

Évolution de la faune invertébrée des grottes de Ramioul (commune de Flémalle, province de Liège, Belgique)

Michel DETHIER et Jean-Marie HUBART (†)

RÉSUMÉ

Les grottes de Ramioul sont connues depuis le début du 20^{ème} siècle et leur faune, en particulier les Invertébrés, a été étudiée dès les années 30 et ce, jusqu'à nos jours. Ce sont sans doute, à ce point de vue, les cavités les mieux connues de Belgique. Dans ce travail, nous reprenons les études de nos prédécesseurs (Leruth, Delhez et Hubart principalement) et nous comparons leurs résultats à ceux que nous avons nous-même obtenus au cours de la dernière décennie. Il est évident que la faune s'est considérablement appauvrie, surtout durant les dernières années. Nous tentons de mettre ces modifications de faune en relation avec les diverses vicissitudes qu'ont connu récemment les grottes (assèchement, taux élevés de CO₂, fréquentation touristique excessive,...).

Mots-clés : Biospéologie, dérive faunique, grottes de Ramioul, Belgique.

ABSTRACT

The Ramioul Caves (Belgium) are known from the beginning of the 20th century and their fauna, especially the Invertebrates, has been continuously studied since the 30's to present. From this point of view, they must be the most studied caves in Belgium. In this paper, we reconsider the works of our predecessors (principally Leruth, Delhez and Hubart) and compare their results with ours obtained during the past decade. A severe impoverishment of the fauna is obvious, particularly during the recent years. We attempt to correlate this fauna decline to the vicissitudes (dry out, high rate of CO₂, excessive tourist access,...) occurred recently in the caves.

KEYWORDS: Biospeology, faunic drift, Ramioul Caves, Belgium.

1. Introduction

Les grottes de Ramioul forment un vaste réseau souterrain creusé dans les calcaires viséens. Elles comprennent la grotte de Ramioul proprement dite, de loin la plus vaste avec ses trois étages, la grotte aux Végétations, la grotte Nicole, la grotte Laminoir ainsi que quelques autres cavités de moindre importance : Trou du Diable, Trou du Banc, grotte 113, ou grotte 93 dans laquelle quelques *Niphargus* ont été observés (Hubart, 1994),... dont certaines ont aujourd'hui disparu suite à l'exploitation de la carrière voisine. Elles se présentent grosso modo comme une série de galeries plus ou moins parallèles convergeant vers un grand collecteur perpendiculaire longeant les schistes namuriens.

L'étage supérieur de la grotte de Ramioul s. st. a été découvert en 1911, suite à des recherches archéologiques. La jonction entre l'étage supérieur et l'étage moyen a été réalisée en 1915 et, par la suite, ces étages ont été ouverts au public. Ces découvertes ont fait l'objet de nombreuses publications dont

l'énumération n'a pas sa place ici. Nous nous limiterons donc à mentionner la remarquable synthèse réalisée par Vandebosch (1921), dans laquelle il retrace l'historique de la découverte de la grotte, ainsi que la description du contenu (ossements, industries,...) des différentes couches archéologiques fouillées à l'époque. Rappelons aussi que le tome XLI du *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie* (2000-2001) reprend la liste exhaustive de toutes les publications parues dans les tomes I à XL.

La découverte du réseau inférieur actif est due aux travaux de H. Bernard et de ses élèves qui, le 31 août 1955, ont dégagé une étroite et profonde crevasse verticale d'où s'élevait un fort courant d'air froid. De nouveaux travaux d'élargissement furent nécessaires avant que Raymond De Fauw et Guy Monseur puissent enfin descendre et procéder à la première exploration de ce nouveau réseau le 11 septembre 1955 (Begon *et al.*, 1957).

La grotte aux Végétations et la grotte Laminoir semblent connues depuis très longtemps. Par contre, la grotte Nicole n'a été

découverte qu'en 2003 (Hubart *et al.*, 2003) et, en 2007, une petite cavité d'une douzaine de mètres, baptisée grotte 113 en raison de l'altitude de son entrée, a encore été explorée (Hubart, 2007).

Dès 1932, Leruth (1935, 1939) s'est intéressé à la faune de certaines de ces cavités (en particulier celle de la grotte aux Végétations, mais aussi à celle de la grotte Laminoir et au Trou du Diable). Par la suite, François Delhez, Jean-Marie Hubart et René Gilson ont dressé un premier catalogue faunistique (Delhez, *et al.*, 1973a ; 1999), complété et enrichi par les travaux récents des auteurs de cet article (v. plus loin). Les problèmes que connaissent actuellement les grottes de Ramioul rendaient urgente l'actualisation de nos connaissances sur la faune de ces cavités.

2. Présentation sommaire des cavités et des principales stations

Les grottes de Ramioul (de même, d'ailleurs, que les grottes Lyell et de Rosée à Engis) sont donc comprises dans le massif calcaire viséen (Carbonifère), en rive droite de la Meuse, bordé, au nord, par les schistes namuriens. Elles ont été creusées par les eaux, aidées en cela par un important faisceau de failles courant le long de la Meuse, dont la plus importante est la faille eifélienne (Ek & Hubart, 1988). À la base du Namurien, se trouvent des schistes ampélifères, riches en alun, qui ont été exploités jusqu'au milieu du 19^{ème} siècle. Aujourd'hui, ce sont les calcaires viséens, très purs, qui sont exploités et les cavités se trouvent comme emprisonnées dans une sorte de promontoire rocheux creusé de part et d'autre par la carrière.

La grotte de Ramioul proprement dite comprend trois étages. L'étage moyen et l'étage supérieur sont accessibles aux touristes et recevaient jusqu'à il y a peu plus de 30.000 visiteurs par an, pour un parcours d'environ 150 m. On accède à l'étage inférieur par un puits étroit de 30 m. On estime son développement à plus de 800 m, sans compter la branche orientale de la galerie, rendue inaccessible jusqu'à ce jour par une dangereuse trémie. La grotte a été décrite en détail par Hubart (1989, 1999). La topo-

graphie des différents réseaux a été effectuée par divers auteurs, notamment Vandebosch (1921), pour les réseaux moyen et supérieur, et Begon *et al.* (1957), pour la partie aval du réseau inférieur, tandis que celle en amont de la grande salle a été réalisée par les membres de l'« Opération Survie », en 1962 (Discry, 1993). Vandenvinne (1987) a procédé à des vérifications et ajustements de la topographie du réseau inférieur (d'abord réalisée à l'aide d'instruments classiques) par la mesure des champs électromagnétiques (champ primaire vertical émis depuis un point précis d'une galerie souterraine, recherché et détecté depuis la surface du sol). L'hydrogéologie a été étudiée et le cheminement des eaux, depuis les chantoires jusque dans la grotte, a été déterminé par coloration (Hubart, 1962, 1964). Quant à la géomorphologie, elle a été décrite par Quinif (1985, 1986) qui estime que la partie amont de l'étage inférieur est sans doute la plus belle galerie en méandre de Belgique et qui considère qu'elle est une véritable encyclopédie de la morphologie karstique souterraine. Cet auteur a également procédé à la datation de divers échantillons de concrétionnement (méthode uranium/thorium). L'âge d'une stalagmite de la salle des gours (réseau inférieur) a été estimé ainsi à plus de 260.000 ans.

Les trois niveaux de la grotte, contrairement à ce que l'on pourrait croire, n'ont pas été creusés successivement par les eaux souterraines mais se sont formés simultanément en deux phases successives :

Une phase phréatique, au cours de laquelle la majeure partie de la grotte, sinon la totalité, fut complètement noyée. Le creusement par corrosion des eaux acides prédominait alors et le puits de 30 m fonctionnait comme une résurgence vaclusienne. Les coupoles du plafond et la partie supérieure arrondie des galeries attestent à la fois du régime noyé et du sens ascendant du courant.

Suite à l'abaissement du niveau de la Meuse, une phase vadose prit place, caractérisée par une importante diminution du volume des eaux, qui dès lors ne remplissent plus les galeries et forment un ruisseau souterrain. C'est à cette époque que les étages moyen et supérieur cessèrent d'être parcourus par les eaux. C'est aussi au cours du pas-

sage du régime noyé au régime vadose que furent creusées les parties inférieures des galeries, aboutissant à la forme typique en « trou de serrure ».

Durant les dernières glaciations, il est certain que le réseau inférieur fut alternativement et partiellement obstrué par des sédiments, évacués ensuite par l'écoulement torrentiel du ruisseau souterrain en fonction des périodes glaciaires et interglaciaires.

Au cours de cette étude, nous avons également effectué des récoltes dans une ancienne galerie d'alunière à proximité immédiate de la grotte de Ramioul (Hubart, 1994), ainsi que dans le milieu souterrain superficiel ou « MSS » (Juberthie *et al.*, 1981 ; Hubart, 1983, 2001a), respectivement A et M dans le tableau en annexe.

Le microclimat des grottes de Ramioul n'est pas différent, a priori, de celui des autres cavités de notre pays. En particulier, dans les parties profondes, on enregistre une température quasi constante toute l'année (environ 9° C), une humidité relative de 100 % et, par moments (en été), des taux de CO₂ sensiblement plus élevés qu'à l'extérieur (600 à 6000 ppm contre environ 350). Or, depuis quelques années, nous constatons un assèchement important de la grotte de Ramioul et des taux de CO₂ parfois extraordinairement élevés (jusqu'à 60.000 ppm !). Une étude climatologique approfondie a été réalisée (Piron, 2006 ; Piron *et al.*, 2007) et des mesures sont encore régulièrement effectuées. Nous reviendrons plus loin (4.2.2.) sur les causes de ces phénomènes, leur étude et leurs effets éventuels sur la faune.

3. Démarche

Dans cet article, nous faisons donc le point de nos connaissances sur la faune invertébrée des grottes de Ramioul. Pour cela, nous prenons en compte nos récoltes et observations depuis plus de dix ans mais également les informations fournies par la littérature. Dans un premier temps, nous dressons un bilan faunistique global de ce réseau, puis nous tenterons d'estimer la « dérive faunique », c'est-à-dire les modifications de faune survenues au cours de ces 70 dernières années,

de Leruth à nos jours. Cette entreprise n'est évidemment pas sans risques, car les récoltes et les techniques de nos prédécesseurs ne sont pas toujours étroitement comparables aux nôtres, ainsi que nous l'expliquons plus loin (4.2.1). Néanmoins, nous estimons être en mesure d'évaluer assez correctement les modifications de faune depuis les travaux de Leruth et même celles vraisemblablement provoquées par des événements récents survenus dans la grotte et/ou à proximité (4.2.2).

Nous avons récolté la faune à l'aide des techniques habituelles (chasse à vue au moyen d'un fin pinceau et d'un aspirateur à bouche), que nous avons, à certaines occasions, concentrée en posant des appâts (fromage,...). Plus rarement, nous nous sommes servis de pièges de type « Barber ». À plusieurs reprises, nous avons prélevé des échantillons de sol (argile, graviers,...) pour les passer à l'extracteur de Berlese (Dethier & Hubart, 2000a). En 2006-2007, au cours de notre essai de *biomonitoring*, nous avons essentiellement noté, sur une liste préalablement établie, la présence, dans la grotte, de certains taxa (unités systématiques) identifiables à l'œil nu ou à la loupe, sans nécessairement les récolter (4.3).

Pour chaque cavité étudiée, nous avons distingué chaque fois que possible (Leruth, par exemple, n'a pas visité la grotte de Ramioul proprement dite), les périodes suivantes, reprises dans le tableau en annexe :

1. Avant 1950 (essentiellement durant les années 30). Pour cette époque, nous ne disposons que des travaux de Leruth (1935, 1939). Ce dernier a essentiellement visité la grotte aux Végétations (V) et la grotte Laminoir (L). Par la suite, nous appellerons cette période d'environ dix ans « période Leruth »
2. De 1950 à 1997 (essentiellement de la fin des années 50 au début des années 70). Ici, nous disposons de la collection de F. Delhez, ainsi que des récoltes faites par J.-M. Hubart, mais aussi de nombreuses publications : Bouillon & Hubart (1982), Brouwir (1988), Delhez (1965), Delhez & Chardez (1970), Delhez, Dethier & Hubart (1999), Delhez, Gilson & Hubart (1973a et b), Delhez & Hubart (1965), Dethier

(1998), Dethier & Hubart (2000b), Gourbault (1971), Hubart (1966a, b et c, 1970 a et b, 1972, 1973a, 1982, 1983, 1990), Massoud (1965) et Thibaud & Massoud (1977). Pour rendre hommage au travail de notre collègue disparu, nous appellerons cette période « période Delhez ». Au cours de cette période, toutes les grottes de Ramioul ont été échantillonnées, sauf la grotte Laminoin (L) et la grotte Nicole (N), découverte seulement en 2003.

3. De 1997 à nos jours. Cette troisième période reflète essentiellement l'activité des deux auteurs de cet article et de leurs collègues. Elle a déjà débouché sur plusieurs publications et un abondant matériel a été récolté dont une partie importante reste encore à étudier : Baert *et al.* (2009), Bareth (2000), Bareth & Dethier (2009), Dethier & Hubart (2000b, 2003), Dethier, Hubart & Vivier (2002), Hubart (1998, 2000a et b), Hubart *et al.* (2003), Janssens & Dethier (2005), Thieren (2005, 2006), Thieren & Dethier (2006). Cette période, qualifiée d'actuelle dans la suite du texte, a été, à son tour, subdivisée en deux, en fonction de l'éboulement survenu en février 2002 et du talutage à l'aide de schistes effectué l'année suivante (v. plus loin). Au cours de ces dix dernières années, toutes les cavités ont été visitées, avec une attention particulière à la grotte de Ramioul (R) et la grotte aux Végétations (V).

4. Résultats

4.1. Faune globale et comparaison avec d'autres cavités

Le tableau en annexe rassemble les quelques 342 espèces recensées, en 70 ans, dans la grotte de Ramioul (214 espèces), la grotte aux Végétations (161 espèces), les cavités voisines et le MSS (51 espèces). Delhez *et al.* (1999) en avaient déjà dénombré plus de 120. Parmi ces espèces, neuf sont troglobies, stygobies ou généralement considérées comme telles : *Eudendrocoelum remyi*, *Niphargus aquilex* et *N. schellenbergi*, *Litocampa humilis*, *Schaefferia willemi*, *Deharvengiurus severini*, *Pseudosinella vandeli*, *Gisinea delhezi* et *Tychoby-*

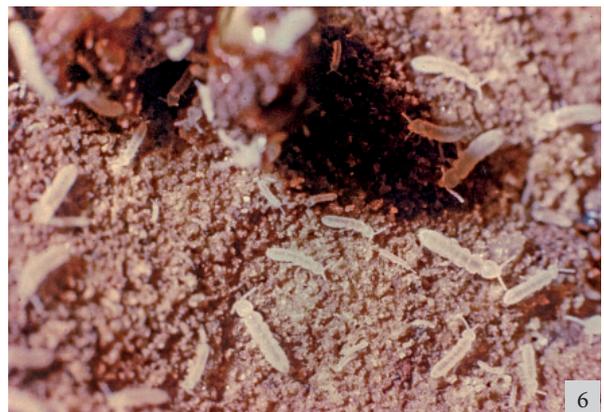
thinus belgicus. Ces espèces sont en caractères gras dans le tableau en annexe.

Il y a, en outre, un nombre important de « bons » troglaphiles ou stygophiles comme, par exemple, *Oxychilus cellarius*, *Nesticus cellulanus*, *Meta menardi*, *Metellina merianae*, *Porrhomma convexum*, *Walckaeneria mitrata*, *Tenuiphantes zimmermanni*, *Mitostoma chrysomelas*, *Brachychaeteuma bagnalli*, *Blaniulus guttulatus*, *Graeteriella unisetigera*, *Moraria varica*, *Androniscus dentiger*, *Haplophthalmus mingei*, *Heteromurus nitidus*, *Arrhopalites pygmaeus*, *Trechoblemus micros*, *Leptinus testaceus*, *Ochtheophilus aureus*, *Stenus glacialis*, *Quedius mesomelinus*, *Codrus longicornis*, *Speolepta leptogaster*, *Triphleba antricola*, pour n'en citer que quelques uns, ainsi que des troglaxènes réguliers, comme *Scoliopteryx libatrix*, *Triphosa dubitata*, *Limonia nubeculosa*, etc.

Les photos des planches 1 et 2 illustrent quelques espèces, tant troglaxènes, troglaphiles que troglobies, présentes dans les grottes de Ramioul.

Même si l'étage inférieur a encore été relativement peu étudié d'un point de vue faunistique, les grottes de Ramioul sont donc un milieu exceptionnellement riche, mais il ne faut cependant pas oublier que la présence d'un laboratoire souterrain (Delhez *et al.*, 1973b), depuis près de 50 ans dans la cavité principale, a certainement contribué à faciliter les études. Dans notre pays, d'autres cavités ont également fait l'objet de recherches faunistiques assidues mais seules les carrières souterraines de craie de la région de Visé, avec 324 espèces recensées à ce jour, s'approchent de la richesse de Ramioul (Dethier, 2007). La structure de leur faune est cependant très différente : aucune espèce troglobie et relativement peu d'espèces troglaphiles y ont été trouvées. Par contre, on compte dans ces carrières, à l'aplomb des puits, de très nombreuses espèces accidentelles (Dethier, 2007). Les grottes de Han-sur-Lesse (la plus grande de Belgique) et de Monceau comptent sans doute à présent près de 200 espèces répertoriées (Delhez *et al.*, 1999 ; Dethier & Dumoulin, 2004), mais le recensement est probablement loin d'être clos. D'autres cavités ont été aussi relativement bien étudiées : grottes de Neptune (Dethier & Depasse, 2007), de Remouchamps, de Sainte-

Planche 1



1. *Scoliopteryx libatrix* L., papillon troglodène régulier (photo J.-M. Hubart).
2. *Meta menardi* (Latreille), araignée troglodophile (photo Philippe Michel).
3. *Choleva* sp. et sa logette, Coléoptère troglodène (photo J.-M. Hubart).
4. *Bianiulus guttulatus* (F.), Diplopode troglodophile (photo Gaëtan Rochez).
5. *Oxychilus cellarius* (Müller), Gastéropode troglodophile (photo J.-M. Hubart).

6. Collemboles : une demi-douzaine d'espèces sont considérées comme troglobies en Belgique, dont quatre étaient présentes à Ramioul (mais seules deux d'entre elles s'y trouvent encore) (photo J.-M. Hubart).



7



8



9

Planche 2

7. *Ceciliooides acicula* (Müller), Gastéropode endogé que certains considèrent également comme troglobie (photo J.-Y. Baugnée).
8. *Niphargus sp.*, Amphipode stygobie. On en connaît six espèces en Belgique, dont deux sont présentes à Ramioul (photo Gaëtan Rochez).
9. *Limonia nubeculosa* (Meigen), Diptère trogloxène de l'association pariétale (photo J.-Ph. Fastrès).

Anne, de Comblain-au-Pont, de Brialmont, galerie minière de la Chartreuse (Rochez & Dethier, 2005) mais aucune jusqu'à présent ne compte plus de 80 à 90 espèces. Elles ne sont peut-être pas moins riches que Ramioul mais l'effort d'échantillonnage, bien qu'important, n'y a pas encore été aussi intensif et la détermination des récoltes est loin d'être terminée. Des comparaisons avec des cavités étrangères sont délicates : en raison des glaciations, les grottes de la région méditerranéenne, par exemple, sont sensiblement plus riches en faune (en particulier en espèces troglobies) que les grottes plus septentrionales. En outre, il y a parfois des différences énormes de dimensions et de difficultés d'accès qui ont fait que ces cavités ont été beaucoup moins étudiées sur le plan faunistique. Même chez nous, des cavités importantes, comme par exemple la grotte du Père Noël ou celle de Fontaine de Rivière, sont encore très mal connues d'un point de vue biospéologique.

4.2. Comparaisons diachroniques

Les modifications de la faune et de la flore ont pris, ces dernières décennies, une

importance grandissante. Elles sont dues principalement aux activités humaines, soit directement (pollutions, simplification et banalisation des écosystèmes, introduction d'espèces étrangères,...), soit indirectement (réchauffement climatique, morcellement des habitats,...). Il devenait donc urgent de disposer d'outils permettant d'évaluer ces modifications. Fagot & Dethier (1998) ont passé en revue les différents estimateurs de la dérive faunique, de la simple comparaison qualitative de listes d'espèces d'époques différentes à des estimateurs plus sophistiqués, basés sur les statistiques.

4.2.1. Problèmes rencontrés

Cette entreprise n'est cependant pas sans difficulté : une espèce qui n'a pas été revue depuis 50 ans n'a pas nécessairement disparu et une autre, découverte récemment dans le pays, ne vient pas obligatoirement de s'y installer. La nature et la fiabilité des données (en particulier anciennes) sont en effet des facteurs très importants et constituent très vite des obstacles à l'interprétation : les apports de la littérature dépendent de la qualité des

auteurs et des déterminations, les collections peuvent être mal conservées et les étiquettes illisibles, les récoltes récentes par des non spécialistes (étudiants,...) sont parfois sélectives et l'échantillonnage est alors biaisé,...

En Biospéologie, on dispose généralement d'encore moins de données que dans les disciplines « de surface » (Entomologie, Ornithologie, Botanique,...). En Belgique, il y a eu trois périodes au cours desquelles une ou quelques personnes se sont intéressées à la faune souterraine. Sous 3 (« Démarche ») et dans le tableau en annexe, elles sont numérotées 1, 2 et 3 (périodes « Leruth », « Delhez » et « actuelle »). Entre ces périodes, les récoltes et les observations ont été plus rares. Sans doute en raison des difficultés d'accès, le milieu souterrain n'a fait que très rarement l'objet d'échantillonnages « statistiquement significatifs ». La littérature à ce sujet est donc assez limitée, les collections rares. Par rapport aux milieux épigés, les stations visitées sont beaucoup moins nombreuses et les visites y ont été moins fréquentes. La comparaison des trois périodes de la Biospéologie belge s'avère donc délicate :

- Ce ne sont pas toujours les mêmes cavités qui ont été visitées (Leruth n'a pas visité Ramioul *sensu stricto*, Delhez n'a pas échantillonné dans le Laminoir et la grotte Nicole n'est connue que depuis 2003).
- Si, au cours de la période actuelle (3), nous avons échantillonné en général moins de cavités que nos prédécesseurs, nous en avons visité certaines beaucoup plus fréquemment, en particulier les grottes de Ramioul.
- Nous avons aussi utilisé des techniques de récolte plus performantes, peu ou pas mises en œuvre par Leruth et Delhez : pièges Barber, extracteur de Berlese, etc.
- Les collections anciennes ont parfois été partiellement dispersées (Leruth) ou incomplètement conservées (Delhez), rendant leur vérification difficile.
- Non seulement le milieu souterrain s'est modifié mais aussi les milieux en surface, parfois de manière importante et sans que l'on puisse toujours estimer l'ampleur de ces modifications avec précision.

- Enfin, aujourd'hui, on assiste à une pénurie grandissante de spécialistes compétents et disponibles, ce qui rend de plus en plus difficile l'étude du matériel récolté : nous n'avons encore trouvé personne pour déterminer la plupart de nos Diptères et les Acariens sont toujours à l'étude.

Les comparaisons diachroniques (4.2.3.) devront donc se faire avec la plus grande prudence.

4.2.2. Modifications microclimatiques et mesures

Depuis le 18 septembre 2001, la grotte de Ramioul est très officiellement une « CSIS », c'est-à-dire une cavité souterraine d'intérêt scientifique, en raison de ses richesses géologiques, minéralogiques, archéologiques et biologiques. Elle devrait donc jouir d'une protection complète. En réalité, elle se trouve au milieu d'une carrière dont les activités ont fini par l'isoler dans une sorte de promontoire, de « donjon », coupé du reste du massif (qui a d'ailleurs en bonne partie disparu). En outre, les étages moyen et supérieur (d'une longueur totale d'environ 150 m) font l'objet d'une intense activité touristique et pédagogique (entre 1994 et 2002, on est passé de 9.369 à 36.185 visiteurs). Une telle situation ne peut évidemment qu'engendrer des problèmes et des conflits d'intérêts. Nous allons les passer brièvement en revue, ainsi que leurs conséquences pour la grotte (concrétions, faune,...) et les études, réalisées ou en cours, pour tenter de pallier ces inconvénients.

- L'isolement du massif rocheux contenant la grotte suite aux travaux de la carrière a entraîné un abaissement progressif de la nappe phréatique et des modifications sensibles du régime hydrique. Les eaux météoriques ne parviennent sans doute plus qu'en partie dans la grotte et celle-ci s'assèche. Or, il semble prévu d'exploiter jusqu'à 30 m sous le niveau de la Meuse, soit 50 m sous celui de la grotte. L'ouverture fréquente des portes, parfois même simultanée, ainsi que nous l'avons constaté récemment, entraîne des courants d'air qui contribuent encore à cet assèchement. Lysenko (1975) a constaté une diminution de 10 % de l'humidité relative dans une grotte tchèque pendant la saison touris-

- tique, à la suite de la circulation d'un courant d'air chaud et sec provenant de l'extérieur. Dernièrement, nous avons même appris qu'un fermier exploitant le plateau surplombant la grotte avait détourné le ruisseau alimentant la chantoire au profit de son bétail. Le ruisseau de l'étage inférieur, déjà temporaire à l'époque de la découverte, ne doit donc plus couler très souvent dans la grotte. Une étude est actuellement en cours pour distinguer et « cartographier » eaux de percolation et de condensation. Une autre hypothèse consiste à envisager l'enfouissement naturel du ruisseau, comme cela s'est passé dans la grotte de Rosée, pour le ruisseau de la Neuville. D'autre part, l'isolement du massif et les tirs de la carrière contribuent sans aucun doute à l'ébranlement de la masse rocheuse renfermant la grotte. Des sismographes ont été placés dans la cavité par Y. Quinif (Université de Mons). L'éclatement des concrétions de la galerie supérieure ne peut être attribué uniquement à la néotectonique (Quinif, 1994) mais à ce jour, aucun rapport détaillé n'a encore été remis.
- Des tirs à l'aide d'explosifs auxquels avaient été ajoutés des hydrocarbures afin d'en augmenter la puissance sont, sans aucun doute, la cause de la présence de CO dans l'atmosphère de la grotte dès le début des années '70, c'est-à-dire dès l'exploitation de la zone de l'Abîme Martel (Hubart 2002, complété en 2003 et les années suivantes). Ce phénomène a entraîné, dès la fin de l'année 2000, l'arrêt des visites trimestrielles de l'étage inférieur. En effet, le 8.VI.2001, un taux de 485 ppm de CO a été mesuré dans le réseau touristique. Une dernière mesure critique a été enregistrée le 23.IV.2003 (239 ppm). Depuis, seules de rares traces de ce gaz, non nocives pour l'homme, ont encore été détectées. Mais il est certain que les quantités mentionnées ci-dessus peuvent être mortelles pour les chauves-souris (cadavres observés au cours de l'hiver 2000-2001) et on ne sait pratiquement rien de leurs effets sur la faune invertébrée. Enfin, d'autres gaz à odeur d'hydrocarbures ont été émis au cours de cette période.
 - Le CO₂, contrairement au CO qui ne peut être que d'origine anthropique, se rencontre normalement dans l'atmosphère extérieure à raison de 350 ppm (soit 0,035 %). Dans les grottes, il peut être naturellement jusqu'à soixante fois plus abondant, comme par exemple dans l'Abîme de Comblain-au-Pont, où il peut atteindre 22.000 ppm, surtout en été (car l'activité biologique, dans l'humus et la végétation en surface, est alors plus grande) et dans les crevasses, comme l'ont montré Ek, Delecour & Weissen (1968), Ek & Gewalt (1985), Ek (1979), Massen, Ek & Kies (1997), Godissart (1994) et Godissart & Delvenne (1975). Il peut aussi provenir d'activités humaines, comme par exemple des visites touristiques, ainsi que l'a montré Mérenne-Schoumaker (1975) dans la grotte de Remouchamps et Lysenko (1975) dans une grotte près de Prague. Dès 2004, des visiteurs ont été pris de malaises dans la grotte de Ramioul et, le 22.XI.2004, un taux de 60.000 ppm (soit 6 %) a été mesuré à la sortie du puits menant à l'étage inférieur. Or, les normes légalement admises n'autorisent pas de travailler plus d'un quart d'heure dans une atmosphère à 3 %... Si la teneur normale en CO₂ d'une grotte dépend de la saison et de certains facteurs climatiques extérieurs (température, vents, pluviométrie), les variations de ce gaz dans la grotte de Ramioul sont sans aucun rapport avec celles observées dans d'autres cavités (Ek & Godissart, 2005, 2008) : quand le puits « souffle », les teneurs de l'atmosphère en gaz carbonique peuvent passer de 2200 à 46.000 ppm en quelques jours (par exemple, entre le 31.X et le 8.XI.2007), voire doubler ou même tripler en quelques minutes. Il ne s'agit donc pas ici d'un phénomène biologique saisonnier, ni de l'arrivée de gaz d'explosions, car nous n'avons pas trouvé de corrélations avec les tirs de la carrière. Ainsi que l'avait déjà évoqué Co-syns (1907), il s'agit probablement d'une attaque chimique du calcaire par de l'eau rendue corrosive par les schistes ampélifères du Namurien qui bordent les calcaires viséens dans lesquels la grotte est creusée, pouvant entraîner une éventuelle dégradation des concrétions (Verheyden,

- 2006). Van Den Broeck, Martel & Rahir (1910) avaient déjà signalé la présence de CO₂ dans le Trou du Diable, cavité proche de la grotte de Ramioul et aujourd'hui disparue. Il convient cependant de faire remarquer ici qu'au cours de l'« Opération Survie », menée dans la grotte de Ramioul par sept spéléologues, dont le Dr en médecine J.-P. Discry, aucun malaise attribuable au gaz carbonique n'a été constaté (Discry, 1993). Par ailleurs, les teneurs en CO₂ dans les grottes semblent augmenter sensiblement ces dernières années (Ek & Godissart, 2009). L'effondrement survenu le 8 février 2002, suite à la décompression des bancs calcaires, et le talutage effectué par Carmeuse à la suite de cet incident, joint à l'énorme dépôt de schistes réalisé pour « réhabiliter » la zone contiguë ont peut-être contribué à amplifier un phénomène déjà existant, soit par apport de schistes ampélifères (à l'origine d'une réaction acide sur le calcaire), soit par modification de la circulation de l'air dans l'étage inférieur, soit par ces deux phénomènes combinés. Des analyses des eaux du Bruta, résurgence du ruisseau souterrain, ont montré qu'elles étaient légèrement acides et que l'ion SO₄ y était toujours abondant mais en quantités très variables. Des fragments de schistes prélevés dans la carrière ont fait sensiblement baisser le pH de l'eau dans laquelle ils avaient été placés.
- Piron (2006) et Piron *et al.* (2007) ont procédé à de très nombreux enregistrements de températures dans les étages moyen et supérieur de la grotte de Ramioul. Ces mesures ont montré que la température moyenne de l'étage moyen s'établit aujourd'hui à près de 9°C (à l'étage supérieur, elle approche de 10°C). Or, en 1974, elle atteignait à peine 8°C (Hubart, 2004). Les appareils ont aussi clairement enregistré les variations de température entraînées par l'ouverture des portes et le passage de groupes de visiteurs pendant la saison touristique (jusqu'à 30.000 par an il y a quelques années, mais beaucoup moins depuis 4-5 ans). Lysenko (1975) dans une grotte tchèque et Mérenne-Schoumaker (1975) dans la grotte de Remouchamps

avaient déjà fait les mêmes constatations : si la température revient à la normale en quelques minutes après le passage des touristes (en raison de l'inertie thermique de la roche), ce n'est pas le cas pour le gaz carbonique, dont les taux restent élevés bien plus longtemps.

- Depuis décembre 2007, le radon fait l'objet d'enregistrements en continu, qui ont mis en évidence des pics allant jusqu'à plus de 60.000 Bq/m³. Il fut détecté pour la première fois en septembre de la même année au sommet du puits Bernard, avec 10.000 Bq/m³ (Godissart, comm. pers.) Néanmoins, les schistes ampélifères de Ramioul sont moins émissifs que les schistes de Malmédy et de Vielsalm (Vanderschueren, comm. pers.). Nous manquons de références bibliographiques, mais il ne semble pas que ces valeurs pourraient présenter à la longue un danger pour la faune.

Ces modifications de l'environnement et ces (assez) brusques variations microclimatiques ont-elles une influence sur la faune ? Il ne faut pas perdre de vue que la faune cavernicole, et tout particulièrement les espèces troglobies, est très sensible aux changements survenant dans son milieu de vie. Les troglobies sont devenus quasiment incapables de supporter des fluctuations rapides et/ou importantes de température et d'humidité. Comment va réagir la microfaune pariétale (Collembolles, Acariens,...) à la corrosion du calcaire par une eau acide ? On a constaté des dégâts sur les concrétions (Baker & Genty, 1998) et même sur les peintures rupestres de la grotte d'Altamira (Sanchez-Morales *et al.*, 1999) mais nous ne disposons d'aucune information concernant la faune. On sait cependant que diverses espèces de Collembolles se tiennent souvent juste sous le sommet des stalagmites, où ils se nourrissent des microorganismes et/ou des matières organiques contenus dans l'eau de percolation. Que vont devenir ces espèces si les concrétions s'assèchent ou si elles ne sont plus « arrosées » que par de l'eau de condensation, dépourvue de tout nutriment ?

4.2.3. Évolution de la faune

Nous nous sommes efforcés d'évaluer la dérive faunique dans la grotte de Ramioul (tableau en annexe) proprement dite entre la période « Delhez » (1950 à 1997) et la période actuelle (1997 à nos jours), cette dernière ayant été à son tour subdivisée en deux périodes, avant et après 2003, année au cours de laquelle Carmeuse a effectué un talutage à l'aide d'énormes quantités de débris schisteux suite à l'effondrement survenu en 2002 (cf. *supra*, 4.2.1). Cette dernière comparaison se justifie et peut même parfois être semi-quantitative, car les nombres de visites à caractère biologique dans la grotte entre 1997 et 2003 et entre 2004 et 2007 sont à peu près semblables. Il faut néanmoins rester prudent dans ces comparaisons : au cours de la période actuelle, l'effort de recherche, d'observation et de récolte a été plus grand et les techniques de récoltes plus performantes qu'au cours de la période « Delhez » (rappelons que Leruth n'a pas échantillonné la grotte de Ramioul s. st.). En outre, Delhez n'a que très rarement fourni des indications quantitatives sur ses récoltes et ses observations.

Protistes : dix espèces ont été signalées par Delhez & Chardez (1970). Nous n'avons pas récolté ces animaux unicellulaires. Des Planaires ont été récoltées dans une source (aujourd'hui disparue) proche de la grotte. Nous avons recueilli quelques Oligochètes (Lumbricidae et Tubificidae), mais ils n'ont pas encore été déterminés.

Gastéropodes : huit espèces ont été recensées au total dans la grotte de Ramioul s. st. On note une augmentation des populations d'*A. hortensis*, espèce très commune, très répandue en Europe et eurytope, tandis que celles d'*O. cellarius*, espèce également commune mais aussi troglophile, semblent régresser. Seuls des fragments de coquilles de *C. acicula* et de *T. hispida* ont été trouvés. *P. milium* a été trouvé dans le ruisseau de l'étage inférieur.

Araignées : parmi les 18 espèces recensées, 15 ont été trouvées à l'époque actuelle contre seulement sept à l'époque « Delhez ». Il faut cependant relever que :

- La plupart des espèces récoltées récemment ne l'ont été qu'à raison d'un ou deux

individus et que la plupart n'ont guère de rapports avec le milieu souterrain (à l'exception de *P. convexum*, espèce troglophile).

- On constate une diminution sensible des populations de deux espèces troglophiles, *N. cellulanus* et *M. menardi*. Il y a quelques années encore, on pouvait observer, dans la galerie de sortie de la grotte, des dizaines d'individus et de cocons de cette dernière espèce sur les parois et au plafond. Aujourd'hui, c'est seulement une demi douzaine d'individus que l'on peut dénombrer à la fois sur le même parcours. Cette évolution tient peut-être au fait que certaines des proies habituelles de ces Araignées sont elles-mêmes en forte réduction (en particulier les *Stenophylax*, v. plus loin).

Pseudoscorpions et Opilions ne montrent pas d'évolution interprétable. Les Acariens sont toujours en cours d'étude. Notons simplement que Delhez ne semble pas avoir relevé la présence d'Oribates, alors que ce groupe est relativement bien représenté dans nos récoltes.

Symphyles : trois espèces sont nouvelles pour la grotte.

Diplopodes : nous avons recueilli treize espèces, tandis que Delhez n'en signalait que huit. Mais à l'heure actuelle, plusieurs espèces semblent en régression sensible : *G. marginata*, *C. silvestre* et surtout *B. guttulatus*, espèce troglophile autrefois abondante dans la grotte et aujourd'hui devenue plus rare, surtout depuis 2003.

Chilopodes : ici aussi, sur les onze espèces recensées au total, nous en avons récolté environ trois fois plus que Delhez. On constate actuellement une réduction notable des *Cryptops* mais l'« apparition » de cinq espèces du genre *Lithobius* (représentées chacune par un seul individu !).

Isopodes : l'espèce troglophile *A. dentiger* semble avoir quasiment disparu des étages moyen et supérieur de la grotte (un seul individu observé en 2005). Par contre, les effectifs d'*O. asellus* et de *P. scaber*, espèces très communes et ubiquistes, sont en forte augmentation.

Amphipode : le seul connu de la grotte, *N. schellenbergi*, n'a pratiquement plus été revu dans les petites flaques de l'étage moyen (ni d'ailleurs *N. aquilex* dans celles de la grotte aux Végétations), depuis le tout début de ce siècle. Il est vrai que ces petites pièces d'eau sont aujourd'hui à sec la plupart du temps (dernier individu observé le 13 février 2003).

Collemboles : c'est un des groupes dans lequel la réduction de la faune est la plus spectaculaire. Au total, 31 espèces ont été recensées dans la grotte de Ramioul au sens strict, dont une nouvelle pour la Science, *G. delhezi*, découverte par F. Delhez. En dépit de nos efforts (Janssens & Dethier, 2005), nous n'avons jamais retrouvé cette espèce remarquable, ni d'ailleurs une autre espèce troglobie présente à l'époque « Delhez », *P. vandeli*. Avant et après 2003, c'est plus de la moitié des espèces restantes qui a disparu (12 sur 22). En outre, les dix espèces qui subsistent encore sont pratiquement toutes en forte régression, en particulier les deux dernières espèces de Collemboles troglobies de la cavité, *S. willemi* (56 occurrences entre 1997 et 2003, deux occurrences après 2003) et *D. severini* (45 occurrences « avant » contre 12 « après »). À la fin des années '90, à la surface de l'eau des bassins d'élevage du laboratoire souterrain, il n'était pas rare d'observer des dizaines de Collemboles. Aujourd'hui, on en trouve à peine une demi-douzaine... Pourtant, dans d'autres cavités, certaines espèces en forte régression à Ramioul (peut-être même disparues) restent bien présentes, comme par exemple, *S. willemi*, *N. murinus* ou *A. pygmaeus* (Janssens & Dethier, 2005).

Diploures : ni *L. humilis* (troglobie), ni *L. lankesteri* n'ont été retrouvés depuis l'époque « Delhez ». Par contre, les Thysanoures, en particulier *T. alternatus*, semblent prospérer.

Coléoptères : trois familles sont particulièrement affectées :

- Les Carabidae, représentés par cinq espèces à l'époque de Delhez, ne le sont plus aujourd'hui que par une seule (un unique individu trouvé avant et après 2003 !).
 - Les Leiodidae comptaient treize espèces du temps de Delhez ; actuellement, on n'en recense plus que sept et ce nombre s'est encore réduit après 2003 puisque au-
- jourd'hui, la grotte semble n'en abriter plus que deux ! *Ch. bicolor*, *Ch. glauca*, *C. fuliginosus*, *C. morio* et plusieurs autres espèces n'ont plus été revues depuis l'époque de Delhez ; *Ch. cisteloides*, *C. nigricans*, *C. longulus*, *C. picipes* n'ont plus été observées depuis 2000 (Thieren & Dethier, 2006). Seules *Ch. angustata* et *Ch. spadicea* sont encore aujourd'hui présentes dans la grotte. En 2005, dix-huit logettes de cette dernière espèce ont été examinées : dans la moitié d'entre elles, l'occupant était mort (Thieren, 2005). Ce taux de mortalité est très élevé par rapport à celui noté au début des années '70 (Hubart, 1966c, 1973, 2001b), qui ne dépassait pas alors 5 à 6 %. Il ne faut pas oublier que ces insectes, pour construire leurs logettes, ont besoin d'argile « vierge » et humide. Le dessèchement prématuré de ce matériau entraîne l'apparition de fissures qui permettent l'intrusion de parasites, comme par exemple le champignon *Hirsutella*.
- Les Staphylinidae ont été représentés, au total, par 29 espèces dans la grotte de Ramioul. À l'époque de Delhez, on en comptait encore 20 espèces. Actuellement, nous n'en avons plus trouvé que neuf espèces, dont cinq avant 2003 et quatre après. Au cours de ces dernières années, plusieurs espèces troglaphiles (*Stenus glacialis*, *Quedius mesomelinus*,...) semblent avoir disparu ou s'être fortement raréfiées. Celles qui subsistent encore dans la grotte sont essentiellement des espèces forestières communes dans la région.
 - Il faut cependant signaler la découverte récente, dans l'étage moyen de la grotte de Ramioul (Hubart, 1998), puis dans la grotte Nicole (Hubart *et al.*, 2003), du Pselaphidae cavernicole *Tychobythinus belgicus*. Ce minuscule insecte avait été trouvé pour la première fois, en 1942, dans la grotte Lyell et décrit par Jeannel, en 1948. Ses caractéristiques morphologiques et biologiques (Hubart, 2000b), font plutôt penser à un troglobie récent. Récemment, Thieren (2006) a capturé *T. glabratus* (Rye) à proximité immédiate de la grotte. Cette dernière espèce est vraisemblablement myrmécophile. *T. belgicus* et le Diploure *L. hubarti* (trouvé dans

la grotte Lyell et dans la grotte de Rosée) pourraient être des endogés profonds s'enfonçant dans les grottes à la suite des modifications climatiques survenues en surface.

- Il faut enfin noter que les trois espèces de Leiodidae troglobies provenant de grottes pyrénéennes et introduites dans celle de Ramioul en 1969 et 1970 (non reprises dans le tableau en annexe) ont fait l'objet d'un suivi régulier (Bouillon & Hubart, 1982 ; Brouwir, 1988 ; Dethier *et al.*, 2002). La dernière étude a montré que seul *Speonomus longicornis* (Saulcy) semble être aujourd'hui encore présent dans la grotte de Ramioul (ainsi que dans les grottes voisines et le MSS) mais que ses populations sont en nette régression : on est passé de 566 individus en moyenne par campagne en 1982 à 34 en 2001 (Dethier *et al.*, 2002).

Trichoptères : trois des espèces signalées dans le tableau en annexe ont été récoltées dans le ruisseau de l'étage inférieur, où leurs larves ont sans doute été entraînées par le courant. Les deux espèces de Limnephilidae appartenant au genre *Stenophylax*, *S. vibex* et *S. permistus*, sont des troglaxènes réguliers qui viennent estiver chaque année dans la grotte afin d'y subir une diapause nécessaire à la maturation de leurs organes sexuels. Ils vont ensuite pondre dans les ruisseaux épigés des environs et leurs larves sont aquatiques. À la demande de Y. Bouvet (Université de Lyon), l'un de nous (Hubart, 2004) avait, en 1970, compté régulièrement les *Stenophylax* présents dans les étages moyen et supérieur de la cavité et récolté un échantillon significatif. Au cours de treize visites, il avait ainsi recensé plus de 2000 individus (surtout entre juin et septembre) et en avait capturé 350, qu'il avait envoyés à Y. Bouvet à fin de détermination. Dans cet échantillon, il y avait alors 55 % de *S. vibex* et 45 % de *S. permistus*. Conscients que les populations de ces deux espèces diminuaient fortement, nous avons procédé à un comptage minutieux en août 2004 et comparé nos résultats à ceux obtenus à la même époque en 1970. La différence est flagrante : en 1970, 458 individus avaient été observés, tandis qu'en 2004, seulement une trentaine ont pu être dénombrés ! En 2007, au cours du *biomonitoring* (v. plus loin), nous

ne sommes qu'à peine arrivés à ce chiffre. De plus, les proportions des deux espèces semblent s'être inversées : 60 % de *S. permistus* et 40 % de *S. vibex*. La dégradation de la qualité des eaux de surface (les Trichoptères à fourreaux larvaires sont des espèces assez sensibles à la pollution), voire la disparition de certains ruisseaux proches de la grotte ne sont certainement pas étrangers à cette évolution. Mais il n'est pas non plus exclu que les conditions de vie dans la grotte y soient également pour quelque chose : en 1970, la température moyenne des étages moyen et supérieur de la grotte de Ramioul était d'à peine 8°C (Hubart, 2004) ; aujourd'hui, elle est de près de 9°C et peut même atteindre 10°C dans l'étage supérieur (Piron, 2006 ; Piron *et al.*, 2007). En outre, l'assèchement des parois a peut-être aussi une influence sur ces insectes, comme il en a certainement une sur les Collembolés et les Staphylins (cf. *supra*). Enfin, la réduction drastique des populations de *Stenophylax* représente certainement un manque de proies potentielles pour les grosses araignées troglaphiles, en particulier pour les *M. menardi* (cf. *supra*).

Lépidoptères : à l'époque de Delhez, deux espèces troglaxènes venaient régulièrement, et parfois en grands nombres hiverner dans la grotte : *T. dubitata* et *S. libatrix*. La première est aujourd'hui en forte régression partout en Belgique (Dethier & Depasse, 2004) et n'a plus été revue à Ramioul depuis plusieurs années. La seconde, bien qu'apparemment en augmentation dans notre pays, a néanmoins vu ses populations chuter fortement à Ramioul : à la fin des années '90, on pouvait encore en compter des dizaines dans les deux étages accessibles au public ; au cours du *biomonitoring* de 2006-2007, seuls quelques rares individus ont pu être observés. Les modifications microclimatiques, en particulier l'assèchement de la grotte dû aux courants d'air, sont ici sans doute en cause.

Diptères : cet ordre d'insectes n'a malheureusement pas pu encore faire l'objet de déterminations spécifiques, faute de spécialistes disponibles. Si les Culicidae, les Limoniidae (en particulier *L. nubeculosa*), les Helomyzidae et les Phoridae semblent toujours aussi abondants, nous devons cependant signaler la raréfaction (voire la disparition ?) du pe-

tit Mycetophilidae troglophile *Speolepta leptogaster*, dont la larve a été observée pour la dernière fois en février 2003. Depuis, quelques rares adultes ont peut-être été aperçus (mais non capturés). Ces dernières années, nombre de nos collègues spéléologues et nous même avons assisté à une extraordinaire prolifération de *L. nubeculosa*, qui viennent estiver dans les grottes pour y subir une diapause. À la fin de l'été et en automne, ces Diptères ont pratiquement tous été parasités par un champignon du genre *Poecilomyces s.l.*. Des échantillons ont été soumis aux spécialistes de la mycothèque de l'Université catholique de Louvain mais nous ne disposons pas encore des résultats définitifs et nous n'avons pas d'explication de ces phénomènes qui semblent avoir affecté de très nombreuses grottes wallonnes et même françaises (Dethier & Briffoz, 2008).

Dans la grotte aux Végétations, Leruth avait recensé 85 espèces, Delhez 14 et nous même 84, soit un total de 161 espèces, ce qui est assez remarquable pour une cavité faisant moins de 100 m de développement. L'évolution de la faune de cette grotte montre :

- Une augmentation (ou en tout cas le maintien) du nombre d'espèces dans beaucoup de groupes, ce qui peut s'expliquer par des recherches plus intensives : Gastéropodes, Coléoptères et même Collembolés. Le Musée de Madrid nous ayant prêté la collection Leruth, nous avons pu ainsi constater que cet auteur avait collecté six espèces de Collembolés dans la grotte aux Végétations alors que nous en avons récolté 21.
- Il faut cependant noter la disparition (ou la très forte régression) des espèces les plus cavernicoles comme, par exemple, *S. willemi*, *G. delhezi* (cf. *supra*), *P. unidentatus* et *P. vandeli* (cf. *supra*) parmi les Collembolés, des deux Copépodes et de *N. aquilex* (en raison de l'assèchement de la grotte), de l'Araignée *P. convexum* et des Coléoptères *L. testaceus* et surtout *C. subfuscus*, *Ch. bicolor*, *Ch. cisteloides* et *Ch. glauca* (cf. *supra*). Les populations de *S. permistus* et de *T. dubitata* se sont également très fortement réduites depuis l'époque de Leruth et ont peut-être même disparu de cette grotte.
- Par contre, des espèces trogloxènes ou accidentelles sont « apparues » ou se sont développées, comme par exemple les Araignées *C. inermis*, *M. herbigradus*, *M. varia*, les Isopodes *P. scaber* et *A. vulgare*, ainsi que les Collembolés épigés *O. ambulans*, *F. quadrioculata*,... et les Staphylins *H. capillaricornis* ou *M. brevicornis*.

4.3. Essai de biomonitoring

Afin de tenter de mieux comprendre le fonctionnement de la grotte et l'évolution récente de sa faune invertébrée, nous avons, pendant un an, visité très régulièrement la cavité, en compagnie de J. Godissart, et procédé à des observations selon un protocole bien établi.

4.3.1. Buts et démarche

Entre 2006 et 2007, nous avons visité la grotte à une douzaine de reprises (22.VIII, 4.IX et 30.XI.2006 ; 16.I, 13 et 20.II, 26.IV, 2, 10 et 30.V, 5.VI, 25.VII et 8.VIII.2007).

À chaque visite, cinq stations ont fait l'objet d'observations attentives et de quelques prélèvements de faune. Ce sont les stations 1 (entrée), 2 (puits Bernard), 3 (laboratoire de Biologie souterraine et galerie Louis), 4 (étage supérieur) et 5 (galerie de sortie).

Afin de limiter nos prélèvements au maximum, nous avons dressé un tableau standard de 69 taxa (« unités systématiques ») susceptibles d'être reconnus sur le terrain sans qu'il soit nécessaire de les capturer et qui ont tous été une fois ou l'autre observés dans la grotte de Ramioul, toutes époques confondues. Selon les cas, ces taxa peuvent être de grands groupes zoologiques (Copépodes, Pseudoscorpions, Oribates, ...), le plus souvent des familles (Hydrobiidae, Chordeumatidae, Culicidae,...), parfois des genres (*Pisidium*, *Niphargus*, *Porrhomma*,...), voire même, plus rarement, des espèces (*Oxychilus cellarius*, *Scoliopteryx libatrix*,...). De cette manière, nous nous sommes borné à capturer quelques Collembolés, afin d'en déterminer les espèces.

Enfin, nous avons également adopté une échelle semi-quantitative pour nos observations, selon laquelle nous notions « 1 » quand nous n'observions qu'un seul individu dans la station, « 2 » quand nous en observions

plusieurs (jusqu'à une bonne douzaine environ) et « 3 » quand il y en avait plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines (comme dans le cas des *Limonina*, par exemple). Nous n'avons procédé à des comptages précis que pour quelques espèces, en particulier pour les *Meta*, les *Stenophylax* et les papillons.

4.3.2. Résultats

Cette démarche nous a permis d'établir quelques comparaisons chiffrées d'une part entre les cinq stations visitées et les différentes campagnes 2006-2007, ainsi qu'avec les situations antérieures, à l'époque de Delhez et avant/après éboulement et talutage. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'il s'agit d'une approche assez globale, moins fine et moins précise que l'étude de la faune au niveau spécifique.

Les visites effectuées dans le cadre de ce *biomonitoring* 2006-2007 ont permis de recenser 41 taxa sur les 69 présents une fois ou l'autre dans la grotte de Ramioul, soit un peu moins de 60 % de la faune potentielle. Elles montrent des différences assez sensibles entre stations (différences que nous avons déjà remarquées à l'occasion de précédentes campagnes) : la station la plus riche est sans conteste la 3 (galeries du laboratoire), avec 32 taxa présents, tandis que la plus pauvre est la station 2 (puits Bernard), avec seulement 10 taxa recensés en une douzaine de visites. Mais il serait sans doute hasardeux d'attribuer cette pauvreté au CO₂ émis par le puits. C'est aussi dans la station 3 que l'abondance relative des organismes est la plus grande. Nous avons également observé des variations du nombre de taxa et de leur abondance relative au fil des visites. Les maxima se situent vers août, quand les troglodèles venant y passer l'été et ceux venant y hiverner se « croisent » dans la grotte.

Si l'on considère le nombre de taxa présents à l'époque de Delhez, puis en 2003, 2004, 2005 et 2006-2007 (*biomonitoring*), on constate que près de 60 % de ces taxa (41/69) ont été observés lors du *biomonitoring*, ce qui peut s'expliquer par la fréquence des observations. Néanmoins, entre la période Delhez et les années qui ont suivi l'éboulement et le talutage (2003, 2004, 2005), ce pourcentage a sensiblement baissé pour se situer aux alentours de 30 %.

Si l'on tient compte, ainsi que nous l'avons déjà fait précédemment (4.2.3), du nombre d'espèces (et non plus de taxa) récoltées, la situation peut sembler moins préoccupante. C'est ainsi que dans la grotte de Ramioul proprement dite, sans compter les Protozoaires non étudiés par nous, le nombre d'espèces semble se maintenir. Mais il faut sans doute attribuer cela à un « effort de chasse » plus important au cours de cette dernière décennie, car on constate aussi, dans certains groupes zoologiques, une diminution inquiétante de la diversité. C'est en particulier le cas chez les Coléoptères (notamment Leiodidae, Carabidae et Staphylinidae), ainsi que chez les Collemboles, comme nous l'avons déjà relevé plus haut. Chez ces derniers, ce sont en particulier des espèces considérées comme troglodèles qui n'ont pas été retrouvées (*S. willemi*, *D. severini*,...). Dans d'autres groupes, des espèces troglodèles se sont significativement raréfiées et certaines ont peut-être disparu : le Gastéropode *O. cellarius*, les Araignées *M. menardi*, *M. meriana* et les représentants de la famille des Linyphiidae, les Opilions du genre *Nemastoma* et le Pseudoscorpion *N. simile*, l'Isopode *A. dentiger*, le Pselaphidae *T. belgicus* ainsi que, en raison de l'assèchement de la grotte, les espèces aquatiques (Copépodes, *Niphargus*). Il faut encore signaler la raréfaction des Diplopodes *Ch. sylvestre* et *B. guttulatus*, espèce troglodèle autrefois très abondante, et des Hyménoptères Ichneumonidae *A. quadripunctatorius* et *E. hilaris*. À l'opposé, quelques rares espèces présentent des accroissements notables de populations : les Isopodes *O. asellus* et *P. scaber*, le Thysanoure *T. alternatus* et le Diptère *L. nubeculosa* (cf. *supra*). *Ch. spadicea* est le seul Leiodidae encore bien présent dans la grotte de Ramioul, tandis que le Staphylin *P. ovalis* et l'Araignée *Z. atrica* semblent y avoir fait leur apparition au cours de ces dernières années (ainsi que dans d'autres grottes dans le cas de *Z. atrica* ; Baert *et al.*, 2009).

La situation semble un peu moins préoccupante dans la grotte aux Végétations qui, rappelons-le, n'est pas ouverte aux visiteurs et n'est fréquentée que par les rares membres des Chercheurs de la Wallonie s'occupant encore de Spéléologie. Mais ici aussi, l'effort de chasse et les observations fréquentes de cette dernière

décennie masquent peut-être une dégradation de la faune. Récemment, nous n'y avons plus observé le Gastéropode *O. cellarius* et les Araignées *N. cellulanus* ni des représentants du genre *Porrhomma*. Les Opilions et les *Androniscus* s'y font rares et, si le nombre d'espèces de Staphylins a augmenté, celui des Carabes et des Leiodidae a diminué.

5. Discussion et conclusions

Au cours de ce dernier demi-siècle, les modifications de la flore et de la faune se sont amplifiées et accélérées, suite à l'intensification des activités humaines, engendrant pollutions diverses, simplification et banalisation de l'environnement, modifications climatiques et entraînant parfois même l'introduction d'espèces étrangères. Il devenait donc impérieux de disposer d'estimateurs permettant d'évaluer cette « dérive faunique », selon l'expression proposée par Rasmont & Mersch (1988). Fagot & Dethier (1998) ont donné un aperçu des principaux estimateurs utilisés à ce jour et mis en lumière les difficultés auxquelles se heurte cette démarche et qui découlent essentiellement de l'abondance et de la fiabilité des sources.

Ce qui est vrai pour la faune et la flore de surface l'est encore bien davantage quand on s'intéresse aux habitants du monde souterrain. Nous évoquions déjà certains des problèmes rencontrés en Biospéologie sous 4.2.1 Rappelons encore que, dans le cas de la faune souterraine :

- La littérature est encore moins abondante et fait même parfois défaut.
- Les collections bien conservées sont aussi plus rares.
- Les études anciennes et les récoltes récentes se comptent généralement sur les doigts d'une main. En Belgique, nous avons trois « périodes » : Leruth, Delhez et actuelle (cf. *supra*).
- Enfin, les espèces troglobies ou stygobies, les plus intéressantes pour l'étude du milieu souterrain, sont fréquemment des espèces rares ou considérées comme telles, le plus souvent en raison des difficultés d'accès. Cette impression de rareté peut,

dans certains cas, se révéler quelque peu subjective (Dethier *et al.*, 2000).

En dépit des difficultés de l'entreprise, nous nous sommes risqués, à plusieurs occasions déjà, à établir des comparaisons diachroniques entre des sites visités par nos prédécesseurs (Leruth et/ou Delhez) et les résultats de nos visites récentes. Afin de bien faire comprendre les problèmes rencontrés, nous en rappelons ci-dessous les principaux résultats.

- Leruth (1939) avait échantillonné à une seule reprise (août 1936) une source non précisée du Turon, près de La Reid. Il avait recueilli alors six espèces, dont un Vers stygobie et cinq Crustacés, dont deux étaient stygobies et trois stygophiles. Cors *et al.* (2004) ont, en 2002, mené trois campagnes de récoltes et de piégeages dans sept sources de la même région. Ils ont recueilli 25 espèces, dont 18 stygoxènes (voire même accidentelles), cinq stygophiles et seulement deux stygobies. Une des espèces stygobies récoltée en 1936 par Leruth, *Diacyclops clandestinus* Kiefer, 1929, n'a pas été retrouvée en 2002, malgré un effort de récolte beaucoup plus intense.
- Dans la grotte Monceau à Tilff, et dans l'exurgence située à proximité, Leruth avait recensé cinq espèces troglobies, au moins huit « bons » troglaphiles et au total 106 espèces. Dethier & Dumoulin (2004), après de nombreuses visites, ont recueilli six espèces troglobies, sept « bons » troglaphiles et au moins 74 espèces (état actuel des déterminations). En tout, on connaît à présent 151 espèces de la grotte Monceau, dont huit troglobies. Dans les deux résurgences étudiées par Leruth (1939), ce chercheur avait signalé quatre espèces stygobies. En dépit d'un effort de chasse plus important, Dethier & Schoonbroodt (2004) n'y ont trouvé que deux stygobies (dont une nouvelle pour le site) mais ont récolté par contre une demi-douzaine d'espèces de Crustacés stygophiles.
- Dans les carrières de craie souterraines de Lanaye, Leruth (1939) avait relevé la présence de 143 espèces, tandis que nous en avons recensé 214 (Dethier, 2007). Outre

un effort d'échantillonnage plus important de nos jours, l'utilisation de ces carrières comme champignonnières (apports de matières organiques) et le boisement du plateau surplombant peuvent expliquer les différences de faune observées. Il est à noter qu'aucune espèce troglobie n'a jamais été trouvée dans ces cavités.

- Leruth (1939) a visité les grottes de Neptune (à une seule occasion ?) et y a recensé sept espèces. Delhez *et al.* (1999) y ont noté la présence de 22 espèces (dont huit Protistes). Au cours d'une dizaine de visites (Dethier & Depasse, 2007), nous avons récolté 55 espèces, résultat qui met sans doute encore en évidence l'importance de l'« effort de chasse ». Il faut cependant noter que nous n'avons pas retrouvé *N. schellenbergi* (seulement dans la résurgence du Pont d'Avignon), ni certaines espèces troglaphiles (*O. aureus*, *Q. mesomelinus*, *S. leptogaster*) signalées par nos prédécesseurs.

Ces quelques exemples montrent bien les grandes difficultés rencontrées lorsque l'on tente de comparer la richesse faunistique d'une même cavité à deux époques différentes. Grosso modo, on peut presque toujours constater un appauvrissement relatif (parfois masqué par un échantillonnage récent plus performant), surtout sensible pour les espèces les plus cavernicoles (troglobies et troglaphiles). Mais dans notre pays, on ne compte qu'une cinquantaine de troglobies (dont certains ne sont peut-être même que de « bons » troglaphiles). Les stygobies (troglobies aquatiques) ont été étudiés récemment dans le cadre du projet « Pascalis » (Martin *et al.*, 2009) : chez nous, ce sont essentiellement des espèces à vaste répartition géographique et large tolérance écologique, qui ont recolonisé nos grottes après les glaciations, à partir du sud du continent. Il n'y a parmi elles aucune espèce endémique, ni même particulièrement exigeante d'un point de vue écologique. Nous manquons donc de « points de repère sensibles » pour des comparaisons diachroniques. En France, Turquin & Crague (1994) ont montré l'influence des pollutions organiques des eaux de surface sur la faune des eaux souterraines. Elles entraînent un glissement de communautés stygobies et stygophiles vers des communautés stygoxènes, voire allochtones, ainsi qu'une modification

dans la répartition des vrais cavernicoles au sein de la grotte, qui cherchent refuge dans les zones les moins perturbées. L'apport en ressources alimentaires (polluants organiques) favorise les espèces saprophages de surface par rapport aux espèces cavernicoles en rendant le milieu souterrain moins sélectif.

Il y a quelques années déjà (Dethier & Hubart, 2004, actualisé 2006), nous avons attiré l'attention des autorités sur l'appauvrissement de la faune de la grotte de Ramioul. Ce travail ne fait malheureusement que confirmer nos premières constatations. En dépit d'une apparente et illusoire augmentation de la richesse spécifique, due à des visites plus fréquentes ces dix ou douze dernières années, force nous est de constater les évolutions suivantes :

- Des espèces troglobies et stygobies ont vraisemblablement disparu (*Niphargus spp.*, *G. delhezi*, *P. vandeli*, *L. humilis*) et la découverte récente à Ramioul du petit Coléoptère cavernicole *T. belgicus* n'est sans doute due qu'à une attention redoublée.
- Plusieurs espèces troglaphiles ou stygophiles sont en nette régression, certaines n'ont même plus été revues dans la grotte depuis quelques années. Citons pour rappel *O. cellarius*, *M. menardi*, *N. cellulanus*, *B. guttulatus*, *A. dentiger*, *D. severini*, *S. willemi* (considéré parfois comme troglobie), *T. micros*, nombre de Leiodidae et de Staphylinidae (qui passent respectivement de 13 à 2 et de 29 à 9 espèces), *S. leptogaster*, etc. Même certaines espèces troglaxènes, autrefois abondantes, se sont considérablement raréfiées, comme par exemple les Trichoptères (*Stenophylax spp.*) et les Papillons (*Scoliopteryx libatrix* et *Triphosa dubitata*).
- À l'inverse, plusieurs autres espèces troglaxènes, voire allochtones, ont vu leurs populations augmenter de manière notable, comme la limace *A. hortensis*, les cloportes *O. asellus* et *P. scaber*, ou encore le Diptère *L. nubeculosa* (Dethier & Briffoz, 2008). Kovács (1989) avait déjà noté une augmentation sensible des espèces troglaxènes détritviores (comme les cloportes) dans les grottes touristiques de Hongrie, et cela au détriment des troglobies.

Même s'il n'est pas encore possible, dans l'état actuel de nos connaissances et de nos données, de chiffrer cette dérive faunique et d'appliquer ici les estimateurs dont nous parlions plus haut, les résultats sont néanmoins probants : la faune invertébrée de la grotte de Ramioul s'appauvrit manifestement de manière inquiétante. Qu'en est-il des chauves-souris ? Ces Mammifères ne font bien sûr pas l'objet de cet article, mais l'évolution des populations des six espèces une fois ou l'autre observées ici a été régulièrement suivie à Ramioul. Il ressort de ces observations (Hubart, 1991, 2001c) que, si les effectifs globaux semblent stables (entre 1991 et 1998, la moyenne des observations annuelles se situe entre 9 et 16 individus environ), on assiste cependant à un redéploiement des effectifs dans la grotte touristique, et cela à une époque où le nombre de visiteurs ne dépassait pas 5000 par an. Depuis, il a considérablement augmenté pour dépasser les 30.000 en 2002 (cf. *supra*).

Ces constatations nous amènent bien sûr à poser la question d'une protection efficace du monde souterrain. Tercafs (2001) a dressé un catalogue très complet des nuisances sévissant dans les grottes et proposé des pistes pour y remédier. Mais trente ans auparavant et, par la suite à maintes reprises, Hubart (1973b, 1975a et b, 1976, 1978, 1989, 1990, 1991 et 2001c) avait déjà tiré la sonnette d'alarme et pointé du doigt les menaces pesant sur les grottes, et sur celle de Ramioul en particulier. D'autres auteurs ont aussi attiré l'attention sur ces problèmes, comme par exemple l'augmentation du gaz carbonique induite par les visites touristiques (Mérenne-Schoumaker, 1975) ou les effets d'un éclairage excessif dans les grottes touristiques, cause de la « maladie verte » (Károly, 1984 ; Végh, 1984 ; Slagmolen & Slagmolen, 1989 ; Garbacki, 1996). Il n'entre pas dans nos intentions de développer ici ce thème, mais il convient de se rappeler que la grotte de Ramioul a été classée « cavité souterraine d'intérêt scientifique » (CSIS) par un arrêté de la Région wallonne du 18 septembre 2001 mais que cela ne semble pas lui avoir épargné bien des vicissitudes, voire même parfois des utilisations peu compatibles avec son actuel statut.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à l'asbl « Les Chercheurs de la Wallonie » et en particulier à leur président, M. J. Haeck, pour l'aide et le soutien apportés tout au long de ces années.

Nos collègues et amis spéléologues ont été nombreux à nous accompagner et à nous aider sous terre : ce sont surtout MM. A. Vivier (Chercheurs de la Wallonie), J. Godissart (CASA), P. Xhaard et J. Schoonbroodt (GRSC) et A. Briffoz (CRSOA).

Il va sans dire qu'il ne nous était pas possible de déterminer seul, avec un égal bonheur, les quelques 342 espèces rencontrées, appartenant à des groupes si différents. Dans cette tâche, l'aide de nos collègues zoologistes a été indispensable, en particulier celle de Mme R. Sablon (Mollusques, IRSNB), MM. L. Baert et M. Ransy (Araignées, IRSNB), R. Kime (Myriapodes, IRSNB), F. Janssens (Collemboles, Université d'Anvers), C. Bareth (Diploures, Université de Nancy), Y. Thieren (Leiodidae et autres Coléoptères, Cercle des Entomologistes Liégeois) et H. Bruge (Staphylinidae, IRSNB). Les Acariens sont actuellement à l'étude chez des collègues polonais et une nouvelle espèce est en cours de description.

Bibliographie

- BAERT L., RANSY M. & DETHIER M., 2009. « Les Araignées cavernicoles de Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 48 : 5-16.
- BAKER A. & GENTY D., 1998. « Environment Pressure on Conserving Cave Speleothems : Effect on Changing Surface Land Use and Increased Save Tourism », *Journal of Environmental Management*, 53 : 165-175.
- BARETH C., 2000. « Les Diploures Campodéidés des grottes de Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 40 : 5-6.
- BARETH C. & DETHIER M., 2009. « Les Diploures Campodéidés de Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 48 : 17-24.
- BEGON J., BERNARD H. & DE FAUW R., 1957. « La grotte de Ramioul. Nouvelles régions », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 16 : 291-327.
- BOUILLON M. & HUBART J.-M., 1982. « Premiers résultats d'une expérience de trans-

- plantation de cavernicoles pyrénéens dans une grotte de Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 25 : 97-106.
- BROUWIR C., 1988. « Démographie d'un peuplement de Coléoptères troglobies pyrénéens (genre *Speonomus*) dans une grotte belge et aspects de leur biologie », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 28 : 7-67.
- CORS R., DETHIER M. & FAGOT J., 2004. « Etude hydrobiologique des eaux du Turon (commune de Theux, province de Liège, Belgique) », *Natura Mosana*, 57 (1) : 1-26.
- COSYNS G., 1907. « Essai d'interprétation chimique de l'altération des schistes et des calcaires », *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 31 : 10-37, pl. V à X.
- DELHEZ F., 1965. « Découverte d'une espèce nouvelle de Collembolés dans les grottes de Ramioul et des Végétations », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 19 : 53.
- DELHEZ F. & CHARDEZ D., 1970. « Protozoaires des grottes de Belgique », *Annales de Spéléologie*, 25 (1) : 107-137.
- DELHEZ F., DETHIER M. & HUBART J.-M., 1999. « Contribution à la connaissance de la faune des grottes de Wallonie », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 39 : 27-54.
- DELHEZ F., GILSON R. & HUBART J.-M., 1973a. « Étude préliminaire de la faune de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 22 : 329-349.
- DELHEZ F., GILSON R. & HUBART J.-M., 1973b. « Le laboratoire souterrain de Ramioul (Ramet, Province de Liège) », *Les Naturalistes belges*, 54 (9) : 409-421.
- DELHEZ F. & HUBART J.-M., 1965. « Note sur la présence d'un petit Bivalve, *Pisidium milium* Held, dans le réseau inférieur de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 19 : 1-4.
- DETHIER M., 1998. « La collection Delhez. 1. Catalogue provisoire », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 38 : 33-76.
- DETHIER M., 2007. « Les invertébrés des carrières souterraines de craie de l'est de la Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 46 : 73-95.
- DETHIER M. BRIFFOZ A., 2008. « Pullulations et hécatombes de moustiques », *Ecokarst*, 74 : 8-10.
- DETHIER M. & DEPASSE J., 2004. « Les papillons dans le monde souterrain », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 43 : 83-90.
- DETHIER M. & DEPASSE J., 2007. « La faune invertébrée de grottes de Neptune (anciennement Adugeoir) et du Pont d'Avignon (province de Namur, Belgique) », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 46 : 97-108.
- DETHIER M. & DUMOULIN CH., 2004. « L'estimation de la dérive faunique dans le milieu souterrain », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 46 : 91-100.
- DETHIER M., FAGOT J. & WALRAVENS E., 2000. « L'espèce rare », *Notes fauniques de Gembloux*, 41 : 51-60.
- DETHIER M. & HUBART J.-M. 2000a. « La récolte de la faune cavernicole », *Regards*, 38 : 2-5.
- DETHIER M. & HUBART J.-M., 2000b. « La collection Delhez. 2. Corrigenda et addenda », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 40 : 17-35.
- DETHIER M. & HUBART J.-M., 2003. « Nouvelles récoltes et observations concernant la faune souterraine de Wallonie », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 42 : 45-56.
- DETHIER M. & HUBART J.-M., 2004 (actualisé 2006). *Rapport préliminaire interne sur la diminution de la faune de la grotte de Ramioul*, Rapport dactylographié, 9 p.
- DETHIER M., HUBART J.-M. & VIVIER A., 2002. « Les *Speonomus* de la grotte de Ramioul : 30 ans de suivi d'une transplantation », *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 72 : 131-135.
- DETHIER M. & SCHOONBROODT J., 2006. « Qualité chimique et biologique des pertes et des résurgences du massif de Beaugard (Province de Liège) », *Regards*, 63 : 6-13.
- DISCRY, J.-P., 1993. « Séquence nostalgie : Opération Survie, 30 ans après », *Bulletin trimestriel des Chercheurs de la Wallonie*, 135 : 1-19.
- EK C., 1979. « Variations saisonnières des teneurs en CO₂ d'une grotte belge : le trou

- Joney à Comblain-au-Pont », *Annales de la Société géologique de Belgique*, 102 : 71-75.
- EK C., DELECOUR F. & WEISSEN F., 1968. « Teneur en CO₂ de l'air de quelques grottes belges. Technique employée et quelques résultats », *Annales de Spéléologie*, 23 (1) : 243-257.
- EK C. & GEWELT M., 1985. « Carbon Dioxide in Cave Atmospheres. New Results in Belgium and Comparison with Some Other Countries », *Earth Surface Processes and Landforms*, 10 : 173-187.
- EK C. & GODISSART J., 2005. CO₂ à la grotte de Ramioul, Rapport dactylographié, 9 p.
- EK C. & GODISSART J., 2008. *Les variations de la composition de l'air de la grotte de Ramioul*, Rapport dactylographié, 3 p.
- EK C. & GODISSART J., 2009. *Extreme Increase of CO₂ in Belgian Caves*, in *15th International Congress of Speleology Proceedings (Kerrville, Texas, U.S.A.)*, vol. 3, p. 1467-1473.
- EK C. & HUBART J.-M., 1988. *La grotte de Ramioul et son site. Problèmes d'environnement*, Livret-guide de l'excursion du 4 juin 1988 de la Société géographique de Belgique, 13 p.
- FAGOT J. & DETHIER M., 1998. « Estimation de la dérive faunique : progrès et limites », *Notes fauniques de Gembloux*, 35 : 83-97.
- GARBACKI N., 1996. « Contribution à l'étude de la flore et de l'écologie des plantes de quelques grottes de Wallonie », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 36 : 9-22.
- GODISSART J., 1994. « Le cycle annuel des températures du CO₂ dans la grotte de Fontaine de Rivière à Hamoir (Belgique) », *Service géologique du Luxembourg, CR du Colloque international de Karstologie à Luxembourg*, 27 : 181-185.
- GODISSART J. & DELVENNE P., 1975. « Observations sur les fluctuations du CO₂ de l'air émis par une caverne dans différentes conditions d'écoulement », *Annales de Spéléologie*, 30 (3) : 401-402.
- GOURBAULT N., 1971. « Turbellariés Tricladés des eaux souterraines d'Europe occidentale. Nouvelles données géonémiques », *Annales de Spéléologie*, 26 (1) : 14-19.
- HUBART J.-M., 1962. « Ramioul spéléologique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 18 : 298-310.
- HUBART J.-M., 1964. « La coloration des chantoirs de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 19 : 167-168.
- HUBART J.-M., 1966a. « Remarques préliminaires à l'étude de *Scoliopteryx libatrix* et de *Triphosa dubitata* », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 19 : 192-196.
- HUBART J.-M., 1966b. « Myriapodes cavernicoles », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 19 : 202-207.
- HUBART J.-M., 1966c. « Note sur le comportement d'un hôte de la grotte de Ramioul, *Choleva reitteri* Petri », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 19 : 197-201.
- HUBART J.-M., 1970a. « Quelques remarques sur le développement et le comportement d'*Anthophagus bicornis* Block », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 21 : 215-220.
- HUBART J.-M., 1970b. « Liste de quelques espèces nouvelles pour la faune descavernes de Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 21 : 199-206.
- HUBART J.-M., 1973a. « Étude du comportement saisonnier des Catopidae (genres *Choleva* et *Catops*) », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 22 : 33-417.
- HUBART J.-M., 1973b. « Urgence d'une protection des cavernes et biotopes souterrains de Belgique », *Naturalistes belges*, 54 (4) : 141-154.
- HUBART J.-M., 1974. « Une particularité remarquable du comportement de *Trechus obtusus* Erichs. », *Annales de Spéléologie*, 29 (4) : 667-670.
- HUBART J.-M., 1975a. « Une réserve à créer sans tarder : la grotte de Ramioul », *Bulletin R.N.O.B.*, 22 : 24-26.
- HUBART J.-M., 1975b. « Trois grottes remarquables en péril », *Naturalistes belges*, 56 : 83-89.
- HUBART J.-M., 1976. « Six espèces animales seront-elles radiées de la faune belge ? », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 23 : 281-284.

- HUBART J.-M., 1978. « Essai pour une politique globale et rationnelle de défense des sites souterrains », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 24 : 291-307.
- HUBART J.-M., 1982. « Compléments à l'inventaire faunistique de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 25 : 341-345.
- HUBART J.-M., 1983. « Note sur le milieu souterrain superficiel de Ramioul », *Bulletin de la Société de Recherches biospéologiques*, 1 : 14-21.
- HUBART J.-M., 1989. *Autrement dit... Essai sur la toponymie et la description de l'étage inférieur de la grotte de Ramioul*, Liège, Société spéléologique de Wallonie, 55 p.
- HUBART J.-M., 1990a. « Introduction de Coléoptères troglobies pyrénéens dans la grotte de Ramioul (Flémalle, Belgique). Nouvelles données et bilan actuel », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 30 : 103-114.
- HUBART J.-M., 1990b. « Cinquième menace sur le site classé des grottes de Rosée-Lyell », *UBS Info*, 16.
- HUBART J.-M., 1991. « Influence des visites touristiques sur l'hibernation des Chiroptères. Essai de quantification des perturbations et de leur impact sur les populations hibernantes », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 31 : 103-118.
- HUBART J.-M., 1994. « Relation des découvertes consécutives au creusement de la voie industrielle de contournement de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 34 : 107-118.
- HUBART J.-M., 1998. « *Tychobythinus belgicus* (Jeannel), 1948 (Coleoptera Pselaphidae). Découverte d'une nouvelle station », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 38 : 89-92.
- HUBART J.-M., 1999. *La grotte préhistorique de Ramioul*, Brochure éducative, 32 p.
- HUBART J.-M., 2000a. « Note sur quelques Gastéropodes subfossiles découverts sur les parois de la Grande Salle de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 40 : 61-64.
- HUBART J.-M., 2000b. « Quelques observations sur l'écologie et l'éthologie de la larve de *Tychobythinus belgicus* (Jeannel, 1948) », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 40 : 51-59.
- HUBART J.-M., 2001a. « Le milieu souterrain superficiel », *Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 295 : 17-109.
- HUBART J.-M., 2001b. « Les cavernicoles et l'argile », *Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 295 : 46-50.
- HUBART J.-M., 2001c. « Essai de contribution à la cohabitation des chauves-souris et des hommes. Sept années d'observations », *Geological Survey of Belgium Professional Paper*, 295 : 21-25.
- HUBART J.-M., 2002 (rev. 2003). *Rapport sur la présence de CO dans la grotte de Ramioul*, Rapport dactylographié, 4 p.
- HUBART J.-M., 2004. *Ramioul-Stenophylax : observations de l'année 1970 effectuées par J.-M. Hubart pour Y. Bouvet (Université de Lyon)*, Rapport dactylographié, 2 p.
- HUBART J.-M., 2007a. *Grotte 113*, Rapport dactylographié, 3 p.
- HUBART J.-M., 2007b. « Quelques observations sur l'éthologie de la larve d'*Ochtheophilus aureus* (Fauvel, 1869) », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 46 : 133-139.
- HUBART J.-M. & DETHIER M., 1999. « La faune troglobie de Belgique : état actuel des connaissances et perspectives », *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie*, 135 : 164-178.
- HUBART J.-M., XHAARD P., DUMOULIN P., MONSEUR R., ROOSENS J.-P. & DETHIER M., 2003. « La grotte Nicole », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 42 : 97-110.
- JANSSENS F. & DETHIER M., 2005. « Contribution à la connaissance des Collemboles des milieux souterrains de Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 44 : 145-165.
- JUBERTHIE C., DELAY B. & BOUILLON M., 1981. « Sur l'existence d'un milieu souterrain superficiel en zone calcaire », *Mémoires de Biospéologie*, 8 : 77-93.
- KÁROLY G., 1984. *A barlangi növényesedés elleni védekezés a Pal Völgyi barlang kiépített részén*, in *International Colloquy on Lamp Flora*, Budapest, p. 75-82.

- KOVÁCS H., 1989. *Paradoxical Consequences of the Impact Between Man and Cave*, in *Proceedings of the 10th International Congress of Speleology, Budapest, 2*, p. 606-607.
- LERUTH R., 1935. « Exploration biologique des cavernes de la Belgique et du Limbourg hollandais. XXI^{ème} contribution », *Natuurhistorisch Maandblad*, 12 : 147-152.
- LERUTH R., 1939. *La biologie du domaine souterrain et la faune cavernicole de la Belgique*, Bruxelles, Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle, n° 87, 506 p.
- LYSENKO V., 1975. « Changes in Cave Regime as a Consequence of General Public Accessibility (on the Example of Koneprusy Caves) », *Annales de Spéléologie*, 30 (4) : 719-724.
- MARTIN P., DE BROYER CL., FIERIS F., MICHEL G., SABLON R. & WOUTERS K., 2009. « Biodiversity of Belgian Groundwater Fauna in Relation to Environmental Conditions », *Freshwater Biology*, 54 : 814-829.
- MASSÉN F., EK C. & KIES A., 1997. *Carbon Dioxide*, in F. Massén (éd.), *The Moestroff Cave : a Study on the Geology and Climate of Luxembourg's Largest Maze Cave*, CRP-CU, p. 137-158.
- MASSOUD Z., 1965. « Description d'un nouveau genre de Collembole cavernicole d'Europe », *Annales de Spéléologie*, 20 : 431-434.
- MÉRENNE-SCHOUMAKER B., 1975. « Aspects de l'influence des touristes sur les microclimats de la grotte de Remouchamps », *Annales de Spéléologie*, 30 (2) : 273-285.
- PIRON J., 2006. *Contribution à l'étude du climat de trois cavités souterraines belges : la grotte de Ramioul, la grotte et abîme de Comblain-au-Pont et la carrière souterraine de Petit Lanaye inférieure*, Mémoire de licence en sciences géographiques à l'Université de Liège, 182 p. + annexes.
- PIRON J., ERPICUM M., EK C., GODISSART J. & WILLEMS L., 2007. « Contribution à l'étude du climat de trois cavités souterraines belges », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 46 : 155-169.
- QUINIF Y., 1985. « Aspects morpho-sédimentaires de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 26 : 171-178.
- QUINIF Y., 1986. « Datations U-Th dans la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 27 : 109-120.
- QUINIF Y., 1994. « Néotectonique dans la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 34 : 145-151.
- RASMONT P. & MERSCH PH., 1988. « Premières estimations de la dérive faunique chez les Bourdons de la Belgique », *Annales de la Société royale de Zoologie de Belgique*, 118 (2) : 141-147.
- ROCHEZ G. & DETHIER, M., 2005. « La galerie minière de la Chartreuse à Liège (Belgique) : un cas d'école », *Notes fauniques de Gembloux*, 57 : 81-86.
- SANCHEZ-MORALES S., SOLER V., CANAVERAS J.C., SANZ-RUBIO E., VAN GRIEKEN R. & GYSELS K., 1999. « Inorganic Deterioration Affecting the Altamira Cave, Northern Spain : Quantitative Approach to Wall-Corrosion (Solutional Etching) Processes Induced by Visitors », *The Science of Total Environment*, 243 /244 : 67-84.
- SLAGMOLEN C. & SLAGMOLEN A., 1989. « La maladie verte », *Regards*, 6 : 25-31.
- TERCAFS R., 2001. *The Protection of Subterranean Environment. Conservation Principles and Management Tools*, Luxembourg, P.S. Publishers, 401 p.
- TURQUIN M.-J. & CRAGUE G., 1994. « Impact de la gestion des eaux usées sur la biocénose cavernicole de la zone noyée et de la source du système karstique de la Rappe (Neuvilles/Ain, France) », *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 63 (9) : 337-348.
- THIBAUD J.-M. & MASSOUD Z., 1977. « Comparaison entre la faune des Collemboles épi-gés et cavernicoles de Ramioul (Belgique) », *Nouvelle revue d'Entomologie*, 7 (1) : 5-7.
- THIEREN Y., 2005. « Observation d'un taux élevé de mortalité chez *Choleva spadicea* Sturm en logette de diapause (Coleoptera, Leiodiidae) », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 44 : 227-229.

- THIEREN Y., 2006. « Seconde capture de *Tychobythinus glabratus* (Rye, 1870) en Belgique », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 45 : 113-115.
- THIEREN Y. & DETHIER M., 2006. « Les Coléoptères Leiodidae des grottes de Ramioul (commune de Flémalle, province de Liège) », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 45 : 117-127
- VANDEBOSCH A., 1921. « La grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 6 : 1-61.
- VAN DEN BROECK E., MARTEL E.A. & RAHIR E., 1910. *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*, Bruxelles, 2 tomes, 1586 p.
- VANDENVINNE R., 1987. « Le repérage en surface du réseau inférieur de la grotte de Ramioul », *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 28 : 199-203.
- VÉGH Z., 1984. *A barlangi lampflora elleni védekezés lehetőségei*, in *International Colloquy on Lamp Flora, Budapest*, p. 129-136.
- VERHEYDEN S., 2006. *Le taux de CO₂ dans la grotte de Ramioul est-il dangereux pour les concrétions ?*, Rapport dactylographié, 2 p.

Adresse des auteurs :

Michel DETHIER (Chercheurs de la Wallonie,
C.R.S.O.A.)

Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive
(Prof. E. Haubruge)

Faculté des Sciences agronomiques
B-5030 Gembloux

Jean-Marie HUBART
(Chercheurs de la Wallonie) (†)

J.-M. Hubart nous a quitté le 14 août 2009. Il n'a malheureusement pas pu voir la fin de ce travail, commencé avec lui de longue date, ni le relire. J'ai néanmoins tenu à l'y associer, mais il est bien entendu que je suis le seul responsable des erreurs qui pourraient s'y trouver.

Tableau annexe
Invertébrés des grottes de Ramioul

Groupes	Familles	Genres et espèces	R		V			N	L		A	M	NB	
			2	3	1	2	3	3	1	3	3	3		
PROTISTES	Bodonidae	<i>Bodo celer</i> Klebs	x										1	
	Oicomonadidae	<i>Oicomonas mutabilis</i> Kent	x										1	
	Centropyxidae	<i>Centropyxis minuta</i> Deflandre	x										1	
	Euglyphidae	<i>Euglypha laevis</i> Perty	x										1	
		<i>Trinema lineares</i> Penard	x										1	
	Reticulobasidae	<i>Phryganella acropodia</i> var. <i>penardi</i> Decloître	x										1	
	Amphileptidae	<i>Linotus fasciolata</i> Ehrenberg	x										1	
	Uronematidae	<i>Uronema elegans</i> Maupas	x										1	
	Cinetochilidae	<i>Cinetochilum impatiens</i> Penard	x										1	
Halteriidae	<i>Halteria grandinella</i> Dujardin	x										1		
PLANAIRES	Dendrocoelidae	<i>Eudendrocoelum remyi</i> de Beauchamp	x										2	
OLIGOCHETES	Lumbricidae	<i>Bimastus eiseni</i> Levinsen			x								3	
		<i>Bimastus tenuis</i> Eisen			x								3	
GASTEROPODES	Hydrobiidae	<i>Bythinella dunkeri</i> (von Frauenfeld)					x					x		
	Bithyniidae	<i>Bithynia tentaculata</i> (L.)	x										4	
	Ellobiidae	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso)					x					x		
	Endodontidae	<i>Discus rotundatus</i> (Müller)		x		x	x					x		
	Arionidae	<i>Arion hortensis</i> de Férussac		x								x		
	Vitrinidae	<i>Vitrina pellucida</i> (Müller)				x	x			x				
	Zonitidae	<i>Aegopinella nitidula</i> (Draparnaud)	x	x	x		x							
		<i>Aegopinella pura</i> (Alder)					x						x	
		<i>Vitraea crystallina</i> (Müller)	x	x	x	x	x			x		x		
		<i>Oxychilus cellarius</i> Müller	x	x	x		x			x		x		
	Ferussaciidae	<i>Cecilioides acicula</i> (Müller)		x			x						5	
	Clausiliidae	<i>Macrogastera rolphii</i> (Turton)											x	
		<i>Perforatella incarnata</i> (Müller)											x	
	Helicidae	<i>Trichia hispida</i> (L.)		x										6
<i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller)									x					
BIVALVES	Sphaeriidae	<i>Pisidium milium</i> Held	x										7	
		<i>Pisidium personatum</i> (Malm)								x			8	
ARAIGNEES	Dysderidae	<i>Harpactea hombergi</i> (Scopoli)					x							
	Pholcidae	<i>Pholcus phalangioides</i> (Fuesslin)		x										
	Liocranidae	<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall)					x							
	Anyphaenidae	<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer)				x								
	Agelenidae	<i>Tegenaria silvestris</i> L. Koch		x	x					x				
		<i>Histipona torpida</i> (L. Koch)		x										
	Amaurobiidae	<i>Cicurina cicur</i> (F.)		x										
		<i>Coelotes inermis</i> L. Koch					x							
		<i>Theridion</i> sp.	x											
	Hahniidae	<i>Hahnia helveola</i> Simon			x									
	Nesticidae	<i>Nesticus cellulanus</i> (Clerck)		x	x		x							
		<i>Meta menardi</i> (Latr.)	x	x	x	x	x			x				
	Tetragnathidae	<i>Metellina merianae</i> (Scopoli)		x	x									
		<i>Metellina mengei</i> (Blackwall)		x										
	Araneidae	<i>Zygiella atrica</i> (C.L. Koch)		x							x			
	Linyphiidae	<i>Walckenaeria mitrata</i> (Menge)	x	x										
<i>Dicymbium nigrum</i> (Blackwall)			x											
<i>Micrargus herbigradus</i> (Blackwall)			x			x								
<i>Porrhomma campbelli</i> F. Cambridge				x										
<i>Porrhomma convexum</i> (Westring)		x	x	x							x			
<i>Porrhomma egeria</i> Simon						x								
	<i>Microneta varia</i> (Blackwall)					x								

Tableau annexe (suite)
Invertébrés des grottes de Ramioul

Groupes	Familles	Genres et espèces	R		V			N	L		A	M	NB	
			2	3	1	2	3	3	1	3	3	3		
CHILOPODES	Himantariidae	<i>Stigmatogaster subterraneus</i> (Shaw)										x		
	Geophilidae	<i>Geophilus proximus</i> C.L. Koch		x										
		<i>Geophilus insculptus</i> Attems	x											
		<i>Strigamia crassipes</i> (C.L. Koch)		x										9
	Cryptopidae	<i>Cryptops hortensis</i> (Donovan)	x											
		<i>Cryptops parisi</i> Bröl.		x									x	
	Lithobiidae	<i>Lithobius microps</i> Meinert		x										
		<i>Lithobius macilentus</i> L. Koch		x										
		<i>Lithobius tricuspis</i> Meinert		x										
		<i>Lithobius cf. forficatus</i> (L.)					x							
<i>Lithobius calcaratus</i> C.L. Koch			x											
<i>Lithobius piceus</i> L. Koch			x											
Schendylidae	<i>Schendyla nemorensis</i> (C.L. Koch)		x											
OSTRACODES	Cyprididae	<i>Potamocypris villosa</i> (Jurine)											11	
COPEPODES	Cyclopidae	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	x	x										
		<i>Graeteriella unisetigera</i> (Graeter)		x	x									
	Canthocamptidae	<i>Bryocamptus typhlops</i> (Mrazek)			x									
		<i>Moraria varica</i> (Graeter)		x										
ISOPODES	Ligiidae	<i>Ligidium hypnorum</i> (Cuvier)		x									9	
	Trichoniscidae	<i>Androniscus dentiger</i> Verhoeff	x	x										
		<i>Haplophthalmus mengei</i> (Zaddach)	x	x									x	
		<i>Trichoniscus pusillus</i> Brandt					x							
	Oniscidae	<i>Oniscus asellus</i> (L.)		x	x								x	
	Philosciidae	<i>Philoscia muscorum</i> (Scop.)											x	
	Porcellionidae	<i>Porcellio scaber</i> Latr.		x			x							
Armadillidiidae	<i>Armadillidium vulgare</i> (Latr.)		x			x	x			x	x			
AMPHIPODES	Gammaridae	<i>Gammarus sp.</i>						x						
	Niphargidae	<i>Niphargus aquilex</i> Schiödte				x							10	
<i>Niphargus schellenbergi</i> Karaman		x						x						
COLLEMBOLES	Neanuridae	<i>Neanura muscorum</i> (Templeton)		x			x							
		<i>Gisinea delhezi</i> Massoud	x			x								
	Hypogastruridae	<i>Hypogastrura purpureascens</i> (Lubbock)	x	x		x	x							
		<i>Ceratophysella bengtssoni</i> (Agren)		x			x							
		<i>Schaefferia willemi</i> (Bonet)	x	x	x									
		<i>Deharvengiurus severini</i> (Willem)	x	x			x							
	Onychiuridae	<i>Deuteraphorura inermis</i> (Tullberg)											x	
		<i>Deuteraphorura cebennaria</i>											x	
		<i>Onychiurus arans</i> Gisin		x			x							
		<i>Onychiurus sublegans</i> Gisin	x											
		<i>Onychiurus argus</i> Denis	x			x								
		<i>Onychiurus ambulans</i> (L.)	x	x			x							
		<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg)		(x)			x							
	Tullbergiidae	<i>Supraphorura furcifera</i> (Börner)					x							
		<i>Mesaphorura yosii</i> (Rusek)		x										
	Oncopoduridae	<i>Mesaphorura cf. krausbaueri</i> (Börner)		x										
		<i>Oncopodura sp.</i>		x										
	Tomoceridae	<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock)	x	x	x	x	x							9
		<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg)					x						x	
		<i>Plutomurus unidentatus</i> (Börner)			x									
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg)			x	x									9	
<i>Pogonognathellus longicornis</i> (Müller)			x									x		
Isotomidae	<i>Folsomia candida</i> Willem	x	x		x	x			x					

Tableau annexe (suite)
Invertébrés des grottes de Ramioul

Groupes	Familles	Genres et espèces	R		V			N	L		A	M	NB	
			2	3	1	2	3	3	1	3	3	3		
DIPTERES	Culicidae	<i>Culex pipiens</i> L.		x	x		x						10	
	Bibionidae	<i>Penthetria funebris</i> Meigen			x									
	Limoniidae	<i>Limonia nubeculosa</i> Meigen	x	x	x		x							
	Trichoceridae	<i>Trichocera regelationis</i> L.			x		x							
	Phoridae	<i>Megaselia costalis</i> von Roser				x								
		<i>Megaselia rufipes</i> Meigen				x								
		<i>Megaselia vernalis</i> Wood				x								
		<i>Megaselia pleuralis</i> Wood				x								
		<i>Triphleba perenniformis</i> Schmitz				x								
		<i>Triphleba antricola</i> (Schmitz)				x			(x)					10
	Helomyzidae	<i>Eccoptomera praecox</i> Loew		x										
		<i>Eccoptomera pallescens</i> Meigen		x		x								
		<i>Amoebalaria amplicornis</i> Czerny				x								10
		<i>Amoebalaria caesia</i> Meigen				x								
		<i>Scoliocentre villosa</i> Meigen				x								
		<i>Helomyza dupliciseta</i> Strobl				x								
		<i>Helomyza modesta</i> Meigen				x								
		<i>Helomyza serrata</i> L.				x								
	Sphaeroceridae	<i>Crumomyia glabrifrons</i> Meigen				x								
		<i>Crumomyia glacialis</i> Meigen				x								
		<i>Crumomyia nigra</i> Meigen				x								
		<i>Stratioborborus roserii</i> Rondani		x		x								
		<i>Stratioborborus nitidus</i> Meigen				x								
		<i>Limosina bequaerti</i> Villeneuve				x								
		<i>Limosina crassimana</i> Haliday				x								
		<i>Limosina czizeki</i> Duda				x								13
		<i>Limosina racovitzae microps</i> Duda				x								
<i>Limosina siluatica</i> Meigen					x									
Drosophilidae	<i>Meoneura obscurella</i> Fallén				x									
Tachinidae	<i>Calliphora erythrocephala</i> Meigen				x									
PSOCOPTERES	Peripsocidae	<i>Ectopsocus briggsi</i> (McLachlan)					x							
Totaux espèces			342											
			130	137	90	14	85	14	6	9	10	51		
			214		161									

Intitulés des colonnes du tableau annexe

Cavités. R : Ramioul s. st.; V : Végétations; N: Nicole; L : Laminoir; A : Alunière; M : MSS.
Périodes. 1 : Leruth; 2 : Delhez; 3 : actuelle (v. texte).

Notes (NB) du tableau annexe

- Groupe non étudié par Leruth (1939), ni par nous, seulement par Delhez & Chardez (1970) et par Delhez *et al.* (1973).
- Dans une source temporaire proche de la grotte, aujourd'hui disparue (Gourbault, 1971 ; Hubart, 1971).
- Récoltes récentes (période actuelle, « 3 ») encore à l'étude ou indéterminées.
- Localisation de Delhez douteuse, il s'agit peut-être de la grotte Monceau (Dethier, 1998).
- Fragments de coquilles.
- Coquille vide.
- Dans le ruisseau de l'étage inférieur.
- Coquille vide et ancienne (subfossile ?).
- Espèce également (ou exclusivement) observée dans le Puits Ruwet.
- Espèce également (ou exclusivement) observée dans le Trou du Diable (aujourd'hui disparu).
- Récolté dans le Bruta (résurgence du ruisseau souterrain).
- À proximité immédiate de la grotte de Ramioul s. st.
- La validité de cette espèce est contestée.