

# Conclusions générales

Cette étude nous a permis de tester les hypothèses suivantes :

- 1) *La composition des communautés cavernicoles est plus variable que celle des endogés (effet de fragmentation d'habitat et des perturbations).*

Hypothèse vérifiée : la grande variabilité de la composition des peuplements d'acariens dans 25 grottes wallonnes a confirmé la structure fragmentée de l'habitat (chap. 1). D'autre part, les peuplements d'acariens des grottes diffèrent plus entre eux que ceux des sites endogés (chap. 3). On observe également une grande variabilité saisonnière dans les cavernes, à cause des inondations (chap. 3). Tout ceci montre que, contrairement à ce qu'on a pu penser (Poulson & White 1969), la biospéologie a pour objet un milieu complexe, bien éloigné des écosystèmes comptant peu d'espèces comme l'Antarctique par exemple.

- 2) *Les acariens cavernicoles sont plus spécialisés sur le plan trophique que les endogés, du fait des perturbations et d'une structure spatio-temporelle a priori moins régulière de la matière organique.*

Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, la structure spatiale de la matière organique n'est pas nécessairement différente entre les deux milieux (chap. 2). Les cavernes abritent pas mal d'espèces appartenant à des lignées primitives (chap. 1 et 4), dès lors probablement peu spécialisées sur le plan trophique: les ancêtres aquatiques étaient détritiphages. L'étude détaillée d'*Hypogeoppia* n.sp. a cependant révélé une transformation des pièces buccales vers un type "suceur de liquides". Il est dès lors malaisé de faire quelque généralité que ce soit concernant cette hypothèse, d'autant plus que le régime alimentaire précis de la majorité des acariens demeure inconnu. Les études de choix de

## Conclusions générales

nourriture, similaires à ceux réalisés dans cette étude, ainsi que les analyses de contenu digestif et enzymatique ont montré leurs limites. La question risque de demeurer entière si d'autres moyens d'investigation ne sont pas développés.

- 3) *Les acariens cavernicoles sont de plus grande taille et possèdent des appendices plus longs que les endogés du fait de l'espace disponible.*

Hypothèse vérifiée en partie (chap. 4) par la comparaison des espèces caractéristiques de chacun des milieux: les acariens cavernicoles sont effectivement plus grands en général, mais la taille de leurs appendices n'est pas plus importante relativement à la longueur de leur corps. Il faut ici rappeler que le protocole expérimental de cette étude incluait effectivement les acariens qu'on pourrait appeler "cavernicoles épigés", c'est à dire ceux qui courent à la surface du sédiment et qui sont susceptibles d'être de grande taille. D'autres espèces récoltées, comme *Hypogeoppia* n.sp. par exemple, sont capables de se glisser dans les vides du sédiment, et pourraient dès lors être appelés "cavernicoles endogés". Ils sont fort probablement de taille comparable à celle des acariens endogés *sensu stricto*.

- 4) *La répartition spatio-temporelle des acariens suit celle de la matière organique et diffère entre les deux milieux.*

Comme déjà signalé, la répartition spatiale de la matière organique ne diffère pas nécessairement entre les deux milieux. Les acariens, tant au niveau de leur densité que de leur composition spécifique, suivent globalement la répartition de la matière organique en milieu endogé (chap. 2 et 3) mais pas en milieu cavernicole. Ceci pourrait être dû à la plus grande mobilité induite par la place disponible pour les "cavernicoles épigés". Une hypothèse alternative serait que la matière

## Conclusions générales

organique, en tant que support pour la nourriture des acariens, soit suffisamment abondante dans les cavernes étudiées que pour ne pas être un facteur limitant; cette hypothèse est confortée par la faible corrélation entre le contenu en carbone organique et la densité des acariens (chap. 3).

- 5) *La structure spatiale est beaucoup plus agrégative chez les cavernicoles que chez les endogés.*

Ce n'est pas le cas. Non seulement l'indice d'agrégation est simplement dépendant de la densité moyenne, plus faible en cavernes, mais en plus des structures spatiales de type "gradient" sont présentes dans les grottes, et des structures de type "agrégat" sont également observées en milieu endogé (chap. 2).

De plus, nous avons pu arriver aux conclusions suivantes:

- Le milieu endogé est biologiquement distinct du milieu caverne. Même s'il existe une communication physique par le milieu souterrain superficiel, constitué ici des fissures dans la roche calcaire, les conditions de vie sont suffisamment différentes pour que les communautés des deux milieux soient bien distinctes (chap. 3). Cela a pour conséquence que nombre d'espèces ne vivent que dans un des deux milieux, et que les populations d'espèces présentes dans les deux milieux sont probablement isolées génétiquement l'une de l'autre. C'est ce dernier élément qui induit la spéciation passée et à venir, menant à l'apparition d'espèces endogées et troglobies.
- Un élément fondamental influençant les acariens dans les cavernes est l'existence d'inondations saisonnières (chap. 1, 2, 3 et 4).
  - Elles influencent la répartition de la matière organique : les plus gros fragments ont tendance à s'accumuler près de l'entrée des

## Conclusions générales

grottes, dans les endroits où le flux d'eau est moins rapide. Il ne reste alors plus que des fragments de plus petite taille pour un dépôt dans les sites plus éloignés de l'entrée. C'est un des éléments qui expliquent la présence d'une faune plus dense près de l'entrée des cavernes.

- Elles induisent une diminution de la densité des microarthropodes, par rapport aux sites non inondés.
- Elles provoquent la mort ou le déplacement des certains individus, et l'apport d'autres individus venant des milieux de surface dont certains mourront ou seront consommés par les prédateurs. Le détail des importations et des exportations d'acariens provoquées par les inondations demeure peu connu à ce stade.
- Elles induisent l'apparition d'adaptations morphologiques (taenidies liées à la respiration et longues griffes liées à la locomotion) et comportementales (phorésie, pour se déplacer d'un site à l'autre avant les inondations).
- Les cavernes abritent plus de prédateurs que le sol profond (chap. 4). On pourrait expliquer cela par un régime polyphage des prédateurs, ou par des prédateurs se nourrissant d'un autre groupe d'animaux, comme par exemple les collemboles. On peut également remarquer que les prédateurs reçoivent une "manne" abondante par l'intermédiaire des animaux amenés par les inondations, chaque hiver et après les gros orages dans certaines cavités (Turquin 1981). On peut également s'interroger sur l'effet des inondations sur les prédateurs. Ils doivent avoir développé des processus leur permettant de survivre à ces événements pour pouvoir profiter de cette manne. Enfin, l'abondance des prédateurs pourrait traduire la faiblesse de la compétition

## Conclusions générales

interspécifique, ce qui aurait un effet conservatoire sur les populations présentes, vu que la compétition est un des moteurs expliquant les comportements de dispersion. Cela provoquerait l'apparition de taxa troglobies.

- Les cavernes abritent plus d'organismes potentiellement phorétiques que le sol profond (chap. 4). Cela peut s'expliquer par la nature fragmentée et le régime de perturbations des cavernes, la phorésie étant utilisée comme moyen de transport pour coloniser d'autres cavernes, voire se déplacer entre portions d'habitats au sein même des grottes. Les vecteurs couramment utilisés par les acariens phorétiques sont les insectes (coléoptères, diptères, hyménoptères, lépidoptères) et les petits mammifères (par exemple les chauves-souris).
- Les cavernes abritent plus d'Oribates de lignées primitives que le sol profond (chap. 4). Cela pourrait s'expliquer par l'humidité plus élevée dans les cavernes. En effet, l'histoire évolutive des Oribates semble marquée par des adaptations à des environnements de plus en plus secs, qu'elles soient physiologiques (régulation de la transpiration) ou morphologiques (sclérotisation de la cuticule, présence d'un cérotégument, diminution de la porosité cuticulaire, etc). Les Oribates primitifs sont donc plus sensibles aux pertes d'eau, et cela plaide en faveur de l'hypothèse de Ghilarov par rapport à l'hypothèse de Striganova. En effet, cette dernière implique que les adaptations à un milieu sec précèdent les adaptations à la vie souterraine. Or, de nombreux Oribates primitifs vivent dans le milieu souterrain. Nous proposons également une nouvelle hypothèse (Fig. 1, flèches jaunes) pour la colonisation des cavernes (chap. 1 et 4), dérivant directement de celle de Ghilarov : certains organismes troglobies pourraient provenir

## Conclusions générales

d'ancêtres endogés, mais ces ancêtres endogés n'ont pas nécessairement eux-même d'ancêtres épigés comme proposé dans la littérature biospéologique: les ancêtres pourraient simplement être aquatiques, comme proposé par Ghilarov.

- Au niveau d'adaptations plus spécifiques au milieu "caverne" (chap. 4), nous avons pu relever chez *Hypogeoppia* n.sp. la présence de taenidies l'aidant probablement à survivre à la submersion, ainsi que des griffes plus longues que chez l'espèce proche *Medioppia obsoleta*, aptes à faciliter les déplacements sur des substrats humides.
- Ce travail a été l'occasion de la découverte de nombreuses nouvelles espèces dans les deux milieux (chap. 1 et 3): 4 nouvelles espèces dans les sols (un Epicriidae, deux Iolinidae et un Oppiidae) et 7 nouvelles espèces dans les cavernes (un Iolinidae, deux Ereynetidae, trois Oppiidae et un Microzetidae). Certaines seront décrites prochainement (*Pseudotydeus* n.sp., *Coccotydaeolus* n.sp., un nouveau genre proche de *Riccardoella*, et *Hypogeoppia* n.sp.).
- Le nombre d'espèces d'acariens troglobies de Belgique est passé de 7 à 15 espèces (chap. 1 et 4), par l'ajout des 7 nouvelles espèces et du Rhagidiidae *Poecilophysis spelaea*.

## Perspectives

Nous avons vu dans le premier chapitre que les communautés d'acariens cavernicoles présentes dans les sites inondables et non-inondables étaient dominées par des groupes différents. Par la suite, nous avons comparé des cavernes inondables avec le milieu endogé. Il serait donc intéressant de réaliser le même type d'étude dans des cavernes non-inondables (voire même suivant un gradient de perturbations croissantes), où l'abondance des Oribates et particulièrement des Oppiidae est plus importante. Le problème est qu'il est bien sûr plus difficile de trouver de grandes étendues de dépôts terreux dans ce type de cavernes, et cela limite par conséquent la quantité d'échantillons qu'il est possible de prélever. Cet obstacle devrait être partiellement levé du fait de la plus grande densité d'acariens dans ces sites, qui permettrait de se contenter de moins d'échantillons.

De même, l'effet des inondations sur les acariens mériterait d'être approfondi. Deux données nous manquent.

- D'une part, le profil vertical d'abondance dans les sédiments des grottes devrait être investigué. Quelques essais préliminaires semblent indiquer que l'abondance devient pratiquement nulle en dessous de quelques cm de profondeur. On pourrait donc prélever des échantillons par petites tranches dans les 5 premiers cm. On pourrait aussi imaginer une méthode de piégeage pour les acariens qui courent à la surface du sédiment, le désavantage étant que cela ne donnerait pas d'indications quantitatives sur les densités.
- D'autre part, les processus d'apport et d'enlèvement des sédiments consécutifs aux inondations mériteraient d'être investigués plus précisément, notamment à l'aide de toises permanentes permettant de

## Perspectives

noter l'épaisseur des sédiments à différentes périodes de l'année, et de coupes verticales permettant de repérer les différents épisodes de dépôt au sein du profil.

Si nous avons vu que le compartiment endogé était bien distinct du compartiment caverne du point de vue de la composition spécifique des peuplements d'acariens, le milieu situé entre ces deux habitats, à savoir le milieu souterrain superficiel, devrait être échantillonné. Une méthode de carottage par forage pourrait être appliquée, mais il faudrait vérifier que le forage n'entraîne pas de trop lourdes perturbations pour la faune présente, sous forme d'écrasement par exemple. La méthode d'extraction des acariens devrait également être testée. Une méthode de flottation pourrait être efficace dans ce milieu très pauvre en matière organique.

Un autre point intéressant serait la mise au point de techniques d'élevage d'acariens endogés et cavernicoles. Nous nous sommes efforcés d'y parvenir durant plusieurs années, sans résultat. La raison est peut-être que les paramètres environnementaux recréés en laboratoire ne conviennent pas aux acariens, malgré tous nos soins. Afin de contourner ce problème, on pourrait essayer de créer un élevage au sein même d'une grotte, dans un laboratoire souterrain tel que celui de Ramioul ou Moulis. Une telle mise au point permettrait d'étudier des paramètres démographiques, comme la longévité de chacune des stases, dont on sait qu'elle est importante dans d'autres groupes d'organismes cavernicoles. L'élucidation du mode alimentaire des espèces choisies demeure cependant un prérequis à un élevage réussi. Des méthodes d'observations directes pourraient peut-être résoudre ce problème, mais les microscopes électroniques environnementaux actuellement disponibles ne permettent pas (encore ?) d'observation en conditions de pression atmosphérique.

## Perspectives

Sur un plan plus théorique, on a émis l'hypothèse au chapitre 4 que la compétition interspécifique dans les cavernes est réduite. Cela devrait avoir une influence sur les caractères morphologiques des espèces présentes selon la théorie du "déplacement de caractère" (Dayan et al. 1989) : les grottes devraient abriter des espèces dont l'amplitude des variations morphologiques devrait être moindre que dans les sols. Cela mériterait d'être testé.

Pour terminer, nous insisterons à nouveau sur la valeur des acariens pour des études relatives à l'évolution en milieu souterrain, traditionnellement réalisées sur des poissons, des coléoptères ou des crustacés. Les Oppiidae revêtent un intérêt tout particulier, du fait de leur abondance et de leur diversité dans ce milieu. Une étude de biologie moléculaire des populations, parallèlement à une étude morphologique, menant à l'élaboration d'un arbre phylogénétique pourrait certainement nous en apprendre plus sur la séquence de colonisation des différents compartiments du sol et de ses annexes. Une étude taxonomique et systématique des *Riccardoella* et genres apparentés est par ailleurs en cours. Elle révélera probablement le mode d'évolution de ces acariens, depuis le sol et ses annexes jusque dans la cavité pulmonaire des mollusques gastéropodes.



## Bibliographie

- Adis, J. & Junk, W.J. (2002) Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology* 47: 711-731.
- Akimov, I.A. & Yastrebtsov, A.V. (1991) Skeletal-muscular system of oribatid mites (Acariformes: Oribatida). *Zoologische Jahrbucher, Abteilung fur Anatomie und Ontogenie der Tiere* 121: 359-379.
- Alberti G. (1998) Fine structure of receptor organs in oribatid mites (Acari). In: Ebermann E. (Ed.), *Arthropod Biology: Contributions to Morphology, Ecology and Systematics. Biosystematics and Ecology Series*, 14: 27-77.
- Alberti, G., Moreno, A.I. & Kratzmann, M. (1994) The fine structure of trichobothria in moss mites with special emphasis on *Acrogalumna longipluma* (Berlese, 1904) (Oribatida, Acari, Arachnida). *Acta Zoologica*, 75: 57-74.
- Alberti, G. & Norton, R. A. (1997) Porose integumental organs of oribatid mites (Acari, Oribatida). *Zoologica* 48/146: 1-143.
- Anderson, J.M. (1975) The enigma of soil animal species diversity. In: Vanek, J. (ed.) *Progress in Soil Zoology*. Academia Publishing House, Prague, pp. 51-58.
- André, H.M. & Noti, M.-I. (1993) Extracting sand microarthropods: a carbon tetrachloride flotation method. *European Journal of Soil Biology* 29: 91-96.
- André, H.M., Ducarme, X. & Lebrun Ph. (2002) Soil biodiversity: myth, reality or conning ? *Oikos* 96: 3-24.
- Athias-Binche, F. (1994) La phorésie chez les acariens. Aspects adaptatifs et évolutifs. Editions du Castillet, Perpignan, 178 p.
- Barbault, R. (1988) Body size, ecological constraints, and the evolution of life-history strategies. *Evolutionary Biology* 22:261-286.
- Barr, T.C. Jr (1968) Cave ecology and the evolution of troglobites. *Evolutionary Biology* 2: 35-102.

## Bibliographie

- Beck, L. & Woas, S. (1991) Die Oribatiden-Arten (Acari) eines südwestdeutschen Buchenwaldes I. *Carolina* 49: 37-82.
- Behan-Pelletier, V. & Newton, G. (1999) Computers in biology: Linking soil biodiversity and ecosystem function-the taxonomic dilemma. *Bioscience* 49(2): 149-153.
- Belyea, L.R. & Lancaster, J. (1999) Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos* 86: 402-416.
- Bernini, F. (1975) Notulae oribatologicae XI. *Miracarus senensis*, una nuova specie dei dintorni di Siena (Acarida, Oribatei). *Redia* 56: 19-28.
- Bernini, F. (1980) Notulae oribatologicae XXIV. Gli Acari Oribatei di alcune piccole grotte del Senese. *Redia* 63: 359-405.
- Bruckner, A. (1995) Cave-dwelling oribatid mites (Acarina, Cryptostigmata) from East Austria. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 132: 81-107.
- Burnham K.P. & Overton W.S. (1978) Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* 65: 623-633.
- Burnham K.P. & Overton W.S. (1979) Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60: 927-936.
- Camacho, A.I., Bello, E., Becerra, J.M. & Vaticon, N. (1992) A natural history of the subterranean environment and its associated fauna. In: Camacho, A.I. (Ed) *The Natural History of Biospeleology*. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 173-197.
- Cancela da Fonseca, J.P. & Kiffer, E. (1969) A propos des rapports entre certaines espèces d'Acariens Oribates et certaines espèces de champignons existant dans un même sol. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 269: 386-389.
- Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 30: 783-791.
- Chazdon, R.L., Colwell, R.K., Denslow, J.S. & Guariguata, M.R. (1998) Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. In: Dallmeier, F. & Comiskey, J.A.

## Bibliographie

- (Eds) Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies. Parthenon Publishing, Paris, 285-309.
- Christiansen, K. (1960) Convergence and parallelism in cave Entomobryinae. *Evolution* 15: 288-301.
- Christiansen, K. (1962) Proposition pour la classification des animaux cavernicoles. *Spelunca* 2: 76-78
- Christiansen, K. (1965) Behavior and form in the evolution of cave Collembola. *Evolution* 19: 529-537.
- Christiansen, K. (1970a) Experimental studies on the aggregation and dispersion of Collembola. *Pedobiologia* 10: 180-198.
- Christiansen, K. (1970b) Invertebrate populations in the Moulis cave. *Annales de Spéléologie* 25(2): 243-273.
- Christiansen, K. (1971) Factors affecting predation on Collembola by various Arthropods. *Annales de Spéléologie* 26(1): 97-106.
- Christiansen, K. (1985) Regressive evolution in Collembola. *NSS Bulletin* 47(2): 89-100.
- Christiansen, K. (1992) Biological processes in space and time. Cave life in the light of modern evolutionary theory. In: Camacho, A.I. (Ed) *The Natural History of Biospeleology*. Monografias Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 455-478.
- Christiansen, K. & Bouillon, M. (1978) An evolutionary and ecological analysis of the terrestrial arthropods of caves in the Central Pyrenees. *NSS Bulletin* 40: 103-117.
- Christiansen, K., Willson, M. & Tecklin, J. (1961) Preliminary study of the microarthropod ecology of Hunters Cave. *The National Speleological Society Bulletin* 23(2): 63-70. .
- Coineau, Y. (1974) Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Doin, Paris, 118 p.
- Coineau, Y., Haupt, J., Delamare-Deboutteville, C. & Théron, P. (1978) Un remarquable exemple de convergence écologique : l'adaptation de *Gordialycus*

## Bibliographie

- tuzetae (Nematalycidae, Acariens) à la vie dans les interstices des sables fins. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 287: 883-886.
- Colwell, R.K. (1997) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 345B: 101-118.
- Conner E. F. & Bowers M. A. (1987) The spatial consequences of interspecific competition. Annales Zoologici Fennici 24: 213-226.
- Cooper, D.W. (1968) The significance level in multiple tests made simultaneously. Heredity 23, 614-617.
- Culver, D., Holsinger, J.R. & Baroody, R. (1974) Toward a predictive cave biogeography: the Greenbrier valley as a case study. Evolution 27(4): 689-695.
- Culver, D., Master, L.L., Christman, M.C. & Hobbs, H.H. (2000) Obligate cave fauna of the 48 contiguous United States. Conservation Biology 14(2): 386-401.
- Dayan, T., Simberloff, D. & Yom-Tov, Y. (1989) Inter- and intraspecific character displacement in mustelids. Ecology 70(5): 1526-1539.
- De Broyer, Cl., Thys, G., Fairon, J. & Michel, G. (1999) Atlas du Karst Wallon (inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie). Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains, 150 maps, 2400 p.
- de Saint Georges-Grèdelet, D. (1981) Mise au point d'une stratégie de contrôle de l'acarien de poussières (*Dermatophagoides pteronyssinus*) par l'utilisation d'un fongicide. Acta Oecologica: Oecologia Applicata 2:117-126.
- Decou, V.G., Negrea, A. & Negrea, S. (1974) Une oasis biospéologique tropicale développée dans une région tempérée: "Pestera lui Adam" de Baile herculane (Carpates méridionales, Roumanie). Travaux de l'Institut Spéléologique "Emile Racovitza" 13: 81-103.
- Desutter-Grandcolas, L. (1993) The cricket fauna of Chiapanecan caves (Mexico): systematics, phylogeny and the evolution of troglobitic life (Orthoptera,

## Bibliographie

- Grylloidea, Phalangospidae, Luzarinae). *International Journal of Speleology* 22: 1-82.
- Desutter-Grandcolas, L. (1997) Studies in cave life evolution: a rationale for future theoretical developments using phylogenetic inference. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 35: 23-31.
- Dethier, M. & Hubart, J.M. (2000) La collection Delhez 2. Corrigenda et addenda. *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie* 40: 17-35.
- Ducarme, X. (1998) Nouvelle méthode d'extraction des Microarthropodes endogés et biodiversité comparée de deux sols. Mémoire de la Faculté des Sciences Agronomique, Université catholique de Louvain, Belgique, 81 p.
- Ducarme, X., André, H.M. & Lebrun, Ph. (1998) Extracting endogenous microarthropods: A new flotation method using 1,2-dibromoethane. *European Journal of Soil Biology* 34: 143-150.
- Dufrène, M. & Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Dusabek, F. (1998) Acari parasiti. In: Juberthie, Ch. & Decu, V. (Eds) *Encyclopaedia biospeologica*. Tome II. Société de Biospéologie, Moulis, 921-928.
- Ebbert, M.A. (1993) Endosymbiotic sex ratio distorters in Insects and Mites. In: Wrensch, D.L. & Ebbert, M.A. (Eds) *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. Chapman & Hall, New-York, pp 150-191.
- Ekschmitt, K., Weidemann, G. & Wolters, V. (1997) Spatial heterogeneity in the density of soil animals. *Recent Research Development in Soil Biology and Biochemistry* 1, 21-38.
- Elliot, J.M. (1971) Some methods for statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biological Associates*, The Ferry House, Ambleside, UK, 144 p.
- Ettema, C.H. & Wardle, D.A. (2002) Spatial soil ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 17(4), 177-183.

## Bibliographie

- Evans, G.O. (1992) Principles of Acarology. CAB International, Wallingford, UK, 563 p.
- Fain, A. (1976) Les acariens parasites des chauves-souris, biologie, rôle pathogène, spécificité, évolution parallèle parasites-hôtes. *Annales de Spéléologie* 31: 3-25.
- Fain, A. (1982) Cinq espèces du genre *Schwiebia* Oudemans, 1916 (Acari, Astigmata) dont trois nouvelles découvertes dans des sources du sous-sol de la ville de Vienne (Autriche) au cours des travaux du métro. *Acarologia* 23: 359-371.
- Franklin, E., Guimaraes, R.L., Adis, J. & Schubart, H.O.R. (2001) Resistencia a submersao de acaros (Acari: Oribatida) terrestres de florestas inundaveis e de terra firme na Amazonia Central em condicoes experimentais de laboratorio. *Acta Amazonica* 31: 285-298.
- Gérard, G. (1970) Modèles de répartition spatiale en écologie animale. *Biométrie-Praximétrie* 11(4): 124-190.
- Gérard, G. & Berthet, P. (1966) A statistical study of microdistribution of Oribatei (Acari) Part II: The transformation of the data. *Oikos* 17:142-149.
- Gers, C. (1998) Diversity of energy fluxes and interactions between arthropod communities: from soil to cave. *Acta Oecologica* 19(3): 205-213.
- Ghilarov, M.S. (1949) The peculiarities of the soil as an environment and its significance in insect evolution. *Acad. Sci. Publ. House, Moscow*, p. 279
- Ghilarov, M.S. (1959) Adaptations of insects to soil dwelling. *Proceedings of the XVth International Congress of Zoology (16-23 July 1958), London*, 534-557
- Ghilarov, M.S. (1977) Why so many species and so many individuals can coexist in soil. *Ecological Bulletin (Stockholm)* 25, 593-597.
- Giller, P.S. (1996) The diversity of soil communities, the “poor man's tropical rainforest”. *Biodiversity and Conservation* 5: 135-168.
- Grandjean, F. (1944) Les “taenidies” des Acariens. *Comptes rendus des Séances de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève* 61: 142-146. [92]
- Grandjean, F. (1946) Les Enarthronota (Acariens) Première série. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 11<sup>e</sup> série, 8: 213-248 [103]

## Bibliographie

- Grandjean, F. (1951) Observations sur les Oribates (22<sup>e</sup> série). Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (2e sér.) 23: 91-98. [132]
- Grandjean, F. (1952) Observations sur les Paleacaroïdes (2<sup>e</sup> série). Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle (2), 24:460-467. [145]
- Grandjean, F. (1957) L' infracapitulum et la mandication chez les Oribates et d'autres Acariens. Annales des Sciences naturelles, Zoologie (11e sér.) 19: 233-281. [182]
- Grandjean, F. (1959) Observations sur les Oribates (39<sup>e</sup> série). Bulletin du Musée national d'Histoire naturelle (2) 31: 359-366. [195]
- Grandjean, F. (1963) Sur deux espèces de Brachychthoniidae et leur développement. Acarologia 5: 122-151. [214]
- Grandjean, F. (1968) Nouvelles observations sur le Oribates (6<sup>e</sup> série). Acarologia 10: 357-391. [233]
- Grandjean, F. (1969) Considérations sur le classement des oribates; leur division en 6 groupes majeurs. Acarologia 11(1): 127-153. [234]
- Helle, W., Bolland, H.R., Jeurissen, S.H.M. & van Seventer, G.A. (1984) Chromosome data on the Actinedida, Tarsonemida and Oribatida. In: Griffiths, D.A. & Bowman, C.E. (Eds) Acarology VI, Vol. 1. Ellis Horwood, Chichester, 449-454.
- Hewitt, J.E., Legendre, P., McArdle, B.H., Thrush, S.F., Bellehumeur, C. & Lawrie, S.M. (1997) Identifying relationships between adult and juvenile bivalves at different spatial scales. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 216: 77-98.
- Holsinger, J.R. (1965) Free living mites (Acarina) in caves of the Eastern United States. The National Speleological Society Bulletin 27(2): 47-54
- Holsinger, J.R. (2000) Ecological derivation, colonization, and speciation. In: Wilkens, H., Culver, D.C. & Humphreys, W.F. (Eds) Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World **30**, Elsevier, Amsterdam, 417-432.
- Holt R. D. & Lawton J. H. (1994) The ecological consequences of shared natural enemies. Annual Review of Ecology and Systematics 25: 495-520.

## Bibliographie

- Houck, M.A. & Cohen, A.C. (1995) The potential of phoresy in the evolution of parasitism: radiolabelling (tritium) evidence from an astigmatid mite. *Experimental & Applied Acarology* 19: 677-694.
- Howarth, F.G. (1980) The zoogeography of specialized cave animals: A bioclimatic model. *Evolution* 34(2): 394-406
- Howarth, F.G. (1983) Ecology of Cave Arthropods. *Annual Review of Entomology* 28: 365-389.
- Hubart, J.M. (1980) Compléments à l'inventaire faunistique de la grotte de Ramioul. *Bulletin de la Société Royale Belge d'Etudes Géologiques et Archéologiques: Les chercheurs de la Wallonie* 25: 341-345.
- Hüppop, K. (2000) How do cave animals cope with the food scarcity in caves ? In: Wilkens, H., Culver, D.C. & Humphreys, W.F. (Eds) *Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World 30*, Elsevier, Amsterdam, 159-188.
- Iturrondobeitia, J.C. & Arillo, A. (1997) *Medioppia producta*: a new oppiid mite (Acarida, Oribatida, Oppiidae) from the basque country (Northern Spain). *Acarologia* 38(2): 193-197.
- Johnson, D.L. & Petkau, A.J. (1995) A likelihood ratio test for equality of deviations from randomness. *Researches on Population Ecology* 37(2): 203-209.
- Juberthie, Ch. (1984) La colonisation du milieu souterrain; théories et modèles, relations avec la spéciation et l'évolution souterraine. *Mémoires de Biospéologie* XI: 65-102.
- Juberthie, Ch. (2000) The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In: Wilkens, H., Culver, D.C. & Humphreys, W.F. (Eds) *Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World 30*, Elsevier, Amsterdam, 17-39.
- Juberthie, C., Delay, B. & Bouillon, M. (1980) Sur l'existence d'un milieu souterrain superficiel en zone non calcaire. *C. R. Acad. Sci. Fr. sér. D* 290, 49-52.
- Kalbfleisch, J.D. & Prentice, R.L. (1980), *The Statistical Analysis of Failure Time Data*, New York: John Wiley & Sons.

## Bibliographie

- Kaliszewski, M., Athias-Binche, F. & Lindquist, E.E. (1995) Parasitism and Parasitoidism in Tarsonemina (Acari: Heterostigmata) and Evolutionary Considerations. *Advances in Parasitology* 35: 335-367.
- Kaneko, N., McLean, M.A. & Parkinson, D. (1995) Grazing preference of *Onychiurus subtenuis* (Collembola) and *Oppiella nova* (Oribatei) for fungal species inoculated on pine needles. *Pedobiologia* 39: 538-546.
- Karg, W. (1993) Acari (Acarina), Milben Parasitiformes (Anactinochaeta) Cohors Gamasina Leach Raubmilben. *Die Tierwelt Deutschlands* 59. Fischer, Jena, 523 p.
- Kethley, J.B. (1990) Acarina: Prostigmata (Actinedida). In: Dindal, D.L. (Ed.) *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, Brisbane, 667-756.
- Klima, J. (1956) Strukturklassen und lebensformen der Oribatiden (Acari). *Oikos* 7(2): 227-242.
- Klironomos, J.N., Rillig, M.C. & Allen, M.F. (1999) Designing belowground field experiments with the help of semi-variance and power analyses. *Applied Soil Ecology* 12: 227-238.
- Larink, O. (1997) Springtails and mites: important knots in the food web of soils. In: Benckiser, G. (ed). *Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production*. Marcel Dekker, New-York, 225-264.
- Lebrun, Ph. (1967) Note sur quelques Oribates (Acarina: Oribatei) de la faune cavernicole de Belgique. *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg.*, 103: 183-188.
- Lebrun, Ph. (1971) Écologie et biocénétique de quelques peuplements d'Arthropodes édaphiques. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 165, 1-204.
- Lebrun, Ph. (1981) "Problèmes d'acarologie" ou "De l'écologie fondamentale à l'écologie appliquée". *Annales de la Société royale de Zoologie de Belgique* 110(3-4): 143-172.
- Lebrun, Ph. & Wauthy, G. (1981) Quelques observations et réflexions sur les peuplements d'oribates hypogés (acariens). *Annales de la Société royale de Zoologie de Belgique*, 111, 1-4, 131-42

## Bibliographie

- Lebrun, Ph., Wauthy, G. & Dufrière, M. (1989) Soil mites in Belgium: a review. *Comptes rendus du symposium "Invertébrés de Belgique"*, 203-210.
- Legendre, P. & Fortin, M.J. (1989). Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- Legendre P. & Vaudor A. (1991) The R package version 3 beta. Département des Sciences Biologiques, Université de Montréal.
- Legendre, P. & Legendre L. (1998) Numerical Ecology. Second Edition. Elsevier, Amsterdam, 853 p.
- Leruth, R. (1939) La biologie du domaine souterrain et la faune cavernicole de Belgique. *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique* 87, 507 pp.
- Lewis, C.N. & Whitfield, J.B. (1999) Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. *Environmental Entomology* 28: 986-997.
- Lindquist, E.E. (1986) The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 136: 1-517.
- Lions J.-C. (1972) *Écologie des Oribates (Acariens) de la Sainte-Baume (Var)*. Thèse de doctorat en Sciences Naturelles, Université de Provence, A.O. 7248, Centre de Documentation du CNRS (1972-05-29), 2 vol., 549 pp.
- Lombardini, G. (1952) Su alcuni acari raccolti dal dott. Mario Franciscolo nella grotta delle Streghe (Tana da Basua). *Doriana* 1(26): 1-6.
- Lundqvist, L., Hippa, H. & Koponen, S. (1999) Invertebrates of Scandinavian caves IX. Acari: Mesostigmata (Gamasina), with a complete list of mites. *Acarologia* 40(4): 357-365.
- Madge, D.S. (1964) The water-relations of *Belba geniculosa* Oudemans and other species of Oribatid mites. *Acarologia* 6(1): 199-223.
- Mc Goeck, M.A. & Chown, S.L. (1998) Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology and Evolution* 13(2): 46-47.

## Bibliographie

- Morisita, M. (1971) Composition of the  $I_{\delta}$ -index. *Research in Population Ecology* 13: 1-27.
- Moskacheva, E.A. (1973) On depth of soil inhabiting with oribatids (Acariformes, Oribatei). - *Zool. Zh.* 46: 1400-1405 [in Russian].
- Murphy, P.W. (1953) The biology of forest soils with special reference to the mesofauna or meiofauna. *Journal of Soil Science* 4, 155-193.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Norton, R.A. (1998) Morphological evidence for the evolutionary origin of Astigmata (Acari: Acariformes). *Experimental and Applied Acarology* 22: 559-594.
- Norton, R.A., Kethley, J.B., Johnston, D.E. & O'Connor, B.M. (1993) Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites. In: Wrensch, D.L. & Ebbert, M.A. (Eds) *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. Chapman & Hall, New-York, pp 8-99.
- Noti, M.-I., André, H.M., Ducarme, X. & Lebrun, Ph. (2003) Diversity of soil oribatid mites (Acari: Oribatida) from High Katanga (Democratic Republic of Congo): a multiscale and multifactor approach, *Biodiversity and Conservation* 12: 767-785.
- O'Connell, T., Bolger, T. (1998) Intraspecific aggregation, 'probability niches' and the diversity of soil microarthropod assemblages. *Applied Soil Ecology* 9, 63-67.
- O'Connor, B.M. (1984) 1. Speciation and evolution in Acari. 1.2 Phylogenetic relationships among higher taxa in the Acariformes, with particular reference to the Astigmata. In: Griffiths, D.A. & Bowman, C.E. (Eds) *Acarology* 6, Vol. 1. Ellis Horwood, Chichester, 19-27.
- Oliver, M.A. & Webster, R. (1986) Combining nested and linear sampling for determining the scale and form of spatial variation of regionalized variables. *Geographical analysis* 18(3): 227-242.
- Østbye, E., Lauritzen, S.-E., Fjellberg, A., Hauge, E., Leinaas, H.P., Ottesen, P. & Solhøy, T. (1987) Invertebrates of Norwegian caves I. Gastropoda, Oligochaeta,

## Bibliographie

- Aranaea, Acari, Amphipoda, Collembola, Coleoptera, Lepidoptera and Diptera. Fauna Norvegica Serie A 8: 43-64.
- Palacios-Vargas, J.G. (1996) Why, where and when are mites abundant in caves ? Mundos Subterraneos 7: 11-19.
- Palacios-Vargas, J.G. & Gamboa-Vargas, J.A. (1997) Recent biospeleological studies in Campeche (Yucatan peninsula, Mexico). In: Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, Switzerland, Vol.6: 85-90.
- Palacios-Vargas, J.G., Decu, V., Iavorski, V., Hutz, M. & Juberthie, Ch. (1998) Acari terrestria. In: Juberthie, Ch. & Decu, V. (Eds) Encyclopaedia biospeologica. Tome II. Société de Biospéologie, Moulis, 929-952.
- Pande, Y.D. (1973) Studies on the ecology of Oribatid mites, using soil sectioning. Ph.D. thesis of the "Faculté des Sciences agronomiques de l'Université catholique de Louvain". 124 p.
- Peck, S.B. & Finston, T.L. (1993) Galapagos Islands troglobites: The questions of tropical troglobites, parapatric distributions with eyed-sister species, and their origin by parapatric speciation. Mémoires de Biospéologie 20: 19-37.
- Perez-Iñigo, C. (1969) Bioespeleologia de la cueva de Ojo Guareña. Acaros Oribatidos. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.) 67: 143-160.
- Petersen, H. & Luxton, M. (1982) A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos 39: 287-388.
- Poulson, T.L. & White, W.B. (1969) The cave environment. Science 165: 971-981.
- Prinzing, A. (2003) Accessibility of high temperature and high humidity for the mesofauna of a harsh habitat - the case of exposed tree trunks. Journal of Thermal Biology 28: 403-412.
- Pugh, P.J.A. (1996) Edaphic oribatid mites (Cryptostigmata: Acarina) associated with an aquatic moss on sub-antarctic South Georgia. Pedobiologia 40: 113-117.
- Raaijmakers, J.G.W. (1987) Statistical analysis of the Michaelis-Menten equation. Biometrics 43, 793-803.
- Racovitza, E. (1907) Les problèmes biospéologiques. Archives de Zoologie Expérimentale 6: 371-488.

## Bibliographie

- Rao, C.R. (1964) The use and interpretation of principal component analysis in applied research. *Sankhya A* 26: 329-358.
- Remmert, H. (1981) Body size of terrestrial arthropods and biomass of their populations in relation to the abiotic parameters of their milieu. *Oecologia (Berl.)* 50: 12-13.
- Ribera, C. & Juberthie Ch. (1994) Araneae : Traits adaptatifs à la vie souterraine. In: Juberthie, Ch. & Decu, V. (Eds) *Encyclopaedia biospeologica*. Tome I. Société de Biospéologie, Moulis, 198-201.
- Richman A. D. & Price T. (1992) Evolution of ecological differences in the old world leaf warblers. *Nature* 355: 817-821.
- Römbke, J., Beck, L., Förster, B., Fründ, H-C., Horak, F., Ruf, A., Rosciczweski, C., Scheurig, M. & Woas, S. (1996). *Boden als Lebensraum für Bodenorganismen - Literaturstudie*.  
<http://www.uvm.badenwuerttemberg.de/bofaweb/berichte/tbb04/tbb04.htm>
- Sarbu, S.M., Kane, T.C. & Kinkle, B.K. (1996) A chemoautotrophically based cave ecosystem. *Science* 272: 1953-1955.
- SAS Institute (1999). *The SAS system for Windows version 8*. Cary, North Carolina, USA.
- Scion Corporation 2000. *Scion Image version beta 4*. Frederick, Maryland, USA.
- Shorrocks, B., Rosewell, J., Edwards, K. (1984) Interspecific competition is not a major organizing force in many insect communities. *Nature* 310, 310-312.
- Shvarts, E.A. & Demin, D.V. (1994) Community organization of shrews in temperate zone forests of Northwestern Russia. *Special Publication of the Carnegie Museum of Natural History* 18: 57-66.
- Siepel, H. & de Ruiter-Dijkman, E.M. (1993) Feeding guilds of Oribatid mites based on their carbohydrase activities. *Soil Biology and Biochemistry* 25(11): 1491-1497.
- Siepel, H. (1994) Life-history tactics of soil microarthropods. *Biology and Fertility of Soils* 18: 263-278.

## Bibliographie

- Sih, A., Crowley, P., McPeck, M., Petranka, J. & Strohmeier K. (1985) Predation, competition, and prey communities: a review of field experiments. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 269-311.
- Skubala, P. & Klys, G. (2002) Oribatid fauna (Acari: Oribatida) in the mine underground workings. In: Ignatowicz, S. (Ed.) *Postepy polskiej akarologii*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 203-212.
- Smith, E.P. & Van Belle, G. (1984) Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40: 119-129.
- Storch D. & Frynta D. (1999) Evolution of habitat selection: stochastic acquisition of cognitive clues? *Evolutionary Ecology* 13: 591-600.
- Strandtmann, R.W. & Prasse, J. (1976) Prostigmatic mites from the experimental farm in Etzdorf/Saalkreis. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundes museums Görlitz* 50(2): 1-33.
- Striganova, B.R. (1996) Adaptive Strategies of Colonization of the Soil Stratum by Animals. *Eurasian Soil Science* 29(6): 643-650.
- Subias, L.S. & Balogh P. (1989) Identification keys to the genera of Oppiidae Grandjean, 1951 (Acari: Oribatei). *Acta Zoologica Hungarica* 35: 355-412.
- Subias, L.S. & Arillo, A. (1996) *Serratoppia guanicola* sp. nov. from a cave in central Spain. Iberian species of genus *Serratoppia* (Acariformes, Oribatida, Oppiidae). *Acarologia* 37(1): 55-60.
- Subias, L. S. & Gil-Martín, J. (1997) Systematic and biogeographic checklist of oribatids from Western Mediterranean (Acari, Oribatida). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria"*, 91: 459-498.
- ter Braak, C.J.F. (1995) Ordination. In: Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F. & van Tongeren (Eds) *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 91-173.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. (1998) *Canoco 4*. Centre for Biometry, Wageningen.
- Tercafs, R. & Thinès, G. (1994) La longévité chez les cavernicoles. Epiphénomène ou phénomène évolutif ? *Mémoires de Biospéologie* 21: 141-146.

## Bibliographie

- Tercafs, R. & Henry, V. (1999) Quantifying scale-dependent effects of cave-dweller movements with connectivity models. *Mémoires de Biospéologie* 26: 117-122.
- Tercafs, R. (2001) The protection of the subterranean environment. Conservation principles and management tools. P.S. Publishers, Luxembourg, 400 pp.
- Thibaud, J.-M. (1967) Structure et régression de l'appareil visuel chez les Hypogastruridae. *Annales de Spéléologie* 22: 407-416
- Thibaud, J.-M. (1970) Biologie et écologie des collemboles Hypogastruridae édaphiques et cavernicoles. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle Série A Zoologie* 61(3): 81-201.
- Thibaud, J.M. & Deharveng, L. (1994) Collembola. In: Juberthie, Ch. & Decu, V. (Eds) *Encyclopaedia biospeologica*. Tome 1. Société de Biospéologie, Moulis, 267-276.
- Thibaud, J.M. & Christian E. (1997) Biodiversity of interstitial Collembola (Insecta) in sand sediments. *European Journal of Soil Biology* 33(3): 123-127.
- Torgersen, C.E., Jones, J.A., Moldenke, A.R. & LeMaster M.P. (1995) The spatial heterogeneity of soil invertebrates and edaphic properties in an old growth forest stand in western Oregon. In: Collins, H.P., Robertson, G.P. & Klug, M.J. (Eds.) *The significance and regulation of soil biodiversity*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 225-236.
- Toti, D.S., Coyle, F.A., & Miller, J.A. (2000) A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *Journal of Arachnology* 28: 329-345.
- Travé, J. (1986) Les taenidies respiratoires des Oribates. *Acarologia* 27(1): 85-94.
- Turquin, M.-J. (1981) La biocénose terrestre cavernicole : apport énergétique pour la communauté aquatique souterraine. *Mémoires de Biospéologie* 8: 9-16.
- Usher, M.B. & Booth, R.G. (1986) Arthropod communities in a maritime Antarctic moss-turf habitat: multiple scales of pattern in the mites and Collembola. *Journal of Animal Ecology* 55: 155-170.
- Valle, A. (1951) Contributo alla conoscenza della fauna acarologica della grotta di "re tiberio" in Romagna. *Atti V° Congr. Nazion. Speleol.* Salerno 104-107.

## Bibliographie

- Vandel, A. (1964) Biospéologie: La biologie des animaux cavernicoles. Gauthier-Villars, Paris, 619 p.
- Vannier, G. (1973) Originalité des conditions de vie dans le sol due à la présence de l'eau: importance thermodynamique et biologique de la porosphère. *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique* 103(1): 157-167
- Vannier, G. (1976) Principaux modes d'étude de la balance hydrique chez les acariens. *Acarologia* 18(1): 3-19.
- Vannier, G. (1987) The porosphere as an ecological medium emphasized in Professor Ghilarov's work on soil animal adaptations. *Biology and Fertility of Soils* 3: 39-44.
- Vannier, G. & Thibaud, J.-M. (1978) Réduction ou perte totale de la capacité de régulation hydrique chez des espèces de collembolles cavernicoles appartenant à la famille des Tomoceridae. *Bulletin de la Société d'Ecophysiologie* 3(2) 124-126.
- Vannier, G. & Verdier (1981) Critères écophysiologiques (transpiration, respiration) permettant de séparer une espèce souterraine d'une espèce de surface chez les insectes Collembolles. *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol* 18(4): 531-549.
- Vieublé Gonod, L. (2002) Variabilité spatiale de la minéralisation de substrats carbonés (2,4-D, leucine et lysine) dans la matrice solide du sol. Thèse de l'INRA.
- Villani, M.G., Alle, L.L., Diaz, A. & Robbins, P.S. (1999) Adaptive strategies of edaphic arthropods. *Annual Review of Entomology* 44: 233-256.
- Vreeken-Buijs, M.J., Hassink, J. & Brussaard, L. (1998) Relationships of soil Microarthropod biomass with organic matter and pore size distribution in soils under different land use. *Soil Biology and Biochemistry* 30(1): 97-106.
- Walkley A. & Black I.A. (1934) An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- Wall, D.H. & Moore, J.C. (1999) Interactions underground. Soil biodiversity, mutualism, and ecosystem processes. *Bioscience* 49(2): 109-117.

## Bibliographie

- Wallwork, J.A. (1970) Ecology of soil animals. McGraw-Hill, London.
- Walter, D.E. (1988) Predation and mycophagy by Endeostigmatid mites (Acariformes: Prostigmata). *Experimental and Applied Acarology* 4: 159-166.
- Walter, D.E. (2001) Endemism and cryptogenesis in "segmented" mites: A review of Australian Alicorhagiidae, Terpnacaridae, Oehserchestidae ad Grandjeanicidae (Acari: Sarcoptiformes). *Australian Journal of Entomology* 40: 207-218.
- Walter, D.E. & Proctor, H.C. (1999) Mites. Ecology, evolution and behaviour. CABI Publishing, Wallingford, UK, 322 p.
- Wauthy, G. 1982. Synecology of forest soil oribatid mites in Belgium (*Acari, Oribatida*) III. - Ecological groups. *Acta Oecologica Oecologica Generalis* 3(4): 469-494.
- Weigmann, G. & Kratz, W. (1981) Die deutschen Hornmilbenarten und ihre ökologische Charakteristik. *Zoologische Beiträge*, 27: 459-489.
- Welbourn, W.C. (1999) Invertebrate cave fauna of Kartchner caverns, Kartchner caverns, Arizona. *Journal of Cave and Karst Studies* 61(2): 93-101.
- Westbrook, J.K., Spurgeon, D.W., Eyster, R.S. & Schleider, P.G. (2003) Emergence of overwintered boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) in relation to microclimatic factors. *Environmental Entomology* 32(1): 133-140.
- Wilkens, H., Culver, D.C. & Humphreys, W.F. (2000) Subterranean ecosystems. *Ecosystems of the world* 30. Elsevier, Amsterdam, 791 p.
- Willmann, C. (1935) Exploration biologique des cavernes de la Belgique et du Limbourg hollandais. XXVe contribution : Acari. *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique* XI(20): 1-41.
- Winston, P.W. & Bates, D.H. (1960) Saturated solutions for the biological control of humidity in biological research. *Ecology* 41(1): 232-237.
- Wolff J. O. & Dueser R. D. (1986) Non-competitive coexistence between *Peromyscus* species and *Clethrionomys gapperi*. *Canadian Field-Naturalist* 100: 186-191.

## Bibliographie

- Woodring, J.P. & Cook, E.F. (1962) The Internal Anatomy, Reproductive Physiology, and Molting Process of *Ceratozetes cisalpinus* (Acarina: Oribatei). *Annals of the Entomological Society of America* 55, 164-181.
- Wrensch, D.L. (1993) Evolutionary flexibility through haploid males or how chance favors the prepared genome. In: Wrensch, D.L. & Ebbert, M.A. (Eds) *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. Chapman & Hall, New-York, pp 118-149.
- Zacharda, M. (1979) The evaluation of the morphological characters in Rhagidiidae. In: Rodriguez, J.G. (Ed) *Recent advances in Acarology II*, Academic Press, New-York, 509-514.
- Zacharda, M. (1980) Soil mites of the family Rhagidiidae (Actinedida: Eupodoidea). Morphology, systematics, ecology. *Acta Universitatis Carolinae - Biologica* 1978: 489-785.
- Zacharda, M. (1993) Glacial relict Rhagidiidae (Acari: Prostigmata) from superficial underground enclosures in the Krkonose Mountains, Czechoslovakia. *Journal of Natural History* 27: 41-61.

# Liste des publications, stages et distinctions

## Publiées

- Noti, M.-I., André, H.M., Ducarme, X. & Lebrun, Ph. (2003) Diversity of soil oribatid mites (Acari: Oribatida) from high Katanga (Democratic Republic of Congo): a multiscale and multifactor approach. *Biodiversity and Conservation* 12: 767-785.
- André, H.M., Ducarme, X. & Lebrun, Ph. (2002) Soil biodiversity : myth, reality or conning ? *Oikos* 96: 3-24.
- André, H. M., Ducarme, X., Anderson, J. M., Crossley, D. A. Jr, Koehler, H. H., Paoletti, M. G., Walter, D. E. & Lebrun, Ph. (2001) Skilled eyes are needed to go on studying the richness of the soil. *Nature* 409: 761.
- Ducarme, X., André, H.M. & Lebrun, Ph. (1998) Extracting endogenous microarthropods: a new flotation method using 1,2-dibromoethane. *European Journal of Soil Biology* 34(3): 143-150.

## Acceptées

- André, H.M. & Ducarme, X. (2003) Rediscovery of the genus *Pseudotydeus* (Acari: Tydeoidea), with description of the adult using digital imaging. *Insect Systematics and Evolution* 34(3).
- Noret, N., Ducarme, X. & Lebrun, Ph. Do epigeic carabid communities correspond to habitat heterogeneity? *Biology and Fertility of Soils*.

## Soumises

Ducarme, X., André, H.M. & Lebrun, Ph.. Are there any real endogeous species in temperate forest mites? (soumise à *Pedobiologia*)

Ducarme, X., Michel, G. & Lebrun, Ph. Mites from Belgian caves: an extensive study (soumise à *Subterranean Biology*)

Ducarme, X. & Lebrun, Ph. Spatial microdistribution of mites and organic matter in soils and caves (soumise à *Biology and Fertility of Soils*)

Ducarme, X., André, H.M., Wauthy, G. & Lebrun, Ph. Comparison of endogeous and cave communities: microarthropod density and mite species richness (soumise au *European Journal of Soil Biology*)

Ducarme, X., Wauthy, G., André, H.M. & Lebrun, Ph. Endogeous and cave mite populations with an experimental comparison of two oppiid species (Acari: Oribatida) (soumise au *Canadian Journal of Zoology*)

## En préparation

Wauthy, G. & Ducarme X. Description of a new *Hypogeoppia* species (Acari: Oribatida) from a Belgian cave.

André, H.M & Ducarme X. Description of a new species of *Riccardoella* (Acari: Prostigmata) from a Belgian cave.

André, H.M & Ducarme X. Description of a new species of *Coccotydaeolus* (Acari: Prostigmata).

## Autres

Ducarme, X. 2003. Les acariens du milieu souterrain en Wallonie. *Ecokarst* 52: 6-8.

### Publications, stages et distinctions

Meskens, Chr., Ducarme, X., Lebrun, Ph. & Hance, Th. 2002. Evaluation biologique d'une ancienne sablière par utilisation de bioindicateurs (carabides). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique Biologie 72-suppl.: 137-139.

Ducarme, X. 2000. Étude des Acariens cavernicoles. L'Écho de l'Égoût 40: 8-9.

### Colloques

Symposium on Biodiversity (Louvain-la-Neuve 2000): Oral communication: The soil fauna: the other last biotic frontier.

XIII International Colloquium on Soil Zoology (Ceske Budejovice 2000):

Poster: Vertical distribution of microarthropods in a temperate forest soil.

4th Symposium of the European Association of Acarologists (Siena 2000):

Oral communication: The ecological significance of the ratio "Oribatida/Trombidiformes" (O/T) in different soils; Poster: Cave terrestrial oribatid mites in Europe.

5th Benelux Congress of Zoology (Gent 1998): Poster: New method for extracting soil Microarthropods.

### Séjours d'étude

Une semaine (juin 2001) d'identification de Mésostigmates à Genève, Suisse.

Deux semaines (août 1999) de cours d'Acarologie à l'Ohio State University, USA.

Une semaine (juin 1999) d'étude bibliographique à Moulis, France.

Une semaine (septembre 1998) de cours d'Acarologie S.I.A.L.F. à Matagne-la-Petite, Belgique.

## **Prix et distinctions**

Poster Award (EURAAC, 2000)

D.E. Johnston Memorial Fund (OSU-USA, 1999)

Prix De Vuyst (UCL, 1999)

Hoogstraal Fund (OSU-USA, 1999)

**Annex.** Abundance of collected mite species in taxonomic order with their distribution in sampling locations (between brackets) and seasons (1=May; 2=November; 3=January).

| Taxa                                                    | Total | Distribution                           |
|---------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------|
| Mesostigmata                                            |       |                                        |
| Eviphididae                                             |       |                                        |
| <i>Alliphis siculus</i> (Oudemans)                      | 1     | NC1(1)                                 |
| Macrochelidae                                           |       |                                        |
| <i>Geholaspis mandibularis</i> (Berlese)                | 7     | ES3(2) NS1(1) HC1(1) HC2(1)<br>NC2(2)  |
| <i>Macrocheles cf. tridentinus</i> (G. & R. Canestrini) | 2     | NS2(2)                                 |
| Pachylaelapidae                                         |       |                                        |
| <i>Pachylaelaps</i> sp.                                 | 1     | NC1(1)                                 |
| <i>Pachyseius angustiventris</i> Willmann               | 16    | NC1(9) NC2(7)                          |
| <i>Pachyseius angustus</i> Hyatt                        | 4     | NC1(2) NC3(2)                          |
| Pseudolaelapidae                                        |       |                                        |
| <i>Pseudolaelaps doderoi</i> (Berlese)                  | 8     | NS1(5) NS2(3)                          |
| Hypoaspidae                                             |       |                                        |
| <i>Hypoaspis cf. aculeifer</i> (Canestrini)             | 1     | NS2(1)                                 |
| <i>Hypoaspis (Cosmolaelaps) vacua</i> (Michael)         | 5     | NS2(5)                                 |
| Epicrotiidae                                            |       |                                        |
| <i>Berlesiana</i> n.sp.                                 | 3     | NS1(2) NS2(1)                          |
| Podocinidae                                             |       |                                        |
| <i>Lasioseius</i> sp.                                   | 2     | NS1(2)                                 |
| Ascidae                                                 |       |                                        |
| <i>Arctoseius venustus</i> (Berlese)                    | 3     | HC1(1) NC1(2)                          |
| Halolaelapidae                                          |       |                                        |
| <i>Leitneria granulata</i> (Halbert)                    | 1     | ES1(1)                                 |
| Zerconidae                                              |       |                                        |
| <i>Parazercon sarekensis</i> (Willmann)                 | 8     | NS1(6) NS2(2)                          |
| sp.2 (undet. gen.)                                      | 1     | NS2(1)                                 |
| sp.3 (undet. gen.)                                      | 1     | HC2(1)                                 |
| Rhodacaridae                                            |       |                                        |
| <i>Rhodacarellus apophyseus</i> Karg                    | 27    | ES1(6) HS1(14) HS2(5) HS3(1)<br>NS3(1) |
| <i>Rhodacarellus silesiacus</i> Willmann                | 2     | NS1(1) NS2(1)                          |
| <i>Rhodacarus aequalis</i> Karg                         | 7     | NC1(2) NC2(3) NC3(2)                   |
| <i>Rhodacarus agrestis</i> Karg                         | 2     | NC2(1) NC3(1)                          |

## Annexe

|                                                      |     |                                                                        |
|------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Rhodacarus coronatus</i> Berlese                  | 156 | ES1(95) ES2(45) ES3(12) HC1(2)<br>HC2(1) NC1(1)                        |
| <b>Parasitidae</b>                                   |     |                                                                        |
| <i>Amblygamasus cf. dentipes</i> (Koch)              | 13  | NS2(1) NC1(9) NC2(3)                                                   |
| <i>Amblygamasus cf. stramenis</i> Karg               | 2   | ES1(1) ES2(1)                                                          |
| <i>Eugamasus cf. crassitarsis</i> (Halbert)          | 2   | HC2(2)                                                                 |
| <i>Leptogamasus suecicus</i> (Trägårdh)              | 50  | ES1(14) ES2(21) ES3(2) HS1(3)<br>HS2(4) HS3(2) NS1(1) NS2(1)<br>NC1(2) |
| <i>Paragamasus cf. jugincola</i> Athias-Henriot      | 1   | NC1(1)                                                                 |
| <i>Paragamasus (Anidogamasus) cf. digitulus</i> Karg | 22  | NS1(10) NS2(11) NS3(1)                                                 |
| <i>Parasitellus cf. crinitus</i> (Oudemans)          | 1   | NC2(1)                                                                 |
| <i>Parasitus consanguineus</i> Oudemans & Voigts     | 1   | NS1(1)                                                                 |
| <i>Pergamasus cf. norvegicus</i> (Berlese)           | 1   | NS3(1)                                                                 |
| <i>Pergamasus</i> sp.                                | 19  | ES1(1) HS1(2) NS1(16)                                                  |
| <i>Vulgarogamasus oudemansi</i> (Berlese)            | 4   | ES2(2) HC1(2)                                                          |
| <i>Vulgarogamasus</i> sp.                            | 12  | NC1(10) NC2(2)                                                         |
| <b>Veigaiidae</b>                                    |     |                                                                        |
| <i>Veigaia bouvieri</i> (Berlese)                    | 9   | HS1(1) HS2(1) NS1(4) NS2(3)                                            |
| <i>Veigaia cf. decurtata</i> Athias-Henriot          | 19  | HS1(1) HS2(1) NS1(4) NS2(13)                                           |
| <i>Veigaia cf. nemorensis</i> (Koch)                 | 5   | ES1(3) ES2(2)                                                          |
| <i>Veigaia cf. paradoxa</i> Willmann                 | 2   | HC1(1) HC2(1)                                                          |
| <i>Veigaia cf. planicola</i> (Berlese)               | 11  | ES1(1) ES2(4) ES3(1) NC1(1)<br>NC2(4)                                  |
| <i>Veigaia exigua</i> (Berlese)                      | 18  | ES1(2) ES2(2) ES3(6) NS1(7)<br>NS3(1)                                  |
| <i>Veigaia</i> sp.7                                  | 9   | ES1(3) ES2(4) ES3(2)                                                   |
| <i>Veigaia</i> sp.8                                  | 2   | HC2(2)                                                                 |
| <b>Uropodina</b>                                     |     |                                                                        |
| sp.1 (undet. gen.)                                   | 6   | ES1(2) ES2(1) HS1(2) HC1(1)                                            |
| sp.2 (undet. gen.)                                   | 3   | ES2(1) HS1(1) NS2(1)                                                   |
| sp.3 (undet. gen.)                                   | 1   | ES1(1)                                                                 |
| sp.4 (undet. gen.)                                   | 1   | NS2(1)                                                                 |
| sp.5 (undet. gen.)                                   | 5   | HS2(1) HC2(1) NC1(1) NC2(2)                                            |
| <b>Prostigmata</b>                                   |     |                                                                        |
| <b>Lordalychidae</b>                                 |     |                                                                        |
| <i>Lordalychus</i> sp.                               | 6   | HS1(2) HS2(4)                                                          |

## Annexe

|                                                                   |         |                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Eupodidae                                                         |         |                                                                                        |
| <i>Benoinyssus cf. ereynetoides</i><br>(Strandtmann & Prasse)     | 20      | NC1(18) NC2(2)                                                                         |
| <i>Benoinyssus</i> sp.2                                           | 6       | ES1(2) ES2(3) NS1(1)                                                                   |
| <i>Benoinyssus</i> sp.3                                           | 4       | ES2(4)                                                                                 |
| <i>Claveupodes</i> sp.                                            | 27      | ES1(5) ES2(3) ES3(1) HS1(1)<br>HS2(3) NS1(9) NS2(4) NS3(1)                             |
| <i>Cocceupodes</i> sp.1                                           | 119     | ES1(11) ES2(23) ES3(6) HS1(1)<br>HS2(5) NS1(46) NS2(20) NS3(1)<br>HC2(2) NC1(2) NC2(2) |
| <i>Cocceupodes</i> sp.2                                           | 35      | ES1(10) NS1(23) NS2(2)                                                                 |
| <i>Cocceupodes</i> sp.3                                           | 5       | ES2(1) ES3(1) NS2(1) NS3(1)<br>NC1(1)                                                  |
| <i>Linopodes</i> sp.                                              | 1       | NS3(1)                                                                                 |
| sp.1 (undet. gen.)                                                | 14      | ES3(1) NC1(10) NC2(3)                                                                  |
| sp.2 (undet. gen.)                                                | 1       | ES2(1)                                                                                 |
| sp.3 (undet. gen.)                                                | 1       | HS1(1)                                                                                 |
| Rhagidiidae                                                       |         |                                                                                        |
| <i>Brevipalpia minima</i> Zacharda                                | 18      | ES1(1) ES2(11) HS1(2) HS2(2)<br>HS3(1) NC2(1)                                          |
| <i>Coccorhagidia clavifrons</i><br>(Canestrini)                   | 6       | NS1(3) NS2(3)                                                                          |
| <i>Coccorhagidia pittardi</i> Strandtmann                         | 9       | ES1(1) ES2(5) HC2(1) NC2(2)                                                            |
| <i>Hammenia macrostella</i> Zacharda                              | 58      | ES1(11) ES2(38) ES3(2) NS1(5)<br>NS2(1) NS3(1)                                         |
| <i>Parallelorhagidia evansi</i><br>(Strandtmann & Prasse)         | 1       | ES2(1)                                                                                 |
| <i>Poecilophysys (Dentocheles)</i><br><i>weyerensis</i> (Packard) | 17      | ES2(6) ES3(1) NS1(2) NS2(4)<br>NC1(4)                                                  |
| <i>Poecilophysys (Procerocheles)</i><br><i>spelaea</i> (Wankel)   | 2       | HC1(1) HC2(1)                                                                          |
| <i>Poecilophysys (Soprocheles) arena</i><br>Zacharda              | 11      | HS1(6) HS2(5)                                                                          |
| <i>Robustocheles cf. mucronata</i><br>(Willmann)                  | 8       | ES2(3) HS2(2) NS1(2) NC1(1)                                                            |
| <i>Shibaia longisensilla</i> (Shiba)<br>sp. (undet. gen.)         | 30<br>1 | ES1(2) ES2(9) ES3(5) NS1(14)<br>ES3(1)                                                 |
| Iolinidae                                                         |         |                                                                                        |
| <i>Coccotydaeus</i> n.sp.                                         | 7       | ES1(4) ES2(2) NS1(1) NS2(1)<br>NS3(1)                                                  |
| <i>Metatydaeus</i> sp.                                            | 20      | NS1(2) NS2(18)                                                                         |
| <i>Microtydeus</i> n.sp.                                          | 1       | ES1(1)                                                                                 |

## Annexe

|                                                 |     |                                                                                             |
|-------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Tydaeolus</i> sp.                            | 9   | ES1(2) ES2(2) ES3(2) NS1(1)<br>NS2(2)                                                       |
| Ereynetidae                                     |     |                                                                                             |
| <i>Pseudotydeus</i> n.sp.                       | 1   | NC1(1)                                                                                      |
| <i>Ereynetes</i> sp.1                           | 6   | HC2(6)                                                                                      |
| <i>Ereynetes</i> ( <i>Gymnereynetes</i> ) sp.2  | 9   | NS1(8) NS2(1)                                                                               |
| Riccardoellinae n.gen. n.sp.                    | 2   | HC1(1) HC2(1)                                                                               |
| Bdellidae                                       |     |                                                                                             |
| sp.1 (undet. gen.)                              | 1   | HS1(1)                                                                                      |
| sp.2 (undet. gen.)                              | 2   | NS2(1) HC2(1)                                                                               |
| Cunaxidae                                       |     |                                                                                             |
| sp. (undet. gen.)                               | 1   | NC2(1)                                                                                      |
| Pygmephoridae                                   |     |                                                                                             |
| <i>Bakerdania</i> sp.1                          | 23  | NC1(14) NC2(5) NC3(4)                                                                       |
| <i>Bakerdania</i> sp.2                          | 35  | NC1(30) NC2(3) NC3(2)                                                                       |
| <i>Brennandania</i> sp.                         | 1   | ES3(1)                                                                                      |
| <i>Pygmephorus</i> sp.                          | 5   | NC1(3) NC2(2)                                                                               |
| Scutacaridae                                    |     |                                                                                             |
| <i>Imparipes</i> cf. <i>histracinus</i> Berlese | 14  | ES2(2) ES3(1) NS1(6) NS2(1)<br>NS3(4)                                                       |
| <i>Scutacarus eucomus</i> (Berlese)             | 1   | NC1(1)                                                                                      |
| <i>Scutacarus pannonicus</i> Willmann           | 307 | NS1(306) NS2(1)                                                                             |
| Tarsonemidae                                    |     |                                                                                             |
| <i>Tarsonemus</i> sp.                           | 2   | HC3(1) NC1(1)                                                                               |
| sp. (undet. gen.)                               | 1   | NS1(1)                                                                                      |
| Stigmaeidae                                     |     |                                                                                             |
| sp. (undet. gen.)                               | 2   | NS3(2)                                                                                      |
| Hydracarina                                     |     |                                                                                             |
| sp. (undet. gen.)                               | 1   | NS1(1)                                                                                      |
| Endeostigmata                                   |     |                                                                                             |
| Nematalycidae                                   |     |                                                                                             |
| cf. <i>Nematalycus</i> sp. (damaged specimen)   | 1   | ES2(1)                                                                                      |
| Alicorhagiidae                                  |     |                                                                                             |
| <i>Alicorhagia</i> sp.                          | 96  | ES1(7) ES2(11) ES3(3) HS1(2)<br>HS2(3) NS1(1) NS2(1) HC1(6)<br>HC2(2) NC1(46) NC2(9) NC3(5) |
| Nanorchestidae                                  |     |                                                                                             |
| <i>Nanorchestes</i> sp.                         | 39  | ES1(23) ES2(8) ES3(1) HS2(2)<br>HS3(1) NS1(1) NS2(2) NS3(1)                                 |

## Annexe

|                                                        |     |                                                                                  |  |
|--------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------|--|
| Terpnacaridae                                          |     |                                                                                  |  |
| <i>Alycosmesis</i> sp.                                 | 1   | HC3(1)                                                                           |  |
| Oehserchestidae                                        |     |                                                                                  |  |
| <i>Oehserchestes</i> sp.                               | 30  | ES1(3) ES2(16) ES3(6) HS1(2)<br>HS2(2) NS2(1)                                    |  |
| Oribatida                                              |     |                                                                                  |  |
| Palaeacaridae                                          |     |                                                                                  |  |
| <i>Palaeacarus hystricinus</i> Trägårdh                | 3   | ES2(1) HS2(2)                                                                    |  |
| Adelphacaridae                                         |     |                                                                                  |  |
| <i>Adelphacarus sellnicki</i> Grandjean                | 4   | HS1(1) NS1(1) NS2(1) HC1(1)                                                      |  |
| Hypochthoniidae                                        |     |                                                                                  |  |
| <i>Hypochthonius rufulus</i> Koch (imm.)               | 205 | ES1(36) ES2(24) ES3(8) HS1(5)<br>HS2(11) HS3(1) NS1(34) NS2(82)<br>NS3(1) NC1(3) |  |
| Cosmochthoniidae                                       |     |                                                                                  |  |
| <i>Cosmochthonius lanatus</i> (Michael)                | 3   | NS2(1) HC2(1) NC1(1)                                                             |  |
| Haplochthoniidae                                       |     |                                                                                  |  |
| <i>Haplochthonius simplex</i> Willmann                 | 20  | ES1(3) ES2(1) HS1(3) HS2(3)<br>HS3(2) NS1(4) HC1(2) NC1(1)<br>NC2(1)             |  |
| Brachychthoniidae                                      |     |                                                                                  |  |
| <i>Sellnickochthonius cf. cricoides</i><br>(Weis-Fogh) | 9   | ES1(5) ES2(3) HS2(1)                                                             |  |
| <i>Sellnickochthonius jacoti</i> (Evans)               | 26  | ES1(7) ES2(9) ES3(2) HS1(4)<br>HS2(2) HS3(1) NS1(1)                              |  |
| <i>Liochthonius leptaleus</i> Moritz                   | 17  | NC1(8) NC2(9)                                                                    |  |
| <i>Liochthonius propinquus</i> Niedbala                | 3   | HC1(1) HC2(2)                                                                    |  |
| <i>Liochthonius strenzkei</i> Forsslund                | 3   | NC1(1) NC2(2)                                                                    |  |
| <i>Paraliochthonius cf. occultus</i><br>(Niedbala)     | 2   | NC2(2)                                                                           |  |
| Gehypochthoniidae                                      |     |                                                                                  |  |
| <i>Gehypochthonius rhadamentus</i> Jacot               | 53  | ES1(10) ES2(17) ES3(4) HS1(6)<br>HS2(16)                                         |  |
| Eulhomanniidae                                         |     |                                                                                  |  |
| <i>Eulohmannia ribagai</i> (Berlese)                   | 112 | ES1(4) ES2(14) ES3(4) HS1(1)<br>HS2(6) NS1(24) NS2(58) NS3(1)                    |  |
| Oribotritiidae                                         |     |                                                                                  |  |
| <i>Paratritia baloghi</i> Moritz                       | 24  | NS1(12) NS2(10) NS3(2)                                                           |  |
| Phthiracaridae                                         |     |                                                                                  |  |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> Grandjean                 | 26  | ES1(7) NS1(9) NS2(3) NS3(6)<br>NC2(1)                                            |  |
| <i>Phthiracarus</i> sp.2                               | 5   | ES1(2) NS3(1) NC2(1) NC3(1)                                                      |  |

## Annexe

|                                                   |     |                                                                                 |
|---------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Phthiracarus</i> sp.3                          | 5   | NC1(3) NC3(2)                                                                   |
| <i>Phthiracarus</i> sp.4                          | 2   | NC1(2)                                                                          |
| <i>Steganacarus magnus</i> (Nicolet)              | 67  | NS1(61) NS2(6)                                                                  |
| Hermannidae                                       |     |                                                                                 |
| <i>Hermannia</i> sp. (imm.)                       | 4   | NS2(3) NS3(1)                                                                   |
| Nothridae                                         |     |                                                                                 |
| <i>Nothrus silvestris</i> Nicolet                 | 42  | ES1(6) ES2(17) ES3(11) HS1(1)<br>HS2(3) HS3(1) NS2(1) NC1(2)                    |
| Camisiidae                                        |     |                                                                                 |
| <i>Platynothrus peltifer</i> (Koch)               | 1   | NC1(1)                                                                          |
| Nanhermannidae                                    |     |                                                                                 |
| <i>Nanhermannia</i> sp. (imm.)                    | 9   | HC3(1) NC1(8)                                                                   |
| Belbidae                                          |     |                                                                                 |
| sp. (undet. gen.)                                 | 2   | NS1(2)                                                                          |
| <i>Metabelba papillipes</i> (Nicolet)             | 1   | ES1(1)                                                                          |
| Microzetidae                                      |     |                                                                                 |
| <i>Nellacarus</i> sp.                             | 1   | ES3(1)                                                                          |
| Zetorchestidae                                    |     |                                                                                 |
| <i>Zetorchestes</i> sp.                           | 1   | ES1(1)                                                                          |
| Liacaridae                                        |     |                                                                                 |
| <i>Liacarus</i> sp.                               | 1   | NS1(1)                                                                          |
| <i>Xenillus</i> sp.                               | 1   | NC1(1)                                                                          |
| Oppiidae                                          |     |                                                                                 |
| <i>Insculptoppia</i> n.sp.                        | 29  | NS1(20) NS2(9)                                                                  |
| <i>Lauroppia neerlandica</i> (Oudemans)<br>(imm.) | 3   | HC3(1) NC1(2)                                                                   |
| <i>Medioppia obsoleta</i> (Paoli)                 | 589 | ES1(25) ES2(150) ES3(23)<br>HS1(41) HS2(63) HS3(15)<br>NS1(151) NS2(113) NS3(8) |
| <i>Medioppia subpectinata</i> (Oudemans)          | 24  | NS1(12) NS2(7) NS3(3) HC1(1)<br>NC1(1)                                          |
| <i>Microppia minus</i> (Paoli)                    | 296 | ES1(4) ES2(37) ES3(10) HS1(42)<br>HS2(141) HS3(5) NS1(23)<br>NS2(34)            |
| <i>Neotrichoppia confinis</i> (Paoli)             | 18  | ES1(3) ES2(5) ES3(1) HS1(2)<br>HS2(1) NS1(4) NS2(2)                             |
| <i>Oppiella nova</i> (Oudemans)                   | 168 | ES1(2) ES2(6) ES3(3) HS1(20)<br>HS2(18) HS3(6) NS1(23) NS2(88)<br>NC1(2)        |
| <i>Quadroppia cf. paolii</i> Woas                 | 1   | NS1(1)                                                                          |
| Suctobelbidae                                     |     |                                                                                 |
| <i>Suctobelbella cf. arcana</i> spA               | 15  | ES1(4) ES2(11)                                                                  |

## Annexe

|                                                  |    |                                                                               |
|--------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Suctobelbella cf. arcana</i> spB              | 15 | ES1(5) ES2(10)                                                                |
| <i>Suctobelbella cf. nasalis</i> (Forsslund)     | 3  | NS1(3)                                                                        |
| <i>Suctobelbella sarekensis</i> (Forsslund)      | 11 | ES1(3) ES2(2) ES3(1) HS1(1)<br>HS2(4)                                         |
| <i>Suctobelbella subcornigera</i><br>(Forsslund) | 5  | ES2(3) ES3(1) NS2(1)                                                          |
| Tectocephidae                                    |    |                                                                               |
| <i>Tectocephus</i> sp. (imm.)                    | 7  | HS2(3) HC1(1) HC2(1) HC3(1)<br>NC3(1)                                         |
| Astegistidae                                     |    |                                                                               |
| <i>Cultroribula juncta</i> (Michael)             | 4  | ES1(1) HS2(2) HS3(1)                                                          |
| Ceratozetidae                                    |    |                                                                               |
| <i>Ceratozetes gracilis</i> (Michael)            | 20 | HS1(1) HS2(1) NS1(17) NC1(1)                                                  |
| Galumnidae                                       |    |                                                                               |
| <i>Galumna</i> sp.                               | 1  | ES2(1)                                                                        |
| Scheloribatidae                                  |    |                                                                               |
| sp. (imm.)                                       | 1  | HC1(1)                                                                        |
| Astigmata                                        |    |                                                                               |
| sp.1 (undet. gen.)                               | 3  | NS1(3)                                                                        |
| sp.2 (undet. gen.)                               | 2  | ES1(1) ES2(1)                                                                 |
| sp.3 (undet. gen.)                               | 1  | HC1(1)                                                                        |
| sp.4 (undet. gen.)                               | 18 | ES2(1) ES3(12) HS2(3) HC3(1)<br>NC2(1)                                        |
| sp.5 (undet. gen., hypopus)                      | 32 | ES1(7) ES2(4) ES3(2) HS2(3)<br>NS1(13) NC1(1) NC3(2)                          |
| sp.6 (undet. gen., hypopus)                      | 3  | ES2(1) ES3(1) NC1(1)                                                          |
| sp.7 (undet. gen., hypopus)                      | 78 | ES1(2) HS1(1) HS2(5) HS3(1)<br>NS1(29) NS2(27) NS3(9) HC2(1)<br>HC3(2) NC1(1) |
| sp.8 (undet. gen., hypopus)                      | 1  | HC3(1)                                                                        |

