

Recherches phréatobiologiques II

*La capture des Niphargus adultes par le procédé des sondages
Karaman-Chappuis. Les crues et la biocénose de la nappe phréatique*

PAR CONSTANTIN MOTAS et EUGEN SERRAN¹⁾

Les recherches sur la biocénose des nappes phréatiques qui accompagnent les ruisseaux et les rivières (Chappuis, 1944; 1946; Angelier, 1953; Husmann, 1956; Ruffo, 1961; Schwoerbel, 1961) ont relevé et mis en discussion les principaux facteurs qui semblent contrôler la composition de cette association faunistique interstitielle. Parmi ces facteurs on peut mentionner la structure du dépôt alluvionnaire, la distance entre le point sondé et le cours d'eau, la variation des conditions physiques du milieu et les crues périodiques. On a souvent parlé de l'instabilité de tous ces facteurs qui agissent dans la zone superficielle de la nappe phréatique, là, où celle-ci vient en contact avec le domaine épigé, aquatique et terrestre. Si pour l'existence de la fraction épigée du peuplement toutes ces variations n'ont pas beaucoup d'importance, dans le cas des phréatobies – plus étroitement liés au domaine souterrain – elles peuvent influencer la fréquence de ces derniers dans les régions superficielles de la nappe. C'est pour cette raison que la présence ou l'absence des phréatobies dans les captures faites par le procédé Karaman-Chappuis, ont soulevé des discussions. En ce qui suit, nous allons mentionner quelques-unes de ces opinions par rapport aux résultats de nos recherches récentes.

A cette occasion nous rappellerons que Chappuis (1950) a donné une définition précise de la nappe phréatique: «Je nomme nappe phréatique, l'eau qui circule dans les alluvions qui remplissent les vallées et qui accompagne les fleuves et les rivières . . . » Donc, tout autre terme inventé après, pour désigner le même habitat est considéré par un de nous (Motas, 1962) comme un synonyme. D'ailleurs la théorie de la nappe phréatique remonte à Daubrée (1887) dont le plus fougueux protagoniste, Martel (1920), son fidèle disciple, rompa beaucoup de lances avec ceux qui ont voulu

¹⁾ Institut de Spéologie «E. G. Racovitza», Bucarest, Roumanie.

en faire l'application aux terrains calcaires fissurés, où l'existence de nappes de percolation est impossible.

La nappe phréatique d'une vallée, dont elle suit le thalweg, est en relation plus ou moins étroite avec le cours d'eau superficiel, et celui-ci avec l'habitat terrestre.

En s'inspirant de l'idée de Sassuchin (1931) sur les inter-réactions du psammon, du terme *troglobios*, créé par Dudich (1936) pour le monde vivant des cavernes, et de celui de *rithron* introduit par Illies (1963), un de nous (C. Motas) appellera *rithrobios* le monde vivant des eaux courantes épigées, *phréatobios* celui des nappes phréatiques et *géobios* le monde vivant terrestre. Les relations possibles entre ces trois biocénoses hétérogènes peuvent s'exprimer par le schéma ci-dessous:

$$Riosithrobios \rightleftharpoons Phréatobios \rightleftharpoons Géobios$$

Ce sont les «Lebensgemeinschaften» des auteurs de langue allemande.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à Monsieur le Professeur R. Husson pour l'amabilité qu'il a eu de nous donner quelques indications bibliographiques.

La capture des *Niphargus* adultes par le procédé des sondages Karaman-Chappuis

Les récoltes faites par le procédé des sondages, contiennent habituellement des *Niphargus* jeunes, dont l'espèce est souvent difficile à préciser. Outre le fait que ceci ne nous permet pas de dresser une liste des espèces les plus fréquentes dans la zone superficielle de la nappe phréatique, on ne peut pas expliquer l'absence des adultes dans cette région. D'ailleurs, E. Angelier (1953, p. 75) avait déjà remarqué:

«L'absence des adultes dans les sables submergés de la surface ne semble pas due à des conditions de température, car les *Niphargus* ne sont pas spécialement sténothermes, d'une part, et, d'autre part parce que certaines récoltes ont été faites à des températures très basses. On ne peut pas non plus invoquer des facteurs biotiques comme la présence de carnassiers dans les sables près de la surface; ces carnassiers chasseraient aussi bien les jeunes que les adultes. Il semble que les *Niphargus* adultes vivent à des profondeurs plus grandes que celles auxquelles ont été effectués mes sondages; mais aucune hypothèse ne peut expliquer l'absence de ceux-ci dans les sables submergés

près de la surface.» Donc, outre le fait de ne pouvoir distinguer dans les dépôts alluvionnaires superficiels des conditions de vie qui puissent constituer une vraie barrière pour les adultes de *Niphargus*, l'auteur fait allusions à la relativité des données obtenues en utilisant la méthode des sondages inefficace pour l'étude des couches plus profondes des alluvions.

Au cours de nos récentes recherches nous avons eu la chance de capturer en diverses occasions des individus adultes de *Niphargus*. Ainsi, en prospectant la nappe phréatique de la vallée de Doftana (affluent de la Prahova), parmi les *Niphargus* collectés d'un sondage creusé dans un dépôt en forme d'île constitué de graviers (diamètre 2-5 cm), nous avons trouvé un exemplaire de *N. aquilex moldavicus* Dobreanu et Manolache²⁾ ayant une longueur de 2 cm. Deux sondages dans un dépôt similaire de «Piriul Poreului» - affluent de Doftana - nous ont fourni 30 exemplaires de *N. kochianus* cf. *petrosani* Dobreanu et Manolache dont plusieurs femelles ovigères. En Banat, dans le bassin de la Nera (défilé du Miniş), nous avons récolté d'un seul sondage 30-40 exemplaires d'une nouvelle espèce de *Niphargus* groupe *tauri* parmi lesquels il y avait aussi des femelles ovigères. En cette dernière localité nous avons effectué nos sondages toujours dans un dépôt en île (surface 2 m²). Enfin, les sondages effectués dans la vallée du Motru (Olétie), nous ont donné quelques exemplaires adultes de *N. pseudokochianus* Dobreanu et Manolache.

Par conséquent, nos recherches montrent que dans la zone supérieure des nappes phréatiques de rivières peuvent vivre aussi des *Niphargus* adultes et non seulement des jeunes, ce qui n'est pas surprenant en tenant compte des différentes données sur la biologie et les biotopes peuplés par les espèces de ce genre (Racovitza, 1907; Jeannel, 1926; Leruth, 1934; Husson, 1939; Balazuc, 1954; Ginet, 1960). Tout récemment Husson (1960), Ginet, Magne et Carayot (1963), etc., sont d'accord de soutenir que les *Niphargus* habitent les biotopes les plus divers (sources, résurgences, fonds des lacs subalpins, nappe phréatique, grottes, caves inondées, cavités souterraines artificielles et différentes stations épigées qui représentent les exutoires du milieu aquatique hypogé voisin).

Ainsi on peut conclure que les *Niphargus* ne sont pas des «cavernicoles stricts» comme le remarque Ginet et alii, mais bien, ajoutons-nous, des éléments dont la sténécie est très discutable. De même il nous semble que leur sténaptie non plus n'est pas aussi stricte comme on le pense. C'est ce que prouvent d'ailleurs la grande diversité des

²⁾ Tout le matériel a été déterminé par M. Dan Dancau.

biotopes capables d'héberger des *Niphargus* comme l'ont constaté tant d'excellents chercheurs.

Suivant nos résultats nous pouvons préciser que la raison pour laquelle les *Niphargus* adultes se sont avérés moins fréquents dans la région superficielle des nappes phréatiques, selon nous, dépend plutôt de nos possibilités de recherche par le procédé Karaman-Chappuis, qui est assez approximatif, que des exigences écologiques ou de l'éthologie de ces animaux.

Bien qu'en diverses occasions on ait assez minutieusement analysé la structure des bancs alluvionnaires, on n'a jamais souligné, qu'en ce qui concerne nos possibilités de prospection de la nappe phréatique par le procédé des sondages, on peut distinguer deux zones:

a) la zone marginale des bords de la rivière inondée périodiquement pendant les crues, et

b) la zone qui se trouve sous le cours épigé, toujours submergée.

La première, représente, au point de vue écologique le contact de la nappe avec le domaine épigé terrestre où jusqu'à un niveau peu profond agissent toutes les conditions atmosphériques. Pendant les crues, lorsque cette zone est inondée, il s'y produisent les plus vifs remaniements³⁾, qui ont pour résultat la modification de la perméabilité du dépôt et la continuité existant entre les couches superficielles et celles profondes.

Dans la deuxième zone, la liaison entre la nappe phréatique et l'habitat épigé se fait par l'intermédiaire de la rivière. Ceci a comme résultat de soustraire l'habitat phréatique à l'influence directe des conditions atmosphériques. Constituée de grosses pierres pouvant résister à l'action mécanique continue du cours d'eau, cette zone a une stabilité structurale plus marquée, une capacité interstitielle plus élevée ainsi qu'une perméabilité plus grande.

En nous rapportant à nos possibilités d'investigation, la prospection biologique de la zone alluvionnaire marginale par la méthode des sondages est possible à n'importe quelle période même au moment des crues, car il existe toujours des endroits non-submergés. Par contre, les dépôts de la seconde zone, étant submergés, ils ne peuvent être abordés qu'à l'époque des basses eaux, c'est-à-dire au moment où l'on

³⁾ Chappuis (1946, p. 22) a remarqué que ces bancs alluvionnaires sont le siège de grands remaniements au moment des crues. Mais à cette occasion une grande quantité de débris est introduite à l'intérieur des bancs, ce qui constitue une nourriture très abondante pour les animaux détritivores et indirectement pour les carnassiers qui se nourrissent des premiers, tels que les Hydracariens. C'est la raison pour laquelle la nappe phréatique est si peuplée dans sa partie la plus proche des berges.

peut sonder les alluvions en forme d'île. Ces derniers dépôts, par leurs caractéristiques structurales (graviers grossiers, perméabilité fort élevée, niveau de la nappe plus proche de la surface) se prêtent évidemment très bien aux sondages, en donnant ainsi un grand rendement, à savoir, des captures très riches. Ceci nous a permis de trouver des *Niphargus* adultes presque toujours dans les bancs insulaires.

De pareils résultats peuvent être donnés aussi par les sondages pratiqués dans les sédiments marginaux déposés récemment par la crue et qui avancent très loin dans la rivière. En sondant un tel dépôt situé sur la rive droite du Crişul Repede à l'endroit appelé Vadul Crişului (Transylvanie), nous avons capturé de plusieurs sondages environs 100 individus de *N. kochianus stygocaris* Dudich, parmi lesquels il y avait de nombreuses femelles ovigères. Malheureusement, ces dépôts sont facilement détruits par la crue suivante.

Les crues et la biocénose de la nappe phréatique

E. Angelier (1953) explique l'absence des *Niphargus* dans la zone superficielle des bancs alluvionnaires pendant les crues, par la migration verticale de ces Amphipodes. En se basant également sur les observations de Leclercq et Balazuc, qui ont constaté pendant les crues l'accroissement du nombre des *Niphargus* dans les puits, Angelier (1953, p. 96) conclue:

«... l'apparition de *Niphargus* dans les puits au moment des crues, serait le résultat de la migration en profondeur d'animaux dont le véritable biotope paraît être le milieu interstitiel de surface ou de faible profondeur.»

S. Ruffo (1961) entreprenant des recherches au moment des crues, est arrivé à la même conclusion. L'auteur italien explique la brusque diminution de la densité des individus dans les interstices de la région superficielle de la nappe, par le changement défavorable des conditions d'existence. Il s'agit du trouble de l'eau, de la quantité élevée de matériel à petit granule qui arrive à colmater les interstices, et du remaniement par l'eau des sédiments de la surface. Les facteurs mentionnés ainsi qu'une température élevée détermineraient, suivant Ruffo, la migration en profondeur de la faune, là où l'eau est plus fraîche et par conséquent plus riche en oxygène.

Il faut, dès le début, remarquer que les affirmations des auteurs cités ci-dessus ne sont pas en concordance avec d'autres observations concernant la circulation de la faune souterraine dans les périodes pluvieuses.

Le regretté P. Remy (1926), en creusant des trous au pied d'une colline formée de roches éruptives diaclasées, a constaté, d'une part le peuplement des fentes par les éléments souterrains et, d'autre part leur issue à la surface en liaison avec l'alternance du dessèchement et de l'humidité. Pour le même auteur, l'apparition et la disparition de la surface de *N. puteanus* C. L. Koch et de *Dendrocoelum Remyi* de Beauchamp sont dues à leur migration, et que dans ce cas, il existe une circulation de la faune qui dépend du changement des conditions du milieu. L'auteur ne suppose pas que la présence des formes souterraines à la surface puisse être le résultat du lavage forcé des fentes par l'eau d'infiltration qui, pendant les pluies torrentielles entraîne une partie de la faune.

Husson (1939), à la suite d'une période extrêmement pluvieuse, a trouvé dans l'eau qui inondait une cave nancéienne 39 exemplaires de *Niphargus aquilex aquilex* Schiödte et 3 individus de *Fonticola vitta* Dugès. En accord avec de Beauchamp, Remy, Schaeferna, l'auteur considère ces formes comme des habitants de filets d'eau qui remplissent les fissures du sol au voisinage de la nappe aquifère, leur présence temporaire dans la cave en question étant déterminée par les hautes eaux.

Sunnen (1957) en étudiant la faune des bassins des chambres de captage du Grès de Luxembourg, a eu l'occasion de vérifier l'observation de Leclercq concernant l'apparition en grand nombre de *N. aquilex schellenbergi* au printemps, lorsque «le pouvoir entraînant des sources est particulièrement fort à cause du débit augmenté». En même temps, en remarquant que ce phénomène est valable seulement pour les chambres à débit variable et non pour celles ayant un débit constant, l'auteur arrive à l'opinion que «la quantité des *Niphargus aquilex schellenbergi* constaté dans les bassins des chambres de captage est plutôt fonction du pouvoir entraînant de l'artère souterraine et non d'un éventuel comportement printanier spécial de l'animal» (1957, p. 60).

Récemment Ginot et David (1963) viennent de signaler la présence de *Niphargus longicaudatus rhenorhodanensis* dans trente stations épigées des forêts de la Dombes près de Lyon. Il s'agit de fossés artificiels qui, suivant les auteurs français, représentent probablement des exutoires du milieu aquatique hypogé voisin. Ces fossés où l'eau circule lentement, ont leur fond tapissé de feuilles mortes. Ils pensent que les *Niphargus* effectuent chaque année des migrations verticales. Leur présence à la surface, pendant la saison froide et humide, est commandée par l'abondance de la nourriture; en période de sécheresse,

ils migrent en profondeur où ils trouvent des conditions favorables d'existence.

Une observation fort intéressante, en fait assez semblable à celle faite par P. Remy, nous a été communiquée par notre collègue I. Capuşe:

Les mois d'avril et de mai de l'année 1956 ont été très pluvieux. Pendant les investigations entreprises avec M. L. Botoşaneanu, dans la région de Baile Herculane (Banat), le 21 mai nous sommes partis vers la localité Podeni. En suivant la route qui passe près de Crucea Alba et la source Jelarau (mont Domogled) nous avons atteint le point où le sentier vers Muşuroia aboutit à la route. A cet endroit, sur la gauche de la route, se trouve une petite source (une exurgence) qui a d'habitude un débit très réduit, le filet d'eau se perdant dans le massif calcaire à 100 m de son issue. En dépassant la «source» qui, le 21 mai de cette année, avait un débit très grand et en continuant à suivre le chemin menant à Podeni, nous avons remarqué, après quelques minutes de marche, juste au milieu de la route, une accumulation d'eau de 8 à 10 m² surface. L'eau sortait au dehors et imbibait le terrain; par-ci par-là on voyait de petits filets d'eau qui sortaient à la surface, produits par l'issue forcée de l'eau. Dans les irrégularités du terrain (traces de chariots, etc.) nous avons trouvé des *Nemertiens* et des *Planaires*. On a récolté 20 exemplaires de *Nemertiens* et quelques dizaines de *Planaires*, tous complètement aveugles et dépigmentés (le matériel n'a pas encore été étudié). Au cours de nos recherches ultérieures au même endroit, nous n'avons pas rencontré une situation similaire.

La seule explication est, à notre avis, la suivante: pendant les pluies abondantes l'accumulation de l'eau dans toutes les fissures du massif calcaire force l'évacuation du trop-plein par tous les points de faible résistance. En sortant ainsi au dehors, l'eau entraîne une partie de la faune qui peuple les fissures inondées. Il est possible qu'une partie de cette faune ait été éliminée par la «source» mentionnée, mais étant donné la puissance du courant les animaux ont été entraînés plus loin.

Dans ce cas, il ne peut être question d'une migration de ces éléments vers la surface à la recherche de conditions plus favorables d'existence, mais d'un véritable arrachement de ceux-ci par l'eau. De même, on

ne peut pas accepter l'idée du retour de toutes ces formes dans le milieu souterrain, leur disparition étant inévitable.

Si pendant les pluies le débit des eaux augmente, il est bien connu que le même phénomène se produit aussi dans les nappes phréatiques, à cause de la grande quantité d'eau qui s'y infiltre. Outre le fait que le niveau de la nappe monte, la couche superficielle de celle-ci entre en circulation, en éliminant par tous les exutoires l'eau qui dépasse le niveau hydrostatique. Parfois, avec l'eau qui pénètre dans les puits, est entraînée aussi une partie de la faune qui peuple les interstices environnants; il en résulte une véritable concentration de la biocénose⁴⁾. Ainsi les observations de Leclercq (1943) sur les *Niphargus aquilex aquilex* Schiödte des puits sont, à notre avis, applicables aussi à tous les autres phréatobies. Quant à l'affirmation suivant laquelle outre cette action de l'eau se produirait aussi une migration en profondeur de la faune, on peut lui opposer le fait que cette augmentation de la densité de la biocénose a lieu aussi dans les puits peu profonds (1 à 1,5 m) ainsi que dans les sources.

En 1958, au cours d'une campagne de recherches organisée par un de nous (C. Motas) dans le bassin de la Bistrita (Carpatés Orientales), après une pluie torrentielle d'environ une heure et demie, nous avons collecté – avec notre collègue L. Botoşaneanu – d'une source située dans la Vallée de Ortoaia, affluent de la rivière Neagra, 40 *Planaires* dépigmentées et aveugles, la plupart adultes.

Par rapport à toutes les données présentées, il faut donc admettre que pendant les périodes de crue il est possible que la faune phréatobie soit entraînée vers la surface de la nappe phréatique des rivières par la force de l'eau. Il s'agirait par conséquent non seulement d'une circulation de cette faune mais aussi d'une action hydrodynamique.

A l'appui de cette manière de voir, nous allons mentionner un fait observé au cours de nos recherches phréatobiologiques entreprises au mois de juillet 1960 dans la vallée du Motru (Olténie).

Trois jours après une pluie torrentielle, lorsque les eaux de la rivière sont rentrées dans leur lit, nous avons trouvé sous plusieurs dalles

⁴⁾ Leruth (1938) en discutant l'abondance ou l'absence de la faune phréatique dans les puits étudiés à Hermalle-sous-Argenteau, arrive à deux conclusions auxquelles nous sommes particulièrement intéressés: a) l'existence de la faune phréatique dans les terrains meubles est fonction de la présence de conduits suffisamment vastes qui peuvent l'héberger, et b) la richesse de la faune d'un puits dépend de «l'existence ou l'absence dans la région traversée par les puits de conduits naturels suffisant pour permettre aux êtres souterrains d'y vivre» (1938, p. 30).

submergées pendant la crue, mais déjà à sec, 30 *Planaires* souterraines et 5 *Niphargus* qui vivaient encore dans une couche d'eau retenue par adhésion. En effectuant deux sondages dans un dépôt alluvionnaire en forme d'île, situé tout près de l'endroit en question, nous avons collecté aussi 20 *Planaires* dépigmentées et 5 *Niphargus* (température de l'eau 23°C). Suivant les observations des dernières années, nous pouvons préciser que les sondages effectués après les crues qui ont eu lieu pendant l'été, ont donné de meilleurs résultats en ce qui concerne les phréatobies. En effet, les *Planaires* et les *Nemertiens* ont été plus abondants, après les crues, dans la zone superficielle de la nappe phréatique. La plupart des captures de *Niphargus* adultes ont été faites dans les mêmes conditions.

En somme, il résulte que pendant les crues la densité de la faune souterraine augmente dans tous les endroits où le domaine aquatique hypogé vient en contact avec le domaine épigé. Comment faut-il, par conséquent, interpréter la brusque baisse de la biocénose phréatique observée d'habitude dans la zone superficielle de la nappe des rivières aux mêmes périodes ?

Il est connu que les zones les plus favorables à la capture de la faune phréatique, par le procédé des sondages, sont celles du voisinage immédiat du cours épigé où l'eau de la rivière actionne toujours pendant les crues, et où la nappe phréatique est très superficielle. En creusant dans des zones plus éloignées de la berge (1 à 2 m) où le dépôt est plus compact et le niveau de la nappe plus profond, on a toujours observé une diminution quantitative et qualitative de la faune.

La migration horizontale de la faune phréatique au moment de la crue, observée par Angelier (1953) au cours de ses recherches dans la Vallée du Tech, explique le rythme périodique du peuplement des alluvions superficielles éloignées de la rivière en liaison avec la hausse et la baisse de l'eau.

Par conséquent, les résultats obtenus au temps des crues en creusant les alluvions non-submergées, ne nous donnent pas une idée exacte sur la véritable structure de la biocénose qui habite les interstices situés tout près de la berge, inondés à cette période. De même, les résultats obtenus pendant la crue ne doivent pas être comparés à ceux obtenus à la période des basses eaux, n'étant pas pris aux mêmes endroits. Nous croyons donc que l'affirmation suivant laquelle pendant la crue la faune phréatobie migrerait en profondeur reste sujette à caution.

RÉSUMÉ

Dans la présente note l'on discute les opinions de divers auteurs sur la présence ou l'absence des *Niphargus* adultes dans la région supérieure de la nappe phréatique, prospectée au moyen du procédé Karaman-Chappuis.

Nos recherches ont prouvé que la raison pour laquelle les *Niphargus* adultes se sont avérés moins fréquents dans la région superficielle des nappes phréatiques dépend plutôt de nos possibilités de recherche par le procédé Karaman-Chappuis qui est assez approximatif, que des exigences écologiques ou de l'éthologie de ces animaux.

Selon nous, l'affirmation suivant laquelle la faune phréatique migre en profondeur pendant les crues, est sujette à caution. Au moment de la crue étant donné l'impossibilité de sonder les bancs du voisinage immédiat de la rivière, car ceux-ci sont complètement submergés, nous sommes obligés de creuser dans les alluvions plus éloignées de la berge qui sont hors de l'eau. Mais l'on sait très bien que dans cette région la zoocénose est toujours moins riche en phréatobies.

Un des auteurs (C. Motas), introduit les termes de: *rithrobios* - pour le monde vivant des cours d'eaux épiques, *phréatobios* - pour celui des nappes phréatiques et *géobios* - pour le monde vivant terrestre.

SUMMARY

The present note calls into question the opinion of different authors concerning the presence or lack of adult *Niphargus* near the phreatic table (superior layer of phreatic water) in zones prospected by Karaman-Chappuis's method.

Our investigations have proved the reason for which *Niphargus* adults were less frequent in the superior layer of the phreatic water is rather concerned with our investigations means - which are very approximative -, than with the ecological or ethological requirements of these animals.

The assertion that the phreatic fauna performs downward migrations during the floods must be considered as doubtful. During floods it is impossible to dig into the alluvial deposits immediately near the stream, these being completely flooded; so, we are obliged to dig in regions more distant from the riverside, which are not flooded. It is well known that in this zone the zoocenose contains always a greater number of phreatobious elements.

One of the authors (C. Motas) introduce the terms: *rithrobios* - for the fauna inhabiting the epigeau streams, *phréatobios* - for that inhabiting the phreatic water, and *géobios* - for the terrestrial world.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIER, E. (1953) - Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés d'eau douce. Arch. Zool. exp. et gén., 90: 2.
 BALAZUC, J. (1954) - Les Amphipodes troglobies et phréatobies de la faune Gallo-Rhénane. Arch. Zool. exp. et gén., 91: 1.
 CHAPPUIS, P. A. (1942) - Eine neue Methode zur Untersuchung der Grundwasserfauna. Acta Sci. Math. et Natur., 6. Budapest.
 — (1946) - Un nouveau biotope de la faune aquatique souterraine. Acad. Roum. Bull. Sect. Sci., 29: 1. București.
 DAUBRÉE, A. (1887) - Les eaux souterraines à l'époque actuelle. J. Paris.

- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, CL. (1960) – Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. Act. Sci. industr., 1280. Hermann, Paris.
- DUDICH, E. (1932) – Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla“ in Ungarn. Verlag Speol. Inst. Wien, XIII.
- GINET, R. (1960) – Ecologie, éthologie et biologie de *Niphargus* (Amphipodes Gammaridés hypogés). Ann. Spélio., 15 (1 et 2).
- GINET, R. et DAVID, J. (1963) – Présence de *Niphargus* (Amphipode Gammaridé) dans certaines eaux épigées des forêts de la Dombes (Département de l'Ain, France). Vie et Milieu, 14: 2.
- GINET, R., MAGNE, J., et CARRAYAT, J.-J. (1963) – Observations sur l'écologie et la systématique de quelques Amphipodes d'eaux souterraines et de sources dans le bassin d'Aquitaine. Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse, 98, 3-4. Toulouse.
- LECLEBECQ, J. (1943) – Notes d'hydrobiologie souterraine: IX. Nouvelles observations sur *Niphargus aquilex* Schiödte. Bull. Soc. roy. Sc. Sièges, 6.
- LERUTH, R. (1938) – Etudes biospéologiques: IX. La faune de la nappe phréatique du gravier de la Meuse à Hermalle-sous-Argentauf. Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg., 11. 41.
- HUSMANN, S. (1956) – Untersuchungen über die Grundwasserfauna zwischen Harz und Weser. Arch. Hydrobiol., T. 32: 1-2.
- HUSSON, R. (1939) – Présence du *Triclade Fonticola citta* Dugès et de l'Amphipode *Niphargus aquilex aquilex* Schiödte dans les eaux d'inondation d'une cave nancéienne. Bull. Soc. Sc. Nancy, 1: 29.
- (1960) – Les Crustacés pécararides des eaux souterraines. Inst. Grand-Ducal de Luxembourg. Sect. Sci. natur. phys. et math. «Archives», 27, nouv. sér. (Année 1960), Luxembourg.
- JEANNEL, R. (1926) – Faune cavernicole de France avec une étude des conditions d'existence dans le domaine souterrain. Encyclopédie entomologique, 7.
- MOTAS, C. (1958) – Freatobiologia o noua ramura a Limnologiei. (La Phréatobiologie une nouvelle branche de la Limnologie). Natura, 10: 3.
- (1962) – Procédé des sondages phréatiques – Division du domaine souterrain – Classification écologique des animaux souterrain – Le psaron. Acta. Mus. Maced. Sci. nat., 8: 7 (75). Skoplje.
- MOTAS, C., et SERBAN, E. (1961) – Cercetari freatobiologici: Valer Motruului. Nota preliminară (Recherches phréatobiologiques: Vallée du Motru). Studii și Cercetari de biologie, Seria Biologie animală, 13.
- ORGHIDAN, T. (1954) – Un nou domeniu de viață subterană «Biotopul hiporeic». Bull. ști. sect. Biologie și ști. Agronom. și sect. geologie și geogr., 7: 3.
- (1959) – Ein neuer Lebensraum des unterirdischen Wassers. Der hyporeische Biotop. Arch. Hydrobiol., 55: 3. (traduction de l'article précédent).
- RACOVITZA, E. G. (1907) – Essai sur les problèmes biospéologiques. Arch. Zool. exp. et gén., IV-e Série, 6.
- REMY, P. (1926) – Les *Niphargus* des sources sont-ils des émigrés des nappes d'eau souterraine? C.R. du Congr. Soc. savantes 1926, Sci.
- RUFFO, S. (1961) – Problemi relativi allo studio della fauna interstiziale iporreica. Bollet. Zool. pubbl. dall'Unione zool. ital., 28, 2. Torino.

- SASSECHIN, D. N. (1931) – Lebensbedingungen der Mikrofauna in Sandanschweimmungen der Flüsse und im Triebsand der Wüsten. Arch. Hydrobiol., 22.
- SCHAEFERNA, K. (1927) – Kótazce puvodu rodu *Niphargus* (A la question sur l'origine du genre *Niphargus*). Vestník Kral. Ces. Spolec. Nauk, Praha, 2.
- SCHWÖRDEL, J. (1964) – Über die Lebensbedingungen und die Besiedelung des hyporheischen Lebensraumes. Arch. Hydrobiol. Sspl. 25: 2-3. Falkau-Schriften.
- SUNNEN, T. (1957) – Le *Niphargus* de bassins des chambres de captage du Grès de Luxembourg (Notes d'hydrobiologie souterraine. II. Arch. Inst. Grand-Ducal de Luxembourg, 24.
- VANDEL, A. (1964) – Biospéologie. La Biologie des animaux cavernicoles Gauthier-Villars Editeur.