

RÉVISION SYSTÉMATIQUE DES LEPTODIRINAE SOUTERRAINS DES MONTS APUSENI. VIII. APERÇU SYNTHÉTIQUE SUR LE GENRE *PHOLEUON*

GHEORGHE RACOVITĂ

Résumé. Précédé par six études entreprises sur les populations de *Pholeuon* propres aux principales zones géographiques des Monts Apuseni, le présent travail a pour objet une analyse globale de tous les taxons attribués actuellement à ce genre. Les données biométriques relatives à 9745 individus sont traitées successivement par analyse numérique, analyse des groupements par classification hiérarchique et analyse en composantes principales, en considérant d'abord la région des Monts Pădurea Craiului, ensuite celle des Monts du Bihor et finalement celle des Monts Apuseni. Les résultats concordants ainsi obtenus attestent que la méthodologie employée assure une séparation correcte de taxons. Par ailleurs, ils montrent que les espèces et sous-espèces appartenant au sous-genre *Parapholeuon* peuvent être facilement identifiées, tandis que la différenciation de celles incluses dans le sous-genre *Pholeuon* (s. str.) pose des problèmes parfois assez complexes.

Abstract. "SYSTEMATIC REVISION OF SUBTERRANEAN LEPTODIRINAE FROM THE APUSENI MOUNTAINS. VIII. SYNTHETIC VIEW UPON THE GENUS *PHOLEUON*". The present paper aims to achieve a global study of all taxa of the genus *Pholeuon*. The work was preceded by six extensive investigations on the *Pholeuon* populations from the main geographic areas of the Apuseni Mountains. Biometric data obtained from 9745 specimens are successively analyzed by numerical analysis, hierarchical cluster analysis (HCA) and principal component analysis (PCA) considering the Pădurea Craiului Mountains regions first, seconded by the Bihor Mountains and finally the Apuseni Mountains. The results validate the effectiveness of the methodology approached that assures a clear separation of the taxa. On the other side, it is confirmed that the species and subspecies that belong to *Parapholeuon* might be easily identified, while the discrimination of those included in the subgenus *Pholeuon* (s. str.) rise sometimes complex difficulties.

Key words: quantitative taxonomy, subterranean *Coleoptera*, *Pholeuon*.

1. INTRODUCTION

La révision des Leptodirinae troglobies cantonnés dans les Monts Apuseni devrait porter en égale mesure sur les deux grands groupes de formes endémiques pour ce massif montagneux, les genres *Drimeotus* Miller, 1856 et *Pholeuon* Hampe, 1856. Mais sous le titre commun de ce projet de recherches n'ont paru finalement que les travaux se rapportant au genre *Pholeuon*. La principale raison en fut que les *Drimeotus* se sont avérés être bien moins nombreux surtout dans les grottes des Monts du Bihor, de sorte que les échantillons qu'on pouvait y prélever

ne se prêtaient pas à un traitement statique des données biométriques. Un seul mémoire plus ou moins similaire ayant pour sujet les espèces de *Drimeotus* (s. str.) des Monts Pădurea Craiului a été néanmoins publié par MOLDOVAN (2000).

Quant au genre *Pholeuon*, une série de six études zonales ont été entreprises. Elles se rapportent généralement à des sous-bassins hydrographiques, car à l'exception près, chacun de ceux-ci est peuplé par une seule espèce (RACOVITĂ, 1996, 1998–1999, 2004–2005, 2006–2007, 2009, 2010). En outre, la série a été précédée d'un travail de facture méthodologique, destiné à établir des repères permettant de différencier sur des bases plus objectives les taxons, et particulièrement les sous-espèces (RACOVITĂ, 1995).

Le résultat le plus important auquel on est arrivé réside d'une part dans l'identification d'une espèce et de 12 sous-espèces nouvelles pour la science, et d'autre part, dans la mise en synonymie de *Pholeuon* (s. str.) *proserpinae* Knirsch, 1913 et de *P. knirschi frivaldszky* Csiki, 1912.

Au terme de cette révision échelonnée sur pas moins de quinze ans, il convient d'esquisser un tableau d'ensemble sur tout le genre *Pholeuon*, afin de vérifier si les méthodes multifactorielles d'analyse statistiques utilisées dans les études régionales peuvent être appliquées avec des résultats acceptables à la totalité des taxons aussi. Par ailleurs, cette approche globale est de nature à révéler la manière dont se différencient les espèces, puisque dans les études régionales, l'accent a été mis forcément sur les rapports de similitudes existant au niveau des sous-espèces.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les échantillons sur lesquels on a effectué des mesures biométriques ont totalisés 9745 individus (mâles et femelles), appartenant aux 35 taxons (genres, sous-genres, espèces et sous-espèces) et provenant de 61 cavités souterraines. Ces taxons sont énumérés dans la liste ci-dessus, dans laquelle figurent également les cavités qu'ils habitent, ainsi que six sous-espèces non incluses jusqu'à présent dans la révision, mais qui ont été décrites ou mentionnées par divers auteurs (JEANNEL, 1923, 1924, 1930; IENIȘTEA, 1955; DECU, 1964; MOLDOVAN, 1989; MOLDOVAN *et al.*, 2007).

LISTE DES TAXONS ET DES CAVITÉS KARSTIQUES¹

1. *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *moczaryi* Csiki, 1911: Peștera Vântului (1), Peștera de la Izbândiș (2), Peștera de la Vadul Crișului (3), Peștera Bătrânului (4).
2. *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *angustiventre*, Racoviță, 1996: Peștera Ponoraș (5), Peștera de la Stanul Ciuții (6).

¹ Les grottes dont on n'a pas disposé d'échantillons utilisables en biométrie sont marquées avec un astérisque (*). Les numéros d'ordre placés entre parenthèses après le nom des cavités correspondent à ceux de la Fig. 1.

3. *Pholeuon (Parapholeuon) gracile gracile* J. Frivaldszky, 1861: Peștera de la Cubleș (24).
4. *Pholeuon (Parapholeuon) gracile chappuisi* Jeannel, 1930: Peștera de la Toaia (7), Peștera de la Țigăniște (8), Peștera de la Întorsuri (9), Peștera din Sohodol (10), Peștera Jurcanilor* (11), Avenul din Stanul Foncii (12), Peștera Ciur-Ponor (13), Peștera Vacii din Cheile Cuților* (14), Peștera Gruiețului (15), Hârtoșul Bonchii* (16).
5. *Pholeuon (Parapholeuon) gracile bokorianum* Csiki, 1911: Peștera I de la Izbulul Topliței de Vida (17), Peștera de la Preguz (18), Peștera I de la Stanul Cerbului (19), Peștera Vizu I (20), Peștera Vizu II (21), Peștera cu Apă din Valea Letii* (22), Peștera cu Cascadă* (23).
6. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle angusticolle* Hampe, 1856: Peștera Zmeilor de la Onceasa (25).
7. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle bihariense* Csiki, 1912: Izbulul de la Rădeasa (26)*.
8. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle alunensis* Racoviță, 2009: Izbulul din Alunul Mare (27), Peștera cu Ceață* (28), Peștera Colțului* (29).
9. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle mihoki* Csiki, 1911: Peștera lui Teo (30), Peștera Diaclază (31), Poarta Alunului (32), Peștera de la Alun (33), Peștera cu Oase* (34), Șura Ponorului* (35).
10. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle longicornis* Racoviță, 2009: Peștera din Piatra Ponorului (36).
11. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle arpadi* Csiki, 1912: Peștera din Dealul Humpleu (37), Peștera din Valea Firii (38).
12. *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle gujai*, Racoviță, 2009: Peștera Grama (39).
13. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi knirschi*, Breit, 1911: Peștera Condorului (81)*.
14. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi vartopensis* Racoviță, 2004–2005: Peștera de la Vârtoș (48), Peștera din Pârâul Orbului (49).
15. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi brevicule* Jeannel, 1923: Sistemul Coiba Mică – Coiba Mare (50), Peștera Oilor (51), Peștera din Sohodolul Chicerii* (52), Peștera din Pârâul Hodobanei (53), Avenul din Tău (56).
16. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi brachynotos* (Jeannel, 1923) Racoviță, 2004–2005: Peștera de la Hoanca Apei (55), Corobana de la Coteșul Dobreștilor* (62), Avenul din Șesuri*(57).
17. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi glaciale* (Jeannel, 1923) Racoviță, 2004–2005: Ghețarul de la Scărișoara (58), Peștera Pojarul Poliței (59), Huda de la Poliță* (61), Hoancele Căldărilor* (54).
18. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi christiani* Racoviță, 2005: Peștera de sub Zgurăști (= Ghețarul de sub Zgurăști) (63), Peștera de sub Piatra Pârjolii (= Peștera de la Buciumul Ciucit) (60).
19. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi albacensis* Racoviță, 2005: Peștera din Peretele Dărninii (64).
20. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi proserpinae* (Knirsch, 1913) Racoviță, 2004–2005: Corobana Mândruțului (65).

21. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi intermittens*, (Knirsch, 1913) Racoviță, 2004–2005: Huda Laptelui de Piatră (66), Peștera din Piatra Târsei (67), Coderinca lui Putui* (68).
22. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi onaci* Racoviță, 2007: Peștera din Valea Rea (40).
23. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi dieneri* Mihók, 1912: Peștera din Poiana Vărășoaia (41), Șura Boghii (42), Ghețarul de la Barsa (43).
24. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi serbani* Ieniștea, 1955: Hoanca Mare din Grumazul Bătrânei* (44).
25. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi convexum* Knirsch, 1913: Avenul Gemănata din Bătrâna* (45).
26. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi cetatensis* Jeannel, 1930: Cetățile Porului (46).
27. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi gyleki* Moczarski, 1912: Peștera din Dealul Vârseci (47).
28. *Pholeuon* (s. str.) *knirschi elemeri* Csiki, 1912: Peștera din Pereții Corlatului (80).
29. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum leptodirum* E. & J. Frivaldszky, 1857: Peștera de la Fânațe (78).
30. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum attila* Csiki, 1912: Avenul din Tărtăroaia* (69).
31. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum fagensis* (Racoviță, 2010): Peștera din Pârâul Fagului (70).
32. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum nanus* Racoviță, 2010: Peștera Micula (71).
33. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum winkleri* (Jeannel, 1923): Peștera de la Dosul Broscoiului (72).
34. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum jeanneli* Racoviță, 2010: Peștera Coliboaia (73).
35. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum hazayi* J. Frivaldszky, 1884: Peștera Măgura (74).
36. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum biroi* Csiki, 1912: Peștera Mare din Dâmbul Colibii (75).
37. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum moldovani* Racoviță, 2010: Peștera Corbasca (76).
38. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum problematicus* Racoviță, 2010: Peștera de la Secătură (77).
39. *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum janitor* Jeannel, 1923: Porțile Bihorului* (79).
40. *Pholeuon* (*Mesopholeuon*) *comani* (Ieniștea, 1955) Moldovan, Racoviță & Dunay, 2007: Peștera cu Apă de la Moară (82), Peștera de la Moara Dracilor* (83).
41. *Protopholeuon hungaricum* (Csiki, 1904); Jeannel, 1923: Peștera Lucia (84).

La révision taxonomique du genre *Pholeuon* a été entreprise en premier lieu par des méthodes quantitatives, les seules utilisables dans les conditions de la très forte variabilité individuelle qui paraît être propre à tous les Coléoptères troglobies (CROUAU-ROY, 1984, JUBERTHIE *et al.*, 1984). Significatif à cet égard est, entre autres, le fait que la variation inter-populationnelle est parfois aussi grande que celle inter-populationnelle (DELIOT et DELAY, 1983).

Bien que les éléments méthodologiques établis en vue de cette révision aient été exposés à plusieurs reprises, nous croyons utile de les rappeler très brièvement.

Afin d'augmenter au maximum possible le seuil de signification des résultats statistiques, nous avons essayé de prélever des échantillons ayant un effectif de 100 individus de chaque sexe, en utilisant dans ce but des pièges appâtées de type Barber. Apparemment agressive à l'égard des populations cavernicoles, cette méthode s'est avérée n'avoir point de conséquences néfastes, tel que nous-mêmes nous l'avons constaté plus qu'une fois. Par ailleurs, les estimations effectuées par DELAY (1975) ont démontré que l'effectif des populations souterraines qui occupent l'espace des cavités accessible et les fissures se trouvant en liaison avec celui-ci peut dépasser 100.000 individus. Notons toutefois que des échantillons ayant un effectif inférieur à celui standard ont été pris également en considération, mais seulement lorsqu'ils étaient suffisamment grands pour se prêter de manière raisonnable au traitement statistique des données biométriques.

Les valeurs primaires utilisées dans les analyses multifactorielles sont représentées par les moyennes arithmétiques de 18 caractères quantitatifs, dont 9 dimensionnels et 9 morphométriques. Comme ces caractères doivent être évidemment communs pour tous les taxons, ils ne se rapportent qu'au pronotum, aux élytres et à la longueur des antennes. D'autre part, nous n'avons pas pris en considération certains caractères utilisés dans la diagnose de divers taxons, tels la largeur de la gouttière marginale ou les dimensions des articles antennaires et du premier article des tarsi antérieurs, parce que leurs valeurs de beaucoup plus faibles conduisent à des coefficients de variation excessivement grands.

Dans les travaux de taxonomie quantitative appliquée aux Coléoptères troglobies, les auteurs se sont bornés à faire usage d'une seule méthode d'analyse multifactorielle, généralement l'analyse en composantes principales (COIFFAIT *et al.*, 1963; GERS, 1983; JUBERTHIE *et al.*, 1980; SALGADO et LOUIS, 1983), mais parfois l'analyse canonique aussi (ESCOLA et CUADRAS, 1977).

Dans la présente synthèse, trois telles méthodes sont employées: l'analyse numérique, l'analyse des groupements par classification hiérarchique (*hierarchical cluster analysis*) et l'analyse en composantes principales, à cette dernière s'ajoutant à l'occasion et en tant que complément l'analyse factorielle discriminante. L'avantage particulièrement important qu'on obtient en procédant ainsi réside dans la possibilité de vérifier les résultats, autrement obtenus de façon unilatérale.

La matrice à partir de laquelle on a effectué l'analyse numérique a été construite avec les valeurs d'un coefficient de similarité de type Jaccard, obtenues en considérant une variante de la „règle des 75%” définie par MAYR *et al.* (1953). Dans cette variante, on a admis que deux populations **A** et **B** appartiennent à des sous-espèces distinctes si 75% des individus de la population **A** diffèrent de 85% des individus de la population **B**. En développant le fondement mathématique de cette règle, on a établi également les seuils au-dessus desquels les différences entre les moyennes arithmétiques des paramètres biométriques deviennent suffisamment grandes pour permettre de distinguer non seulement les populations, mais aussi les sous-espèces, respectivement les espèces et les taxons de rang supérieur. Le diagramme représentant les rapports de similitude entre les unités statistiques a été

construit selon le principe de la similitude maximale, c'est-à-dire de manière centrifuge, et en tenant également compte des rapports de voisinage qui déterminent la variante isomérique optimale (ȘERBAN *et al.*, 1979).

Dans l'analyse des groupements par classification hiérarchique nous nous sommes servis du logiciel PRIMER, en choisissant le mode „liaison simple” (*single linkage*), qui opère lui aussi avec des ressemblances, donc selon le même principe (CLARKE et WARWICK, 2001).

L'analyse en composantes principales a été effectuée à l'aide du logiciel STATITCF, dans lequel on a opté pour une analyse centrée réduite, celle-ci ayant l'avantage de ne pas être influencée par la grandeur des variables (JUBERTHIE *et al.*, 1980). Dans tous les cas, la visualisation de l'espace des unités statistiques selon le plan factoriel (1-2) rend compte de façon très satisfaisante de la structure du nuage de dispersion, car les deux axes qui définissent ce plan expriment ensemble plus de 75% de la variance totale (le taux critique de signification étant de 50%).

Tel qu'il était logique, les données primaires à partir desquelles nous avons opéré (*input data*) ont été toujours les mêmes, c'est-à-dire les demi-sommes des moyennes arithmétiques correspondant d'une part aux échantillons de mâles et d'une autre, à ceux de femelles. En effet, des tests effectués spécialement dans ce sens ont montré que le dimorphisme sexuel, aussi important qu'il soit, n'intervient point dans la différenciation des taxons. De façon prévisible puisqu'il s'agit d'insectes holométaboles, une constatation similaire a été faite à l'égard des imagos immatures au point de vue reproductif et de couleur plus claire, de sorte que GERS (1983) a pris à tort soin de ne mesurer que des mâles adultes sombres.

En ce qui suit, les trois analyses seront appliquées successivement aux taxons répandus dans les Monts Pădurea Craiului, les Monts du Bihor et les Monts Apuseni. Mais il faut préciser qu'entre les deux premières unités orographiques il y a une différence de biodiversité de laquelle on doit tenir compte. En effet, tel que DECU et NEGREA (1969) l'ont précisé depuis bien longtemps, les Monts du Bihor constituent la zone biospéologique la plus importantes de Roumanie, aussi bien par la richesse de la faune cavernicole que par le nombre des formes endémiques servant de bioindicateurs. Quant au genre *Pholeuon*, cette différence se traduit par le fait qu'il est représenté par pas moins de 34 taxons dans les Monts du Bihor et par seulement 5 dans les Monts Pădurea Craiului. En conséquence, les analyses statistiques auront pour objet d'abord les populations dans le cas des Monts Pădurea Craiului, et seulement les sous-espèces dans celui des Monts du Bihor.

3. RÉGION DES MONTS PĂDUREA CRAIULUI

Pour ce massif montagneux, une étude de facture synthétique a été déjà réalisé (RACOVIȚĂ, 1999). Nous estimons cependant qu'il n'est guère dépourvu d'intérêt de la reprendre, puisqu'elle sera faite de manière à être comparable sous tous les aspects avec les deux autres séquences régionales.

Les formes de *Pholeuon* localisées dans les cavités souterraines de cette unité orographique appartiennent toutes au sous-genre *Parapholuon* Ganglbauer, 1887, qui renferme actuellement trois espèces: *P. moczaryi*, endémique pour le bassin de Crișul Repede, *P. gracile*, propre au bassin de Crișul Negru, et *P. angustiventre*, connue de deux grottes placées à la limite d'entre ces grands bassins hydrographiques (Fig. 1, n° 5 et 6).

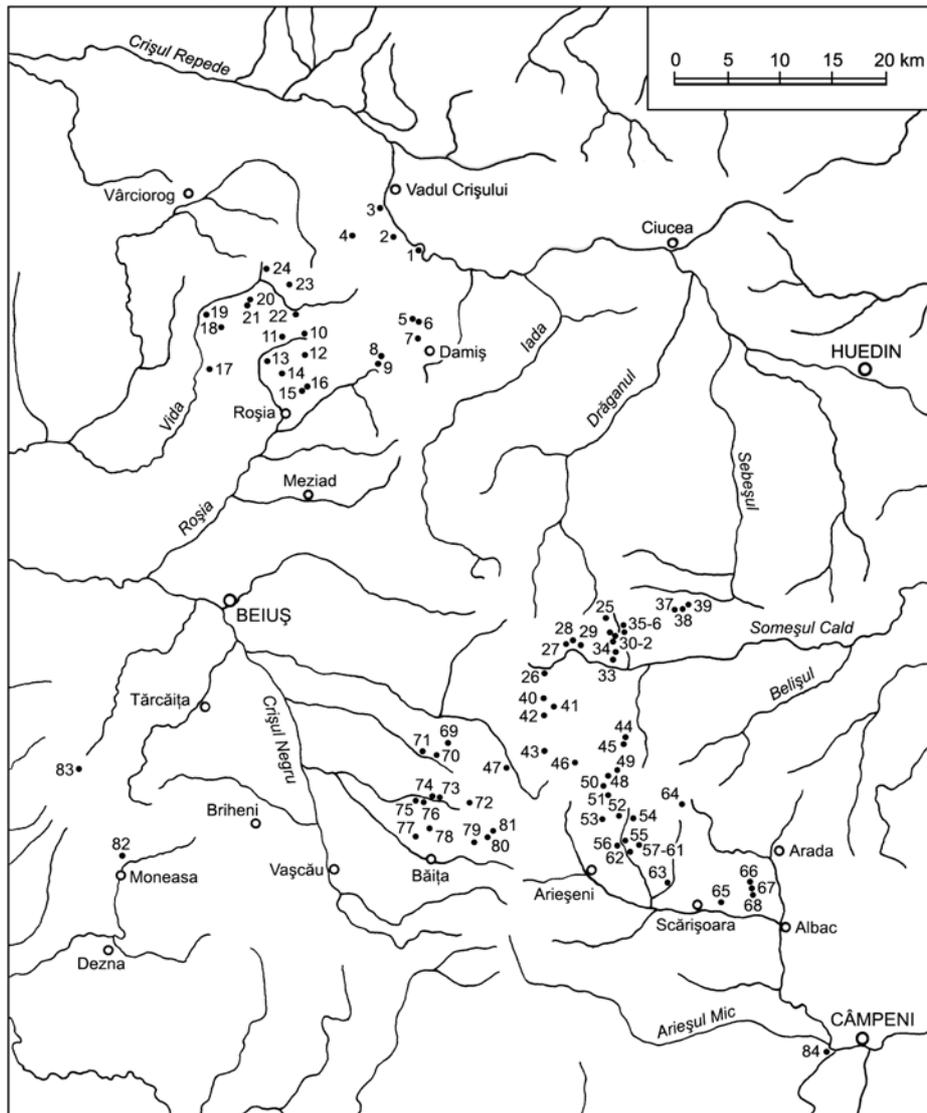


Fig. 1. Carte des Monts Apuseni, avec l'emplacement des cavités peuplées par des formes de *Pholeuon* (base cartographique d'après Orghidan *et al.*, 1965).

3.1. ANALYSE NUMÉRIQUE

Le dendrogramme illustrant les rapports de similitudes (Fig. 2) montre très clairement l'association des populations en trois groupes, correspondant aux trois espèces qu'on vient de mentionner. Le premier renferme les populations de *P. moczaryi*, localisées dans les grottes de Vadul Crișului, Vântului, Izbândiș et Bătrânului et liées à niveau minimale de similitude de 82,5%. Le second renferme les populations de *P. angustiventre* habitant les grottes de Ponorăș et Stanul Ciuții et qui s'avèrent être très semblables vu qu'elles se rattachent à un niveau de similitude particulièrement élevé, de 98,1%. Enfin, le troisième groupe, de loin le plus nombreux, inclut toutes populations de *P. gracile*. Dans la structure de celui-ci on reconnaît assez facilement des groupes de second ordre correspondant aux sous-espèces. Il y a d'abord celui qui englobe les cinq populations de *P. g. bokorianum*, (V2, Ce, Tp et Pr), cantonnées toutes dans la Vallée de Vida (Fig. 1, n° 17 à 21). Vers l'origine de cette même vallée se trouve la grotte de Cubleș (Cu) (Fig. 1, n° 24), jusqu'à présent station unique pour *P. g. gracile*, et dans le dendrogramme on voit la population de cette sous-espèce s'y lier à un niveau de similitude relativement bas, de 80,0%.

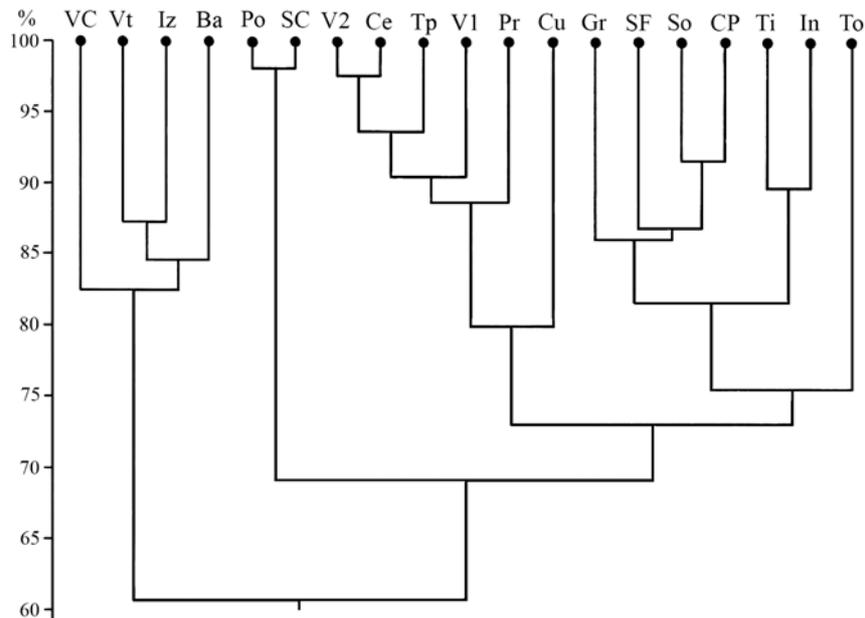


Fig. 2. – Monts Pădurea Craiului. Dendrogramme relatif aux populations, obtenu par analyse numérique (en ordonnée, niveau de similitude).

VC = Peștera de la Vadul Crișului (3); Vt = P. Vântului (1); Iz = P. de la Izbândi (2); Ba = P. Bătrânului (4); Po = P. Ponorăș (5); SC = P. de la Stanul Ciuții (6); V2 = P. Vizu 2 (21); Ce = P. de la Stanul Cerbului (19); Tp = P. de la Toplița (7); V1 = P. Vizu 1 (20); Pr = P. de la Preguz (18); Cu = P. de la Cubleș (24); Gr = P. Gruiețului (15); SF = Avenul din Stanul Foncii (12); So = P. din Sohodol (10); CP = P. Ciur-Ponor (13); Ti = P. de la Țigăniște (8); In = P. de la Întorsuri (9); To = P. de la Toaia (7).

Il y a ensuite celui composé des sept populations de *P. g. chappuisi* (Gr, SF, So, CP, Ti, In et To) propres au sous-bassin de la Vallée de Roşia (Fig. 1, n° 7 à 13 et 15). Dans ce dernier cas, la population de la grotte de Toaia (To) devrait être considérée comme appartenant elle aussi à une sous-espèce à part, car le niveau de similitude auquel elle se sépare, de 75,6%, est inférieur à son équivalent pour *P. g. gracile*. Néanmoins, cette variante ne peut être retenue, parce que ce faible niveau de similitude est déterminé par des caractères uniquement dimensionnels et non pas morphométriques. Et tel que nous l'avons déjà précisé (RACOVIŢĂ, 1998–1999, 1999), ne distinguer une sous-espèce que par sa taille est une procédure peu raisonnable. D'autre part, les données biométriques confirment l'opinion de Jeannel (1923, 1924) selon laquelle *P. g. gracile* se distingue de *P. g. bokorianum* par les côtés du pronotum moins arrondis dans leur moitié antérieure.

3.2. ANALYSE DES GROUPEMENTS PAR CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE

Le dendrogramme obtenu par cette méthode (Fig. 3) est bien semblable à celui construit par les moyens de l'analyse numérique. Notons de plus qu'il s'agit de la forme brute fourni par le logiciel, car dans ce cas aussi on a la possibilité de modifier la succession des unités, mais seulement par rotation aléatoires des divers segments verticaux.

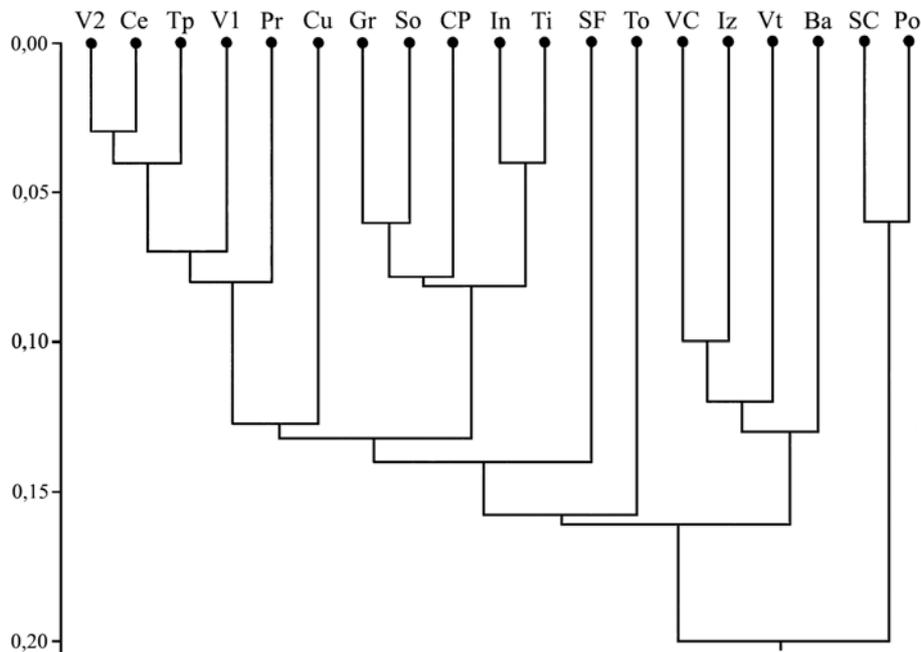


Fig. 3. – Monts Pădurea Craiului. Dendrogramme relatif aux populations, obtenu par classification hiérarchique des groupements (en ordonnée, distance euclidienne). Mêmes abréviations que dans la Fig. 2.

En partant de la base de cette configuration hiérarchique, le premier aspect à remarquer est l'isolement plus prégnant des deux populations de *P. angustiventre* (SC et Po). Il y a ensuite le groupe bien défini des populations de *P. moczaryi* (VC·Ba), suivi par le groupe hétérogène formé par les populations de *P. gracile* et dans lequel on peut distinguer un fois de plus les trois sous-espèces, *P. g. chappuisi* (Gr·Ti), *P. g. gracile* (Cu) et *P. g. bokorianum* (V2·Pr). Mais dans ce dernier groupe apparaissent des éléments nouveaux qu'il est lieu de mentionner. D'une part, la population de la grotte de Toaia (To) est séparée maintenant de façon encore plus nette. D'autre part, une position analogue est occupée par la population de l'aven de Stanul Foncii (SF), le motif en étant vraisemblablement l'effectif sensiblement plus faible (10 mâles et 26 femelles) de l'échantillon qui a pu être prélevé de cette cavité bien difficile à parcourir.

3.3. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

La visualisation selon le plan factoriel (1-2) de l'espace des unités statistiques (Fig. 4) n'apporte pratiquement aucun élément nouveau, car elle montre en égale mesure tous les caractéristiques relevées par les deux analyses précédentes. Quelques remarques supplémentaires sont néanmoins nécessaires.

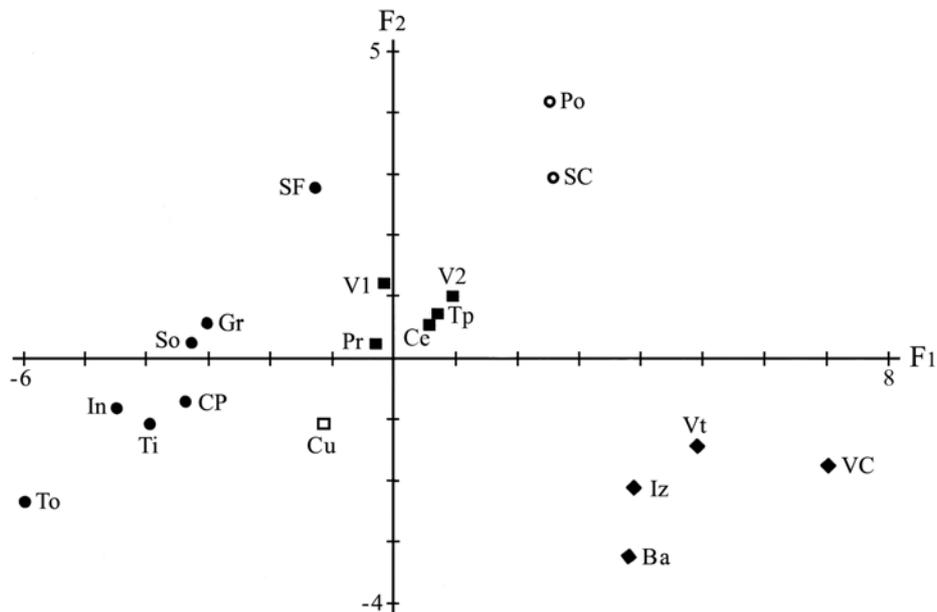


Fig. 4. – Monts Pădurea Craiului. Projection de l'espace des unités statistiques selon le plan factoriel (1-2). Mêmes abréviations que dans la Fig. 2.

- ◆ = populations de *Parapholeuon moczaryi*; ○ = populations de *P. angustiventre*;
- = populations de *P. gracile chappuisi*; ■ = populations de *P. g. bokorianum*;
- = *P. g. gracile*

En premier lieu, la position réelle que la population de *P. g. gracile* occupe dans l'espace vectoriel multidimensionnel est bien plus isolée que celle qui apparaît dans le premier plan de projection, car la valeur la plus grande de ses coordonnées multiples est celle relative au quatrième axe factoriel. En revanche, la position de la population de *P. gracile chappuisi* de la grotte de Toaia (To) est très proche de la réalité multidimensionnelle, aucune de ses coordonnées n'ayant des valeurs plus grandes que celles qui lui correspondent sur les deux premiers axes. Et cela est également valable pour la population de l'aven de Stanul Foncii (SF).

3.4. ANALYSE NUMÉRIQUE DES TAXONS

La conclusion qui se détache de ce que nous avons présenté ci-dessus est que les trois méthodes d'analyse multifactorielle conduisent à des résultats convergents et en parfait accord avec les critères biogéographiques. En conséquence, nous sommes d'avis que l'analyse numérique est à elle seule suffisante pour mettre en évidence les rapports de similitude entre les cinq taxons que renferme le sous-genre *Parapholeuon*.

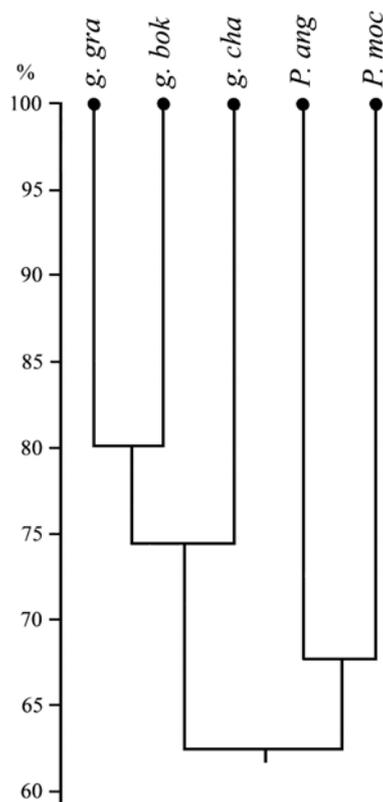


Fig. 5. Monts Pădurea Craiului. Dendrogramme relatif aux taxons, obtenu par analyse numérique (en ordonnée, niveau de similitude).

En lui ajoutant les deux autres analyses multifactorielles, on ne ferait qu'introduire des informations redondantes. En effet, le dendrogramme (Fig. 5) reflète très exactement un fait qu'on était en droit de supposer *a priori*, à savoir que les liaisons entre les diverses unités statistiques se placent à des niveaux de similitude d'autant plus élevés, que le rang des taxons en question est plus petit. De plus, on constate que *P. angustiventre* s'associe non pas aux trois sous-espèces de *P. gracile*, mais à *P. moczaryi*, sans que cette association puisse être mise sur le compte du facteur géographique (Fig. 1). C'est un problème sur lequel nous allons revenir dans le chapitre consacré à la morphologie de l'édeage.

4. RÉGION DES MONTS DU BIHOR

Les *Pholeuon* localisés dans les Monts du Bihor appartiennent en totalité au sous-genre endémique *Pholeuon* (s. str.) Hampe, 1856, représenté par trois espèces: *P. angusticolle*, propre au bassin de Someșul Cald (Fig. 1), *P. knirschi*, largement répandu dans la zone central du massif (bassin endoréique de Padiș) et dans le bassin d'Arieșul Mare, et *P. leptodirum*, spécifique au bassin supérieur de Crișul Negru.

Tel que nous l'avons précisé, les trois méthodes d'analyse multifactorielle auront maintenant pour objet les 28 sous-espèces pour lesquelles nous avons disposé d'échantillons statistiquement utilisables.

4.1. ANALYSE NUMÉRIQUE

À l'encontre des Monts Pădurea Craiului, où nous venons de voir que la différenciation des sous-espèces ne pose que peu de problèmes, la situation s'avère être bien plus compliquée dans les Monts du Bihor. En effet, le dendrogramme résultat de cette analyse (Fig. 6) se compose de deux groupes bien différents au point de vue taille et structure. Le premier, homogène, renferme les sous-espèces de *P. angusticolle*. A l'intérieur de celui-ci, *P. a. alunensis* (*a. alu*) se détache à un niveau de similitude de 70,6%, fait qui constitue l'élément le plus notable dans l'analyse des populations aussi (RACOVITĂ, 2009). Le deuxième groupe, beaucoup plus grand et hétérogène, est constitué par l'ensemble des sous-espèces de *P. knirschi* et *P. leptodirum*, divisé en quatre groupes de second ordre. Le premier est formé de cinq sous-espèces de *P. leptodirum*, auxquelles s'ajoute *P. knirschi glaciale* (*k. gla*). Une association géographiquement tout aussi bizarre apparaît dans le deuxième tel groupe, composé dans sa majeure partie de sous-espèces de *P. knirschi*, mais aussi de deux sous-espèces de *P. leptodirum*, *fagensis* et *moldovani*. En revanche, les deux derniers groupes sont homogènes, car ils incluent l'un deux sous-espèces de *P. leptodirum* et l'autre, trois sous-espèces de *P. knirschi*.

Ceux-ci sont les faits. On va essayer d'en tirer une conclusion après avoir passé en revue les résultats des deux autres analyses multifactorielles.

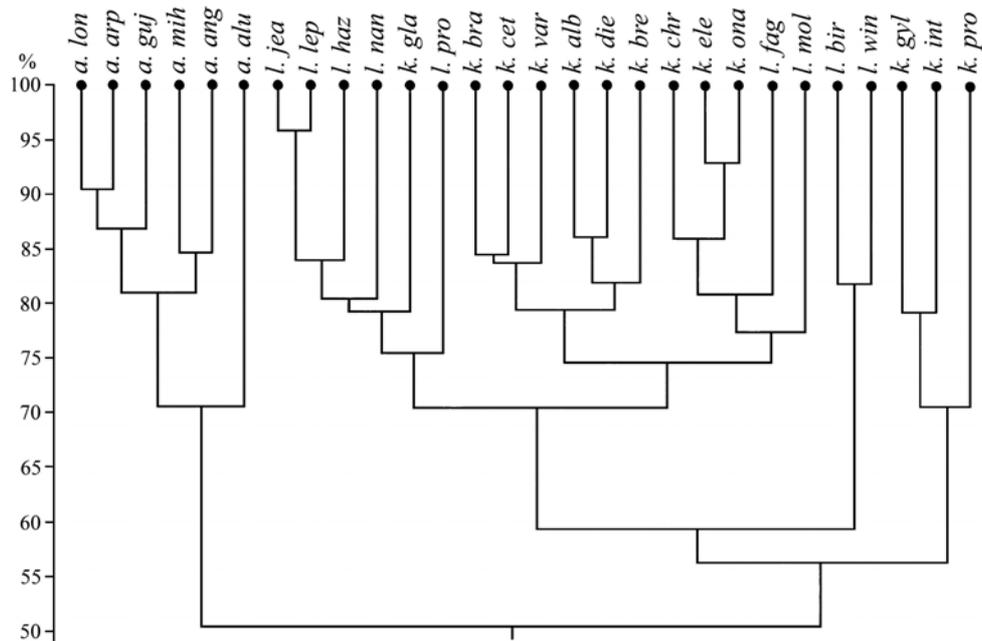


Fig. 6. Monts du Bihor. Dendrogramme relatif aux sous-espèces, obtenu par analyse numérique (en ordonné, niveau de similitude).

4.2. ANALYSE DES GROUPEMENTS PAR CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE

Le dendrogramme (Fig. 7) n'en diffère du précédent que par quelques détails liés à la position des diverses sous-espèces de *P. knirschi* et de *P. leptodirum* et, évidemment, par l'ordre dans lequel se succèdent les unités statistiques. Abstraction faite des rapports de voisinage, le groupe de *P. angusticolle* a la même configuration, avec la paire *P. a. mihoki* – *P. a. angusticolle*, la triade *P. a. arpadi* – *P. a. longicornis* – *P. a. gujai* et *P. a. alunensis* isolée part rapport à celles-ci. D'autres part, du premier groupe de second ordre (*l. jean-l. gla*) manque *P. leptodirum nanus*, raccordé maintenant à toute la séquence qui forme la partie gauche du dendrogramme. Enfin, cette dernière sous-espèce est précédée par *P. knirschi proserpinae* qui, à côté de *P. k. gyleki* et *P. k. biroi*, appartenait antérieurement à la triade située à l'extrémité droite du dendrogramme (Fig. 6).

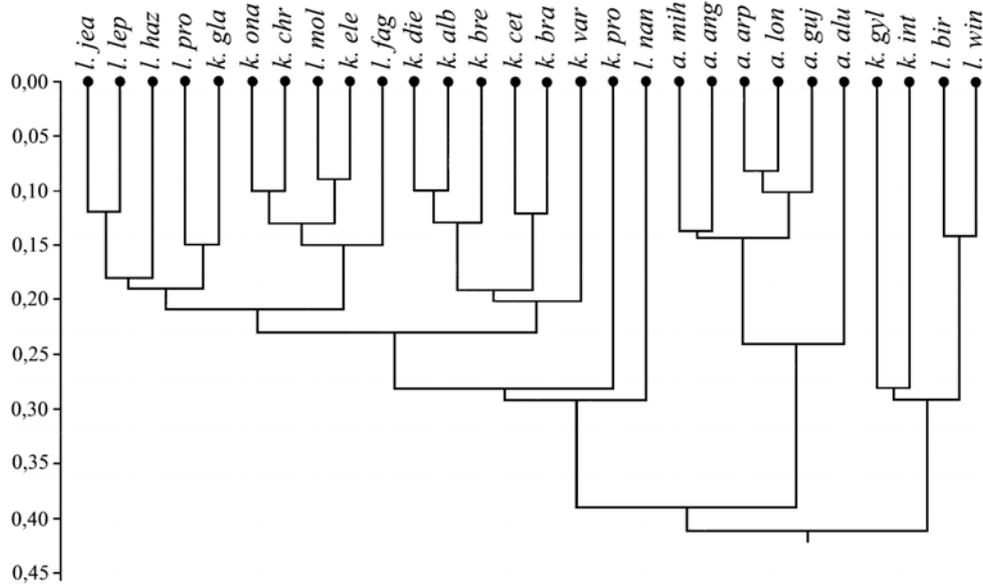


Fig. 7. Monts du Bihor. Dendrogramme relatif aux sous-espèces, obtenu par classification hiérarchique des groupements (en ordonnée, distance euclidienne).

4.3. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

L'image obtenue par projection selon le plan factoriel (1–2) des unités statistiques (Fig. 8) reproduit en très grande mesure la modalité dont les sous-espèces se groupaient dans les deux types de dendrogramme. On constate en effet que les sous-espèces de *P. angusticolle* sont concentrées toutes dans un groupe bien défini, tandis que celles de *P. knirschi* et *P. leptodirum* sont dissipées sur une surface beaucoup plus étendue. À l'intérieur de celle-ci on peut toutefois observer une certaine différenciation entre les deux espèces, car la plus part des sous-espèces de *P. knirschi* sont situées dans le quatrième quadrant du système de coordonnées, alors que celles de *P. leptodirum* occupent presque en exclusivité le premier quadrant. En outre, les sous-espèces de *P. knirschi* sont concentrées au voisinage de l'origine des axes, à l'exception de *P. l. gyleki*, *P. l. intermittens* et *P. l. problematicus*, isolées par rapport aux autres de la même manière que dans les dendrogrammes. Et il est lieu de préciser qu'un tel isolement est en accord avec la position géographique des cavités d'origine (Fig. 1, n° 47, 65 et 66-68). Une telle concordance existe aussi en ce qui concerne *P. k. albacensis*, dont sa coordonnée sur le troisième axe factoriel l'éloigne sensiblement du plan de projection F1–F2.

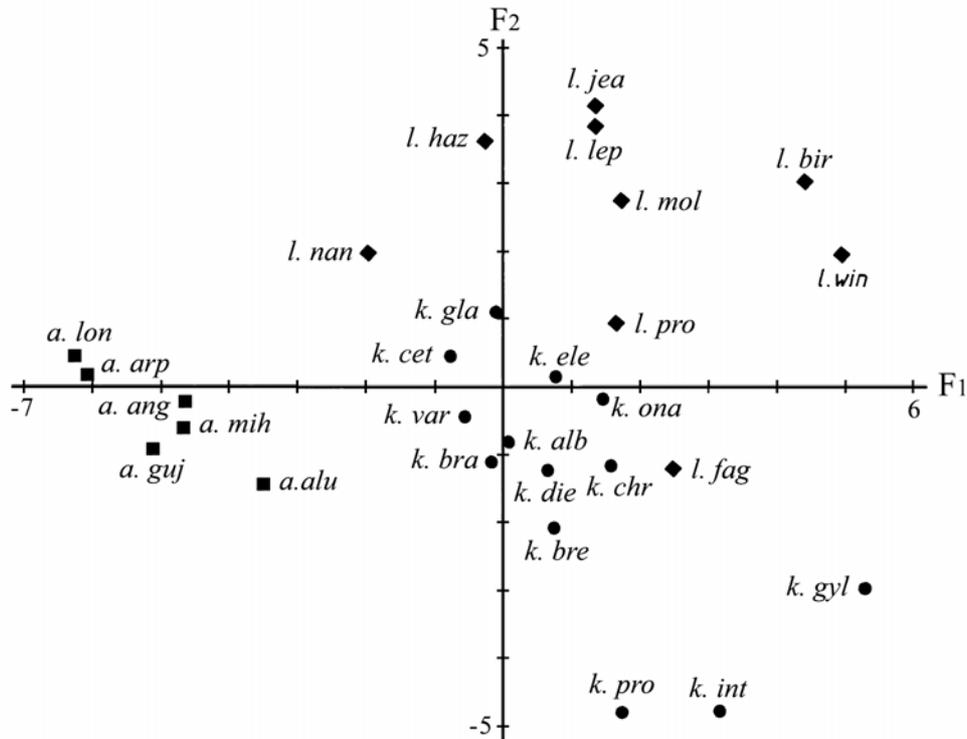


Fig. 8. Monts du Bihor. Projection de l'espace des unités statistiques selon le plan factoriel (1-2).

■ = *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle*; ● = *P. knirschi*; ◆ = *P. leptodirum*.

Afin d'aboutir à une éventuelle clarification du problème que pose ce mélange entre les sous espèces de *P. knirschi* et *P. leptodirum*, nous avons recouru à une analyse factorielle discriminante, qui groupe les unités statistiques par centres de gravités. Dans le tableau de données utilisé comme point de départ dans cette analyse, les sous-espèces ont été divisées en trois groupes, correspondant aux trois espèces de *Pholeuon* (s. str.). Et le résultat est surprenant, puisque la projection selon le plan factoriel (1-2) (Fig. 9) montre que seul *P. knirschi elemeri* est affecté par le logiciel à un groupe pour ainsi dire étranger, celui de *P. leptodirum*, soit un taux de classement correct de 96,4%.

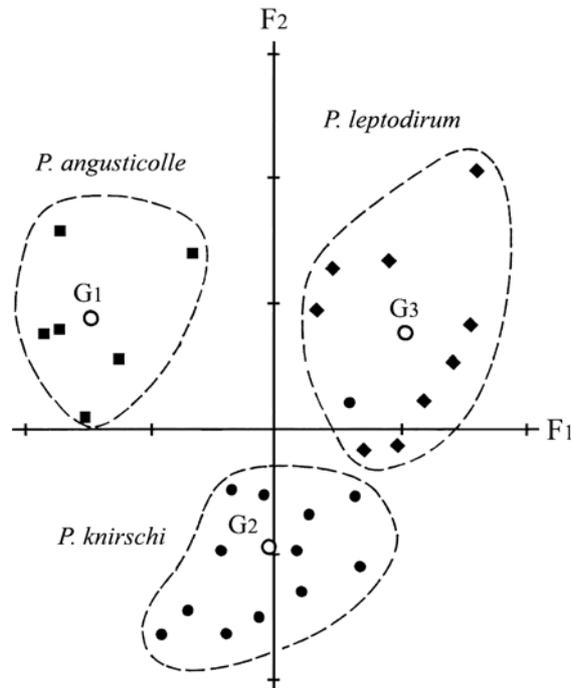


Fig. 9. Monts du Bihor. Visualisation dans le plan factoriel (1-2) du groupement des sous-espèces par centres de gravité.

L'idée qui se détache à la fin de cette multiple analyse portant sur les Monts du Bihor est que JEANNEL (1923) a eu entièrement raison quand il affirmait que *P. leptodirum* est bien difficile à distinguer par la morphologie externe de certaines formes de *P. knirschi*, et que seuls les caractères fournis par l'édeage permettent de les délimiter de façon certaine. En outre, les aires de distribution de ces deux espèces sont juxtaposées aux environs des sources de Crișul Negru, où la grotte de Pereții Corlatului (Fig. 1, n° 80), habitée par *P. knirschi elemeri*, et celle dite Peștera Condorului (n° 81), peuplée par *P. k. knirschi*, ne sont distancées que d'environ 1 km de Porțile Bihorului (n° 79), la station type de *P. l. janitor*.

5. RÉGION DES MONTS APUSENI

Outre les sous-genres *Parapholeuon* et *Pholeuon* (s. str.) considérés ensemble, cette phase finale de la révision se rapporte également aux deux taxons localisés en dehors des massifs montagneux dont il a été question jusqu'à présent. Ce sont les espèces *Pholeuon* (*Mesopholeuon*) *comani*, connue de deux grottes situées dans la partie sud des Monts Codru Moma (Fig. 1, n° 82 et 83), et *Protopholeuon*

hungaricum, dont la station unique est une cavité qui se trouve dans les Monts Metaliferi, juste avant la confluence de l'Arieșul Mic avec l'Arieșul Mare (n° 84).

5.1. ANALYSE NUMÉRIQUE

Dans la structure du dendrogramme construit pour la totalité des espèces et sous-espèces de *Pholeuon* des Monts Apuseni (Fig. 10), les taxons localisés dans les Monts Pădurea Craiului et les Monts du Bihor forment deux groupes bien individualisés, liés entre eux à un niveau de similitude de 33,6%. A un niveau légèrement plus bas, de 32,1%, à ceux-ci se rattache *Mesopholeuon comani* et *Protopholeuon hungaricum*, réunis ensemble à un niveau de 61,1%.

Il est presque inutile d'ajouter qu'un tel groupement des taxons répond parfaitement à leur distribution géographique. Mais il est peut-être utile de remarquer que, à l'exception près, les deux groupes correspondant aux deux massifs montagneux sont identiques à ceux constitués dans les dendrogrammes partiels (Fig. 5 et 6) L'unique différence apparaît dans le groupe des formes de *Parapholeuon*, où la triade composée par les sous-espèces de *P. gracile* se présente sous une autre variante isomérique.

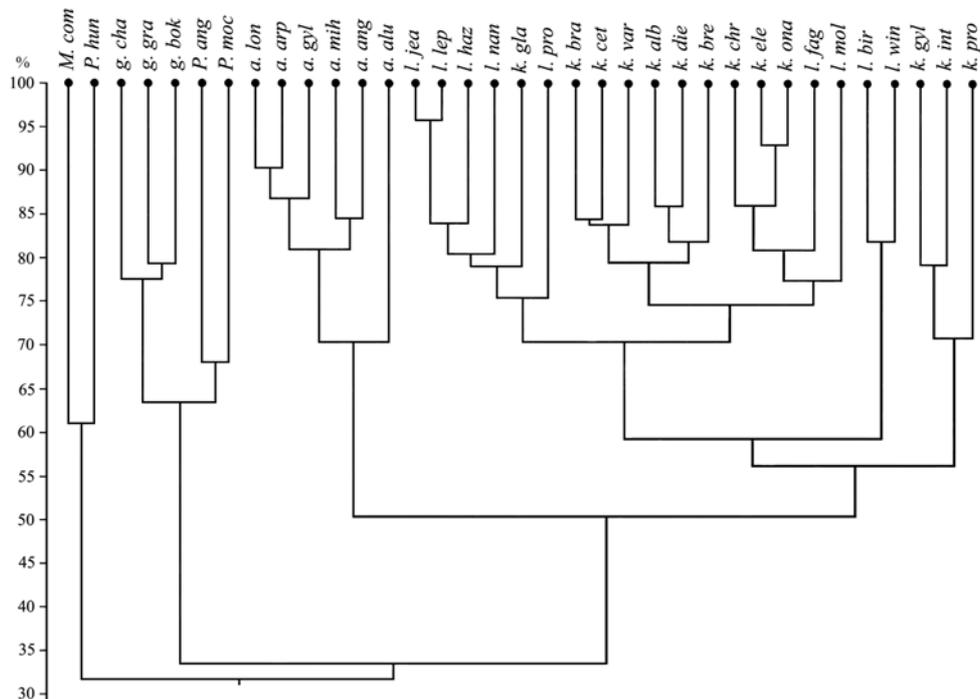


Fig. 10. Monts Apuseni. Dendrogramme obtenu par analyse numérique (en ordonnée, niveau de similitude).

Étant donné que toutes ces caractéristiques se rencontrent également dans le résultat auquel conduit la classification hiérarchie des groupements, il n'est plus lieu d'en présenter le dendrogramme.

5.2. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

La projection du nuage de dispersion selon le plan factoriel (1–2) (Fig. 11) fait ressortir une fois de plus les mêmes aspects que ceux mis en évidence par l'analyse numérique. Dans la partie gauche de cette visualisation graphique se placent les unités statistiques qui forment les groupes le mieux individualisés dans le dendrogramme, c'est-à-dire les cinq taxons de *Parapholeuon*, les six sous-espèces de *P. angusticolle* et les deux espèces isolées, *Mesopholeuon comani* et *Protopholeuon hungaricum*. Mentionnons comme élément inédit que *Parapholeuon gracile* (Fig. 11, n° 5) est en réalité bien plus distancé de tous les autres taxons inclus dans son groupe, car ses coordonnées le place à l'extrémité positive du troisième et cinquième axe factoriel. Dans la partie droite de l'image, les sous-espèces de *P. knirschi* et *P. leptodirum* sont comprises dans un groupe assez compacte, duquel ne se détache que *P. k. proserpinae* (n° 18), *P. k. intermittens* (n° 19) et *P. k. gyleki* (n° 23), c'est-à-dire les mêmes qui s'écartaient dans la projection similaire obtenue pour les Monts du Bihor (Fig. 8). Il s'ensuit que, tel qu'on pouvait s'y attendre en tenant compte des constatations précédentes, la distinction entre les deux espèces est bien incertaine.

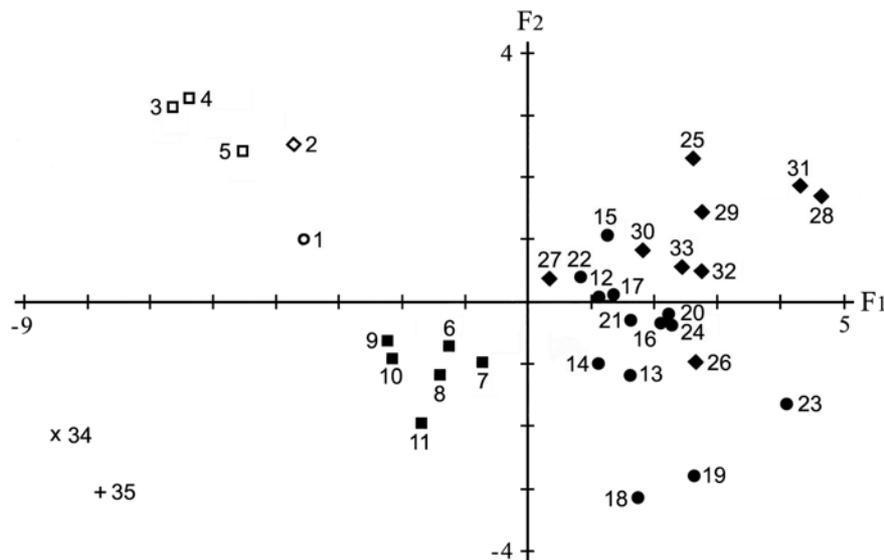


Fig. 11. Monts Apuseni. Projection de l'espace des unités statistiques selon le plan factoriel (1–2).
Les numéros correspondent à ceux de la Liste de taxons (p. 38–40).
○ = *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *moczaryi*; ◇ = *P. (P.) angustiventre*; □ = sous-espèces de *P. (P.) gracile*; ■ = sous-espèces de *P. angusticolle*; ● = sous-espèces de *Pholeuon* (s. str.) *knirschi*; ◆ = sous-espèces de *P. leptodirum*; × = *Pholeuon* (*Mesopholeuon*) *comani*; + = *Protopholeuon hungaricum*.

6. MORPHOLOGIE DE L'ÉDEAGE

Du fait que l'organe copulateur mâle détient un rôle particulièrement important dans la différenciation des espèces de tous les Coléoptères troglobies, dans les phases antérieures de notre révision nous en avons tenu compte à plusieurs reprises (RACOVITĂ, 1996, 1999, 2004–2005, 2006–2007). Il convient donc de résumer maintenant les principaux éléments qui peuvent être inclus dans une diagnose spécifique.

L'examen de l'édeage a été fait pour chacun des 61 échantillons de mâles pris en considération, sur des pièces isolées par dissection et clarifiées en solution d'hydroxyde de potassium 10%. On a remarqué ainsi qu'une certaine variabilité morphologique se manifestent généralement au niveau infra-spécifique, mais sans qu'elle efface les différences qui existent constamment au niveau des espèces et qui sont bien faciles à identifier. Ces traits particuliers, précisés en majorité par Jeannel (1923, 1924), sont les suivants (Fig. 12):

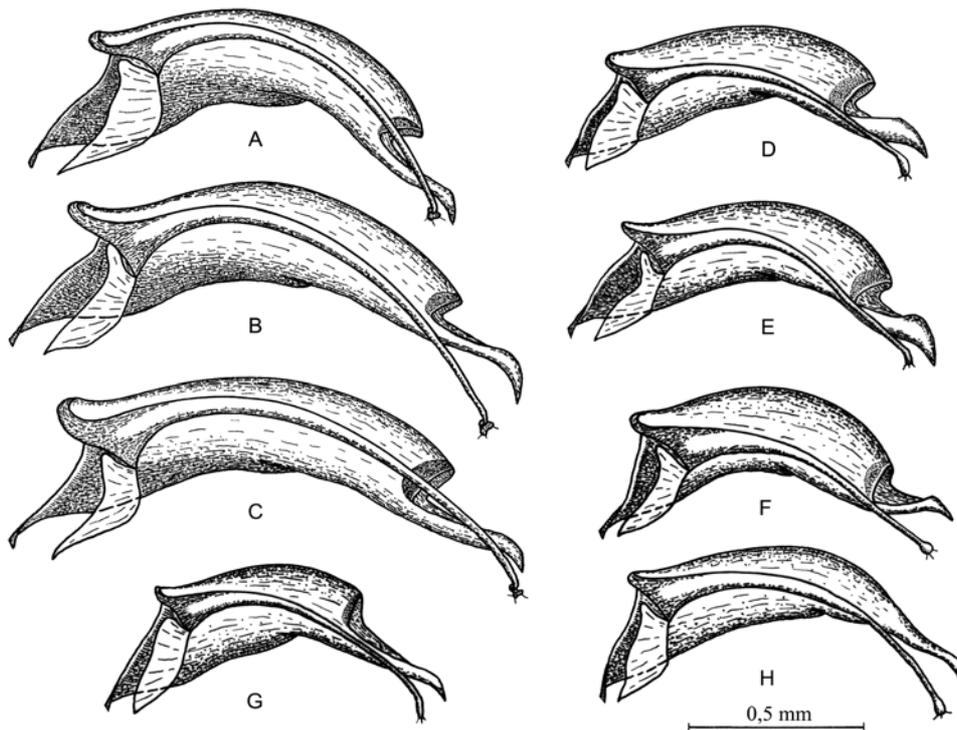


Fig. 12. Édeage de *Pholeuon*, face latérale gauche.

A = *P. (s. str.) angusticolle*; B = *P. knirschi*; C = *P. leptodirum*; D = *P. (Parapholeuon) moczaryi*;
E = *P. (P.) angustiventre*; F = *P. (P.) gracile*; G = *P. (Mesopholeuon) comani*; H = *Protopholeuon hungaricum*.

Chez *Pholeuon* (s. str.) *angusticolle*: édeage relativement court et plus arqué du côté ventral, avec la lame apicale mince et peu recourbée au sommet.

Chez *Pholeuon* (s. str.) *knirschi*: édeage allongé et moins arqué, avec la lame apicale très mince et fortement recourbée au sommet.

Chez *Pholeuon* (s. str.) *leptodirum*: édeage encore plus long et peu arqué, avec la lame apicale relativement plus courte et épaisse.

Chez *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *moczaryi*: édeage très court et moins arqué, avec l'extrémité de la lame apicale plus longue et plus aiguë; sommet des styles latéraux non dilaté.

Chez *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *angustiventre*: édeage semblables à celui de *P. moczaryi*, mais plus arqué; styles latéraux plus effilés au sommet.

Chez *Pholeuon* (*Parapholeuon*) *gracile*: édeage encore plus court, plus arqué, avec l'extrémité de la lame apicale moins longue et moins aiguë; sommet des styles latéraux dilaté en massue.

Chez *Pholeuon* (*Mesopholeuon*) *comani*: édeage gros et très petit (mais par suite du fait que l'espèce est elle aussi la plus petite de tous les *Pholeuon*), peu arqué, avec l'invagination dorsale peu profonde, à bord dorsal concave dans sa partie médiane.

Chez *Protopholeuon hungaricum*: édeage allongé et peu arqué, avec l'invagination dorsale réduite à un creux très superficiel et à fond plus chitinisé; sommet des styles latéraux légèrement dilaté et aplati.

La ressemblance de l'édeage de *P. angustiventre* avec celui de *P. moczaryi* pourrait rendre douteuse la validité en tant qu'espèce du premier de ces deux taxons. Cependant, dans une situation similaire, JEANNEL (1923) n'a pas hésité de différencier *Pholeuon* (s. str.) *proserpinae* de *P. knirschi* par des caractères liés uniquement à la morphologie externe, spécialement à la ponctuation des élytres, plus grosse et irrégulière dans la partie apicale chez *P. proserpinae*, fine et uniforme chez *P. knirschi*. Et si nous avons considéré que *P. proserpinae* doit être mis en synonymie, c'est parce que nous avons constaté que son caractère soit disant distinctif est sujet d'une forte variété individuelle (RACOVITĂ, 2004–2005) et, en outre, il est également présent en diverses proportions chez *P. leptodirum* aussi, et même chez *P. angusticolle*. Notons en outre que cette option a été confirmée au point de vue aussi bien génétique que phylogéographique par BUCUR *et al.* (2003). Or, *Parapholeuon angustiventre* diffère des deux autres espèces du sous-genre par plusieurs traits morphologiques, notamment par la forme des élytres, la largeur de la gouttière marginale et la longueur relative des antennes (RACOVITĂ, 1996).

8. CONCLUSIONS

Le traitement successif des données biométriques par les trois méthodes statistiques multifactorielles conduit dans tous les cas à des résultats concordants. Ce fait atteste de manière évidente que la méthodologie utilisée au cours de la révision du genre *Pholeuon* est correcte, et ceci d'autant plus que l'analyse de l'ensemble des taxons qui peuplent les Monts Apuseni ne modifie en rien les rapports de similitude établis lors des analyses régionales.

Des trois méthodes employées, les plus efficaces sont l'analyse numérique et l'analyse en composantes principales. La première, parce qu'elle utilise comme données d'entrée les valeurs d'un coefficient de similitude dans le calcul duquel on peut faire intervenir des seuils critiques de discordance correspondant à des différences entre les valeurs biométriques significatives au niveau infra-spécifique, spécifique ou supra-spécifique. La seconde, parce qu'elle permet une estimation des rapports de similitude entre les unités statistiques d'une manière plus proche de la réalité, car elle se rapporte à la distribution de ces unités non pas dans un plan, mais dans un espace multidimensionnel.

Si la différenciation des taxons de *Pholeuon* (*Parapholeuon*) ne pose pratiquement pas de problèmes, la situation est bien plus compliquée dans le cas du sous-genre *Pholeuon* (str). En effet, la seule espèce clairement individualisée, aussi bien par sa morphologie externe que par la configuration de l'édeage, est *P. angusticolle*. En revanche, les sous-espèces de *P. knirschi* et *P. leptodirum* présentent un polymorphisme trop accentué pour qu'une séparation nette de ces deux espèces soit réellement possible.

BIBLIOGRAPHIE

- BUCUR, R., KOSUCH, J., et SEITZ, A. *Molecular phylogenetic relationships of Romanian cave Leptodirinae (Coleoptera: Cholevidae)*. Atti Mus. Stor. Nat. Trieste, **50**, 2003, 231–265, 2003.
- CLARKE, K.R., et WARWICK, R.N., *Change in marine communities: an approach to statistical and interpretation*, 2nd ed., PRIMER-E, Plymouth, 172 p., 2001.
- COIFFAIT, H., GROS, M.-L., et MATSAKIS, J., *Recherches biométriques relatives à Speonomus hydrophilus Jeannel (Coléoptère Bathysciinae)*. Ann. Spéléol., **18** (1), 31–51.
- CROUAU-ROY, B., *Variations biométrique et allozymique des populations de Coléoptères troglobies géographiquement proches*. Mém. Biospéol., **XI**, 111–123, 1984.
- DECU, V., *Le catalogue des Coléoptères cavernicoles de Roumanie (Coleoptera)*. Acta Zool. Cracoviensia, **IX** (7), 441–467, 1964.
- DECU, V., et NEGREA, Șt., *Aperçu zoogéographique sur la faune cavernicole terrestre de Roumanie*. Acta Zool. Cracoviensia, **XIV** (20), 471–546, 1969.
- DELAY, B., *Étude quantitative de populations monospécifiques de coléoptères hypogés par la méthode des marquages et recaptures*. Ann. Spéléol., **30** (1), 195–206, 1975.

- DELIOT, Ph., et DELAY, B., *Variabilité biométrique et morphologique d'Aphaenops bucephalus (Coléoptère Trechinae)*. Mém. Biospéol., **X**, 285–294, 1983.
- ESCOLA, O. et CUADRAS, C.M. *Application de l'analyse canonique à la systématique des Bathysciinae (Col. Catopidae)*. Proc. 7th Int. Speleol. Congr., Sheffield, 175–180, 1977.
- GERS, Ch. *Étude morphologique et biométrique de Speonomus carrerei Fourés, 1953 (Coléoptères Bathysciinae) récolté dans deux grottes et dans le milieu souterrain superficiel*. Mém. Biospéol., **X**, 265–278, 1983.
- IENIȘTEA, M., *Contribuții la cunoașterea faunei de coleoptere cavernicole din R.P.R.* Bul. șt., Sect. Șt. Biol., Agron., Geol. și Geogr., **7** (2), 410–426, 1955.
- JEANNEL, R., *Étude préliminaire des Coléoptères aveugles du Bihor*. Bull. Soc. Sc. Cluj, **I**, 1923, 411–472.
- JEANNEL, R., *Monographie des Bathysciinae*. Arch. Zool. exp. gén., **63** (1), 1–436, 1924.
- JEANNEL, R., *Coléoptères cavernicoles nouveaux des Monts Bihar*. Bull. Soc. Sc. Cluj, **5** (2), 48–61, 1930.
- JUBERTHIE, C., DELAY, B., JUBERTHIE-JUPEAU, L., DURAND, J., ESCOLA, O., BELLES, X., BLAS, M. *Le complexe Speonomus delarouzei: un modèle d'approches associées pour l'étude de la spéciation*. Mém. Biospéol., **XI**, 141–164, 1984.
- JUBERTHIE, C., DELAY, B., et RUFFAT, G., *Variation biométrique entre différentes populations de Speonomus hydrophilus en relations avec leur situation géographique (Col. Bathysciinae)*. Mém. Biospéol., **VII**, 249–266, 1980.
- MAYR, E., LINSLEY, E.G., USINGER, R., *Methods and principles of systematic zoology*. McGraw-Hill Book, New York, Toronto, London, 336 p., 1953.
- MOLDOVAN, O., *Révision systématique de l'espèce Pholeuon (s. str.) angusticolle (Coleoptera, Catopidae, Bathysciinae)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XXVIII**, 29–41, 1989.
- MOLDOVAN, O. *Révision de Drimeotus s.s. Miller, 1856 (Coleoptera, Cholevidae, Leptodirinae) de Transylvanie (Roumanie) avec description de deux nouvelles espèces et clé de détermination des taxa*. Zoosystema, **22** (1), 139–152, 2000.
- MOLDOVAN, O., RACOVIȚĂ, G., DUNAY, G., *Reconsidering Pholeuon C. Hampe (Coleoptera: Leiodidae: Chaolevidae), with the description of a new subgenus*. Zootaxa, **1449**, 31–43, 2007.
- ORGHIDAN, T., PUȘCARIU, V., BLEAHU, M., DECU, V., RUSU, T., BUNESCU, A., *Harta regiunilor carstice din România*. Lucr. Inst. Speol. „E. Racoviță”, **IV**, 75–104, 1965.
- RACOVIȚĂ, G., *Révision systématique des Bathysciinae souterrains des 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, 1995.
- RACOVIȚĂ, G., *Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. II. Le sous-genre Parapholeuon Ganglb. du bassin de Crișul Repede (Monts Pădurea Craiului)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XXXV**, 69–105, 1996.
- RACOVIȚĂ, G., *Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. III. Le sous-genre Parapholeuon Ganglb. du bassin de Crișul Negru (Monts Pădurea Craiului)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XXXVII–XXXVIII**, 175–216, 1998–1999.
- RACOVIȚĂ, G., *Étude taxonomique quantitative du sous-genre Parapholeuon Ganglbauer 1887 (Coleoptera: Cholevidae: Leptodirinae = Bathysciinae)*. Entomol. Rom., **3**, 79–117, 1999.
- RACOVIȚĂ, G., *Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. IV. Le sous-genre Pholeuon (s. str.) du bassin de l'Arieș (Monts du Bihor)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XLIII–XLIV**, 165–191, 2004–2005.

- RACOVITĂ, G., *Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. V. Le sous-genre Pholeuon (s. str.) de la zone de Padiș (Monts du Bihor)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XLV–XLVI**, 13–30, 2006–2007.
- RACOVITĂ, G., *Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. VI. Le sous-genre Pholeuon (s. str.) du bassin de Someșul Cald (Monts du Bihor)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XLVIII**, 11–29, 2009.
- RACOVITĂ, G., *Révision systématique des Leptodirinae souterrains des Monts Apuseni. VII. Le sous-genre Pholeuon (s. str.) du bassin supérieur de Crișul Negru (Monts du Bihor)*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XLIX**, 2010 (sous presse).
- SALGADO, J. M. et LUIS, E., *Análisis comparado entre poblaciones de Speocharis pachecoi Bolívar y Speocharis mariscal Salgado*. Mém. Biospéol., **XV**, 153–165, 1988.
- ȘERBAN, M., NEAGU, L., ALB, M., RACOVITĂ, G., *Application des méthodes numériques à la systématique des Harpacticoïdes. 1. Analyse des formules d'armature des pattes natatoires en tant que critère taxonomique*. Trav. Inst. Spéol. «E. Racovitza», **XVIII**, 33–52, 1979.

*Institut de Spéologie «Émile Racovitza»
de l'Académie Roumaine
Département de Cluj-Napoca
Str. Clinicilor nr. 5, 400006
Cluj-Napoca, Roumanie*

