



Quelques associations de bryophytes sur rochers de grès acides et bois pourrissant au Luxembourg

Jean Werner

80

2018

Travaux scientifiques
du Musée national
d'histoire naturelle
Luxembourg



Ferrantia est une revue publiée à intervalles non réguliers par le Musée national d'histoire naturelle à Luxembourg. Elle fait suite, avec la même tomatison, aux TRAVAUX SCIENTIFIQUES DU MUSÉE NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DE LUXEMBOURG parus entre 1981 et 1999.

Comité de rédaction:

Eric Buttini
Guy Colling
Alain Frantz
Thierry Helminger
Ben Thuy

Mise en page:

Romain Bei

Design:

Thierry Helminger

Prix du volume: 15 €

Rédaction:

Musée national d'histoire naturelle
Rédaction Ferrantia
25, rue Münster
L-2160 Luxembourg

Tél +352 46 22 33 - 1

Fax +352 46 38 48

Internet: <http://www.mnhn.lu/ferrantia/>
email: ferrantia@mnhn.lu

Échange:

Exchange MNHN
c/o Musée national d'histoire naturelle
25, rue Münster
L-2160 Luxembourg

Tél +352 46 22 33 - 1

Fax +352 46 38 48

Internet: <http://www.mnhnl.lu/biblio/exchange>
email: exchange@mnhn.lu

Page de couverture:

Le complexe de cavernes « Hollay » (Berdorf) est acide, sec et moyennement ombragé dans l'ensemble. Il peut illustrer la grande complexité des conditions micro-stationnelles de la couche muscinale sur les différentes parois et blocs diversement exposés, inclinés et plus ou moins fournis en eau par la porosité du grès ou par le ruissellement des précipitations.

Citation:

Jean Werner 2018. - Quelques associations de bryophytes sur rochers de grès acides et bois pourrissant au Luxembourg. Ferrantia 80, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 54 p.

Date de publication:

28 décembre 2018

(réception du manuscrit: juillet 2017)

Impression:

Imprimerie Reka

imprimé sur papier FSC

Ferrantia

80

**Quelques associations de bryophytes
sur rochers de grès acides
et bois pourrissant au Luxembourg**

Jean Werner

Luxembourg, 2018

Jean Werner, l'auteur de cette publication, est décédé le 22 octobre 2017. Il était collaborateur scientifique du Centre de recherche scientifique du Musée national d'histoire naturelle dès 1983 et il a régulièrement publié les résultats de ses recherches bryologiques au Luxembourg dans la série des Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle, poursuivie depuis 2002 sous le nom de Ferrantia. Il restera toujours un des auteurs les plus actifs et fidèles de notre série, avec un total de huit volumes publiés.

Son premier travail, publié en 1985 avec Philippe de Zuttere et René Schumacker dans le volume V des Travaux scientifiques, présentait la liste des 453 bryophytes et hépatiques du Grand-Duché de Luxembourg connus à cette époque. Ce travail fût suivi par la publication d'une première liste rouge des bryophytes en 1987 et de deux flores bryologiques des régions luxembourgeoises en 1992 et 1996. En 2003 parût une liste rouge des bryophytes entièrement révisée. Le Ferrantia 65 de 2011 intitulé "Les bryophytes du Luxembourg" présentait la liste annotée et un atlas des 601 taxons de bryophytes que Jean Werner avait recensés sur le territoire luxembourgeois. Finalement deux travaux phytosociologiques ont été publiés en 2016 et 2018 respectivement.

Le manuscrit de sa dernière publication nous a été soumis par Jean Werner en 2017, seulement quelques mois avant son décès. Ainsi les modifications mineures et les suggestions d'amélioration proposées par les relecteurs lors de notre procédure d'acceptation du manuscrit n'ont pas pu être réalisées. Néanmoins, vu la qualité remarquable du travail, nous avons décidé de le publier à titre posthume tel qu'il a été soumis, sans modifications autres que quelques corrections d'orthographe et de style, effectuées avec l'aide de son épouse Marie-Louise Werner-Braun.

Thierry Helminger

Comité de rédaction

Jean Werner

Quelques associations de bryophytes sur rochers de grès acides et bois pourrissant au Luxembourg

Table des matières

1. Introduction	9
2. Méthodologie	9
2.1 A propos de l' "autonomie" des associations de cryptogames	9
2.2 Travail de terrain	9
2.3 Délimitation géographique et choix des substrats	10
2.4 Ecologie et biodiversité	10
2.5 Nomenclature	10
3. Résultats floristiques	10
4. Associations et communautés observées	11
4.1 L'alliance du Nowellion curvifoliae Philippi 1965	11
4.1.1 Les végétations dominées par <i>Nowellia curvifolia</i>	11
4.1.2 Le Lophocoleo-Dolichothecum seligeri Philippi 1965	12
4.2 L'alliance du Tetraphidion pellucidiae v. Krusenstjerna 1945	13
4.2.1 Le Lepidozio-Tetraphidetum pellucidiae (Barkman 1958) Hauser 1961	13
4.2.2 Le Lepidozio reptantis-Mnietum horni Bardat 1993 et le Lepidozio reptantis-Cephalozietum lunulifoliae Lecointe & de Foucault 1976	13
4.2.3 Une nouvelle sous-association du Lepidozio reptantis-Mnietum horni à <i>Harpanthus scutatus</i>	15
4.2.4 L'Aulocomnietum androgyni v. Krusenstjerna 1945	17
4.2.5 Le Sphenolobetum helleriani Barkman 1958 et le Barbilophozietum attenuatae Bardat 1993	17
4.2.6 Le Dicranodontio-Anastreptetum orcadensis Ștefureac 1941	18
4.2.7 Le Dicranella heteromallae-Campylopodetum flexuosi Marstaller 1981	18
4.2.8 L'association à <i>Liochlaena lanceolata</i> - Description du Liochlaenetum lanceolati ass. nov.	18
4.2.9. Végétations à <i>Odontoschisma denudatum</i> et <i>Cephalozia catenulata</i> ou à <i>Geocalyx graveolens</i>	21
4.2.10 Les végétations à <i>Bazzania flaccida</i>	22
4.2.11 Les végétations dominées par <i>Bazzania trilobata</i>	22
4.3 L'alliance du Dicrano scoparii-Hypnion filiformis Barkman 1958	24
4.3.1 Le Dicrano scoparii - Hypnetum filiformis Barkman 1958	24
4.3.2 Le Mnietum horni Norr 1969	25
4.4 L'alliance de l'Isothecion myosuroidis Barkman 1958	25
4.4.1 Le Mnio horni-Isothecium myosuroidis Barkman 1958	25
4.5 La sous-alliance du Hedwigienion ciliatae (Philippi ex v. Hübschmann 1967) Marstaller 1982 et l'alliance du Grimmion hartmanii Hertel 1974	26
4.5.1 L'Hedwigietum albicantis Allorge ex Vanden Berghen 1953	26
4.5.2 Le Grimmietum hartmanii Störmer 1938	27
4.6 L'alliance du Diplophyllion albicantis (Philippi 1956) Bardat & Hauguel 2002	28
4.6.1 Le Diplophylo albicantis-Scapanietum nemorosae Šmarda 1947 ex von der Dunk 1972	28
4.6.2 Les végétations à <i>Tritomaria exsecta</i>	29
4.6.3 Les végétations à <i>Schistochilopsis incisa</i>	30

4.6.4	Le Cephalozietum bicuspidatae Haybach 1956	30
4.6.5	Végétations à <i>Campylopus fragilis</i> et l'association du <i>Heterocladietum heteropterae</i> Herzog 1943	30
4.6.6	Le Diphyscietum foliosi (Amann 1928) Philippi 1963	31
4.6.7	Le Bartramietum pomiformis v. Krusenstjerna ex v. Hübschmann 1967	32
4.6.8	Les végétations à <i>Pohlia cruda</i> ou <i>P. nutans</i>	32
4.7	L'alliance du Pogonatetion urnigeri (v. Krusenstjerna 1945) Philippi 1956 em. Marstaller 1984	33
4.7.1	Le Nardietum scalaris Philippi 1956	33
4.8	L'alliance du Calypogeienion muellerianae Marstaller 1984	33
4.8.1	Le Calypogeietum fissae Schumacker ex Philippi 1956	33
4.8.2	Le Calypogeietum muellerianae Philippi 1963	34
4.8.3	Le Calypogeietum integrisptipulae Marstaller 1984	35
4.8.4	Le Calypogeietum trichomanis Neumayr 1971	35
4.9	L'alliance du Schistostegenion pennatae Marstaller 1984	36
4.9.1	Le Schistostegetum osmundaceae Giacomini 1939	36
4.10	Sociologie de <i>Solenostoma hyalinum</i>	37
5.	Ecologie, phytogéographie et successions	37
5.1	Ecologie micro-stationnelle	37
5.1.1	Principaux paramètres	37
5.1.2	Essai de classement	38
5.2	Aspects phytogéographiques	40
5.3	Successions	40
5.3.1	Successions lentes	40
5.3.2	Successions brusques par rajeunissement du substrat	40
6.	Proposition de Liste rouge	40
7.	Conclusions	42
	Remerciements	42
	Littérature	43
	Annexe 1 : Synopsis phytosociologique	46
	Annexe 2 : Liste chronologique des relevés	48
	Annexe 3 : Abréviations utilisées dans les tableaux phytosociologiques	52
	Annexe 4 : Liste des espèces observées	53

Quelques associations de bryophytes sur rochers de grès acides et bois pourrissant au Luxembourg

Jean Werner

collaborateur scientifique

adresse de contact pour ce volume:
Musée national d'histoire naturelle
25, rue Munster L-2160 Luxembourg

Keywords: Plant sociology, bryophyte associations, acid sandstone rock, decaying wood, Luxembourg, Gutland, Red List, site micro-ecology.

Zusammenfassung

Einige azidophile Moosgesellschaften auf Sandstein und faulendem Holz aus Luxemburg

In dieser Studie werden etwa dreißig Moosgesellschaften vorgestellt, welche Sandstein im sauren Bereich, sowie faulendes Holz besiedeln. Ihr liegen 139 soziologische Aufnahmen zu Grunde, die zwischen 1984 und 2016 im Sandsteingebiet des Luxemburger Gutlandes (Lothringer Distrikt) durchgeführt wurden, und zwar besonders in der Kleinen Luxemburger Schweiz. Dieses Gebiet besitzt eine bewegte, felsreiche Topografie und bietet den Moosen Lebensräume mit besonderen Kleinklimata, in Bezug auf die Temperatur, das Lichtangebot und die Luftfeuchtigkeit.

Einige bemerkenswerte floristische Beobachtungen, welche im Laufe dieser Arbeit gemacht wurden, werden hier mitgeteilt. Die angetroffenen Gesellschaften und Gemeinschaften werden kurz besprochen, besonders unter einem floristischen und ökologischen Gesichtspunkt. Eine neue Subassoziation, mit *Harpanthus scutatus*, wird im Umfeld der Gesellschaft des Lepidozio reptantis-Mnietum horni Bardat 1993 (Tetraphidion-Verband) beschrieben. Eine verkannte Moosgemeinschaft mit

dem dominierenden Lebermoos *Liochlaena lanceolata* wird näher untersucht, nachdem die Aufnahmen des Autors mit denen aus der Literatur zusammengestellt wurden. Eine neue Moosgesellschaft - das *Liochlaenetum lanceolati* (Rodi, Hennecke & Haas 1976) Werner ass. nov. - wird formell beschrieben.

Es folgt ein Gesamtüberblick über diese Kryptogamengesellschaften mit Bezug auf die Mikroökologie der jeweiligen Lebensräume. Es wird versucht die Rolle der Temperatur, des Lichtangebotes und der Luftfeuchtigkeit zu veranschaulichen. Die pflanzengeografische Bedeutung mehrerer Gemeinschaften wird dargestellt (montane Sippen in der Hügellzone, ozeanische Einflüsse). Ein kleiner Kommentar wird der kurz- oder langfristigen Gesellschaftenfolge gewidmet. Es geht dem Autor besonders darum den Patrimonialwert mehrerer Assoziationen zu verdeutlichen, da ein großer Teil derselben in verschiedenem Maße bedroht ist, unter anderem durch menschliche Eingriffe und Klimawandel. Eine Rote Liste wird sodann - vorwiegend nach IUCN-Kriterien - für die betroffenen Gesellschaften aufgestellt.

Abstract

Some bryophyte associations on acid sandstone and decaying wood in Luxembourg

More than thirty bryophyte associations or communities of acid sandstone or decaying wood are dealt with in this paper, which is based on 139 phytosociological records, drafted between 1984 and 2016 within the sandstone area of Gutland (Bon Pays, Lorraine district, Luxembourg), especially so in the Petite Suisse Luxembourgeoise. In this region, due to the special rocky topography, one can observe rare microclimates and special ecologies

regarding temperature, available light and the moistness of the surrounding air.

Some recent remarkable floristic records made during the preparatory work for this paper are reported. The associations and communities observed are briefly commented, especially from an ecological and floristic point of view. A new sub-association with *Harpanthus scutatus* is described, as belonging to the Lepidozio reptantis-Mnietum horni Bardat 1993 (Tetraphidion alliance). An ill-known community, dominated by the

liverwort *Liochlaena lanceolata* is examined in more detail, taking into account the author's surveys and those from the sparse literature; a new association - *Liochlaenetum lanceolati* (Rodi, Hennecke & Haas 1976) Werner ass. nov. - is formally described.

These cryptogamic communities are then examined together, with respect to their site micro-ecology; an approximate classification shows the importance of temperature, light availability and the moistness of the surrounding air. With respect to phyto-geography, a great number of mountainous communities are

Résumé

Cette étude présente une bonne trentaine d'associations ou de communautés de bryophytes qui colonisent les rochers de grès acides ou le bois pourrissant. Elle est basée sur 139 relevés phytosociologiques dressés entre 1984 et 2016 dans la partie gréseuse du Luxembourg (Gutland, district lorrain) et tout particulièrement dans la Petite Suisse Luxembourgeoise. Cette région possède une topographie rocheuse accidentée et offre des écologies et des micro-climats particuliers au niveau de la température, de l'éclairage et de l'humidité atmosphérique.

Quelques observations floristiques remarquables et récentes, réalisées à l'occasion de ce travail, sont communiquées. Les associations et communautés rencontrées sont brièvement commentées, notamment sous l'angle écologique et floristique. Une sous-association nouvelle à *Harpanthus scutatus* est décrite au sein du *Lepidozio reptantis-Mnietum horni* Bardat 1993 (alliance du *Tetraphidion*). Une communauté méconnue, dominée par l'hépatique *Liochlaena lanceolata*, est examinée plus en

encountered here at low altitudes, while sub-oceanic influences are also much perceivable. Typical succession patterns - both on short and long term - are briefly commented. This paper stresses also the patrimonial value of many of these associations, a great number of which are threatened at various degrees, among others by human influence and climatic change; thus, a Red List is proposed for the most significant associations, which is roughly drafted along IUCN criteria.

détail, en regroupant les relevés de l'auteur avec ceux de la littérature ; une nouvelle association - le *Liochlaenetum lanceolati* (Rodi, Hennecke & Haas 1976) Werner ass. nov. - est formellement décrite.

Suit un examen d'ensemble de ces végétations cryptogamiques qui aborde la micro-écologie stationnelle des associations, avec un essai de classement qui met en avant le rôle de la température, de la luminosité et de l'humidité atmosphérique. L'intérêt phytogéographique (groupements montagnards à basse altitude, influences océaniques) de plusieurs communautés est aussi souligné. Un bref aperçu est donné sur les successions, lentes ou rapides. L'étude est globalement sous-tendue par le souci de reconnaître la valeur patrimoniale de nombreuses associations, dont une bonne part est menacée à des degrés divers, entre autres par les interventions humaines et le changement climatique. Une Liste Rouge, établie selon les critères inspirés de l'IUCN est établie au niveau des principales associations abordées.

1. Introduction

La flore bryologique du Luxembourg est désormais bien connue (Werner 2011, 2012 ; Werner & Hans 2013, 2015), mais au niveau de la sociologie des bryophytes il reste "du pain sur la planche". Trois décennies après le travail de Barkman (1949) sur certaines communautés épiphytiques de la Petite Suisse Luxembourgeoise, la sociologie du rare *Didymodon glaucus* a fait l'objet de quelques relevés (Werner 1987). Une nouvelle association observée dans les pelouses siliceuses sèches de l'Oesling - le *Leptodontietum gammescentis* Werner & Sauer 1994 - a ensuite été décrite (Werner & Sauer 1994). Enfin, Werner & Arendt (2016) se sont penchés sur la sociologie et la valeur patrimoniale des milieux fontinaux du Gutland (Bon-Pays, district lorrain) gréseux.

Or les formations de grès suscitent désormais un intérêt marqué au niveau de plusieurs disciplines scientifiques. Un des congrès du collectif interdisciplinaire international "Sandstone" a d'ailleurs eu lieu en 2005 à Vianden, à l'invitation de la Commission de sauvegarde de la Petite Suisse et de la région du grès de Luxembourg. Il est donc opportun de s'intéresser de plus près aux aspects phytosociologiques de la riche flore cryptogamique de cette région de grès, d'autant plus que la sociologie des bryophytes de la région contiguë allemande ("Ferschweiler Plateau, Südeifel") a déjà été examinée par Holz (1997). Il s'agit, en parallèle, de donner une "identité sociale" à plusieurs espèces rares ou peu citées en phytosociologie. Il s'agit enfin de montrer comment s'articule la remarquable biodiversité de ces sites en fonction des conditions micro-stationnelles contrastées.

Cette étude porte en premier lieu sur les rochers de grès acides, mais aussi sur les cortèges inféodés au bois pourrissant. Les rochers de grès de Luxembourg, notamment dans la Petite Suisse, sont généralement poreux et supportent une végétation bryophytique largement similaire à celle qui colonise le bois pourrissant ou l'humus brut, un phénomène déjà signalé par Marstaller (1990) pour l'"Elbsandsteingebirge" saxon. Ces communautés hébergent en outre des hépatiques parmi les plus remarquables de la région, dont il s'agit de préciser la sociologie.

2. Méthodologie

2.1 A propos de l' "autonomie" des associations de cryptogames

Il existe un débat quasi-philosophique sur la question de savoir si on est en droit de parler de vraies associations de cryptogames, ou s'il faut, au contraire, considérer la couche muscinale comme étant entièrement subordonnée à des unités de végétation plus vastes, par exemple telles ou telles associations forestières. Bardat & Hauguel (2002) ont fait le point à ce sujet et je partage leur opinion affirmative. La grande diversité des groupements de bryophytes rencontrés dans des sites comme les nôtres résulte, en fait, de la complexité des niches au niveau micro-stationnel. Le couvert forestier y joue certes un rôle majeur, mais il est loin d'être seul en cause. La nature physique (porosité !) et chimique (pH, présence ou non de calcaire) du substrat, le degré d'hygrométrie ou l'exposition, par exemple, sont des paramètres importants et parfois déterminants à petite échelle.

Concernant plus particulièrement l'hygrométrie il convient encore de distinguer entre l'humidité du substrat et celle de l'air ambiant (Werner 1998a) (voir plus loin).

2.2 Travail de terrain

Au total 139 relevés phytosociologiques ont été dressés pour ce travail. Une première série de 43 relevés remonte aux années 1986 à 1994 ; tous les autres ont été réalisés entre 2010 et 2016. C'est la méthode traditionnelle de l'école de Zurich-Montpellier (SIGMA) qui a été suivie, avec une estimation de l'abondance (entre + et 5) et de la sociabilité (entre 1 et 5). Il est vrai que ce dernier paramètre est parfois difficile à apprécier au niveau de la couche muscinale ; on a pu obtenir néanmoins une idée approximative du mode de groupement des bryophytes au sein de chaque surface choisie.

Les bryophytes ont été déterminées et mises en herbarium pour une bonne part (toutes les espèces rares ou critiques). Les spécimens sont conservés dans l'herbarium du Musée national d'histoire

naturelle à Luxembourg (LUX). En ce qui concerne les plantes autres que les bryophytes (lichens et phanérogames) une détermination a été tentée, donnant au moins le niveau du genre.

La surface des relevés varie considérablement selon la nature des groupements rencontrés ; des aires de 0,3 à 2 dm² ont paru judicieuses pour les surfaces portant de minuscules tapis d'hépatiques pionnières ; des aires supérieures ont été choisies notamment pour les sites rupestres colonisés par des mousses de plus grande taille.

2.3 Délimitation géographique et choix des substrats

La plupart des relevés ont été dressés dans la Petite Suisse Luxembourgeoise, délimitée selon Hans (1998) et Werner (1998b) ; d'autres proviennent des régions de grès à l'ouest de l'Alzette (vallées de l'Eisch et de la Mamer), ainsi que du massif forestier du "Gréngewald" (Grunewald). Le grès de Luxembourg appartient pour l'essentiel à l'étage Hettangien (Jurassique supérieur) ; à l'ouest du pays ces couches transgressent vers le Sinémurien (Werner 2011 : carte fig. 1).

Les substrats examinés ont été soit des rochers de grès acides plutôt ombragés et frais, soit du bois mort à pourrissant (troncs, branches ou souches), soit encore des talus rocaillieux-sablonneux plus ou moins humifères. Pour ce qui est du bois mort à pourrissant, précisons que quelques relevés ont été réalisés dans des régions non gréseuses du Bon Pays (Gutland) luxembourgeois. L'humidité des sites a été évaluée par simple observation de terrain.

2.4 Ecologie et biodiversité

Mon approche a privilégié le contexte écologique micro-stationnel des communautés et l'observation d'espèces remarquables, dont l'intérêt patrimonial est évident. Dans le cas présent il s'agit principalement d'hépatiques.

Il s'agit donc, en somme, d'une *illustration de la biodiversité dans un cadre sociologique*. Aussi les associations fréquentes à communes n'ont-elles fait l'objet que d'un petit nombre de relevés, donnés à titre d'exemple.

2.5 Nomenclature

La nomenclature se base sur Ros et al. (2013) pour les mousses et sur Ros et al. (2007) pour les hépatiques et les anthocérotes, compte tenu des mises à jour proposées par Hodgetts (2015). Au niveau de la syn-systématique phytosociologique, la nomenclature de Bardat & Hauguel (2002) a été choisie (avec de légères modifications), par opposition à celle de Marstaller (1993) et de Dierßen (2001), dont elle diffère principalement sur un point important. Ces derniers auteurs regroupent dans une seule méga-classe - les Cladonio-Lepidozietea reptantis Jez. & Vondr. em. Marst. 1992 - un très grand nombre de communautés acidophiles parfois fort dissemblables.

Vues depuis le terrain les choses ne sont néanmoins pas toujours très claires. Les espèces caractérisant différentes classes de communautés acidophiles se trouvent parfois mêlées, ce qui permet de comprendre le choix radical de Marstaller (1993). Il n'en demeure pas moins que la nomenclature proposée par Bardat & Hauguel (2002) permet une analyse plus fine, quoiqu'imparfaite, des réalités rencontrées sur le terrain.

Les communautés observées dans le cadre de cette étude peuvent être rattachées à quatre classes :

- les Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae v. Hübschmann 1976
- les Pogonato-Dicranelletea heteromallae v. Hübschmann 1967
- les Hypnetea cupressiformis Ježek & Vondráček 1962
- les Grimmio-Racomitrietea heterostichi (Neumayr 1971) Hertel 1974

L'annexe 1 donne la hiérarchie des syntaxons observés, y compris des variantes de peu de poids syn-systématique, mais intéressantes au niveau de la biodiversité ou de l'écologie.

3. Résultats floristiques

Le travail de terrain n'a donné "que" 101 espèces de bryophytes, alors que le petit pays en compte plus de six cents ; ce fait témoigne cependant d'une assez grande homogénéité des sites et des substrats

choisis. La liste des espèces (annexe 4) comprend 39 hépatiques, dont 21 sont rares dans le pays, voire au-delà dans les régions limitrophes de l'Europe occidentale ou moyenne. Parmi les 62 mousses seules huit espèces répondent au critère de rareté.

Au long de mes travaux phytosociologiques de nouvelles localités d'espèces rares ou remarquables ont été découvertes, dont la plupart ont déjà fait l'objet d'une publication (Werner 2011, 2012). Il s'agit notamment des hépatiques *Bazzania flaccida*, *Calypogeia suecica*, *Cephalozia catenulata*, *Crossocalyx hellerianus*, *Geocalyx graveolens*, *Neorothocaulis attenuatus*, *Odontoschisma denudatum*, *Riccardia latifrons*, *Scapania scandica* et *Scapania umbrosa* et des mousses *Dicranum fuscescens* et *Heterocladium flaccidum*. A cela il faut ajouter :

- Une deuxième localité luxembourgeoise de *Calypogeia suecica*. Voici les détails de cette observation :

Forêt du Gréngewald, commune de Niederranven (IFBL : L8.56), chemin vers la grotte de l'ermite Schetzel (le Bienheureux Schetzel), sur des bûches de bois entassées assez décomposées, exp. NW, leg. Werner 9973, 1.1.2016.

- Une quatrième localité luxembourgeoise de *Scapania scandica* peut aussi être donnée :

Mullerthal (IFBL: L8.18.44), pan de rocher humide dans le massif de l'Eilebuerg, en végétation pionnière, exp. NW, leg. Werner 9972, 9.3.2016.

La section des *Curtae* pose de sérieux problèmes de détermination en l'absence de périanthes bien développés (Schumacker & Váňa, 2005). Cependant le matériel récolté a viré au rouge-brun au séchage ; même en l'absence de périanthes et dans une forme non propagulifère, ces plantes aux feuilles fortement dentées se rapportent sûrement à cette espèce (cf. Paton 1999 : 356).

- Une deuxième localité luxembourgeoise de *Campylopus subulatus* a été découverte :

Allinster, Haertgeslay (IFBL: L8.37), 320 m, rocher de grès bien exposé (SW) et sec, sous léger couvert forestier, leg. Werner 7909, 11.11.2016, teste ! F. Hans.

4. Associations et communautés observées

L'échafaudage syn-systématique appliqué (voir plus haut) est donné en annexe 1. Les alliances et associations observées seront abordées ci-après dans le même ordre.

4.1 L'alliance du *Nowellia curvifolia* Philippi 1965

4.1.1 Les végétations dominées par *Nowellia curvifolia* (tab. 1, rel. 1- 5)

Les cinq premiers relevés sont dominés par *Nowellia curvifolia*, une hépatique dont l'extension manifeste est assez récente au Luxembourg. Il y a trente ans c'était encore une rareté, alors que 23 localités sont connues désormais au niveau des carrés de l'IFBL (ancien Institut floristique belgo-luxembourgeois, mailles de 4 x 4 km) (De Zuttere et al. 1985, Werner 2011 et données récentes non publiées) ; la même évolution a été constatée en Wallonie (Sotiaux & Vanderpoorten 2015).

Cette hépatique a donné son nom à l'alliance. Selon Lauer (2007) elle devrait également faire l'objet d'une association propre. Il est vrai que Marstaller (1993) cite une association dominée par *Nowellia* et *Riccardia palmata*, le Riccardio-Nowellietum curvifoliae Philippi 1965 ; mais *Riccardia palmata* n'a pas été observé au Luxembourg à ce jour.

Nowellia curvifolia semble avoir trouvé dans nos régions de nombreuses niches ombragées et humides au niveau du bois mort en voie de décomposition. Cette communauté peut néanmoins supporter des sécheresses ponctuelles, car les fins rameaux de *Nowellia* se recroquevillent parfaitement, grâce à leurs feuilles échancrées, jusqu'à devenir à peine décelables à l'œil nu. Selon Neumayr (1971) *Nowellia* envahit le bois mort en tant que premier pionnier, mais se maintient ensuite quand le bois ramollit et devient poreux. Effectivement le bois mort colonisé - surtout du bois de conifères - était parfois encore peu altéré par la pourriture (exception : les relevé 1 et 5, où ce bois était déjà devenu fort spongieux).

Tab. 1: Végétations à *Nowellia curvifolia*, l'association du Lophocoleo-Dolichothecum seligeri et une variante à *Calypogeia suecica*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
référence N°	2125	1740	1691	1461	2195	1170	1515	326	2130	1000	1801	330	2110
Substrat	X	X	X	X	X	R	X	X	X	X	X	X	X
exposition	SW	NE	NW	na	N	N	NNE	N	NW	NE	E	NW	N
pente (°)	0-10°	var.	± 30°	0-10°	25	60°	90°	70°	80	75°	90	45°	90°
surface (dm ²)	0,3	1,2	0,8	0,8	2,5	6	2	4	0,6	1	0,7	16,5	0,3
couverture (%)	99	85	95	100	95	85	100	80	80	60	100	85	85
nombre de bryophytes	2	5	3	5	5	3	3	3	4	2	3	9	5
<i>Nowellia curvifolia</i>	3.5	4.4	4.4	5.5	2.4								
<i>Lophocolea heterophylla</i>		1.1	2.1	+1		5.4	5.5	3.4				2.2	
<i>Herzogiella seligeri</i>				1.1				1.2	5.5	5.5	5.5	2.4	1.1
<i>Calypogeia suecica</i>												+2	4.3
NOWELLION													
<i>Riccardia latifrons</i>					2.4								
LEPIDOZIO-LOPH.													
<i>Lepidozia reptans</i>		+1		1.1	3.4								
<i>Dicranodontium denudatum</i>						+1							
<i>Cephalozia lunulifolia</i>													1.1
HYPNETEA													
<i>Hypnum cupressiforme</i>	4.5	+1	2.3	+1	+1	1.1	1.1	2.4			+1	3.5	1.1
<i>Dicranum montanum</i>		+1							1.1				
<i>Dicranum tauricum</i>									+1				
<i>Dicranum scoparium</i>												+2	
COMPAGNES													
<i>Kindbergia praelonga</i>							1.1		+1				
<i>Mnium hornum</i>										+1	+1		
<i>Cephalozia bicuspidata</i>												+2	2.3
<i>Calypogeia muelleriana</i>					+1								
<i>Dicranum fulvum</i>												1.2	
<i>Rhizomnium punctatum</i>												+1	
<i>Eurhynchium striatum</i>												+1	
<i>Cladonia thalle prim.</i>		1.1									1.1		
<i>Oxalis acetosella</i>								1.2					

Le relevé 5, effectué dans un vallon étroit et frais de la Petite Suisse, comporte en outre *Riccardia latifrons*, une hépatique caractéristique au niveau de l'alliance ; le bois pourrissant du tronc analysé y était déjà très spongieux.

4.1.2 Le Lophocoleo-Dolichothecum seligeri Philippi 1965 (tab. 1, rel. 6-13)

Les relevés 6 à 11 correspondent parfaitement à cette association presque exclusivement sapro-lignicole (le relevé 6 porte, il est vrai, sur un bloc de grès), commune dans une bonne partie de l'Europe. L'association semble assez tolérante en ce qui concerne l'humidité du substrat. On la découvre sur du bois de conifères ou de feuillus, en situation ombragée. Parfois *Herzogiella seligeri* fait défaut au seul profit de *Lopho-*

colea heterophylla ; c'est souvent le cas dans les vieilles pessières ; c'est surtout parce que cette hépatique est la première espèce colonisatrice du bois mort (la phase initiale, selon v. Hbschmann 1986). Parmi les espèces compagnes *Hypnum cupressiforme* (classe des Hypnetea) est fréquent. La richesse en espèces est assez faible.

Les deux derniers relevés (12-13) comportent une hépatique montagnarde très rare dans nos régions : *Calypogeia suecica*. Ces relevés sont dissemblables en ce sens que le premier - réalisé avec le regretté Léopold Reichling - concernait un tronc pourrissant de *Pinus* tout entier, en voie de décomposition avancée (cf. Ahrens 1992), alors que le second ne couvre qu'un tronçon de branche morte, où la pourriture était un peu moins avancée. Ahrens (1992) a publié plusieurs relevés dominés par *Calypogeia suecica* qu'il a classés

Tab. 2: L'association du Lepidozio-Tetraphidetum pellucidae.

relevé N°	1	2	3	4	5
référence N°	1602	1095	1117	403	2151
Substrat	X	X	R	X	S
exposition	na	N	na	NE	NW
pente (°)	±12	20	85	90	70
surface (dm²)	1,2	1,1	2	3	0,5
couverture (%)	95	100	99	90	100
nombre de bryophytes	4	3	3	6	3
<i>Lepidozia reptans</i>	4.5	5.5	4.2	4.4	4.4
<i>Tetraphis pellucida</i>				+1	2.2
LEPIDOZIO-LOPH..					
<i>Odontoschisma denudatum</i>				1.2	
POGONATO-DICRAN.					
<i>Calyptogea integristipula</i>			1.1	2.2	
<i>Scapania nemorea</i>	2.2				
<i>Dicranella heteromalla</i>					1.1
<i>Plagiothecium cavifolium</i>				+1	
<i>Cephalozia bicuspidata</i>				+1	
COMPAGNES					
<i>Cephaloziella divaricata</i>		1.4			
<i>Hypnum jutlandicum</i>		1.1			
<i>Dicranum scoparium</i>	+1				
<i>Mnium hornum</i>	1.2				
<i>Cladonia thalle primaire</i>					1.1

dans le Riccardio-Scapanietum umbrosae Philippi 1965. Or telles que les choses se présentent au Luxembourg, il semblerait plutôt qu'il s'agisse chez nous d'une variante du Lophocoleo-Dolichothecum seligeri.

Dans ces relevés on note encore la présence de *Cephalozia bicuspidata*, une hépatique favorisée par un ombrage continu et une atmosphère fraîche. Observons encore - cela vaut pour tous les relevés du Nowellion - la présence marquée de quelques mousses caractéristiques des Hypneta cupressiformis.

4.2 L'alliance du Tetraphidion pellucidae v. Krusenstjerna 1945

4.2.1 Le Lepidozio-Tetraphidetum pellucidae (Barkman 1958) Hauser 1961 (tab. 2)

Lepidozia reptans et *Tetraphis pellucida* sont deux bryophytes très communes dans notre région, pour peu que le milieu soit acide et ombragé et que le substrat soit assez poreux ; les substrats préférés

sont le bois pourrissant souvent déjà spongieux (cf. Neumayr 1971), les rochers de grès friables et frais et les talus sablonneux (et/ou) humifères.

Les relevés du tab. 2 sont des exemples des multiples sites où *Lepidozia* domine seul ou se trouve associé à *Tetraphis pellucida*. Il faut les rattacher au Lepidozio-Tetraphidetum pellucidae (Barkman 1958) Hauser 1961. En situation optimale (ombrage et humidité ambiante) *Tetraphis* est souvent observé avec des sporogones abondants (relevé 4 !). Dans ces exemples les espèces compagnes sont plutôt hétéroclites, avec une présence marquée des Pogonato-Dicranelletea, toujours avec de faibles taux de recouvrement.

4.2.2 Le Lepidozio reptantis-Mnietum horni Bardat 1993 et le Lepidozio reptantis-Cephalozietum lunulifoliae Lecointe & de Foucault 1976 (tab. 3, rel. 1-9)

Les relevés 1 à 9 du tableau 3 sont marqués par la présence simultanée de *Mnium hornum* et de *Tetraphis pellucida*. Ils correspondent au Lepidozio reptantis-Mnietum horni Bardat 1993, une association qui forme des ensembles parfois vastes sur des talus sablonneux-rocheux ombragés et acides, en situation pionnière à post-pionnière. Elle est très commune dans la région.

Mais les trois premiers relevés évoquent aussi le Lepidozio reptantis-Cephalozietum lunulifoliae Lecointe & de Foucault 1976, une communauté (sub-) océanique plus exigeante en termes d'humidité. Or, il s'agit de trois sites au niveau des gorges humides et tempérées de la Petite Suisse, connus pour leur méso-climat dit "atlantique". Les relevés 1 et 2 ont été dressés sur du bois de conifères pourrissant ; ils sont particulièrement riches en espèces (13 et 10) : On observe notamment trois hépatiques du Nowellion : *Riccardia latifrons*, *Lophocolea heterophylla* et *Syzygiella autumnalis*. Cette dernière espèce se rencontre souvent sur des rochers frais moyennement ombragés. Quelques espèces des Pogonato-Dicranelletea et des Dicranelletalia heteromallae se retrouvent dans ces relevés. A noter la présence de *Leucobryum juniperoides* (fig. 1) dans le relevé 3 ; cette mousse est très fréquente dans la Petite Suisse sur les rochers de grès sub-verticaux, ombragés et frais, généralement au sein du Tetraphidion.



Fig. 1: *Leucobryum juniperoideum*, une mousse fréquente, au sein du Tetraphidion, sur des parois de grès poreuses.



Fig. 2: Paroi de grès ombragée densément recouverte par le *Lepidozium reptans-Mnietum horni*.

Tab. 3: Les associations du *Lepidozio reptantis* - *Cephalozietum lunulifoliae*, du *Mnietum horni* et de l'*Aulocomnietum androgyni*.

Relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
référence N°	359	1603	2176	354	301	1705	1302	2105	2170	2175	2186
substrat	X	X	R	R	R	S	R	X	S	R	R
exposition	N	na	SW	na	NW	N	NE	SW	NW	NW	SE
pente (°)	var.	± 30	80	85	80	var.	85	85	90	90	120
surface (dm2)	13,5	1	3	24	20	2,4	7	0,4	2,5	1,8	1
couverture (%)	80	70	95	100	90	75	100	99	95	90	100
nombre de bryophytes	13	10	5	8	7	3	4	4	7	4	1
<i>Cephalozia lunulifolia</i>	+1	1.3	+1								
<i>Mnium hornum</i>	3.4	+1	3.3	4.1	4.4	1.2	2.4	1.1	1.3	3.4	
<i>Tetraphis pellucida</i>		1.1	2.4	+1	+1	3.2	4.4	5.5	2.1	1.4	
<i>Aulacomnium androgynum</i>										2.4	5.5
NOWELLION											
<i>Syzygiella autumnalis</i>	+1				+1						
<i>Riccardia latifrons</i>	1.2										
<i>Lophocolea heterophylla</i>		+1									
TETRAPHIDION											
<i>Lepidozia reptans</i>	3.2	1.1		1.1	2.2						
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	+1				1.4						
<i>Harpanthus scutatus</i>		1.3									
<i>Leucobryum juniperoideum</i>			2.1								
<i>Leucobryum glaucum</i>									1.1		
POGONATO- DICRAN.											
<i>Dicranella heteromalla</i>			2.2	+1		2.2	+1		2.4		
<i>Scapania nemorea</i>	1.1	+1			2.2						
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	1.1	+1									
<i>Diplophyllum albicans</i>				2.3					2.4		
<i>Lophozia ventricosa</i>	+1						+1				
<i>Calypogeia integristipula</i>	+1										
<i>Nardia scalaris</i>				2.2							
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>								+1			
<i>Atrichum undulatum</i>									+1		
COMPAGNES											
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2.3	+1									
<i>Rhizomnium punctatum</i>		+1			1.2						
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	2.3										
<i>Dicranum scoparium</i>	1.1										
<i>Polytrichum formosum</i>				1.1							
<i>Plagochila porelloides</i>				1.1							
<i>Lophocolea bidentata</i>								+1			
<i>Pohlia nutans</i> c.sp.									1.1		
<i>Isoetecium myosuroides</i>										1.1	
<i>Cladonia thalle primaire</i>	1.1										1.1

4.2.3 Une nouvelle sous-association du *Lepidozio reptantis*-*Mnietum horni* à *Harpanthus scutatus* (tab. 4)

Harpanthus scutatus est une hépatique saxicole, sciaphile et acidophile qui est peu connue en phytosociologie ; Bardat & Hauguel (2002) ne la

mentionnent même pas, mais Philippi (1986) a publié quatre relevés dominés par cette espèce. Or celle-ci est relativement fréquente - et parfois très abondante - dans la Petite Suisse Luxembourgeoise (fig.2, fig. 3), contrairement à la Wallonie voisine (Sotiaux & Vanderpoorten 2015). Comme *Harpanthus* figure également dans quatre relevés de Holz (1997), réalisés par cet auteur dans l'Eifel

gréseux contigu à la Petite Suisse, nous les avons ajoutés au tab. 4, ainsi que ceux dressés par Philippi (1986).

Mnium hornum a été observé dans tous les relevés dressés au Luxembourg. *Lepidozia reptans* est présent cinq fois sur six (fréquence V) ; *Tetraphis pellucida* ainsi qu'une dizaine d'autres espèces du Tetraphidion ont été notées régulièrement avec des fréquences de I ou II. Parmi les espèces relevant des Pogonato-Dicranelletea heteromallae seul *Scapania nemorea* possède une fréquence élevée (III). Or les relevés de Holz (1997) renseignent le *Scapania* dans tous ses quatre relevés, ce qui l'a amené à rattacher ces végétations au Diplophyllon albicans-Scapanietum nemorosae. Les relevés

de Philippi (1986) contiennent encore trois fois *Lophozia ventricosa*, autre espèce caractéristique des Pogonato-Dicranelletea heteromallae

Malgré ces nuances entre les trois groupes de relevés, cette communauté mérite à mon sens d'être reconnue comme une nouvelle sous-association du Lepidozio reptantis-Mnietum horni, dont elle partage les éléments essentiels. Je choisis le relevé 4 comme relevé-type de cette nouvelle sous-association, qui devrait s'appeler dès lors le Lepidozio reptantis-Mnietum horni harpanthutosum scutati Werner *subass. nov.* Le relevé 4 est riche de dix espèces, avec deux hépatiques remarquables *Tritomaria exsecta* et *Scapania umbrosa*, cette dernière - un élément du *Nowellion* - étant très rare au Luxembourg (Werner 2011).

Tab. 4: Une sous-association du Mnietum horni à Harpanthus scutatus (harpanthutosum scutati subass. nov.).

Légende: col. 7 : indices de fréquence ; col. 8 : 4 relevés de Holz (1997) ; col. 9 : 4 relevés de Philippi (1986).

Relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
référence N°	365	312	342	400	1520	1601		4 rel	4 rel
substrat	R	R	R	R	R	R			
exposition	N	W	NW	NE	NNE	NW			
pente	80°	80°	85°	45°	75°	80°			
surface (dm ²)	6	3,5	9	35	1,5	1			
recouvrement (%)	95	90	80	100	75	90			
nombre de bryophytes	7	8	9	10	5	4			
<i>Mnium hornum</i>	3.3	1.1	2.2	1.1	1.1	2.1	V	4	3
<i>Lepidozia reptans</i>	2.2	+1	+1	+1	+1		V	2	2
<i>Harpanthus scutatus</i>	3.4	2.3	2.2	2.4	3.3	5.4	V	4	4
LEPIDOZIO-LOPH.									
<i>Tetraphis pellucida</i>			+1		+1		II	1	1/
<i>Tritomaria exsecta</i>		+1		+1			II		
<i>Cephalozia lunulifolia</i>			1.1			+1	II		1
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	+1						I	1	
<i>Dicranodontium denudatum</i>	+1						I		
<i>Leucobryum juniperoides</i>		+1					I		
<i>Bazzania trilobata</i>			2.4				I		
<i>Campylopus flexuosus</i>				+1			I		
<i>Scapania umbrosa</i>				1.3			I		
POGONATO-DICRAN..									
<i>Scapania nemorea</i>	+1	2.3		1.1			III	4	3
<i>Diplophyllum albicans</i>			1.1		1.1		II		
<i>Dicranella heteromalla</i>		+1				1.1	II	2	
<i>Campylopus fragilis</i>					2.1		I	1	
<i>Pellia epiphylla</i>		1.1					I		
<i>Lophozia ventricosa</i>									3
COMPAGNES									
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+1			+1			II		
<i>Isoetecium myosuroides</i>			+1				I		
<i>Plagiochila porelloides</i>			1.1				I		
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>				3.4			I		
<i>Dicranum scoparium</i>				+1			I		

Cette sous-association sciaphile est exclusivement rupicole dans la région ; elle est favorisée par l'atmosphère humide des gorges et des vallons encaissés densément boisés, sans qu'on l'ait observée toutefois dans les sites les plus saturés en vapeur d'eau, comme c'est le cas pour plusieurs autres communautés décrites ici. Elle est souvent riche en espèces et relativement répandue, particulièrement dans les vallées autour de Berdorf et de Beaufort, mais aussi aux environs de Hollenfels, à l'ouest de l'Alzette.

4.2.4 L'Aulocomnietum androgyni v. Krusenstjerna 1945
(tab. 3, rel. 10 et 11)

Seuls ces deux relevés correspondent à l'Aulocomnietum androgyni v. Krusenstjerna 1945 ; et encore le premier fait-il la transition vers le Lepidozio reptantis-Mnietum horni examiné plus haut. Il s'agissait chaque fois de rochers sablonneux assez friables, situés en bord de route et soumis à une dessiccation temporaire. L'Aulocomnietum androgyni semble rare dans la région, alors que l'espèce *Aulacomnium androgynum* y est fréquente, mais présente généralement en petite quantité.

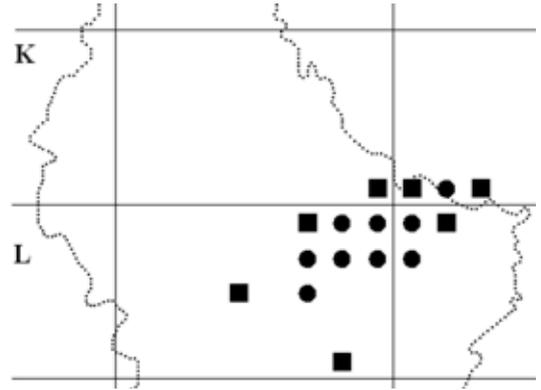


Fig. 3: Carte de répartition d' *Harpanthus scutatus* au Luxembourg.

4.2.5 Le Sphenolobetum helleriani Barkman 1958 et le Barbilophozietum attenuatae Bardat 1993
(tab. 5, rel. 1 à 3)

Bardat & Hauguel (2002) placent le *Sphenolobetum hellerianae* Barkman 1958 dans l'alliance du Nowellion. Les deux relevés (1 et 2) effectués au Luxembourg plaideraient plutôt pour une



Fig. 4: *Neoorthocaulis attenuatus*, port général avec tiges gemmifères abondantes, Roche d'Oëtre (Orne, France).

intégration au Tetrarhizium, mais il serait imprudent de conclure. En fait le relevé 2 appartient déjà au *Barbilophozietum attenuatae* Bardat 1993, illustré encore par le relevé 3, avec *Neorhizium attenuatum* comme espèce dominante.

Crossocalyx hellerianus est un des fleurons floristiques et bio-géographiques de la Petite Suisse (Schumacker et al. 1982) ; le nombre d'observations de cette minuscule hépatique reste limité (Werner 2011, carte 60), en partie sans doute à cause de la difficulté de la repérer, lorsque les propagules couleur rouge-bordeaux font défaut. Cette espèce colonise généralement le bois pourrissant en montagne, mais elle est toujours saxicole dans notre région. *Neorhizium attenuatum* est également assez rare chez nous, mais recouvre parfois des parois gréseuses à sablonneuses d'une certaine taille ; cette hépatique pourrait se trouver en régression récente pour des raisons qui restent à élucider. Elle ne passe pas inaperçue lorsque les plantes portent les tiges propagulifères si caractéristiques (fig. 4).

Ces deux communautés sciaphiles sont souvent riches (12 espèces au relevé 2 !) ; elles exigent une humidité atmosphérique élevée et constante ; ces conditions sont réunies dans quelques gorges et forêts de ravin rocheuses de la Petite Suisse, autour de Berdorf et de Beaufort.

4.2.6 Le *Dicranodontio-Anastreptetum orcadensis* Ștefureac 1941 (tab. 5, rel. 4 à 9)

Les relevés 4 à 9 illustrent cette association fréquente dans la Petite Suisse et dans quelques zones gréseuses attenantes. Le substrat est généralement constitué par des parois de grès ombragées et humides, parfois aussi par du bois (de conifères) en état de décomposition avancée. La première espèce caractéristique de cette association - *Anastrepta orcadensis* - n'a jamais été signalée au Luxembourg. Je l'avais observée en Allemagne avec le bryologue allemand Matzke près des crêtes du Hunsrück ("Im Stein, Forst Morbach", rocher de schiste, herb. Werner 4919, 1.11.1989), dans un milieu complètement différent (altitude > 600 m, pluviosité élevée, mais ombrage moins marqué).

L'association est fortement sciophile et aéro-hygrophile. La richesse en espèces est moyenne. *Dicranodontium denudatum* est particulièrement abondant dans les Zickzackschlëff (Berdorf),

où il est quasiment en contact direct avec les frondes d'*Hymenophyllum tunbrigense*. Ses feuilles caduques y assurent une propagation asexuée efficace. Le relevé 9 comporte *Campylopus flexuosus* et fait transition vers l'association suivante.

4.2.7 Le *Dicranella heteromallae-Campylopodetum flexuosi* Marstaller 1981 (tab. 5, rel. 10 & 11)

Campylopus flexuosus se rencontre généralement sur des sols forestiers acides et pauvres en nutriments ; mais parfois la mousse transgresse sur les rochers, comme dans ces deux relevés, qu'on peut rattacher à l'association décrite par Marstaller en 1981. Dès que la luminosité d'un site augmente (chute d'un arbre, chablis) *C. flexuosus* est remplacé par l'espèce invasive australe *C. introflexus* et on se rapproche de la classe des Ceratodonto-Polytrichetea piliferi Mohan 1978, essentiellement terricole et photophile.

4.2.8 L'association à *Liochlaena lanceolata* - Description du *Liochlaenetum lanceolati* ass. nov. (tab. 6, 6 bis)

a) Observations au Luxembourg

L'hépatique montagnarde *Liochlaena lanceolata* (= *Jungermannia leiantha*) est assez fréquente dans la Petite Suisse Luxembourgeoise (Werner 2011, carte 66) - tout comme dans d'autres régions gréseuses en Allemagne voisine (région de Trêves, Sarre, Palatinat ; Holz 1997) - alors qu'elle est rare dans les autres zones gréseuses du Luxembourg et dans plusieurs régions d'Europe limitrophes, par exemple en Wallonie (Sotiaux & Vanderpoorten 2015). Elle est parfois bien reconnaissable sur le terrain, grâce à ses grands périanthes cylindriques et ses limbes carrés-arrondis. On la trouve en général sur des rochers acides très frais et ombragés, souvent sur des blocs isolés, plus rarement aussi sur du bois de conifères pourrissant et humide. Cette espèce semble toutefois moins strictement liée à des milieux très acides, comme le démontrent les espèces compagnes occasionnelles comme *Plagiochila porelloides*, *Rhizomnium punctatum* et *Conocephalum conicum*.

Les sites visités dans ces sept relevés sont fréquemment exposés N(W) ; la richesse en

Tab. 5: Les associations du Sphenolobetum hellerianae, du Barbilophozietum attenuatae, du Dicranodontio-Anastreptetum orcadensis et du Dicranella heteromallae-Campylopodetum flexuosi.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
reference N°	341	364	327	1033	339	1035	1060	1118	1450	2135	1042
substrat	R	R	R	R	R	R	R	X	R	R	R
exposition	SW	NW	NW	N	W	N	N	na	NE	NNW	E
pente (°)	85	85	85	80	35	85	80	70	25	85	80
surface (dm2)	2,3	2.25	12,5	3,9	1,3	7,6	4	2,1	9	4	2,3
couverture (%)	70	95	65	90	99	95	100	95	95	100	100
nombre de bryophytes	6	12	4	7	7	6	4	2	10	6	2
<i>Crossocalyx hellerianus</i>	2.2	+1									
<i>Neorthocaulis attenuatus</i>	+1	2.2	2.3	+1							
<i>Dicranodontium denudatum</i>		1.2		3.4	4.3	2.2	4.4	4.4	2.2		
<i>Campylopus flexuosus</i>									2.1	4.4	3.2
LEPIDOZIO-LOPH..											
<i>Lepidozia reptans</i>	3.4	+1	1.2	+1	+1	+1		2.2	+1	1.4	
<i>Tetraphis pellucida</i>	1.2	+1	2.3			1.2	+1				
<i>Bazzania trilobata</i>		1.2			1.3				2.4		
<i>Leucobryum juniperoideum</i>				+1	1.2						
<i>Leucobryum glaucum</i>							3.4				
<i>Tritomaria exsecta</i>		+1		+1							
<i>Cephalozia lunulifolia</i>		+1				+1					
<i>Sphenolobus minutus</i>		1.1				+1					
<i>Cephalozia catenulata</i>		1.1									
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>		+1									
<i>Dicranum fuscescens</i>			+1								
POGONATO-DICRAN..											
<i>Diplophyllum albicans</i>		1.2							+1		
<i>Calpogeia integristipula</i>					1.1					+1	
<i>Scapania nemorea</i>									2.1	+1	
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>					+1						
<i>Lophozia ventricosa</i>											4.3
COMPAGNES											
<i>Mnium hornum</i>				1.3	1.1	3.4			1.1	2.4	
<i>Isoetecium myosuroides</i>	+1										
<i>Dicranum montanum</i>	+1										
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>				2.4							
<i>Hypnum cupressiforme</i>									1.2	3.3	
<i>Polytrichum formosum</i>							+1		+1		
<i>Dicranum scoparium</i>									+1		
<i>Cladonia thalle primaire</i>			4.3								
<i>Hypogymnia physodes</i>			1.2								

espèces est moyenne. Cette communauté est assez fragile, car elle a besoin d'un couvert forestier continu, gardant au frais les pans de rochers humides concernés. Heureusement plusieurs des sites visités sont situés dans des hêtraies en hautes futaies denses ou des forêts de ravin non exploitables.

b) Examen de la littérature

On trouve peu de choses sur cette communauté dans la littérature phytosociologique. Cinq relevés dominés par *Liochlaena* ont été dressés par

Holz (1997) dans la région frontalière allemande contiguë à la Petite Suisse ("Ferschweiler Plateau"), où affleure le même "Grès de Luxembourg". Philippi (1986), de son côté, avait déjà publié huit relevés réalisés dans la région d'affleurement du grès bigarré (Buntsandstein) de l'Odenwald et du Spessart, en Allemagne moyenne ; ses observations concernent des pans de rochers frais à humides, souvent situés sous surplomb. La première description de l'association remonte en fait à Rodi et al. (1976). Ces auteurs ont travaillé dans une région gréseuse du Bade-Württemberg

Tab. 6: L'association à *Liochlaena lanceolata* au Luxembourg.

Légende : col. 8 : Indices de fréquence.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8
référence N°	307	1303	1075	302	353	335	1003	
substrat	R	R	R	R	R	R	R	
exposition	NW	NE	NW	N	SE	NNW	NW	
pente	90°	70°	90°	65°	90°	60°	70°	
surface (dm2)	2,5	4,5	2	10	1,5	18	2	
couverture (%)	100	95	95	100	95	na	96	
nombre de bryophytes	7	5	2	3	7	5	6	
<i>Liochlaena lanceolata</i>	5.5	2.2	5.5	3.4	4.4	2.4	5.5	V
LEPIDOZIO-LOPH.								
<i>Lepidozia reptans</i>	+1	+1			+1	1.1		III
<i>Tetraphis pellucida</i>	+1				+1			II
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	+1							I
POGONATO-DICRAN..								
<i>Dicranella heteromalla</i>			+1					I
<i>Diplophyllum albicans</i>	+1				+1			II
<i>Scapania nemorea</i>		1.2						I
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>				1.4				I
<i>Calypogeia azurea</i>					1.2			I
<i>Atrichum undulatum</i>							1.1	I
<i>Plagiothecium cavifolium</i>							+1	I
COMPAGNES								
<i>Mnium hornum</i>	1.1			1.1		1.1		III
<i>Dicranum scoparium</i>		2.4						I
<i>Dicranum fulvum</i>		1.2						I
<i>Plagiochila porelloides</i>					2.2	4.3	1.1	III
CAL <i>Conocephalum conicum</i>	+1				+1			II
<i>Rhizomnium punctatum</i>						1.2	+1	II
<i>Brachythecium rutabulum</i>							+1	I

et ont dressé cinq relevés pour décrire, fort brièvement, une "Jungermannia lanceolata - Gesellschaft" qu'ils ne considéraient toutefois pas comme une bonne association à part entière, mais plutôt comme une "Lokalgesellschaft" qu'on devrait intégrer tout simplement au *Tetraphidietum pellucidiae* Philippi 1965.

c) Description formelle d'une nouvelle association

Cette situation ambiguë m'a amené à regrouper les dix-huit relevés de la littérature avec les sept effectués au Luxembourg (tab. 6bis). Il s'est avéré que les espèces compagnes sont très similaires dans les quatre groupes de sites et relèvent pour des parts presque égales de la classe des Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae et de celle des Pogonato-Dicranelletea heteromallae, avec tout de même une fréquence assez élevée pour *Lepidozia reptans* (III) et *Mnium hornum* (III), cette dernière

mousse étant très commune comme on l'a vu, dans plusieurs associations du *Tetraphidion*.

Contrairement à Rodi et al. (1976) cette communauté, loin d'être un phénomène local, mérite d'être considérée comme une bonne association, compte tenu du fait que sa composition est comparable dans les quatre régions concernées ; en plus ce sont des rochers de grès acides frais à mouillés (ces derniers dans deux relevés de Rodi et al. 1976) qui sont en jeu chaque fois.

J'ai choisi de considérer le relevé 1 (tab. 6) comme relevé-type, afin de décrire ici cette association en bonne et due forme : selon le dernier code de la nomenclature (Weber et al. 2000) elle devrait s'intituler le "*Liochlaenetum lanceolati* (Rodi, Hennecke & Haas 1976) Werner *ass. nov.*". La question se pose à quelles unités supérieures il

Tab. 6bis: Indices de fréquence des principales espèces du *Liochlaenetum lanceolati* (Rodi, Hennecke & Haas 1976) Werner ass. nov.

Légende : Col. 1 : Werner (7 rel., tabl. 6) ; col. 2 : Holz (1997) 5 rel., col. 3 : Philippi (1986), 8 rel., col. 4: Rodi et al. (1976), 5 rel. ; col. 5 : nombre total d'observations ; col. 6 : Synthèse des indices de fréquence pour les quatre régions.

relevé N°	1	2	3	4	5	6
Nombre de relevés	7	5	8	5	25	
<i>Liochlaena lanceolata</i>	V	V	V	V	25	V
LEPIDOZIO-LOPH..						
<i>Lepidozia reptans</i>	III		III	IV	12	III
<i>Tetraphis pellucida</i>	II	II		II	6	II
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	I		II	III	7	II
POGONATO-DICRAN.						
<i>Dicranella heteromalla</i>	I	II	II	I	7	II
<i>Diplophyllum albicans</i>	II		I	II	6	II
<i>Scapania nemorea</i>	I			III	4	I
<i>Atrichum undulatum</i>	I			III	4	I
<i>Cephalozia bicuspidata</i>			I	II	4	I
COMPAGNES						
<i>Mnium hornum</i>	III	II	III	I	11	III
<i>Plagiochila porelloides</i>	III				3	I
<i>Rhizomnium punctatum</i>	II			III	5	II

Tab. 7: Les végétations à *Odontoschisma denudatum* et à *Geocalyx graveolens*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6
référence N°	404	325	324	351	311	363
substrat	X	R	R	R	R	R
exposition	NE	NW	SW	ESE	W	SSE
pente	±20	75°	0°	±80°	85°	±90
surface (dm2)	4	7	18	14	17,5	3
couverture (%)	100	95	98	85	99	95
nombre de bryophytes	5	4	10	4	5	5
<i>Odontoschisma denudatum</i>	4.3	5.5	2.3			
<i>Cephalozia catenulata</i>			2.4			
<i>Geocalyx graveolens</i>				3.4	1.2	3.3
LEPIDOZIO-LOPH..						
<i>Lepidozia reptans</i>	2.2		+1		2.2	2.2
<i>Tetraphis pellucida</i>			+2	1.2	2.2	
<i>Bazzania trilobata</i>			+2	+2		
<i>Campylopus flexuosus</i>			1.2	1.2		
<i>Leucobryum glaucum</i>	2.2					
<i>Dicranum fuscescens</i>				1.2		
<i>Leucobryum juniperoideum</i>				2.4		
<i>Syzygiella autumnalis</i>				2.4		
<i>Cephalozia lunulifolia</i>					+1	1.1
COMPAGNES						
<i>Dicranum montanum</i>	1.1					
<i>Pohlia nutans</i>				+1		
<i>Dicranum scoparium</i>				+1		
<i>Polytrichum formosum</i>			+1			
<i>Schistochilopsis incisa</i>						1.3
<i>Mnium hornum</i>				2.2	3.4	
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	+1					
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>						+1
<i>Cladonia th pr.</i>	+1					

faut rattacher cette association. A titre provisoire je choisis l'alliance du Tetraphidion, comme l'ont fait les premiers descripteurs de l'association.

4.2.9. Végétations à *Odontoschisma denudatum* et *Cephalozia catenulata* ou à *Geocalyx graveolens* (tab. 7)

Il s'agit de groupements rares dans la dition, observés uniquement dans le cœur de la Petite Suisse.

a) Les végétations dominées par *Odontoschisma denudatum* ont été observées sur des troncs de conifères morts, humides et déjà fort poreux (forêt de Marscherwald, relevé 1), ainsi que sur des parois de grès humifères et fraîches au fond des gorges, autour de Beaufort et de Berdorf (relevés 2

et 3). Le relevé 3, très riche en espèces, comporte en outre *Cephalozia catenulata*, une hépatique rare au Luxembourg, bien caractéristique du Tetraphidion (Bardat & Hauguel 2002) et très exigeante en matière d'ombrage et de fraîcheur. Le site de ce relevé, un gros bloc diagonal ne se trouve pas loin des frondes d'*Hymenophyllum tunbrigense* !

b) Les trois derniers relevés sont caractérisés par *Geocalyx graveolens*, une communauté observée également par Holz (1997) en Allemagne voisine. Elle se rencontre parfois sur des rochers assez poreux, ombragés, frais à humides, souvent à proximité d'un ruisseau (Halerbaach !). Il ne semble pas que cette hépatique ait été mentionnée souvent dans la littérature phytosociologique.

N.B. 1 : le relevé 5 pourrait être intégré au Lepidozio reptantis-Mnietum horni examiné plus haut

N.B. 2 : Il y a trois décennies j'avais observé *Geocalyx* dans les Vosges du Nord, près de Romanvillers (F-57, vallée de la Messig), sur du grès vosgien peu humide ; la forte hygrométrie de cette partie du massif gréseux nord-vosgien pourrait compenser la relative sécheresse du site.

Presque toutes les espèces compagnes de ces végétations relèvent de l'ordre des Lophocoleetalia heterophyllae. Un rattachement au Tetraphidion s'impose pour les relevés dominés par *Odontoschisma denudatum* (cf. Dierßen 2001), de même que pour les végétations à *Geocalyx graveolens*. Il convient de préciser que ces communautés sont menacées en raison de leur grande rareté ; heureusement les principaux sites sont protégés soit au niveau européen (Directive Habitats), soit au niveau national.

4.2.10 Les végétations à *Bazzania flaccida* (tab. 8)

Bazzania flaccida est l'une des hépatiques les plus remarquables de la Petite Suisse Luxembourgeoise. Elle ne doit pas être confondue avec des formes appauvries de *B. trilobata* ! La particularité de cette espèce, d'après mes observations, c'est de rechercher des substrats de grès acide très ombragés, mais relativement secs ; une forte et constante humidité atmosphérique semble néanmoins requise. Aussi sa répartition se limite-t-elle aux vallons densément boisés les plus frais et encaissés de la Petite Suisse, autour de Berdorf et de Beaufort. Notons encore que *Bazzania flaccida* est rare non seulement au Luxembourg, mais dans la plupart des régions voisines, par exemple la Wallonie (Sotiaux & Vanderpoorten 2015).

Les espèces compagnes relèvent en grande partie des Lophocoleetalia heterophyllae ; *Mnium hornum* est présent dans les quatre relevés. Philippi (1986) a publié un relevé réalisé sur du grès bigarré (Buntsandstein) dans l'Odenwald ; ce relevé comporte tant *Lepidozia reptans* que *Tetraphis pellucida*. Dierßen (2001), enfin, situe *B. flaccida* dans le Tetraphidion, ce qui me semble approprié. Il ne semble pas, en revanche, que cette association ait des points communs avec les Grimmietelia hartmanii, comme l'affirment Bardat & Hauguel (2002), du moins en ce qui concerne notre région. Il faudrait disposer d'autres observations pour en dire plus sur cette

Tab. 8: Les végétations à *Bazzania flaccida*.

relevé N°	1	2	3	4
référenc N°	362	367	366	1990
substrat	R	R	R	R
exposition	NW	S	SSE	E
pente	90°	90°	85°	90
surface (dm ²)	8	12	6	1,2
couverture (%)	85	95	100	100
nombre de bryophytes	5	8	5	4
<i>Bazzania flaccida</i>	3.3	3.3	1.1	3.4
LEPIDOZIO-LOPH..				
<i>Tetraphis pellucida</i>		+1	3.2	
<i>Dicranodontium denudatum</i>	2.3			
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	+1			
<i>Plagiothecium succulentum</i>		+1		
<i>Lepidozia reptans</i>			1.2	
<i>Leucobryum juniperoidium</i>			2.1	
POGONATO-DICRAN.				
<i>Diplophyllum albicans</i>	1.2			
<i>Scapania nemorea</i>				+1
<i>Plagiothecium cavifolium</i>		+1		
COMPAGNES				
<i>Mnium hornum</i>	2.4	1.1	1.2	2.2
<i>Plagiochila porelloides</i>		+1		2.2
<i>Dicranum scoparium</i>		1.2		
<i>Hypnum cupressiforme</i>		+1		
<i>Lepraria</i> sp.		3.2		

communauté rare et menacée. Notons qu'une population importante, en bas du Tollbaach, près de Haller, a complètement disparu depuis le début du siècle !

4.2.11 Les végétations dominées par *Bazzania trilobata* (tab. 9)

Bazzania trilobata est bien plus répandu dans la région que *B. flaccida*. Tous les relevés ont été dressés sur des pans de grès ombragés et frais. L'hépatique *Lepidozia reptans* y figure toujours, plus au moins une autre espèce du Tetraphidion dans chaque relevé, notamment *Tetraphis pellucida* qui apparaît quatre fois sur six. Il est vrai que les espèces des Pogonato-Dicranelletea heteromallae sont aussi représentées, notamment *Diplophyllum albicans*. Malgré cela les communautés recensées relèvent du Tetraphidion, éventuellement comme une nouvelle variété du Lepidozio-Tetraphidetum pellucidiae.

Bardat & Hauguel (2002) placent toutefois les végétations dominées par *Bazzania trilobata* dans les Hypnetea cupressiformis, l'association

Tab. 9: Les végétations à *Bazzania trilobata*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6
référence N°	329	340	2110	318	1036	357
substrat	R	R	R	R	R	S
exposition	NW	SW	N	NE	NW	na
pente	75°	90°	90-95	80°	80°	40°
surface (dm ²)	50	20	3,6	50	3,92	350
couverture (%)	75	90	90	80	100	100
nombre de bryophytes	8	7	6	8	6	9
<i>Bazzania trilobata</i>	3.3	4.3	2.4	1.4	3.4	3.3
<i>Sphagnum quinquefarium</i>						4.4
LEPIDOZIO-LOPH.						
<i>Lepidozia reptans</i>	1.1	1.2	2.3	2.4	1.1	+1
<i>Tetraphis pellucida</i>	+1	+1	+1	1.2		
<i>Cephalozia lunulifolia</i>			+1			+1
<i>Dicranum fuscescens</i>	1.3					
<i>Dicranodontium denudatum</i>		1.1				
<i>Harpanthus scutatus</i>		+1				
<i>Syzygiella autumnalis</i>				1.2		
<i>Sphenobolus minutus</i>					1.1	
<i>Leucobryum glaucum</i>						2.3
POGONATO-DICRAN.						
<i>Diplophyllum albicans</i>	+1	+1	1.2		2.4	
<i>Lophozia ventricosa / silvicola</i>	2.4				+1	1.1
<i>Dicranella heteromalla</i>			1.2			
<i>Scapania nemorea</i>				+1		
<i>Cephalozia bicuspidata</i>		+1				
COMPAGNES						
<i>Solenostoma hyalinum</i>	+1					
<i>Dicranum fulvum</i>					+1	
<i>Dicranum montanum</i>				1.1		
<i>Plagiothecium laetum</i>				+1		
<i>Hypnum cupressiforme</i>				+1		
<i>Dicranum scoparium</i>						1.1
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>						1.1
<i>Polytrichum formosum</i>						1.1
<i>Cladonia</i> sp.	+2					
Lichen pulvérulent			2.2			

concernée étant le *Bazzanietum trilobatae* Bardat 1993, un groupement sciophile montagnard, corticole ou épixyle. Il est évident qu'il s'agit de deux groupements distincts autour de la même espèce. La grande hépatique n'a pas encore été observée chez nous sur du bois pourrissant, contrairement à ce qui se passe dans des sites montagnards d'Europe moyenne, par exemple autour de la haute tourbière de Hinterzarten, en Forêt Noire (D) (observation de l'auteur en 2016).

Dans le relevé 6 *Sphagnum quinquefarium* est associé à notre *Bazzania*. Il s'agit d'un talus sablo-rocaillieux acide et frais, situé aux bords d'une

vieille pessière dans un vallon abrité de la région de Hollenfels, à l'ouest de la vallée de l'Alzette. Ce même talus abrite aussi le rare *S. girgensohnii* qui est en voie de raréfaction (Werner 2011).

On peut ajouter encore que ce *Bazzania* se retrouve souvent (dans la Petite Suisse exclusivement !) en continuité avec une flore de sols forestiers acides, en compagnie de grandes pleurocarpes (*Loeskobryum brevirostre*, *Rhytidiadelphus loreus*...), où l'hépatique envahit de la pierraille en situation ombragée et fraîche. Ce dernier milieu n'a pas été examiné dans cette étude.

4.3 L'alliance du *Dicrano scoparii-Hypnion filiformis* Barkman 1958

4.3.1 Le *Dicrano scoparii - Hypnetum filiformis* Barkman 1958 (tab. 10)

Le premier relevé illustre une version appauvrie de l'alliance avec *Dicranum scoparium* et *Hypnum jutlandicum* ; ces deux espèces colonisaient du bois mort sur un talus en bord d'un chemin creux éclairé en hiver.

La présence de *Dicranum montanum* (rel 2 à 9) et de *D. tauricum* (espèce caractéristique au niveau de la classe, relevés 3 à 8) - ainsi que de trois espèces différentielles - situent incontestablement les relevés concernés dans le *Dicrano scoparii - Hypnetum filiformis* cité par Bardat & Hauguel (2002) dans le complexe cortico-humicole de l'alliance du *Dicrano scoparii-Hypnion filiformis*. Les relevés 2 et 3 pourraient, certes, tout aussi bien être classés dans le *Tetraphido pellucidae-Orthodicranetum stricti*

Hébrard 1973 que Bardat & Hauguel (2002) situent dans le *Tetraphidion*. A ce stade les limites entre les deux associations paraissent un peu floues.

On peut suspecter que la fréquence de *D. tauricum* dans cette association peut résulter d'une dégradation de la qualité de l'air, surtout dans les régions situées dans le vent des agglomérations polluantes (Hans 2009). Ainsi dans le SW de l'Oesling, très arrosé et au sol pauvre en calcaire, *D. tauricum* est-il devenu un épiphyte omniprésent.

Dans presque tous les sites visités le substrat occupé a été le bois mort à pourrissant, notamment des souches dans un stade de décadence initial à moyen. Le relevé 9 (réf. 2200) a été réalisé, par contre, sur un bloc ombragé et sec, mais exposé au SW ; on y a noté entre autres le rare *Campylopus subulatus*, une mousse du *Tetraphidion*, indicatrice d'une sécheresse périodique. Le dernier relevé (No 10) est difficile à classer avec certitude ; il illustre la présence fréquente de *Leucobryum glaucum* dans l'alliance du *Dicrano scoparii-Hypnion filiformis*, tout comme on peut l'observer souvent dans un contexte de *Tetraphidion*.

Tab. 10: L'association du *Dicrano scoparii-Hypnetum filiformis*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
référence N°	2150	2205	2115	2100	1802	1690	1001	2140	2200	2190
substrat	X	R	X	X	X	X	X	X	R	S
exposition	NE	SE	SE	S	E	N	NE	-	S	S
pente	30	90	85	80	80	12°	20°	0	90	75
surface (dm2)	1	2.2	3	2	0,3	3,8	1	0,4	0,6	1,6
couverture (%)	100	60	66	70	100	98	90	90	95	100
nombre de bryophytes	2	4	4	2	3	7	3	4	3	6
<i>Dicranum montanum</i>		2.3	3.3	3.2	2.2	4.4	4.4	3.3	3.4	
<i>Dicranum tauricum</i>			2.2	2.3	5.4	+1	2.1	3.2		
<i>Campylopus subulatus</i> .									2.1	
<i>Leucobryum glaucum</i>										4.5
DICR SCOP HYPNION										
D: <i>Dicranum scoparium</i>	5.5	+1				1.1				1.1
D: <i>Hypnum cupressiforme</i>		2.4			1.1	2.3	+1	2.2	1.1	+1
D: <i>Dicranoweisia cirrata</i>								1.1		
<i>Hypnum jutlandicum</i>	2.2									
LEPIDOZIO-LOPH.										
<i>Tetraphis pellucida</i>		2.3	2.2							
<i>Herzogiella seligeri</i>			+1							
<i>Lophocolea heterophylla</i>						+1				
<i>Plagiothecium curvifolium</i>						+1				
COMPAGNES										
<i>Mnium hornum</i>										+1
<i>Polytrichum formosum</i>						2.2				
<i>Dicranella heteromalla</i>										2.2
<i>Plagiothecium succulentum</i>										1.1
<i>Cladonia th. prim.</i>		1.1							2.2	

4.3.2 Le Mnietum horni Norr 1969 (tabl 11, rel. 1 à 3)

Les relevés 1 à 3 correspondent grossièrement à cette association très commune dans la dition. Deux de ces relevés sont caractérisés par la présence de *Dicranum fulvum*, une mousse fréquente dans la Petite Suisse (fig. 5), bien au-delà du Grimmietum hartmanii que nous verrons plus loin. Ces relevés comportent à la fois des espèces du Dicrano scoparii-Hypnion filiformis et du Tetraphidion ; ils pourraient donc aussi être intégrés à cette dernière alliance.

4.4 L'alliance de l'Isothecium myosuroidis Barkman 1958

4.4.1 Le Mnio horni-Isothecium myosuroidis Barkman 1958 (tab. 11, rel. 4 à 10)

Ces quatre relevés illustrent une association bien commune sur les blocs de grès de la Petite Suisse. L'association - caractérisée par *Isothecium myosuroides* et *Mnium hornum* - occupe des pans de rochers peu à moyennement inclinés, plutôt ombragés et moyennement frais. Dans trois relevés c'est encore *Dicranum fulvum* qui se joint à la communauté et offre une transition vers le Grimmietum hartmanii ; il s'agissait en fait des surfaces rocheuses moyennement éclairées et relativement sèches.

Tab. 11: Les associations du Mnietum horni et du Mnio horni-Isothecium myosuroidis.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
référence N°	2121	1110	2180	1600	345	347b	1078	347a	1401	1077
substrat	X	R	R	R	R	R	R	R	R	R
exposition	SW	NW	N	SW		SE	SE	SE	NE	NE
pente	90	90	70	60	30°	var.	70°	5-20	70°	15°
surface (dm2)	3	9	12	0,8	9	25	4	25	2,5	6
couverture (%)	90	60	75	85	100	100	98	100	100	90
nombre de bryophytes	3	6	6	3	6	5	2	5	8	5
<i>Mnium hornum</i>	5.5	3.4	3.3	2.1	1.2	2.2		2.2	2.4	1.3
<i>Isothecium myosuroides</i>				1.2	4.5	4.4	4.3	2.4	+1	2.4
<i>Dicranum fulvum</i>		2.2	2.2			2.2	3.3	1.2		
<i>Plagiothecium undulatum</i>									2.1	4.5
DICR SCOP HYPNION										
D: <i>Dicranum scoparium</i>	1.5	1.1			1.1				1.2	
D: <i>Hypnum cupressiforme</i>	+1		+1							1.1
<i>Dicranum montanum</i>				3.2		1.2		2.2		
<i>Isothecium alopecuroides</i>					2.3					+1
LEPIDOZIO-LOPHOCOL.										
<i>Lepidozia reptans</i>		1.3	1.1			+1				
<i>Tetraphis pellucida</i>		+1								
<i>Lophocolea heterophylla</i>		+1								
<i>Dicranodontium denudatum</i>									1.2	
<i>Harpanthus scutatus</i>									1.3	
COMPAGNES.										
<i>Plagiothecium nemorale</i>			1.3							
<i>Scapania nemorea</i>			+1							
<i>Loeskobryum brevirostre</i>					+1			4.5		
<i>Polytrichum formosum</i>					+1					
<i>Diplophyllum albicans</i>									1.1	
<i>Plagiochila asplenioides</i>									2.2	



Fig. 5: *Dicranum fulvum* à l'état humide.

Le relevé 8 est particulier : *Loeskobryum brevirostre* y occupe une position dominante. Il s'agit d'un site en faible pente, déjà recouvert d'humus ; cette grande mousse pleurocarpe est assez fréquente sur de petits blocs et éboulis déjà envahis par des groupements terricoles de seconde ou troisième génération.

Les relevés 9 et 10 contiennent encore une autre espèce caractéristique de la classe, à savoir *Plagiothecium undulatum*, une mousse dont les tapis épais occupent parfois le sol de vieilles pessières humides, sur sol acide. Sa présence dans ces deux relevés témoigne d'une forte hygrométrie au niveau de l'air ambiant des gorges et forêts de ravin de la Petite Suisse.

4.5 La sous-alliance du *Hedwigietum ciliatae* (Philippi ex v. Hübschmann 1967) Marstaller 1982 et l'alliance du *Grimmion hartmanii* Hertel 1974

4.5.1 L'*Hedwigietum albicantis* Allorge ex Vanden Berghen 1953 (tab. 12, rel. 1 et 2)

Le relevé 1 a été dressé dans un site rocheux entièrement à découvert. On devrait sans doute le situer dans l'*Hedwigietum albicantis* Allorge ex Vanden Berghen 1953, malgré la faible couverture d'*Hedwigia ciliata*. Le site était resté longtemps exposé au soleil, après une coupe rase effectuée à la fin des années 1970. Depuis lors le front rocheux est redevenu plus ombragé et *Hedwigia* devrait y avoir disparu. Le relevé 2 appartient aussi à cette association et constitue en même temps une transition vers le *Grimmietum hartmanii* examiné plus bas.

L'Hedwigietum est une association xérophile et photophile, marginale dans la Petite Suisse - les rares faites de rochers complètement exposés étant souvent fréquentés par les randonneurs - alors qu'elle est fort bien développée dans les Ardennes schisteuses, comme le montrent deux relevés "hors cadre" (OE1 et OE 2) dressés dans les années 1980-90 dans le Sud de l'Oesling (district ardennais luxembourgeois) et donnés à titre d'exemples.

4.5.2 Le Grimmietum hartmanii Störmer 1938
(tab. 12, relevés 3 à 8)

L'espèce caractéristique principale *Grimmia hartmanii* n'a jamais été observée dans le Bon pays luxembourgeois (Gutland), mais bien sur grès de Luxembourg, dans l'Eifel méridional, non loin de la frontière luxembourgeoise (Werner 1992) ; ce *Grimmia* est par contre très commun sur les

schistes ardennais exposés à faiblement ombragés (Werner 1996), en contact avec l'Hedwigietum ou d'autres grimmiacées photophiles.

Comme on peut le constater l'association est bien caractérisée chez nous par *Paraleucobryum longifolium* et la mousse différentielle *Dicranum fulvum* est souvent présente (relevés 5 à 8). C'est une des rares associations de la région qui colonise des blocs semi-ombragés, voire éclairés et secs, mais toujours sous couvert forestier peu perturbé par les activités humaines (cf. Poelt 1954). L'exposition est souvent au S ; la pente des sites est moyenne (10°-50°). La richesse en espèces compagnes est aussi moyenne ; elles appartiennent pour la plupart à la classe des Hypnetaea et non à celle des Grimmio-Racomitrietea heterostichi. Ajoutons encore que l'association semble être en léger recul, voire potentiellement menacée, depuis une dizaine d'années, peut-être suite aux changements climatiques (précipitations en augmentation, maladies du hêtre).

Tab. 12: Les associations du Hedwigietum albicantis et du Grimmietum hartmanii.

relevé No	OE	OE	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	2								
référence No			315	343	1301	331	313	1620	316	2145
substrat	RS	RS	R	R	R	R	R	R	R	R
Exposition	S	S	E	SSE	N	NNE	S	SE	E	S
pente	50° ± 80°		80°	40°	70°	10°	40°	50°	10°	50
surface (dm²)	48	24	9	13	20	na	21	3,5	40	5,4
recouvrement (%)	50%	75%	5	95	92	95	70	95	95	70
Nombre de bryophytes	6	5	4	4	2	4	4	5	7	4
<i>Hedwigia ciliata</i>	1.2	2.2	+1	3.2						
<i>Paraleucobryum longifolium</i>				3.4	3.3	3.4	1.3	1.2	2.4	1.1
D: <i>Dicranum fulvum</i>							2.2	3.4	2.4	2.4
GRIMMIO-RACOMITRIETEA										
<i>Racomitrium heterostichum</i>	2.3									
<i>Grimmia trichophylla</i>		2.2	1.2							
<i>Ceratodon purpureus</i>	2.2	+1	+1							
<i>Racomitrium ericoides</i>	2.2									
<i>Racomitrium elongatum</i>		3.3								
HYPNETEA										
<i>Isothecium myosuroides</i>				1.2		1.3	2.1	+1	1.2	1.2
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+1			1.1			1.1		1.3	3.4
<i>Dicranum montanum</i>									+1	
<i>Dicranum scoparium</i>									1.2	
COMPAGNES										
<i>Polytrichum piliferum</i>	2.3	1.1								
<i>Mnium hornum</i>					3.4	3.4		3.2		
<i>Pohlia nutans</i>			+1							
<i>Lepidozia reptans</i>						+1		1.1		
<i>Polytrichum formosum</i>									1.2	
<i>Cladonia</i> sp. th prim.								1.1		

4.6 L'alliance du Diplophyllion albicantis (Philippi 1956) Bardat & Hauguel 2002

4.6.1 Le Diplophyllum albicantis-Scapanietum nemorosae Šmarda 1947 ex von der Dunk 1972 (tab. 13)

Cette association bien documentée est commune dans la région et a fait l'objet de treize relevés. L'association est caractérisée par *Scapania nemorea* et *Diplophyllum albicans*. Les deux espèces caractéristiques n'ont été vues que trois fois ensemble.

Elle est très répandue, notamment sur des pans de grès et des talus sablonneux-rocheux, à condition que le substrat soit assez frais et ombragé ; des sécheresses temporaires sont cependant bien supportées. Notons que la plupart des relevés contiennent plusieurs espèces des Lepidozio-Lophocoletea ; *Mnium hornum* semble aussi être une compagne assez fidèle. La richesse en espèces peut être élevée (relevés 2, 3, 11).

Les relevés 3 et 4 sont caractérisés par la présence massive de *Scapania scandica*, une hépatique acidophile très rare dans nos régions (Werner 2011), que Bardat & Hauguel (2002) comptent parmi les espèces caractéristiques au niveau de la classe.

Tab. 13: L'association du Diplophyllum albicantis-Scapanietum nemorosae, id. variante à Scapania scandica.

Relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Référence N°	1090	1701	333	2147	306	350	1115	1064	1304	1041	358
substrat	S	R	S	R	R	R	R	S	R	R	X
exposition	E	NW	NW	NW	NNW	na	N	N	SE	N	N
pente (°)	60	70	85	90	80	90	90	85	±90	85	var.
surface (dm ²)	1,5	7	0,1	0,5	1,5	12,2	0,8	3	2	4,5	9
couverture (%)	85	95	100	90	100	98	80	100	80	95	95
nombre de bryophytes	6	8	9	2	7	3	7	5	4	4	9
<i>Diplophyllum albicans</i>	3.5	2.4	2.3		4.4	5.5	2.2				
<i>Scapania nemorea</i>	4.4	1.2	1.1					4.3	4.2	3.3	3.4
<i>Scapania scandica</i>			3.3	5.5							
POGONATO-DICRAN.											
<i>Dicranella heteromalla</i>		+1	1.1		1.1	2.1			+1		
<i>Cephalozia bicuspidata</i>		+1	1.1				+1				
<i>Calypogeia integristipula</i>							+1				
<i>Solonostema hyalinum</i>			2.1								
<i>Lophozia silvicola</i>										1.3	1.2
LEPIDOZIO-LOPH.											
<i>Lepidozia reptans</i>	+1				1.1		+1				3.3
<i>Leucobryum glaucum</i>		3.2						2.3			+1
<i>Liochlaena lanceolata</i>					1.1		1.1				
<i>Syzygiella autumnalis</i>										2.4	+1
<i>Tritomaris exsecta</i>											1.3
<i>Aulacomnium androgynum</i>					+1						
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>					+1						
COMPAGNES											
<i>Mnium hornum</i>	1.1	1.1	1.1	1.1			+1	+1	1.1	+1	
<i>Rhizomnium punctatum</i>	+1	+1	+1								
<i>Polytrichum formosum</i>	+1	+1						+1			
<i>Hypnum cupressiforme</i>							+1		+1		1.3
<i>Dicranum scoparium</i>								2.2			+1
<i>Lophocolea bidentata</i>			+1								
<i>Plagiochila porelloides</i>					2.1						
<i>Dicranum montanum</i>											+1
<i>Amphidium mougeotii</i>						1.1					
lichen pulv blanc										1.1	

Tab. 14: L'association du *Diplophyllum albicans*-*Scapanietum nemorosae* : variantes à *Schistochilopsis incisa* ou à *Tritomaria exsecta* ; les associations du *Cephalozietum bicuspidatae* et du *Nardietum scalaris*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
référence No	2196	1451	1621	328	360	1735	337	2155	2146	1061
substrat	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
exposition	NE	NE	S	S	SE	na	W	N	N	N
penne	25	45°	25°	var	var	90	80	90	90	70
surface (dm2)	0,5	0,3	6	0,8	1	0,6	10,5	0,6	0,2	0,7
couverture (%)	100	100	100	80	95	100	70	40	90	100
nombre de bryophytes	4	8	4	8	7	3	4	4	4	5
<i>Tritomaria exsecta</i>	3.4	3.3	3.3							
<i>Schistochilopsis incisa</i>				3.4	3.4					
<i>Cephalozia bicuspidata</i>						3.3	2.2	2.4	5.5	+1
<i>Nardia scalaris</i>										3.2
POGONATO-DICRAN..										
<i>Scapania nemorea</i>	4.3	1.1	2.3		2.2					
<i>Diplophyllum albicans</i>	1.1	+1		1.3		4.4	3.3	2.4		4.4
<i>Dicranella heteromalla</i>					1.1	1.3	2.2	+1		1.2
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>				+1						
<i>Calypogeia azurea</i>				1.2						
<i>Lophozia silvicola</i>		+1								
<i>Rhabdoweisia fugax</i>						1.1				
<i>Plagiothecium nemorale</i>									+1	
<i>Pleuridium acuminatum</i>										+1
LEPIDOZIO-LOPH..										
<i>Lepidozia reptans</i>		1.1		+1	1.1					
<i>Tetraphis pellucida</i>				1.1						
<i>Cephalozia lumulifolia</i>		2.1								
<i>Dicranodontium denudatum</i>		2.2								
<i>Harpanthus scutatus</i>				+1						
COMPAGNES										
<i>Mnium hornum</i>		1.1		+1	2.2			+1	+1	
<i>Isothecium myosuroides</i>			1.1							
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>					+1					
<i>Polytrichum formosum</i>			1.1		+1					
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+1									
<i>Brachythecium rutabulum</i>									1.1	
<i>Baeomyces</i> sp.				1.1						
<i>Hedera helix</i>				+1						

Dans le relevé 4 cette espèce domine même seule, en tant que pionnière sans doute fugace, sur un pan de rocher ombragé et frais. Pour le relevé 3 il s'agissait d'un talus rocaillieux-sablonneux frais ombragé, situé aux bords d'un parking touristique.

Le relevé 11 doit être regardé à part : bien que *Scapania nemorea* soit noté avec une couverture assez élevée, la moitié des huit autres espèces appartiennent au Lepidozio-Lophocoletea, avec quelques hépatiques rares ; il s'agissait d'un morceau de tronc de pin pourrissant, situé sur un rocher moussu, frais et ombragé.

4.6.2 Les végétations à *Tritomaria exsecta* (tab. 14, rel. 1 - 3)

Cette hépatique est généralement plus rare dans le "Bon Pays" que *T. exsectiformis*, sauf dans la Petite Suisse, d'où viennent les trois relevés (cf. Werner 2011 : carte 61). *Tritomaria exsecta* se retrouve fréquemment dans les tapis denses de petites hépatiques pionnières observées sur des surfaces rocheuses fraîches, parfois aussi sur le bois pourrissant, mais la petite hépatique est rarement dominante. Ces communautés peuvent, en outre,

Tab. 15: Les végétations à *Campylopus fragilis* ; l'association du Heterocladietum heteropteri.

relevé N°	1	2	3	4	5
référence No	1765	355	356	1452	1751
substrat	R	R	R	R	R
exposition	NE	N	N	NE	E
pente	85	90°	130°	60	90
surface (dm ²)	0,25	3,1	8	1	0,56
couverture (%)	100	98	100	100	50
nombre de bryophytes	5	6	2	4	3
<i>Campylopus fragilis</i>	4.1	3.4	3.2		
<i>Heterocladium heteropterum</i>				4.4	
<i>Heterocladium flaccidum</i>					3.4
POGONATO-DICRAN..					
<i>Scapania nemorea</i>	1.1	1.1		2.4	
<i>Diplophyllum albicans</i>		1.1			
<i>Dicranella heteromalla</i>		2.2			
<i>Cephalozia bicuspidata</i>		+1			
<i>Pohlia cruda</i>			2.4		
<i>Plagiothecium cavifolium</i>					+1
COMPAGNES					
<i>Mnium hornum</i>	2.1	1.3		+1	
<i>Lepidozia reptans</i>	3.2				
<i>Cephalozia lunulifolia</i>	1.1				
<i>Rhizomnium punctatum</i>				3.4	
<i>Thamnobryum alopecurum</i>					1.1
<i>Lepraria</i> sp.			3.2		

être riches en espèces (huit bryophytes dans le relevé 2). Elles pourraient être considérées aussi comme une simple variante du *Diplophyllum albicans*-*Scapanietum nemorosae*.

4.6.3 Les végétations à *Schistochilopsis incisa* (tab. 14, rel. 4 et 5)

L'hépatique *Schistochilopsis incisa* (= *Lophozia incisa* auct.) est très rare au Luxembourg et n'a été observée que dans les vallons les plus frais de la Petite Suisse, toujours en petite quantité. Les espèces compagnes observées dans ces deux relevés caractérisent tant des *Lepidozio*-*Lophocoletea heterophyllae* (*Lepidozia reptans* !) que des *Pogonato-Dicranelletea heteromallae*, avec un avantage numérique assez évident pour cette dernière classe et pour l'alliance du *Diplophyllion albicans*. On peut considérer cette communauté comme une autre variante du *Diplo-*

phyllum albicans-*Scapanietum nemorosae*. Elle occupe souvent des fissures fraîches, ombragées et protégées, là où la roche est assez friable et exempte de calcaire. En plus elle est très sensible aux variations infimes du milieu ambiant et paraît s'être raréfiée depuis la fin du XXe siècle.

4.6.4 Le *Cephalozietum bicuspidatae* Haybach 1956 (tab. 14, rel. 6-9)

Ces quatre relevés sont des exemples d'une association pionnière typique et fréquente dans toute la région d'affleurement du Grès de Luxembourg. Les expositions sont diverses, tout comme la pente des rochers frais colonisés. De nature pionnière, cette association évolue vers des tapis de mousses pleurocarpes, mais elle peut aussi être soumise à une érosion lente et continue et se maintenir pour une durée assez longue au même endroit (v. infra "successions"). Les espèces compagnes, généralement en petit nombre, relèvent pour l'essentiel du *Diplophyllion albicans*.

4.6.5 Végétations à *Campylopus fragilis* et l'association du *Heterocladietum heteropterae* Herzog 1943 (tab. 15)

a) *Campylopus fragilis* est une mousse acidophile, thermophile et photophile qui caractérise normalement des communautés thermo-atlantiques à subméditerranéennes au sein du *Campylopodion polytrichoidis* Giacomini 1951 (Bardat & Hauguel 2002). Or, nous l'avons observée en dehors de ce cadre, en compagnie de bryophytes habituelles des *Pogonato-Dicranelletea heteromallae* (rel. 1 à 3). Ce type de végétation se rencontre parfois dans de petites fissures fraîches de rochers de grès exposés, de même que sur des talus sablonneux-rocheux éclairés, mais sous surplomb, dans des niches modérément humides. Ces relevés s'intègrent bien dans les *Dicranelletalia heteromallae*, voire dans le *Diplophyllion albicans*.

b) Dans le relevé 4 nous trouvons *Heterocladium heteropterum*, une espèce caractéristique au niveau de la classe et pour laquelle une association a été décrite : le *Heterocladietum heteropteri* Herzog 1943. Comme en Franconie (Allemagne du

Tab. 16: Les associations du *Diphyscietum foliosi* et du *Bartramietum pomiformis* et les végétations à *Pohlia* sp.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
référence N°	1710	1008	1022	1521	1570	1610	1510	2166	1020	2165	2185
substrat	S	S	S	R	S	SR	S	SR	S	SR	R
exposition	S	SW	NE	NNW	N	E	N	NW	E	E	SE
pente	90°	80°	70°	75°	90°	80	85°	90-100	15	80	90-100
surface (dm ²)	0,8	3	3,8	0,6	0,45	3	2,4	1	3	0,5	0,5
couverture (%)	100	90	96	100	95	92	100	100	75	100	100
nombre de bryophytes	4	4	6	4	4	7	8	3	2	3	3
<i>Diphyscium foliosum</i>	5.5	2.4	2.3								
<i>Bartramia pomiformis</i>		1.4	2.4	3.2	5.4	3.3	2.2	4.4			
<i>Pohlia cruda</i> (D !)			+1				+1	3.3	3.4	5.4	
<i>Pohlia nutans</i> c.sp.											4.5
POGONATO-DICRAN.											
<i>Dicranella heteromalla</i>	1.1	1.4					2.3				2.4
<i>Plagiothecium cavifolium</i>			+1						2.4		
<i>Dutrichum heteromallum</i>	+1										
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>			+1								
COMPAGNES											
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+1					2.2	2.3				
<i>Dicranum scoparium</i>		2.1									
<i>Tetraphis pellucida</i>			+1								+1
<i>Aulacomnium androgynum</i>							1.2				
<i>Isothecium myosuroides</i>				2.1							
<i>Plagiochila porelloides</i>					1.1					1.1	
<i>Polytrichum formosum</i>					1.3		1.1				
<i>Plagiothecium denticulatum</i>							+1				
<i>Homalothecium sericeum</i>				+1							
<i>Mnium hornum</i>							1.4				
<i>Plagiomnium affine</i>						2.4					
<i>Allienella complanata</i>				+1							
<i>Bryum</i> cf. <i>subapiculatum</i>					+1						
<i>Brachythecium rutabulum</i>						1.1		1.1		+1	
<i>Brachythecium mildeanum</i>						+1					
<i>Rhizomnium punctatum</i>						+1					
<i>Ptychostomum capillare</i>						+1					
<i>Lepraria</i> sp.			2.3								
<i>Cladonia</i> th.prim.					1.1						1.2
<i>Peltigera</i> gr.canina									+1		

sud-est ; Neumayr 1971) le site luxembourgeois est particulièrement ombragé et frais, au niveau d'une gorge ; la mousse est fréquente dans la Petite Suisse. Cette communauté s'intègre facilement dans le Diplophyllenion albicantis au niveau de l'alliance.

c) *Heterocladium flaccidum* - une petite mousse rare naguère confondue avec des formes appauvries de *H. heteropterum* - caractérise le relevé 5. Il ne semble pas indiqué de la situer également dans l'alliance du Diplophyllenion albicantis. La présence de *Thamnobryum alopecurum* souligne

l'humidité du site, non loin de la petite cascade du "Schéissentémpel", ainsi qu'un milieu moins acide.

4.6.6 Le *Diphyscietum foliosi* (Amann 1928) Philippi 1963 (tab. 16, rel. 1 à 3)

Diphyscium foliosum ("Blasenmoos") est une mousse bien fréquente dans les régions gréseuses du Luxembourg, alors qu'elle est rare dans le reste du pays. Rarement observée sur du rocher dur, cette association colonise des creux sablo-rocaillieux,

souvent en surplomb, le long de chemins en pente, souvent à la faveur d'un éboulement. L'association est plutôt sciaphile, assez peu dépendante de l'humidité ambiante, à condition que la fissure où elle s'est installée soit suffisamment fraîche ; les feuilles de *Diphyscium* peuvent se recroqueviller fortement, pour supporter une sécheresse temporaire. L'apparition des sporophytes impressionnants est très fréquente, si les conditions restent optimales suffisamment longtemps ; dans de nombreux chemins creux les tapis très denses de cette mousse aident à consolider la matière meuble et à ralentir l'érosion (cf. Philippi 1982). L'association peut donc se maintenir assez longtemps au même endroit et ne disparaît que si un talus sablonneux s'écroule en entier, suite à une érosion accélérée (tempête, pluies violentes, interventions humaines).

Comme on pouvait s'y attendre les espèces associées - elles sont peu nombreuses - relèvent en majorité de l'ordre des Dicranellalia heteromallae. Le relevé 3 fait la transition vers le *Bartramietum pomiformis*, qu'on trouve souvent dans le même secteur.

4.6.7 Le *Bartramietum pomiformis* v. *Krusenstjerna* ex v. Hübschmann 1967

(tab. 16, rel. 4 à 8)

Moins commune dans le "Bon Pays" luxembourgeois que dans l'Oesling (et dans les régions contigües de l'Eifel schisteux), la mousse *Bartramia pomiformis* peut être observée fréquemment sur des talus sablonneux à sablonneux-rocaillieux consolidés, travaillés par une érosion lente. L'association est modérément sciaphile ; elle peut se maintenir relativement longtemps au même endroit. Remarquons que les espèces compagnes, dans ces cinq relevés, ne relèvent qu'en faible partie de l'ordre des Dicranellalia heteromallae.

Les relevés 7 et 8 comportent encore *Pohlia cruda*, que Bardat & Hauguel (2002) signalent comme une espèce différentielle du *Bartramietum pomiformis*. De telles communautés sont fréquentes et souvent bien fournies, notamment à l'ouest de l'Alzette, où l'on trouve beaucoup de talus et replats sablonneux, parfois sous surplomb, dans un environnement plus sec que dans la Petite Suisse.

4.6.8 Les végétations à *Pohlia cruda* ou *P. nutans*

(tab. 16, rel. 9 à 11)

Les relevés 9 et 10 sont dominés par le seul *Pohlia cruda*. Cette mousse est facilement reconnaissable sur le terrain grâce aux reflets métalliques du gamétophyte à sec. Il y a peu d'espèces compagnes. Cette mousse est fréquente, voire abondante, dans toute la région (carte fig. 6) et pourrait mériter le statut d'une association à part, car le *Pohlia* est loin d'être toujours associé au *Bartramia pomiformis*. On le retrouve souvent dans des fissures de roches assez meubles, voire dans des creux de talus sablonneux acides moyennement à peu éclairés, pouvant bien supporter la sécheresse estivale.

Le relevé 11, enfin, est difficile à classer, sinon grossièrement dans l'alliance examinée ici ; *Pohlia nutans* s'y montre abondant avec des capsules mûres ; le substrat rocheux - une petite niche sous surplomb - y est particulièrement friable. *Pohlia nutans* est une espèce des Ceratodonto-Polytrichetea piliferi Mohan 1978, une association photophile. Le site est en fait assez éclairé en été.

Ajoutons que sur des talus sablonneux au grain souvent plus fins *Bartramia ithyphylla* remplace parfois *B. pomiformis*. Des relevés seraient à réaliser dans ces sites assez rares dans la région et d'ailleurs probablement en recul pour des raisons qui restent à élucider.

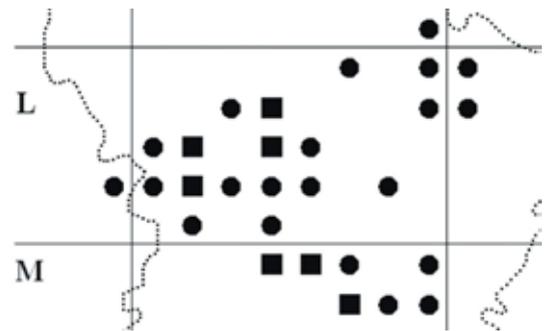


Fig. 6: Carte de répartition de *Pohlia cruda* au Luxembourg.



Fig. 7: *Nardia scalaris*, La Poterie, vauzeuse d'Antifer (Seine Maritime, France). Le Nardietum scalaris, très abondant en Ardenne, est rare et très localisé dans la Petite Suisse luxembourgeoise.

4.7 L'alliance du Pogonatetion urnigeri (v. Krusentsjerna 1945) Philippi 1956 em. Marstaller 1984

4.7.1 Le Nardietum scalaris Philippi 1956

(tab. 14, rel. 10)

Un seul relevé peut être présenté ici. Il illustre une association qui est beaucoup plus répandue dans les Ardennes schisteuses luxembourgeoises (voir : carte de répartition N° 71 de *Nardia scalaris*, Werner 2011 ; fig. 7). Il en est de même pour d'autres associations de l'alliance.

Le site de "Heenzgrond" s'étend sur plus de deux mètres, le long du chemin principal ; c'est un talus ombragé sablonneux et frais, riche en humus, sous le couvert d'une vieille pessière. Notre hépatique y est densément mêlée à *Diplophyllum albicans*. Parmi les espèces compagnes *Pleurodium acuminatum* est une bonne caractéristique de l'alliance.

4.8 L'alliance du Calypogeienion muellerianae Marstaller 1984

Tous les relevés dominés par un *Calypogeia* comportent une ou plusieurs espèces des Dicranelletalia heteromallae Philippi 1963., notamment *Tetraphis pellucida* et *Lepidozia reptans*, considérées comme différentielles de l'alliance. La richesse en espèces est en général moyenne, le substrat est souvent sablonneux, humifère ou rocheux-poreux. Les différents *Calypogeia* se retrouvent rarement en mélange au Luxembourg, à l'exception de *C. fissa* et de *C. muelleriana*.

4.8.1 Le Calypogeietum fissae Schumacker ex Philippi 1956

(tab. 17, rel. 1)

Bardat & Hauguel (2002) placent cette association pionnière dans l'alliance du Diplophyllenion albicantis. Le seul relevé effectué s'intègre pourtant bien dans l'alliance du Calypogeienion. En plus dans toute notre région *C. fissa* est très

Tab. 17: Les associations du *Calypogeieta fissae*, du *Calypogeieta integrisptipulae*, du *Calypogeieta trichomanis* et du *Calypogeieta muellerianae*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
référence N°	1580	402	2160	1116	405	303	338	1404	346	1995
substrat	S	R	S	R	X	RS	R	R	R	R
exposition	SE	-	NE	N	NW	NW	N	N	S	N
pente	80°	90°	50	90°	±10°	75°	90°	80°	65°	80°
surface (dm ²)	0,48	12	1,2	1,45	0,6	60	2	1	4	1
couverture (%)	95	75	95	99	100	100	90	100	80	95
nombre de bryophytes	5	6	5	8	6	5	2	6	8	3
<i>Calypogeia fissae</i>	5.5									
<i>Calypogeia muelleriana</i>		4.4	3.4							
<i>Calypogeia integrisptipula</i>				5.5	3.3	2.2	4.4	3.2		
<i>Calypogeia azurea</i>									2.3	4.3
POGONATO-DICRAN.										
<i>Dicranella heteromalla</i>	+1	1.1	3.3			4.3		1.1	2.1	
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>	+1	2.3								
<i>Diplophyllum albicans</i>			3.5						1.2	
<i>Atrichum undulatum</i>	1.1									
<i>Pogonidium aloides</i>			+1							
<i>Polytrichum formosum</i>			1.1							
<i>Lophozia silvicola</i>				+1						
<i>Cephalozia bicuspidata</i>								+1		
<i>Heterocladium heteropterum</i>									2.1	
<i>Campylopus fragilis</i>										+1
LEPIDOZIO-LOPH.										
<i>D. Tetraxis pellucida</i>					1.1	1.1	2.2			
<i>D. Lepidozia reptans</i>		+1				2.1	1.3	+1		
<i>Cephalozia lumulifolia</i>				+1				+1		
<i>Harpanthus scutatus</i>								+1	1.1	
<i>Dicranodontium denudatum</i>				+1						
<i>Bazzania trilobata</i>				+1						
<i>Campylopus flexuosus</i>					1.1					
COMPAGNES										
<i>D. Mniium hornum</i>	2.3		2.4	+1	1.1		2.1		2.2	2.2
<i>Hypnum cupressiforme</i>				+1	+1	+1			+1	
<i>Rhizomnium punctatum</i>		1.1								
<i>Plagiochila porelloides</i>									1.1	

souvent associé à *C. muelleriana*. L'autre espèce caractéristique - *C. arguta* - n'a pas encore été observée dans le Bon Pays luxembourgeois, mais bien dans l'Oesling (Werner 2011), de même que dans la région gréseuse de Trèves toute proche (Werner 1992). Cette association possède une aire plutôt océanique.

Calypogeia fissae possède, par ailleurs, une grande amplitude écologique ; on le trouve parfois au bord de mares forestières, mais plus souvent sur des talus gréseux-sablonneux frais, des fissures de rocher terreuses, toujours en tant que pionnier.

4.8.2 Le *Calypogeieta muellerianae* Philippi 1963

(tab. 17, rel. 2 et 3)

Bien qu'il n'y ait que deux relevés à l'appui, il me semble acquis que cette association est au moins aussi fréquente dans notre région que la précédente. On la trouve dans des fissures sablonneuses-limoneuses fraîches des rochers de grès, mais aussi sur des sables consolidés humifères, sous couvert forestier et dans des chemins creux ombragés ; par rapport à l'ombrage, elle possède une plus large tolérance que les autres associations de l'alliance.



Fig. 8: *Calypogeia integristipula* sur un rocher de grès, avec *Mnium hornum* (en haut au centre) et *Bazzania trilobata* (en haut à gauche).

4.8.3 Le Calypogeietum integristipulae Marstaller 1984 (tab. 17, rel. 4-8)

Calypogeia integristipula avait longtemps été confondu avec *C. neesiana*. La révision de mon herbier fut faite à l'instigation de mon collègue allemand Dr R. Mues, le résultat étant que toutes les récoltes réalisées dans le "Gutland" devaient être attribuées à *C. integristipula* (Werner 2011 et publications y citées). La prudence s'impose donc si l'on veut faire des comparaisons avec la littérature sociologique ancienne ! Ce qui semble acquis, c'est que *C. neesiana* n'a guère été observée sur des rochers, mais plutôt en milieu marécageux ou tourbeux (Mues, comm. pers.).

Les cinq sites visités sont assez semblables quant à leur écologie. Pour trois relevés ce sont des parois de grès poreuses et humides qui servent de substrat ; elles sont situées souvent sur une petite corniche à l'abri d'un surplomb de rocher, en milieu ombragé et souvent exposées au nord (fig. 8, aspect du relevé 4). Signalons qu'en Allemagne orientale l'association est très fréquente sur les rochers de grès situés dans des dépressions humides

(Marstaller 1992). Un quatrième relevé concerne du bois pourrissant et humide, faiblement pentu ; un cinquième, enfin, un talus sablonneux-rocheux ombragé et très frais.

Cette association n'est pas rare dans la Petite Suisse, mais pratiquement absente ailleurs dans la région. Observons encore que les espèces différentielles *Tetraphis pellucida*, *Mnium hornum* et *Lepidozia reptans* ont été notées dans les cinq relevés.

On notera enfin un nombre conséquent d'espèces du Tetraphidion et des Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae qui se retrouvent associées à *Calypogeia integristipula*, alors que le seul *Dicranella heteromalla* relève de la classe des Pogonato-Dicranelletea heteromallae ; Bardat & Hauguel (2002) ont déjà rendu attentifs aux liens qui rapprochent ces deux classes au niveau du Calypogeion muellerianae.

4.8.4 Le Calypogeietum trichomanis Neumayr 1971 (tab. 17, rel. 9 et 10)

L'examen microscopique du matériel de *Calypogeia azurea* doit s'effectuer tout de suite après la récolte,



Fig. 9: Protonéma de *Schistostega pennata* dans une caverne assez sèche près de Consdorf.

sinon les oléocorps bleuâtres auront disparu, bien que la plante garde en général une couleur vert foncé tirant un peu sur le bleu. Ces raisons expliquent sans doute pourquoi le tableau ne contient que deux relevés. Cette association ne devrait pourtant pas être si rare, tant dans la Petite Suisse que dans la région de Hollenfels, mais elle semble avoir une très courte durée de vie, car je n'ai jamais retrouvé ce *Calypogeia* au même endroit, après quelques années, ce qui n'est pas le cas pour d'autres associations de cette alliance. Une tendance au recul de *C. azurea* a été constatée en Wallonie (Sotiaux & Vanderpoorten 2015) ; elle pourrait concerner aussi le Luxembourg.

Le plus souvent c'est un support rocheux poreux, très ombragé et frais, qui est choisi par cette association (par exemple la vallée de l'Aesbaach, près de Berdorf !), plus rarement des talus sablonneux frais sur sables humifères (massif forestier du Gréngewald). L'association semble être la plus fortement sciaphile de l'alliance (cf. Philippi 1986).

4.9 L'alliance du Schistostegenion pennatae Marstaller 1984

4.9.1 Le Schistostegetum osmundaceae Giacomini 1939 (tab.18)

La présence de nombreuses cavernes, de creux de rochers et de dessous de surplombs dans le cœur de la Petite Suisse a favorisé l'implantation de la mousse au protonéma "lumineux" *Schistostega pennata* ("Leuchtmoos, mousse lumineuse").

Le relevé 1 est mono-spécifique au niveau de la bryoflore : Dans cette petite caverne assez sèche *Schistostega* ne s'est pas développé au-delà du protonéma (fig. 9). Le relevé 2, par contre, est assez riche, car on y trouve *Calypogeia integristipula*, ainsi que *Dicranella heteromalla*, deux espèces caractéristiques de l'ordre des Dicranellalia heteromallae. *Schistostega* y est bien développé, avec de nombreux sporogones mûrs observés sur la paroi extérieure de la caverne, en milieu néanmoins très sombre. La présence d'*Amphidium mougeotii* pourrait sembler plus inattendue ; en fait la mousse cavernicole peut

Tab. 18: L'association du *Schistostegetum osmundaceae*.

relevé N°	1	2
reference N°	304	319
substrat	R	R
exposition	NW	N
pente	110°	135°
surface (dm ²)	6	14
couverture (%)	50	75
nombre de bryophytes	1	5
<i>Schistostega pennata</i>	3.3	1.3
POGONATO-DICRAN.		
<i>Calypogeia integristipula</i>		+1
<i>Dicranella heteromallae</i>		2.4
COMPAGNES		
CAL <i>Amphidium mougeotii</i>		2.3
<i>Hypnum cupressiforme</i>		+1
<i>Lepraria</i> sp.	2.1	

bien supporter un milieu basique, ce dont j'ai pu me rendre compte naguère, en compagnie du regretté R. Schumacker, dans la vallée de la Warche, près de Robertville (Hautes-Fagnes, Belgique), où *Schistostega* avoisinait la mousse calcicole et tufigène *Eucladium verticillatum* !

Schistostega pennata semble être actuellement en recul sensible dans la Petite Suisse, en raison d'une gestion forestière intensive (plantation de pessières, coupes rases et chablis) et aussi à cause de la sur-fréquentation touristique ou sportive dans la région de Berdorf.

4.10 Sociologie de *Solenostoma hyalinum* (tab. 19)

Solenostoma hyalinum (*Jungermannia hyalina*) est une hépatique assez fréquente dans l'aire d'affleurement du grès de Luxembourg. A en juger d'après les six relevés effectués elle semble très éclectique dans ses préférences sociologiques et écologiques : *Mnium hornum* a été noté quatre fois. On retrouve en outre - en faible quantité - des espèces caractéristiques des Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae et des Pogonato-Dicranelletea heteromallae, avec en plus plusieurs éléments neutrophiles à basiphiles (*Amphidium mougeotii*, *Mnium stellare*, *Thamnobryum alopecurum*, *Conocephalum conicum*). Les substrats colonisés sont généralement des rochers de grès ou des talus sablonneux frais.

Pour Bardat & Hauguel (2002). *Solenostoma hyalinum* est une espèce compagne caractéristique des Pogonato-Dicranelletea heteromallae. Cette hépatique ne pourrait certainement pas justifier la description d'une association *ad hoc*.

5. Ecologie, phytogéographie et successions

5.1 Ecologie micro-stationnelle

5.1.1 Principaux paramètres

On reconnaît généralement cinq paramètres principaux qui conditionnent l'écologie micro-stationnelle de la couche muscinale (Dierßen 2001) :

- la température (espèces cryophyles à thermophiles)
- la luminosité (espèces sciaphiles à photophiles)
- l'humidité ambiante (espèces hygrophiles à xérophiles)
- la réaction chimique du substrat (pH) (espèces acidophiles à baso-neutrophiles)
- la nature physique du substrat (dur ou non, poreux ou compact etc.).

A quelques exceptions près tous les relevés comportent des bryophytes acidophiles. Bien que le Grès de Luxembourg soit cimenté par de la matière calcaire, il existe de nombreux rochers, talus rocaillieux, blocs et pierres où ce ciment a été complètement enlevé par les eaux de pluie, le ruissellement capillaire en provenance de la roche.

Concernant plus particulièrement l'*hygrométrie* il convient encore de distinguer entre l'humidité du substrat et celle de l'air ambiant (Werner 1998a). Nous avons rencontré, en effet, des groupements colonisant des substrats relativement secs, mais nécessitant une très forte et constante humidité de l'air ; d'autres communautés peuvent se contenter d'une fissure fraîche, tout en se trouvant dans un milieu sec et éclairé. Or les espèces aéro-hygrophiles sont particulièrement fréquentes dans la Petite Suisse Luxembourgeoise. Les peuplements d'*Hymenophyllum tunbrigense* en

Tab. 19: Sociologie de *Solenostoma hyalinum*.

relevé N°	1	2	3	4	5	6
référence N°	1730	1091	349	2001	361	368
substrat	R	R	R	R	R	R
exposition	N	E	na	N	NW	SW
pente	85	90°	na	80	75	100°
surface (dm ²)	0,6	36	2,2	0,5	4	9
couverture (%)	98	80	na	100	100	100
nombre de bryophytes	5	6	6	5	5	4
<i>Solenostoma hyalinum</i>	5.4	2.4	4.4	4.4	5.5	2.2
LEPIDOZIO-LOPHOCOL.						
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>				+1	+1	
<i>Liochlaena lanceolata</i>		1.2				
POGONATO-DICRANELL.						
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	+1					
<i>Diplophyllum albicans</i>	+1					
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>						+1
<i>Dicranella heteromalla</i>				+1		
COMPAGNES						
<i>Mnium hornum</i>	1.1	2.2	+1	2.2		
CAL <i>Conocephalum conicum</i>			2.2		1.1	
CAL <i>Amphidium mougeotii</i>		1.4	+1			
CAL <i>Rhizomnium punctatum</i>					1.1	
CAL <i>Thamnobryum alopecurum</i>					+1	+1
CAL <i>Mnium stellare</i>						1.1
<i>Brachythecium rutabulum</i>		+1				
<i>Isothecium alopecuroides</i>		1.3				
<i>Oxystegus tenuirostris</i>			2.1			
<i>Plagiochila porelloides</i>			1.1			
<i>Hypnum cupressiforme</i>				+1		
<i>Lepraria</i> sp.						4.4

sont l'exemple extrême : L'hépatique eu-océanique *Cololejeunea microscopica*, maintenant disparue, s'y trouvait encore au milieu du XIX^e siècle (De Zuttere et al. 1985), en épiphyllie, sur la rare fougère hyperocéanique.

En ce qui concerne la nature du substrat trois colonnes ont été ajoutées à la droite du tableau 20 (voir infra). Le substrat est rarement très dur dans notre région (comme du quartzite : il n'y en a pas ici !), mais il est plus ou moins poreux, qu'il s'agisse de rochers de grès (R), de talus sablo-rocaillieux (S) ou de bois pourrissant, selon l'avancement de la dégradation (X).

5.1.2 Essai de classement

Il s'est avéré qu'on peut classer grossièrement les communautés observées selon les trois paramètres suivants : la température (plusieurs associations sont cryophiles), la luminosité et l'humidité

(surtout atmosphérique) des sites (tableau 20). Ce classement doit être abordé avec précaution, car il ne repose pas sur des mesures précises, mais sur l'expérience du terrain et sur de nombreuses données cartographiques (Werner 2011). Les valeurs attribuées par Düll (1991) et celles plus récentes proposées par Dierßen (2001) ont été prises en compte pour les espèces caractéristiques de chaque communauté, puis nuancées selon les réalités de terrain au Luxembourg.

1^{er} groupe : Communautés cryophiles, sciaphiles et aéro-hygrophiles

Le Schistostegetum osmundaceae répond parfaitement à ces critères en milieu rocheux-gréseux. Dans l'Oesling luxembourgeois la mousse lumineuse produit souvent des gamétophytes et des sporophytes sur des talus ombragés exposés à l'ouest, en milieu ouvert (Werner 2011 et sources y citées). Le Sphenolobetum hellerianae, un peu moins sciaphile, fait encore partie de ce groupe, de

Tab. 20: Ecologie micro-stationnelle des principales communautés observées.

Légende : Nature du substrat : R (rocher de grès), X (bois pourrissant), S (rochers sablonneux et sables consolidés) ; ++ = indication fortement positive ; + = indication positive ; +/- = indication moyenne ou indifférence ; - = indication négative ; -- = indication fortement négative.

	TEMP	LUMIN	HUMID ATMO	HUMID SUBS	R	X	S
Schistostegetum osmundaceae	--	--	+	+/-	+		
Sphenolobetum hellerianae	--	-	++	+	+		
Tetraphidion, végétations à <i>Geocalyx graveolens</i>	--	-	++	+/-	+		
Calypogeietyum integrisipulae	--	-	+	+	+	+	
Calypogeietyum trichomanis	-	--	+	+	+		+
Barbilophozietum attenuatae	-	-	++	+	+		
Tetraphidion, végétations à <i>Bazzania trilobata</i>	+/-	-	+	+/-	+		+
Tetraphidion, végétations à <i>Bazzania flaccida</i>	+/-	-	++	+/-	+		
Tetraphidion, végétations à <i>Odontoschisma denudatum</i>	+/-	-	+	+/-	+	+	+
Dicranodontio-Anastreptetum orcadensis	+/-	-	+	+	+	+	
Association à <i>Liochlaena lanceolata</i>	+/-	-	+	+	+		
Lepidozio reptantis-Cephalozietum lunulifoliae	+/-	-	+	+/-	+	+	
vegetations à <i>Harpanthus scutatus</i>	+/-	-	+	+/-	+		
Lepidozio- Tetraphidetum pellucidiae	+/-	-	+	+/-	+	+	+
Nowellion, végétations à <i>Nowellia curvifolia</i>	+/-	-	+	+/-		+	
Lepidozia reptantis-Mnietum horni	+/-	-	+/-	+/-	+	+	+
Diplophyllum albicans-Scapanietum nemorosae	+/-	-	+/-	+	+		+
Diphyscietum foliosi	+/-	-	+/-	+(-)			+
Lophocoleo-Dolichothecum seligeri	+/-	-	+/-	-		+	
Dicrano scoparii - Hypnetum filiformis	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	
Bartramietum pomiformis	+/-	+/-	+/-	-	+		+
Diplophyllenion albicans, vég. à <i>Campylopus fragilis</i>	+/-	+	+/-	+	+		
Grimmietum hartmanii	+/-	+	+/-	-	+		
Hedwigietum ciliatae	+/-	++	-	--	+		

même que le Tetraphidion au niveau des végétations à *Geocalyx graveolens*. Nous y trouvons encore le Barbilophozietum attenuatae, le Calypogeietyum integrisipulae et le Calypogeietyum trichomanis.

2^e groupe : Communautés non cryophiles, aérohygrophiles et modérément sciaphiles

Neuf communautés, soit environ un tiers, se retrouvent dans ce groupe, Elles appartiennent notamment au Tetraphidion et au Nowellion.

3^e groupe : Communautés (modérément) sciaphiles, mais non aéro-hygrophiles

Quatre associations assez communes répondent à ces critères : Le Lepidozio reptantis-Mnietum horni, le Diplophyllum albicans-Scapanietum nemorosae, le Lophocoleo-Dolichothecum seligeri et le Diphyscietum foliosi ; cette dernière association exige une certaine fraîcheur du substrat, au niveau des fissures et surplombs.

4^e groupe : Communautés ni aéro-hygrophiles, ni sciaphiles

Deux communautés entrent dans cette catégorie : L'Orthodicrano montani hynetum filiformis et le Bartramietum pomiformis. Cette dernière association semble assez tolérante à un surplus de luminosité, bien que croissant le plus souvent dans des sites moyennement éclairés.

5^e groupe : Communautés photophiles

Les végétations à *Campylopus fragilis*, au sein du Diplophyllenion albicans, ont été observées dans des sites assez éclairés ; elles occupent cependant des fissures fraîches. Le Grimmietum hartmanii, par contre, recouvre des pans de rochers secs bien exposés et faiblement ombragés. Le Hedwigietum ciliatae enfin, très rare dans la région, est la plus photophile - et la plus xérophile - des associations observées.

5.2 Aspects phytogéographiques

Le tab. 21 regroupe les associations et communautés observées, dont l'aire de répartition normale ne correspond pas à nos latitudes, ni à l'étage collinéen du "Bon Pays". Ces éléments "azonaux" sont les suivants :

- Une bonne douzaine de communautés observées possèdent en Europe une répartition montagnarde souvent boréale ou alpine.

- Neuf communautés connaissent une aire océanique à sub-océanique, ce qui n'est pas étonnant, vu les nombreux sites de gorges et de forêts de ravin fraîches à humides.

N.B. Dans les Zickzackschlëff près de Berdorf - le site principal d'*Hymenophyllum tunbrigense* - quelques hépatiques eu-océaniques ont été observées, jusqu'au début de ce siècle, au moins (Werner 2011 et littérature citée). Les trois *Plagiochila* eu-océaniques ne figurent malheureusement dans aucun de nos relevés. Le risque de collectes abusives au point de menacer la survie des populations m'a guidé dans ce choix.

5.3 Successions

5.3.1 Successions lentes

L'étude de successions n'a pas été approfondie dans le cadre de ce travail. Voici juste quelques observations à ce sujet :

a) La succession est assez rapide sur de petits blocs de grès et sur les éboulis pierreux. Des mousses de grande taille, essentiellement des pleurocarpes, finissent par prendre le dessus sur les petites mousses acrocarpes (Dicranacées !) et les hépatiques, à la faveur d'une couche de plus en plus épaisse d'humus. Outre les espèces communes du sol forestier acide on y observe fréquemment *Loeskobryum brevirostre* (tab. 9, rel. 14) et parfois même *Antitrichia curtipendula* ; ces denses tapis de mousses pleurocarpes devraient constituer dans de nombreux cas une végétation quasi-climacique ;

b) Sur les blocs plus importants - surtout sur les pans fort inclinés (> 60°) - la succession semble se faire plus lentement, mais toujours au profit d'associations dominées par des mousses pleuro-

carpes (*Isothecium myosuroides*) ou quelques dicranacées de grande taille (*Dicranum fulvum*, *D. fuscescens*) ;

c) Sur les parois et pans de grès cette évolution est encore plus lente. De nombreuses communautés pionnières y subsistent très longtemps, à la faveur de niches poreuses et fraîches (par exemple des corniches sous surplomb) qui se tarissent ou se renouvellent au gré de l'érosion et des modifications de la circulation de l'eau capillaire dans la roche. C'est le cas de plusieurs associations du Tetraphidion et du Calypogeion. Certaines parois très sèches restent toutefois presque exemptes de toute végétation bryophytique.

5.3.2 Successions brusques par rajeunissement du substrat

Admettons qu'un pan de rocher frais et ombragé se détache d'un bloc ou d'une paroi; des hépatiques minuscules, voire quelques mousses menues, s'installent aussitôt sur la paroi mise à découvert ; ces tapis seront progressivement remplacés par des bryophytes de plus grande taille (*Mnium hornum*, *Bazzania trilobata*, *Isothecium myosuroides*, plusieurs Dicranacées). Parfois il suffit qu'une masse de macro-bryophytes incrustée et alourdie de sable et d'humus se détache de la roche, pour que nos espèces pionnières s'y installent à nouveau, et le cycle continue. C'est le cas du relevé 307 (tab. 4), où *Liochlaena lanceolata* assure le rajeunissement.

Les talus rocheux-sablonneux, en particulier, restent rarement en place. L'érosion y crée de nouvelles niches envahies par des mousses pionnières, par exemple les végétations à *Campylopus fragilis* ou *Pohlia cruda*, si la luminosité est suffisante.

6. Proposition de Liste rouge

Le tableau 22 donne une proposition de Liste Rouge établie au niveau des associations et groupements rencontrés. Il s'inspire des règles de l'IUCN et d'un premier essai similaire tenté à propos des associations fontinales, calcaires ou non (Werner & Arendt 2016). Les associations ou communautés non menacées ne figurent pas sur ce tableau.

Tab. 21: Communautés montagnardes, boréo-arctiques ou sub-océaniques.

Légende : Mont = montagnard, Suboc = subocéanique, bor = boréal, dealp = autour des Alpes, arct = (sub) arctique, nord-oc = Atlantique nord

	Mont	Suboc	Divers
Barbilophozietum attenuatae	+	+	
Calypogeietum integristipulae	+		bor
Calypogeietum trichomanis	+		bor
Dicranodontio-Anastreptetum orcadensis	+	+	
Diphyscietum foliosi	+		bor
Diplophyllion albicantis, vég. à <i>Campylopus fragilis</i>	+	+	
Grimmietetum hartmanii		+	
Lepidozio reptantis-Cephalozietum lunulifoliae		+	
Lepidozio reptantis-Mnietum horni harpanthutetum scutati <i>subass. nov.</i>		+	nord-oc
Liochlaenetum lanceolati <i>ass. nov.</i>	+		bor arct
Schistostegetum osmundaceae	+	+	
Sphenolobetum hellerianae	+		bor-alp
Tetraphidion, végétations à <i>Bazzania flaccida</i>	+		dealp
Tetraphidion, végétations à <i>Bazzania trilobata</i>	+		bor
Tetraphidion, végétations à <i>Geocalyx graveolens</i>	+		bor
Tetraphidion, végétations à <i>Odontoschisma denudatum</i>	+	+	

Tab. 22: Proposition de Liste Rouge pour les communautés observées.

Légende : GU = Gutland, district lorrain luxembourgeois, régions gréseuses ; OE = Oesling, district ardennais luxembourgeois ; LUX = appréciation globale pour le pays. Critères inspirés de l'IUCN : CR = "Critically endangered" ; EN = "Endangered" ; NT = "Near Threatened" ; VU = "Vulnerable" ; RR = très rare dans la région.

	GU	OE	LUX	motif
Tetraphidion - végétations à <i>Bazzania flaccida</i>	CR	-	CR	grande rareté, au moins deux sites disparus
Tetraphidion - végétations à <i>Geocalyx graveolens</i>	EN	-	EN	rareté, fréquentation, travaux forestiers
Sphenolobetum hellerianae	EN	-	EN	rareté, fréquentation, travaux forestiers
Schistostegetum osmundaceae	EN	VU	EN	chablis, enrésinement, fréquentation (feux)
Barbilophozietum attenuatae	VU	-	VU	rareté et recul probable depuis vingt ans
Tetraphidion - végétations à <i>Odontoschisma denudatum</i>	VU	-	VU	rareté et vulnérabilité (hygrométrie)
Tetraphidion - végétations à <i>Cephalozia catenulata</i>	VU	-	VU	rareté et vulnérabilité (lumière)
Lophocolo-Dolichothecum seligeri, var. à <i>Calypogeia suecica</i>	VU	-	VU	grande rareté, faciès fugace
Végétations dominées par <i>Schistochilopsis incisa</i>	VU	-	VU	rareté et recul probable
Calypogeietum trichomanis	NT (RR)		VU	recul manifeste des populations
Hedwigietum ciliatae	CR	NT	NT	piétinement, changement climatique, ombrage
Grimmietetum hartmanii	NT (RR)		NT	changement climatique, fréquentation
Diplophyllum albicantis-Scapanietum nemorosae avec <i>S. scandica</i>	NT	-	NT	rareté, fugacité
Calypogeietum integristipulae	NT (RR)		NT	léger recul probable
Liochlaenetum lanceolati <i>ass. nov.</i>	NT	-	NT	léger recul probable
Végétations dominées par <i>Campylopus fragilis</i>	NT (RR)		NT	léger recul probable, changement climatique

Quatre communautés aéro-hygrophiles, typiques des gorges de la Petite Suisse, semblent le plus menacées : Le Tetraphidion, au niveau des végétations à *Bazzania flaccida* est en danger de disparition critique (CR) : la plupart des stations revisitées ont disparu. Les végétations à *Geocalyx*

graveolens, ainsi que le Sphenolobetum hellerianae et le Schistostegetum osmundaceae sont menacés (EN). Ces appréciations sévères reposent tant sur la rareté de ces groupements que sur le fait que les principaux sites connus sont aussi des endroits très fréquentés par les touristes et les randon-

neurs. Six communautés sont classées comme vulnérables (VU) en raison de leur rareté et de leur sensibilité à toute modification des conditions micro-stationnelles.

D'autres associations, sans être menacées à court terme, sont reprises sous la catégorie "near threatened (NT)". Elles se trouvent en des endroits souvent proches de sentiers ou de routes. Les associations photophiles ou xérophiles, en particulier, risquent de pâtir d'une exposition plus ombragée, si les changements climatiques (par exemple davantage de pluies irrégulières et de plus longues périodes où le thermomètre dépasse 10°) venaient à se renforcer.

7. Conclusions

1. Une trentaine d'associations ou communautés de bryophytes différentes ont pu être observées dans le cadre de cette étude, laquelle se limitait pourtant au bois pourrissant, aux rochers de grès et aux talus sablonneux-rocheux acides. Mais leur nombre réel doit être encore bien supérieur : Une espèce remarquable comme *Buxbaumia aphylla*, par exemple, a fait l'objet de plusieurs publications floristiques, sans qu'un relevé fût effectué sur place... au bon moment !

2. Parmi les hépatiques remarquables de nos régions, susceptibles d'avoir un intérêt en phytosociologie, on peut nommer encore les hépatiques *Isopaches bicrenatus*, *Lepidozia cupressina*, *Lophozia guttulata*, *Plagiochila punctata*, *P. bifaria*, *P. spinulosa* et *Riccardia multifida*. Pour les mousses il s'agit de *Bartramia ithyphylla*, *Dicranum flagellare*, *Heterocladium wulfsbergii*, *Isoetecium holtii*, *Orthodontium lineare*, *Plagiothecium latebricola*, *Sematophyllum demissum* et *Tetradontium brownianum*. Cette dernière mousse (l'une des rares véritables "mousses des cavernes") a donné son nom à une nouvelle association décrite par Lauer (1998), qui existe aussi sûrement au Luxembourg. Tout ceci pour dire que l'inventaire bryo-sociologique en milieu acide est encore bien incomplet.

3. Une sous-association nouvelle à *Harpanthus scutatus* a pu être décrite au sein du *Lepidozium reptantis-Mnietum horni* Bardat 1993 (Tetraphidion), en regroupant mes observations avec celles de deux auteurs. Une nouvelle association à *Liochlaena lanceolata* a d'autre part été décrite

formellement, en me basant sur mes observations et celles de trois auteurs.

4. Il s'avère une fois de plus qu'un cortège important de communautés colonise indifféremment les rochers de grès et le bois pourrissant. C'est surtout le cas au niveau du Tetraphidion (tab. 2, 3, 5) et de l'ordre des Dicranetalia scoparii (tab. 10, 11).

5. Au niveau de l'écologie micro-stationnelle trois facteurs jouent un rôle majeur au niveau de la différenciation des associations examinées : L'humidité de l'air, la luminosité, mais aussi la température, compte tenu de la présence de six communautés nettement cryophiles.

6. Une Liste Rouge provisoire des associations de bryophytes observées a été établie. Plusieurs des groupements rencontrés sont soit très rares, soit au moins potentiellement menacés tant par les activités humaines (activité de loisirs, gestion forestière) que par les changements climatiques.

7. L'intérêt phytogéographique de la région a pu être mis en valeur au niveau de plusieurs associations examinées ici, soit qu'elles possèdent un caractère (boréo-) montagnard azonal, soit qu'elles aient une aire de répartition (sub-) océanique.

8. L'intérêt patrimonial de la bryoflore de la Petite Suisse et des régions gréseuses contiguës est confirmé au niveau de la phytosociologie.

Remerciements

Plusieurs collègues, naturalistes ou amateurs, ont bien voulu m'accompagner sur le terrain ; je remercie notamment Thierry Mahévas (F-Conservatoire et Jardin Botanique, Nancy), Jemp Graf (L-Lintgen). Je suis reconnaissant à mes collègues Jean-Claude Hauguel et Timothée Prey (Conservatoire Botanique National de Bailleul, F-Amiens) pour leurs conseils en matière de nomenclature phytosociologique. Trois photos sont dues à M. Deleegher (F-Turretot), Félix Steichen (L-Mersch) et à mon épouse Marie-Louise Werner-Braun ; ils ont droit à ma gratitude. Je remercie encore Pia Weber, Sekretariat Umweltrecht, Landratsamt Ludwigsburg (D-Ludwigsburg) pour m'avoir communiqué la publication de Rodi et al. (1976). Dr Rüdiger Mues (professeur émérite, Université de la Sarre) a bien voulu m'éclairer sur *Calypogeia*

integristipula. Florian Hans, enfin, a confirmé la détermination de *Campylopus subulatus* ; qu'ils soient aussi remerciés de tout cœur.

Je remercie aussi le relecteur anonyme pour ses commentaires et corrections bien fondés.

Littérature

- Ahrens M. 1992.- Die Moosvegetation des nördlichen Bodenseegebietes. Dissertationes botanicae 190, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 681 p.
- Bardat J. & Hauguel J.C. 2002. - Synopsis bryosociologique pour la France. Cryptogamie, Bryologie 23 (4): 279-343.
- Barkman J.J. 1949.- Notes sur quelques associations épiphytiques de la Petite-Suisse luxembourgeoise. Archives de l'Institut grand-ducal des Sciences, Luxembourg, N.S. 18: 79-84.
- Dierßen K. 2001.- Distribution, ecological and phytosociological characterization of European bryophytes. In : Bryophytorum bibliotheca 56, J. Cramer, Berlin, 289 p.
- De Zuttere P., Werner J. & Schumacker R. 1985.- La bryoflore du Grand-Duché de Luxembourg, taxons nouveaux, rares ou méconnus. Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg. 5: 153 p. & 42 cartes.
- Düll R. 1991. - Indicator Values of Mosses and Liverworts. - In: Ellenberg, H., H.E Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner, & D. Paulißen: Indicator values of plants in Central Europe. Göttingen, Erich Glotze V., - pp. 175-214.
- Hans F. 1998. - Die Moosflora der Kleinen Luxemburger Schweiz (Großherzogtum Luxemburg). Eine systematische Rasterkartierung als Basis für den Mooschutz. Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg 28, 177 p.
- Hans F. 2009.- Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservates Laangmuer. In : Murat D. (éd.), Naturreservate in Luxemburg, zoologische und botanische Untersuchungen, Bd. 5 "Laangmuer" 2007-2008, pp. 160-193, Administration de la Nature et des Forêts, Luxembourg
- Hodgetts N.G. 2015.- Checklist and country status of European bryophytes - towards a new Red List for Europe. Irish Wildlife Manuals No. 84, National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht, Ireland, 125 p.
- Holz I. 1997.- Moosflora und -vegetation der Liassandsteinfelsen und -blöcke des Ferschtweiler Plateaus (Naturpark Südeifel). - Limprichtia 9: 1-84 & annexes .
- Hübschmann A. von 1986.- Prodrum der Moosgesellschaften Zentraleuropas. Verlag J. Cramer, Berlin, Stuttgart, vi + 413 p.
- Lauer H. 1998.- Höhlenmoosgesellschaften in der Pfalz. Abhandlungen de Delattinia 24: 151-158.
- Lauer H. 2007.- Moosgesellschaften der Pfalz. Teil 5: Die Gesellschaften des morschen Holzes und des Rohhumus . Mitteilungen der Pollichia 93 : 53-104.
- Marstaller R. 1990.- Bemerkenswerte Moosgesellschaften im sächsischen Elbsandsteingebirge. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz 63, 7: 1-49.
- Marstaller R. 1992.- Bryosoziologische Untersuchungen im Zittauer Gebirge. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz 66, 4: 1-41.
- Marstaller R. 1993.- Synsystematische Übersicht über die Moosgesellschaften Zentraleuropas. Herzogia 9: 513-541.
- Neumayr L. 1971.- Moosgesellschaften der südöstlichen Frankenalb und des Vorderen Bayerischen Waldes. Hoppea. Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, Bd. 29/1, 364 p.
- Paton J. A. 1999.- The Liverwort Flora of the British Isles. Harley Books, Colchester, 626 p.
- Philippi G. 1982.- Zur Kenntnis der Moosvegetation des Harzes. Herzogia 6 : 85-181.
- Philippi G. 1986.- Die Moosvegetation auf Buntsandsteinblöcken im östlichen Odenwald und südlichen Spessart. Carolea 44: 67-86.
- Poelt J. 1954.- Moosgesellschaften im Alpenvorland Abt.I. Oest. Akad. der Wiss., Sitzungsbericht 163 : 141-174.
- Rodi D., Hennecke G. & Haas A. 1976.- Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in den Klingen des Welzheimer Waldes. Veröf-

- fentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, Ludwigsburg 43: 88-131.
- Ros R.M., Mazimpaka V., Abou-Salama U., Aleffi M., Blockeel T.L., Bruguès M., Cano M.J., Cros R.M., Dia M.G., Dirkse G.M., El-Saadawi W., Erdag A., Ganeva A., Gonzales-Mancebo J. M., Herrstadt I., Khahil K., Kürschner H., Lanfranco E., Losada-Lima A., Refai M.S., Rodriguez-Nuñez S., Sabovljevic M., Sérgio C., Shabbara H.M., Sim-Sim M., Söderström L., 2007.- Hepatics and Anthocerotales of the Mediterranean, an annotated checklist. Cryptogamie, Bryologie 28 (4): 351-437.
- Ros R. M., Mazimpaka V. Abou-Salama U., Aleffi M. M. , Blockeel T. L., Bruguès T. L., Cros R. M., Dia M. G., Dirkse G. M., Draper I., El-Saadawi W., Erdag A., Ganeva A., Gabriel R., Gonzalez-Mancebo J.M., Granger C., Herrstadt I., Hugonnot V., Khalil K., Kürschner H., Losada-Lima A., Los L., Mifsud S., Privitera D.M., Puglisi M., Sabovuevic M., Sérgio C., Shabara H. M., Sim-Sim M., Sotiaux A., Tacchi R., Vanderpoorten A. & Werner O. 2013.- Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist. Cryptogamie, Bryologie 34 : 97-283.
- Schumacker R., Paton J. & de Zuttere P. 1982.- *Sphenolobus hellerianus* (Nees in Lindb.) Steph. dans les gorges à *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Smith à Berdorf (Grand-Duché de Luxembourg). - Dumortiera 23: 2-8.
- Schumacker R. & Vána J. 2005. - Identification Keys to the Liverworts and Hornworts of Europe and Macaronesia. Sorus, Poznan, 209 p.
- Sotiaux A. & Vanderpoorten A. 2015.- Atlas des Bryophytes (mousses, hépatiques, anthocérotes) de Wallonie (1980-2014). Publication du Département de l'Etude du Milieu Naturel et Agricole, Série "Faune-Flore - Habitats" - n° 9, Gembloux. Tome I, 384 p.
- Weber H.E., Moravec J. & Theurillat J.-P. 2000.- International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science 11: 739-768.
- Werner J. 1987. - *Didymodon glaucus* Ryan (Musci) dans la Petite-Suisse Luxembourgeoise. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 87: 61-68.
- Werner J. 1992.- Die Moosflora des Buntsandsteingebietes nördlich von Trier (Rheinland-Pfalz). Herzogia 9: 115-139.
- Werner J. 1996.- Die Moosflora des Luxemburger Oeslings. Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle, Luxembourg 24: 85 p. + 4 tab. + 410 c. h. t.
- Werner J., 1998 a.- Einige Bemerkungen zu den Zeigerwerten für Moose. Herzogia 13: 101-106.
- Werner, J. 1998 b.- La bryoflore de la Petite-Suisse Luxembourgeoise, un bilan de synthèse. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 99: 3-27.
- Werner J. 2011.- Les bryophytes du Luxembourg. Liste annotée et atlas. The Bryophytes of Luxembourg. Annotated List and Atlas. Ferrantia 65, 138 p.
- Werner J. 2012.- Notules bryologiques luxembourgeoises 1 (2010-2011). Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 113: 91-94.
- Werner J. & Arendt A. 2016. - Les sources de la région gréseuse du Luxembourg. Sociologie de la bryoflore et conservation. Ferrantia 74, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 37 p.
- Werner J. & Hans F. 2013. - Notules bryologiques luxembourgeoises 2 (2012). Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 114: 23-26.
- Werner J. & Hans F. 2015.- *Fissidens osmundoides*, *Orthotrichum scanicum*, *Syntrichia pagorum*, (*Bryopsida*) et autres bryophytes remarquables observées au Luxembourg (2013-14). Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 117 : 27-34.
- Werner J. & Sauer E. 1994.- Oekologie und Soziologie von *Leptodontium gemmascens* (Mitt. ex Hunt) Braithw. (Musci) im Luxemburger Oesling und im Saarland. Dumortiera 55-57: 2-9.

Annexe 1 : Synopsis phytosociologique

Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae v. Hübschmann 1976

Lophocoleetalia heterophyllae (Barkman 1958) Lecoq 1975

Nowellion curvifoliae Philippi 1965

Végétations dominées par *Nowellia curvifolia*

Lophocoleo-Dolichothecum seligeri Philippi 1965

id. variante à *Calypogeia suecica*

Tetraphidion pellucidae v. Krusenstjerna 1945

Lepidozio-Tetraphidetum pellucidae (Barkman 1958) Hauser 1961

Lepidozio reptantis-Cephalozietum lunulifoliae Lecoq & de Foucault 1976

Lepidozio reptantis-Mnietum horni Bardat 1993

id. harpanthosum scutati Werner *subass. nov.*

Aulocomnietum androgyni v. Krusenstjerna 1945

Sphenolobetum helleriani Barkman 1958

Barbilophozietum attenuatae Bardat 1993

Dicranodontio-Anastreptetum orcadensis Stefureac 1941

Dicranella heteromallae-Campylopodetum flexuosi Marstaller 1981

Liochlaenetum lanceolati (Rodi, Hennecke & Haas 1976) Werner *ass. nov.*

Végétations à *Odontoschisma denudatum* ou *Geocalyx graveolens*

Végétations à *Bazzania flaccida*

Végétations à *Bazzania trilobata*

Hypnetea cupressiformis Jezek & Vondracek 1962

Dicranetalia scoparii Barkman 1958

Dicrano scoparii-Hypnion filiformis Barkman 1958

Dicrano scoparii - Hypnetum filiformis Barkman 1958

Mnietum horni Norr 1969

Isothecion myosuroidis Barkman 1958

Mnio horni-Isothecium myosuroidis Barkman 1958

Grimmio-Racomitrietea heterostichi (Neumayr 1971) Hertel 1974

Grimmietalia commutatae Smarda & Vanek in Klika & Hadac ex Smarda 1947

Hedwigienion ciliatae (Philippi ex v. Hübschmann 1967) Marstaller 1982

Hedwigietum albicantis Allorge ex Vanden Berghen 1953

Grimmietalia hartmanii Philippi 1956

Grimmion hartmanii Hertel 1974

Grimmietetum hartmanii Störmer 1938

Pogonato-Dicranelletea heteromallae v. Hübschmann 1967

Dicranelletalia heteromallae Philippi 1963

Diplophyllenion albicantis Bardat & Hauguel 2002

Diplophyllum albicantis-Scapanietum nemorosae Smarda 1947

id. variante à *Scapania scandica*

id. variantes à *Schistochilopsis incisa* ou *Tritomaria exsecta*

Cephalozietum bicuspidatae Haybach 1956

Végétations à *Campylopus fragilis*

Heterocladietum heteropteri Herzog 1943

Diphyscietum foliosi (Amann 1928) Philippi 1963

Bartramietum pomiformis v. Krusenstjerna ex v. Hübschmann 1967

Pogonatetion urnigeri (v. Krusenstjerna 1945) Philippi 1956 em. Marstaller 1984

Nardietum scalaris Philippi 1956

Calypogeienion muellerianae Marstaller 1984

Calypogeietum fissae Schumacker ex Philippi 1956

Calypogeietum muellerianae Philippi 1963

Calypogeietum integrisptipulae Marstaller 1984

Calypogeietum trichomanis Neumayr 1971

Schistostegenion pennatae Marstaller 1984

Schistostegetum osmundaceae Giacomini 1939

Annexe 2 : Liste chronologique des relevés

No	Date	Localité	IFBL	écologie
301	18.7.1986	Rollingen, Heenzgrond	L835	bloc rocheux
302	18.7.1986	Rollingen, Heenzgrond	L835	bloc de grès incliné
303	27.7.1986	Marscherwald	L828	talus sablo-rocailleux
304	27.7.1986	Marscherwald	L828	rocher sous surplomb
306	2.8.1986	Bofferdange	L835	paroi de grès
307	2.8.1986	Bofferdange, Dauschkaulen	L835	paroi de grès ombragée
311	9.8.1986	Beaufort, Halerbaach inf.	K858	bloc de grès près ruisseau
312	9.8.1986	Beaufort, Halerbaach inf.	K858	petit bloc de grès
313	9.8.1986	Beaufort, Halerbaach inf.	K858	bloc de grès
315	5.9.1986	Altlinster, Haertgeslay	L837	rocher éclairé exposé
316	5.9.1986	E Fischbach	L826	bloc de grès
319	6.9.1983	Kaltgesbaach	L911	corniche sous surplomb
324	2.5.1987	Nommern, Kauzelay	L826	sable humifère
325	2.5.1987	Nommern, Kauzelay	L826	rocher humifère sabl.
326	3.5.1982	Nommern, Kauzelay	L826	tronc pourri de Fagus
327	2.5.1987	Nommern, Kauzelay	L826	rocher humifère
328	8.6.1987	Berdorf, Aesbaach moyen	L912	rocher frais
330	11.4.1987	NE Keispelt, affl. de la Mamer	L844	tronc de Pinus très pourri
331	29.11.1987	S Consdorf	L911	bloc de grès (faîte)
333	29.11.1987	Schéissentëmpel	L818	talus rocheux
335	11.1987	Consdorf vers Goldfralay	L921	rocher de grès
337	5.2.1987	Berdorf	K951	paroi de grès, gorge
338	5.2.1987	Berdorf	K951	rocher humifère frais
339	5.2.1987	Berdorf, Roitsbaachschléff	K951	rocher humifère frais
341	5.12.1987	Berdorf, Roitsbaachschléff	K951	paroi de grès ombragée
342	5.12.1987	Berdorf, Roitsbaachschléff	K951	rocher ombragé
343	5.12.1987	Beaufort, Kréiwénkel	K951	rocher exposé
346	12.12.1987	Berdorf, Aesbaach sup.	L911	rocher de grès
349	12.12.1987	Berdorf, Aesbaach sup.	L911	rocher de grès
350	12.12.1987	Berdorf, Kalekapp	K951	rocher de grès
351	12.12.1987	Berdorf, Aesbaach sup.	L911	rocher de grès frais
355	2.1.1988	Consdorf	L911	rocher de grès
356	2.1.1988	Scheidgen	L911	grès sous surplomb
353	12.12.1987	Berdorf, Aesbaach sup.	L911	rocher de grès

No	Date	Localité	IFBL	écologie
358	17.1.1988	Larochette, Manzebaach	L827	bois pourrissant conifère
359	17.1.1988	Larochette, Manzebaach	L827	bois pourrissant conifère
360	17.1.1988	Larochette, Manzebaach	L827	rocher de grès humifère
361	14.8.1988	Berdorf, Aesbaach moyen	L911	grès, cascade temporaire
362	14.8.1988	Berdorf, Aesbaach moyen	L911	paroi de grès
363	19.3.1988	Berdorf, Aesbaach moyen	L911	corniche surplomb
364	19.3.1988	Beaufort, Haupeschaach	K858	bloc de grès
365	19.3.1988	Beaufort, Haupeschaach	K858	bloc de grès
366	19.3.1988	Beaufort, Haupeschaach	K858	rocher près ruisseau
367	23.4.1988	Mullerthal, Kaasselslay	L818	rocher près ruisseau
368	23.4.1988	Mullerthal, Kaasselslay	L818	rocher sous surplomb
400	9.6.1990	Beaufort, château	K858	rocher de grès
402	24.6.1994	Bofferdange	L846	rocher de grès
403	8.7.1994	Marscherwald	L828	Bois pourriss. de conifère
404	8.7.1994	Marscherwald	L828	Bois pourriss. de conifère
405	8.7.1994	Marscherwald	L828	Bois pourriss. de conifère
1000	11.7.2010	Walferdange, Haedchen	L856	Bois pourrissant
1001	11.7.2010	Walferdange, Haedchen	L856	Bois pourrissant
1003	23.9.2010	Vallée Ernz Noire	L828	rocher de grès ombragé
1008	13.10.2010	Walferdange, Zoossenhaff	L955	talus sablonneux
1011	27.11.2010	Hollenfels, v. Kuelbécherhaff	L834	humus, talus sabl..
1020	26.3.2011	Septfontaines	L843	sous surplomb sabl.
1022	26.3.2011	Septfontaines	L843	talus sablonneux
1033	15.8.2011	Berdorf, Aesbaach inf.	L912	rocher de grès ombragé
1035	15.8.2011	Berdorf, Aesbaach inf.	L912	rocher de grès ombragé
1041	27.9..2011	Haller, Halerbaach	K858	bloc de grès ombragé
1042	27.9..2011	Haller, Halerbaach	K858	talus sous pessière
1060	26.9.2011	Rollingen, Heenzgrond	L835	talus frais, saillie
1061	26.9.2011	Rollingen, Heenzgrond	L835	talus sablonneux frais
1064	26.9.2011	Rollingen, Heenzgrond	L835	talus sablonneux frais
1075	4.10.2011	Berdorf, Werschrummschléff	L911	rocher de grès, gros bloc
1077	4.10.2011	Berdorf, Werschrummschléff	L911	rocher humifère
1090	11.10.2011	Larochette	L817	talus rocheux-sablonneux
1091	11.10.2011	Larochette	L817	paroi de grès ombragée
1095	15.11.2011	Walferdange, Haedchen	L856	bois pourrissant
1115	27.12.2011	Berdorf, Roitsbaachschléff	K951	rocher de grès
1116	27.12.2011	Berdorf, Roitsbaachschléff	K951	rocher de grès

No	Date	Localité	IFBL	écologie
1117	27.12.2011	Berdorf, Roitsbaachschlëff	K951	rocher de grès
1118	27.12.2011	Berdorf, Roitsbaachschlëff	K951	bois pourrissant
1170	30.6.2012	Berdorf, Schnellert	L911	rocher de grès
1301	11.10.2012	Gréngewald, Laangmuer	L857	rocher de grès ombragé
1303	11.10.2012	Gréngewald, Laangmuer	L857	rocher de grès ombragé
1304	11.10.2012	Gréngewald, Laangmuer	L857	rocher de grès ombragé
1401	25.10.2012	Berdorf, Aesbaach près Pérécop	K952	rocher humifère
1404	25.10.2012	Berdorf, Aesbaach près Pérécop	K952	rocher de grès ombragé
1450	5.1.2013	Beaufort, Haupeschaach	K858	rocher de grès ombragé
1451	5.1.2013	Beaufort, Haupeschaach	K858	rocher de grès ombragé
1452	5.1.2013	Beaufort, Haupeschaach	K858	rocher de grès ombragé
1460	2.1.2013	Walferdange, Haedchen	L856	tronc pourrissant
1510	9.3.2013	Septfontaines	L843	corniche sablonneuse
1515	18.3.2013	Walferdange, Fitness parcours	L856	tronc de conifères pourrissant
1520	20.4.2013	Scheidgen S	L921	rocher de grès ombragé
1521	20.4.2013	Scheidgen S	L921	rocher de grès ombragé
1562	1.5.2013	S Larochette, Ernzen	L827	talus rocheux
1570	29.5.2013	Blaschette, plateau	L846	talus sablonneux
1563	1.5.2013	S Larochette, Ernzen	L827	talus rocheux
1580	3.6.2013	Blumenthal	L838	talus sablonneux
1601	3.7.2013	Consdorf, vers Rammelay	L911	rocher de grès
1602	3.7.2013	Consdorf, vers Rammelay	L911	bois pourrissant
1610	5.7.2013	Oberanven	L857	talus rocheux
1620	25.8.2013	Consdorf, Goldkaul	L921	grès semi-ombragé
1621	25.8.2013	Consdorf, Goldkaul	L921	grosse pierre
1690	23.9.2013	Gréngewald, Schetzel	L856	souche pourrissante
1691	23.9.2013	Gréngewald, Schetzel	L856	tronc pourrissant
1701	26.9.2013	Luxembourg, Pétrusse	M815	rocher de grès frais
1710	25.10.2013	Kopstal	L854	talus rocheux ombragé
1730	3.11.2013	Rollingen, Heenzgrond	L832	rocher de grès ombragé
1735	20.11.2013	Colbette	L828	rocher de grès ombragé
1740	25.11.2013	N Mamer, Thillsmillen, Kellsbaach	M814	bois pourrissant
1751	2.12.2013	Mullerthal, Schéissentëmpel	L818	petit rocher incliné
1765	9.12.2013	Echternach, Däisterbaach	L911	rocher de grès
1801	24.12.2013	Gréngewald, Schetzel	L856	souche pourrissante
1802	24.12.2013	Gréngewald, Schetzel	L856	tronc pourrissant
1990	1.5.2014	Beaufort, Halerbaach inf.	K858	rocher frais près ruisseau

No	Date	Localité	IFBL	écologie
1995	24.5.2014	Berdorf, Aesbaach moyen	L911	rocher de grès ombragé
2001	31.5.2014	Consdorf, Moulin de	L911	rocher ombragé
2105	28.12.2015	Meysembourg	L826	souche pourrissante
2110	1.1.2016	Gréngewald, vers Schetzel	L856	bois entassé bien pourri
2115	30.1.2016	W Kopstal, vers Brameschhaff	L854	souche pourrissante
2120	5.6.2016	Gréivelshaff., Ënneschte Bësch	M824	souche pourrissante
2121	5.6.2016	S Gréivelshaff Ënneschte Bësch	M824	souche pourrissante
2125	12.2.2016	N Blaschette, vers Weyer	L836	tronc pourrissant
2130	22.2.2016	W Schetzel, Gréngewald	L856	souche pourrissante
2135	25.2.2016	Scheidgen SW	L911	rocher de grès ombragé
2140	7.3.2016	Walferdange, env. Haedchen	L856	souche pourriss.(conifère.)
2145	9.3.2016	Mullerthal, W Eilebuerg	L818	rocher semi-ombragé
2146	9.3.2016	Mullerthal W Eilebuerg	L818	rocher de grès frais
2147	9.3.2016	Mullerthal W Eilebuerg	L818	rocher de grès frais
2150	19.3.2016	Gréngewald (Gonderange)	L857	souche morte
2151	30.3.2016	Bofferdange, Dauschkaulen	L846	talus sablonneux ombragé
2155	12.4.2016	Scheidgen NE	L911	rocher ombragé frais
2160	4.5.2016	Gonderange E, Gréngewald	L847	talus sablonneux humifère
2165	7.5.2016	Dondelange	L843	talus sablonneux-rocheux
2166	7.5.2016	Dondelange	L843	talus sablonneux-rocheux
2170	16.5.2016	E Lintgen	L835	talus sablonneux limoneux
2175	26.5.2016	Nommern, Noumerleeën, Alebuerg	L826	rocher de grès humifère
2176	26.5.2016	Nommern, Noumerleeën, Alebuerg	L826	rocher de grès
2180	16.6.2016	Berdorf, Halsbéch	K952	bloc de grès
2185	23.6.2016	Hunsdorf (collines NW)	L845	petit creux sous surplomb
2186	23.6.2016	Hunsdorf (collines NW)	L845	fissure sous surplomb
2195	21.9.2016	Beaufort, Biirkbaach (ouest)	K858	tronc pourrissant
2196	21.9.2016	Beaufort, Biirkbaach (ouest)	K858	rocher de grès (faîte)
2200	12.11.2016	Altlinster, Haertgeslay	L837	gros bloc rocheux
2205	14.11.2016	Weyer N	L836	rocher semi-éclairé
2210	24.11.2016	Berdorf, Kalekapp	K951	rocher ombragé

Annexe 3 : Abréviations utilisées dans les tableaux phytosociologiques

Unités supérieures

DICR SCOP HYPNION	Dicrano scoparii-Hypnion filiformis Barkman 1958
GRIMMIO-RACOMITRIETEA	Grimmio-Racomitrietea heterostichi (Neumayr 1971) Hertel 1974
HYPNETEA	Hypnetea cupressiformis Jezek & Vondracek 1962
ISOTHECION MYO	Isothecion myosuroidis Barkman 1958
LEPIDOZIO-LOPH.	Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae v. Hübschmann 1976
NOWELLION	Nowellion curvifoliae Philippi 1965
POGONATO-DICRAN.	Pogonato-Dicranelletea heteromallae v. Hübschmann 1967
TETRAPHIDION	Tetraphidion pellucidae v. Krusenstjerna 1945

Types d'espèces

- CAL. espèce calcicole
- D. espèce(s) différentielle(s)

Types de substrat

- X bois mort à pourrissant
- R rocher de grès
- SH rocher de schiste (Ardennes, Oesling)
- S talus sablonneux-rocheux (-humifère)

Annexe 4 : Liste des espèces observées

Les espèces (assez) rares au Luxembourg sont données en lettres grasses (21 hépatiques et 8 mousses)

HEPATICAE (39)	<i>Scapania umbrosa</i>
<i>Bazzania flaccida</i>	<i>Schistochilopsis incisa</i>
<i>Bazzania trilobata</i>	<i>Solenostoma hyalinum</i>
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	<i>Sphenolobus minutus</i>
<i>Calypogeia azurea</i>	<i>Syzygiella autumnalis</i>
<i>Calypogeia fissa</i>	<i>Tritomaria exsecta</i>
<i>Calypogeia integristipula</i>	
<i>Calypogeia muelleriana</i>	MUSCI (62)
<i>Calypogeia suecica</i>	<i>Allienella complanata</i>
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	<i>Amphidium mougeotii</i>
<i>Cephalozia catenulata</i>	<i>Atrichum undulatum</i>
<i>Cephalozia lunulifolia</i>	<i>Aulacomnium androgynum</i>
<i>Cephaloziella divaricata</i>	<i>Bartramia pomiformis</i>
<i>Conocephalum conicum</i>	<i>Brachythecium mildeanum</i>
<i>Crossocalyx hellerianus</i>	<i>Brachythecium rutabulum</i>
<i>Diplophyllum albicans</i>	<i>Bryum subapiculatum</i>
<i>Geocalyx graveolens</i>	<i>Campylopus flexuosus</i>
<i>Harpantus scutatus</i>	<i>Campylopus fragilis</i>
<i>Lepidozia reptans</i>	<i>Campylopus subulatus</i>
<i>Liochlaena lanceolata</i>	<i>Ceratodon purpureus</i>
<i>Lophocolea bidentata</i>	<i>Dicranella heteromalla</i>
<i>Lophocolea heterophylla</i>	<i>Dicranodontium denudatum</i>
<i>Lophozia silvicola</i>	<i>Dicranoweisia cirrata</i>
<i>Lophozia ventricosa</i>	<i>Dicranum fulvum</i>
<i>Nardia scalaris</i>	<i>Dicranum fuscescens</i>
<i>Neoorthocaulis attenuatus</i>	<i>Dicranum montanum</i>
<i>Nowellia curvifolia</i>	<i>Dicranum scoparium</i>
<i>Odontoschisma denudatum</i>	<i>Dicranum tauricum</i>
<i>Pellia epiphylla</i>	<i>Diphyscium foliosum</i>
<i>Plagiochila asplenoides</i>	<i>Ditrichum heteromallum</i>
<i>Plagiochila porelloides</i>	<i>Eurhynchium striatum</i>
<i>Riccardia latifrons</i>	<i>Grimmia trichophylla</i>
<i>Scapania nemorea</i>	<i>Hedwigia ciliata</i>
<i>Scapania scandica</i>	<i>Herzogiella seligeri</i>

<i>Heterocladium heteropterum</i>
<i>Heterocladium flaccidum</i>
<i>Homalothecium sericeum</i>
<i>Hypnum cupressiforme</i>
<i>Hypnum jutlandicum</i>
<i>Isothecium alopecuroides</i>
<i>Isothecium myosuroides</i>
<i>Kindbergia praelonga</i>
<i>Leucobryum glaucum</i>
<i>Leucobryum juniperoideum</i>
<i>Loeskobryum brevirostre</i>
<i>Mnium hornum</i>
<i>Mnium stellare</i>
<i>Oxyrrhynchium schleicheri</i>
<i>Oxystegus tenuirostris</i>
<i>Plagiomnium affine</i>
<i>Plagiothecium cavifolium</i>
<i>Plagiothecium curvifolium</i>
<i>Plagiothecium denticulatum</i>
<i>Plagiothecium laetum</i>
<i>Plagiothecium nemorale</i>
<i>Plagiothecium succulentum</i>
<i>Plagiothecium undulatum</i>
<i>Pleuridium acuminatum</i>
<i>Pogonatum aloides</i>
<i>Pohlia cruda</i>
<i>Pohlia nutans</i>
<i>Polytrichum formosum</i>
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>
<i>Ptychostomum capillare</i>
<i>Rhabdoweisia fugax</i>
<i>Rhizomnium punctatum</i>
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>
<i>Sphagnum quinquefarium</i>
<i>Tetraphis pellucida</i>
<i>Thamnobryum alopecurum</i>

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Please check our internet site <http://www.mnhn.lu> for the latest version of these instructions!

Scope

FERRANTIA is a series of monographic works (20-250 pages in final layout) dealing with life and earth sciences, preferably related in some way or other to the Grand-Duchy of Luxembourg.

It publishes original results of botanical, zoological, ecological, geological, mineralogical, paleontological, geophysical and astrophysical research and related fields.

A complete issue of FERRANTIA may be devoted to several papers on a single topic as the responsibility of an invited editor.

Copyright

The submission of a manuscript to FERRANTIA implies that the paper must not have been accepted for publication or be under consideration elsewhere.

Copyright of a published paper, including illustrations, becomes the property of the publisher. Requests to reproduce material from FERRANTIA should be addressed to the editor.

Reviewing

Articles submitted for publication are reviewed by the editorial board and by one or two referees. The final decision on acceptance or rejection of the manuscript is taken by the editorial board. Manuscripts not prepared according to the following instructions to authors will be returned for correction prior to review.

Nomenclature

Papers with a systematic content should strictly follow the International Codes of Nomenclature.

Specimens

We recommend that the authors should deposit at least a part of the type material in the MNHN collections.

Publication dates

FERRANTIA pays special attention to publication dates, which are always specified to the day of publication.

Manuscripts

Manuscripts, without limitation of the number of pages, must conform strictly to the instructions to authors, and should be sent to the Editor:

FERRANTIA

Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg

25, rue Munster

L-2160 Luxembourg

Format

Manuscripts must be submitted as paper copy in triplicate in A4 format, preferably double-spaced, with margins of at least 3 cm and all pages numbered.

If possible, an electronic version of the text may also be sent as unformatted Word document (PC or MAC) (font Times New Roman, 10 pt). Tables (Word, Excel) and figures (300 dpi in the page size of the journal) may also be sent electronically.

Structure

Papers are to be written in simple, correct and concise French, German or English. They should be organized as follows:

- a brief title (should not include the name of new taxa);
- a suggested running head (no more than 50 characters);
- name(s) and first name(s) of author(s), followed by their full address(es) and, if possible, e-mail or fax number;
- abstracts in English, French and German, each 200-800 words long; new taxa names should be included in the abstract; the abstract should be precise and descriptive, in order to be reproduced as such in data bases; avoid vague sentences such as "three new species are described" or "species are compared to species already known"; include precise differential characters;
- text of the article, in the following order: Introduction, Abbreviations used, Material and methods, Results and/or Observations, Discussion, Acknowledgements, References. The arrangement of the parts "Results/Observations" and "Discussion" may be modulated according to the length and subject of the article; very long papers may include a table of contents;
- for systematic descriptions, each description should follow the order: name of taxon with author and date, synonymy, type material, etymology, material examined, distribution, diagnosis and/or description, remarks.
- description of geological features should include type level, type horizon, type locality. This order may be adapted according to the concerned groups: consult a recent issue of FERRANTIA;
- taxon names must be stated with author (and publication date, separated by a comma, where appropriate) at least once at the first mention. At subsequent mentions of the same taxon, or other taxa of the same genus, the genus name may be abbreviated (*Rosa canina* L. to *R.*

canina).

- use n. sp., n. gen., n. fam., etc. for new taxa;
- use italicized words only for taxa of generic and sub-generic ranks;
- use lowercase characters for authority names
- references to illustrations and tables should be indicated as follows: (Fig. 1), (Fig. a, d), (Fig. 2a-d), (Figs 3; 6), (Figs 3-5; Tab. 2); (Tab. 1); for German texts use Abb. instead of Fig.
- footnotes should not be used.

Tables and figures

Copies of all figures and tables should be included with the manuscript. They can be either included in the text at the correct locations with their legends or referenced in the text and included as annexes.

For printing all figures must be provided as separate image files in a convenient format and resolution (TIF or JPEG for photographs, GIF, PNG or TIF for graphs and figures).

The editorial board will pay special attention to the quality and relevance of illustrations. Colored illustrations are accepted where appropriate and necessary.

Line drawings must be in Indian ink or high quality laser printouts; high contrast photographs are required,

Illustrations can be grouped into composite plates the elements of which are identified by letters (a, b, c...). Plates are not placed at the end of the article: they will be considered as figures and numbered as such. Arrange figures to fit in one (70 x 200 mm) or two columns (144 x 200 mm) or one half page (144 x 100 mm). Letters, numbers, etc., for each figure, are to be indicated on an accompanying overlay, not on the original figure. They will be inserted by the printer. A scale bar is required for each figure, when appropriate. No diagram or table is to exceed one page; longer tables should be divided.

References

In main text, references to authors, in lower case, should be presented without comma before year, as follows: Smith (2001), Smith (2001, 2002), (Smith 2001), Smith et al. (2003), (Smith 2001; Jones 2002), (Smith & Jones 2003, 2005), (Smith, Jones & Johnson 2003), (Smith et al. 2003), Smith (2001: 1; 2003: 5), Smith (2001: fig. 2).

References should be presented as follows, in alphabetical order. Do not abbreviate journal names:

Høeg J. T. & Lützen J. 1985. - Comparative morphology and phylogeny of the family Thompsoniidae (Cirripedia: Rhizocephala: Akentrogonida) with description of three new genera and seven new species. *Zoologica Scripta* 22: 363-386.

Marshall C. R. 1987. - Lungfish: phylogeny and parsimony, in Bernis W. E., Burggren W. W. & Kemp N. E. (eds), *The Biology and Evolution of Lungfishes*, *Journal of Morphology* 1: 151-152.

Röckel D., Korn W. & Kohn A. J. 1995. - *Manual of the Living Conidae. Volume 1: Indo-Pacific Region*. Christa Hemmen, Wiesbaden, 517 p.

Schwaneer T. D. 1985. - Population structure of black tiger snakes, *Notechis ater niger*, on off-shore islands of South Australia: 35-46, in Grigg G., Shine R. & Ehmann H. (eds), *Biology of Australasian Frogs and Reptiles*. Surrey Beatty and Sons, Sydney.

Gerecke R., Stoch F., Meisch C. & Schrankel I. 2005. - *Die Fauna der Quellen und des hyporheischen Interstitials in Luxemburg unter besonderer Berücksichtigung der Milben (Acari), Muschelkrebse (Ostracoda) und Ruderfusskrebse (Copepoda)*. *Ferrantia* 41, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 140 p.

Proofs and reprints

Proofs will be sent to the author (or the first author) for correction and must be returned within two weeks by priority air mail. Authors will receive twenty-five reprints free of charge; further reprints can be ordered at a charge indicated on a form supplied with the proofs.

Page layout of final publication

paper size	170 x 240 mm
page size	144 x 200 mm
number of columns	2
column width	70 mm
space between columns	4 mm
top margin	22 mm
bottom margin	18 mm
inside margin	15 mm
outside margin	11 mm

Fonts

Body text: Palatino linotype (serif), 9pt

Titles, legends, headers, footers: Trebuchet (sans-serif)

Les volumes de la série FERRANTIA paraissent à intervalles non réguliers. Ils peuvent être consultés en ligne à l'adresse suivante:

<http://www.mnhn.lu/ferrantia/>

Adresse de courriel pour les commandes:

diffusion@mnhn.lu

LISTE DES NUMÉROS PARUS À CETTE DATE

Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle (1981-1999)

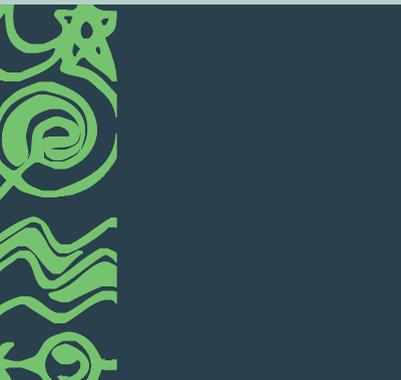
- I Atlas provisoire des Insectes du Grand-Duché de Luxembourg. Lepidoptera. 1^{ère} partie (Rhopalocera, Hesperidae). Marc Meyer et Alphonse Pelles, 1981.
- II Nouvelles études paléontologiques et biostratigraphiques sur les Ammonites du Grand-Duché de Luxembourg, de la Province du Luxembourg et de la région Lorraine attenante. Pierre L. Maubeuge, 1984.
- III Revision of the recent Western Europe species of genus *Potamocypris* (Crustacea, Ostracoda). Part 1: Species with short swimming setae on the second antennae. Claude Meisch, 1984.
- IV-1 Hétéroptères du Grand-Duché de Luxembourg: *Psallus* (*Hylopsallus*) *pseudoplatani* n. sp. (Miridae, Phyllinae) et espèces apparentées. Léopold Reichling, 1984.
- IV-2 Hétéroptères du Grand-Duché de Luxembourg: Quelques espèces peu connues, rares ou inattendues. Léopold Reichling, 1985.
- V La bryoflore du Grand-Duché de Luxembourg: taxons nouveaux, rares ou méconnus. Ph. De Zuttere, J. Werner et R. Schumacker, 1985.
- VI Revision of the recent Western Europe species of genus *Potamocypris* (Crustacea, Ostracoda). Part 2: Species with long swimming setae on the second antennae. Claude Meisch, 1985.
- VII Les Bryozoaires du Grand-Duché de Luxembourg et des régions limitrophes. Gaby Geimer et Jos. Massard, 1986.
- VIII Répartition et écologie des macrolichens épiphytiques dans le Grand-Duché de Luxembourg. Elisabeth Wagner-Schaber, 1987.
- IX La limite nord-orientale de l'aire de *Conopodium majus* (Gouan) Loret en Europe occidentale. Régine Fabri, 1987.
- X Epifaune et endofaune de *Liogryphaea arcuata* (Lamarck). Contribution à l'écologie des populations de *Liogryphaea arcuata* (Lamarck) dans le Sinémurien au NE du Bassin de Paris. Armand Hary, 1987.
- XI Liste rouge des Bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg. Jean Werner, 1987.
- XII Relic stratified scress occurrences in the Oesling (Grand-Duchy of Luxembourg), approximate age and some fabric properties. Peter A. Riezebos, 1987.
- XIII Die Gastropodenfauna der "angulata-Zone" des Steinbruchs "Reckingerwald" bei Brouch. Hellmut Meier et Kurt Meiers, 1988.
- XIV Les lichens épiphytiques et leurs champignons lichénicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg. Paul Diederich, 1989.
- XV Liste annotée des Ostracodes actuels non-marins trouvés en France (Crustacea, Ostracoda). Claude Meisch, Karel Wouters et Koen Martens, 1989.
- XVI Atlas des lichens épiphytiques et de leurs champignons lichénicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg. Paul Diederich, 1990.
- XVII Beitrag zur Faunistik und Ökologie der Schmetterlinge im ehemaligen Erzabbaugebiet "Haardt" bei Düdelingen. Jos. Cungs, 1991.
- XVIII Moosflora und -Vegetation der Mesobrometen über Steinmergelkeuper im Luxemburger und im Bitburger Gutland. Jean Werner, 1992.
- 19 Ostracoda. Nico W. Broodbakker, Koen Martens, Claude Meisch, Trajan K. Petkovski and Karel Wouters, 1993.
- 20 Les haies au Grand-Duché de Luxembourg. Konjev Desender, Didier Drugmand, Marc Moes, Claudio Walzberg, 1993.
- 21 Ecology and Vegetation of Mt Trikora, New Guinea (Irian Jaya / Indonesia). Jean-Marie Mangen, 1993.
- 22 A checklist of the recent non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from the inland waters of South America and adjacent islands. Koen Martens & Francis Behen, 1993.
- 23 Ostracoda. Claude Meisch, Roland Fuhrmann, Karel Wouters, Gabriele Beyer and Trajan Petrovski, 1996.

- 24 Die Moosflora des Luxemburger Oeslings. Jean Werner, 1996.
- 25 Atlas des ptéridophytes des régions lorraines et vosgiennes, avec les territoires adjacents, Georges Henri Parent, 1997.
- 26 Evaluation de la qualité des cours d'eau au Luxembourg en tant qu'habitat pour la loutre. Groupe Loutre Luxembourg, 1997.
- 27 Notes Paléontologiques et Biostratigraphiques sur le Grand Duché de Luxembourg et les régions voisines. Pierre Louis Maubeuge & Dominique Delsate, 1997.
- 28 Die Moosflora der Kleinen Luxemburger Schweiz (Müllertal). Florian Hans, 1998.
- 29 Etude sur les genres *Globorilusopsis* Maubeuge, 1994 et *Simonicerias* n. gen. du Lias Supérieur du Grand-Duché de Luxembourg (Calypptomatida). Pierre Louis Maubeuge, 1998.
- 30 L'Ichthyofaune du Toarcien luxembourgeois. Cadre général et catalogue statistique. Dominique Delsate, 1999.
- 31 Proceedings of the 3rd European Batdetector Workshop. 16-20 August 1996 Larochette (Lux.). Christine Harbusch & Jacques Pir (eds.), 1999.
- 32 Les collections paléontologiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg. Fossiles du Trias et du Jurassique. Dominique Delsate, Chris Duffin & Robi Weis, 1999.
- 40 Les macrolichens de Belgique, du Luxembourg et du nord de la France - Clés de détermination. E. Sérusiaux, P. Diederich & J. Lambinon, 2004.
- 41 Die Fauna der Quellen und des hyporheischen Interstitials in Luxemburg unter besonderer Berücksichtigung der Milben (Acari), Muschelkrebse (Ostracoda) und Ruderfusskrebse (Copepoda). Reinhard Gerecke, Fabio Stoch, Claude Meisch, Isabel Schrankel, 2005.
- 42 Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. Guy Colling, 2005.
- 43 Contribution à la climatologie du Luxembourg. Analyses historiques, scénarios futurs. Christian Ries (éd.), 2005.
- 44 Sandstone Landscapes in Europe - Past, Present and Future. Proceedings of the 2nd International Conference on Sandstone Landscapes. Vianden (Luxembourg) 25-28.05.2005. Christian Ries & Yves Krippel (eds.), 2005.
- 45 Additions et corrections au catalogue des plantes vasculaires de l'arrondissement de Montmédy. Etude sur l'évolution séculaire de la flore. Georges H. Parent, 2006.
- 46 Beiträge zur Paläontologie des Unterdevons Luxemburgs (1). Christian Franke (Hrsg.), 2006.
- 47 Verbreitungsatlas der Libellen des Großherzogtums Luxemburg. Roland Proess, 2006.
- 48 Les Hêtres tortillardards, *Fagus sylvatica* L. var. *tortuosa* Pépin, de Lorraine, dans leur contexte européen. Georges H. Parent, 2006.
- 49 Inventaire minéralogique du Luxembourg - Stolzembourg, Schimpach, Goesdorf. Simon Philippo (éd.), 2007.
- 50 Inventaire de la biodiversité dans la forêt "Schnellert" (Commune de Berdorf) - Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet "Schnellert" (Gemeinde Berdorf). Marc Meyer & Evelyne Carrières (éds.), 2007.
- 51 Proceedings of the first international Recorder conference. Luxembourg 2-3 December 2005. Tania Walisch (ed.), 2007.
- 52 Verbreitungsatlas der Reptilien des Großherzogtums Luxemburg. Roland Proess (éd.), 2007.
- 53 Les arbres introduits au Luxembourg. Inventaire des essences arborescentes non indigènes de pleine terre présentes sur le territoire du Grand-Duché de Luxembourg. Antoinette Welter, Jean Turk, Joé Trossen, 2008.
- 54 Fossils as Drugs: pharmaceutical palaeontology. Christopher J. Duffin, 2008.

FERRANTIA (2002-)

- 33 Die Fledermäuse Luxemburgs (Mammalia: Chiroptera). Christine Harbusch, Edmée Engel, Jacques Pir, 2002.
- 34 The Protura of Luxembourg. Andrzej Szeptycki, Norbert Stomp, Wanda M. Weiner, 2003.
- 35 Liste rouge des bryophytes du Luxembourg. Jean Werner, 2003.
- 36 Paléontologie au Luxembourg. Simone Guérin-Franiatte (éd.), 2003.
- 37 Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. Roland Proess (éd.), 2003.
- 38 Trois études sur la Zone Rouge de Verdun. I. Herpétofaune. II. La diversité floristique. III. Les sites d'intérêt botanique et zoologique. Georges H. Parent, 2004.
- 39 Verbreitungsatlas der Heuschrecken des Großherzogtums Luxemburg. Roland Proess, 2004.

-
- 55 Proceedings of the first conference on faunistics and zoogeography of European Trichoptera. Luxembourg 2nd - 4th September 2005. Marc Meyer & Peter Neu (eds.), 2008.
- 56 Colonial nesting in the Great Crested Grebe *Podiceps cristatus* (Linné 1758). Research results from a colony on the Dutch IJsselmeer in comparison to other studies on colonial nesting in the species. André Konter, 2008.
- 57 Die Waldgesellschaften Luxemburgs. Vegetation, Standort, Vorkommen und Gefährdung. Thomas Niemeyer, Christian Ries & Werner Härdtle, 2010.
- 58 Beiträge zur Paläontologie des Unterdevons Luxemburgs (2). Christian Franke (Hrsg.), 2010.
- 59 Proceedings of the 3rd international symposium Coleoid Cephalopods Through Time. Luxembourg 8th - 11th October 2008. Dirk Fuchs (editor), 2010.
- 60 Verbreitungsatlas der Zikaden Luxemburgs - Textband. Rolf Niedringhaus, Robert Biedermann, Herbert Nickel, 2010.
- 61 Verbreitungsatlas der Zikaden Luxemburgs - Atlasband. Rolf Niedringhaus, Robert Biedermann, Herbert Nickel, 2010.
- 62 Le Jurassique inférieur et moyen au Luxembourg - Nouvelles données paléontologiques et biostratigraphiques. Robert Weis & Simone Guérin-Franiatte (éds.), 2010
- 63 La Flore calcicole et basophile du Massif vosgien. Georges H. Parent, 2011.
- 64 Rearing of unionoid mussels (with special emphasis on the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*). Frank Thielen (editor), 2011.
- 65 Les bryophytes du Luxembourg - Liste annotée et atlas. The bryophytes of Luxembourg - Annotated list and atlas. Jean Werner, 2011.
- 66 Die Graslandgesellschaften Luxemburgs. Simone Schneider, 2011.
- 67 Comparative studies of behaviour in allo-patric subspecies of Grebes, Podicipedidae. Black-necked Grebe *Podiceps nigricollis* (Brehm 1831) and White-tufted Grebe *Rollandia rolland* (Quoy & Gaimard 1824). André Konter, 2012.
- 68 Beiträge zur Paläontologie des Unterdevons Luxemburgs (3). Christian Franke (Hrsg.), 2012.
- 69 Die Höhlenfauna Luxemburgs. Dieter Weber (Hrsg.), 2013.
- 70 Verbreitungsatlas der Weberknechte des Großherzogtums Luxemburg. Christoph Muster & Marc Meyer, 2014.
- 71 Le Jurassique au Luxembourg (1) - Vertébrés, échinodermes et céphalopodes du Bajocien. Roby Weis & Ben Thuy (éds.), 2015.
- 72 Aberrant plumages in grebes Podicipedidae - An analysis of albinism, leucism, brown and other aberrations in all grebe species worldwide. André Konter, 2015.
- 73 Beiträge zur Paläontologie des Unterdevons Luxemburgs (4). Christian Franke (Hrsg.), 2016.
- 74 Les sources de la région gréseuse du Luxembourg. Sociologie de la bryoflore et conservation. Jean Werner & Alexandra Arendt, 2016.
- 75 Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. Roland Proess (Hrsg.), 2016.
- 76 Die Rüsselkäferfauna (Coleoptera, Curculionoidea) der Silikatmagerrasen im nördlichen Luxemburg. Carlo Braunert, 2017.
- 77 Inventaire minéralogique du Luxembourg et de la région: Goesdorf et Beauraing. Simon Philippo (éditeur), 2018.
- 78 Verbreitungsatlas der Reptilien des Großherzogtums Luxemburgs. Roland Proess (Hrsg.), 2018.
- 79 Atlas of the Insects of the Grand-Duchy of Luxembourg: Coleoptera, Cerambycidae. Francesco Vitali, 2018.
- 80 Quelques associations de bryophytes sur rochers de grès acides et bois pourrissant au Luxembourg. Jean Werner, 2018.
-



Ferrantia

Travaux scientifiques
du Musée national
d'histoire naturelle
Luxembourg

www.mnhn.lu

80

2018

