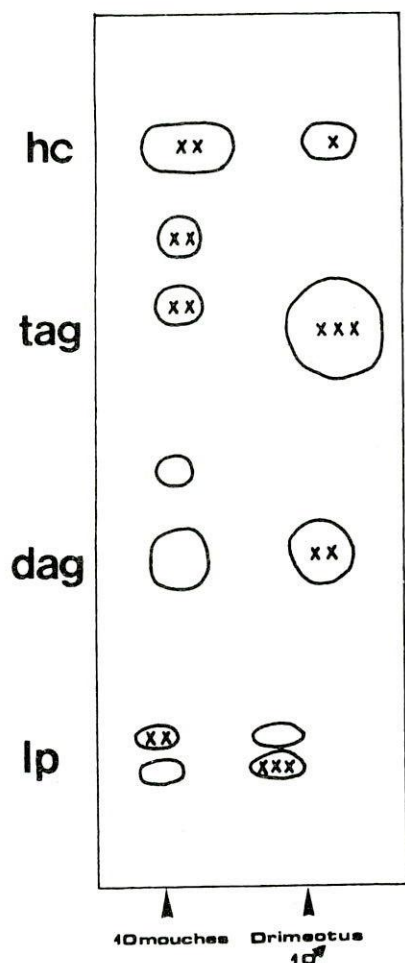


Fig. 2. - Chromatographie sur couche mince des extraits cuticulaires de *Drimeotus kovacsi*, en utilisant des individus de *Drosophila* sp. comme témoins: hc = hydrocarbures, tag = triglycérols, dag = diacylgérols, lp = lipides cuticulaires, x, xx, xxx = degrés de concentration.

Tableau 1

La composition en lipides cuticulaires (en pourcents) chez les mâles de 4 espèces de *Drimeotus* s. str.

(le nombre des individus utilisés figure entre parenthèses)

Indices de Kovats	<i>D. puscariui</i> (2 × 10)	<i>D. chyzeri</i> (1 × 4)	<i>D. kovacsi</i> (1 × 4)	<i>D. bokori</i> (1 × 4)
1657	3,7			
1793	4,4			
1903	3,1			
2488			7,9	3,6
2548	4,8	3,7		
2729	3,6			
2757	23,7	28,0	20,3	23,1
2793	5,8		3,4	3,8
2893			3,5	
2943	7,6	8,1	20,7	14,1
2957	9,0	15,9		6,4
3142		3,2	3,4	3,8
3325			4,5	5,1
3350		3,8	4,5	4,5
3383	19,9	12,9		
3542		3,7	6,2	7,2
3550	14,6	5,5	10,1	12,1
3725		3,2	3,3	4,0
3783		5,0		
3825		3,4		
3857		3,5		
3900			12,3	12,4

L'analyse de correspondance simple (fig. 3) permet la mise en évidence des molécules qui déterminent la séparation des espèces d'après les deux axes. *D. puscariui* se sépare des autres espèces par des molécules moins importantes, avec 16, 17, 19 et 27 atomes de carbone, tandis que *D. chyzeri* a des molécules caractéristiques plus lourdes, avec 37 et 38 atomes de carbone. Ces deux espèces ont des molécules communes, avec 25 et 32 atomes de carbone. Les deux autres espèces, *D. kovacsi* et *D. bokori*, elles ont aussi des molécules communes, la plus importante avec 39 atomes et les moins importantes avec

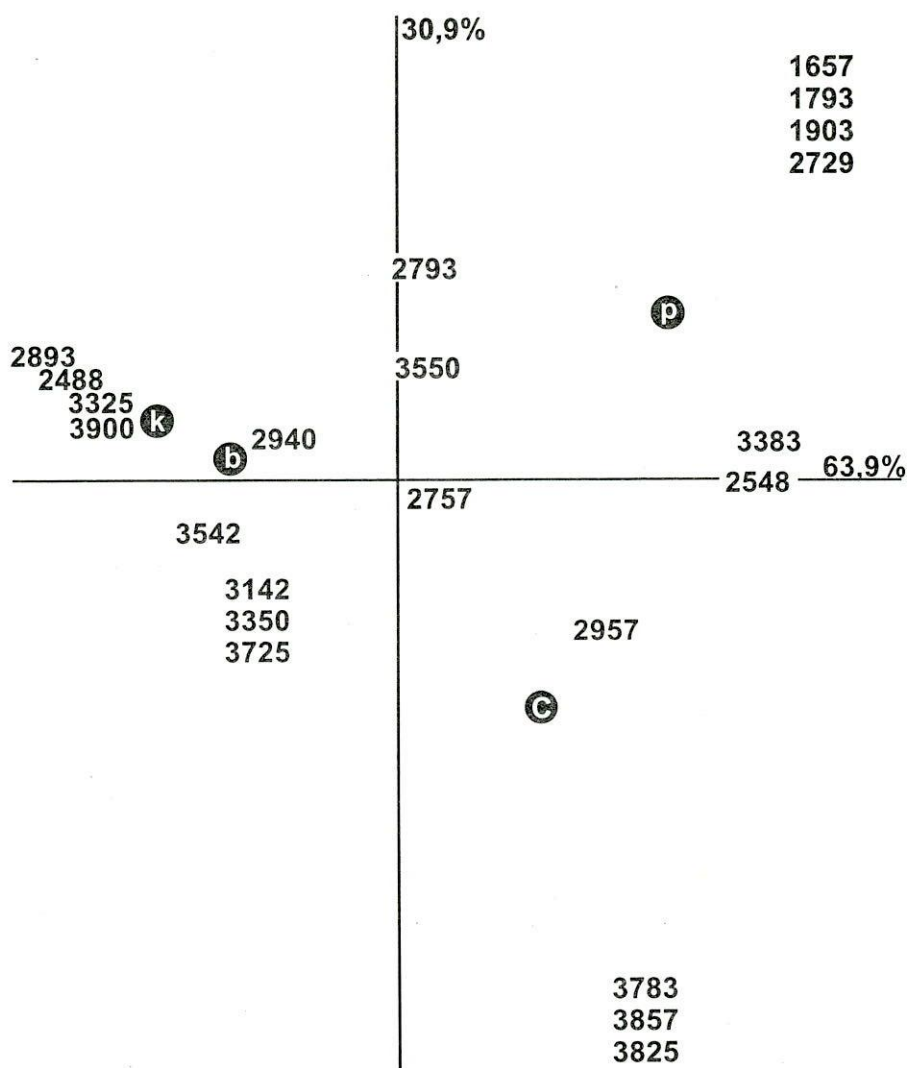


Fig. 3. – Analyse de correspondance des hydrocarbures cuticulaires chez différentes espèces de *Drimeotus* s. str.: p = *D. puscariui*, c = *D. chyzeri*, k = *D. kovacsi*, b = *D. bokori*.

24 et 33 atomes de carbone. Une molécule avec 27 atomes de carbone a été trouvée chez les quatre espèces, étant pour toutes la plus importante; elle caractérise probablement les espèces du sous-genre *Drimeotus* s. str.

Pour mieux représenter la relation entre les espèces et pour souligner les niveaux de similitude entre celles-ci, un **dendrogramme** a été construit (fig. 4); on observe une première séparation entre les populations de l'est (*D. puscariui* et *D. chyzeri*) et de l'ouest (*D. kovacsi* et *D. bokori*) de l'aire de répartition

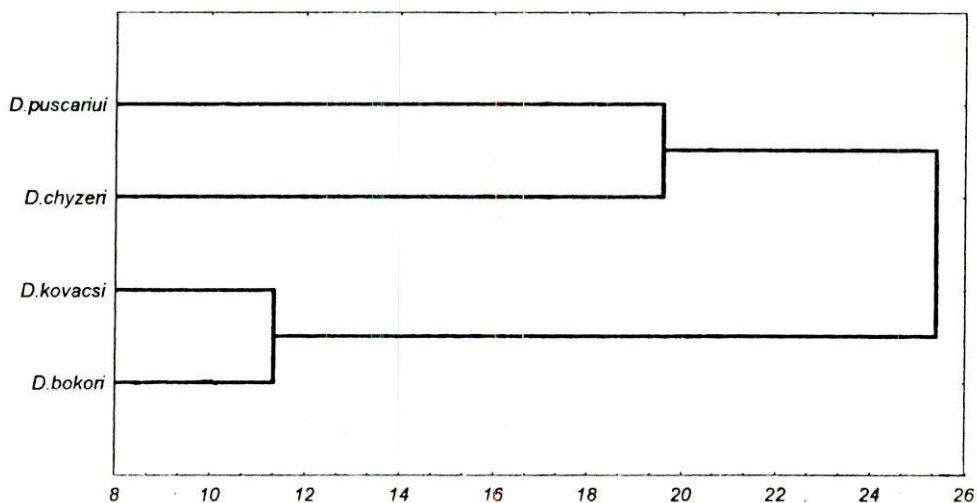


Fig. 4. – Dendrogramme construit d'après les différences en hydrocarbures cuticulaires (en distance euclidienne), chez les mâles des espèces de *Drimeotus* s. str.

du sous-genre *Drimeotus* s. str. D'autres séparations apparaissent entre les espèces de chacun de ces groupes, les deux dernières étant plus proches.

CONCLUSIONS

Outre la mise en évidence des hydrocarbures cuticulaires chez des représentants troglobiontes du sous-genre *Drimeotus* s. str., les analyses par chromatographie en phase gazeuse ont démontré que les différences en hydrocarbures cuticulaires existent entre les espèces; elles sont plus importantes entre les espèces éloignées (*D. puscariui* de *D. chyzeri*, de *D. kovacsi* et de *D. bokori* et *D. chyzeri* de *D. kovacsi* et de *D. bokori*) et moins importantes entre les espèces géographiquement proches (*D. kovacsi* et *D. bokori*).

Les différences en hydrocarbures cuticulaires sont concordantes avec d'autres données obtenues pour les populations du sous-genre, tel que celles biogéographiques, morphologiques et comportementales (Moldovan, 1997). Conformément à celles-ci, les populations de l'ouest de l'aire de répartition se différencient nettement des autres populations de *Drimeotus* s. str.; par ailleurs, la population du bassin de Mișid (*D. chyzeri*) se différencie de la population de l'est des Monts Pădurea Craiului (*D. puscariui*).

La présence des hydrocarbures sur la surface cuticulaires et leur importance dans les études taxonomiques a été pour la première fois mise en évidence chez un groupe appartenant à la faune souterraine. Etant donné leur importance dans le comportement sexuel, nos études futures vont essayer de démontrer leur rôle.

BIBLIOGRAPHIE

- 1992 BRANDL R., KAIB M. et R. BAGINE, *Cuticular Hydrocarbon Profiles: A Tool in Insect Taxonomy?* Verh. Detsch. Zool. Gesell., **85.1**, 183.
- 1955 IENIȘTEA M. A., *Contribuții la cunoașterea faunei de coleoptere cavernicole din R.P.R.* Bul. st., Sect. St. Biol. Agr. Geol. Geogr., **7** (2), 410–426.
- 1911 JEANNEL R., *Révision des Bathysciinae (Col. Silphidae)*. Biospeologica 19. Arch. Zool. Gén. Exp., **7**, 1–642.
- 1924 JEANNEL R., *Monographie de Bathysciinae*. Biospeologica 50. Arch. Zool. Gén. Exp., **63**, 1–436.
- 1930 JEANNEL R., *Coléoptères cavernicoles nouveaux des Monts Bihar*. Bull. Soc. Sci. Cluj, **5** (2), 48–61.
- 1965 KOVÁTS E., *Gas Chromatographis Characterization of Organic Substances in the Retention Index System*. Adv. Chromatogr., **1**, 229–247.
- 1988 LOCKEY K. H., *Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function*. Comp. Biochem. Physiol., **89B**, 595–645.
- 1997 MOLDOVAN O., *Reconnaissance des sexes et isolement reproductif chez les coléoptères Bathysciinae souterrains: approche taxonomique, biochimique et expérimentale*. Thèse de Doctorat, Univ. P. Sabatier, Toulouse.
- 1985 PESCHKE K., *Immature males of Aleochara curtula avoid intrasexual aggression by producing the female sex pheromone*. Naturwissenschaften, **72**, 274.
- 1987 PESCHKE K., *Cuticular hydrocarbons regulate mate recognition, male aggression, and female choice of the rove beetle, Aleochara curtula.*, J. Chem. Ecol., **13**, 1993–2008.
- 1987 PESCHKE K. et M. METZLER, *Cuticular hydrocarbons and female sex pheromones of the rove beetle, Aleochara curtula (Goeze) (Coleoptera: Staphylinidae)*. Insect. Biochem., **17**, 167–178.
- 1985 RACOVITĂ G., *Taxonomie quantitative des Bathysciinae (Coleoptera, Catopidae) du bassin de la Valea Iadului (Monts Apuseni)*, Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **24**, 69–83.

* Institut de Spéologie «Émile Racovitza»,
Clinicilor, 5, 3400 Cluj, Romania

** Université Paris-Sud, Mécanismes de Communication,
91405 Orsay, France

Reçu le 20 juin 1997

APERÇU BIOSPÉOLOGIQUE SUR LA GROTTES DE VADU-CRIȘULUI, MONTS PĂDUREA CRAIULUI (TRANSYLVANIE, ROUMANIE)

CORNELIU PLEȘA, OANA MOLDOVAN, ANCA MUNTEANU

*«...nous sommes loin, sans doute,
de connaître la totalité des espèces
qui peuplent les cavernes»*

(LOUIS FAGE, 1931)

Grotte touristique très visitée et connue dès le début de ce siècle, la grotte de Vadu-Crișului s'est avérée une des plus importantes cavités souterraines de Roumanie en ce qui concerne son intérêt biospéologique; celui-ci se dégage surtout par la richesse de sa stygofaune hébergée dans les nombreuses plages de sable-gravier déposées au long du ruisseau souterrain qui parcourt sa galerie principale. En corroborant les biontes prélevés de la faune terrestre et aquatique (bassins libres et psammal), on y signale au total 28 groupes faunistiques et 95 taxa, dont une bonne partie sont des troglobiontes, respectivement des stygobiontes.

On conclue aussi que, par la suite des nombreuses visites touristiques de la grotte, surtout dans sa première partie aménagée, la faune terrestre et également celle aquatique des bassins libres, s'était appauvrie les dernières années, ce qui nécessiterait des mesures de protection afin de la conserver.

COURT HISTORIQUE

Située au milieu des gorges de la rivière Crișul Repede, à une distance d'environ 2,5 km en amont de la commune de Vadu-Crișului (département de Bihor), cette grotte touristique était connue, à partir de sa découverte en 1903 sous divers noms, comme: Révi barlang, Zichy-barlang, Vizesésbarlang, Peștera lui Zichy, Peștera de la Vad, etc.

Explorée en automne 1903 et aménagée bientôt par les soins d'une association touristique locale, la grotte dont le nom actuel est «Peștera de la Vadu-Crișului» a été dès le début étudiée aussi du point de vue biospéologique par certains entomologistes qui «chassaient» les nouveautés même dans les cavités souterraines. Dans le grand Catalogue de Benno Wolf (1934–1938) on trouve au total 18 taxa signalés dans cette grotte: 5 Coléoptères, 9 Arachnoides (dont 8 Opilionides) et 4 Crustacés Copépodes. Les deux premiers groupes provenaient du milieu terrestre, tandis que les Crustacés, du milieu aquatique, dû aux prélèvements faits par P.-A. Chappuis pendant les campagnes

de «Biospeologica» (Jeannel et Racovitza, 1929, Chappuis et Jeannel, 1951).

DESCRIPTION DE LA GROTTES

Marquée à l'extérieur par une belle cascade qui se jette dans la rivière de Crișul Repede (affluent de Tisza, bassin du Danube), l'entrée de la grotte de Vadu-Crișului se trouve à une altitude de 305,6 m, ayant comme cordonnées géographiques. 46°57'10'' latitude, 40°11'20' longitude. Elle est creusée dans des calcaires barremiens, ayant une longueur totale explorée d'un kilomètre, composée d'une galerie principale rectiligne, longue de 800 m et parcourue par un ruisseau souterrain borné par-ci par-là de nombreuses plages de sable mélangé avec du gravier.

Des descriptions détaillées de la grotte ont été présentées dans plusieurs publications dont nous rappelons: Viehmann *et al.* (1964), Pleșa (1966, 1969), Bleahu *et al.* (1976) auxquelles nous renvoyons le lecteur intéressé. Pour nos besoins, nous présenterons seulement le plan de la grotte avec la mention des stations et des points qui ont fait l'objet de nos observations et prélèvements (fig. 1).

PRÉAMBULE DE NOS RECHERCHES

En tant que grotte touristique facilement accessible, elle a suscité notre intérêt bientôt après les premières découvertes biospéologiques faites par l'un de nous (Pleșa) en 1957. Afin de mieux connaître la faune de la grotte, les observations et les prélèvements ont été suivies à travers les saisons et les années, pendant la période 1957–1997, renouvelées après quarante ans, en 1996–1997 (Moldovan et Munteanu). Sauf l'augmentation de la liste des taxa vivants dans les deux milieux souterrains (terrestre et aquatique) de la grotte, on a poursuivi parallèlement les valeurs et les variations des facteurs écologiques les plus importants. Nous retiendrons pour mémoire:

- Les résultats obtenus à l'égard de la périodicité reproductive de quelques espèces stygobiontes vivantes dans le psammal: *Megacyclops (Megacyclops) kieferi* (Chapp.), *Bathynella natans natans* Vejd. et *Microcerberus plesai* Chapp. & Delamare Deboutteville (Pleșa, 1967, 1969);

- Une étude concernant le topoclimat de la grotte, réalisée par Racoviță et Crăciun (1970);

- L'étude de la variation numérique du Coléoptère *Pholeuon (Parapholeuon) mocsaryi* (Cs.) (Racoviță, 1971);

- Un essai concernant la faune des gours, dont la plupart se trouvaient dans la grotte de Vadu-Crișului (Pleșa et Racoviță, 1971).

Pour n'en donner que quelques exemples. Nous renvoyons le lecteur également à ces travaux.

Afin d'analyser d'une meilleure façon nos données nous les avons séparées dans ce qui suit en deux compartiments écologiques bien distincts l'un de l'autre:

- le milieu souterrain terrestre,
- le milieu aquatique.

LE MILIEU SOUTERRAIN TERRESTRE

En tant que biotope ou habitat envisagé comme catégorie écologique, nous distinguerons dans le milieu terrestre de cette grotte deux compartiments distinct: un biotope hypogé proprement dit et un autre, endogé.

Dans le premier, représenté par une vaste zone libre, on peut individualiser certaines bioscènes ou bioscènes, tel que:

- le réseau des fentes, pratiquement inaccessible à l'homme,
- la surface du sol argileux ou des spéléothèmes,
- certaines zones des parois calcaires qui peuvent être peuplées par une soi-disant faune associée ou pariétale, etc.

FACTEURS ÉCOLOGIQUES

1. *Température de l'air*

Un tableau comparatif concernant les différentes valeurs de la température de l'air (comprises entre 9,2°C et 10,2°C) et de l'eau (ruisseau souterrain, bassins libres et les eaux interstitielles) a été présenté par nous avant (Pleșa, 1969). Rappelons aussi que Racoviță et Crăciun (1970) présentent des valeurs concernant la température de l'air à une distance de 100 m de l'entrée; les températures sont comprises entre 9,8°C et 10,4°C, mais nous rappelons que nos données concernent les zones plus profondes à un climat constant.

2. *Humidité relative*

Nous avons mesuré des valeurs comprises entre 84% et 100% qui variaient d'une place à l'autre dans différents endroits de la grotte. Il est bien connu que les espèces troglobiontes se trouvent seulement dans des zones saturées en vapeurs d'eau.

LA FAUNE CAVERNICOLE TERRESTRE

1. OLIGOCHAETA

Le matériel prélevé par Jeannel (le 27 mai 1921) et Pușcariu (le 15 avril 1923), signalé par Jeannel et Racovitza (1929) a été étudié par Pop (1968) qui mentionne une seule espèce:

Dendrobaena rubida (Savigny), l'auteur la caractérise comme «espèce polymorphe très largement répandue dans l'hémisphère du nord», trouvée dans presque toute l'Europe.

Les échantillons prélevés par nous contiennent deux espèces (déterminées par Pop):

Allolobophora antipai Michaelsen, qui vit dans le biotope endogé, et une autre, non déterminée encore, trouvée sur les bois pourris dans la galerie principale, le 2 janvier 1960.

2. ARANEAE

Jeannel et Racovitza (1929) signalent 6 prises dans lesquelles ont été trouvés des araignées. Le matériel, confié pour l'étude à Mme Dumitrescu n'a pas été étudié. Rappelons que dans le Catalogue de Wolf (1934-1938) sont répertoriées les espèces suivantes provenant de cette grotte:

Meta merianae (Scopoli),

Dysdera ninnii Canestrini,

Amaurobius claustrarius (Hahn.),

Nesticus biroi Kulczynski

Steatoda bipunctata (Linné.)

Pendant nos campagnes de recherches, nous avons trouvé seulement deux espèces:

Nesticus biroi Kulcz., assez fréquente sur les parois, le sol et sur les bois pourris, en se nourrissant surtout avec des Diplopodes (*Polydesmus*); on a trouvé aussi des cocons accrochés sur des fragments de bois pourris (Viehmann et al., 1964).

Tegenaria sp., dans la proximité de l'entrée.

Les espèces trouvées par nous sont toutes les deux troglophiles.

3. PSEUDOSCORPIONIDA

Signalés sous leur ancien nom de Chernetes, ils ont été prélevés le 19 mai 1928 (Chappuis et Jeannel, 1951). Nous avons trouvé un seul exemplaire, le 15 juin 1960, sur l'argile humide dans la galerie principale.

Aucun des Pséudoscorpionides provenant de cette grotte n'a pas été encore déterminé.

4. OPILIONES

Wolf (1934–1938) signale 4 espèces d'Opilions provenant de la grotte Vadu-Crișului:

Nemastoma quadripunctatum sillii Alfay,

Dicranolasma opilionides (C. L. Koch),

Trogulus opaciformis

Opilio parietinus (Geer.), mais à notre avis la présence de ces trois dernières est incertaine.

Jeannel et Racovitza (1929), puis Chappuis et Jeannel (1951) mentionnent aussi la présence des Opilions dans la grotte, mais ce matériel n'a pas été déterminé.

De nos prélèvements a été déterminée une seule espèce:

Ischyropsalis dacica (déterminée par Avram), trouvée le 7 août 1961 dans le «lad» (fig. 1:24).

Selon Avram et Dumitrescu (1969) deux espèces seraient encore présentes dans cette grotte:

Gyas annulatus (Olivier), commune dans les Carpates, et

Nemastoma quadripunctatum Perty, qui aurait été citée antérieurement par Kolosvary en 1963.

5. ACARI

Le présence des Acariens a été signalée pour le première fois dans cette grotte par Jeannel et Racovitza (1929) et Chappuis et Jeannel (1951), mais ce matériel n'a pas été déterminé.

Nous avons maintes fois trouvé des Acariens de petite taille, sur la formation appelée «Le Globe terrestre» (fig. 1:17), en association avec des Collemboles, et sur des bois pourris tout près de la source appelée «Izvorul Dragostei» (fig. 1:21); le matériel n'a pas été déterminé, mais il s'agit probablement de Gamasidés.

6. ISOPODA ONISCIDEA

Leur présence a été signalée pour la première fois dans la grotte par Jeannel et Racovitza (1929), puis par Chappuis et Jeannel (1951). Ils vivaient en association avec des Collemboles, sur des champignons, qui couvraient par endroits le boisage.

Nous avons toujours trouvé des Isopodes appartenant à la même espèce:

Mesoniscus graniger (Friv.), dont la présence permanente était due surtout aux amas de bois pourris restés lors des premiers sentiers touristiques construits dans la grotte (notre matériel a été premièrement déterminé par le Prof. Albert Vandel). Il s'agit d'une espèce troglophile présente dans les grottes de l'Europe

de l'est; nous signalons des études qui en sont consacrés: Gruner et Tabacaru (1963) et Radu (1977).

Les Isopodes prélevés dans les campagnes de «Biospeologica» et signalés avant, appartiennent sans aucun doute à la même espèce.

7. MYRIAPODA DIPLOPODA

Les Diplopodes prélevés pendant les campagnes «Biospeologica» (Jeannel et Racovitza, 1929; Chappuis et Jeannel, 1951) ont été étudiés par le Prof. Traian Ceuca, qui identifie une seule espèce:

Polydesmus montanus Daday (Ceuca, 1958). Cet auteur, qui a étudié aussi notre riche matériel provenant de la même grotte, suppose qu'il s'agit d'une espèce «typiquement troglophile» endémique, connue seulement de la Transylvanie et très répandue dans région aussi à la surface que dans les grottes. Ces remarques viendront être confirmées aussi par Tabacaru et Negrea (1961), qui la mentionnent sous le nom complet de *Polydesmus (Polydesmus) montanus montanus* (Daday).

Dans la grotte de Vadu-Crișului, l'espèce vit sur les surfaces argileuses des cailloux, sur les bois pourris, toujours dans les bioscènes à très haute humidité, en compagnie des Collemboles, des Isopodes, des Araignées.

8. COLLEMBOLA

Ce groupe a été signalé pour la première fois dans la grotte de Vadu-Crișului par Jeannel et Racovitza (1929), puis Chappuis et Jeannel (1951); on les a prélevé sur des champignons, dans de divers endroits mais l'entier matériel de «Biospeologica» n'a pas été étudié jusqu'à présent.

Nous les avons trouvé fréquemment sur «Le Globe terrestre» (fig. 1:17) et près de la source «Izvorul Dragostei» (fig. 1:21), sur des bois pourris. Dr. Loksa Imre a déterminé les espèces suivantes:

Hypogastrura viatica (Tullb.), vivant en association avec les Araignées et les Acariens sur «Le Globe terrestre»,

Frisea claviseta Ax., dans le même endroit,

Neanura muscorum Templ., dans la Salle du Balcon (fig. 1:22) en association avec des Araignées appartenent au genre *Nesticus*.

Tullbergia krausbaueri Börn.,

Folsomia candida (Will.),

Tomocerus minor (Lubb.), dans la Salle du Balcon avec *Neanura* et aussi sur «Le Globe terrestre»,

Neelus murinus Fols.,

Arrhopalites pygmaeus (Wank.) et une espèce nouvelle de

Onychiurus, semblable à *O. romanicus* (Loksa, communication personnelle) trouvée sur «Le Globe terrestre».

Gruia (1969) vient de compléter cette liste avec

Onychiurus rectopapillatus Stach, prélevée sur «Le Globe terrestre».

9. COLEOPTERA

Selon le répertoire de Wolf (1934–1938), les premières Coléoptères de cette grotte auraient été signalés par Csiki (1911, 1912) et Bokor (1921): *Duvalius redtenbacheri biroï* (Csiki), Carabide troglobionte endémique pour le nord du Bihor,

Helophorus brevipalpis montenegrinus Kuwert,

Enicmus minutus (Linné),

Pholeuon moczaryi Csiki,

Choleva cisteloides Frölich, espèce troglophile largement répandue en Europe selon Jeannel (1926).

Les nombreux prélèvements faits dans cette grotte ont démontré, tel que l'avait tout d'abord remarqué Jeannel et puis nos prélèvements mêmes, que les espèces les plus fréquentes dans la grotte sont: *Pholeuon (Parapholeuon) moczaryi* (Csiki) et *Duvalius (Duvaliotes) redtenbacheri biroï* (Csiki).

Pendant la première période de nos recherches (1957-1962) le *Pholeuon* était le plus abondant. Il a un déplacement assez lent, vivant souvent en association avec les Isopodes appartenant à *Mesoniscus*, mais occupe une niche écologique différente. Rappelons qu'une étude poussée concernant la fréquence de cette espèce dans la grotte a été faite par Racoviță (1971).

La deuxième espèce, le *Duvalius*, qui était jadis plus rare dans la grotte, nous l'avons trouvé toujours sur le sol argileux dans certains points (fig. 1: 33).

Nous retiendrons l'intéressante remarque faite par Jeannel et Racovitză (1929) à l'égard des prélèvements de *Duvalius* lors du 8 mai 1927: «... autrefois rare dans cette caverne, y est devenu abondant et se rencontrait un peu partout à l'état de larve et imago, sous les pierres et les débris ligneux, jusque près de l'entrée».

10. DIPTERA

Ni le matériel prélevé pendant les campagnes de «Biospeologica», ni le nôtre contenant des Diptères n'ont pas été étudiés jusqu'à présent.

Les Diptères trouvés par nous, et qui sont sans aucun doute des éléments troglophiles, provenaient des zones les plus proches de l'entrée, d'en bas des parois, parfois en association avec des Trichoptères.

11. TRICHOPTERA

Jusqu'à nos jours, on n'a pas signalé de Trichoptères dans cette grotte. Nous avons trouvé quelquefois, pendant le mois de juin des Trichoptères dont quelques exemplaires étaient en accouplement, à partir de la voute de l'entrée jusqu'à une distance d'environ 10 m à l'intérieur de la grotte, au-dessus de la surface du sol argileux sur les parois. Le matériel n'a pas été déterminé.

12. LEPIDOPTERA

Nous avons trouvé une seule fois (le 8 août 1963) un seul Lépidoptère troglophile en association avec les Trichoptères dans la zone déjà mentionnée.

13. GASTROPODA

On connaît une seule espèce de Gastéropode dans cette grotte:

Paladilhiopsis transsylvanica Rotarides, troglobionte et de très petite taille. Signalée pour la première fois par Rotarides (1943) et retrouvée souvent par nous aussi dans le milieu terrestre que dans les eaux interstitielles (psammal, voir chapitre suivant). On a trouvé souvent aussi des coquilles vides, fixées sur le plafond argileux et restées ici lors des crues.

14. AMPHIBIA, ANURES

Nous avons trouvé une grenouille, le 26 juin 1971, à une distance de 15 m de l'entrée, sur le sol argileux.

15. CHIROPTERA

Nos observations ont mené à la conclusion que la grotte de Vadu-Crișului est visitée et habitée occasionnellement par des chauves-souris, dont on a identifié jusqu'à présent deux espèces de *Rhinolophus*:

R. ferrum-equinum Schreber, trouvé en printemps et pendant l'été et signalé pour la première fois par Dumitrescu et al. (1963), et

R. hipposideros Bechstein, des individus solitaires à proximité de l'entrée, trouvés souvent par nous surtout pendant l'hiver.

LE MILIEU AQUATIQUE

FACTEURS ÉCOLOGIQUES

Il convient de dire tout d'abord quelques mots sur le ruisseau souterrain. Etant donné que la grotte de Vadu-Crișului est parcourue sur toute sa longueur par un tel ruisseau, son rôle est de premier ordre dans la présence, la répar-

tition et l'écologie de la stygofaune. Au long du ruisseau, il y a quelques petits affluents souterrains ayant un très faible débit, dont nous signalerons:

a. une issue d'eau qui arrive après les crues, de la partie supérieure de la formation «La Fleur de Lotus» (fig. 1: 15) et qui représente la principale source d'alimentation du gour principal et du groupe entier des gours et microgours situés sur cette formation;

b. une petite émergence qui alimente le bassin nommé «Izvorul Dragostei» (fig. 1: 21);

c. un petit affluent qui sort immédiatement après le passage au-delà du premier lac-siphon (fig. 1: 40);

d. un autre petit affluent situé peu avant le deuxième lac-siphon (fig. 1: 45).

Il faut mentionner que tous ces affluents sont temporaires, leur fonctionnement étant tributaire aux précipitations extérieures de la grotte. On a maintes fois établi que les crues, respectivement les hausses du niveau du ruisseau souterrain apportent d'importantes sources de matières organiques, avec un effet sur la présence et la composition de la faune cavernicole, surtout sur celle qui pullule dans le psammal.

Le niveau, respectivement le débit du ruisseau, peut subir d'importantes fluctuations pendant l'année, chose illustrée par nous antérieurement (Pleșa, 1969). Pour le débit, on a enregistré pour la période 1957–1961 des valeurs comprises entre 28 et 4520 litres/sec., respectivement 0,028–4,52 m³/sec.

Les crues mènent à des aspects différents au long du ruisseau et des espaces souterrains, chose qui influence temporairement le fonctionnement des bassins aquatiques (mares, gours) que nous avons poursuivis pendant les saisons. Certaines étroitures existantes sur le parcours de la galerie principale provoquent une grande accumulation, respectivement une puissante hausse des eaux en amont, qui ont un effet important sur toute la faune et tout particulièrement sur la composition du psammal en aval de ces accumulations. Pour une courte période, certaines zones de la galerie principale peuvent fonctionner en régime phréatique.

Température de l'eau

Elle peut subir de petites variations par la suite des crues exceptionnelles, en tenant compte du fait qu'une partie importante de l'eau du ruisseau provient d'une perte située sur le plateau karstique de Zece Hotare; celui-ci parcourt tout d'abord un tronçon par la grotte «Peștera Batrânului», qui fait partie du même système karstique que la grotte de Vadu-Crișului (Viemann et al., 1964).

Pour des valeurs comprises entre 9,2°C et 10°C de la température de l'air, la valeur moyenne de la température de l'eau du ruisseau était de 9,8°C.

Quant aux eaux interstitielles (le psammal), les variations notées par nous variaient de 9,4°C à 10°C, avec la même moyenne générale que celle du ruisseau.

D'autres facteurs écologiques

Nous présenterons quelques-unes des analyses (concernant des prélèvements du 6 et 8 août 1963) faites par notre collègue Dr. Gh. Racoviță (tableau 1).

Tableau 1

Lieu/Date	Temp. de l'eau	pH	Dureté (degrés allemands)	O ₂	Subst. org. (mgr.Mn O ₄ K‰)
Sondage KC* en amont du 1 ^{er} lac-siphon	9,8C	7	8,40	13,49	51,104
Ruisseau souterrain en aval du 1 ^{er} lac-siphon	9,8	7	11,64	11,48	63,879
Sondage KC en aval du 1 ^{er} lac-siphon	10	7	9,52	11,85	51,742
Sondage KC dans le point 29 (fig. 1)	9,8	6,5-7	10,36	12,27	54,297

* = sondage Karaman-Chappuis (voir Pleșa, 1985).

Structure granulométrique des plages

Il s'agit des plages de sable-gravier déposées d'une place à l'autre au long du ruisseau souterrain, dont la structure granulométrique peut différer selon la zone où la plage s'est formée. La granulométrie diffère aussi dans un même secteur de la plage, mais à des profondeurs différentes, et on a constaté la présence de l'argile ou du limon argileux, qui représente parfois un facteur limitatif quant à la présence de certains biontes.

Afin d'illustrer les différences des structures granulométriques, nous présenterons quelques courbes caractéristiques (fig. 2).

LES ÉCOSYSTÈMES

Nous distinguerons deux écosystèmes aquatiques dans cette grotte:

1. l'écosystème (ou le mésoécosystème, d'après Dajoz, 1971) des bassins libres;
2. l'écosystème des eaux interstitielles (celui du psammal).

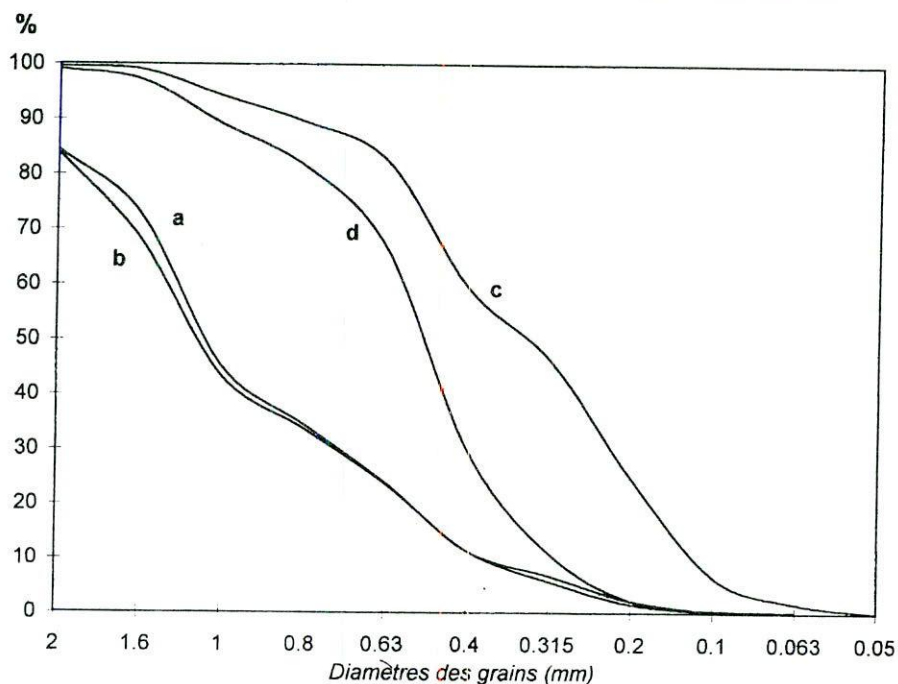


Fig. 2. – Structure granulométrique de certaines plages de sable-gravier dans la grotte de Vadu-Crișului. Les prélèvements ont été faits le 15 janvier 1959.

a = la grande plage située en aval du premier lac-siphon, à la surface; b = la même plage, au même endroit au fond du sondage KC; c = une autre plage, plus haute, située immédiatement après la précédente – prélèvement fait à la surface à une hauteur de 2 m au-dessus du niveau du ruisseau souterrain; d = une autre plage plus basse vis-à-vis et un peu en aval de la précédente (c).

Le mésoécosystème des bassins libres comprend:

- le ruisseau souterrain, avec deux bioscènes: un faciès lotique et un autre, lénitique;
- les eaux de ruissellement;
- les flaques d'eau et les mares sur le sol argileux qui d'habitude sont temporaires;
- les gours, y compris les microgours.

Flaques et mares sur le sol argileux

Nous avons poursuivi la présence de la stygofaune dans quelques bassins de ce genre situés dans différents endroits de la grotte:

1. Une mare séparée souvent en deux ou même trois secteurs par la suite des crues ou de l'assèchement, située sous la paroi gauche de la galerie principale à environ 50 m de l'entrée (fig. 1: 5). La stygofaune hébergée (tableau 2) était toujours constituée exclusivement d'éléments stygophiles que nous ferons l'analyse dans un chapitre suivant.

Tableau 2

Composition de la stygofaune dans la mare (les mares) près de l'entrée

Date	Acari	Ostra.	Harpa.	Cyclo.	Amphi.	Colle.	Lamel.
26.08.55	-	-	-	-	+	-	-
01.11.57	-	-	-	+	+	-	-
03.12	-	-	-	+	-	-	-
08.03.58	-	+(valves)	-	+	+	-	-
30.04	-	-	-	+	-	+	-
10.06	-	-	-	+	+	+	-
02.03.59	-	-	-	+	+	-	-
29.03	-	-	-	+	+	+	-
07.05	+	-	-	+	+	+	-
14.06	-	+	+	+	-	+	-
02.01.60	-	-	+	+	+	+	-
18.02	-	-	-	+	-	-	-
28.03	-	-	-	-	+	-	-
29.03	-	-	-	+	+	-	-
09.08	+	-	-	+	+	-	+
25.04	-	-	-	+	+	+	-

2. Les laisses et les flaques d'eau restées lors des crues dans quelques endroits de la galerie principale.

3. Une mare assez grande située juste au premier coin en aval de premier lac-siphon (fig. 1: 37), ravitaillée en permanence par l'eau interstitielle qui sort de la grande plage qui s'y trouve. La biocénose de ce bassin (tableau 3) est constituée par un mélange d'éléments stygophiles et stygobiontes.

4. Un groupe de gours formés sur «La Fleur de Lotus» (fig. 1: 12), dont nous avons poursuivi tout particulièrement celui le plus grand qui s'est avéré d'héberger presque toujours quand il était plein, une biocénose fort intéres-

Tableau 7

Les Harpacticoïdes prélevés, avec mention du biotope
(dét. Dr. T. K. Petkovski)

Espèce	Appartenance écologique	Biotopes	
		bassins libres	psammal
1. <i>Paracamptus schmeili</i> (Mrazek)	stygoophile	+	+
2. <i>Bryocamptus (Rheocamptus) typhlops</i> (Mrazek)	stygoophile	+	+
3. <i>Bryocamptus (Rheocamptus) spinulosus</i> (Borutzky)	stygoophile	–	+
4. <i>Bryocamptus (Bryocamptus) zschokkei tatrensis</i> (Minkiewicz)	stygoophile	+	–
5. <i>Bryocamptus (Bryocamptus) zschokkei caucasicus</i> (Borutzky)	stygoophile	+	+
6. <i>Echinocamptus (Limocamptus) echinatus</i> (Mrazek) f. <i>hoferi-dacicus</i>	stygoophile	–	+
7. <i>Moraria brevipes</i> (Sars)	stygoxène	+	–
8. <i>Moraria poppei</i> (Mrazek)	stygoophile	+	+
9. <i>Elaphoidella putealis</i> (Chappuis)	stygobionte	+	–
10. <i>Spelaeocamptus spelaeus</i> (Chappuis)	stygobionte	+	+
11. <i>Parastenocaris</i> sp.	stygobionte	+	+

Megacyclops (Megacyclops) viridis (Jurine), stygoophile, dans les bassins libres et plus rarement dans le psammal;

Megacyclops (Megacyclops) kieferi (Chappuis), stygobionte, présente toujours dans le psammal mais identifiée aussi dans la mare en aval du premier lac-siphon;

Speocyclops cf. *troglodytes* (Chappuis), stygobionte, identifiée dans le gour principal de «La Fleur de Lotus» (Pleșa, 1972).

11. BATHYNELLACEA

Dans l'«Enumération des grottes visitées» 8^e série (Chappuis et Jeanne, 1951) il est mentionné la présence des Syncarides dans la grotte, mais sans aucune indication concernant le biotope; il s'agissait sans aucune doute d'un bassin libre où les Bathynelles s'égarent parfois.

Nous avons retrouvé les Bathynelles mais toujours dans le psammal. Notre riche matériel a été tout d'abord identifié par Delamare Deboutville (1961), puis par notre collègue Dr. Eugen Șerban. Selon les

Candona sp. et

Metacypris cf. *cordata*, prélevé dans le psammal. Plus tard, notre matériel supplémentaire a été confié à Dr. Dan Danielopol, qui a identifié: *Candona* sp., deux espèces dont une nouvelle (inf. verbale) dans plusieurs prélèvements provenant du psammal,

Mixtacandona sp. gr. *chappuisi* (Danielopol, 1978),

Kovalevskiella phreaticola Dan., décrite pour la première fois par le nom *Cordocythere phreaticola* n. g. n. sp. (Danielopol, 1965).

Toutes ces formes mentionnées ci-dessus proviennent du même biotope: le psammal.

Nous avons trouvé des ostracodes aussi dans les bassins libres de la grotte, mais ce matériel n'a pas été déterminé dans son ensemble à l'exception de quelques échantillons prélevés dans la mare située en aval du premier lac-siphon, le 3 décembre 1957, le 7 et le 31 août 1961:

Candona biharica Dan., nouvelle espèce décrite de cette grotte.

9. COPEPODA HARPACTICOIDA

Dans les «Enumération des grottes visitées», 7^e et 8^e séries on a signalé la présence des Copépodes dans la grotte, dont Chappuis (1933) présente la liste des espèces de Harpacticoïdes déterminés:

Paracamptus schmeili (Mrazek)

Bryocamptus (*Bryocamptus*) *zschokkei tatrensis* (Mienk.)

Moraria brevipes Sars

Spelaeocamptus spelaeus (Chapp.)

Tout ce matériel provenait des bassins libres de la grotte.

Le Harpacticoïde le plus fréquent dans nos prélèvements (tableau 7) a été *Spelaeocamptus spelaeus*, surtout dans le psammal. Nous rappelons que la distribution géographique de cette espèce serait limitée aux Monts Apuseni (Transylvanie, Roumanie). Il s'agit donc, à vrai dire, d'une forme endémique.

10. COPEPODA CYCLOPIDAE

Au cours des campagnes «Biospeologica» on a identifié une seule espèce appartenant à ce groupe:

Paracyclops fimbriatus (Fisch.), prélevée dans les bassins libres (Pleșa, 1958).

Pendant toute la période de nos investigations dans cette grotte, nous avons accordé une attention spéciale à l'égard des Cyclopidés (Pleșa, 1969; Pleșa et Racoviță, 1973). C'est ainsi que, sauf l'espèce mentionnée que nous avons également retrouvée, on a pu ajouter les espèces suivantes:

Eucyclops (*Eucyclops*) *serrulatus* (Fisch.), espèce stygophile, prélevée seulement dans les bassins libres (mares près de l'entrée et celle située en aval du premier lac-siphon);

Il faut ajouter à cette liste les Nématodes déterminés par Altherr (1971), prélevés par nous du psammal:

Plectus cirratus Bast.

Tripyla glomerans Bast.

Tobrilus consimiloides Alth.

T. gracilis (Bast.)

T. paludicola Micol.

Anatonchus tridentatus (de Man) de Conn.

A. filicaudatus Alth. (nouvelle espèce décrite d'ici)

5. POLYCHAETA ARCHIANNELIDA

Ce groupe est représenté par une seule espèce considérée d'origine marine: *Troglochaetus beranecki* Del., prélevée du psammal (Pleșa, 1977); espèce stygobionte.

6. OLIGOCHAETA

Jeannel et Racovitza (1929) signalent pour la première fois la présence des Oligochètes dans la grotte, mais il s'agissait sans doute des exemplaires prélevés dans un biotope terrestre.

Nous avons prélevé un riche matériel, dont le regretté Dr. Francisc Botea a déterminé les espèces suivantes:

Aelosoma hemprichii Ehrenb.

Phreatothrix pragensis (Vejd.)

Rhynchelmis limosella Hoffm.

Tubifex tubifex (Müller)

Tout ce matériel provenait du psammal. Mais on a prélevé des Oligochètes aussi dans le gour principal de «La Fleur de Lotus» et dans la mare située en aval du premier lac-siphon. Conformément aux remarques faites par Botea (1968), parmi les oligochètes les Naidides et les Pristinides identifiés dans le psammal sont des espèces stygophiles qui proviennent «de la faune épigée du cours d'eau. Dans les espaces interstitielles ces espèces trouvent des conditions optimales pour l'accomplissement de leur cycle vital».

7. ACARI

Le matériel prélevé contient des Halacaridés, non déterminés encore, provenant des bassins libres et du psammal.

8. OSTRACODA

Les campagnes «Biospeologica» faites dans cette grotte n'ont pas signalé des Ostracodes. Le riche matériel d'Ostracodes prélevés par nous a été confié au fur et à mesure aux divers spécialistes. C'est ainsi que Dr. Trajan K. Petkovski a identifié:

Le microécosystème du psammal

Au long du ruisseau souterrain se sont formées de nombreuses plages constituées généralement par un mélange de sable avec du gravier. Nous avons poursuivi l'examen des eaux interstitielles dans toutes les plages accessibles dont la plupart étaient submergées pendant les grandes crues. Pour les détails concernant la structure et la composition du psammal, nous renvoyons le lecteur à deux de nos ouvrages antérieurs (Pleșa, 1967, 1969).

GROUPES FAUNISTIQUES PRÉLEVÉS DANS L'ENSEMBLE DU MILIEU AQUATIQUE DE LA GROTTE

1. PROTOZOA

On a identifié seulement des Rhabdocélides, dont la présence a été remarquée maintes fois lors de l'examen du matériel vivant afin de poursuivre le comportement de certains biontes. Mais, étant donné que leur étude comporterait une technique spéciale, nous n'avons pas trouvé un spécialiste pour une telle investigation.

2. TURBELLARIA

Pendant les campagnes de «Biospeologica» on n'a pas trouvé de Turbellariés, bien que leur présence, pendant la période de nos investigations, a été souvent constatée dans les bassins libres. Nous les avons rencontrées surtout dans la mare en aval du premier lac-siphon où elles glissaient sur le fond argileux dans les bioscènes les plus tranquilles. Bien que nous avons fixés de nombreux exemplaires, ce matériel n'a pas été encore déterminé.

3. ROTIFERA

Leur présence a été mise en évidence lors des investigations faites avec M. et Mme. Chodorowski, en automne 1958. Ce groupe n'a pas été étudié.

4. NEMATODA

La présence des Nématodes a été signalé pour la première fois par nous antérieurement (Viehmann et al., 1964):

Tripyla papillata Bütschli

T. monohystera de Man

T. filicaudata de Man

Ironus tenuicaudatus de Man

Nygolaimus sp.

Le matériel provenait des bassins libres et du psammal.

Tableau 6

Remarques concernant le régime hydraulique de quelques bassins libres

Date	Le gour principal de la formation «La Fleur de Lotus»	La source «Izvorul Dragostei»
24.10.58	à sec	
02.03.59	à sec	très faible débit; les petits gours situés en aval sont remplis d'eau
14.03		la source est active, les gours remplis d'eau
07.05	plein d'eau, l'écoulement actif; le «lac» situé sous la formation également plein d'eau	
14.06	très petite quantité d'eau dans le gour	
08.09	à sec	à sec
20.10	à sec	à sec
02.01.60	plein d'eau, l'écoulement actif; le «lac» mentionné également plein d'eau	la source active, mais à faible débit
18.02	plein d'eau	
28/29.03	peu d'eau sur le fond du gour; l'écoulement stalagmitique à sec	toujours active, à faible débit
07.05	peu d'eau sur le fond, l'écoulement toujours à sec	active, à débit modéré
15.06	plein d'eau, le ruissellement fonctionne	active
09.08	à sec, l'écoulement sec	inactive; seulement un faible ruissellement qui maintient les gours pleins d'eau
30.09	à sec	à sec
05.11	à sec, un faible ruissellement se manifeste dans la zone située en amont de l'écoulement	à sec
15.01.61	plein d'eau, l'écoulement actif sur toute sa surface	active
05.03		active
24.04	très peu d'eau sur le fond du gour; l'écoulement à sec	active
23.05	à sec, l'écoulement presque entièrement sec	active, mais à faible débit (ruissellement)
28.06	à sec, l'écoulement séché	à sec
07.08	à sec, l'écoulement presque complètement à sec, mais les «microgours» pleins	à sec
30.08	à sec, l'écoulement aussi	à sec
06.10	à sec, l'écoulement aussi	à sec
05.11	à sec	à sec
21.12	à sec	à sec

percolation (fig. 1: 19). Le matériel prélevé dans ce gour est mentionné dans le tableau 5.

Tableau 5

Composition de la stygofaune dans le petit gour

Date	Proto.	Nemat.	Oligo.	Acari	Harpa.	Cyclo.	Colle.
01.11.60	+	—	+	+	+	—	—
17.04.69	—	—	—	—	+	—	—
09.05	—	—	+	—	—	—	—
04.12	—	+	—	+	—	—	+
28.03.75	—	+	+	—	+	+	—

6. Un complexe de bassins situés dans la zone supérieure de la grotte appelée la «Salle du Balcon» (fig. 1: 21) alimenté temporairement par un ruissellement qui sort d'une petite galerie inaccessible. Le principal bassin porte le nom de «Izvorul Dragostei» d'où l'eau continue son chemin par une série de gours, petits et bas.

Nous croyons intéressant de faire une comparaison concernant quelques aspects écologiques et biocénétiques à l'égard de ce complexe que nous avons placé dans la catégorie des gours, pendant un laps de temps de 20 ans:

Date	Régime hydraulique	Température de l'eau	pH	Matériel prélevé
25.04.1977	très actif	9,8°C	5,6–5,8	nématodes oligochètes copépodes harpacticoïdes et cyclopides dont 1 mâle et 1 copépodite
25.04.1997	très actif, écoulement rapide, le niveau des eaux dépassant avec 2–3 cm le rebord des gours	9,2°C	5,4	un seul gastéropode (<i>Paladilhropsis</i>)

Le régime hydraulique de quelques bassins libres est illustré dans le tableau 6.

Tableau 4

Composition de la stygofaune dans le gour situé sur «La Fleur de Lotus»

Date	Nema	Olig.	Acar.	Ostr.	Harp.	Cycl.	Colle.	Larv.	Gast.
30.04.58	+	-	-	+	+	+	-	-	-
11.06	+	-	-	+	-	+	-	-	-
07.05.59	-	+	-	-	+	-	-	-	-
02.01.60	-	+	+	-	+	+	-	-	-
18.02	-	+	+	+	-	-	-	-	-
10.11.61	-	+	+	-	-	-	+	-	-
09.05.69*	+	+	+	-	+	+	+	-	-
27.05	+	-	+	-	+	-	-	-	-
23.12	-	-	-	-	+	+	-	-	-
15.01.70	-	-	-	-	+	-	-	-	-
24.04	+	+	-	-	+	+	-	-	+
14.05*	-	+	-	-	+	+	-	-	-
10.03.71	-	+	+	-	+	+	-	-	-
05.05	-	-	-	-	+	+	-	-	-
06/07.05	-	-	-	-	-	-	+	-	-
07.05	+	+	-	-	+	+	-	+	-
25.06	+	+	-	-	+	+	-	-	-
26.06*	-	+	-	-	-	-	-	-	-
26.06	-	-	-	-	+	+	+	-	-
23/24.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.04.72	-	-	-	-	-	-	+	-	-
15.09	-	-	-	-	-	-	+	-	-
30.03.73	-	-	-	-	-	-	+	-	-
30.03	-	-	-	-	-	-	+	-	-
30.03	+	+	-	-	-	+	+	-	-
30.03	+	+	+	-	+	+	+	-	-
12.04	+	+	+	-	+	+	+	-	+
19.10	-	+	-	-	+	-	+	-	-
19.10	-	-	-	-	+	-	-	-	-
19.10	-	+	-	-	+	-	+	-	-
26.06.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06.09	+	+	-	-	+	+	+	-	-
28.03.75	+	-	-	-	+	+	+	-	-
28.03	-	-	-	-	+	-	-	-	-
26.06	-	+	+	+	+	+	-	-	-
31.03.76	-	+	-	-	+	+	-	-	-

* = filtrage intégral, après un certain laps de temps, par la suite d'une remise en eau artificielle du gour.

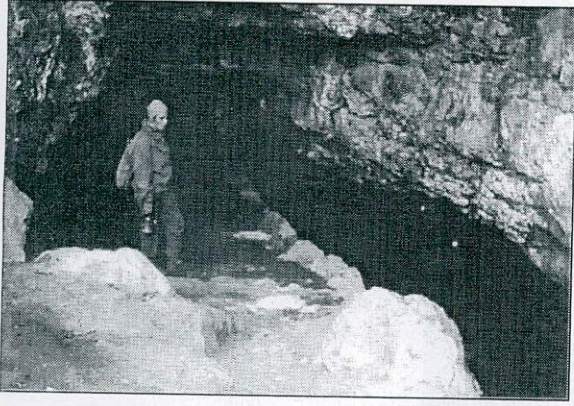
Tableau 3

Composition de la stygofaune dans la mare du premier lac-siphon

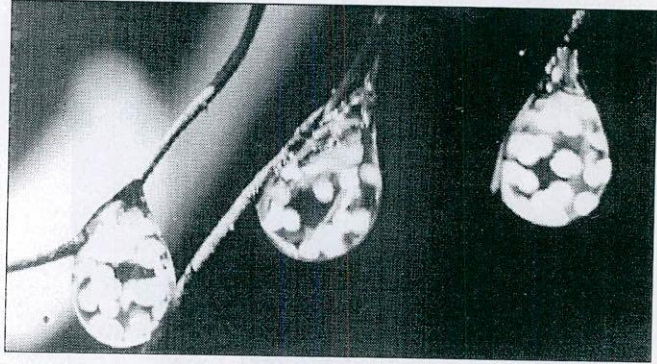
Date	Turbe.	Oligo.	Ostra.	Harpa.	Cyclo.	Amphi.	Colle.	Gastr.
25.08.55	-	-	+	+	+	+	-	-
03.11.57	-	-	-	-	+	+	-	-
03.12	-	-	+	-	-	+	-	-
19.01.58	+	-	-	-	+	+	-	-
25.06	-	-	-	+	+	-	-	-
18.02.60	-	-	-	-	-	+	-	-
28.03	+	-	-	-	-	+	-	-
09.08	-	-	-	-	+	+	-	-
30.09	-	-	-	-	+	+	-	-
05.11	-	-	-	-	+	+	-	-
24.04.61	+	-	-	-	+	+	-	-
23.05	-	-	-	-	+	+	-	-
28.06	-	-	+	-	+	+	-	+
07.08	-	-	+	-	+	+	-	-
31.08	-	-	+	-	+	+	-	-
06.10	-	-	-	-	+	+	+	-
09.11	-	+	+	+	+	+	-	-

sante contenant des éléments stygobiontes (tableau 4). La plupart de l'année ce gour est à sec et c'est pour cette raison que nous avons fait parfois des «remises en eau» (voir Pleşa, 1972).

5. Petit gour situé dans le passage supérieur, au-dessus de la galerie principale, ayant une capacité d'environ 1 litre, alimenté parfois par l'eau de



A

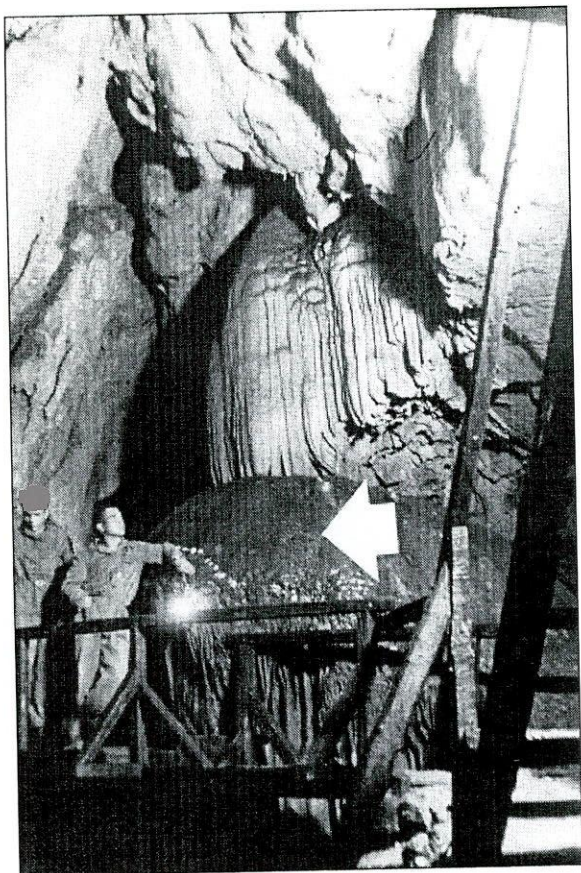


B

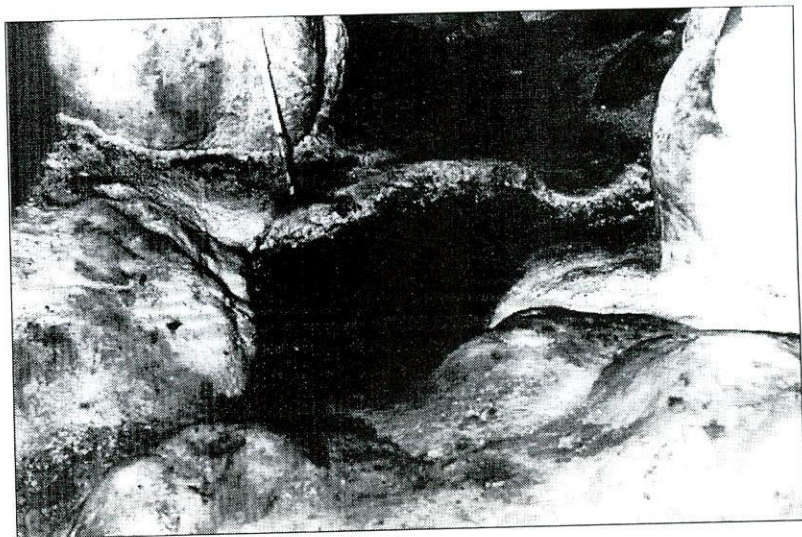


C

Planche I. A. L'entrée de la grotte. B. Cocons d'Oligochètes. C. L'endroit dans la galerie principale, près de l'entrée de la grotte où se trouvent les mares (flèche).



A



B

Planche II. A. «Le Globe terrestre»; la flèche indique l'aire où se trouve l'association composée principalement de Collemboles et d'Acariens. B. Le petit gour situé dans la zone supérieure de la grotte.

A



B

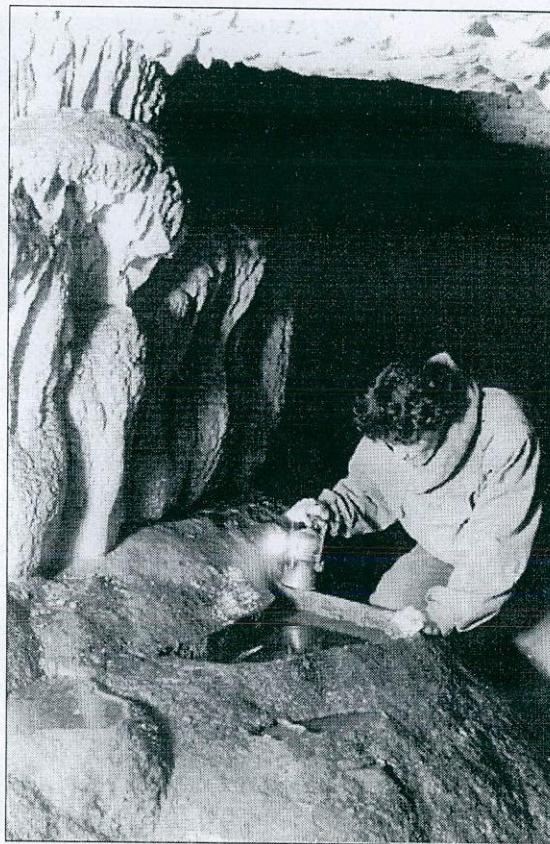


Planche III. A. «La Fleur de Lotus», avec l'emplacement du gour principal (flèche). B. Détail du gour principal.



Planche IV. Sondage Karaman-Chappuis dans la plage de sable-gravier située en aval du premier lac-siphon.

études de ce dernier, il semble que dans les eaux interstitielles de cette grotte cohabitent deux espèces de Bathynelles:

Bathynella (Bathynella) natans natans Vejdovski

Bathynella (Bathynella) vaducrisensis Serban (Serban, 1975).

Toutes nos Bathynelles sont stygobiontes.

12. ISOPODA ASELOTA

Ce groupe est représenté par une seule espèce, découverte par nous en 1957 (Chappuis et Delamare Deboutville, 1959; Pleșa, 1969, 1996):

Microcerberus plesai Chapp. & Delam. Debout., stygobionte, vivant dans les eaux interstitielles (psammal), connue seulement de cette grotte.

13. AMPHIPODA

Prélevés tout d'abord dans les bassins libres de la grotte, les Amphipodes sont signalés dans les 7^e et 8^e série de l'«Énumération des grottes visitées» (Jeannel et Racovitza, 1929; Chappuis et Jeannel, 1951). Carausu et al. (1955) identifient:

Niphargus longicaudatus maximus Kar., stygobionte retrouvé par nous dans les bassins libres (le faciès lotique du ruisseau souterrain et dans la grande mare située en aval du premier lac-siphon).

Un autre amphipode prélevé par nous appartient à

Niphargus kochianus stygocaris Dudich, stygobie, provenant des mares situées tout près de l'entrée.

Les Amphipodes prélevés par nous dans le psammal n'ont pas été déterminés.

14. COLLEMBOLA

Tel que nous l'avons déjà mentionné, nous avons trouvé des Collemboles aussi dans le milieu terrestre que dans celui aquatique. De ce dernier milieu Dr. Loksa Imre nous a aimablement déterminé les espèces suivantes:

Tullbergia krausbaueri Born., dans la mare tout près de l'entrée;

Folsomia candida (Will.), dans le même biotope;

Neelus murinus Folz., dans le même biotope;

Arrhopalites pygmaeus (Wank.), le même biotope;

Onychiurus n. sp. (Loksa, communication personnelle), le même biotope.

15. DIPTERA, larvae

Nous avons trouvé des larves de diptères une seule fois, dans le gour principal de «La Fleur de Lotus», le 7 mai 1971 et puis dans le psammal (la plage du premier lac-siphon).

16. TARDIGRADA

Identifié dans le psammal, le matériel n'a pas été déterminé.

17. GASTROPODA

Les mollusques signalés par Chappuis et Jeannel (1951), sans aucune indication concernant le biotope, sont très probablement des Gastéropodes.

C'est Rotarides (1943) qui décrit un remarquable Gastéropode stygobionte de cette grotte:

Paladilhiopsis transsylvanica Rot., que nous avons souvent retrouvé aussi dans les bassins libres que surtout dans le psammal.

18. LAMELLIBRANCHIA

Trouvés par nous une seule fois dans un bassin libre (la mare près de l'entrée), le 9 août 1960. le matériel n'a pas été déterminé.

QUELQUES REMARQUES CONCERNANT LE COMPORTEMENT DE CERTAINS BIONTES DANS LE PSAMMAL

Pendant nos déplacements sur le terrain, ainsi que dans le laboratoire, nous avons souvent poursuivi le comportement des animaux, dont nous nous bornerons de mentionner quelques observations dans ce qui suit.

Les Ostracodes diffèrent beaucoup d'une espèce à l'autre en ce qui concerne leur comportement. Nous avons poursuivi en même temps des exemplaires appartenant à l'espèce *Kovalevskiella phreaticola* avec des représentants du genre *Candona*, qui ont bien résisté dans les cultures de laboratoire. Une sensibilité plus marquée est manifestée par la première espèce, qui, ayant un corps trapu, se déplace lentement au-dessus des grains de sable. Elle ne peut pas nager, tandis que les espèces de *Candona* se déplacent rapidement et peuvent nager au-dessus du sédiment.

Le Cyclopide stygobionte *Megacyclops (M.) kieferi* peut supporter d'une façon acceptable des températures allant jusqu'à 15°C. Nous avons poursuivi la biologie des femelles pendant presque 2 mois dans le laboratoire pendant les mois hivernaux. Le processus d'ovogenèse est bien visible étant donné la transparence de l'animal vivant; on a pu observer la formation des ovisacs, l'expulsion des nauplies, dans des cristallisoirs contenant de l'eau provenant de la grotte (eau filtrée du ruisseau souterrain) où les variations de température étaient comprises entre 13°C et 18°C. les femelles ont produit plusieurs œufs dont les nauplies étaient sortis après 3 ou 4 jours. Même dans des conditions d'alimentation suffisante (Protozoaires et détritus organique), les femelles ont manifesté un cannibalisme évident envers leur propres nauplies.

La nage des adultes est très caractéristique: dans le «pélagial», ils effectuent en permanence des «looping». Le pigment oculaire était présent ayant une couleur marron foncé, voire pâle. Arrivées au stade d'adulte, les femelles observées par nous ont exécuté une mue supplémentaire, les exuvies lâchées portant clairement les caractères morphologiques de l'adulte. Cette mue se manifeste également dans le biotope où l'animal vit, car nous avons rencontré souvent de telles exuvies dans nos prélèvements.

Pendant que les Nématodes et les Copépodes Harpacticoïdes résistaient bien dans nos cristallisoirs ayant une certaine variation de température, les Bathynelles et les Isopodes étaient très sensibles, ne pouvant plus supporter les plus infimes variations. Ces derniers manifestaient toujours une sténothermie marquée.

Les Bathynelles nagent gracieusement d'une façon très semblable avec les Phyllopoètes, tandis que les *Microcerberus* sont fortement liés au substrat pouvant quand même se déplacer rapidement en avant et en «marche-arrière» (Pleșa, 1996). Il semble que les Bathynelles manifestent une préférence pour une bioscène «pélagiale», ce qui explique leur présence parfois dans les bassins libres des grottes.

En effectuant des changements gradués de température nous avons constaté que les Nématodes, les Oligochètes, les Ostracodes et les Harpacticoïdes pouvaient résister à un abaissement allant jusqu'à 1°C.

RECHERCHES DANS L'INTERVALLE DE TEMPS 1996-1997

La reprise des recherches dans la grotte de Vadu-Crișului a été déterminée par les résultats des études concernant la dynamique des populations des représentants de la faune cavernicole terrestre – le Coléoptère *Pholeuon mozcaryi* et l'isopode *Mesoniscus graniger* – (Racoviță, 1971; Rușdea, 1980), ainsi que par la suite de nos propres observations faites dans les années '80; celles-ci ont démontré la forte réduction de l'effectif de la population des Coléoptères.

Afin d'établir le degré d'influence, sur la faune souterraine, du tourisme non-organisé dans la grotte, nous avons établi une station de poursuite de la faune terrestre et 4 stations pour la faune aquatique (bassins libres), après des prospections préliminaires dans les zones qui ont été connues comme riches en faune.

FAUNE TERRESTRE

Le seul endroit approprié pour l'étude de la faune terrestre fut un amas de bois pourris dans une petite galerie ascendante située à proximité de l'entrée (fig. 1: 9, 10), généralement non visitée par les touristes.

Les individus trouvés appartiennent aux groupes suivants:

- Isopodes: *Mesoniscus graniger*
- Aranéides, d'habitude 1 ou 2 individus
- Acariens
- Collembolés: deux espèces
- Coléoptères: *Duvalius redtenbacheri biroï*, adulte (un seul fois) et larve (deux fois), et une fois une larve de Staphylinide
- Chiroptères: 2 espèces

Dans d'autres endroits de la grotte nous avons observé, outre peu d'espèces et d'individus appartenant à la faune pariétale, des individus de *Mesoniscus graniger* assez nombreux, mais jamais des individus de *Pholeuon moczaryi*.

FAUNE AQUATIQUE

Pour la faune aquatique des bassins libres nous avons établi 4 stations de poursuite:

1. un gour situé sur un diverticule à environ 50 m distance de l'entrée, dans la galerie latérale très peu fréquentée par le public visiteur;
2. le gour principal de la formation «La Fleur de Lotus»;
3. un gour suspendu à 2 m au-dessus du chemin touristique, 20 m avant la Salle du Balcon;
4. petit affluent qui alimente la source appelée «Izvorul Dragostei», dans la Salle du Balcon.

Les groupements identifiés sont (voir aussi tableau 8):

Tableau 8

Tableau cumulatif concernant la stygofaune

Date	Nema.	Olig.	Acar.	Harp.	Cyclo.	Amph.	Colle	Larve
25.03.96	+	-	-	+	+	-	-	-
12.05	-	+	+	-	-	-	-	+
21.06	+	-	-	-	+	-	-	-
16.09	+	+	-	+	+	+	+	-
23.10	-	-	-	-	-	-	-	-
26.11	-	-	+	+	+	-	-	-
11.01.97	+	-	-	+	-	-	-	-
12.02	+	-	+	+	-	-	-	-
21.03	+	-	-	+	-	-	-	-

- Nématodes: fréquemment trouvés chaque mois dans le gour 2 et également 1 et 3.
- Oligochètes: trouvés deux fois dans la station 2.
- Acariens: dans la station 1, et deux fois un seul individu dans la station 2.
- Copépodes Harpacticoides: fréquemment trouvés dans le gour de «La Fleur de Lotus» (quelques 8 à 10 exemplaires, d'habitude, mais le 16 septembre 1996 nous avons prélevé 26 individus parmi lesquels se trouvait aussi un représentant du genre *Parastenocaris*, probablement une nouvelle espèce.
- Copépodes Cyclopidés: 10 exemplaires trouvés le 16 septembre 1996 dans le gour principal de «La Fleur de Lotus», appartenant au genre *Speocyclops*; autrefois nous avons prélevé dans le même endroit seulement 1 ou 2 exemplaires.
- Amphipodes: un seul exemplaire appartenant à l'espèce *Niphargus longicaudatus maximus*.
- Collemboles: on a trouvé seulement deux exemplaires adultes dans la station 2 et quelques larves sur la surface du gour 1.
- Diptères: une seule larve trouvée dans la station 2.

CONCLUSIONS

Explorée et étudiée à travers le temps, en maintes reprises, la grotte de Vadu-Crișului est une des grottes touristiques les plus fréquentée de Roumanie et en même temps elle s'est avérée héberger une très riche faune cavernicole. La corroboration des données obtenues jusqu'à présent atteste l'importance de cette grotte connue dès le début de ce siècle, tout particulièrement de point de vue biospéologique. On connaît 28 groupes faunistiques dont les représentants pullulent dans les deux milieux souterrains – celui terrestre et surtout celui aquatique. Le plus important écosystème de la grotte est représenté de loin par celui des eaux interstitielles (le psammal) qui héberge quelques espèces connues seulement d'ici, dont nous mettrons en évidence:

- l'Ostracode *Kovalevskiella phreaticola*;
- le Bathynellacé *Bathynella vaducrisensis*;
- l'Isopode *Microcerberus plesai*;

Le tableau 9 illustre la présence de certains groupes par milieux et biotopes.

On conclue aussi que, par la suite des nombreuses visites touristiques de la grotte, surtout dans sa première partie aménagée, la faune terrestre et également celle aquatique des bassins libres, s'était apauvrie les dernières années, ce qui nécessiterait des mesures de protection afin de la conserver.

Tableau 9

GROUPEMENTS FAUNISTIQUES	Nombre minime de taxa	Présence dans les divers biotopes				
		Milieu terrestre		Milieu aquatique		
		hypogé	endogé	bassins libres	gours	psammal
Protozoa	25	-	-	-	-	+
Turbellaria	22	-	-	+	-	-
Rotifera	1	-	-	-	-	+
Nematoda	12	-	-	+	+	+
Polychatea	1	-	-	-	-	+
Oligochaeta	6	-	+	+	+	+
Araneae	5	+	-	-	-	-
Pseudoscorpionida	1	+	-	-	-	-
Opiliones	7	+	-	-	-	-
Acari	23	+	-	+	+	+
Ostracoda	4	-	-	+	+	+
Copepoda-Harpacticoida	11	+	-	+	+	+
Copepoda-Cyclopidae	5	-	-	+	+	+
Bathynellacea	2	-	-	+	-	+
Isopoda-Oniscidea	1	+	-	-	-	-
Isopoda-Asellota	1	-	-	-	-	+
Amphipoda	2	-	-	+	-	+
Myriapoda-Diplopoda	1	+	-	-	-	-
Collembola	10	+	-	+	+	+
Coleoptera	5	+	-	-	-	-
Diptera	2	+	-	-	-	+
Trichoptera	1	+	-	-	-	-
Lepidoptera	1	+	-	-	-	-
Tardigrada	1	-	-	-	-	+
Gastropoda	1	+	-	-	+	+
Lamellibranchia	1	-	-	+	-	-
Amphibia-Anures	1	+	-	-	-	-
Chiroptera	2	+	-	-	-	-
28 GROUPES	95 TAXA					

BIBLIOGRAPHIE

- 1971 ALTHERR, E., *Contribution à la connaissance des Nématodes cavernicoles de Roumanie*. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., **71** (335), 23–46.
- 1969 AVRAM, S. et D. DUMITRESCU, *Contribuții la cunoașterea răspândirii geografice și a ecologiei opilionidelor cavernicole, endogee și epigee din România*. Lucr. Inst. Speol. „E. Racoviță”, **8**, 99–145.
- 1976 BLEAHU, M., DECU, V., NEGREA, S., PLEȘA, C., POVARĂ, I. et I. VIEHMANN, *Peșteri din România*. Ed. Științ. Enciclop., București, 415 p.
- 1968 BOTEA, F., *Cercetări asupra faunei de Naididae (Oligochaeta) din diferite ape interstițiale hiporeice din România*. Lucr. Inst. Speol. „E. Racoviță”, **7**, 217–230.
- 1955 CĂRĂUȘU, S., DOBREANU, E. et C. MANOLACHE, *Amphipoda (forme salmastre de apă dulce)*. Fauna R.P.R. Crustacea, **4** (4), 410 p.
- 1958 CEUCA, T., *Contribuții la cunoașterea diplopodelor din fauna Republicii Populare Române*. St. Cerc. Biol., **9** (2), 335–343.
- 1933 CHAPPUIS, P.-A., *Copépodes (première série) avec l'énumération de tous les Copépodes cavernicoles connus en 1930*. Arch. Zool. exp. gén., **76** (1), 1–57.
- 1959 CHAPPUIS, P.-A. et C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, *Un Microcerberinae nouveau de Roumanie*. Vie et Milieu, **9** (3), 325–333.
- 1951 CHAPPUIS, P.-A. et R. JEANNEL, *Enumération des grottes visitées 1927–1949 (huitième série)*. Biospeologica LXXII, Arch. Zool. exp. gén., **88**, 81–230.
- 1973 CRĂCIUN, V., *Quelques considérations sur les dépôts alluvionnaires des grottes des Monts Apuseni*. Livre du cinquantenaire Inst. Spéol., 643–646.
- 1905 CZÁRÁN, G., *A révi Zichy-cseppköbarlang*. Erdély, **1–2**, 18 p.
- 1971 DAJOZ, R., *Précis d'Ecologie*. Dunod, 434 p.
- 1965 DANIELOPOL, D. L., *Nouvelles données sur les Ostracodes d'eau douce de Roumanie*. Annl. Limnol., **1** (3), 443–468.
- 1978 DANIELOPOL, D. L., *Über Herkunft und Morphologie des Süßwasserhypogäischen Candoninae (Crustacea, Ostracoda)*. Sitzber. Österr. Akad. Wiss. Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, **187** (1–5), 1–162.
- 1961 DELAMARE DEBOUTTEVILLE, C., *Nouvelles récoltes de Syncarides et compléments systématiques*. Ann. Spéleol., **16** (2), 217–222.
- 1963 DUMITRESCU, M., TANASACHI, J. et T. ORGHIDAN, *Răspândirea chiropterelor în R.P. România*. Lucr. Inst. Speol. „E. Racoviță”, **1–2**, 509–575.
- 1931 FAGE, L., *Araneae. Cinquième série, précédé d'un essai sur l'évolution souterraine et son déterminisme*. Arch. Zool. exp. gén., **71** (2), 99–291.
- 1969 GRUIA, M., *Date asupra răspândirii colembulelor în peșterile României*. Lucr. Inst. Speol. „E. Racoviță”, **8**, 161–178.
- 1963 GRUNER, H.-E. et I. TABACARU, *Revision der Familie Mesoniscidae Verhoeff, 1908 (Isopoda, Oniscoidea)*. Crustaceana **6** (1), 15–34.
- 1929 JEANNEL, R. et E. G. RACOVITZA, *Enumération des grottes visitées 1918–1927 (septième série)*. Biospeologica LIV, Arch. Zool. exp. gén., **68** (2), 293–608.
- 1958 PLEȘA, C., *Conspectul sistematic al ciclopidelor (Crustacee Copepode) cunoscute până în prezent din Republica Populară Română*. Studia Univ. „Babeș-Bolyai”, **3** (7), seria II (2) Biologia, 137–150.
- 1966 PLEȘA, C., *Defileul Crișului Repede. Ghid. „Itinerare turistice”*. Ed. Meridiane, 35 p.
- 1967 PLEȘA, C., *Recherches sur la périodicité de reproduction chez les cavernicoles*. Spelunca Mém., **5**, 295–299.

- 1969 PLEȘA, C., *Cercetări asupra periodicității reproductive la unele crustacee cavernicole troglobionte*. Teza de Doctorat, Inst. Biologie „Tr. Săvulescu”, Bucarest, 187 p.
- 1972 PLEȘA, C., *Une technique nouvelle pour la récolte de la faune des gours*. Spelunca, 4^{ème} série, **12** (1), 7–8.
- 1977 PLEȘA, C., *Nouvelle données sur la répartition et l'écologie de Troglochaetus beranecki Delachaux (Archannelida) en Roumanie*. Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza”, **16**, 9–16.
- 1985 PLEȘA, C., *Microglossaire de Stygologie*. Theor. Appl. Karst., **2**, 25–45.
- 1996 PLEȘA, C., *Sur un remarquable cas d'adaptation à la vie dans l'interstitiel (psammal): Microcerberus plesai Chappuis et Delamare Deboutteville (Crustacea, Isopoda, Microcerberidae)*. Mém. Biospéol., **23**, 87–89.
- 1973 PLEȘA, C. et G. RACOVITĂ, *Recherches sur les gours, en tant que milieux aquatiques souterrains. Note I*. Livre du cinquantenaire Inst. Spéol., 487–502.
- 1968 POP, V., *Les lumbricidés cavernicoles de la collection biospeologica*. Arch. Zool. exp. gén., **109** (2), 229–256.
- 1971 RACOVITĂ, G., *La variation numérique de la population de Pholeuon (Parapholeuon) moczaryi Cs. de la grotte de Vadu-Crișului*. Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza”, **10**, 273–278.
- 1970 RACOVITĂ, G. et V. CRĂCIUN, *Note sur le topoclimat de la grotte de Vadu-Crișului*. Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza”, **9**, 61–80.
- 1977 RADU, V. Gh., *Quelques remarques sur la taxonomie du genre Mesoniscus Carl.* Rev. Roum. Biol. – Biol. Anim., **22** (2), 113–118.
- 1943 ROTARIDES, M., *Eine neue Paladilhiosis (Gastr. Prosobr.) aus einer siebenbürgischen Höhle, nebst einer Bestimmungstabelle der ungarischen Paladilhiosis – Arten*. Fragm. Faun. Hung., **6** (1), 25–29.
- 1980 RUȘDEA, E., *Cercetări asupra dinamicii faunei cavernicole terestre în peștera de la Vadu-Crișului*. Lucr. Diploma. Univ. „Babeș-Bolyai”, Fac. de Biol., Geogr., Geol., Cluj.
- 1975 ȘERBAN, E., *Sur les Bathynella de Roumanie: B. (B.) boteai Șerban, B. (B.) vaducrisensis n. sp., B. (B.) plesai Șerban et B. (B.) motrensis Șerban (Bathynellacea, Bathynellidae)*. Int. J. Speleol., **7**, 357–398.
- 1961 TABACARU, I. et S. NEGREA, *Beiträge zur Revision der Gattung Polydesmus in der fauna Rumäniens nebst betrachtungen über die Polydesmidenfauna der nachbarländer*. Acta Mus. Maced. Sci. Nat., **8** (1/69), 1–27.
- 1964 VIEHMAN, I., PLEȘA, C. et T. RUSU, *Peștera de la Vadu-Crișului*. Lucr. Inst. Speol. „E. Racovitza”, **3**, 49–81.
- 1934–1938 WOLF, B., *Animalium cavernarum catalogus*, Vols. I, II, III, Ed. W. Junk, 616+918 p.

Institut de Spéologie «E. Racovitza»
Section de Cluj

Reçu le 27 janvier 1997

PREMIERE DATATION PAR ^{14}C DU REMPLISSAGE DE GUANO D'UNE GROTTES DES CARPATES MERIDIONALES: Peștera lui Adam (ROUMANIE)

J.P. CARBONNEL *, V. DECU **, PH. OLIVE ***, I. POVARĂ **, et V. GHEORGHIU **

La grotte d'Adam de Băile Herculane (Carpates Méridionales, Roumanie) héberge une colonie mixte de chauves-souris (*Rhinolophus euryale*, espèce dominante), dans un milieu particulier caractérisé par les traits climatiques d'une grotte tropicale à poche d'air chaud. La datation par ^{14}C de la base (2,5 m) du dépôt de guano de la grotte donne un âge «calibré» de 6400 ans BC. C'est la première datation de ce type en Europe. Le dépôt étudié constitue les archives de l'entomofaune et de la pollution régionale depuis huit millénaires.

In Adam cave, near Băile Herculane, in South Carpathian Chain (Romania), a mixed fauna of Chiroptera (the main one is *Rhinolophus euryale*) exists in very particular isolated medium with warm thermal conditions. A ^{14}C datation of the base of guano deposit at - 2.5 meters deep, give a «calibrated» age of 6,400 y. B.C. That is the first guano ^{14}C datation in Europe. The studies deposit is the records of the entomofauna and the polluted area evolution for eight millenaires.

Mots clefs: karst, guano, datation ^{14}C , Carpates, Roumanie

I. INTRODUCTION

Les datations en milieu karstique sont, la plupart du temps, faites sur des matériaux soit carbonatés d'origine minérale (datation U/Th), soit carbonés d'origine organique (datation ^{14}C). Si les premières on été assez largement utilisées pour dater des dépôts de travertins, concrétions etc.. (Onac & Lauritzen, 1996) il semble que les secondes aient été peu utilisées dans ce milieu. L'environnement calcaire semble avoir masqué les possibilités de datation présentées par l'utilisation des matériaux organiques accumulés dans les cavités. Les plus importants de ces dépôts naturels sont les ossements de mammifères et le guano des chauves-souris. Les dépôts osseux sont souvent plus anciens que la limite de datation par ^{14}C (maximum 40.000 ans) mais les dépôts conservés de guano sont pour la plupart plus jeunes. Mais il est vrai que, bien souvent ces dépôts ont été perturbés par leur exploitation immémoriale par l'homme et donc considérés comme peu aptes à étude scientifique.

A notre connaissance, la première et une des rares datations par Carbone 14 effectuée sur du guano remonte à 1959. Un dépôt ancien, desséché de guano de la Mammoth Cave (Kentucky) a été daté à plus de 38.000 ans B. P. par Davies et Chao (cité par Jegla & Hall, 1962, et repris par Barr, 1968).

En Europe, si l'on excepte la datation d'un guano (approx. 3000 ans, Tranteev, 1962) ayant servi à tracer des dessins pariétaux (grotte de Măgura, NO Bulgarie), nous n'avons pu trouver dans la littérature aucune référence à de telles mesures, c'est donc certainement le premier exemple européen de datation de guano ancien que nous présentons ci-après. On notera cependant que des ossements de *R. euryale* de la grotte du Poteux dans la Valais (Suisse) ont été daté par ^{14}C à 3870 ans B.P. (H a u s s e r, 1995), âge qui correspond à la période climatique sub-boréale.

Le matériel daté provient de la grotte «Peștera lui Adam», située dans la vallée de la Cerna, près de Băile Herculane. Cette grotte connue depuis 1967 (P a s c u, 1967), a fait l'objet de travaux importants principalement sur sa biologie particulière (P o v a r ă et al., 1972; D e c u et al., 1974, 1976; T u f e s c u & D e c u, 1977). Nous ne reprendrons pas ici le détail de ces travaux mais présenterons seulement sommairement l'essentiel de l'originalité de cette grotte.

II. PEȘTERA LUI ADAM: CONTEXTE PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE

I. SITUATION, TOPOGRAPHIE ET MICROCLIMAT.

Le sud-ouest des Carpates roumaines est affecté d'un système tectonique disjonctif de caractère régional (plus de 300 km de longueur), transcrustal et post-crétacé, qui s'étend aussi au sud du Danube. Le long de celui-ci s'est développé une structure de type graben, orientée NE-SO, approfondie de 1000 m par rapport aux unités voisines et dans laquelle s'est installée à la fin du Tortonien la rivière Cerna. Un dépôt de roches calcaires d'âge jurassique-crétacé, d'une épaisseur totale de 350–400 m et déplacé par des mouvements tectoniques, peut être rencontré autant dans le graben (à – 1075m), que dans les versants de la Cerna jusqu'à + 1250 m (N ă s t ă s e a n u, 1982).

Le long de la faille ouest du graben, au nord de Băile Herculane une anomalie géothermale positive d'une longueur de 30 km, dont le gradient est de 110–200°C et le flux géothermale atteint 70–92 mWm⁻² (V e l i c i u et al., 1976) est observée. Les valeurs maxima s'enregistrent dans les zones où les calcaires se trouvent à une faible profondeur ou apparaissent dans les affleurements.

Dans cinq cavités karstiques développées dans le versant de rive droite de la Cerna (l'une d'elle étant «Peștera lui Adam»), situées entre 5 et 295 m d'altitude, l'influence du thermalisme de la zone, engendrée soit par les eaux thermo-minérales (17°–53,5°C), soit par des vapeurs d'eau chaudes (46,5°–54,5°) (P o v a r ă et al., 1972) est notable. L'arrivée du thermalisme est postérieure au développement des cavités. On ne connaît pas son début dans

la zone de Băilă Herculane. Certaines hypothèses s'appuient sur l'altitude relative des cavités karstiques influencées par le thermalisme et sur leurs dépôts de remplissage. Ainsi, dans trois cavités situées sur la terrasse inférieure de la Cerna (5–7 m), parcourues par des eaux thermo-minérales, gypse et piking (deux minéraux dont la genèse est hydrothermale) (Diaconu, 1974), recouvrent la croûte calcaire déposée dans des conditions normales. On suppose donc que l'âge du thermalisme de ces cinq grottes pourrait-être placé au niveau de la première terrasse, donc à la fin du Pleistocène-commencement de l' Holocène.

Peștera lui Adam (fig.1) située à 295 m d'altitude absolue et 139 m au-dessus du talweg de la Cerna, représente une cavité de type aven-grotte développée sur un système de failles de tension (E-O) perpendiculaires au graben. Elle est

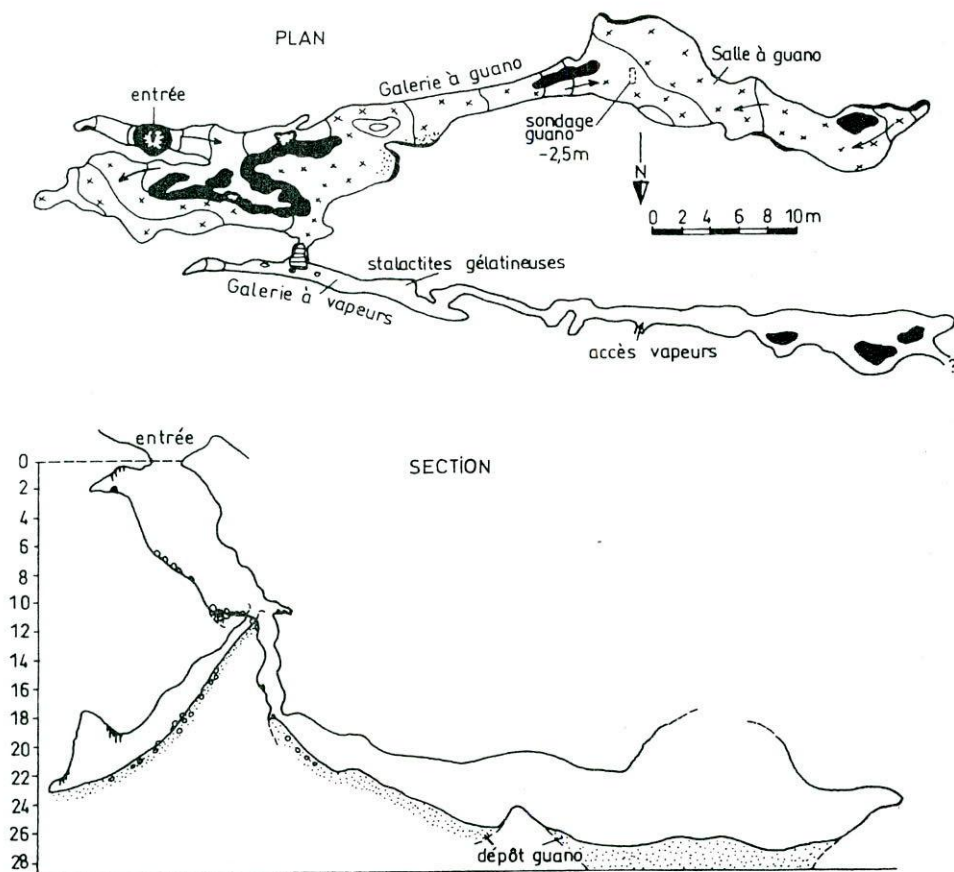


Fig. 1. – Peștera lui Adam (d'après Povară, Diaconu et Goran, 1972, modifiée).

creusée dans un massif de calcaires malm-néocomiens qui jouit d'un climat sub-méditerranéen. D'une longueur de 212 m, elle est formée de deux galeries parallèles: la «Galerie à guano» et la «Galerie à vapeurs» (fig.1). La première commence par un aven de 11 m; continuellement descendante sur environ 40 m, elle devient ensuite horizontale. Le plancher est presque entièrement couvert de guano, qui, au bas de l'aven est mélangé avec de l'argile et du bois en putréfaction. L'autre galerie, inhabitable, est baignée de vapeurs chaudes qui arrivent de plus bas par l'intermédiaire d'un réseau de diaclases. Dans la zone de la base de l'aven, les deux galeries sont en liaison et les vapeurs y pénètrent par un rétrécissement très surbaissé dans la «Galerie à guano», qui, due à sa morphologie, est ainsi transformée en «poche d'air chaud» (Decu & Tufescu, 1976).

La «Galerie à guano» n'abrite pas de concrétions de calcite. Mais un sondage réalisé dans le dépôt pour le prélèvement d'échantillons, a mis en évidence en profondeur une alternance de couches où abondent les fragments de spéléothèmes détachés du plafond, altérés par le guano de la colonie des chauves-souris. La partie nord de la «Galerie à vapeurs» est pourvue de spéléothèmes de plafond et pariétaux en quantité, dont le diamètre varie de 0,3 à 1,5 m; leur surface est altérée par des processus chimiques sur 5-6 cm de profondeur.

Le microclimat de la grotte d'Adam est fortement influencé par les manifestations thermales. La température moyenne annuelle des grottes à guano de type temperé atteint 8°-9°, alors qu'on enregistre environ 27°C dans la grotte d'Adam. Pour cette grotte, la différence de température entre l'hiver et l'été atteint environ 2°C en profondeur et environ 3°C au bas de l'aven. L'air chaud chargé de vapeurs a une humidité très élevée: entre 95% et 100% HR. L'apport n'est pas continu; il y a des périodes plus ou moins longues d'interruption d'apport de vapeurs quand température et humidité baissent.

2. LES CHAUVES-SOURIS ET LE DÉPÔT DE GUANO

En dehors de la «Galerie à vapeurs» dont le plancher est argileux, le guano est réparti partout et d'une manière presque uniforme. Sa quantité, qui est directement dépendante de la présence ou de l'absence des Chiroptères, est responsable de l'hétérogénéité de la surface du dépôt qui se présente comme une mosaïque de microhabitats et, implicitement, comme une mosaïque de mérocénoses.

L'épaisseur maximale du dépôt est de 2,5 m et une section verticale met en évidence l'existence de trois couches principales: une couche granulaire jusqu'à 0,25 m, une couche granulo-fibreuse entre 0,25-1,5 m et une couche

de guano pâteux imbibé de liquide jusqu'à 2,5 m. En profondeur, à l'intérieur des couches abondent des fragments de spéléothèmes.

La grotte d'Adam abrite une population hétérosécifique de *Rhinolophus euryale*, *Rh. ferrum-equinum*, *Myotis myotis*, *Miniopterus schreibersi* et *M. oxygnathus*, qui compte des milliers d'individus – la plupart appartenant à la première espèce.

Les espèces guanogènes les plus importantes sont *Rh. euryale*, *Rh. ferrum-equinum*, *Myotis myotis* et *Miniopterus schreibersi*.

On ne connaît pas actuellement si l'association des chauves-souris mentionnée et le rapport numérique des individus sont restés les mêmes au cours du temps. Certaines considérations d'ordre biologique et climatique, que nous envisagerons plus loin, pencheraient vers l'affirmative. Mais seul un inventaire réalisé sur toute l'épaisseur du dépôt à partir des restes des squelettes et de l'ADN de poils pourrait nous renseigner.

Rh. euryale a une répartition qui s'étend de Transcaucasie à Israël et au sud de l'Europe. Elle atteint le Turkménistan, l'Iran et le Magreb. C'est une espèce essentiellement méditerranéenne qui n'établit qu'exceptionnellement ses colonies en dehors des cavités souterraines; elle fréquente les régions chaudes et boisées, de préférence calcaires, avec de l'eau à proximité. Elle chasse essentiellement des papillons dans les zones semiboisées ou boisées d'arbres épars, haies ou près des falaises (Hauser, 1995; Bertrand, 1991).

Dans la grotte d'Adam une importante population de *Rh. euryale* s'installe en mars-avril; elle s'y reproduit et en part en septembre-octobre dans les régions méridionales.

3. ORGANISATION DE LA BIOCÉNOSE DU GUANO

La caractéristique fondamentale de la biocénose du guano de la grotte d'Adam est son organisation très simplifiée, par le nombre réduit d'espèces macroscopiques (numériquement importantes) et le nombre de niveaux trophiques.

La diversité biocénotique mesurée par l'équation de Fisher, Corbet, Williams est de 0,953. Du point de vue informationnel (de la fonction Shannon), la diversité mesure 0,44 bits (Decou & Tufescu, 1976). Il n'existe que deux niveaux trophiques: un niveau principal, très abondant, le niveau de saprophages guanophages (où se rencontrent Oligochètes, Acariens Uropodides et Trombiculides, Diplopodes, Isopodes, Collembolles, Lépidoptères et Diptères-Brachycères) et un niveau secondaire, de zoophages guanophiles qui comprend les Araneïdes, les Acariens Gamasides, les Chilopodes et les Coléoptères Histerides. Aucun des taxons zoophages n'ont des densités supra-unitaires; de telles densités ont seulement trois taxons guanophages: deux

Uropodides fungivores *Chiropturopoda cavernicola* (dont l'abondance atteint 97%) et *Trichouropoda orbicularis* (espèce troglophile dont l'abondance atteint 2,4%) et les Oribatides. L'abondance de *Chiropturopoda* baisse pendant l'hiver jusqu'à 78%, tandis que l'abondance de *Trichouropoda* augmente jusqu'à 21%. Ce changement dans l'abondance est déterminé par le départ des Chiroptères qui produit une modification de la qualité du guano et un abaissement des caractéristiques du microclimat, modifications qui favorisent *Trichouropoda*.

La biocénose de guano est secondaire et s'est organisée après l'apparition des vapeurs chaudes dans la grotte. Des restes de la biocénose primaire (comme *Trichoniscus inferus* ou *Nesticus cernensis*, deux espèces troglobiontes) se sont réfugiés en bas de l'aven où la température de l'atmosphère est plus réduite et le guano est mélangé avec de l'argile et des restes végétaux (Decou & Tufescu, 1976).

4. PARTICULARITÉS DE L'ÉCOSYSTÈME

La grotte d'Adam est unique, par:

- les conditions spéciales de son écotope: (l'arrivée de vapeurs chaudes a déterminé le changement des conditions thermiques d'origine de la biocénose initiale de la grotte, avec l'installation d'une colonie mixte de chauves-souris et d'une biocénose de guano extrêmement simplifiée; elle constitue aussi une barrière pour les espèces guanophiles de climat tempéré et un facteur favorisant pour les guanophiles thermophiles; ainsi, la grotte est devenue une sorte d'«oasis tropicale» dans la région tempérée actuelle);

- son nombre réduit de niveaux trophiques;

- son nombre réduit d'espèces ayant une importance dans la chaîne alimentaire;

- le fait que plus de 95% des individus appartiennent à une seule espèce, situation limite du 2-e principe biocénotique de Thienemann (Decou & Tufescu, 1976).

III. METHODES ET RÉSULTATS

1. PRÉLÈVEMENT

Le prélèvement a été effectué à la base du remplissage de guano, à 2,50 m de profondeur et correspond à une tranche verticale de 5 cm d'épaisseur. Le matériel est mou, avec la consistance d'une vase thixotropique, de couleur brun clair. Cette consistance suggère que le matériel d'origine est humidifié par l'eau d'infiltration latérale et non par une percolation à travers le dépôt

puisque des mesures de ^{137}Cs (Carbonnel *et al.*, 1999) effectuées dans les niveaux supérieurs et à la base du remplissage montrent que seuls les quinze premiers centimètres et la base sont contaminés par ce radionucléide.

2. PRÉTRAITEMENT ET TRAITEMENT DE L'ÉCHANTILLON

La mesure a été faite au Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon les Bains (France).

Le prétraitement consiste à laver l'échantillon à l'eau déminéralisée, puis à le sécher à l'étuve; un traitement à l'hydroxyde de sodium à 80°C pendant 24 h puis rinçage permet d'enlever les acides humides récents susceptibles d'avoir rajeunis l'échantillon; un traitement à l'acide chlorhydrique toujours à 80°C pendant 24 h puis rinçage fait disparaître les formes minérales carbonatées issues des hydrogénocarbonates des eaux superficielles ou anciennes.

Le chauffage du résidu dans un tube de quartz sous courant d'azote permet ensuite de transformer la matière organique en carbone.

Le traitement proprement dit de l'échantillon comporte les étapes suivantes: combustion à 700°C en présence d'oxygène afin d'obtenir du CO_2 ; carburation à 450°C en présence de Lithium ce qui fournit du carbone de Lithium (Li_2C_2) dont l'hydrolyse aboutit à la formation d'éthine (acétylène, C_2H_2); ce dernier en présence d'un catalyseur au chrome se trimérise en benzène (C_6H_6) sur lequel est effectuée la mesure de la teneur en C_{14} .

3. RÉSULTATS

L'activité en ^{14}C du benzène est mesurée dans une spectromètre à scintillation liquide.

Cette activité en ^{14}C est de $38,7 \pm 0,4$ pcm (pour cent de carbone moderne).

La teneur en ^{13}C est de $\Delta^{13}\text{C} = -26,1 \pm 0,1\%$.

Ce qui permet de calculer un «âge conventionnel» (BP avant 1950) de 7600 ± 80 ans BP et un «âge calibré», tenant compte de la variation de la teneur en ^{14}C du CO_2 au cours du temps, de 6420 ans BC avec 86% de chances que la vraie valeur soit comprise entre 6356 et 6474 ans BC; 5% entre 6318 et 6303 ans BC et 9% entre 6279 et 6256 ans BC.

IV. COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

Ce résultat appelle les commentaires et hypothèses des travail suivants:

La datation de la base du remplissage guaneux de la grotte d'Adam représente la première tentative de datation de ce type de matériel organique

en Europe. Les conclusions qui suivent devraient contribuer à favoriser le développement de ce genre de datations.

La grotte s'est ouverte sur l'extérieur à une date nécessairement plus ancienne que la datation fournie.

Les échantillons étudiés, dont celui qui a été daté, contiennent tous des débris d'insectes, on peut donc en déduire que l'ensemble du remplissage est bien constitué de guano et que la datation a été effectuée sur la matière organique provenant des restes de proies de Chiroptères et/ou sur les restes de ces Chiroptères eux mêmes. Une analyse du Carbone et de l'Azote de ce guano de la base du remplissage fournit un rapport C/N de 3,64 (37, % C; 9,5 % N) ce qui prouve son origine animale.

Une colonie de chauves-souris s'est donc installée dans la grotte d'Adam au cours de la période climatique «boréale» qui a été chaude et sèche et correspond pour les Carpates roumaines à la phase forestière «épicéa à chénaie mixte et noisetier» (POP, 1960), pendant laquelle les plantes et les animaux thermophiles ont atteint un développement très important. Le problème est de savoir si nous avons déjà affaire à une colonie identique à l'actuelle c'est-à-dire composée majoritairement de *Rh. euryale* d'origine essentiellement méditerranéenne. Une certain nombre d'arguments laisse supposer que ce serait bien le cas:

- La grande quantité de guano déposé depuis environ 8000 ans va dans le sens de la présence continue d'une espèce thermophile de Chiroptères pouvant résister aux conditions de température de la grotte commandées par la venue d'émanations gazeuses chaudes liées au thermalisme régional; on est donc en droit de supposer que *Rh. euryale*, espèce thermophile, s'est installée à la grotte d'Adam à la faveur de conditions climatiques favorables à sa venue et à son installation dans la vallée de la Cerna.

- *Rh. euryale* ne constitue pas la seule espèce thermophile dans la faune de la grotte d'Adam: l'Acarien Uropodidae – *Chiropturopoda cavernicola* – qui à lui seul constitue 97% (Decu & Tufescu, 1976) de la population de la grotte est aussi une espèce thermophile, relicté tropical troglobionte, dont on trouve actuellement des espèces voisines en Afrique du Sud; il a pu, lui aussi, peupler la grotte d'Adam au cours de la période «boréale» et est apparu dans la région certainement pendant une phase climatique particulièrement chaude aux alentours de 8400 ans. Le climat humide et plus frais de la période «sub-atlantique» (correspondant à la «phase du hêtre», apparue vers 2500 ans), a déterminé l'isolement de *C. cavernicola* dans la grotte d'Adam où elle est devenue endémique.

Ainsi on est en droit de considérer, avec de bonnes probabilités, que, depuis environ 8000 ans, la grotte est occupée par une colonie de Chiroptères sensiblement identique à celle qu'on observe aujourd'hui.

Cette conclusion a des implications importantes par rapport à l'historique même de l'évolution paléoclimatique régionale. En effet, l'accumulation de guano est le reflet direct du régime alimentaire (essentiellement insectivore) de cette colonie tout au long des huit derniers millénaires.

L'accumulation de guano représente, en fait, des „archives” souterraines exceptionnelles qu'il s'agit maintenant de valoriser par l'étude fine de son contenu en restes biologiques, indicateurs précieux du paléo-environnement, et de sa composition chimique.

Note. Le travail a été en partie financé par le Ministère de la Recherche et de la Technologie, avec le Grant 4117/1998.

BIBLIOGRAPHIE

- 1968 BARR Th. C. jr., *Cave ecology and the evolution of troglobites*, p. 35–102. In: Dobzhansky Th., Hecht M. K. and Steere W. C., (Editors) (1968), *Evolutionary Biology* (Tome 2), Meredith Corp., New York.
- 1991 BERTRAND A., *Les Chauves-souris d'Ariège. Moulis*, 40 pp.
- 1966 BROSSET A., *La biologie des Chiroptères*. Paris, 240 pp.
- 1999 CARBONNEL J. P., KLEIN D., DECU V. Gh., SILVESTRU E. et GHEORGHIU V., *Le guano de chauves-souris, un nouveau bioindicateur de la pollution radioactive régionale* (à paraître).
- 1959 DAVIES W. E. and CHAO E. T. C., *Report on sediments in Mammoth Cave, Kentucky*. U.S. Geol. Surv. Administ., Report prepared for U.S. Nat. Park Service.
- 1969 DECU V. et NEGREA St., *Aperçu zoogéographique sur la faune cavernicole terrestre de Roumanie*. Acta Zool. Cracov., **XVI**, 20: 471–545.
- 1974 DECOU V. Gh., NEGREA A. et NEGREA St., *Une oasis tropicale développée dans une région tempérée: «Peștera lui Adam» de Băile Herculane (Carpates Méridionales, Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XIII**: 81–103, București.
- 1976 DECOU V. Gh. et TUFESCU M. V., *Sur l'organisation d'une biocénose extrême: la biocénose du guano de la grotte «Peștera lui Adam» de Băile Herculane (Carpates Méridionales, Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XV**: 113–132, București.
- 1962 JEGLA T. C. and HALL J. S., *A Pleistocene deposit of the free-tail bat in Mammoth Cave, Kentucky*. Journ. of Mammalogy, **13** (1): 477–481.
- 1980 NĂSTĂSEANU S., *Géologie des Monts Cerna*, **LIV**, Inst. Géol. Géoph. București, 137 p.
- 1996 ONAC B. P. and LAURITZEN S. E., *The Climate of the last 150.000 years recorded in speleothems: Preliminary results from North-Western Romania*. Theor. Appl. Karts., **9**: 9–21, București.
- 1967 PASCU M., *Combaterea infiltrațiilor de ape reci la izvorul termal Herculane II (Băile Herculane, regiunea Banat)*. (Manuscrit).
- 1960 POP E., *Mlaștinile de turbă din Republica Populară Română*. București.
- 1972 POVARĂ I., DIACONU G. et GORAN C., *Observations préliminaires sur les grottes influencées par les eaux thermo-minérales de la zone de Băile-Herculane*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XI**: 355–365, București.
- 1962 TRANTEEV P., *Pescerat Magura*. Sofia, 52 p.

- 1977 TUFESCU M. et DECU V., *Modèles préliminaires de la dynamique des populations principales de la biocénose du guano de la grotte «Peștera lui Adam» de Băile Herculane (Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «É. Racovitza», 16: 85–99.
- 1976 VELICIU S., ZAMFIR A., NĂSTĂSEANU S., *Cercetări geologice și de teledetecție, inclusiv cu foraje, pentru surse de energie geotermală: Carpații Meridionali – Cercetări geotermice în zona grabenului Cernei*. Arhiva I.G.G. – București (Manuscrit).

* Université Paris 06,

Laboratoire de Géologie Appliquée (France)

** Institut de Spéologie «Émile Racovitza»

Bucarest (Roumanie)

*** Université Paris 06, Centre de Recherches Géodynamiques,
Thonon les Bains (France)

LES MICROVERTÉBRÉS DE LA GROTTÉ BORDU MARE (OHABA-PONOR, ROUMANIE): PALÉONTOLOGIE ET PALÉOÉCOLOGIE

ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCO* et MOHAMED ABBASSI*

L'étude des microvertébrés de la grotte Bordu Mare (dép. de Hunedoara, Roumanie) a permis de dresser pour la première fois une liste d'espèces qui présente un grand intérêt étant donné que celles-ci sont représentées en stratigraphie et en corrélation avec les complexes industriels humains du Pléistocène supérieur. D'autre part, l'analyse des associations des microvertébrés a permis une reconstitution du paléoclimat pendant les 47 milles dernières années (datation par le carbone 14) dans cette région.

Mots-clés: microvertébrés, Pléistocène supérieur, complexe industriel humain, paléoclimat.

I. INTRODUCTION

1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La grotte Bordu Mare est située au sud-est du village de Pui (commune d'Ohaba-Ponor, département de Hunedoara) à une altitude de 650 m; elle est creusée dans le massif de calcaire jurassique Bordu Mare (situé dans la dépression de Hațeg, figure 1.1).

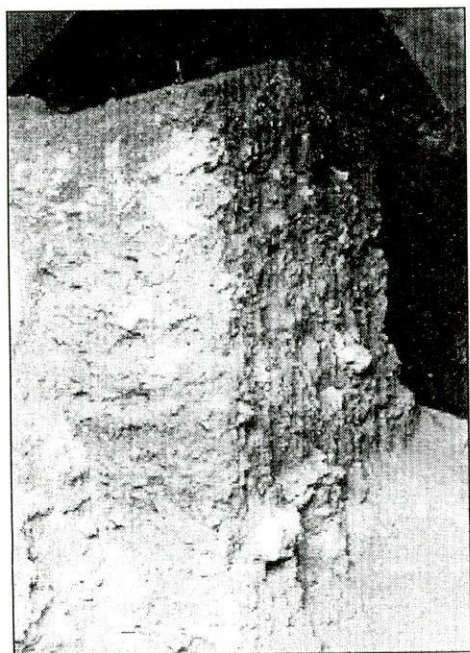
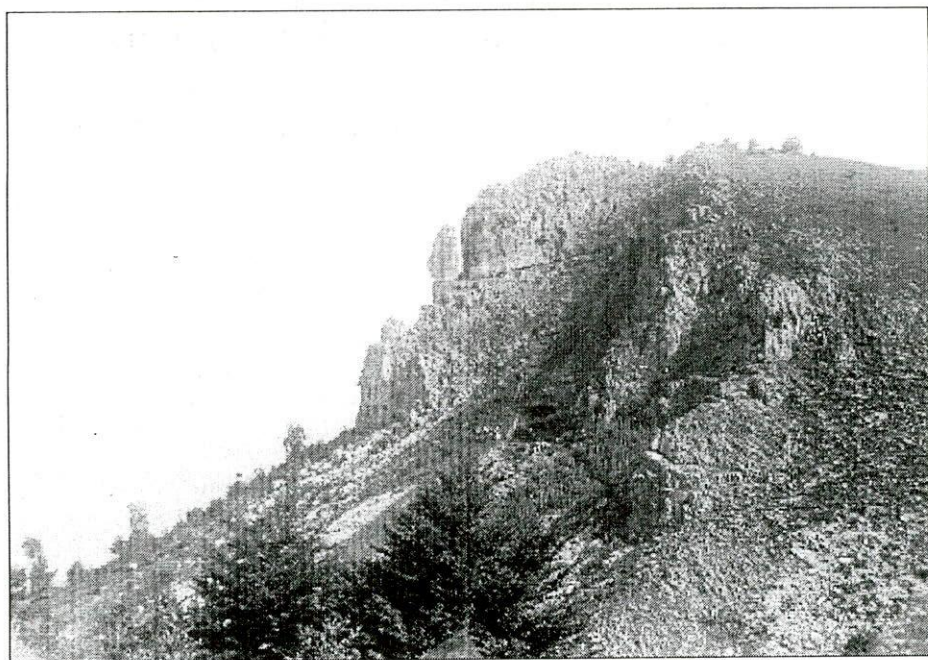
La grotte se compose d'une seule pièce d'environ 29 m de longueur et de largeur variable (12,5 m au fond de la grotte, 10 m au centre et seulement 2,5 m à l'entrée). Son code est 2064/27 (Goran, 1982).

Le substratum calcaire est une cuvette dans laquelle les couches archéologiques se sont déposées; ces dernières se présentent donc sous la forme d'un synclinal et elles sont plus inclinées vers la sortie. La grotte est orientée vers le sud est protégée des courants d'air.

2. HISTORIQUE

La grotte a été mentionnée par C. Goos en 1876 et par E. A. Bielz, en 1884. En 1918, J. Mallasz a remarqué pour la première fois l'importance

* Adresse de correspondance: UMR 9948 du CNRS, Laboratoire Départemental de Préhistoire du Lazaret, 33 bis, bd. Franck Pilatte, 06300 NICE, FRANCE.



2

Fig. 1. – La grotte Bordu Mare – Ohaba-Ponor :

1. Vue générale. 2. La coupe nord-nord-ouest des zones 1-2-3.

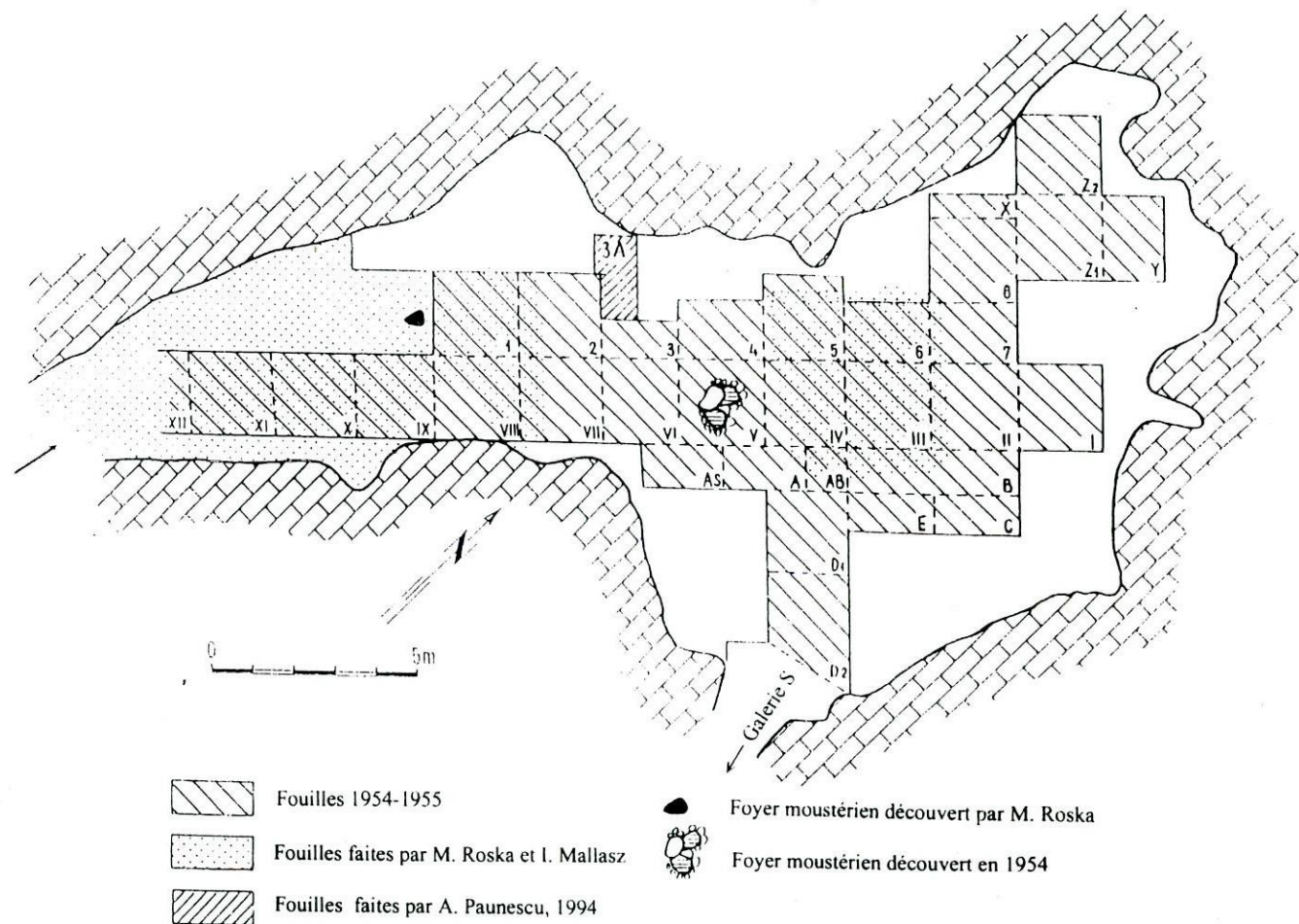


Fig. 2. – La grotte Bordu Mare – Ohaba Ponor – Plan général des fouilles.

archéologique de la grotte. En 1923, M. Roska et J. Mallasz ont entrepris les fouilles à l'entrée de la grotte et sur la terrasse extérieure. En 1924, cette grotte est visitée par le célèbre préhistorien Henri Breuil.

En 1925, M. Roska et J. Moldovan continuent la fouille de l'entrée et effectuent un sondage vers la deuxième entrée de la grotte. Entre 1926 et 1929, M. Roska reprend la fouille de l'entrée de la grotte.

Après une interruption de 25 années, les fouilles sont reprises par un collectif d'anthropologues et d'archéologues, sous la coordination de C. S. Nicolaescu-Plopșor. En 1954 et 1955 une surface de 44 m² (22 × 2 m) est fouillée, de l'entrée jusqu'au fond de la grotte. Cette surface a été subdivisée en carrés de 2 m, la numérotation est établie du fond vers l'entrée. D'autres fouilles ont été faites à droite et à gauche de la coupe centrale (figure 2).

La dernière fouille a été réalisée en 1994 par Alexandru Păunescu sur la coupe 3A (2 m²) afin de récolter des microvertébrés et des échantillons pour la datation (C¹⁴).

3. STRATIGRAPHIE

Plusieurs niveaux archéologiques ont été mis en évidence (figure 3):

1. Niveau Moustérien I, dont l'épaisseur varie de 0,15 à 0,25 m, repose directement sur le substratum calcaire.

2. Niveau stérile, dont l'épaisseur varie de 0,15 à 0,25 m, atteint 0,45 m vers l'entrée secondaire.

3. Niveau Moustérien II, dont l'épaisseur varie entre 0,17 et 0,30 m.

4. Niveau stérile d'environ 0,25–0,50–0,70 m, très riche en gros et moyen blocs calcaires.

5. Niveau Moustérien III, très épais, d'environ 1 à 1,10 m reposant directement sur le substratum calcaire au fond de la grotte. Ce niveau est très riche en matériel lithique, en foyers et en restes osseux, et a été divisé en sept niveaux (de III a à III g):

- Niveau III a – d'une épaisseur d'environ 0,10 à 0,15 m.
- Niveau III b – d'une épaisseur de 0,18 à 0,20 m.
- Niveau III c – d'environ 0,11 à 0,20 m.
- Niveau III d – variant de 0,09 à 0,15 m.
- Niveau III e – épaisseur oscillant de 0,08 à 0,20 m.
- Niveau III f – d'environ 0,13 à 0,30 m.
- Niveau III g – oscillant de 0,13 à 0,33 m.

6. Niveau stérile de 0,13 à 0,53 m avec des blocs calcaires de taille moyenne.

7. Niveau Moustérien IV, dont l'épaisseur varie de 0,40 à 0,52 m, est localisé à l'entrée de la grotte. Il est constitué par deux niveaux:

- Niveau IV a - d'environ 0,15 à 0,40 m.
- Niveau IV b - d'environ 0,05 à 0,28 m.

8. Niveau stérile oscillant de 0,10 à 0,25 m d'épaisseur, repose partiellement sur le niveau Moustérien IV b, et sur l'Aurignacien.

9. Niveau Aurignacien variant de 0,08 à 0,25 m d'épaisseur, repose directement sur le niveau Moustérien IV b, est correspond à un sol d'habitat temporaire (foyer simple et quelques objets lithiques: des lames et des éclats).

10. Niveau post-paléolithique, d'une épaisseur variant de 0,03 à 0,15 m, ce niveau contient une industrie peu abondante appartenant aux cultures Starcevo-Criș, Coțofeni et à l'époque dacique.

Du point de vue lithostratigraphique, on distingue de haut en bas les subdivisions suivantes (Munsell Soil color charts, 1971):

1. Couche sablo-argileuse brun-jaunâtre (10 YR 5/6) d'environ 0,20 m d'épaisseur; non structurée à tendance polyédrique angulaire et contenant des fragments calcaires.

2. Couche argilo-sableuse fine brun foncé (7,5 YR 5/6) d'une épaisseur de 0,50 m, non structurée à tendance polyédrique, friable à l'humidité contenant des fragments calcaires.

3. Couche sablo-argileuse brun foncé (7,5 YR 5/6), d'une épaisseur d'environ 0,60 m, non structurée polyédrique angulaire, friable, poreuse et contenant des fragments calcaires.

4. Couche argilo-sableuse brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4) à structure granulaire et d'une épaisseur d'environ 0,50 m.

5. Couche argilo-sableuse brun-jaunâtre foncé (10 YR 5/4), d'une épaisseur d'environ 0,30 m. Elle présente une structure polyédrique, sub-angulaire et contient des fragments calcaires et des carbonates de calcium.

6. Couche argilo-sableuse brun-jaunâtre (10 YR 5/6), d'environ 0,20 m d'épaisseur, à structure polyédrique et contenant plus de 50% de fragments calcaires.

4. DATATION PAR C¹⁴

- Le niveau Moustérien III a (foyer des carrés 1-3, de 1,91 à 2,00 m) a été daté:

Gr A - 6036: > 40.000 BP

Gr N - 11618: 39.200₋₂₉₀₀⁺⁴⁵⁰⁰BP

- Le niveau Moustérien III b (foyer des carrés 2-3, de 1,48 à 1,55 m) a été daté:

Gr N - 12676: 39.200₋₂₁₀₀⁺²⁸⁰⁰BP

Gr N - 11517: > 41.000 BP

- Le niveau Moustérien III c (foyer du carré 3A, de 1,32 à 1,47 m) a été daté:

Gr N - 14626: 45.500₋₂₄₀₀⁺³⁵⁰⁰BP

- Le niveau Moustérien IV b (carré 3A, de 0,20 à 0,50 m) a été daté:

Gr N - 14627: 28.780 ± 290 BP

5. LA MACROFAUNE

La liste de faune pour les niveaux moustériens établie par Istvan Gaal (1943) est la suivante:

Hyaena crocuta var. *spelaea* Goldf.; *Ursus spelaeus* Rosenn.; *Felis leo* var. *spelaea* Goldf.; *Vulpes* aff. *vulpes crucigera* Bechst.; *Canis lupus spelaeus* Goldf.; *Martes martes* L. f. *diluvialis*; *Sus scrofa* L. f. *weimariensis*; *Bos primigenius*? Boj; *Bison priscus* Boj f. *weimariensis*; *Saiga tatarica* L. f. *diluvialis*; *Rupicapra rupicapra* L. f. *diluvialis*; *Capra sewertzovi* Menzb. f. *diluvialis*; *Rangifer arcticus* Rich. f. *weimariensis*; *Alces* cf. *machlis* Og. f. *diluvialis*; *Cervus elaphus* L. f. *weimariensis*; *Megaceros giganteus* Blb.; *Equus Abeli* Anton; *Equus* cf. *ferus* Pall; *Equus onager* Briss f. *diluvialis*; *Rhinoceros antiquitatis* Blb. F. *weimariensis*; *Elephas primigenius* Blb. *Weimariensis*.

6. LES OISEAUX

Les restes d'oiseaux trouvés dans les niveaux moustériens ont été déterminés par E. Kessler (1985 et 1993).

La liste des espèces est la suivante:

Plegadis falcinellus L., *Anser albifrons* Scopoli, *Mergus merganser* L., *Aquila chrysaetos* L., *Aegypius monachus* L., *Gypaetus barbatus* L., *Falco tinunculus* L., *Falco vespertinus* L., *Lagopus mutus* Montin, *Coturnix coturnix* L., *Scolopax rusticola* L., *Tringa totanus* L., *Turdus pilaris* L., *Turdus viscivorus* L., *Carduelia carduelis* L., *Coccothraustes coccothraustes* L., *Corvus cornix* L., *Corvus corax* L., *Corvus monedula* L., *Pyrrhocorax graculus* L., *Lagopus lagopus* L., *Gallus gallus* L.

II. ÉTUDE DE MICROVERTÉBRÉS

La liste des microvertébrés est la suivante:

Classe des Mammifères:

Ordre des Rongeurs: *Microtus oeconomus* Pallas, 1776; *Microtus nivalis* Martins, 1842; *Microtus arvalis* Pallas, 1779; *Arvicola terrestris* Linnaeus, 1758; *Terricola* cf. *subterraneus* de Sélys-Longchamps, 1839; *Clethrionomys glareolus*, Schreber, 1780; *Apodemus* cf. *sylvaticus* (Linnaeus, 1758); *Cricetus cricetus* Linnaeus, 1758;

Ordre des Chiroptères: Gen. et esp. indét.

Ordre des Insectivores: *Sorex minutus* Linnaeus, 1766; *Crocidura leucodon* Hermann, 1780.

Classe des Amphibiens: *Bufo viridis*; *Rana* cf. *arvalis*.

Tableau 1

Répartition des restes de microvertébrés de la grotte Bordu Mare d'Ohaba Ponor (les nombres correspondent aux nombres minimum d'individus – N.M.I.), selon la profondeur (en m), de la coupe 3A.

PROFONDEUR (en m)	ESPÈCES											
	RONGEURS								INSECTI- VORES		CHIROP- THERES	AMPHI- BIENS
	<i>Microtus oeconomus</i>	<i>Microtus nivalis</i>	<i>Microtus arvalis</i>	<i>Terricola cf. subterraneus</i>	<i>Arvicola terrestris</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i>	<i>Cricetus cricetus</i>	<i>Apodemus cf. sylvaticus</i>	<i>Sorex minutus</i>	<i>Crocodyrus leucodon</i>		<i>Rana cf. arvalis</i> <i>Bufo viridis</i>
0-0,10						1						
0,10-0,20	1	1	1									
0,20-0,30		1	1									
0,30-0,40	1	1	1			1						
0,40-0,50				1		1						
0,50-0,60			1									
0,60-0,70				1					1			
0,70-0,80		1	1									
0,80-0,90		1	1			1					1	
0,90-1,00			4									
1,00-1,10			2									
1,10-1,20			1									
1,20-1,30												
1,30-1,40			1									
1,40-1,50												
1,50-1,60												
1,60-1,70			1									
1,70-1,80			1			1						
1,80-1,90			1		1							
1,90-2,10												
2,10-2,20												
2,20-2,30												
2,30-2,40												
2,40-2,50			3				1	3	1	1		1 4

DESCRIPTION DU MATÉRIEL

A. Classe des Mammifères**1. Ordre des Rongeurs*****Microtus oeconomus* Pallas, 1776.**

Nous avons identifié seulement deux molaires (figure 4) dont l'une est cassée. Le T6 est absent sur l'une des M_1 , par contre il est de petite taille sur l'autre; l'angle rentrant A7 est bien marqué. Le ciment est abondant. La M_1 a une longueur de 2,73 mm, une largeur de 1,29 mm et une hauteur de 3,30 mm. L'ouverture du cinquième triangle dans le complexe antérieur est respectivement de 0,194 et de 0,268 mm.

***Microtus nivalis* Martins, 1842.**

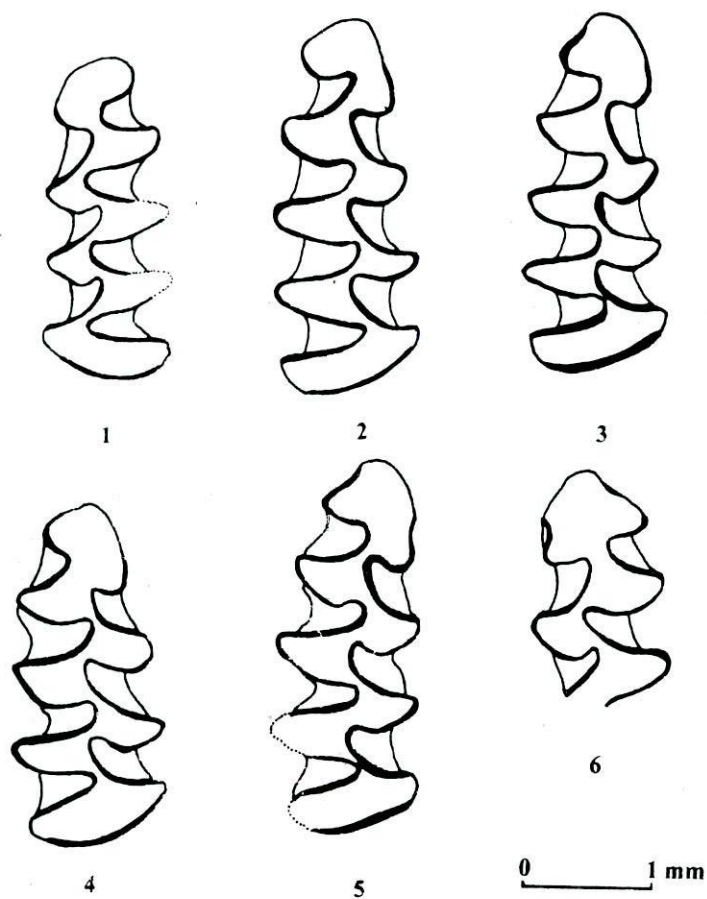
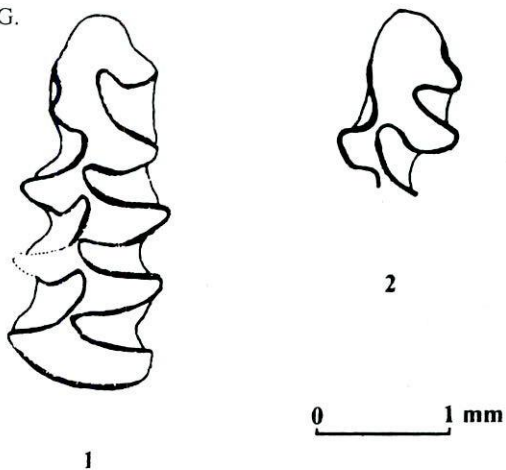
Le nombre de M_1 recueillies est très faible, seules 6 M_1 ont été déterminées (figure 5). La boucle antérieure est plus ou moins triangulaire, parfois trapézoïdale avec un col de largeur variable. L'émail est plus épais que chez *M. oeconomus*.

Dans le tableau 2 sont données les dimensions des M_1 recueillies dans la grotte Bordu Mare, ainsi que celles mises en évidence dans certaines grottes de

Tableau 2

Dimensions des M_1 de *Microtus nivalis* de différentes grottes de Roumanie. Abréviations: N= nombre d'individus; Min-Max = valeur minimale-valeur maximale; Ec type = Ecartype.

Site	Longueur Min-Max Moyenne N Ec-type	Largeur Min-Max Moyenne N Ec-type	Hauteur Min-Max Moyenne N Ec-type	Largeur col Min-Max Moyenne N Ec-type
Grotte Bordu Mare	2,39-3,18 2,89 6 0,309	1,01-1,24 1,149 6 0,089	3,39-4,09 3,83 6 0,307	0,056-0,284 0,11 6 0,086
Grotte Hotilor (Terzea, 1972)	2,55-3,20 2,89 247			
Grotte Valea Coacăzei (Păunescu, 1998)	2,51-3,24 2,88 67 0,161	0,92-1,25 1,11 67 0,069		
Grotte Măgura – Sighiștel (Terzea, 1970)	2,70-3,10 2,88 54			

Fig. 4. - *Microtus oeconomus* : 1, 2 - M_1 G.Fig. 5. - *Microtus nivalis* : 1, 6 - M_1 G; 2-5 - M_1 D.

Roumanie (Terzea, 1970, 1972; Păunescu, 1998). Ces valeurs sont très proches de celles trouvées dans l'ensemble des sites roumains (Terzea, 1972; Păunescu, 1998).

Microtus arvalis Pallas, 1779.

La morphologie de ces molaires est très variable (figure 6). Cette variabilité est liée surtout à celle du complexe antérieur, ce dernier est formé

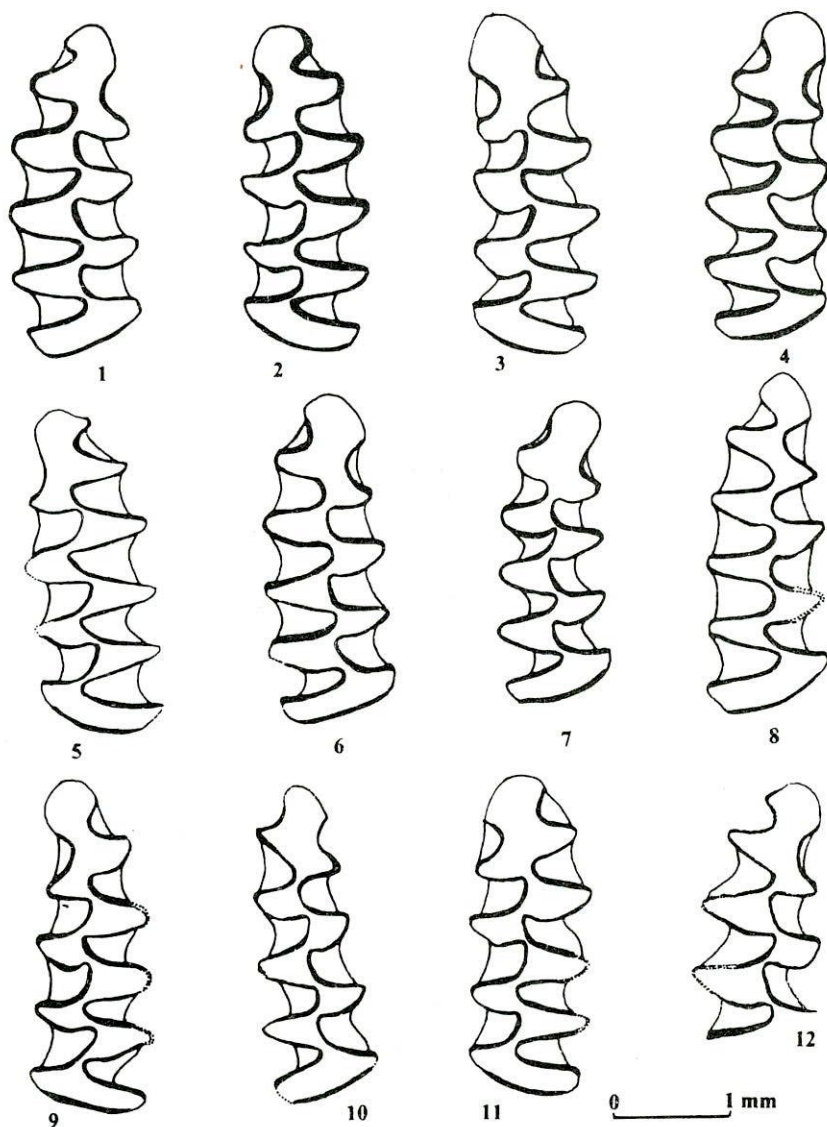


Fig. 6. - *Microtus arvalis* : 1, 4, 6-8, 10, 12 - M_1 D; 2, 3, 5, 9, 11 - M_1 G.

des deux triangles T6 et T7 souvent alternes et d'une boucle antérieure arrondie à col moyennement large. La dissymétrie des triangles du côté interne et externe n'est pas très forte ($XLT4/LT5 = 0,66$). Aucune des M_1 étudiées ne porte de T6 isolé. Les dimensions des M_1 sont données dans le tableau 3.

Tableau 3

Dimensions des M_1 de *Microtus arvalis* * et de *Microtus agrestis* ** de différents sites de Roumanie. Abréviations: b – distance entre A8 et A9; w – largeur de la boucle antérieure entre T6 et T7; c – distance entre A7 et A8.

Site	Longueur Min-Max Moyenne N Ec-type	Largeur Min-Max Moyenne N Ec-type	b Min-Max Moyenne N Ec-type	w Min-Max Moyenne N Ec-type	c Min-Max Moyenne N Ec-type
Grotte Bordu Mare *	2,27–2,93 2,69 30 0,153	30	0,04–0,336 0,242 30 0,069	0,612–0,9 0,772 30 0,065	0,106–0,256 0,203 30 0,069
Grotte Spurcată (Păunescu) *	2,48–2,93 2,70 13 0,132	0,87–1,08 1,009 13 0,064			
Grotte Hoților (Hamar, 1963) *	2,4–2,9 2,7 25				
Dealul Burzău – actuel (Jurcsak & al., 1984) *	2,4–3,08 2,72 53				
Reci – actuel (Păunescu, 1998) *	2,39–2,87 2,69 30 0,148	0,92–1,13 0,99 30 0,178			
Dealul Burzău –niv. supér. (Jurcsak & al., 1984) **	2,80–3,28 3,02 21 0,119				

Le diagramme de fréquence des longueurs des M_1 montre une courbe en cloche (courbe de Gauss) représentant une population homogène (figure 7).

La longueur moyenne des M_1 de Bordu Mare est très proche de celle des populations actuelles de *M. arvalis* de Dealul Burzău (Jurcsak et al. 1984), de Reci (Păunescu, 1998) et de celles fossiles de la grotte Hoților (Hamar, 1963), et de la grotte Spurcată (Păunescu, 1998) – par contre, elle est nettement inférieure à celle de *M. agrestis* de Dealul Burzău (Jurcsak & al. 1984).

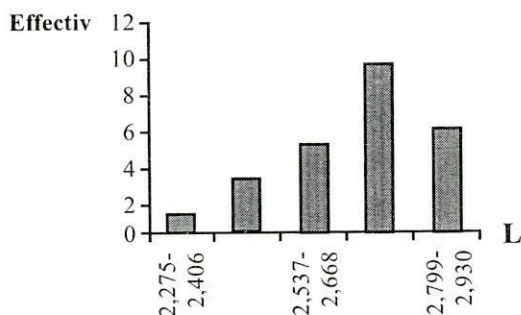


Fig. 7. – Diagramme de dispersion des longueurs des M_1 de *Microtus arvalis*.

Le test de Kolmogorov-Smirnov appliqué aux longueurs des M_1 de *M. arvalis* de la grotte Bordu Mare, Spurcată et de la population actuelle de Reci, ne montre pas des différences significatives.

Les caractères morphologiques et métriques nous permettent de rattacher cette population à *M. arvalis*.

Arvicola terrestris Linnaeus, 1758.

Le matériel a livré une seule M_1 d'*Arvicola* (figure 8).

Le complexe antérieur est formé de deux triangles T6 et T7 alternes et d'une boucle antérieure arrondie. Les dimensions de cette molaire sont respectivement: 3,90 mm pour la longueur, 1,49 mm pour la largeur et 5,67 mm pour la hauteur.

L'émail est plus épais sur le bord antérieur des triangles que sur le bord postérieur et l'indice d'épaisseur de l'émail (S.D.Q.) est égal à 97,32. Cet indice est proche de celui des populations du Pléistocène supérieur d'Europe centrale (Heinrich, 1990), mais il faudra prendre ce résultat avec de grandes

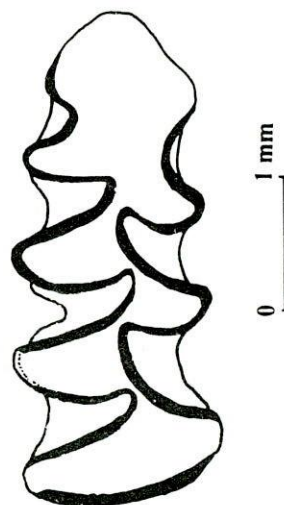


Fig. 8. – *Arvicola terrestris* : M_1 D.

précautions étant donné qu'il repose sur les mesures d'une seule molaire. A titre indicatif, on rappelle l'indice de 94,60 pour Baia de Fier – Würm inférieur (Păunescu, 1995) et ce de 95,20 pour le niveau Moustérien de la grotte Spurcată (Păunescu, 1998).

Tous ces caractères permettent de rattacher notre individu au groupe «*terrestris*».

Terricola cf. subterraneus de Séllys-Longchamps, 1839.

Le matériel consiste seulement en deux fragments de M_1 (figure 10). La morphologie des M_1 rappelle celle de *Terricola subterraneus*, mais l'absence de données métriques nous ne permet pas de préciser le statut spécifique et nous nous contenterons de la dénomination de *T. cf. subterraneus*.

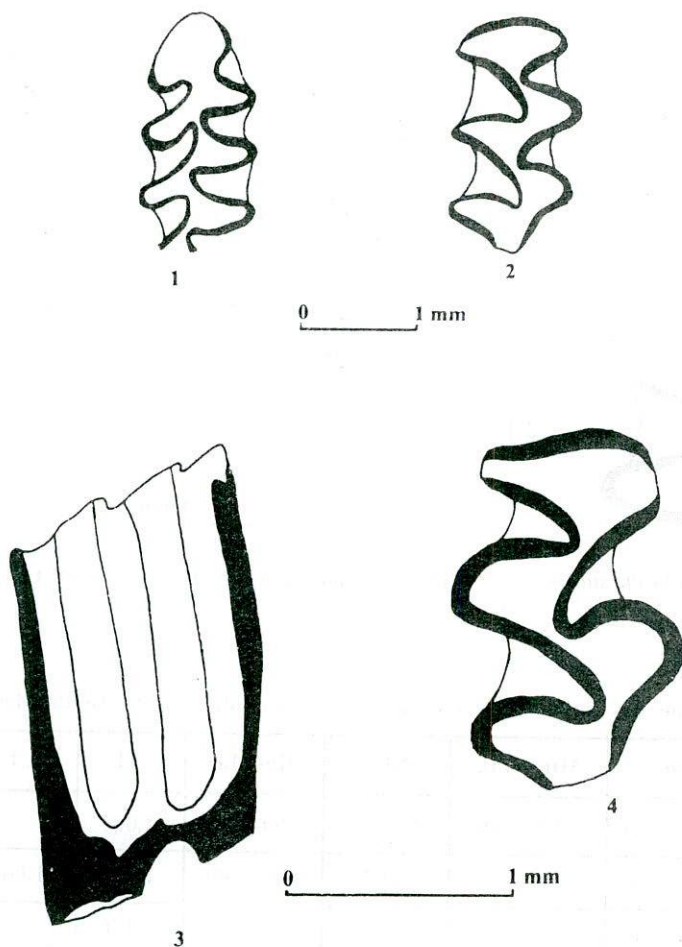


Fig. 9. – *Clethrionomys glareolus* : 1. M_1 G; 2. M_1 D; 3, 4. M_2 D: 3. vue latérale; 4. vue occlusale.

En Roumanie, on mentionne que la seule espèce de campagnol souterrain identifiée jusqu'à présent, est celle de *T. subterraneus*.

Clethrionomys glareolus Schreber, 1780.

Seuls quelques restes ont pu être attribués à cette espèce, dont une M_1 cassée (figure 9).

Apodemus cf. sylvaticus Linnaeus, 1758.

Le nombre de dents recueillies est très faible. Les dimensions des molaires sont données dans le tableau 4. La morphologie des molaires (figure 11) ne peut être à elle seule un caractère déterminant pour spécifier l'appartenance de

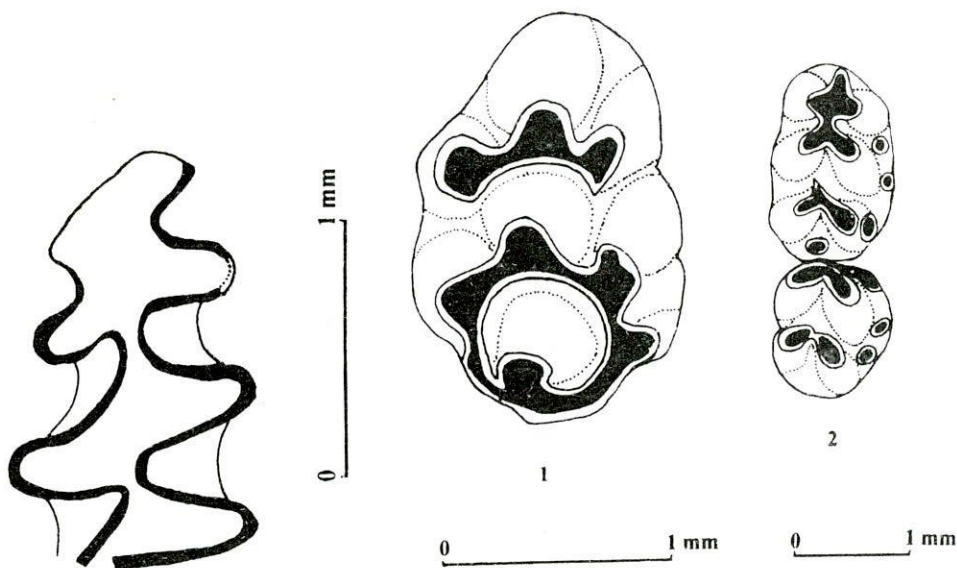


Fig. 10. – *Terricola cf. subterraneus*: M_1 G.

Fig. 11. – *Apodemus cf. sylvaticus*: 1. M_1^1 G; 2. M_{1-2} D.

Tableau 4

Dimensions des molaires d'*Apodemus cf. sylvaticus* de la grotte Bordu Mare.

Type	Min-Max	XL	Min-Max	XI	L/I
M_1 (N = 4)	1,56–1,85	1,736	0,99–1,11	1,061	
M_2 (N = 3)	1,16–1,17	1,168	1,06–1,09	1,082	1,06
M^1 (N = 1)	–	1,850	–	1,176	
M^3 (N = 1)	–	0,972	–	0,878	

ces restes. En effet, les deux espèces *Apodemus flavicollis* et *Apodemus sylvaticus* se ressemblent fortement et la distinction entre celles-ci se fait essentiellement par l'observation des deuxième molaires inférieures et supérieures (Pasquier, 1974). Cependant, l'absence des M^2 et le très faible nombre de M_2 ne permettent pas de caractériser cette population. Néanmoins, d'après la taille et le rapport longueur/largeur, des M_2 , ces molaires sont comparables à celles appartenant à *Apodemus sylvaticus*. Pour cela, nous adopterons la dénomination d'*Apodemus cf. sylvaticus*.

Cricetus cricetus Linnaeus, 1758.

Un maxillaire (M^{1-3}) ainsi qu'une M^2 isolée ont été trouvés dans la même couche. La morphologie de ces molaires ne diffère pas de celle de *Cricetus cricetus* actuel. La taille des molaires est très grande (tableau 5) et

Tableau 5

Dimensions des molaires de *Cricetus cricetus*
de la grotte Bordu Marc.

Type	L	I
M^1	3,40	2,14
M^2 (N=2)	2,73	2,19
M^3	2,15	1,75

comparable à celle des formes de la fin du Pléistocène moyen de France et d'Allemagne (Lazaret et Gerde – Chaline, 1972; Tönchesberg – Kolfschoten et Roth, 1993) ce qui permet d'attribuer ces molaire à *Cricetus cricetus* (figure 12).

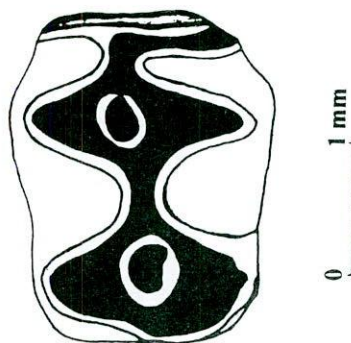


Fig. 12. – *Cricetus cricetus* : M^2 G.

2. Ordre des Chiroptères

Une seule molaire a été découverte et son appartenance spécifique et difficile à établir.

3. Ordre des Insectivores

Famille des Soricidae

Les Insectivores sont représentés par deux espèces: *Sorex minutus* (deux mandibules: P_4-M_3 et M_{1-3} D et un fragment de maxillaire: M^{1-2} D) et *Crocidura leucodon* (une mandibule: M_{1-3} D).

Sorex minutus Linnaeus, 1766.

La morphologie des molaires ne diffère pas de celle de l'espèce actuelle de Roumanie *Sorex minutus* (figure 13) et la longueur de la rangée M_1-M_3 entre dans les limites de variation de cette dernière (tableau 6).

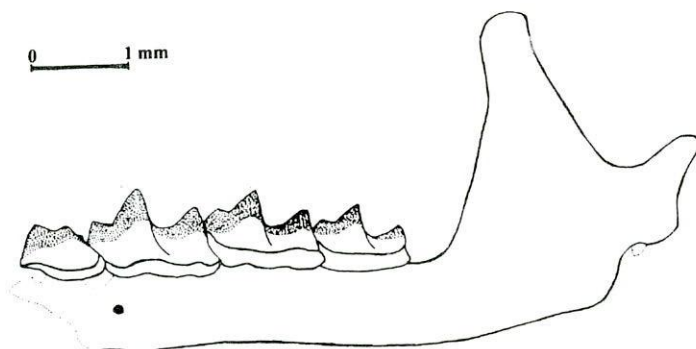


Fig. 13. – *Sorex minutus*: P_4-M_3 G.

Tableau 6

Dimensions des molaires inférieures de *Sorex minutus*. Abréviations:
L – longueur; l.a. – largeur au niveau du talonide; l.t. – largeur au niveau du trigonide.

Site	Type	L Min-Max Moyenne	l.a. Min-Max Moyenne	l.t. Min-Max Moyenne
Grotte Ohaba Ponor	M_1 (N=2)	1,28–1,35 1,31	0,70–0,72 0,71	0,60–0,63 0,61
	M_2 (N=2)	1,06–1,21 1,13	0,68–0,71 0,69	0,64–0,66 0,65
	M_3 (N=2)	0,92–0,96 0,94		0,57–0,59 0,58
	M_{1-3} (N=2)	3,21–3,28 3,24		
Grotte Valea Coacăzei (Păunescu, 1998)	M_1 (N=1)	1,27	0,75	0,71
	M_2 (N=1)	1,13	0,71	0,68
	M_3 (N=1)	0,94		0,56
	M_{1-3} (N=1)	3,33		
Actuel (Terzea, 1970)	M_{1-3}	3,14–3,33		

***Crocidura leucodon* Hermann, 1780.**

Le seul reste (une mandibule avec M_{1-3}) a été trouvé dans le niveau de base et semble correspondre d'après sa morphologie et sa taille (les dimensions sont données dans le tableau 7) à *Crocidura leucodon*.

Tableau 7

Dimensions des molaires inférieures de *Crocidura leucodon* de la grotte Bordu Mare.

Type	L	l.a.	l.t.
M_1	1,374	0,936	0,866
M_2	1,304	0,904	0,842
M_3	1,222		0,774
M_{1-3}	3,89		

B. Classe des Amphibiens

Les amphiniens (figure 14) déterminés par Salvador Bailon (*) appartiennent à *Bufo viridis* (un fragment de tibio-fibula, un urostyle, deux radius-ulna, trois ilions: 2 droits, 1 gauche; deux vertèbres; une phalange; six humérus d'individus femelles: 4 gauches, 2 droits) et à *Rana cf. arvalis* (un humérus gauche).

Paléoécologie

Les microvertébrés (en particulier les rongeurs pour leur abondance dans les gisements archéologiques) sont un très bon indicateur de l'environnement dans lequel ils ont vécu. En effet, chaque espèce est inféodée à un biotope bien défini, lui même lié à des conditions particulières de température et d'humidité.

D'autre part, cette méthode de reconstitution du paléoenvironnement, en comparaison avec d'autres méthodes, telle que la palynologie, a montré sa fiabilité (grotte Cioarei – Borosteni, Chaline, 1987; grotte de Gura Cheii-Râșnov, Rădulescu et Samson, 1992, Păunescu, 1998; grotte de Valea Coacăzei, Rădulescu et Samson, 1992, Păunescu, 1998; grotte de Peștera Mare, Rădulescu et Samson, 1992; et grotte Spurcată, Păunescu, 1998) et a donné des résultats très intéressants.

La grotte de Bordu Mare a livré un nombre de restes très réduit. Les espèces recueillies, quoiqu'en faible nombre, faisaient partie intégrante du paysage de l'époque. En raison du nombre réduit d'espèces et de leur fréquence, il faut prendre ces interprétations paléoenvironnementales avec beaucoup de précautions.

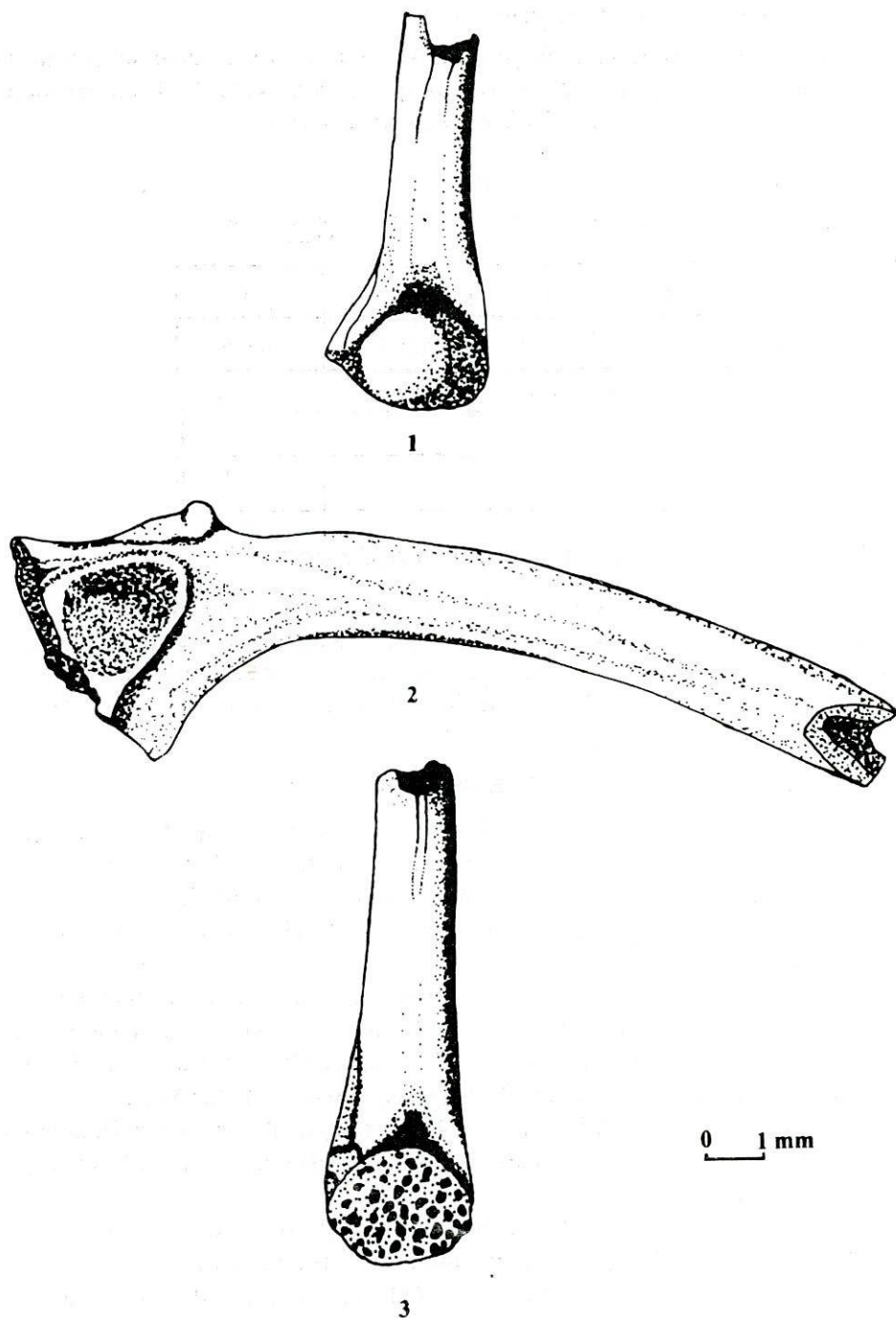


Figure 14. — *Bufo viridis*: 1. Humerus gauche; 2. Ilion droit.
Rana cf. arvalis: 3. Humerus gauche.

Les variations paléo-climatiques que nous pouvons tirer des associations trouvées dans les différents niveaux sont de la base au sommet :

Profondeur 250–240 cm: deux types d'associations peuvent être distingués, le premier correspond aux espèces de steppes continentales (*Microtus arvalis*, *Cricetus cricetus* et *Crocidura leucodon*); le second, aux espèces de forêts ou de prairies herbeuses (*Apodemus cf. sylvaticus*, *Sorex minutus*, *Bufo viridis* et *Rana cf. arvalis*).

Profondeur 240–190 cm: niveau sans micromammifères.

Profondeur 190–160 cm: caractérisé par l'apparition de l'espèce typique des forêts (*Clethrionomys glareolus*) et de l'espèce vivant à proximité des cours d'eau (*Arvicola terrestris*). *Microtus arvalis*, espèce d'espace découvert, est toujours présent.

Profondeur 160–140 cm: niveau sans micromammifères.

Profondeur 140–90 cm: seul *Microtus arvalis* est représenté indiquant la présence de grandes étendues découvertes.

Profondeur 90–70 cm: ce niveau est caractérisé par l'apparition de l'espèce rupicole héliophile (*Microtus nivalis*) affectionnant les pentes rocheuses et dont l'habitat actuel se situe au-dessus de 1700 m dans les Carpates (Hamar, 1960). On note également un retour de l'espèce des forêts (*Clethrionomys glareolus*). *Microtus arvalis* est toujours présent mais avec une fréquence plus faible.

Profondeur 70–40 cm: Les espèces forestières et d'espaces humides sont présentes (*Clethrionomys glareolus*, *Terricola cf. subterraneus* et *Sorex minutus*) alors que *Microtus arvalis* (espèce d'espaces découverts) devient de plus en plus rare.

Profondeur 40–10 cm: ce niveau diffère des précédents par la présence de l'espèce de zone froide humide (*Microtus oeconomus*); on note également le retour de *M. nivalis* (espèce rupicole héliophile) et de *M. arvalis* (espèce d'espaces découverts), l'espèce forestière – *Clethrionomys glareolus* – persiste.

Profondeur 10–0 cm : dans ce niveau, seul *Clethrionomys glareolus* est présent, caractérisant la forêt.

La répartition des différentes espèces selon les subdivisions établies ci-dessus permet l'individualisation de 6 phases:

- Phase 1 (250–240 cm): caractérisée par un climat continental contrasté.
- Phase 2 (190–160 cm): caractérisée par un climat tempéré et humide.
- Phase 3 (140–90 cm): caractérisée par un climat continental.
- Phase 4 (90–40 cm): caractérisée par un climat tempéré et humide.
- Phase 5 (40–10 cm) : caractérisée par un climat froid et humide.

– Phase 6 (10–0 cm) : caractérisée par le retour de conditions climatiques plus tempérées et chaudes.

Cette reconstitution montre qu'au Pléistocène supérieur, la région de Hateg a été le théâtre de fluctuations climatiques responsables des déplacements des limites de répartition de certaines espèces. Ainsi, en période tempérée les espèces forestières gagnent du terrain et voient leur aire s'agrandir vers l'Est (ou vers des altitudes plus élevées), alors que les espèces de steppes voient leur aire de répartition se restreindre. Lors des périodes plus froides, les espèces des steppes orientales gagnent du terrain et voient leur aire s'étendre vers l'Ouest. Ces fluctuations ont été également observées dans d'autres régions de Roumanie aussi bien au sud des Carpates (grotte Cioarei–Borosteni – Chaline, 1987), à l'Est (grottes des Carpates orientales – Rădulescu & Samson, 1992; Păunescu, 1998), et à l'Ouest (grotte Spurcată – Păunescu, 1998).

CONCLUSION

L'étude paléontologique des microvertébrés de la grotte Bordu Mare a permis de dresser pour la première fois une liste d'espèces sur laquelle a été basée la reconstitution du paléoclimat. Cette reconstitution a mis en évidence une série d'oscillations climatiques au cours du Pléistocène supérieur, qui concorde dans ces grandes lignes à celles déjà établies dans d'autres sites de la région (grotte Cioarei–Borosteni, grotte de Gura Cheii Râșnov, grotte de Valea Coacăzei et grotte Spurcată). Ainsi, les niveaux Moustériens définis dans cette grotte ont connu au moins deux épisodes froids séparés par de courtes périodes de réchauffement. Le niveau Aurignacien est caractérisé par un réchauffement suivi par un ultime épisode froid avant le retour de la chaleur (période tempérée) au Post–paléolithique. Malheureusement, l'absence de données concernant les autres disciplines ne nous permet pas de comparer nos résultats à celles-ci.

REMERCIEMENTS : Nous remercions vivement le Dr. Alexandru Păunescu de l'Institut d'Archéologie «Vasile Pârvan» de l'Académie Roumaine, de nous avoir confié l'étude des microvertébrés, ainsi que pour les renseignements stratigraphiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1973, CARCIUMARU M., *Câteva aspecte privind oscilațiile climatului din Pleistocenul superior în sud-estul Transilvaniei*, în *Studii și Cercetări de Istorie Veche*, **24**, 2, p. 186, București.
- 1972, CHALINE J., *Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France (systématique, biostratigraphie, paléoclimatologie)*. Cahiers de Paléontologie, Ed. C.N.R.S., Paris.

- 1987, CHALINE J., *Les rongeurs de la grotte Cioarei-Borosteni (Nord de l'Oltenie, Roumanie) et leur signification*. Dacia, N.S. XXXI, 1-2, p. 131-134, Bucarest.
- 1943, GAAL I., *Ujabb ember - és emlőscsonttöredékek Erdély Moustérijéből (Neuere Menschen - und Säugetierknochen aus dem Moustérien Siebenbürgens)* in Közlzmények, III, 1, p. 1-46, Cluj.
- 1960, HAMAR M., *La position systématique du campagnol des neiges M. (Chionomys) nivialis Mart. 1842 (Mammalia, Rodentia) des Carpates (en russe)*. Trav. Mus. Hist. Nat. «Gr. Antipa», 2: p. 380-391, Bucarest.
- 1963, HAMAR M., *Contributions to the study of the upper Pleistocene-Holocene fauna of small mammals (Chiroptera, Insectivora, Glires)*. Revue de biologie. VIII, n° 2, Bucarest, p. 195-211.
- 1982, HEINRICH W. D., *Zur Evolution und Biostratigraphie von Arvicola (Rodentia, Mammalia im Pleistozän Europas*. Z. Geol. Wiss 10, p. 683-735, Berlin.
- 1990, 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 Arviculids, p. 165-183, Prague.
- 1982, JUNGBERT B., *Repertoriul localităților cu descoperiri paleolitice din Transilvania (III)*, in Acta Musei Napocensis, 19, p. 547-550, Cluj.
- 1984, JURCSAK T., RĂDULESCO C., SAMSON P., *Les mammifères du Würm de Dealul Burzau*. Crisia, XIV, p. 533-558, Oradea.
- 1988, JURCSAK T., KESSLER E., *Evoluția avifaunei pe teritoriul României (III). Filogenie și sistematică*, in Crisia, 18, p. 647-688, Oradea.
- 1985, KESSLER E., *Contribuții noi la studiul avifaunelor cuaternare din România*. Crisia, 15, p. 487, Oradea.
- 1993, KESSLER E., *Prezența galinaceelor (ord. Galliformes, cl. Aves) printre resturile scheletice colectate din situri arheologice de pe teritoriul României*, in Acta Musei Napocensis, 26-30, I/1, p. 207, Cluj.
- 1993, KOLFSCHOTEN van T., ROTH G., *Die mittelpleistozänen Mollusken und Kleinsäuger von Schackenkegel der Osteifel, Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 40, p. 27-74.
- 1957, NICOLĂESCU-PLOPȘOR C. S. et COLLAB., *Șantierul arheologic Cerna-Olt. Studii și cercetări de Istorie Veche*, 6, 1-2, p.130-135, București.
- 1957, NICOLĂESCU-PLOPȘOR C. S. et COLLAB., *Șantierul arheologic Ohaba-Ponor*, in Materiale și cercetări arheologice, 3, p. 42-46, București.
- 1974, PASQUIER L., *Dynamique évolutive d'un sous-genre de Muridae, Apodemus (Sylvae-mus). Etude biométrique des caractères dentaires de populations fossiles et actuelles d'Europe occidentale*, Thèse de Doctorat, 164 p.
- 1989, PĂUNESCU A., *Le Paléolithique et le Mésolithique de Roumanie*. L'Anthropologie, 93, 1, p. 134-140, Paris.
- 1995, PĂUNESCU A.-C., *Précisions sur les Arvicola terrestres (Linnaeus) (Rodentia, Mammalia) du dernier cycle glaciaire de Roumanie*. Theoretical and Applied Karstology, 8, p. 179-180.
- 1998, PĂUNESCU A.-C., *Les micromammifères de la grotte Valea Coacăzei (village de Moești, département de Brașov, Roumanie)*. Cercetări Istorie. Muzeul de Istorie a Moldovei, p. 227-282, Iași.
- PĂUNESCU A.-C., *Sous presse, Les microvertébrés de la grotte Spurcău (ou la grotte De Sus - Nandru, département de Hunedoara, Roumanie)*.
- PĂUNESCU A.-C., *Sous presse, Les microvertébrés de la grotte Gura Cheii Râșnov (département de Brașov, Roumanie): paléontologie et paléoécologie*.

- 1975, RĂDULESCO C., SAMSON P. M., *Présence de Micromammifères dans le Riss du Bassin de Baraolt (Dép. De Braşov)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XIV**, p. 119–123, Bucarest.
- 1977, RĂDULESCO C., SAMSON P. M., *Arvicola (Rodentia, Mammalia) dans le Pléistocène moyen de Roumanie*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XVI**, p. 151–162, Bucarest.
- 1986, RĂDULESCO C., SAMSON P. M., *Les micromammifères du Pléistocène moyen de Gura Dobrogei-4 (Dép. De Constanta, Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XXV**, p. 67–83, Bucarest.
- 1992, RADULESCO C., SAMSON P. *Chronologie et paléoclimatologie de trois grottes des Carpates Orientales (Roumanie) d'après les mammifères*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza» **XXXI**, p. 95–104, Bucarest.
- 1925, ROSKA M., *Rapport préliminaire sur les fouilles archéologiques de l'année 1925*. Dacia **II**, p. 407, 409–411, Bucarest.
- 1933, ROSKA M., *Recherches paléolithiques en Transylvanie en 1927*. Dacia **III–IV**, (1927–1932), p. 12–15, Bucarest.
- 1942, ROSKA M., *Thesaurus Antiquitatum Transilvanicarum (Erdély Régészeti Repertórium)*, **I**, p. 229–231, Cluj.
- 1970, TERZEA E., *La faune de Mammifères quaternaires de la grotte Măgura de Sighisel (Bihor, Roumanie)*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **IX**, p. 201–230, Bucarest.
- 1971, TERZEA E., *Les Micromammifères quaternaires de deux grottes des Carpates roumaines*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **X**, p. 279–300, Bucarest.
- 1972, TERZEA E., *Remarques sur la morphologie dentaire et la répartition de *Microtus nivalis* Martins dans le Pléistocène de Roumanie*. Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», **XI**, p. 271–298, Bucarest.

LES MICROVERTÉBRÉS DE LA GROTTÉ SPURCATĂ (OU LA GROTTÉ DE SUS – NANDRU, DÉPARTEMENT DE HUNEDOARA, ROUMANIE).

ALEXANDRA-CRISTINA PĂUNESCO*

L'étude de la microfaune de la grotte Spurcată (Nandru, Département de Hunedoara, Roumanie) a mis en évidence des associations de microvertébrés en corrélation avec les complexes industriels humains (Moustérien, Gravettien, Post-paléolithique), caractéristiques d'un climat continental. Elle a également mis en évidence la persistance au Pléistocène supérieur, d'une espèce de rongeurs considérée disparue au Pléistocène moyen : *Pliomys lenki*.

Mots-clés: Pléistocène supérieur, stratigraphie, industrie humaine, microvertébrés, *Pliomys lenki*, climat continental.

La grotte est située à la marge ouest-nord-ouest du village de Pestisu Mic, à environ 95 m (en ligne droite) de la grotte Curată et à une altitude absolue de 285 m (Figures 1 et 2).

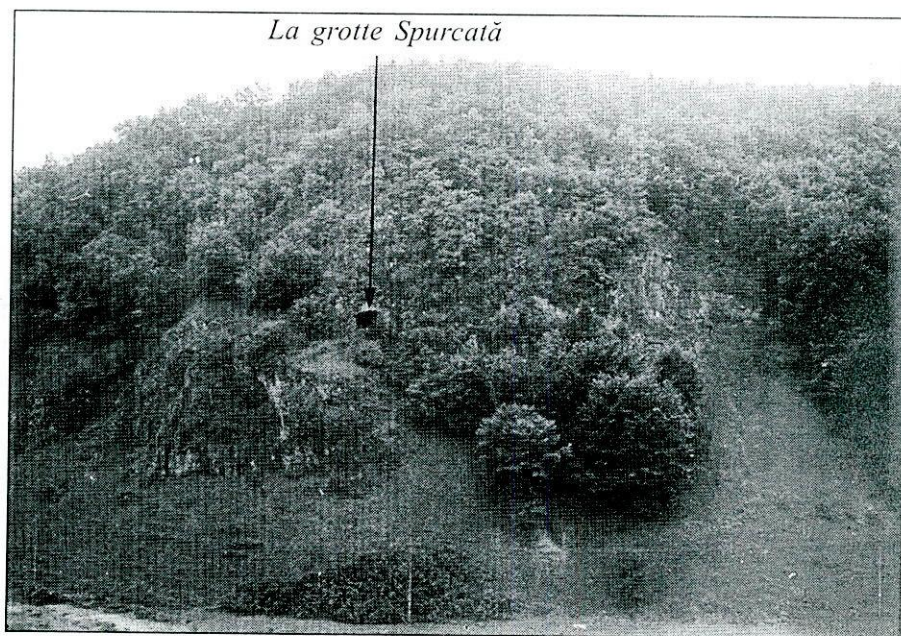


Fig. 1. – Nandru: la grotte Spurcată – vue générale.

* Pour correspondance: UMR 9948 du CNRS, Laboratoire Départemental de Préhistoire du Lazaret, 33 bis bd. Frank Pilatte, 06300 NICE, FRANCE.



Fig. 2. – Nandru: la grotte Spurcată – le profil ouest de la coupe C/1994.

Cette grotte se compose d'une pièce centrale (de 9 m de longueur sur 4,50 m de largeur), dont l'entrée est orientée vers le nord, se prolongeant sur sa gauche par une galerie étroite (d'environ 6×3 m) dont l'ouverture s'est rétrécie avec le temps.

Son numéro de code est 2277/2 (Goran, 1982).

I. HISTORIQUE

D'après les données publiées sur la grotte de Nandru nous ne pouvons pas préciser exactement si Zsofia Torma et G. Téglas ont effectués des fouilles. En 1932, Josif Mallasz, Directeur du Musée Départemental de Hunedoara, a effectué certains sondages dans cette grotte.

En 1955–1956, la grotte a été fouillée par C. S. Nicolaescu-Plopșor et Al. Păunescu (S I = 16 m^2 , S II = 9 m^2 et la coupe A = 2 m^2).

Après une trentaine d'années, Al. Păunescu a repris les fouilles en effectuant deux petits sondages (la coupe B en 1986, de 2 m², et la coupe C en 1994, de 2,30 m²). L'objectif principal de ces fouilles a été de récolter des échantillons de sédiments et d'os qui permettront une datation par C¹⁴, ainsi que de la microfaune (les échantillons ont été prélevés en microstratigraphie, de 10 en 10 cm) provenant de la coupe C (figure 3).

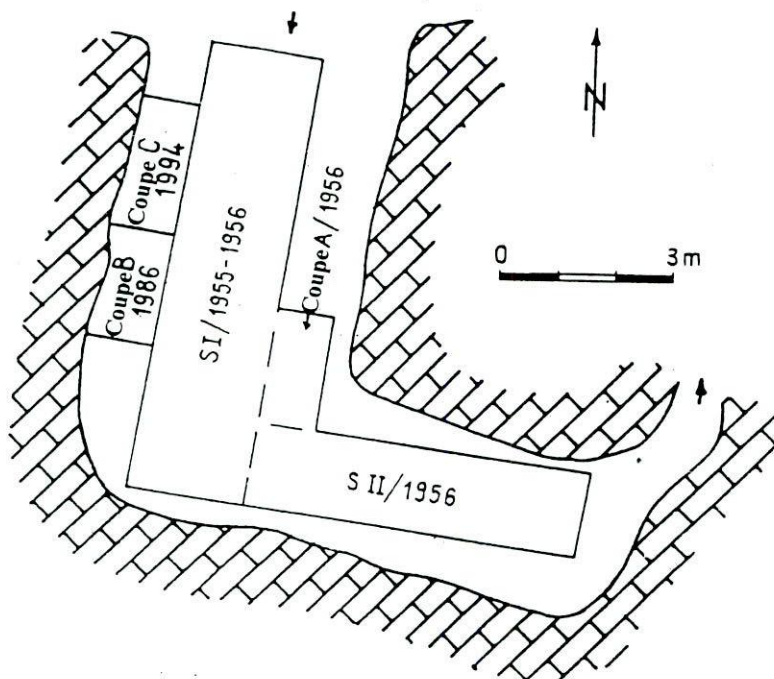


Fig. 3. – La grotte Spurcată – Nandru. Plan général de la grotte avec localisation des coupes.

Il faut mentionner que les fouilles de 1955 de la coupe S I ont été réalisées sur les anciennes fouilles de Mallasz, sur une longueur de 6,62 m (mesurée du plan 0 situé à l'entrée de la grotte). En effet, lors de la première fouille, plusieurs fragments de céramiques néo-éneolithique, Coțofeni, médiévales, ainsi que trois objets lithiques moustériens (une pointe Levallois, un racloir et un éclat) n'ont pas été récupérés.

Mallasz parle de deux bifaces (un en silex et l'autre en quartzite) qu'il a attribués au solutréen. Selon ce chercheur, cinq niveaux d'habitat paléolithiques existaient dans cette grotte: éolithique (du pliocène, représenté par des nandorites), moustérien, aurignacien, solutréen et magdalénien (le dernier étant superposé à l'azilien et attribué à une culture néolithique). Cette «stratigraphie» réalisée par Mallasz a été reçue avec une grande réserve.

II. STRATIGRAPHIE

Selon Păunescu, sur le profil ouest de la coupe C on peut distinguer de la base au sommet les niveaux suivants (figure 4):

1. Substratum calcaire.
2. Niveau stérile d'une épaisseur de 0,03 à 0,27 m, composé par des argiles sableuses brunes à fragments calcaires (taille petite et moyenne).
3. Niveau (I) Moustérien d'une épaisseur de 0,08 à 0,20 m, argiles sableuses (plus sableuses que la précédente), brun-jaunâtre, à nuances grises, et à petits fragments calcaires.
4. Niveau stérile (0,55 à 0,70 m) composé par des argiles sableuses brun foncé riche en fragments calcaires de différentes tailles.

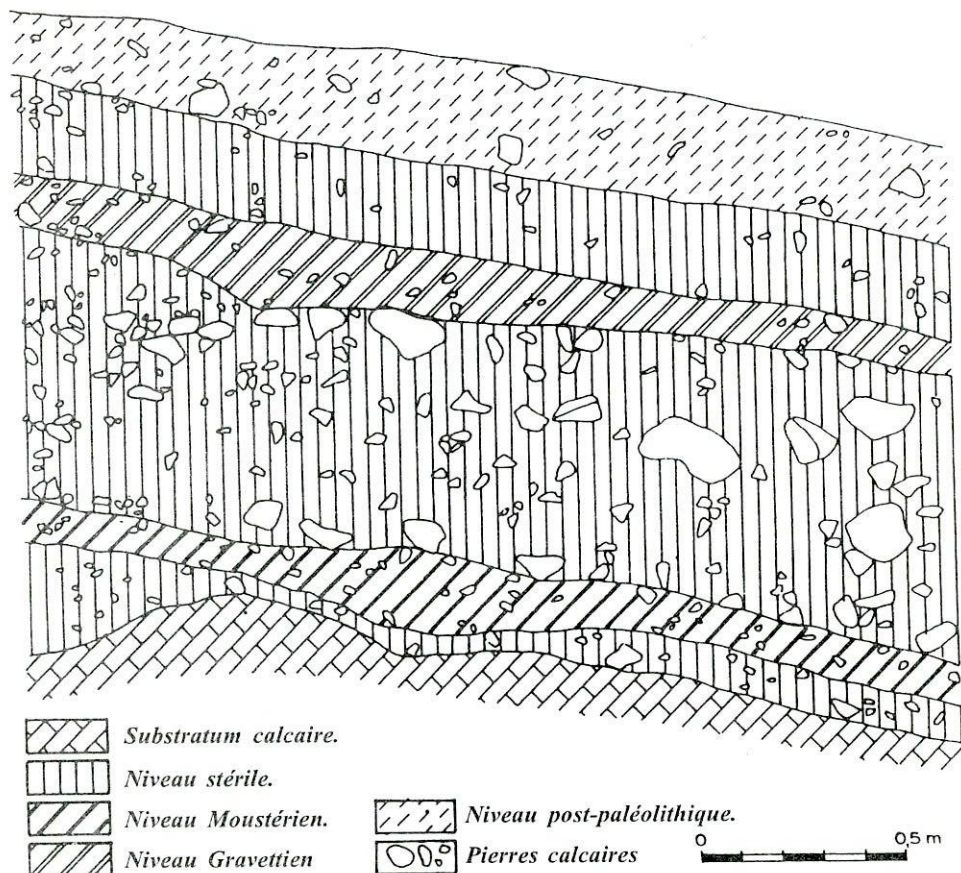


Fig. 4. – La grotte Spurcăță – Nandru. La Coupe ouest C/1994.

5. Niveau (II) Gravettien d'une épaisseur de 0,10–0,20 m, composé par des argiles sableuses brun foncé avec quelques petits fragments calcaires.

6. Niveau stérile (0,20 à 0,25 m) – argiles sableuses brunes à petits fragments calcaires.

7. Niveau post-paléolithique néo-énéolithique et Coțofeni (0,15 à 0,27 m): sol noir rougeâtre à rares fragments calcaires (de taille petite et moyenne).

III. NIVEAUX D'HABITATS

Niveau I – Moustérien. Il a une épaisseur maximum de 0,30 m. Les fouilles de 1955–1956 ont fourni 41 objets lithiques (37 en quartzite et seulement 4 en silex). Du point de vue typologique, on a des pièces denticulées, des racloirs, une pointe Levallois ainsi que des bifaces (trois en quartzite et un en silex). Comme nous avons déjà mentionné, l'un de ces bifaces a été découvert par Mallasz.

Le matériel lithique est très pauvre, mais selon Păunescu, il doit appartenir à un faciès moustérien caractéristique aux grottes des Carpates: forme régionale de Charentien, comme il a été trouvé dans la grotte Curată (Nandru), Bordu Mare (Ohaba Ponor), Liliacilor (Moeciu) etc.

Sur le bord sud de la coupe C, sur une surface de 0,20 sur 0,30 m² des petits morceaux de charbons de bois ainsi que des esquilles ont été découverts.

Niveau II - Gravettien. D'une épaisseur maximum de 0,20 m, il a été trouvé seulement du côté ouest de la grotte (la moitié de la coupe B et sur toute la coupe C). Nous ne pouvons pas savoir si ce niveau existait aussi dans les carrés 1 et 2 de la coupe S I car ceux-ci ont été détruits pendant les fouilles de Mallasz.

Dans la partie sud de la coupe C, à une profondeur de 0,40 et 0,50 (0,60) m et sur une surface de 0,30 sur 0,40 m ont été découverts des petits morceaux de charbons de bois et des esquilles, certaines plus ou moins brûlées.

Le matériel lithique consiste en quatre pièces en silex (deux lames fragmentées sans retouches et deux grattoirs simples sur lamelles, dont un calciné), qui, du point de vue typologique, peuvent être attribués au Gravettien (Păunescu, 1970).

IV. DATATION PAR C¹⁴

On donne comme valeur indicative les résultats obtenus d'après la datation par C¹⁴.

Le niveau I (Moustérien) a été daté à 30 000⁺¹⁹⁰⁰ – 1500 BP (Gr N – 14622).

Le niveau II (Gravettien) a été daté à $20\,770^{+930}_{-830}$ BP (Gr. A - 4386).

Selon Al. Păunescu, le niveau I correspond à un habitat moustérien tardif et le niveau II, à un Gravettien oriental précoce de la Transylvanie.

V. LA FAUNE

Le matériel faunique recueilli dans cette grotte est peu abondant. La liste faunique établie par Alexandra Bolomey (1957) est la suivante:

- Niveau 6 (stérile): *Ursus spelaeus*
Canis lupus fossilis
- Niveau 5 (Moustérien): *Ursus spelaeus*
Equus caballus fossilis
Canis lupus fossilis
Aves
- Niveau 4 (stérile): *Ursus spelaeus*
Hyaena spelaea
Canis lupus fossilis
- Niveau 3 (Gravettien): *Ursus spelaeus*
Equus caballus fossilis
- Niveau 2 (stérile): *Ursus spelaeus*
Canis lupus fossilis
Vulpes vulpes

VI. LES MICROVERTÉBRÉS

La grotte Spurcată a livré un nombre de restes peu abondant et parfois fragmentés.

La répartition des microvertébrés (d'après le N.M.I.) selon la profondeur (en m) est donnée dans le tableau 1.

Classe des Mammifères. *Ordre des Rongeurs*

Microtus gregalis Pallas, 1778.

Matériel: 5M₁ (seulement une M₁ mesurable).

Sur trois molaires nous constatons l'absence de A8, caractère qui peut rattacher ces individus au morphotype « gregaloïde ». Par contre, sur les deux

Tableau 1

Répartition des restes de microvertébrés dans la grotte Spurcă (les nombres correspondent aux nombres minimum d'individus – N.M.I.), selon la profondeur (en m), de la coupe C.

PROFONDEUR (en m)	ESPÈCES												
	RONGEURS										LAGO- MOR- PHES	INSECT- VORES	CHI- ROP- THERES
0,00-0,10	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	1	1										
0,10-0,20	<i>Terricola sp.</i>	2	1	1								1	1
0,20-0,30												3	
0,30-0,40	1		1	1	1								
0,40-0,50	1												
0,50-0,60	1		1	2	2	2		1		1			
0,60-0,70	5		2	1	1	1					1	1	
0,70-0,80	3		1	1		2				1			
0,80-0,90	4				1		1						1
0,90-1,00	1		1			1						1	
1,00-1,10	4			1				1	1			1	
1,10-1,20				1									
1,20-1,30						2				1			
1,30-1,40					1								

autres molaire, le A8 est présent, ce qui les rapproche du morphotype «gregalo-arvaloïde» (figure 5).

La M_1 a une longueur de 2,61 mm et une largeur de 1,02 mm.

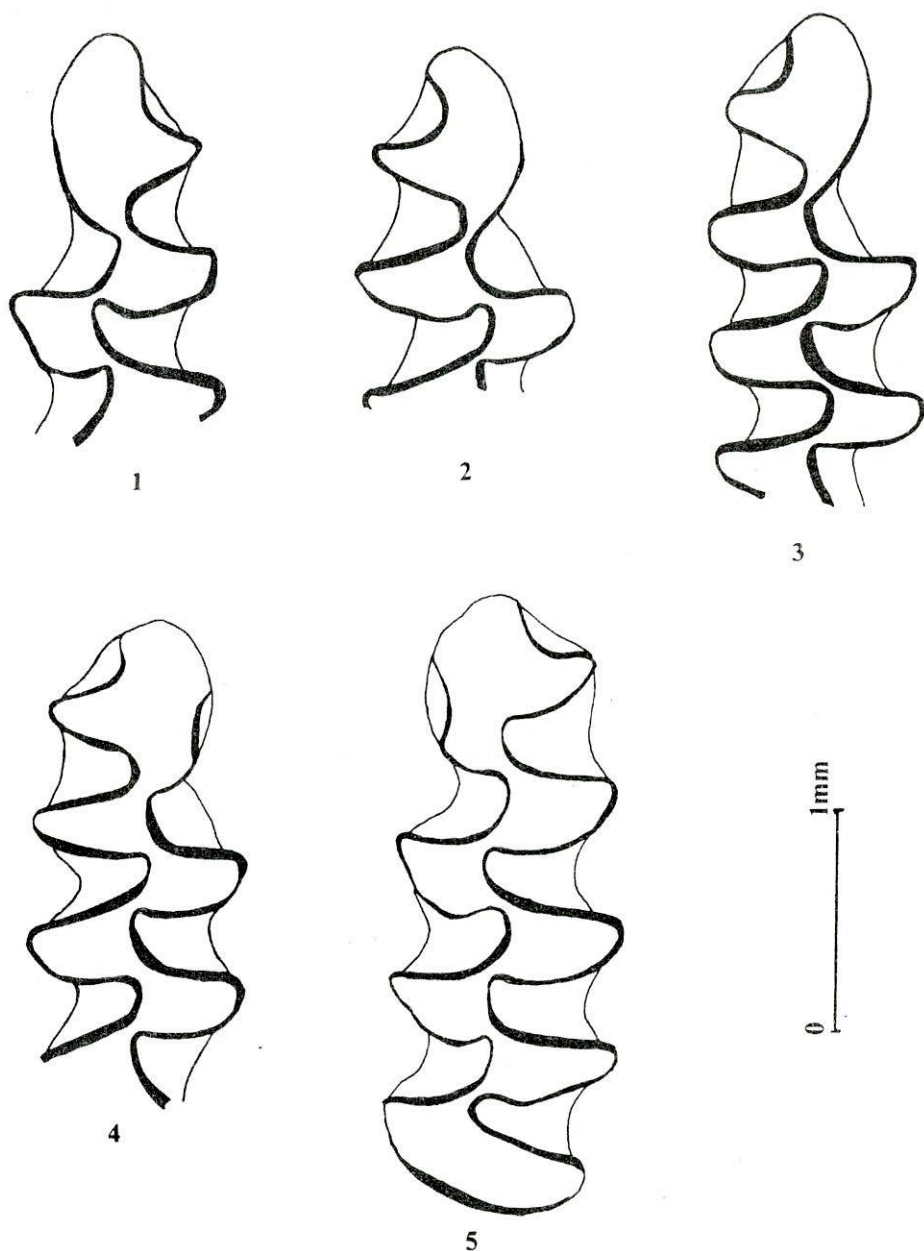


Fig. 5. — *Microtus gregalis*: 1,5. M_1 G; 2-4. M_1 D.

Terricola sp.

Matériel: 3M₁ (dont une M₁ mesurable).

La M₁ présente une longueur de 2,61 mm et une largeur de 0,99 mm. Selon sa morphologie et ses dimensions, elle rentre dans les limites de variabilité du *Terricola cf. subterraneus* (figure 6).

Arvicola terrestris Linnaeus, 1758.

Matériel: 3M₁, M₂, 3M², M¹.

Seule une première molaire inférieure présente le complexe antérieur entier; ce dernier étant formé de deux triangles T6 et T7 alternes et d'une boucle antérieure arrondie (figure 7).

La présence de dents fragmentées, ne nous permet pas de mesurer leur longueur.

L'émail est plus épais sur les bords antérieurs des triangles que sur les bords postérieurs. L'indice d'épaisseur de l'émail («Schmelzband-Differenzierungs-Quotienten») est calculé à partir des mesures prises sur toutes les dents disponibles (tableau 2).

Tableau 2

Valeurs de SDQ d'*Arvicola* de certains sites d'Europe.

	SITE	SDQ
PLEISTOCENE SUPERIEUR	Grotte Spurcată (niv. gravettien) *	82,65
	Euerwanger Bühl H **	83,03
	Dealul Burzău *	84,65
	Baia de Fier *	88,50
	Krockstein/Rübeland **	89,08
	Kemathenhöhle **	89,23
	Istalloskö *	89,54
	Dzerava Skala **	92,04
	Baia de Fier *	94,60
	Grotte Spurcată (niv. moustérien) *	95,20
	Subaliuk *	96,43
	Roter Berg/Saalfeld **	97,25
	Burgtonna 2 **	98,44
	Arma del Manie ***	99,84

* Păunescu A-C., 1995; ** Kolfshoten T. van, 1990; *** Abbassi M. & Desclaux E., 1996.

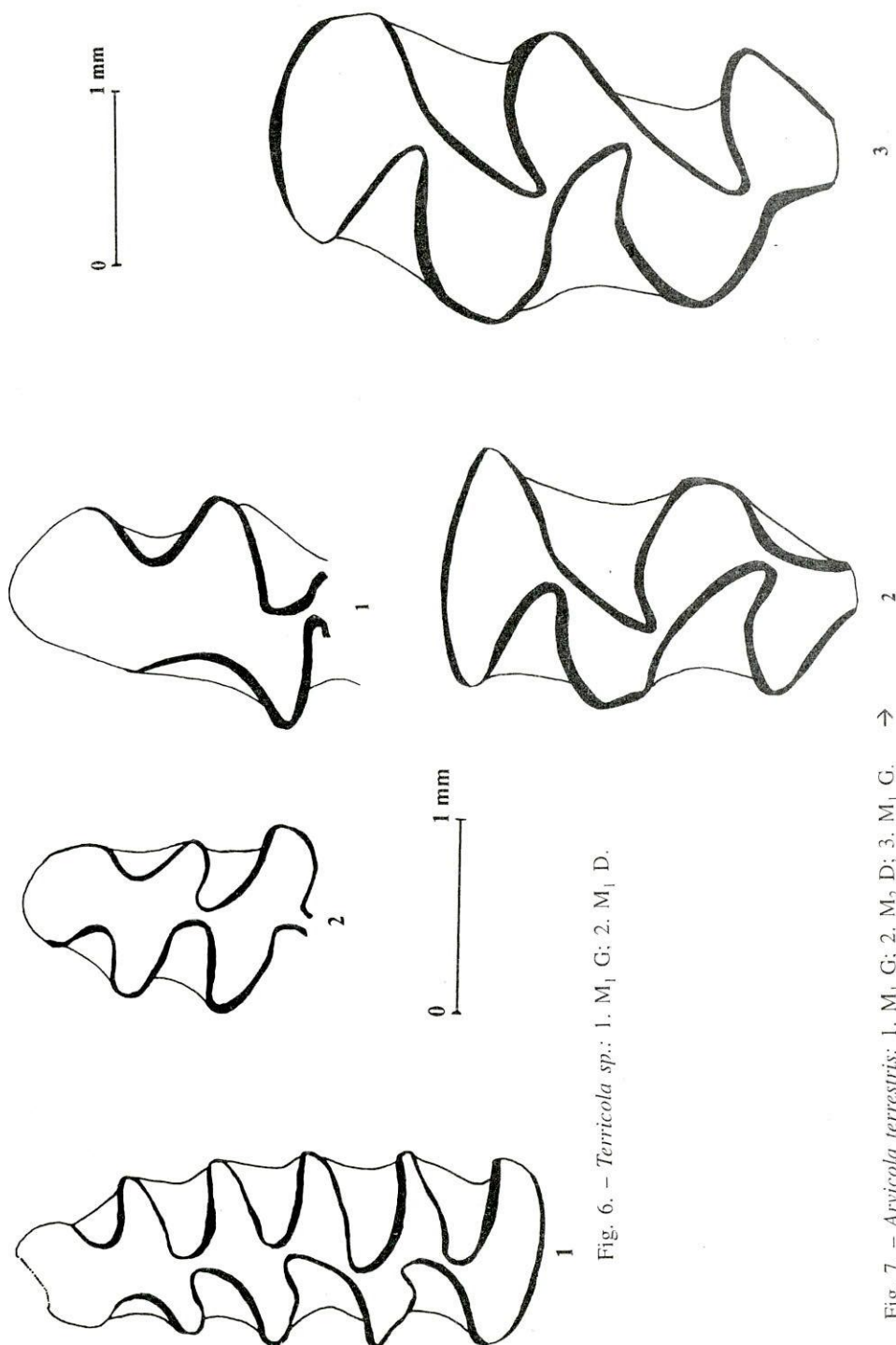


Fig. 6. – *Terricola* sp.: 1. M₁ G; 2. M₂ D; 3. M₁ D.

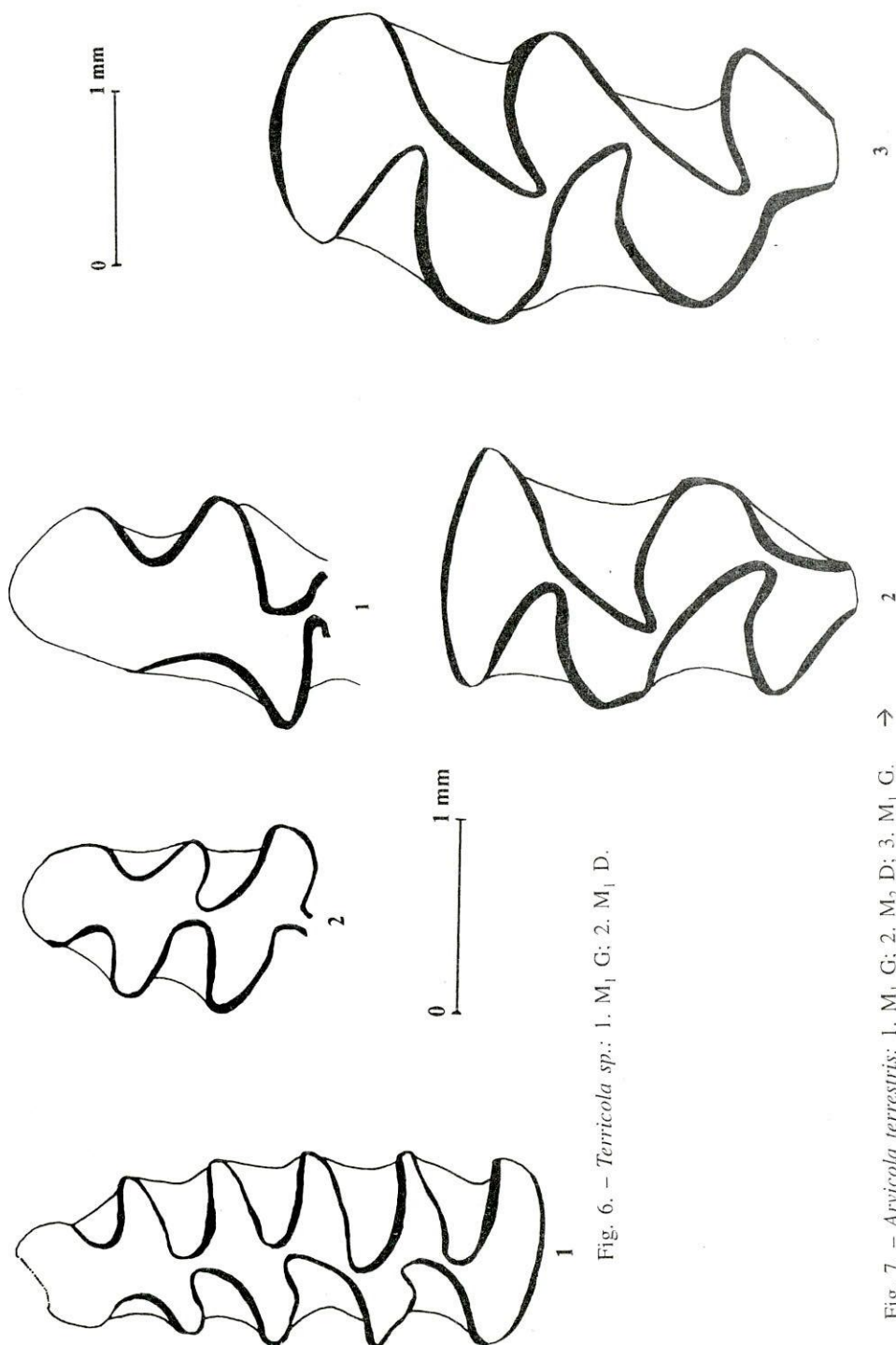


Fig. 7. – *Arvicola terrestris*: 1. M₁ G; 2. M₂ D; 3. M₁ G. →

Le nombre très faibles de molaires recommande de prendre ces résultats avec la plus grande précaution. L'indice calculé est de 95,20 pour le niveau moustérien et de 82,65 pour le niveau gravettien. Ces valeurs sont caractéristiques des populations d'*Arvicola terrestris* du Pléistocène supérieur (Heinrich, 1990).

La valeur du SDQ du niveau moustérien se situe entre celle de Baia de Fier – Roumanie (Würm inférieur, SDQ = 94,60) (Păunescu, 1995) et celle du Subaliuk – Hongrie (SDQ = 96,43). L'indice du niveau gravettien est proche de celui de Euerwanger Bühl – Allemagne (datée à 26500 B.P.; SDQ = 83,03), et de Dealul Burzău – Roumanie (SDQ = 84,65) (Păunescu, 1995).

***Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780**

Matériel: M_1 , $3M_2$, M_3 , M^1 , $3M^2$.

La présence d'un fragment de M_1 ne nous permet pas de réaliser une étude morphologique et métrique (figure 8).

***Pliomys lenki* Heller, 1930**

Matériel: $2M_1$, $2M_2$, $3M^2$, M^3 .

Cette espèce a été citée en Transylvanie dans des associations plus anciennes: Betfia-V (la deuxième moitié du Günz), Grotte des Ours (la première moitié de l'interglaciaire Günz-Mindel), Betfia-VII (phase contemporaine du Cromerien) (Terzea, 1983).

La présence de cette espèce dans la grotte Spurcată, prouve qu'elle a persisté dans les Carpates aussi au Pléistocène supérieur, vers 30.000 ans.

Chaline (1975), Chaline & Marquet (1976) ont également souligné que *Pliomys lenki* subsiste à l'état de relique en Espagne et en France (à l'abri Vaufrey, associé à une industrie moustérienne) jusque dans le Würm ancien.

Nous avons identifié seulement deux premières molaires inférieures fragmentées (figures 9 et 10); c'est la raison pour laquelle nous ne pouvons pas détailler leur étude.

Selon le degré de développement des racines (méthode de von Koenigswald, 1975) l'une des deux molaires (figure 9) rentre dans le groupe d'âge D, tandis que l'autre appartient au groupe d'âge E.

La morphologie du complexe antérieur de ces deux molaires est différente. Une M_1 présente le C.A. d'une forme «arvaloïde» (figure 9), tandis que chez l'autre M_1 , le T6 est isolé, en lui conférant un aspect «agrestoïde» (figure 10.1).

Le ciment est toujours absent dans les angles rentrants.

***Microtus arvalis* Pallas, 1779/*Microtus agrestis* Linnaeus, 1766**

Matériel: $33M_1$ (dont $13M_1$ mesurables), $10M^2$.

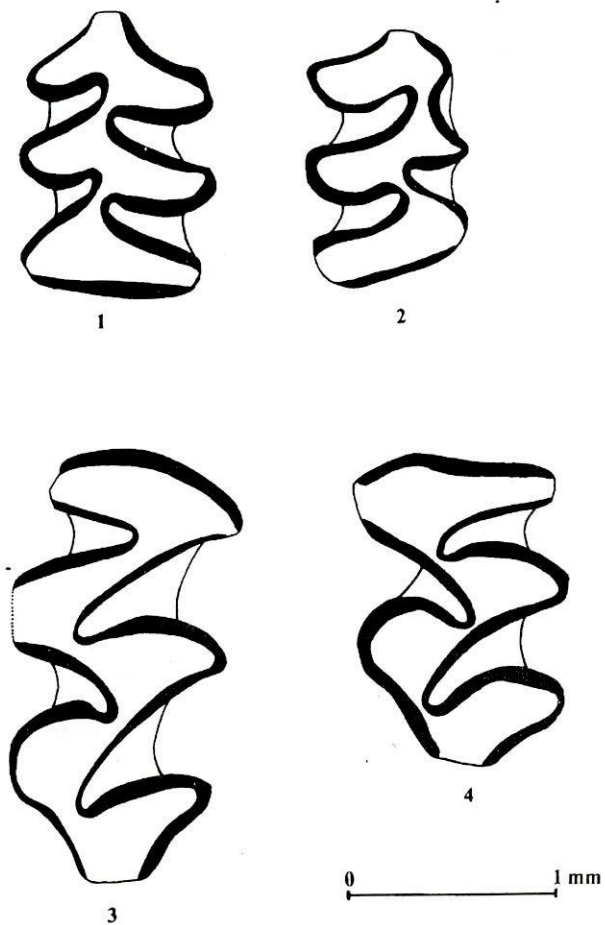


Fig. 8. - *Clethrionomys glareolus*: 1. M_2 G; 2. M_3 D; 3. M_1 G; M_2 G.

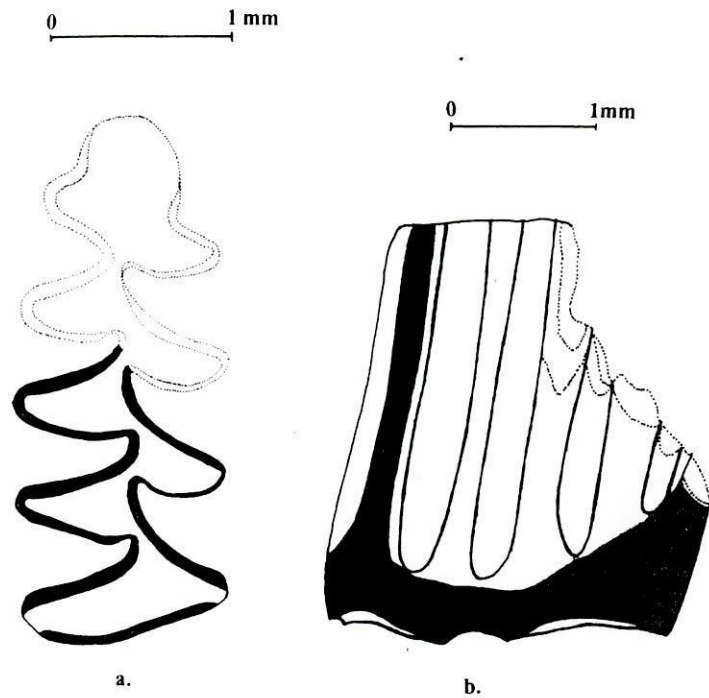


Fig. 9. - *Pliomys lenki*: M_1 D. a. Vue occlusale; b. Vue latérale.

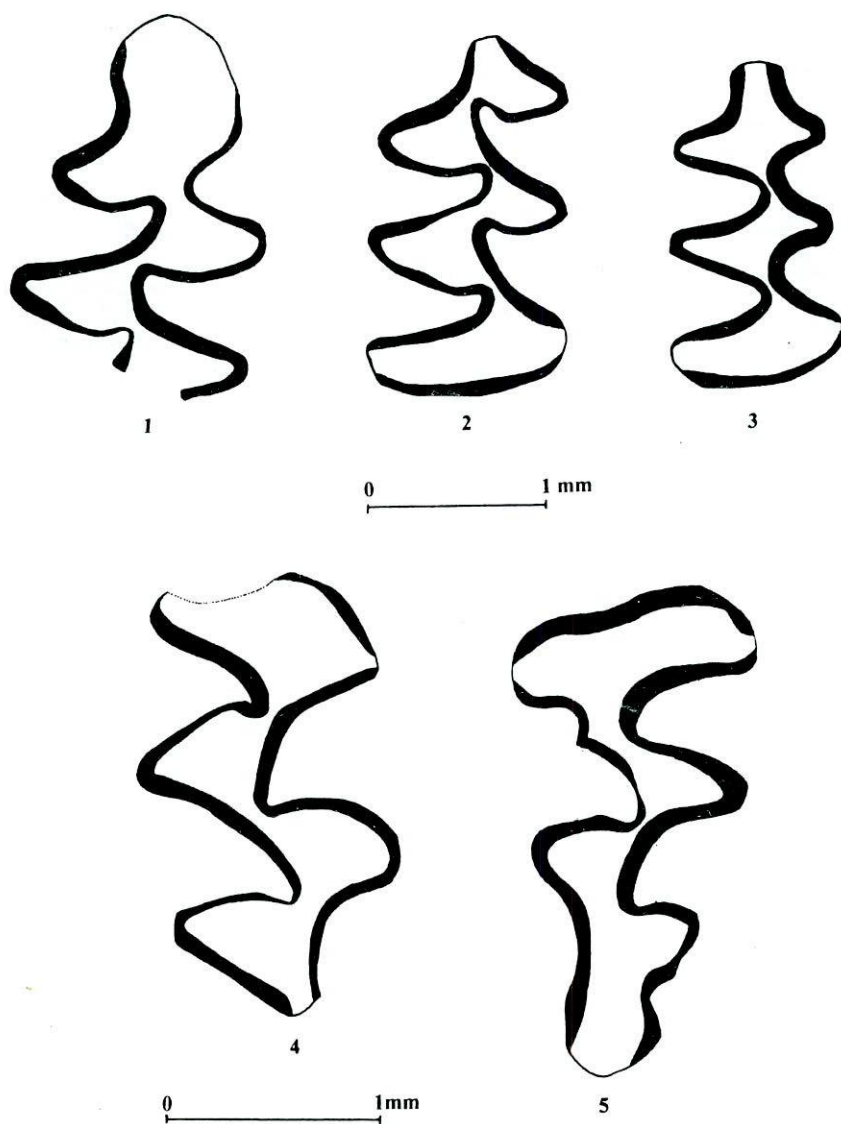


Fig. 10. – *Pliomys lenki*: 1. M_1 D; 2. M_2 D; 3. M_3 D; 4. M^2 D; 5. M^3 D.

Du point de vue morphologique, les M_1 présentent une variabilité qui se traduit surtout par la forme du complexe antérieur (C.A.) et la dissymétrie des deux côtes: interne et externe de la dent. Le C.A. présente des triangles T6 et T7 souvent alternes et une boucle antérieure arrondie à col assez large (figure 11). La dissymétrie entre les triangles internes et externes, exprimée par le rapport entre la largeur du T4 et celle du T5 (Nadachovski, 1984), n'est pas assez prononcée ($XIT4/IT5 = 0,77$).

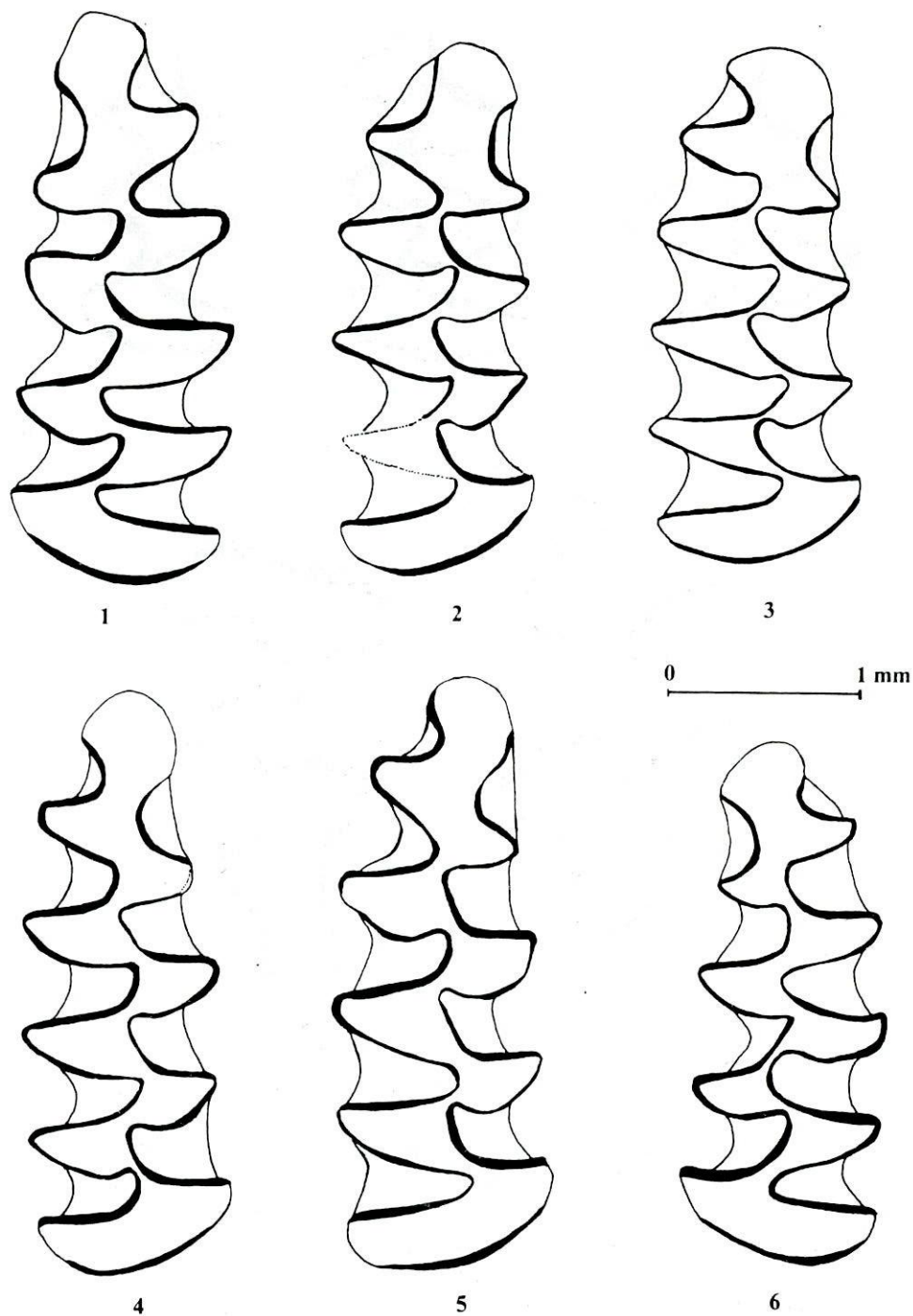


Fig. 11. - *Microtus arvalis*: 1, 6. M₁ G; 2-5. M₁ D.

Les dimensions des ces molaires sont données dans le tableau 3.

Tableau 3

Longueurs des M_1 de *Microtus arvalis* (*) et *Microtus agrestis* (**) de certains sites de Roumanie. Abréviations: N = nombre d'individus, Min-Max = valeurs minimales et maximales, X = moyenne.

Site	N	Min-Max	X	Ecart-type
Grotte Spurcă – Nandru*	13	2,48–2,93	2,70	0,1342
Grotte Bordu-Mare – Ohaba-Ponor (Păunescu & Abbassi, sous presse)*	28	2,27–2,93	2,69	0,1535
Rece (actuel) (Păunescu)*	30	2,39–2,87	2,69	0,1566
Dealul Burzău (Jursak et al., 1984)*	53	2,4–3,08	2,72	
Grotte Hoților (Hamar, 1963)*	25	2,4–2,9	2,7	
Grotte Clemente (Holocen) (Terzea, 1979)*	3	2,65–2,75	2,72	
Dealul Burzău (Jursak et al., 1984)**	21	2,80–3,28	3,02	
Harghita Călimani (actuel) (Hamar, 1963)**	10	2,7–3,2	3,0	

La moyenne de la longueur des M_1 de la grotte Spurcă se rapproche de celle des populations de *Microtus arvalis* de la grotte Hoților (Hamar, 1963), Clemente (Terzea, 1979) et Bordu Mare (Păunescu & Abbassi, sous presse), ainsi que des populations de Dealul Burzău (Jursak et al., 1984) et actuelle de Rece – Harghita (Păunescu). La différence entre les moyennes de longueur des M_1 est hautement significative entre les populations de *M. agrestis* de Călimani (Hamar, 1963) et de Dealul Burzău (Jursak et al., 1984).

Ces caractères morphologiques et métriques nous ont permis d'attribuer la population de la grotte Spurcă à *Microtus arvalis*.

Il est important de mentionner qu'un nombre de $10M^2$ présente un petit angle saillant postéro-interne supplémentaire plus ou moins développé. Les dimensions de ces molaires sont données dans le tableau 4. Selon la morphologie

Tableau 4

Longueurs des M^2 de *Microtus agrestis* de Dealul Burzău et de *Microtus agrestis*? de la grotte Spurcă. * Jursak et al., 1984.

Site	N	Min-Max	X	Ecart-type
Grotte Spurcă	10	1,58–1,69	1,68	0,0635
Dealul Burzău (Würm)*	6	1,55–1,90	1,69	

et la longueur, ces dents peuvent être attribuées à *Microtus agrestis* (figure 12). Cette affirmation doit être reçue avec beaucoup de réserve et une étude détaillée de plusieurs populations fossiles et actuelles s'impose.

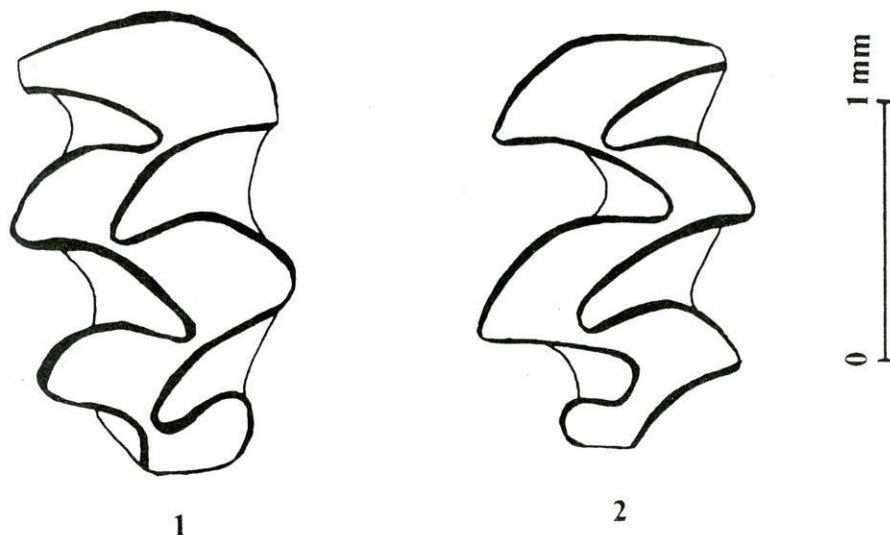


Fig. 12. – *Microtus agrestis*?: 1. M² D; 2. M² G.

Apodemus cf. sylvaticus Linnaeus, 1758

Matériel: une M¹.

Ses dimensions sont: 1,81 mm pour la longueur et 1,20 mm pour la largeur.

Sa morphologie et sa petite taille se rapprochent de celles d'*Apodemus sylvaticus* (figure 13). L'absence des autres molaires, surtout de M₂ et M² ne nous permet pas de tirer une conclusion concernant l'appartenance à *Apodemus sylvaticus* ou *A. flavicollis* (Pasquier, 1974).

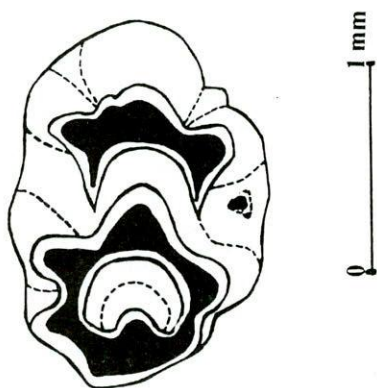


Fig. 13. – *Apodemus cf. sylvaticus*: M¹ D.

Cricetus cricetus Linnaeus, 1758

Matériel: 2M₂, M¹.

Les trois molaires recueillies sont fragmentées. D'après leur grande taille et leur morphologie, elles peuvent être rattachées à *Cricetus cricetus* de la grotte Bordu Mare (Păunescu & Abbassi, sous presse).

Cricetulus migratorius Pallas, 1773

Matériel: un fragment de M¹.

Ce fragment de molaire peut être attribué, selon sa morphologie et ses dimensions relatives à *Cricetulus migratorius*.

Glis glis Linnaeus, 1766

Matériel: une M₂.

Sa morphologie ne diffère pas de celle de *Glis glis*.

Sicista cf. subtilis Pallas, 1773

Matériel: une M².

Ses dimensions sont: 1,02 mm pour la longueur et 1,01 mm pour la largeur. A partir d'une seule dent, il est difficile de préciser l'appartenance spécifique, mais pour ses similitudes avec *S. subtilis*, on adopte la dénomination de *Sicista cf. subtilis*.

Citellus sp.

Matériel: deux fragments de molaires supérieures.

D'après l'état de ces fragments, il n'est pas possible de les déterminer spécifiquement.

Ordre des Lagomorphes

Ochotona pusilla Pallas, 1769

Matériel: une M₂.

Ordre des Insectivores.

Famille des Soricidae

Sorex minutus Linnaeus, 1766

Matériel: P₄M₁ D et M₁₋₂ G.

Crocidura leucodon Hermann, 1780

Matériel: 2M₂₋₃ D, 2M₂₋₃ G, P₃M₁₋₂ D, P₃M₁ G, 2M₁ D.

Classe des Poissons

Les restes de poissons sont constitués par des vertèbres ($N = 14$), et localisés entre 1,30 et 0,30 m de profondeur.

Classes des Amphibiens et des Reptiles

Les Amphibiens et les Reptiles ont été déterminés par Salvador Bailon.

La liste des restes est présentée dans le tableau 5; il s'agit surtout de *Rana sp.*, *Bufo sp.*, *Pelodites sp.*, *Triturus sp.*, *Vipera sp.*. Cependant, d'autres Anoures et d'autres serpents n'ont pu être déterminés.

VII. PALÉOÉCOLOGIE

Des auteurs français (Chaline, 1975; Marquet, 1989; Desclaux, 1992) ont regroupé les différentes espèces de rongeurs dans des catégories climato-écologiques. En utilisant ces modèles, on peut attribuer les espèces trouvées dans la grotte Spurcău aux catégories suivantes:

I. Espèces des steppes continentales: **a.** *Crociodura leucodon*, *Ochotona pusilla*; *Cricetus cricetus*, *Cricetulus migratorius*, *Citellus major*;

b. Espèces des steppes continentales très arides: *Microtus gregalis*, *Sicista cf. subtilis*.

II. Espèces des espaces découverts peu arides: *Microtus arvalis*, *Pliomys lenki*.

III. Espèces de prairies et d'espaces humides: *Terricola sp.*

IV. Espèces des espaces humides et forestiers: *Microtus agrestis*.

V. Espèces des forêts tempérées: *Apodemus cf. sylvaticus*, *Clethrionomys glareolus*, *Glis glis*, *Sorex minutus*.

VI. Espèce de bordure d'eau: *Arvicola terrestris*.

Les associations qu'on retrouve dans la grotte Spurcău, sont, de la base au sommet:

Profondeur 1,30–1,10 m (niveau stérile): Niveau caractérisé par la présence de l'espèce d'espace découvert peu aride: *Pliomys lenki* et de l'espèce de steppe continentale très aride: *Sicista cf. subtilis*. Le seul élément forestier est *Clethrionomys glareolus*.

Profondeur 1,10–0,90 m (niveau Moustérien): On note la présence des espèces de paysages découverts: *Microtus arvalis*, *Pliomys lenki*; des espèces de steppes: *Cricetus cricetus*, *Citellus sp.*, *Crociodura leucodon* et un seul

Tableau 5

Liste des restes des amphibiens et des reptiles de la grotte Spurcă

PROFONDEUR (en m)	GROUPE	TYPE
0,00–0,10	Anoure indéterminable	Frgm. pterigoïde
	<i>Rana sp.</i>	Frgm. maxillaire, scapula droite
	cf. <i>Podarcis sp.</i>	Vertèbre, frgm. dentaire droit
0,10–0,20	<i>Rana sp.</i>	Scapula
	Anoure indéterminable	3 Phalanges, 2 radius-ulna, urostyle
0,20–0,30	—	—
0,30–0,40	<i>Triturus sp.</i>	Frgm. humérus
	<i>Vipera sp.</i>	Frgm. vertèbre
0,40–0,50	<i>Rana sp.</i>	Frgm. maxillaire
	Serpent indéterminable	Frgm. corps vertébral
0,50–0,60	<i>Rana sp.</i>	Urostyle
	Anoure indéterminable	Frgm. urostyle, tibio-fibula, radius-ulna
	Serpent indéterminable	4 Frgm. corps vertébraux
0,60–0,70	Anoure indéterminable	3 Phalanges
	<i>Triturus sp.</i>	Vertèbre
	<i>Natrix sp.</i>	Vertèbre
	<i>Vipera sp.</i>	Vertèbre
	Serpent indéterminable	4 Frgm. corps vertébraux
0,70–0,80	Anoure indéterminable	Phalange, frgm. corps vertébral
	cf. <i>Podarcis</i>	Femour
	Serpent indéterminable	Côte
0,80–0,90	<i>Pelodytes sp.</i>	Humerus droit
	<i>Rana sp.</i>	Frgm. urostyle, frgm. angulaire, 2 frgm. dentaires
	<i>Bufo sp.</i>	Frgm. coracoïde
	<i>Vipera sp.</i>	Vertèbre, 6 corps vertébraux
	Serpent indéterminable	Frgm. côte, frgm. corps vertébrale, frgm. arc neural, frgm. corps vertébrale
0,90–1,00	<i>Rana sp.</i>	Scapula gauche, frgm. maxillaire gauche
	<i>Vipera sp.</i>	Frgm. corps vertébral
1,00–1,10	<i>Rana sp.</i>	Frgm. maxillaire
	<i>Bufo sp.</i>	Frgm. coracoïde
	Anoure indéterminable	Phalange, frgm. corps vertébral
	<i>Viperasp.</i>	Corps vertébral
1,10–1,20	<i>Rana sp.</i>	Frgm. urostyle
	Anoure indéterminable	Phalange, corps vertébral
	Serpent indéterminable	Corps vertébral
1,20–1,30	Anoure indéterminable	Frgm. clavicul, frgm. phalange

élément forestier: *Clethrionomys glareolus*. *Arvicola terrestris*, espèce liée à la présence de cours d'eau, fait son apparition.

Profondeur 0,90–0,50 m (niveau stérile): Deux types d'associations peuvent être distingués: le premier, représenté par des espèces de paysages découverts et de steppes continentales: *Microtus arvalis*, *Pliomys lenki*, *Cricetus cricetus*, *Cricetulus migratorius*, *Citellus sp.*, *Microtus gregalis*, *Ochotona pusilla*, *Crocidura leucodon*, et le deuxième correspond aux espèces des forêts et d'espaces humides: *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus cf. sylvaticus*, *Glis glis*, *Sorex minutus*, *Arvicola* est toujours présent.

Profondeur 0,50–0,30 m (niveau Gravettien): Les espèces des grandes étendues découvertes sont dominantes: *Microtus arvalis* et *Microtus gregalis*. Le seul élément forestier retrouvé est *Clethrionomys glareolus*. *Arvicola terrestris* est présent.

Profondeur 0,30–0,20 m (niveau stérile): lacune de microfaune.

Profondeur 0,20–0,00 m (niveau post-paléolithique): On constate la présence des formes de prairies (*Terricola sp.*), d'espaces découverts (*Microtus arvalis*), de steppes (*Crocidura leucodon*) et forestières (*Sorex minutus*). *Arvicola terrestris* est toujours présent dans l'association.

A partir de la succession de ces différentes associations constatées en fonction des niveaux étudiés, on peut parler de l'existence de deux phases climatiques importantes:

– Phase 1 (1,30–0,30 m): caractérisée par un climat continental avec des périodes plus ou moins contrastées, mais sans doute plus froid que l'actuel. Le paysage était probablement constitué de grands espaces découverts, avec de bosquets en bordure des cours d'eau et dans des zones abritées.

– Phase 2 (0,20–0,00 m): correspond à un climat tempéré, plus humide et plus proche de l'actuel. Le paysage, plutôt boisé, mais aussi avec des surfaces découvertes, ressemble à ce que l'on trouve aujourd'hui dans la région.

Approche écologique

Cette reconstitution est en parfait accord avec les données concernant les herbivores. Selon Prat (1968), le cheval occupait «les vastes espaces découverts: prairies ou steppes» qui correspondent à un climat plutôt continental. Bien que ce fait puisse résulter d'une chasse sélective, rien n'empêche également que *Equus caballus fossilis* se trouvait en abondance dans ce paysage.

La plupart des rongeurs et d'insectivores découverts dans la grotte Spurcată (75%) est adaptée à un paysage découvert, steppique et à un climat continental plus ou moins contrasté. Le niveau stérile, d'une épaisseur moyenne

de 0,60 m, séparant les deux séquences culturelles (le Moustérien et le Gravettien), renferme certains éléments forestiers qu'on ne retrouve pas dans les niveaux archéologiques; ainsi pouvons-nous penser à un possible redoux durant cette période.

Malheureusement, en absence des données palynologiques et sédimentologiques nous ne pouvons pas comparer nos résultats.

Conclusion

Notre travail vient d'établir pour la première fois la liste de microvertébrés de la grotte Spurcată et donc la reconstitution de l'environnement dans lequel vivait l'homme de cette époque. En même temps, et pour la première fois en Roumanie, l'on souligne la présence de *Pliomys lenki* dans un site du Pléistocène supérieur (30.000 ans).

REMERCIEMENTS. On remercie le Dr. Alexandru Păunescu de l'Institut d'Archéologie «Vasile Pârvan» de l'Académie Roumaine qui nous a confié l'étude des microvertébrés de cette grotte, ainsi que pour les renseignements stratigraphiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1996 ABBASSI M., DESCLAUX E. *Arvicola Lacepede, 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), 1996, p. 29–37.
- 1975 BARTOLOMEI G., CHALINE J., FEJFAR O., JANOSSY D., JEANNET M., KOENIGSWALD W.v., KOWALSKI K. *Pliomys lenki Heller, 1930 (Rodentia, Mammalia) en Europe*. Acta Zoologica Cracoviensia, **31-VIII, XX**, n° 10, p. 393–468, 28 fig., Krakow.
- 1976 CHALINE J. *Les rongeurs eurasiatiques et africains dans le Paléolithique moyen et supérieur circumméditerranéen*. IX^e Congrès UISSP, 81–96, Nice.
- 1976 CHALINE J., MARQUET J.-C. *Les conséquences stratigraphiques de la persistance en France dans le Würm ancien des rongeurs reliques Pliomys lenki et Allocricetus bursae (Rodentia)*. Note. C.R. Acad. Sc. Paris, **282**, série D-1941.
- 1987 CHALINE J. *Les rongeurs de la grotte Ciorei-Borosteni (Nord de l'Olténie, Roumanie) et leur signification*. Dacia, N.S. **XXXI**, 1–2, p. 131–134, Bucarest.
- 1960 HAMAR M. *La position systématique du campagnol des neiges M. (Chionomys) nivalis Mart. 1842 (Mammalia, Rodentia) des Carpates (en russe)*. Trav. Mus. Hist. Nat. «Gr. Antipa», **2**: p. 380–391, Bucarest.
- 1963 HAMAR M. *Contributions to the study of the upper Pleistocene-Holocene fauna of small mammals (Chiroptera, Insectivora, Glires)*. Revue de biologie. **VIII**, no 2, Bucarest, p. 195–211.
- 1990 HEINRICH W.D. *Some aspects of the Evolution and Biostratigraphy of Arvicola (Mammalia, Rodentia) in the Central European Pleistocene*. In Fejfar & Heinrich W.D. Eds. Internat. Symp.-Evolution, Phylogeny and Biostratigraphy of Arvicolids, p. 165–183, Prague.
- 1982 JUNGBERT B. *Repertoriul localităților cu descoperiri paleolitice din Transilvania (III)*, dans Acta Musei Napocensis, **19**, p. 546–547, Cluj.

- 1984 JURCSAK T., RĂDULESCO C., SAMSON P. *Les mammifères du Würm de Dealul Burzau*. Crisia, **XIV**, p. 533–558, Oradea.
- 1990 KOLFSCHOTEN T. van. *The evolution of the mammal fauna in the Netherlands and the middle Rhine area (western Germany) during the late middle Pleistocene*. Mededelingen rijks geologische dienst, **43-3**, p. 44–54.
- 1933–1934 MALLASZ J. dans Dolgozatok – Travaux de l'Université Fr. Joseph, **9-10**, **1-2**, p. 7–14, Szeged.
- 1985 NADACHOWSKI A. Taxonomic Value of Anteroconid Measurements of M/I in Common and Fields Voles., *Acta Theriologica*, **29**, **10**, p. 123–143, Krakow.
- 1957 NICOLĂESCU-PLOPȘOR C.S., PĂUNESCU AL., BOLOMEY AL. *Șantierul Arheologic Nandru*, Materiale și cercetări arheologice, **3**, p. 35–37, București.
- 1959 NICOLĂESCU-PLOPȘOR C.S., PĂUNESCU AL., BOLOMEY AL. *Raport preliminar asupra cercetărilor paleolitice din 1956, Nandru. II*, Materiale și cercetări arheologice, **5**, p. 26–29, București.
- 1974 PASQUIER L. *Dynamique évolutive d'un sous-genre de Muridae, Apodemus (Sylvaemus). Étude biométrique des caractères dentaires de populations fossiles et actuelles d'Europe occidentale*, Thèse de Doctorat, 164 p.
- 1970 PĂUNESCU AL. *Evoluția uneltelor și armelor de piatră cioplită descoperite pe teritoriul României*, p. 15–16 et 113, București.
- 1989 PĂUNESCU AL. *Le Paléolithique et le Mésolithique de Roumanie*. *L'Anthropologie*, **93**, **1**, p. 134–140, Paris.
- 1995 PĂUNESCU A.-C. *Précision sur les Arvicola terrestres (Linnaeus) (Rodentia, Mammalia) du dernier cycle glaciaire de Roumanie*. *Theoretical and Applied Karstology*, **8**, p. 179–180.
- PĂUNESCU A.-C. & ABBASSI M. *Les microvertébrés de la grotte Bordu Mare (Ohaba-Ponor, Roumanie): paléontologie et paléoécologie* (ce même volume).
- 1968 PRAF F. *Recherches sur les Equidés pléistocènes en France*. Thèse de Doctorat des Sciences Naturelles, no 266. Fac. Sci. de Bordeaux, 4 vol., p. 536.
- 1975 RADULESCO C., SAMSON P.M. *Présence de Micromammifères dans le Riss du Bassin de Baraolt (Dép. De Brasov)*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **XIV**, p. 119–123, Bucarest.
- 1977 RADULESCO C., SAMSON P.M. *Arvicola (Rodentia, Mammalia) dans le Pléistocène moyen de Roumanie*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **XVI**, p. 151–162, Bucarest.
- 1986 RADULESCO C., SAMSON P.M. *Les micromammifères du Pléistocène moyen de Gura Dobrogei – 4 (Dép. De Constanta, Roumanie)*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **XXV**, p. 67–83, Bucarest.
- 1992 RADULESCO C., SAMSON P.M. *Chronologie et paléoclimatologie de trois grottes des Carpates Orientales (Roumanie) d'après les mammifères*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **XXXI**, p. 95–104, Bucarest.
- 1993 RADULESCO C., SAMSON P.M. *Small mammals of the penultimate glacial cycle (Saale/Riss) discovered in two caves from northwestern Oltenia, Romania*, *Theoretical and Applied Karstology*, **5**, p. 203–211, Bucharest.
- 1942 ROSKA M. *Thesaurus Antiquitatum Transsilvanicarum (Erdély Régészeti Repertóriuma)*, **I**, Praehistorica, p. 200, Cluj.
- 1970 TERZEA E. *La faune de Mammifères quaternaires de la grotte Măgura de Sighistel (Bihor, Roumanie)*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **XI**, p. 201–230, Bucarest.
- 1971 TERZEA E. *Les Micromammifères quaternaires de deux grottes des Carpates roumaines*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **X**, p. 279–300, Bucarest.
- 1979 TERZEA E. *Mamiferele cuaternare din unele peșteri și adăposturi sub stâncă din zona Porțile de Fier*. *Speologia*. Grupul de cercetări complexe «Porțile de Fier» – Seria monografică, București, p. 105–141.
- 1983 TERZEA E. *Pliomyx lenki (Heller, 1930) (Rodentia, Mammalia), dans le Pléistocène de Roumanie*. *Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza»*, **XXII**, p. 65–80, Bucarest.
- 1996 TERZEA E. *Biochronology of the Pleistocene deposits at Beteția (Bihor, Romania)*. *Acta zool. Cracov.*, **39** (1), p. 531–540, Kraków.

UN CAS PARTICULIER DE SPÉLÉOGENÈSE

GABRIEL DIACONU

Nous présentons un cas connu d'ailleurs, mais pas interprété comme tel jusqu'à présent, par lequel les éléments du relief négatif d'un paléo-exokarst sont devenus des cavités souterraines susceptibles d'être assimilées au réseau spéléologique actuel.

Goran (1992) définit le modelage karstique comme étant «l'ensemble des actions morphodynamiques réalisées par nécessité ou par hasard, par des processus de karstification proprement dits ou combinés avec d'autres processus de nature chimique, mécanique ou sédimentologique, actions dont l'effet est la transformation de la matière par des développements spatiaux spécifiques», mentionnant en plus que «le caractère spécifique du modelage karstique est fourni [...] par la configuration spatiale résultée – **des formes superficielles négatives et des cavités souterraines**».

Finalement, les «formes superficielles négatives» constituent l'exokarst, représenté par des dolines et des ouvales, tandis que, selon le même auteur, par une cavité karstique «on comprend tout *vide souterrain* résulté suite aux processus karstiques, sans tenir compte de sa forme, de ses dimensions ou de son contenu, qui peut être: gazeux, liquide ou solide», spécifiant que «toutes les cavités karstiques en connexion directe forment *un réseau karstique souterrain*» et que «les grottes et les avens ne sont que les portions accessibles à l'homme, d'un réseau karstique», tandis que «l'ensemble des cavités explorées d'une unité karstique s'appelle *le réseau spéléologique de cette unité*».

Il a y quelques aspects que nous considérons très importants pour notre étude.

Avant tout, nous faisons référence au fait que, d'un côté, dans la définition d'une cavité karstique on ne tient pas compte de son contenu, qui peut être gazeux, liquide ou solide, et de l'autre, au fait que les grottes et les avens sont uniquement des cavités qui, par leur dimensions, sont accessibles à l'homme, étant incluses dans le patrimoine spéléologique seulement après leur exploration.

Ces affirmations, correctes d'ailleurs, nous conduisent au raisonnement suivant:

Si la pénétration d'un homme dans une cavité karstique à contenu gazeux ou bien liquide ne soulève aucun problème, l'homme disloquant, au fond, un

volume de gaz, respectivement de liquide égal au volume de son corps et, éventuellement, du matériel qu'il porte sur lui, ce n'est pas la même chose, nous pouvons le dire, lorsque la cavité est colmatée d'un matériel solide.

Pour qu'il puisse pénétrer dans une cavité colmatée, l'homme sera obligé tout d'abord à écarter le matériel solide par excavation.

Évidemment, quand la cavité se trouve dans la zone hydrologique non-saturée, par excavation il y aura aussi substitution instantanée du matériel solide par celui gazeux (l'air atmosphérique). En fonction de l'hydrologie du massif karstique et notamment lorsque la cavité est localisée à la limite entre la zone non-saturée et la zone noyée, l'espace peut également être occupé, en partie ou en totalité, par le matériel liquide, plus précisément, par l'eau de l'aquifère. (Pour les zones hydrogéologiques d'un massif karstique, voir Mangin, 1975).

Nous pouvons donc affirmer qu'une telle cavité, modelée et puis colmatée par voie naturelle (exokarstique) dans une période géologique antérieure, couverte ultérieurement d'une nouvelle tranche de calcaires (conséquence d'une transgression supportée par la zone karstique dans la période géologique suivante) et puis dégagée du matériel solide, peut être considérée, sans aucun doute, une grotte (ou un aven).

Il y a de nombreux exemples pour de telles situations, mais nous nous arrêterons seulement sur le cas des gisements de karst-bauxite de Roumanie, qui représente aussi un cas particulier de spéléogenèse, pouvant être généralisé ensuite à n'importe quelle autre situation similaire.

Les karst-bauxites sont localisées dans l'écorce terrestre (intra-étages) à peut près sur toute l'échelle géochronologique occupée par les roches carbonatiques, jusqu'au niveau du Néogène inclusivement. Celles de Roumanie sont placées à l'interface des calcaires du Jurassique supérieur avec ceux du Crétacé inférieur (Anastasiu, 1988).

La genèse de ces types de bauxite s'est produite par l'accumulation du matériel allitique dans les formes de relief négatives (dolines, ouvales) d'un exokarst modelé sur le calcaire jurassien supérieur dans la période valanginienne (Patrulius, 1966).

Par sa présence, ce matériel allitique protège le relief négatif exokarstique de sorte que, après la transgression du Hauterivien celui-ci a pu se conserver sur toute la durée du Crétacé inférieur, le long duquel sur le calcaire jurassien s'est déposée une nouvelle et importante pile de calcaire (Hauterivien et Barrémien).

Cette nouvelle sédimentation de calcaire a transformé les «cuvettes» des dolines et des ouvales colmatées de matériel allitique (par leur inclusion dans l'ensemble général des dépôts calcaires) en cavités souterraines, ainsi se déroulant un processus spéléologique tout particulier, par lequel une forme de

relief exokarstique négative est devenue une cavité endokarstique (évidemment, dans ce cas, remplie d'un matériel solide).

Une fois l'exploitation des bauxites achevée par l'excavation du matériel utile (le minerai), la cavité résultée représente, en fin de compte, la forme naturelle de la cuvette, déterminée par un modelage en régime exokarstique et pourvue d'une voûte plane – horizontale, déterminée par la stratification des calcaires superposés (Fig 1, d'après Cociuba & Silvestru, 1989).

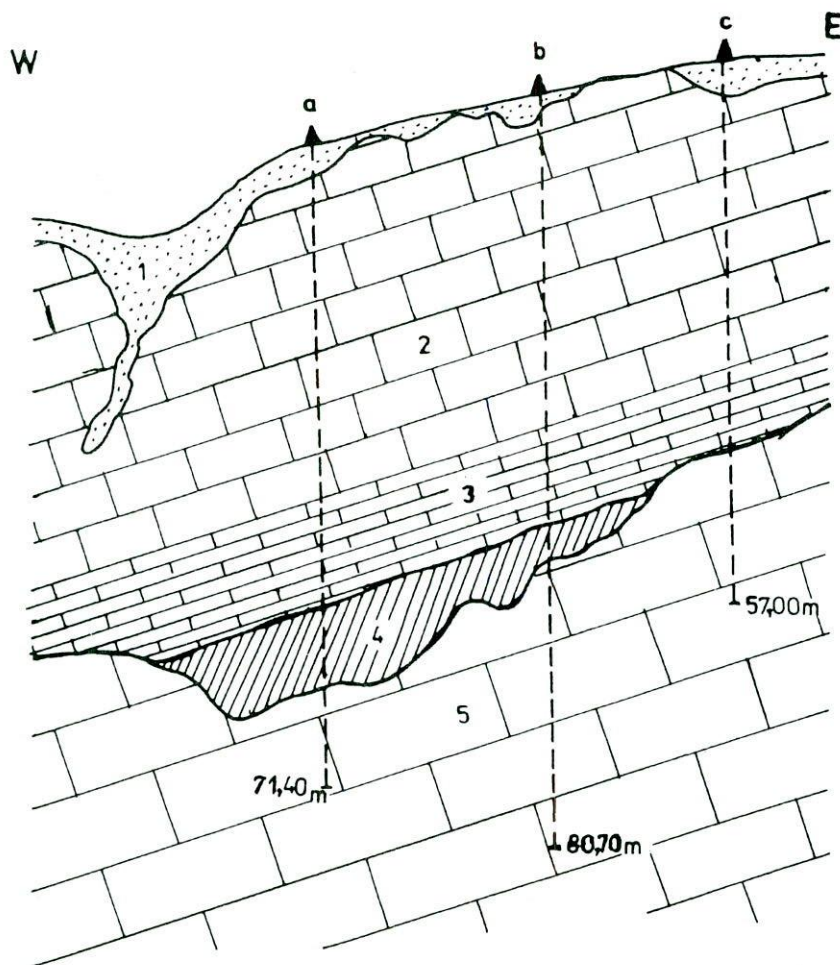


Fig. 1. – Coupe géologique transversale à une «lentille» de bauxite (M-ts Pădurea Craiului)
(d'après Cociuba & Silvestru, 1989).

1 – Dolines quaternaires couvertes de sol; 2 – Calcaire barrémien; 3 – Calcaire hautervien;
4 – Bauxite valanginienne; 5 – Calcaire jurassique supérieur.

Dès que le minerai de bauxite ait été excavé, la cavité continuera son «destin» spéléo-évolutif, conformément à la position qu'elle occupe dans l'aquifère karstique: dans la zone non-saturée, à la limite entre la zone non-saturée et la zone noyée, ou dans la zone noyée.

Dans le premier cas, la cavité sera affectée seulement par l'eau d'infiltration qui, étant, en général, saturée en CaCO_3 , aura une tendance à recolmater le vide à l'aide des dépôts de précipitation chimique.

Dans le deuxième cas, la voûte et les parois de la cavité seront toujours affectées par l'eau d'infiltration, avec le même effet d'incrustation, tandis que, sur le plancher, l'eau de ruissellement s'organisera dans un drain dont la direction d'écoulement sur le plan de la plus grande pente provoquera un modelage du substrat en fonction du débit et de son agressivité chimique.

Enfin, si la cavité se trouve dans la zone noyée, une fois les installations de protection hydrologique des travaux miniers retirées, elle sera complètement inondé, son évolution ultérieure étant déterminée par l'évolution du niveau de base local de la karstification.

BIBLIOGRAPHIE

- 1988 ANASTASIU, N., *Petrologie sedimentară*. Ed. Tehnică București, 365 p.
- 1989 COCIUBA I. et SILVESTRU E., *Hypothesis on a genetical relation between the actual karst and the bauxite-bearing paleokarst at the Jurassic / Cretaceous boundary in the Piatra Craiului Mountains (Romania)*. Trav. Inst. Spéol. "Émile Racovitza", **XXVII**, 87-90.
- 1992 GORAN C., *La configuration et le développement spatial des cavités et des réseaux karstiques. Première partie. La géométrie des cavités et des réseaux karstiques. Note 1^{ère}. Les espaces excavés - la morphographie et la morphométrie des formes élémentaires*. Theor. Appl. Karst., **5**, pp. 13-65.
- 1975 MANGIN A., *Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques*. Thèse Doct. Sci. Nat. Dijon, Ann. de Spéléol., **29**, 3, pp. 283-332, **29**, 4, pp. 494-601. **30**, 1, pp. 21-124.
- 1966 PATRULIS, D., *Studiu de sinteză asupra bauxitelor din Pădurea Craiului*. Arh. IGG.

Institut de Spéologie «Émile Racovitza»
Bucarest

Reçu le 22 mars 1996

LE KARST DE PIATRA CRAIULUI (I) PARTICULARITÉS DES COMPOSANTS GÉOSYSTÉMIQUES

TRAIAN CONSTANTINESCU

On présente les particularités des composants géosystémiques (géologie, morphologie générale, climat, eau). En fonction de leur *apport* dans la matérialisation des traits spécifiques du karst de Piatra Craiului, les composants ont été hiérarchisés en 3 catégories: apport *déterminant*, apport *substantiel*, apport *réduit*.

Situé dans les Carpates Méridionales, le Massif Piatra Craiului se remarque comme une individualité géomorphologique spectaculaire: *une crête calcaire ayant la direction générale NNE-SSO, longue d'environ 20 km et des altitudes de plus 2.000 m qui dominent de 500–1.000 m les régions limitrophes* (Fig 1).

Dans la littérature karstologique roumaine, le karst de Piatra Craiului a été défini comme «*karst de crête*» (Bleahu et Rusu, 1965), «*karst de crête proéminente*» (Bleahu, 1982), «*barre calcaire unitaire*» (Goran, 1983), «*karst de crête haute, proéminente et unitaire*» (Constantinescu, 1992). Tous les auteurs ont mentionné Piatra Craiului comme *unité représentative* pour le type (sous-type) respectif de karst, fait qui démontre son originalité.

Le karst représente la résultante de l'interaction des tous les composants géosystémiques (géologie, morphologie générale, climat, eau). On connaît que leur apport dans la genèse et l'évolution du karst est différent. Selon nous, 3 catégories de composants peuvent être différenciées:

- apport **déterminant**, c'est-à-dire les composants qui ont déterminé les traits spécifiques du karst de Piatra Craiului: *la géologie et la morphologie générale;*

- apport **substantiel** dans la genèse et l'évolution du karst: *l'eau et le climat;*

- apport **réduit**, aussi dans la genèse que dans l'évolution du karst: *la végétation, le sol et la faune.*

Avant de présenter le sujet, nous considérons nécessaire de préciser que dans le processus de karstification **le rôle** de composants est, aussi, différent. On peut distinguer:

- composants **indispensables**, sans lesquels la karstification ne peut pas se manifester: *la géologie et l'eau;*

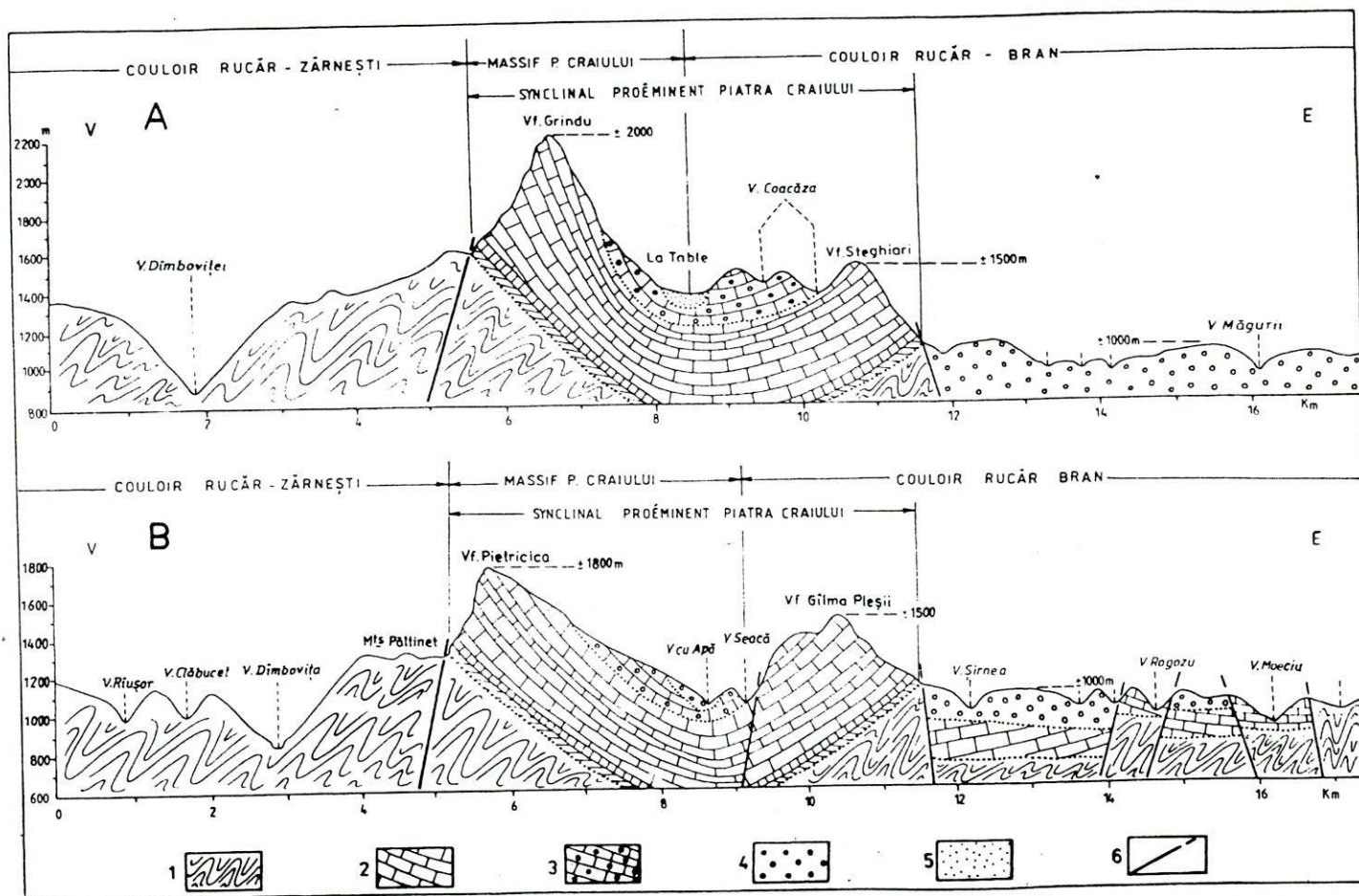


Fig. 1. – Le synclinal et le massif Piatra Craiului (Profils morphologiques). A: le compartiment nord; B: le compartiment sud; 1. Schistes cristallins; 2. Calcaires tithoniques; 3. Conglomérats (Aptien sup.); 4. Conglomérats (Cénomanien); 5. Grès (Vraco-Cénomanien); 6. Failles.

- composants *permanents*; théoriquement leur présence n'est pas obligatoire, mais en réalité l'existence des composants indispensables suppose automatiquement la présence de ceux-ci: *la morphologie générale et le climat*;
- composants *facultatifs*, qui peuvent être absents: *la végétation, le sol et la faune*.

1. GÉOLOGIE – MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

Normalement, nous commençons la présentation avec des composants de la première catégorie, qui ont déterminé les traits spécifiques du karst: *la géologie et la morphologie générale*.

1.1. GÉOLOGIE

Le composant géologique (surtout la lithologie, la structure et la tectonique) se remarque d'une manière catégorique, représentent le support et le générateur de la majorité des particularités du karst.

1.1.1. Lithologie – stratigraphie

Sur le *fondement* (schistes cristallins) repose la *couverture mésozoïque*, composée, en essence, des calcaires et des conglomérats (Oncescu, 1943). Les autres dépôts (Dogger, Barrémien, Hauterivien) occupent des surfaces restreintes, ayant un rôle insignifiant pour le karst.

Les calcaires (Kimméridgien-Tithonique) affleurent sur 22,9 km² (39,5% de la surface totale); 20,8 km² représentent *le flanc ouest* du synclinal Piatra Craiului, une surface calcaire continue, large de 1,0–1,8 km. C'est la crête du massif et la zone des altitudes maxima (Fig. 1).

Les conglomérats (Aptien sup.) sont mis au jour sur une surface de 21,5 km² (37,1% de l'aire totale), occupent environ 2/3 du versant est (Fig. 2). Ils sont composés d'éléments calcaires et cristallins bien cimentés dans une matrice grès-calcaire, ayant un comportement général proche de celui des calcaires.

Les conglomérats et les grès (Vraco-Cénomaniens) reposent sur les dépôts aptiens, se trouvant aux altitudes sous 1.500 m; ils occupent 19,8% et sont constitués d'éléments cristallins avec une matrice grès-argileuse, ayant un comportement général proche de celui des roches imperméables.

En conclusion nous retenons que les calcaires et les conglomérats aptiens, les roches plus ou moins karstifiables, occupent plus de 75% de la surface du massif. Ces dépôts représentent *le flanc ouest* du synclinal Piatra Craiului.

1.1.2. *Genèse et évolution du synclinal Piatra Craiului. Phases principales*

– **La sédimentation des calcaires kimmeridgien-tithoniques** est la phase plus importante. Les calcaires présentent et aujourd'hui une épaisseur considérable: 250–300 m au S et 750–800 m au N (Popescu, 1967). L'épaisseur mentionnée précise que jusqu'à cette date, l'espace de l'actuel synclinal était plus bas dans la partie nordique.

– **La phase kimmérique nouvelle** (Jurassique sup.), quand ont eu des mouvements verticaux, qui ont produit des inversions morphotectoniques importantes entre le N et le S.

– **La sédimentation des conglomérats aptiens.** Le caractère transgressif et la répartition actuelle confirment que ces conglomérats ont recouvert initialement les calcaires en totalité, mais ultérieurement ils ont été érodés dans la partie supérieure. Un argument concluant en ce sens est la présence des conglomérats jusqu'à 2.200 m d'altitude (Șaua Grindu – Fig. 2).

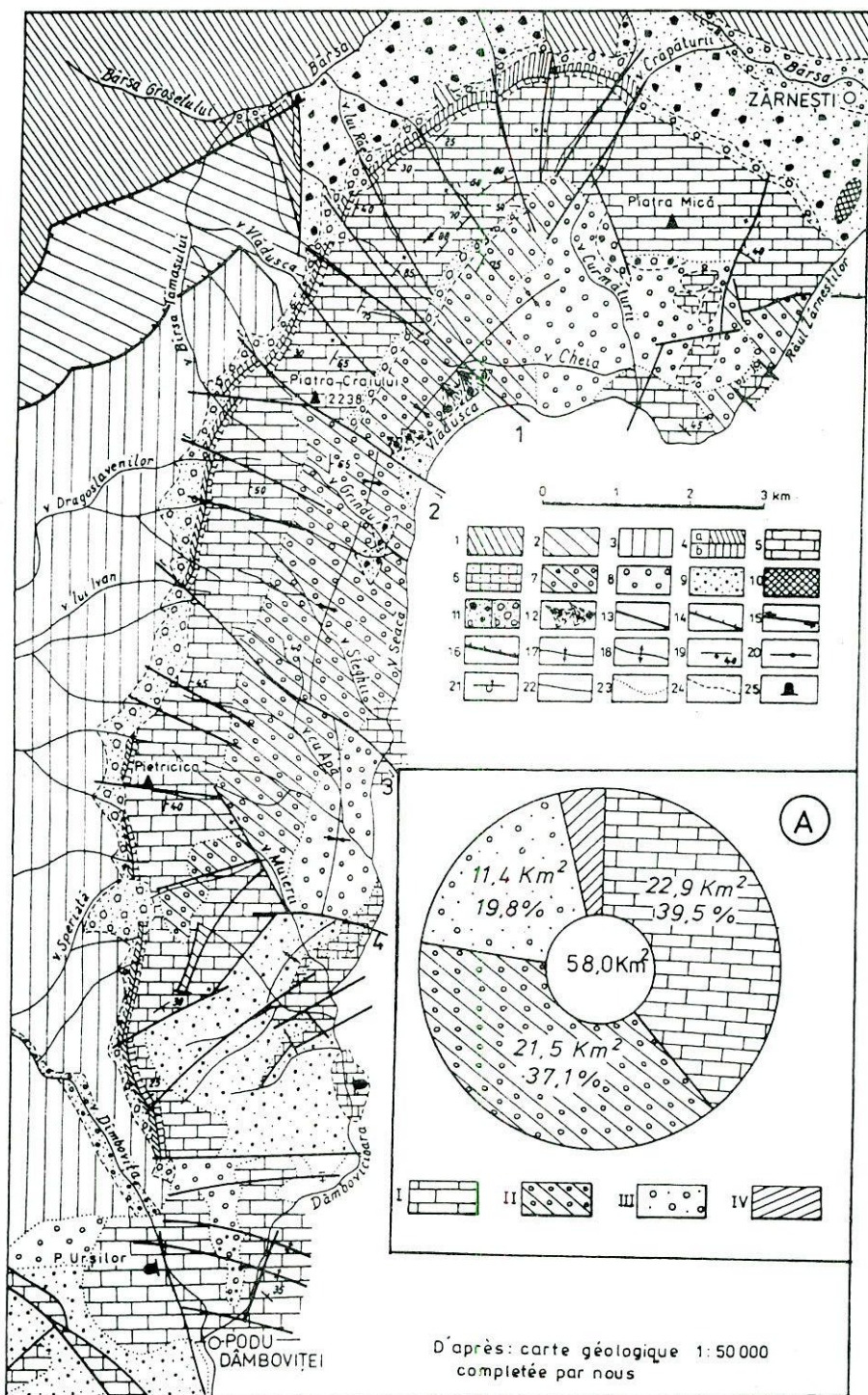
– **La genèse du synclinal-le diastrophisme autrichien.** C'est la première action du plissement des calcaires et des conglomérats aptiens, qui représente *le début de la genèse du synclinal*. Tous les géologues qui ont étudié la région soutiennent que le plissement est l'effet du diastrophisme autrichien. Nous avons signalé quelques arguments significatifs dans ce sens (Constantinescu, 1994).

Après ce «moment-cle», le synclinal a continué son évolution, en se perfectant comme unité géologique avec une série des caractéristique tectoniques. Par la notion «perfecter» nous désignons tout l'ensemble de processus et d'actions déroulées après le diastrophisme autrichien: *sédimentation, tectonique, dénudation*.

En ce qui concerne *la sédimentation* nous mentionnons *la transgression vraco-cénomaniennne*, pendant laquelle ont été déposés les conglomérats et les grès.

Fig. 2. – **Carte géologique.** 1. Schistes cristallins (Série de Cumpăna); 2. Schistes cristallins (Série de Leaota); 3. Schistes cristallins (Série de Călușu); 4a. Calcaires gréseux (Dogger); 4b. Calcaires rouges (Dogger); 5. Calcaires kimmeridgien-tithoniques; 6. Calcaires barrémien-hautérvien; 7. Conglomérats (Aptien sup.); 8. Conglomérats (Vraco-Cénomaniennne); 9. Grès (Vraco-Cénomaniennne); 10. Grès (Eocène); 11a. Dépôts déluvio-proluviaux calcaires fixés; 11b. Dépôts déluvio-proluviaux mobiles; 12. Cône de déjection; 13. Faille; 14. Faille inversée; 15. Faille de décrochement; 16. Faille de charriage; 17. Axe du synclinal; 18. Axe d'anticlinal; 19. Direction et valeur d'angle d'inclinaison; 20. Couches verticales; 21. Couches renversées; 22. Limite lithologique; 23. Limite de transgression; 24. Limite de dépôts déluvio-proluviaux; 25. Grotte.

A: 1. Calcaires; 2. Conglomérats (Aptien sup.); 3. Conglomérats et grès (Vraco-Cénomaniennne); 4. Autres roches. →



Parmi les actions *tectoniques* on remarque l'*orogénèse laramienne* (Crétacé supérieur) et *valaque* (Pliocène-Pléistocène), reconnues comme des actions ayant des effets considérables dans les Carpates Méridionales (Posca et al., 1974). Nous mentionnons, aussi, la *phase styrique* (Miocène), qui selon certains auteurs a eu les plus spectaculaires effets sur le synclinal (Partulius, 1969). Il n'existe aucune certitude, mais on peut, pourtant, affirmer que les principales actions tectoniques ont gardé, en essence, le sens général imprimé par le diastrophisme autrichien.

Simultanément aux mouvements tectoniques a eu lieu la *dénudation*. La **résultante des deux actions est, aussi, l'actuel Massif Piatra Craiului.**

1.1.3. Particularités structurales

L'impressionnante crête du massif représente le *flanc ouest* du synclinal Piatra Craiului (Oncescu, 1943).

Parmi les particularités du synclinal nous signalons l'*asymétrie*. Le flanc ouest présente aujourd'hui des altitudes absolues plus élevées, d'environ 500 m, que le flanc est. L'asymétrie est l'effet de l'action tectonique différenciée exercée sur les deux flancs de phase initiale.

Revenant au flanc ouest (Massif de Piatra Craiului) nous précisons deux traits avec un rôle essentiel dans le développement du karst:

- le caractère de *monoclin* à la direction générale O-E, qui a imposé une première direction de drainage des eaux souterraines (O-E), c'est-à-dire vers l'axe du synclinal:

- la *stratification excessive des calcaires*, qui associée avec d'autres aspects tectoniques, a représenté une prémisses très favorable pour l'infiltration des eaux dans des calcaires, quoique la morphologie d'ensemble (crête avec des versants de plus de 25°) soit clairement propice à l'écoulement de surface, celui-ci ayant en réalité un pourcentage négligeable. Le développement considérable du relief structural, du relief résiduel (*pour les Carpates roumaines, c'est le massif avec la plus grande densité de relief résiduel*) et des formes exokarstiques spécifiques (lapiés de stratification) sont des effets de la stratification.

1.1.4. Caractéristiques tectoniques

Deux aspects spécifiques se remarquent par leur rôle dans la genèse et l'évolution du karst: la *tectonique différenciée du massif* et les *failles*.

- **La tectonique différenciée du massif.** L'essence du processus se résume au fait que la partie nord a été affectée plus fortement que la partie sud (Fig. 3 B).

La tectonique prononcée de la couverture mésozoïque dans la partie nord se reflète par l'angle d'inclinaison des couches calcaires, qui augmente graduellement vers la nord. Au S les couches s'inclinent en direction O-E sous un angle de 30–40°, mais au N elles sont verticales (Fig. 3 A). Cette

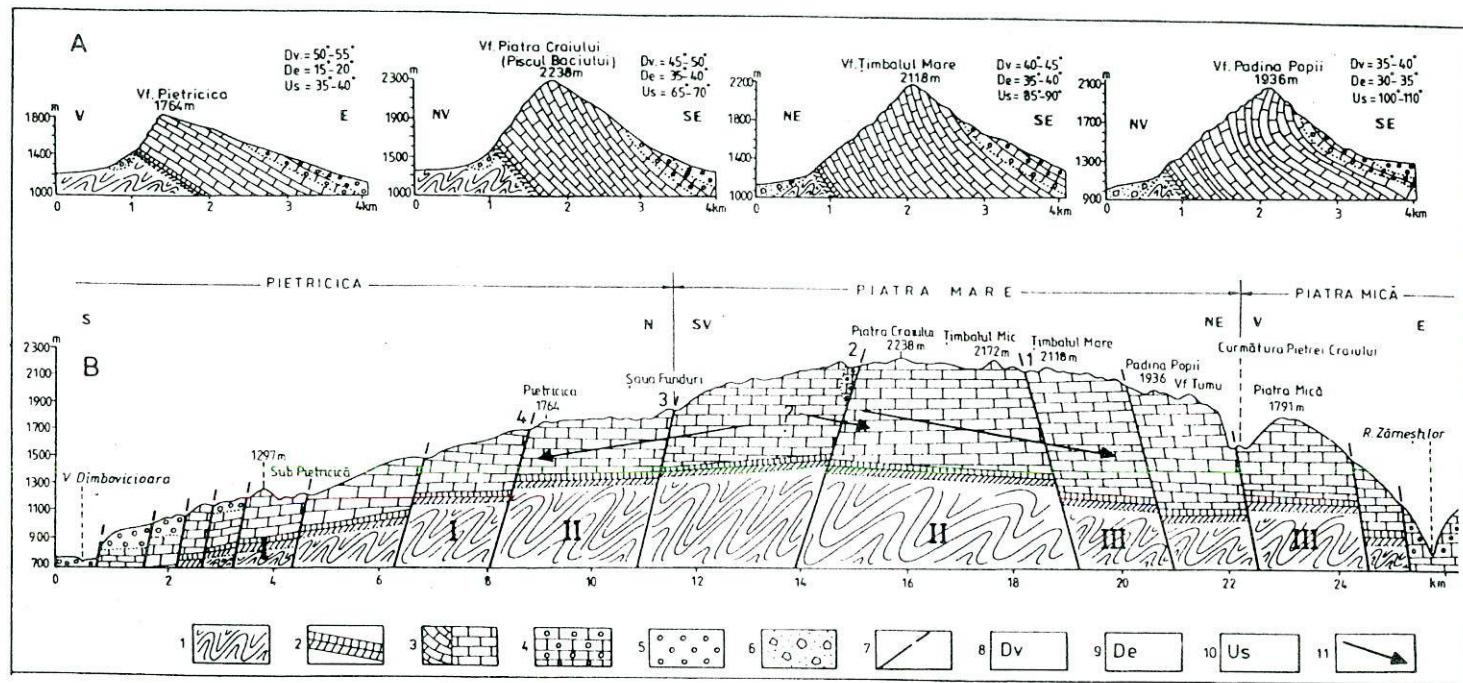


Fig. 3. – Profils transversaux (A); Profil longitudinal généralisé (B). 1. Schistes cristallins; 2. Grès et calcaires rouges (Dogger); 3. Calcaires kimmeridgien-tithoniques; 4. Conglomérats (Aptien sup.); 5. Conglomérats (Vraco-Cénomanien); 6. Dépôts proluvio-déluviaux calcaires; 7. Failles; 8. Déclivité du versant ouest; 9. Déclivité du versant est; 10. Angle d'inclinaison des couches; 11. Direction du drainage souterrain;

I. II. III.: Compartiments morphotectoniques. **Failles:** Călineț (1), Grindu (2), Funduri (3), Gâlgoaie (4).

caractéristique est l'effet de la pression directe exercée par le cristallin des massifs Făgăraș et Perșani, respectivement par la Série de Cumpăna et la Série de Leaota (O n c e s c u, 1943).

Sur le fond structural précisé, la tectonique différenciée, associée avec la dénudation manifestée simultanément, ont engendré deux sous-unités morphostructurales principales: **Le Hogback Piatra Craiului** (N) et **La Cuesta Pietricica** (S). Le processus de karstification s'est manifesté de façon différente dans les deux sous-unités.

– **Les failles.** Dans le cadre du massif on peut différencier deux groupes: *des failles qui traversent les deux flancs du synclinal; des failles qui affectent seulement le flanc ouest.*

– *Les failles qui traversent les deux flancs du synclinal* ont une direction générale O-E; elles se remarquent par leurs dimensions, mais, aussi, par le fait qu'elles délimitent une série des compartiments morphotectoniques, qui ont un rôle important dans les drainages souterraines. Du N au S ces failles sont: *Călineț (1), Grindu (2), Funduri (3), Gâlgoaie (4)* Fig. 2. La première et la dernière délimitent 3 compartiments morphotectoniques.

– *Le compartiment central* avec le fondement en position élevé est situé entre la faille *Gâlgoaie* au S et la faille *Călineț* au N. Dans son cadre il y a encore 3 failles qui délimitent 4 compartiments secondaires (Fig. 3 B).

– *Le compartiment sud* se trouve au S de la faille *Gâlgoaie* ayant une position plus basse que le compartiment central. La faille représente, en même temps, la limite sud du synclinal.

– *Le compartiment nord* occupe la surface située au N de la faille *Călineț*; il se trouve, aussi, en position plus basse que le compartiment central.

La position tectonique des trois compartiments, associée avec le caractère monoclinale, a déterminé les principales directions de drainage souterrain. Après un court trajet en direction O-E vers l'axe du synclinal, les eaux se dirigent au N et au S.

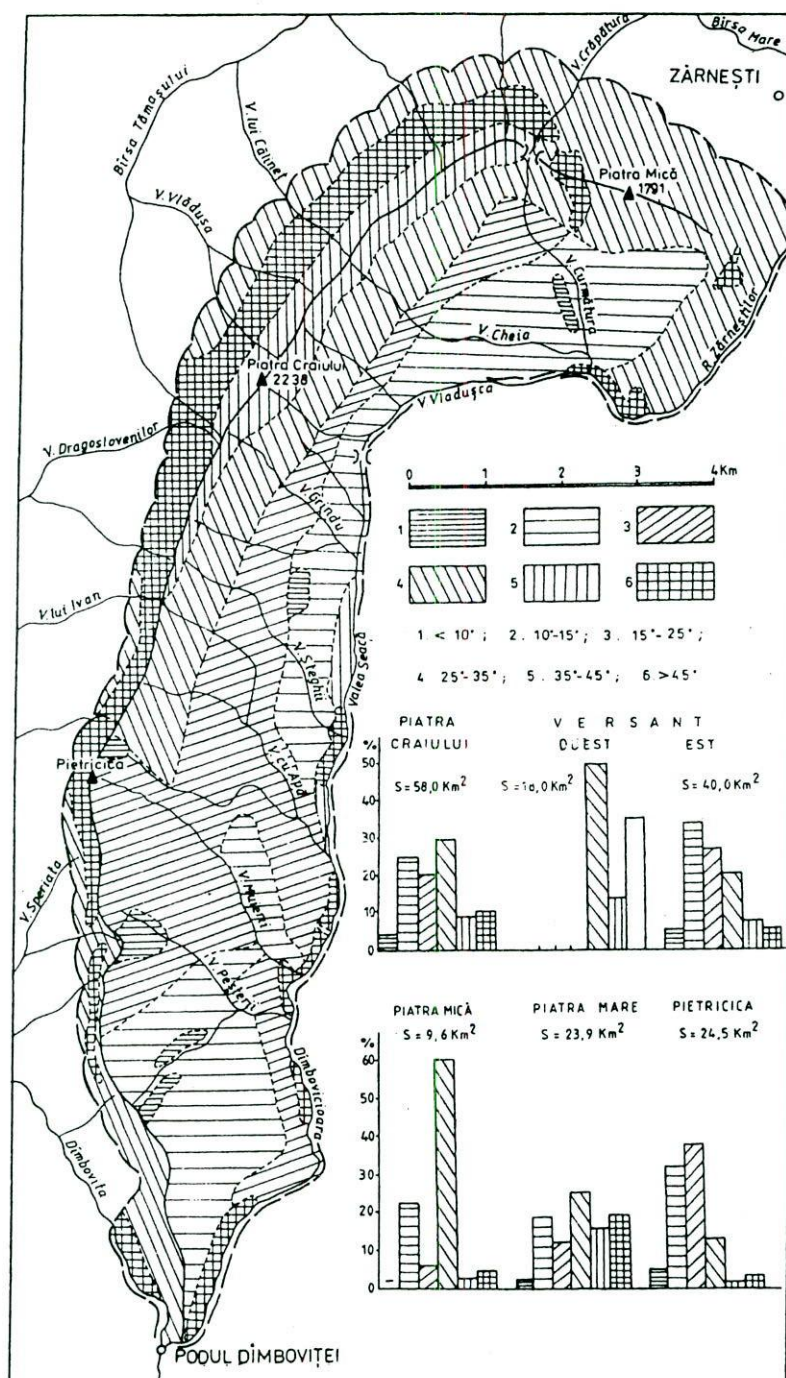
– **Les failles qui affectent seulement le flanc ouest** présentent une densité grande; le nombre moyen est de 6–7/km², mais il y a, aussi, des nombreuses diaclases. Leur association avec la stratification excessive des calcaires se reflète par trois traits spécifiques:

– les vallées sont axées sur des failles, ce qui fait que le *versant nord-ouest* se remarque comme *le plus fragmenté versant calcaire des Carpates roumaines*; la densité moyenne dépasse 7 km/km² (C o n s t a n t i n e s c u, 1994);

– la délimitation des systèmes karstiques dans le cadre des deux bassins hydrokarstiques (nous considérons que la notion «bassin hydrokarstique» est plus opportune que celle de «bassin-versant»).

– le «couple» tectono-structural favorise l'infiltration rapide des eaux dans des calcaires et, en conséquence, l'écoulement superficiel est insignifiant.

En conclusion, on peut affirmer que la géologie se remarque comme le composant coordonateur dans la genèse et l'évolution du karst de Piatra Craiului.



1.2. MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

La morphologie de *crête* se détache comme le trait morphologique essentiel et se matérialise par 2 versants (Est et Ouest) ayant des pentes de plus 25° (Fig. 1). La crête présente une série des particularités avec des implications directes ou indirectes sur le karst.

1.2.1. Crête asymétrique

L'*asymétrie* est une des particularités qui s'accroît graduellement vers le S. Si au N la différence entre les 2 versants est seulement de $5-10^\circ$, au S elle dépasse 20° . La forme de crête typique se maintient seulement 15 km (*Piatra Mare*, partiellement *Piatra Mică* et *Pietricica*). Les différences entre les secteurs nord et sud sont catégoriques, engendrant 2 sous-unités morphostructurales majeures: *Le Hogback Piatra Craiului* et *La Cuesta Pietricica* (Fig. 5).

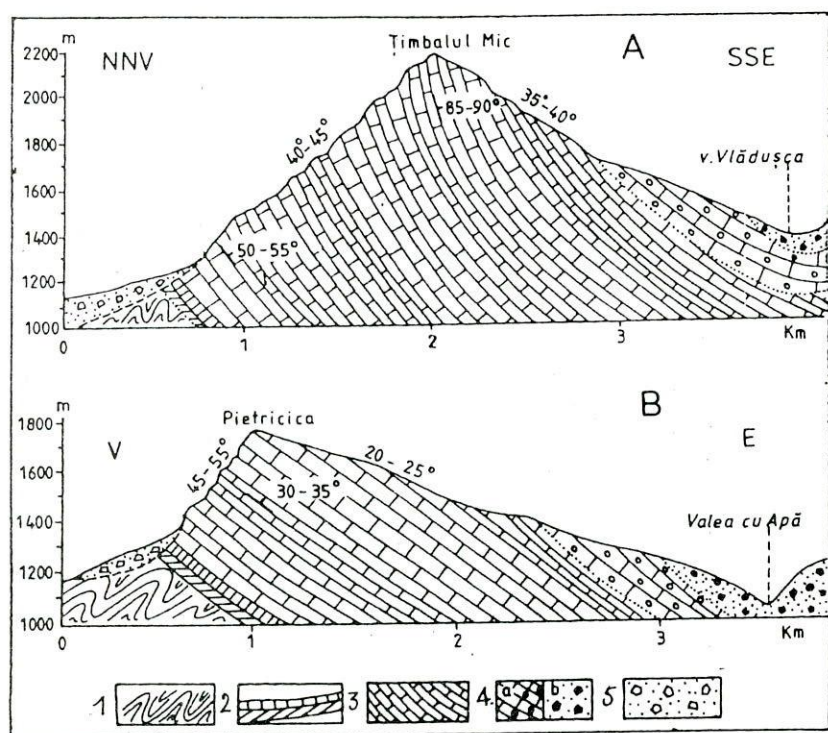


Fig. 5. – Profils transversaux. A: Le Hogback Piatra Craiului; B: La Cuesta Pietricica. 1. Schistes cristallins; 2. Calcaires gréseux et calcaires rouges (Dogger); 3. Calcaires kimmeridgien-tithoniques; 4 a. Conglomérats (Aptien sup.); 4 b. Conglomérats (Vraco-Cénomanien); 5. Éboulis calcaires.

Surtout la morphologie exokarstique de ces 2 sous-unités est différente. Dans Le Hogback Piatra Craiului manquent les formes exokarstique typiques (dolines, ouvalas, etc.), celui-ci présentant les autres formes spécifiques du massif.

1.2.2. Crête proéminente et unitaire

Le massif s'impose comme un immense témoin d'érosion, situé entre des couloirs dépressionnaires (Fig. 1 et Photo 1). Au point de vue géomorphologique, la crête représente un *flanc de synclinal proéminent*. Ce fait trahit l'essence du processus évolutif (Velcea, 1960).

Sur le fond structural mentionné, en sa qualité de *crête proéminente*, elle a influencé aussi l'évolution du karst. *Les eaux souterraines qui circulent dans l'espace du massif sont en totalité le résultat des précipitations qui tombent seulement en Piatra Craiului (karst autigène, Bleahu, 1982)*. Les infiltrations des vallées Râul Zărneștilor, Dâmbovicioara, Dâmbovița affectent un espace très réduit du massif. Il faut souligner que le débit des rivières Dâmbovicioara et Râul Zărneștilor est assuré en proportion de 95% par des ruisseaux qui ont les sources, aussi, dans le massif de Piatra Craiului. Les infiltrations de la Dâmbovița (qui s'alimente aussi par d'autres unités limitrophes) sont effectivement négligeables. Cette caractéristique facilite la délimitation des bassins hydrokarstiques.

Le caractère accentué de *crête proéminente*, associé avec la déclivité prononcé, provoque des *avalanches*, l'un des processus actuels caractéristiques du massif.

L'action des avalanches sur les versants ouest et nord détermine le déplacement d'une quantité de neige jusqu'à la base des versants, en dehors du massif. Nous n'avons pas eu la possibilité d'évaluer exactement la quantité de neige transportée, mais nos observations et calculs effectués pendant une période de 15 ans, nous permettent d'affirmer qu'au moins 25% de la neige des versants est transportée en dehors, sans avoir la possibilité de revenir dans l'espace du massif.

Les avalanches, surtout celles du versant nord-ouest, sont impliquées, aussi, dans l'évolution des *lapiés de stratification*, qui sont des formes exokarstiques spécifiques, avec un large développement. Par l'action physico-mécanique des avalanches, les crêtes situées entre lapiés sont détruites et «transformées» en éboulis calcaires et les lapiés de stratification en *des megalapiés (petites vallées très inclinées)*, dénommées dans la région «hornuri».

Le même caractère de *crête proéminente* a déterminé la délimitation des bassins hydrographiques secondaires (est et ouest) dans le cadre de ceux principaux.

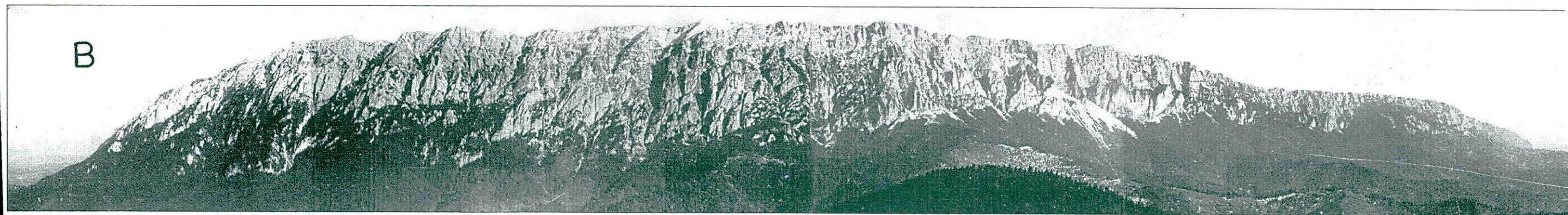
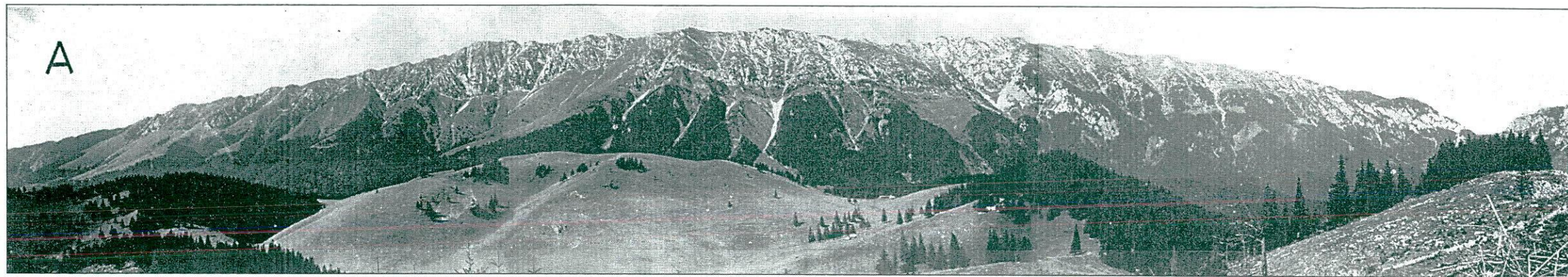


Photo 1. – Le Massif Piatra Craiului. A: versant est; B: versant ouest.

Enfin, la crête de Piatra Craiului, longue de plus 20 km, se présente parfaitement *unitaire*; aucune vallée n'a pas réussi sa traversée. Normalement, cette caractéristique n'a pas favorisé la karstification. Nous mentionnons qu'en Roumanie ont été différenciés, aussi, les types de karst: *plateau karstique suspendu unitaire*, *plateau karstique suspendu traversé*, *barre calcaire unitaire*, *barre calcaire fragmentée* (Goran, 1983).

1.2.3. Crête haute

Piatra Craiului se remarque comme *la plus haute crête calcaire de Roumanie* (altitude maxima 2.238 m – Vf. Piscul Baciului ou Vf. Piatra Craiului). Les principales dates sont synthétisées dans la Carte Hypsométrique (Fig. 6) et le Tableau 1. Nous signalons seulement que les surfaces avec des altitudes de plus de 1.000 m (affectées par des processus périglaciaires) occupent 93% de la surface du massif; celles de plus de 1.500 m (soumises à l'action combinée gélifraction-dissolution) occupent 1/3, dont 63% (14,5 km²) représentent des calcaires.

L'analyse géosystémique précise que l'altitude s'impose comme un élément essentiel du système morphogénétique général, qui normalement inclut, aussi, la karstification. Ce fait est, en principe, clairement mis en évidence, surtout par des formes exokarstiques, mais il y a, aussi, des conditions lorsque *la karstification est masquée par d'autres actions de modelage*. De ce point de vue, Piatra Craiului est un exemple concluant. La carte et les profils géologiques (Fig. 1–3) précisent que les surfaces calcaires représentent la zone des altitudes maxima (le secteur supérieur de la crête), fait qui détermine *l'association des processus périglaciaires (surtout la gélifraction) avec la dissolution*, phénomène qui se remarque comme la plus importante action de

Tableau 1

Répartition des surfaces par rapport aux altitudes

Altitude absolue (m)	Surface (Km ²)	Surface (%)
< 1.000	4,1 (2,1)	7,1 (3,5)
1.000–1.500	35,1 (6,3)	60,4 (10,9)
1.500–2.000	15,3 (11,0)	26,5 (19,1)
> 2.000	3,5 (3,5)	6,0 (6,0)
Total	58,0 (22,9)	100,0 (39,5)

Entre parenthèses les surfaces calcaires.

modelage actuel dans la partie supérieure du massif. Le spécifique est donné par le fait que *la gélifraction masque la dissolution*. La grande quantité d'éboulis calcaires et la densité considérable du relief résiduel suggèrent (à première vue) que la gélifraction est nettement prédominante. En réalité, *la karstification a un apport substantiel*, même en genèse d'éboulis.

Enfin, l'influence de l'altitude sur le climat s'est manifestée, aussi, pendant la période pléistocène, quand le climat d'ici a favorisé le développement *des petits glaciers de cirque*. Ultérieurement, la morphologie des cirques a été supprimée par l'action combinée des processus périglaciaire et la karstification (Constantinescu, 1984).

2. CLIMAT – EAUX

Le climat et les eaux ont été définis comme des composants géosystémiques de la *deuxième catégorie*. Ils ont eu un apport substantiel dans le développement du karst, *mais sans être déterminant dans le modelage des formes karstiques spécifiques du massif*. Il faut souligner, aussi, que les éléments hydroclimatiques d'aujourd'hui sont représentatifs seulement pour la période actuelle.

2.1. CLIMAT

Sur le fond du climat *tempéré-continentale*, caractéristique pour la Roumanie, Le Massif Piatra Craiului présente un *climat de montagne* (Bogdan, 1984).

– Précipitations atmosphériques

Pour le massif, les précipitation atmosphériques représentent l'unique source d'eau. Donc, au moins pour le karst, elles s'imposent comme le plus important élément climatique. La corrélation des caractéristiques pluviométriques (Tableaux 2 et 3) avec la morphologie de crête met en évidence des aspects importants pour le karst.

– Les surfaces calcaires, situées aux altitudes maxima, recevant 1.250 mm/an. de précipitations.

– La période mai-août est la plus pluvieuse (aprox. 1/2 de la quantité moyenne annuelle), quand l'écoulement superficiel a les plus grandes valeurs.

– Pendant la période novembre-février s'enregistre la moindre quantité des précipitations; elles se manifestent sous la forme de neige.

– Le versant ouest reçoit une quantité de précipitation plus grande que le versant est (100–150 mm/an).

Tableau 2

Précipitations atmosphériques

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moyen.
Quanti. (mm)	65	60	80	90	145	165	140	120	100	90	80	65	1.200

Tableau 3

Précipitations par rapport aux altitudes

Altitude absolue (mm)	Précipitations Moyenne annuelle (mm)	Nombre moyen annuel des jours à couche de neige
800–1.000	900–1.000	90–95
1.000–1.200	1.000–1.100	105–110
1.200–1.500	1.100–1.150	125–135
1.500–1.800	1.150–1.250	145–155
1.800–2.000	1.250–1.350	155–165
> 2.000	1.150–1.200	170–180

– **Température de l'air.** La synthèse des principales caractéristiques est présentée dans le Tableau 4. Sur 2/3 de la surface du massif sont enregistrées des températures moyennes annuelles de 0–4°, valeurs compatibles avec la manifestation des processus périglaciaires, surtout de la gélifraction. Les surfaces dont la température moyenne annuelle est de plus de 5° et sous 1° sont

Tableau 4

Température par rapport aux altitudes

Altitude absolue (m)	Température moyenne annuelle (°C)	Surface (%)
< 1.000	6–5	7,1
1.000–1.500	5–3	60,4
1.500–2.000	3–1	26,5
>2.000	1–0	6,0

négligeables. Le massif n'est pas inclus dans des régions avec des températures moyennes annuelles négatives (Teodoreanu, 1980). *Le climat de montagne* est argumenté aussi par le fait que 4/5 du massif n'enregistrent pas des *jours de l'été*.

Le climat s'implique, aussi, par autres éléments (vent, nébulosité, humidité de l'air, température du sol, etc.), mais leur influence est réduite.

2.2. EAUX. RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

Dans le processus de karstification, l'eau joue un rôle fondamental, puisqu'il s'agit essentiellement d'un phénomène de dissolution (Mangin, 1994). Donc, l'eau est, sans doute, un des composants géosystémiques indispensables pour la karstification.

Dans le Massif Piatra Craiului sont présentes deux catégories principales d'eaux: **les rivières** et **les eaux souterraines**.

Les rivières du massif appartiennent à 2 bassins hydrographiques: **B.H. Bârsa Mare**, au N et **B.H. Dâmbovița**, au S. La morphologie de crête et l'orientation générale N-S ont déterminé la délimitation des bassins hydrographiques secondaires (est et ouest). Ainsi, au N il y a: **B.H. Râul Zărneștilor** (E) et **B.H. Bârsa Supérieure** (O); au S: **B.H. Dâmbovicioara** (E) et **Dâmbovița Supérieure** (O), Fig. 7.

– Tout réseau hydrographique est en réalité un *réseau de torrents* plus ou moins typique. Sans doute, ce fait est l'effet de la morphologie de crête avec des versants très inclinés.

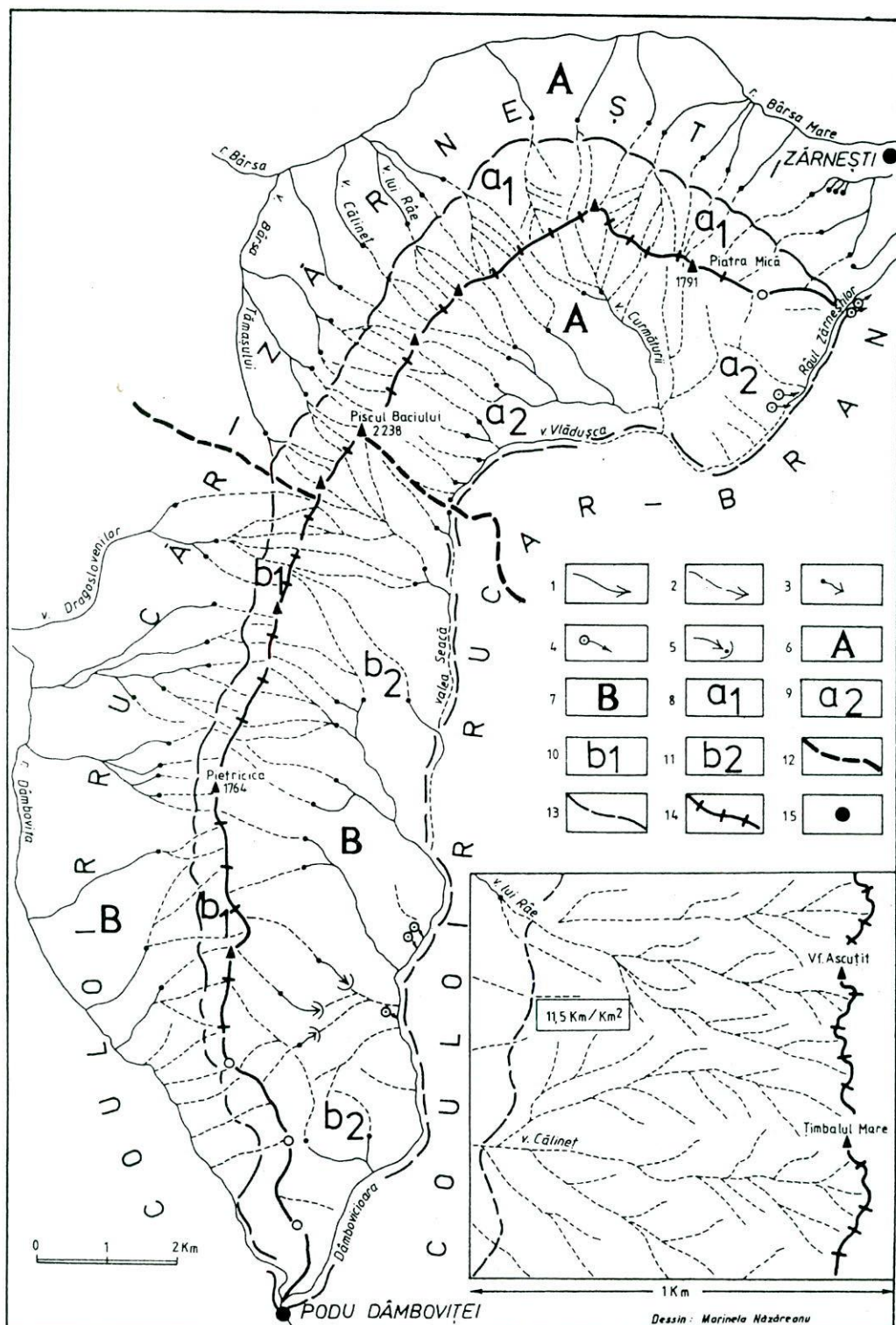
– le caractère *temporaire des rivières* est, aussi, un trait représentatif pour le massif (Fig. 7). Cette réalité représente, évidemment, l'effet de la lithologie (présence des calcaires). La quantité des précipitations (1.200 mm/an.) est approximativement double que l'évapotranspiration. Le caractère temporaire des rivières met en évidence, donc, une *forte infiltration*, respectivement, un *écoulement de surface réduit*. C'est un aspect spécifique parce que la déclivité forte, théoriquement, favorisé l'écoulement superficiel.

– On doit souligner, aussi, que l'écoulement de surface ne présente pas les plus grandes valeurs au printemps (*eaux crues de printemps*), mais pendant l'été, lorsque sont enregistrées les plus nombreuses pluies torrentielles (*crues de l'été*). C'est, aussi, un aspect spécifique parce que dans les autres régions

→

Fig. 7. – **Réseau hydrographique**. 1. Rivière permanente; 2. Rivière temporaire; 3. Source; 4. Source karstique; 5. Ponor; 6. Bassin hydrographique (B.h.) **Bârsa Mare**; 7. B.h. **Dâmbovița**; 8. B.h. **Bârsa Sup.**; 9. B.h. **Râul Zărneștilor**; 10. B.h. **Dâmbovița Sup.**; 11. B.h. **Dâmbovicioara**; 12. Ligne de partage des eaux entre A et B; 13. Limite morphologique du massif; 14. La crête principale de Piatra Craiului; 15. Localité.

A: Réseau hydrographique dans le secteur *Călineț*; 11,5: valeur de la fragmentation horizontale.



calcaires de Roumanie, l'écoulement de surface présente des valeurs maxima au printemps. Cette „anomalie” est l'effet de la stratification excessive, associée avec la position verticale ou presque verticale des couches calcaires.

– **La densité considérable du réseau hydrographique** (plus de 7 km/km²) représente une autre caractéristique. On connaît qu'en principe sur les calcaires la densité présente des valeurs réduites. Nous anticipons seulement que ce trait est l'effet des composants géosystémiques de première catégorie (surtout la géologie).

3. VÉGÉTATION – SOL

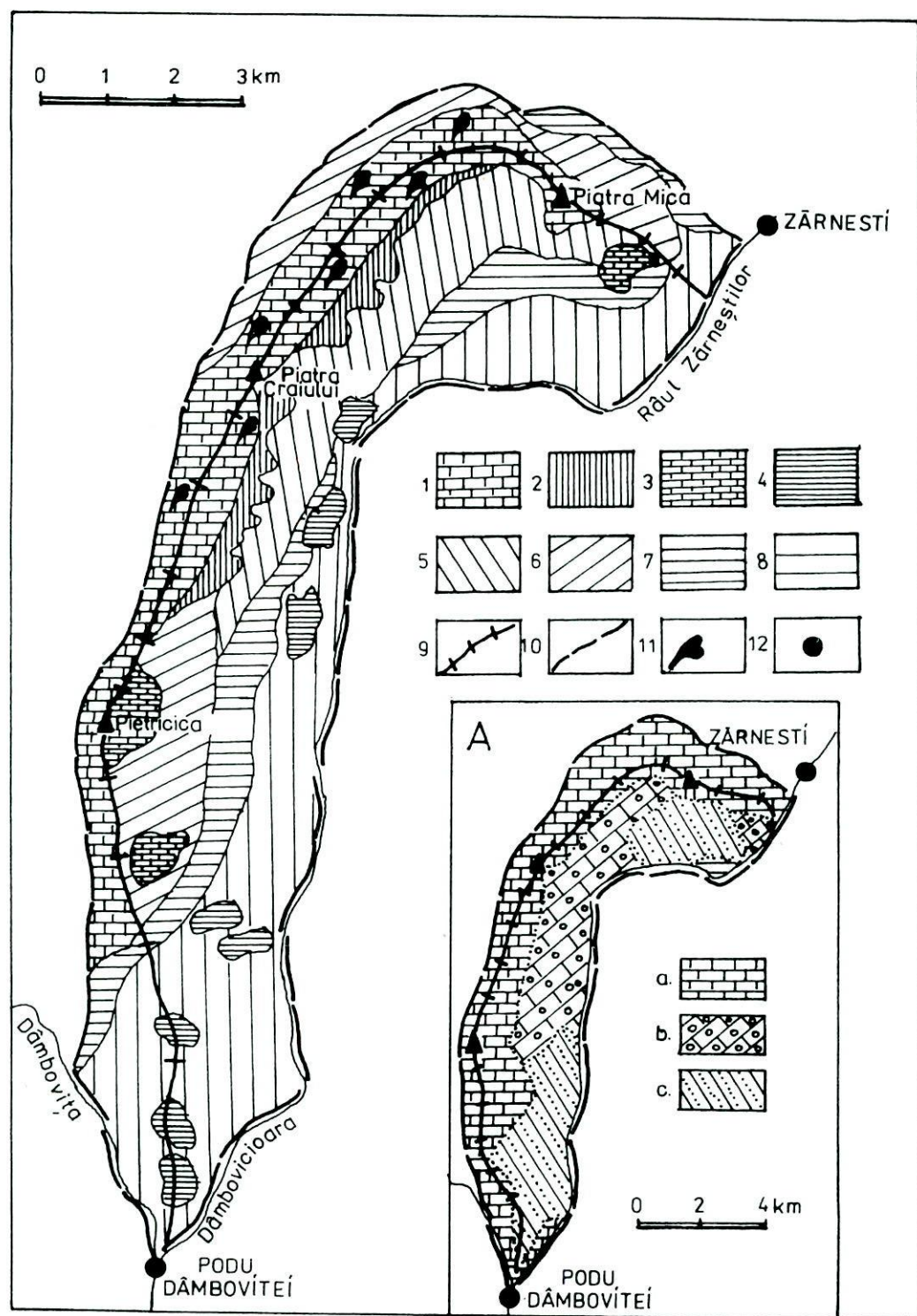
On connaît que par comparaison aux composants présentés, l'apport de la végétation et du sol dans la karstification est considérablement réduit. En Piatra Craiului leur implication est même plus réduite que dans les autres régions calcaires de Roumanie. Ce fait est déterminé par l'absence des composants mentionnés sur les aires calcaires larges. La déclivité forte des versants et les autres aspects géologiques et morphoclimatiques ont été des facteurs totalement défavorables pour le développement de la végétation et des sols. La sous-unité morphographique *Piatra Mare* est typique, car ici les deux composants manquent en proportion de 75% (Photo 1). Dans *Piatra Mică* (N) et *Pietricica* (S) ils manquent seulement sur 35–40% de la surface calcaire (Fig. 8). Une caractérisation très synthétique peut être présentée comme suit:

– *végétations sous-alpine et alpine, développées sur des rendzinas lithiques ou litosols rendziniques;*

– *fôrets, surtout de *Picetum carpaticum*, sur des rendzinas, sols eu-mésobasiques et bruns acides;* normalement, les fôrets se développent jusqu'à 1.800 m d'altitude; les plus larges surfaces avec des fôrets se trouvent en *Piatra Mică* (versant nord) et en *Pietricica* (versant est).

Fig. 8. – **Végétation et sols** (Carte généralisée). 1. Roche (calcaire) nue avec des rares îlots de végétation alpine et sous-alpine (*Rhododendron sp.*, *Vaccinium sp.*, *Centaurea sp.*, *Sesleria sp.*). 2. Végétation sous-alpine (prés) de *Festuca sp.*, *Poa sp.*, *Calamagrostis sp.*; sols eu-mésobasiques développés sur les conglomérats calcaires. 3. Végétation sous-alpine (prés) de *Ranunculus sp.*, *Geranium sp.*, *Poa sp.*; sols rendziniques développés sur les calcaires. 4. Près de montagne (*Festuca sp.*, *Nardus sp.*, *Carex sp.*, *Poa sp.*); sols bruns acides à gros profil (plus de 1,5 m) sur des conglomérats et grès vraco-cénomaniens. 5. Forêts de *Picea sp.*, *Abies sp.*; sols eu-mésobasiques et bruns acides sur des conglomérats calcaires et conglomérats cristallins. 6. Forêts de *Picea sp.* et *Abies sp.*; sols rendziniques et eu-mésobasiques développés sur les calcaires. 7. Forêts de *Abies sp.* et *Fagus sp.*; sols bruns acides développés sur des conglomérats cristallins. 8. Forêts de *Fagus sp.* et *Abies sp.*; sols bruns acides à gros profil (1,0–1,5 m). 9. La crête principale de Piatra Craiului. 10. Limite du massif. 11. *Dianthus callizonus*, l'espèce endémique et spécifique du massif (*Dianthus de Piatra Craiului*). 12. Localité.

A. Carte lithologique générale. a. Calcaires; b. Conglomérats calcaires (Aptien sup.); c. Conglomérats cristallins (Vraco-Cénomaniens). →



L'influence des deux composants peut être constatée surtout dans le cas des formes exokarstiques. Sous les forêts se trouvent *des lapiez colmatés* avec des rendzinas, fait qui, en principe, diminue la dissolution c'est-à-dire l'évolution des lapiés.

Dans cette première partie de l'ouvrage, nous avons présenté des composants géosystémiques et leur apport dans le processus de karstification. Nous considérons que la hiérarchisation exposée au début, a été confirmée partiellement. La présentation du karst apportera autres arguments en ce sens.

BIBLIOGRAPHIE

- 1965 BLEAHU M., RUSU T., *Carstul din România. O scurtă privire de ansamblu*. Lucr. Inst. Spéol. „E. Racoviță”, **IV**, pp. 59–74, Bucarest.
- 1982 BLEAHU M., *Relieful carstic*. Edit. Albatros, pp. 235–249, Bucarest.
- 1983 BOGDAN OCTAVIA, *Regiunile climatice și topoclimatice*. Geografia României, **I**, Geografia Fizică, Edit. Acad. R.S.R., pp. 280–282, Bucarest.
- 1980 CONSTANTINESCU T., *Le karst de Piatra Craiului. (Note 1)*. Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza”, **XIX**, pp. 203–217, Bucarest.
- 1984 CONSTANTINESCU T., *Le Massif de Piatra Craiului. Genèse et l'évolution des torrents; glaciation pléistocène*. **T.A.K.**, 99–105, Bucarest.
- 1994 CONSTANTINESCU T., *Masivul Piatra Craiului. Studiu geomorfologic*. Rezum. Teză doctorat, Univ., București, Fac., Geograf., pp. 1–21.
- 1984 CRISTEA E., *Piatra Craiului. Turism-alpinism*. Edit. Sport-Turism, pp. 36–41.
- 1983 GORAN C., *Les types de relief karstique de Roumanie*. Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza”, **XXXII**, pp. 91–101, Bucarest.
- 1943 ONCESCU N., *Région de Piatra Craiului – Bucegi. Étude géologique*. Anuar. Inst. Geol., **XXII**, pp. 1–124.
- 1984 ORĂȘEANU I., BULGĂR AL., GAȘPAR E., TERTELECAN N., *Hydrological study of Dâmbovicioara passage*. **T.A.K.**, **1**, pp. 153–164, Bucarest.
- 1967 POPESCU ILEANA, *Contribuții la cunoașterea structurii geologice a Masivului Piatra Craiului*. D.S. Com., Stat., Geol., **LII**, pp. 157–178, Bucarest.
- 1974 POSEA GR., POPESCU N., IELENICZ M., *Relieful României*. Editura Științifică, pp. 27–93, Bucarest.
- 1977 SANDA V., POPESCU A., DOLTU M., *Vegetația Masivului Piatra Craiului*. Studii și comunic., Științ. Naturii, Muz. Bruhental, pp. 123–144, Sibiu.
- 1980 TEODOREANU ELENA, *Culoarul Rucăr-Bran. Studiu climatic și topoclimatic*. Edit. Acad. R.S.R., pp. 27–56, Bucarest.
- 1960 VALERIA MICALEVICH VELCEA, *Piatra Craiului. Considerații geomorfologice*. Anal. Univ. Bucarest, **27**, pp. 145–152.

*Institut de Spéologie «Émile Racovitza»
Bucarest*

Reçu le 25 novembre 1996

ÉMILE POP – UN SENSIBLE BIOGRAPHE D'ÉMILE RACOVITZA

GHEORGHE RACOVITĂ

L'auteur retrace les principales séquences de la vie d'Émile Racovitza en relevant la manière originale dont celles-ci ont été présentées et commentées par Émile Pop, l'un des biographes les plus complets du fondateur de la biospéologie.

Déroulée le long d'à peu près huit décennies, achevée avec un consistant bilan créateur sur le plan scientifique et culturel, marquée souvent par des moments dramatiques et quelquefois par des épisodes héroïques, la dense existence d'Émile Racovitza a fait l'objet d'un grand nombre d'écrits rétrospectifs. Certains sont purement biographiques, donc surtout descriptifs. D'autres sont plutôt analytiques, en découpant diverses séquences significatives de l'œuvre de l'illustre savant ou des éléments caractéristiques pour ce qui constitue l'essence de sa pensée novatrice. Et il faut noter qu'une bonne partie de ces écrits ont paru peu de temps, voire immédiatement après sa mort.

Peu habituel dans la littérature concernant les grands hommes de science de la nation, ce fait n'est pas fortuit. A son origine se trouve non seulement l'impulsion tout à fait normale générée par les événements réellement exceptionnels qui ont imprimé à la vie d'Émile Racovitza une profonde originalité, mais aussi la puissante personnalité de l'éminent biologiste, qui s'est imposée et qui a impressionné dès sa jeunesse.

Il n'y a pas de raison pour remémorer maintenant la longue série des écrits dédiés à Émile Racovitza. Cependant, il convient de citer quelques-uns de ses biographes, parce qu'ils comptent parmi ceux qui l'ont connu directement et dont certains se sont trouvés longtemps près de lui, et parce qu'ils sont devenus eux aussi des figures proéminentes, appréciées et respectées à leur tour. Tels ont été: René Jeannel, le plus fidèle et le plus constant de ses collaborateurs; Jules Guiart, duquel il a été lié par une vieille amitié, née à l'époque des études universitaires dans les amphithéâtres de la Sorbonne; Radu Codreanu et Valeriu Pușcariu, qui lui ont été assistants nombre d'années de suite; Constantin Motaș, qui lui a succédé en tant que premier directeur de l'Institut de Spéologie, lorsque celui-ci fut réorganisé après la disparition de son créateur; Ștefan Milcu, avec lequel il a entrecroisé ses pas sous les voûtes de l'Académie Roumaine; Vasile Radu, qui lui a été continuateur dans les études zoologiques. Et l'énumération pourrait être continuée.

Parmi ces remarquable biographes, le nom d'Émile Pop* occupe une position à part. Le motif en est que, malgré le fait qu'il a activé dans un domaine dépourvu de connexions directes avec la zoologie et d'autant moins avec la spéléologie, le parent de l'école roumaine de palinologie s'est avéré finalement être l'un des chercheurs les plus pénétrants, les plus attentifs et les plus sensibles qui se sont penchés sur la vie du fondateur de la biospéologie.

Le premier travail dû à Émile Pop a paru en 1948, quelques mois seulement après ce que, le 19 novembre 1947, Racovitza passa le seuil de l'éternité. D'autres lui ont fait suite, écrits surtout dans des circonstances commémoratives, le dernier texte imprimé étant celui de l'allocution prononcée à Cluj, en 1971, à l'occasion du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie.

Parmi tous ces travaux, un seulement se rapporte à des aspects liés aux recherches scientifiques entreprises par Émile Racovitza et, tel qu'on pouvait s'y attendre, il traite de celles circonscrites au domaine de la botanique (E. Pop. 1948b). Publié à peu près en même temps qu'un article dans lequel André Racovitza, le fils du savant, abordait le même sujet (A. Racovitza, 1948), ce travail ne fait mention qu'en passant à la grande passion qu'Émile Racovitza a eu pour les champignons. Une passion qui l'a amené à passer ses rares moments de répit en errant à travers les forêts des environs du manoir paternel de Șorănești, dans les contrées de Vaslui, ou bien de celles des pieds des Pyrénées Orientales, surtout dans la région de Superbolquère, à une centaine de kilomètres du Laboratoire «Arago» de Banyuls-sur-Mer. En revanche, Émile Pop insiste de façon très détaillée sur la valeur exceptionnelle du matériel botanique que la naturaliste de l'Expédition antarctique belge a apporté de la Terre de Feu, des côtes nouvellement découvertes du Détroit de de Gerlache et des sondages effectués dans les profondeurs des eaux australes ou dans l'épaisseur de la banquise.

En témoignant d'une parfaite maîtrise des problèmes concernant la flore antarctique, l'auteur est d'avis que deux faits doivent être soulignés avec priorité. D'abord, que Racovitza fut celui qui est parvenu à trouver à la latitude sud la plus haute, de 64° 42', la seule phanérogamme capable de se développer dans ces conditions extrêmes d'existence – la graminée *Aira antarctica*. Puis, que les diatomées qu'il a recueillies avec beaucoup de peine dans l'océan et dans les masses de glace **«représentent les premiers échantillons floristiques récoltés par l'homme au sud du Cercle Polaire** [soulign. E. P.]» (E. Pop, 1948b, p. 9). Et il s'agit de presque 90 espèces et variétés nouvelles pour la science!

* Émile Pop (1897–1974), un des botanistes roumains les plus remarquables, fondateur de l'école roumaine de palinologie, a été professeur de physiologie végétale à la Faculté des Sciences de l'Université de Cluj et président de la Filiale de Cluj de l'Académie Roumaine.

Une troisième remarque – à laquelle d'autres biologistes vont ultérieurement se référer sous rapport strictement écologique (V. Soran et M. Borcea, 1984) – relève les observations qu'Émile Racovitza a fait à l'égard de l'importance décisive que ces algues microscopiques ont pour toute la faune antarctique, puisqu'elles forment le premier maillon de l'enchaînement de ressources alimentaires des animaux. Or, par ces observations, le naturaliste roumain peut être considéré à juste titre comme un des pionniers de l'écologie moderne, car la notion de «chaîne trophique» ne sera définie comme telle qu'une trentaine d'années plus tard.

Un autre travail à caractère plus spécial est celui par lequel le professeur Émile Pop valorise des documents inédits qui lui ont confiés par la famille Racovitza (E. Pop, 1957), en diminuant ainsi certaines lacunes qui avaient persisté jusqu'alors dans la biographie du savant, surtout pour la période comprise entre 1886 et 1896, durant laquelle celui-ci a fait ses études universitaires à la Sorbonne et il a préparé sa thèse de doctorat. Avec le même soin et de façon toujours aussi détaillée, l'auteur décrit d'abord le contenu de plusieurs cahiers comprenant notamment des dessins et des notices prises au cours de zoologie, les résultats de certaines expériences de physiologie entreprises en 1895 au laboratoire océanologique de Roscoff et que Racovitza n'a pas publié, ainsi qu'une vaste documentation bibliographique portant sur la géologie de la région balkanique et sur laquelle se sont basés les premiers travaux scientifique parus sous la signature du jeune licencié ès sciences naturelles (E. Racoviță, 1891–1893).

Les documents sur lesquels Émile Pop s'arrête avec le plus d'insistance sont les textes de cinq conférences idéologiques rédigées en roumain. Comme les manuscrits ne portent aucune indication sur la date et le lieu où ces discours ont été prononcés, l'auteur entreprend une ample et minutieuse enquête, à la fin de laquelle il arrive à rassembler les faits de manière convaincante. Son effort est pleinement récompensé, car ces feuilles de papiers jaunies par le temps représentent – tel que lui-même l'affirme – *«les uniques documents écrits dont nous disposons à l'égard du programme des étudiants socialistes roumains de Paris dans les années 1889–1891»* (E. Pop, 1957, p. 50). En sélectionnant ensuite quelques paragraphes qui lui ont paru être parmi les plus illustratifs, il met en évidence aussi bien la profondeur des convictions socialistes qui ont germé dans l'âme d'Émile Racovitza à l'époque où, en tant que lycéen à Iassy, celui-ci s'est trouvé sous la forte influence des idées promovées par la revue «Contemporanul»¹, que la manière dont il a exprimé ces convictions, nette, tranchante et souvent caustique. En voici seulement un

¹ Revue politique, scientifique et culturelle d'orientation social-démocrate et matérialiste, fondée à Iassy en juillet 1891 et dirigée principalement par le sociologue C. Dobrogeanu-Gherea.

exemple: *«Et que les boyards n'hurlent pas lorsque ces êtres abrutis et sauvages [les paysans roumains de ces temps-là, n.a.], produit de leur société, dans un moment de désespoir vont bruler des maisons et massacrer des hommes...»* (E. Pop, 1957, p. 50). Ce sont les paroles d'un fils de grand propriétaire foncier, que les sanglantes révoltes des paysans qui ont éclaté en Roumanie en 1907 vont confirmer pas très longtemps après.

Le travail prend fin avec quelques références sur le contenu de 680 lettres reçues par Émile Racovitza entre 1900 et 1919, surtout dans sa qualité de codirecteur de la revue *«Archives de Zoologie expérimentale et générale»*. Evidemment, il n'est question que d'un fragment d'une correspondance infiniment plus riche et plus variée, mais qui démontre à lui seul que cette prestigieuse publication n'aurait pu maintenir sa position, et peut-être ni même survivre durat les difficiles années de la Première Guerre mondiale, si sa direction n'aurait été assurée par un homme dévoué, compétent et altruiste jusqu'au sacrifice, tel qu'il fut le Roumain auquel son fondateur, le professeur Henri de Lacaze-Duthiers, l'avait confié quelques mois seulement avant sa mort.

Tous les autres travaux d'Émile Pop sont des écrits biographiques plus ou moins amples, mais ayant un pregnant trait commun. En effet, tous montrent un impressionnant rapprochement spirituel entre l'auteur et celui qui en constitue le sujet, traduit par un soin constant d'ajouter à la présentation exacte des faits l'identification de leur motivation et de leur sens. Émile Pop n'est point un investigateur neutre, mais un biographe qui s'exprime avec beaucoup de chaleur et dans un style qui n'évite pas les superlatifs.

Moins habituelle, un semblable attitude doit avoir une origine à elle. Nous la trouvons avouée dans les paroles adressées aux participants à la célébration du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie et qui évoquent les circonstances dans lesquelles il fit lui-même la connaissance d'Émile Racovitza: *«... A l'année de l'apparition de Racovitza à Cluj et de la fondation de l'Institut de Spéologie, l'année festive de l'inauguration de notre Université, j'étais non seulement étudiant, mais aussi membre du personnel scientifique, nommé parmi les premiers dans l'ordre chronologique. J'étais donc témoin oculaire, intéressé dans cette double qualité, des événements qui se sont passés à l'université pendant cette année d'enthousiasme et de fête continuelle, de l'irruption de la langue roumaine dans tous les recoins des sciences, de l'établissement des bases, de la formation et de la consolidation des traditions scientifiques à Cluj.*

... Il est possible que ces préliminaires d'ordre psychologique aient tramé une subjectivité accentuée dans le cœur du jeune homme de 22 ans qui passait frissonnant le seuil de l'Université de la Dacie Supérieure. Tout me semblait solennel, vibrant d'animation, du désir de la montée vers des cimes...» (E. Pop, 1973, p. 89).

C'est donc dans une telle atmosphère qu'Émile Racovitza arrivait à Cluj pour se joindre à ceux résolus de bâtir dans la capitale de la Transylvanie la première université roumaine. Et il venait accompagné d'une réputation acquise loin de sa patrie, mais que les services qu'il a apportés à ce nouveau foyer de culture ne feront que consolider et accroître. Aussi, on comprend aisément comme un jeune animé par les mêmes aspirations s'est laissé pénétré, profondément et durablement, de l'esprit d'un homme qu'il a considéré d'emblée un véritable symbole et à côté duquel il vivra longtemps l'histoire agitée de l'Université de Cluj.

Cinq décennies plus tard, quand l'assistant d'autrefois était académicien, cette première impression s'est cristallisée dans des phrases éloquentes pour sa stabilité. Émile Pop écrivait alors: *«Dans la personnalité d'Émile Racovitza se jumelaient une rare dotation physique et spirituelle avec les principes moraux et sociaux les plus élevés, incorporés organiquement dans son être intégral. En lui se réalisait le critère essentiel de définition de la personnalité: celui de vivre conformément à sa croyance morale et sociale. Aussi, les actes de la vie de Racovitza se caractérisent par une ravissante sincérité. Mais, en même temps, ces actes sont traversés par un authentique souffle héroïque, parce que les principes d'après lesquels il se guidait étaient purs et austères»* (E. Pop, 1968, p. 7).

Presque tous ceux qui ont écrit ou qui ont parlé de la vie d'Émile Racovitza l'ont fait d'une manière en quelque sorte subjective, en ignorant avec trop de légèreté ce qui fut le prix du succès et en composant ainsi une image excessivement lumineuse, dans laquelle les réalisations paraissent tout à fait normales. Émile Pop en constitue en grande mesure une exception, parce que, s'il est vrai que sa plume s'avère être elle aussi généreuse dans la narration des réussites, il est tout aussi vrai qu'elle n'a pas laissé dans l'ombre les efforts qui se sont trouvés derrière le succès.

Deux passages détachés du travail auquel nous avons fait mention ci-dessus sont édifiants dans ce sens. Après avoir affirmé que *«en alignant l'un après l'autre les documents biographiques d'Émile Racovitza, on reste avec la vision limpide d'une voie de cimes depuis le début et jusqu'à la fin»* (E. Pop, 1968, p. 5) et qu'il a existé *«... une heureuse constellation de circonstances qui ont facilité l'ascension [...] du jeune Moldave »*, Émile Pop ajoute immédiatement: *«Cependant, la vie de chaque jour nous démontre incessamment et parfois avec des accents douloureux comment, sous la protection du même concours de circonstances favorables, la jeunesse peut produire, à côté d'hommes de valeur, de nombreuses médiocrités et pas moins d'hommes ratés dans la tentation des faveurs. Mais Racovitza a été l'un de ces hommes d'élite, un homme qui a dominé les circonstances, en les orientant avec le bras vigoureux du timonier sûr de soi lorsqu'il était nécessaire, ou en choisissant parmi elles, avec discernement et avec une éthique jamais démentie, tout ce*

qui était utile pour la science en général et pour sa mission culturelle et spirituelle en spécial » (E. Pop, 1968, p. 6-7).

Outre l'esquisse de ces quelques traits caractéristiques pour les écrits biographiques d'Émile Pop, le moyen peut-être le plus simple et le plus efficace par lequel on peut révéler l'originalité de ceux-ci est de revoir succinctement, à côté du biographe, les principales séquences qui composent l'existence tumultueuse d'Émile Racovitza.

Tel qu'il est bien connu, parmi les circonstances favorables à l'ascension dont parlait Émile Pop, celle qui fut certainement et de bonne heure décisive fut le fait que, au lycée comme à l'université, les professeurs de Racovitza avaient été des hommes effectivement exceptionnels. À Iassy, Grigore Cobălcescu lui a insufflé la passion pérenne pour les sciences naturelles; à Paris, Henri de Lacaze-Duthiers l'a formé en tant que biologiste, en lui transmettant ensuite l'héritage aussi bien spirituel que matériel de ses créations scientifiques les plus remarquables. Mais avant tout fut l'instituteur Ion Creangă, le premier à mettre une empreinte ineffaçable sur l'âme d'enfant de Racovitza. A son égard, Émile Pop disait:

«Si le futur savant a aimé le paysage et le paysan roumains avec tellement de passion qu'il a fait pour eux des lourds sacrifices; si dans ses cours, ses conférences et même ses communications scientifiques il employait un style autochtone tellement pur, pittoresque et savoureux; nous pensons que, en plus des vertus innées, ceci s'explique aussi par la longue communauté spirituelle avec Creangă durant son enfance, dont les traces se sont conservées dans son âme toute la vie, de même que les amphores gardent pour toujours le parfum du premier vin avec lequel elles ont été remplies» (E. Pop, 1948 a, p. 3).

Peu de temps après avoir terminé ses études universitaires, Émile Racovitza a soutenu avec incontestable succès une thèse de doctorat dont la valeur a été reconnue aussitôt par le monde scientifique européen. La conséquence en fut que celui auquel on a confié en fin de compte la difficile tâche de naturaliste de l'expédition antarctique belge commandée par Adrien de Gerlache fut le biologiste roumain. La plupart de ceux qui ont commenté les faits ont vu dans ce choix un succès personnel, une reconnaissance des qualités individuelles. Mais pour Émile Pop, l'option a signifié également un gain pour la patrie. En remémorant les antécédents, celui-ci notait: *«C'est ainsi qu'un Roumain est devenu explorateur polaire et c'est ainsi que la Roumanie est arrivée à s'intégrer dans l'une des gloires nationales les plus pures du siècle passé et du début de notre siècle, celle d'être représentée dans les campagnes héroïques de conquête des pôles de la Terre»* (E. Pop, 1964, p. 19).

Il est évident que l'expédition de la «Belgica» a constitué l'épisode de loin le plus dramatique de la vie de Racovitza, qualifié à juste titre comme un authentique acte d'héroïsme. Le principal argument réside dans le fait que les dix-neuf téméraires qui se sont engagés dans cette aventure l'ont fait en as-

sumant implicitement le risque – aussi réel que possible – de ne revenir jamais, car ils ont accompli leur mission dans des conditions si précaires et avec des moyens si primitifs, que la distance qui les sépare de la technique actuellement mise en jeu pour la recherche du continent blanc les rend inimaginables. Émile Pop condense en quelques lignes cette différence fréquemment évoquée: «À une époque dépourvue de radio et de télégraphie sans fil, Racovitza et ses camarades ont quitté le monde connu pour affronter durant un an et demie le monde des glaces et des ouragans, plein de la crainte de la mort. Ils ont été les premiers hommes qui ont vécu la terrible et la longue nuit antarctique, à un moment où les vitamines étaient ignorées et les avitaminoses rongeaient impitoyables les corps des explorateurs.» (E. Pop, 1964, p. 19). Et en ce qui concerne le naturaliste roumain, il voyait dans sa participation à l'expédition «... un sublime examen de dévouement pour la science, de dévouement pour ses camarades, de discipline morale, de défi olympien du spectre de la mort» (E. Pop, 1968, p. 8).

L'été 1904 fut le moment quand le hasard qui a déterminé tant de sauts spectaculaires dans l'évolution de la connaissance humaine est intervenu dans l'orientation scientifique de Racovitza aussi, en le transformant d'océanologue en spéléologue convaincu. Ce hasard c'était nommé alors *Typhlocirolana moraguesi*, le petit crustacé cavernicole aveugle et translucide que Racovitza a découvert dans les profondeurs de la Grotte de Drach, aux Baléares, et dont l'étude a été l'impulsion qui l'a amené à fonder la biospéologie en tant que discipline scientifique à part. En motivant plus tard l'abandon de ses anciennes études de biologie marine, Racovitza avoue qu'il se trouvait depuis longtemps à la recherche d'un milieu dans lequel la Nature aurait fait elle-même des «expériences» qui facilitent la compréhension du processus – autrement très complexe – de l'adaptation des êtres vivants. Cette explication occupe sa place légitime également dans les écrits du biographe: «L'écologue Racovitza trouve une problématique passionnante dans la vie souterraine, l'évolutionniste déchiffre des empreintes évocatrices dans la constitution des animaux cavernicoles et son esprit de synthèse est entièrement satisfait par le multiple et harmonieux concours de processus physico-chimiques et biotiques qui définit la vie dans le domaine souterrain. C'est ainsi qu'à pris naissance, sur un profond et exact fondement, la **spéologie**, dont le magistre mondial reste jusqu'à sa mort Émile Racovitza» (E. Pop, 1964, p. 25).

L'une des réalisations de valeur d'Émile Racovitza a été le large pont de liaison qu'il a jeté entre les domaines spéciaux dans lesquels il a entrepris ses recherches scientifiques et les problèmes globaux de l'évolution du monde vivant. En soulignant cette remarquable composante de son œuvre, Émile Pop écrivait: «La **spéologie** orientée par Racovitza au point de vue méthodique et théorique a été non seulement un fournisseur exubérant d'êtres inconnus, mais surtout une surprenante et très riche source d'indices de biologie générale,

que Racovitza déchiffre progressivement avec son œil expérimenté et infatigable» (E. Pop, 1948 a, p. 7).

Tout ce qui c'est passé après la création, par Racovitza, de l'Institut de Spéologie de l'Université de Cluj, en transférant ainsi en Roumanie le centre coordinateur de la biospéologie mondiale, sont des faits dont Émile Pop a pu prendre directement connaissance et qu'il a relaté ultérieurement sans se baser uniquement sur des informations insérées dans des documents plus ou moins éparpillés. A partir de ce moment, ses opinions ont un poids accru, car elles s'appuient sur des éléments bien plus concrets, et ses récits gagnent une évidente note personnelle.

Ce changement se reflète d'abord dans la manière dont Émile Pop parle du rôle que l'institut de Racovitza a joué dans l'épanouissement de l'Université de la Dacie Supérieure, notamment de la Faculté de Sciences et, à plus longue échéance, dans le développement de la vie spirituelle à Cluj. *«Sans qu'aucune mention officielle en soit faite – disait-il –, nous connaissions tous, dès les premières années, l'influence de la conception, de la méthode et du but, affirmés dans la direction de l'Institut de Spéologie, sur l'activité et l'organisation des instituts annexes des chaires»* (E. Pop, 1964, p. 29).

«La distinction la plus précieuse dont Racovitza s'est rendu digne au cours de la période passée à Cluj est l'immense sacrifice d'avoir renoncé sans hésitation à nombre de ses occupations et de ses projets scientifiques, pour pouvoir offrir à sa patrie et surtout à la jeune université transylvaine une partie de son âme généreuse, sa vaste expérience scientifique et d'organisation, sa conception progressiste secondée par son orientation juridique, son admirable tact dans les relations humaines, toutes dominées par sa passion héroïque de promouvoir la science et, en général, la culture. Cette action à lui s'est affirmée sans bruit et sans spectaculosité, mais avec un superbe dévouement, dans des secteurs de notre vie culturelle si divers, qu'on pourrait dire que dans sa personnalité active se concrétisait une synthèse de la culture roumaine, de laquelle déversaient des ondes fertiles sur tout le champ de la vie spirituelle de son pays» (E. Pop, 1968, p. 12).

C'est de cette manière-là qu'Émile Pop caractérisait l'attitude tout à fait singulière que Racovitza – en définitive, libre de décider – a adoptée tout le long du dernier quart de siècle de son existence. Et les paroles sont exactes. En acceptant d'innombrables charges et fonctions, dont beaucoup ont été de facture administrative et, par conséquent, dépensières voraces de temps et d'énergie dans une perpétuelle lutte contre la bureaucratie, le professeur Émile Racovitza a été privé de toute possibilité d'achever les études qu'il avait eu l'intention de réaliser. Or, pour un homme de science, il n'y a pas de tribut plus lourd que l'abandon de son propre travail. Que ce sacrifice a mené, en revanche, à un gain considérable sur le plan universitaire et même culturel, ceci est incontestable. Mais la perte pour la science a été immense, parce qu'elle s'est traduite entre autres par le fait que le seul biologiste roumain qui

est arrivé à élaborer une conception réellement originale sur l'évolution s'est trouvé finalement dans l'impossibilité de présenter de manière cohérente et complète la totalité de ses idées (Gh. Racoviță, 1993).

Durant la deuxième guerre avec des conséquences immédiates sur la vie de Racovitza, la Faculté de Sciences et l'Institut de Spéologie ont été forcés de se réfugier à Timișoara, chassés de Cluj par l'occupation magyare. Ces circonstances, contraires par elles-mêmes aux activités scientifiques, n'ont fait qu'augmenter le sacrifice. Citons à nouveau les mots d'Émile Pop: *«Beaucoup nous nous somme rendu compte alors que, par les nouvelles attributions dont il s'est chargé de bon gré, un énorme et encore non affaibli pouvoir créateur dans le domaine de l'esprit a été bloqué par des tâches anodines. L'étape de Timisoara aurait été la plus appropriée pour que le vieux Racovitza puisse écrire ses mémoires personnels tellement désirés»* (E. Pop, 1964, p. 35). La remarque est une fois de plus justifiée, parce que, en exprimant son regret pour l'absence de ces mémoires dès le début du même travail, le biographe se montre convaincu du fait que, si ceux-ci auraient pu être écrits, *«notre littérature mémoralistique, si pauvre, s'aurait certainement enrichi d'un chef-d'œuvre, notre jeunesse aurait sans cesse goûté une lecture autant instructive qu'éducative, l'histoire des sciences et spécialement de la biologie aurait gagné un trésor précieux de documents en même temps exacts et suggestifs»* (E. Pop, 1964, p. 9).

Malheureusement, quand la paix a permis à Racovitza de retourner à Cluj, il était déjà trop tard pour que le temps gaspillé puisse être récupéré au moins en partie. Le dramatisme de ces derniers mois, trop peu saisi par ceux qui ne se sont pas trouvés auprès du savant, est dévoilé par Émile Pop par des phrases dépourvues de pathétisme, mais d'autant plus impressionnantes: *«... Songeons avec tristesse à la tragique extériorisation de son dévouement pour l'Institut à l'année de sa mort, qui coïncida avec la période de sévères austérités imposée par les séquelles de la guerre. Je le voyais le matin aller à pied à l'institut, de plus en plus voûté et affaibli, pour ne retourner que le soir. Il travaillait à son bureau sans répit, n'interrompant son activité que pour consommer un déjeuner frugal. Comme il faisait froid, il devait travailler avec des gants, auxquels il avait coupé les doigts pour pouvoir écrire dans ses dossiers d'une présentation parfaite. Il ne prêta pas d'attention à la maladie qui progressait, en défiant ainsi la fin qui approchait impitoyablement. Il a travaillé jusqu'à ce que la plume lui tomba de la main »* (E. Pop, 1973, p. 91-92).

On ne peut pas terminer avec plus d'utilité pour son but ce fugitif regard récapitulatif sur la manière dont le professeur Émile Pop s'est efforcé de parachever l'image immortelle d'un homme que tout ce qu'il a fait le place définitivement parmi les figures d'élite, qu'en empruntant deux autres fragments de ses écrits biographiques:

«Nous avons perdu alors dans le brouillard de la nation un bijoutier de bijoux de la pensée, un créateur de tradition académique féconde, une personnalité héroïque, sereine et harmonieuse, digne de servir comme modèle à suivre pour tous ceux désireux d'atteindre les cimes lumineuses de la vie» (E. Pop, 1968, p. 13).

«Mais son institut, de nouveau unique au monde, reste entier, riche, attirant, avec une base doctrinaire particulièrement claire, avec de buts magistralement fixés. On ne peut que difficilement trouver un établissement scientifique qui rayonne autant d'attraction pour les chercheurs et qui suggère à la collectivité de nos biologistes et surtout de ceux de Cluj autant d'obligation morale de continuer sa campagne de réalisations. Mais il est encore plus difficile de trouver un exemple aussi lumineux et impressionnant d'enthousiasme et de labeur pour la science, de captivante noblesse du caractère et de profondeur des conceptions biologiques, que celui du fondateur ÉMILE RACOVITZA» (E. Pop, 1948a, p. 11).

BIBLIOGRAPHIE

- 1948a POP, E., *Profesorul Emil G. Racoviță*. Rev. Șt. «V. Adamachi», XXXIV, 1-2, 1-11.
- 1948b POP, E., *Profesorul Racoviță și botanica*. Bul. Grăd. Bot. Muz. Bot. Univ. Cluj, XXVIII, 1-4, 3-19.
- 1957 POP, E., *Date noi cu privire la viața și opera lui Emil Racoviță pe baza unor manuscrise inedite*. Stud. Cercet. Biol., VIII, 1-2, 43-56.
- 1964 POP, E., *Viața lui Emil Racoviță*. In: E. Racoviță, *Opere alese*, Edit. Academiei R.P.R., București, 9-38.
- 1968 POP, E., *Viața și personalitatea lui Emil Racoviță*. Natura, Seria Biol., 6, 5-13.
- 1973 POP, E., *Allocuțion. Livre du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie «Émile Racovitza»*, Edit. Acad. R.S.R., Bucarest, 1973, 89-92.
- 1948 RACOVITĂ, A., *Le professeur Emil Gh. Racovitza mycologue amateur*. Not. Biol., VI, 16-21.
- 1891-3 RACOVITĂ, E., *Presqu'île des Balkans*. Ann. Géol. Univ., VIII (1891), 513-521, IX (1892), 489-520, X (1893), 501-514.
- 1926 RACOVITĂ, E., *Speologia. Rostul și însemnătatea ei*. Academia Română, Discursuri de recepție, LXI, 64 p.
- 1993 RACOVITĂ, GH., *Cuvânt înainte*. În: É. Racoviță, *Cugetări evoluționiste*, Edit. Academiei Române, București, 1993, 7-12.
- 1984 SORAN, V., BORCEA, M., *Émile G. Racovitza, écologue et éthologue*, Trav. Mus. Hist. nat. «Gr. Antipa», XXV, 369-377.

Institut de Spéologie «É. Racovitza»
Section de Cluj

Reçu le 15 juin 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 dactylographiés en deux exemplaires à double interligne (31 lignes par page). 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 sur pages séparées. Les dessins et les diagrammes seront exécutés à l'encre de Chine.

Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des auteurs. Elles doivent comprendre: l'année de parution, le nom de l'auteur, 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. 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 des lettres a, b, c, etc. Le renvoi aux références bibliographiques comportera le nom de l'auteur et l'année (éventuellement avec indications de pages) 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.

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.

TRAVAUX PARUS AUX ÉDITIONS DE L'ACADÉMIE ROUMAINE

- * * * **Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba,**
Tome I, 1973, 426 p.
- * * * **Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba,**
Tome II, 1977, 420 p.
- * * * **Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba,**
Tome III, 1981, 190 p.
- * * * **Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba,**
Tome IV, 1983, 221 p.
- * * * **Speologia** (La Spéologie – Série monographique. Le groupe de recherches
complexes «Les Portes de Fer»), 1979, 185 p.
- * * * **Fauna hipogea y hemiedáfica de Venezuela y otros países de América
del Sur**, 1, 1987, 219 p.
- C. LASCU, S. SÂRBU, **Peșteri scufundate**, 1987, 255 p.
- E. RACOVÎȚĂ, **Cugetări evoluționiste** (Pensées évolutionnistes), ediție îngrijită
de Gh. Racoviță, 1993, 320 p.
- * * * **Chronostratigraphie und Neostatotypen. Neogen der Zentrale Para-
tethys, Bd. IX Pliozän P1₁ Dacien**, 1995, 530 p.
- R. FICHEUX, **Les monts Apuseni (Bihor). Vallées et aplanissements**, 1997, 535 p.

TRAV. INST. SPÉOL. ÉMILE RACOVITZA, T. XXXV, P. 1 – 230,
BUCAREST, 1996

