
Ferrantia

35

Liste rouge des bryophytes du Luxembourg Mesures de conservation et perspectives

par

J. Werner

Luxembourg, 2003

Table des matières

A. Introduction	10
1. Les raisons d'une nouvelle « Liste Rouge »	10
a) Le progrès de la recherche floristique	10
b) L'évolution de la recherche taxonomique	10
c) L'évolution de l'environnement naturel	11
d) Le développement d'une « science de la conservation »	12
e) Pourquoi dresser une liste rouge pour un petit pays enclavé ?	12
2. Développements internationaux récents	13
a) Le "Red Data Book" de l'ECCB (1995)	13
b) Les règles d'évaluation de l'IUCN	13
B. Méthodologie	15
1. Difficultés rencontrées	15
a) La mauvaise connaissance de l'écologie microstationnelle	15
b) Les stratégies vitales des bryophytes	15
c) L'insuffisance des données historiques	16
d) Aspects de la rareté	16
e) L'application des critères de l'IUCN à un petit pays	17
2. Nomenclature et taxons retenus	17
a) Nomenclature, taxons infra-spécifiques	17
b) Espèces nouvelles - Espèces à retirer	18
3. Catégories de risque retenues	20
a) Espèces non revues	20
b) Espèces présentement menacées	20
c) Espèces non présentement menacées	20
d) Espèces certainement méconnues	20
e) Manque de données - Espèces et récoltes critiques	21
4. Exemples d'évaluation	21
a) <i>Anastrophyllum hellerianum</i>	21
b) <i>Apometzgeria pubescens</i>	21
c) <i>Cololejeunea rossettiana</i>	21
d) <i>Fossombronia wondraczekii</i>	22
e) <i>Harpanthus scutatus</i>	22
f) <i>Lophocolea fragrans</i>	22
g) <i>Odontoschisma denudatum</i>	24
h) <i>Scapania curta</i>	24
i) <i>Acaulon muticum</i>	24
j) <i>Andreaea rupestris</i>	24
k) <i>Buxbaumia aphylla</i>	24
l) <i>Dicranum viride</i>	25
m) <i>Didymodon glaucus</i>	25
n) <i>Fissidens rufulus</i>	25
o) <i>Grimmia crinita</i>	25
p) <i>Hamatocaulis vernicosus</i>	25
q) <i>Plagiothecium undulatum</i>	27
r) <i>Pseudobryum cinclidioides</i>	27
s) <i>Pterygoneuron ovatum</i>	27
t) <i>Racomitrium fasciculare</i>	27
u) <i>Rhynchostegium rotundifolium</i>	27
v) <i>Sphagnum fallax</i>	30
w) <i>Zygodon conoideus</i>	30
C. Présentation et Commentaire	30
1. Présentation	30
2. Commentaire	43
a) Commentaire global	43
b) Espèces éteintes ou non revues (EX, EV)	43
c) Espèces menacées (CR, EN, VU)	44
d) Espèces non présentement menacées (nt, lc)	44

e) Espèces non évaluées (DD, data deficiient)	44
3. Comparaisons	45
a) Avec la liste rouge de 1987	45
b) Avec d'autres listes rouges récentes	49
4. Ventilation par habitats	50
5. Espèces rares et menacées à l'échelon européen	51
D. Mesures de conservation et perspectives	53
1. La protection adéquate des bryophytes	53
a) Particularités des bryophytes	53
b) Ampleur et limites des mesures à prendre	53
c) Connaissance et hiérarchisation des sites	55
b) Les « hot spots » bryologiques	56
c) Hot spots: Aspects internationaux	59
d) Qu'en est-il au Luxembourg ?	59
2. La législation sous l'empire de la Directive « Habitats »	61
a) Espèces intégralement protégées	61
b) Espèces partiellement protégées	62
c) Habitats à protéger	62
d) Nouveau régime d'aide - Sauvegarde de la diversité biologique	63
3. Perspectives	63
Littérature	65
Long English Summary	70

Liste rouge des bryophytes du Luxembourg

Mesures de conservation et perspectives

Jean Werner

32, rue Michel Rodange
L – 7248 Bereldange
jean.werner@mnhn.lu

Keywords:

Bryophytes, Conservation, IUCN, Luxembourg, Red list

Abstract - Red List of the Bryophytes of Luxembourg - Conservation measures and perspectives

An entirely revised first update of the Red List of the Bryophytes of Luxembourg (published in 1987) is submitted. It is based on IUCN categories and criteria, and takes into account recent taxonomic and floristic research, notably fieldwork and bryophyte mapping. The introduction stresses the rapid changes in our vegetation, the difficulties of drafting a Red list of bryophytes in a small country and recent international developments in conservation science. Some special difficulties arise from bryophyte ecology and life strategies, as well as from their insufficiently known distributions. Four new species are added to the check-list for Luxembourg (*Riccia subbifurca*, *Grimmia dissimulata*, *Orthotrichum patens*, *Ulotia macrospora*) and one species is deleted (*Schistidium confertum*).

Out of 587 taxa, 316 (53.8 %) are considered to be Lower Risk (lc = least concern), 63 taxa (10.8 %) are Near Threa-

tened (nt), whereas 198 taxa (33.7 %) are "Red Listed". Among these, 8 are Extinct (EX), 61 taxa are Critically Endangered (CR) or have vanished recently (EV), 52 are Endangered (EN) and 77 are considered vulnerable (VU). A short comparison is made with the previous red list and with other recent red lists for European countries. Luxembourg is in an intermediate position at a European level. The Red List is broken down to 19 ecological groups. Acid and calcareous mires, as well as sites with exposed mud and wet sands, host the highest proportion of threatened species. Twenty-three examples of assessment are given in detail. Most bryological "hot spots" are located in the Petite-Suisse sandstone area. A comment on bryophyte conservation policy and legislation concludes the paper.

A long summary in English is given at the end of the paper.

Zusammenfassung - Rote Liste der Moose Luxemburgs - Schutzmaßnahmen und Ausblick

Eine erste, völlig überarbeitete Rote Liste der Moose Luxemburgs von 1987 wird vorgestellt. Sie stützt sich auf die IUCN – Richtlinien und Kriterien und berücksichtigt die rezente taxonomische und floristische Forschung, besonders Geländearbeit und Mooskartierungen. Die Einführung unterstreicht die schnellen Veränderungen in unserer Pflanzenwelt, die Schwierigkeit, die darin besteht eine rote Liste der Moose für ein sehr kleines Land aufzustellen und die rezenten Ergebnisse einer wissenschaftlichen Inschutzstellung. Einige Schwierigkeiten ergeben sich aus den Lebensstrategien und der Ökologie der Moose, sowie aus deren ungenügend bekannten Verbreitung. Vier neue Arten wurden der Check-Liste hinzugefügt (*Riccia subbifurca*, *Grimmia dissimulata*, *Orthotrichum*

patens, *Ulotia macrospora*), eine Art wird gestrichen (*Schistidium confertum*).

316 von 587 Taxa (53,8 %) werden als nicht gefährdet angesehen (lc), 63 Taxa kommen auf die Vorwarnliste (nt) (10,8 %). 197 Taxa (33,7 %) hingegen kommen auf die Rote Liste: 8 davon sind verschollen (EX), 61 sind akut vom Aussterben bedroht (CR) oder sind erst in jüngster Zeit verschwunden (EV); 52 sind gefährdet (EN) und 77 verletzlich (potentiell gefährdet) (VU). Ein kurzer Vergleich wird mit der vorhergehenden Roten Liste und mit anderen roten Listen aus Europa angestellt. Luxemburg bezieht europaweit eine mittlere Stellung. Die Rote Liste wird nach 19 ökologischen Gruppen untersucht; Saure, wie auch kalkreiche Sümpfe – so

wie auch Standorte auf Schlamm und nassem Sand - beinhalten den höchsten Anteil an gefährdeten Arten. Dreiundzwanzig Beispiele der Ermittlung werden im Detail gegeben. Die meisten bryologischen „hot spots“ befinden sich in der Kleinen Luxemburger Schweiz, einem Sandsteingebiet. Ein Kommentar zum

Mooschutz (Gesetzgebung und Schutzmaßnahmen) schliesst die Arbeit ab.

Eine längere Zusammenfassung in englischer Sprache steht am Ende der Arbeit

Résumé

Une première mise à jour entièrement révisée de la liste rouge des bryophytes du Luxembourg (datant de 1987) est présentée. Elle est basée sur les critères de l'IUCN de 1994 et tient compte des récentes recherches taxonomiques et floristiques, notamment du travail de terrain et de la cartographie des bryophytes. L'introduction évoque la rapidité des changements du monde végétal, les difficultés de réaliser une liste rouge des bryophytes dans un très petit pays, ainsi que les développements récents de la science de la conservation. Quelques difficultés résultent de l'écologie des bryophytes et de leurs stratégies vitales et du fait que leur répartition n'est pas suffisamment connue. Quatre espèces nouvelles sont ajoutées à la check-list (*Riccia subbifurca*, *Grimmia dissimulata*, *Orthotrichum patens*, *Ulota macrospora*), une espèce est retirée (*Schistidium confertum*).

316 taxons sur 587 (53,8 %) sont considérés comme non menacés (lc), 63 sont potentiellement menacés (nt) (10,8 %), alors que 198 taxons (33,7 %) figurent sur la liste

rouge: 8 taxons sont éteints (EX), 61 sont gravement menacés d'extinction (CR) ou ont disparu récemment (EV); 52 sont menacés (EN) et 77 sont vulnérables (VU). Une courte comparaison est faite avec la liste rouge précédente et avec d'autres listes rouges en Europe. A ce sujet le Luxembourg occupe une place moyenne en Europe. La liste rouge est examinée en fonction de 19 groupes écologiques; la plus grande proportion d'espèces menacées se trouve dans les marécages acides ou alcalins, de même que sur la vase et les sables exondés. Vingt-trois exemples d'évaluation sont données en détail. Les « hot spots » bryologiques sont situés pour la plupart dans la région gréseuse de la Petite-Suisse. Le travail se termine par des considérations sur la conservation des bryophytes (législation et mesures de protection).

Un sommaire long en langue anglaise se trouve à la fin du travail.

A. Introduction

1. Les raisons d'une nouvelle « Liste Rouge »

Il y a une quinzaine d'années une première liste rouge des bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg avait été publiée (Werner 1987b). Il s'avère indispensable d'en faire un remaniement profond au début de ce millénaire, et ce pour trois ordres de raisons:

a) Le progrès de la recherche floristique

De nombreuses espèces nouvelles (une centaine, soit +21 %) ont été découvertes au Luxembourg entre 1987 et 2002 (Arts 1994; Werner 1993a, 1993b, 1994, 1996b, 1999, 2000b, 2001b, 2003; Werner & Caspari 2002). Les travaux sur les pelouses calcaires du Gutland (Werner 1992a), l'Oesling (Werner 1996a), et sur la Petite-Suisse (Hans 1998, Werner

1998a) – ainsi que d'autres observations non publiées – nous donnent une vue plus correcte sur la répartition et la fréquence des différents taxons. Plusieurs collègues de Sarre - notamment F. Hans, S. Caspari, R. Mues, U. Heseler, C. Schneider, T. Schneider et P. Wolff - m'ont communiqué leurs découvertes, faites en partie au cours d'excursions communes dans la région mosellane.

Une étude de Söderström *et al.* (1998) situe l'ensemble formé par la Belgique et le Luxembourg en bonne position de prospection pour ce qui est de la connaissance de la flore hépaticologique. On a pu affirmer que le Luxembourg est un des pays européens dont la flore bryologique est le mieux documentée et d'ailleurs remarquablement riche (Hodgetts 1995: 254).

b) L'évolution de la recherche taxonomique

De nombreuses monographies ont paru au cours de la dernière décennie, comportant - grâce à des techniques de recherche plus sophistiquées - la

reconnaissance de nouvelles espèces, méconnues auparavant ou situées seulement à un rang infrasécifique, ainsi que des transferts à l'intérieur des familles et des genres. La révision du genre *Schistidium* par Blom (1996) ou plusieurs études de Hedenäs sur les mousses pleurocarpes en sont des exemples. Les progrès de la science nous obligent sans cesse à revoir nos herbiers, à mettre en route des investigations nouvelles, à modifier nos analyses de répartition et donc notre approche de la liste rouge.

c) L'évolution de l'environnement naturel

La nature en général - et la flore bryologique en particulier - ont subi depuis des décennies des perturbations importantes du fait des activités humaines. Söderström (1995) insiste sur la *rapidité des changements induits par l'homme*, une rapidité telle que les organismes vivants n'ont pas le temps de s'adapter, comme ils ont pu le faire pendant des millions d'années, au fil de l'évolution! Or la rapidité de ces changements ne s'est pas démentie au cours des quinze dernières années, même s'il y a eu des facteurs nouveaux!

1° On a noté dans de nombreuses régions une prolifération des espèces acidophiles, accompagnée d'un *appauvrissement de la flore épiphytique*, alors que cette dernière est liée en grande partie à des écorces basiques malmenées par les pluies acides (Oxfordshire: Jones 1991). Hallingbäck (1992a) a constaté que les seules régions de la Suède méridionale où de nombreux épiphytes ont pu se maintenir sans pertes sont celles qui sont peu touchées par la pollution atmosphérique. L'appauvrissement de la flore épiphytique n'est cependant plus un phénomène général (v. infra 5°).

Aux Pays-Bas (comme dans une bonne partie de l'Europe) les *sites marécageux oligotrophes* sont en perte de vitesse (Greven 1992). Dans le même pays un déclin de la maturité sexuelle (sporulation) a été constaté chez de nombreuses bryophytes (Greven 1992), ce qui augure mal de l'avenir.

2° On assiste désormais à la disparition progressive de certains *milieux semi-naturels* hérités de l'époque de pâturage extensif. Ainsi nos fameuses pelouses calcaires à orchidées (dans l'est du Gutland luxembourgeois) sont-elles de plus en plus envahies par la strate arbutive (p.ex. le *Sonnebiert* à Walferdange!), au détriment des thérophytes. On a fait la même

constatation en Lorraine (Mahévas, comm. pers.).

3° Un des phénomènes les plus inquiétants - tant pour les bryophytes que pour d'autres organismes - consiste dans la *fragmentation des habitats* qui entraîne d'abord un rétrécissement des sites restants, suivie d'une réduction ou d'un appauvrissement génétique des populations et d'une distance accrue entre ces dernières, ne permettant plus aux diaspores de se répandre aussi facilement qu'auparavant (Söderström 1998).

4° Un autre phénomène inquiétant consiste dans la *banalisation des surfaces agricoles* entraînée par les méthodes de l'agriculture productiviste (apport en nitrates, phosphates, herbicides etc...). L'eutrophisation des sols, à travers sources et ruissellements, atteint désormais la plupart des cours d'eau, même en milieu naturel! La *baisse du niveau phréatique* est d'ailleurs au moins aussi préoccupante que l'eutrophisation du sol. Au N de l'Espagne, dans les *Monegros* - une région de steppe plus grande que le Luxembourg - quelques bryophytes rarissimes, xérophiles, halophiles ou gypsophiles ont disparu ou vont disparaître, parce que les sols périodiquement mouillés restent au sec de plus en plus longtemps (Casas et al. 1992).

5° L'activité humaine, heureusement, est aussi à l'origine de quelques *évolutions positives ou correctrices*. On a pu constater récemment des améliorations régionales au niveau de la qualité de l'air et de la propreté des eaux de rivières, phénomènes dus à la désindustrialisation (Frahm 1998) et à certains efforts législatifs de nos gouvernements (pot catalyseur!). Plusieurs espèces aquatiques (*Cinclidotus* sp.) ou corticoles (*Cryphaea heteromalla* [Werner 1995], *Orthotrichum* sp.) se trouvent à nouveau en expansion dans de nombreuses régions d'Europe!. Frahm & Solga (1999) mettent un bémol: Ils estiment que le redéploiement quantitatif - mais pas toujours qualitatif - des épiphytes en Allemagne (certaines espèces rares n'ont plus réapparu) s'explique par l'accroissement des nitrates véhiculés par l'air.

6° Un aspect lié à l'écoulement du temps et aux influences humaines est la recherche, par certaines espèces, d'*habitats de substitution*. Vanderpoorten et al. (2001) donnent des exemples frappants pour la forêt suburbaine de Soignes (Bruxelles, Belgique). Ne pas recon-

naître ces nouvelles écologies parfois surprenantes conduit à une appréciation trop sévère de la rareté et les menaces de régression.

7° Les changements dus à l'activité humaine se combinent avec une *évolution climatique* de plus en plus évidente, à savoir le réchauffement relatif de nos régions depuis quinze ans environ (avec des hivers plus doux et plus pluvieux et de plus fréquentes inondations et tempêtes!), dû probablement, au moins en partie, à une teneur croissante de l'air en dioxyde de carbone! Cette évolution – qu'elle soit à moyen ou à long terme, qu'elle soit due en partie à des causes naturelles ou non – a déjà laissé des empreintes sensibles sur la bryoflore, en favorisant notamment les espèces subméditerranéennes (Frahm 1999, 2000; Frahm & Klaus 2001). Dans le cas de notre pays des évolutions spectaculaires ont eu lieu en quinze ans seulement. Elles démontrent l'extraordinaire capacité de réaction d'une partie de la bryoflore aux modifications de leur milieu vital et leur valeur évidente d'indicateurs biologiques et climatiques.

d) Le développement d'une « science de la conservation »

On a assisté récemment à une multiplication des listes rouges de bryophytes en Europe, tant au niveau national - p. ex. Sérgio *et al.* 1994, 1995 (Péninsule ibérique), Siebel *et al.* 1992 (Pays-Bas) Urmi 1992 b (Suisse), Grims (1986), Saukel (1986) (Autriche), Joint Nature Conservation Committee (2001) (Grande-Bretagne), Ludwig *et al.* 1996 (Allemagne) - qu'au niveau régional (surtout en Allemagne, p. ex. Koperski 1991, Meinunger 1995, Caspari *et al.* 1998). Il y a même une liste rouge des bryophytes - non-officielle - au niveau mondial (Geissler *et al.* 1997; Tan *et al.* 2000)! De nouveaux concepts et outils d'analyse ont été forgés, notamment par l'IUCN.

Dans quelques Länder allemands des listes rouges ont été réalisées au niveau des associations végétales, par exemple le remarquable travail de Drehwald & Preising (1991) pour le Land de Niedersachsen. De telles listes exigent d'importants travaux phytosociologiques préalables. Une étude de Rose & Porley (2001) sur le *Scapanium asperae* des collines crayeuses d'Angleterre méridionale peut servir d'exemple de ce que la dimension phytosociologique apporte à la conservation: L'association de bryophytes décrite est menacée et exige une protection adéquate, alors

que les espèces individuelles qu'on y trouve ne devraient pas mériter comme telles l'inscription sur une liste rouge !

Beaucoup d'autres publications ponctuelles ou thématiques ont vu le jour, dont quelques-unes sont citées dans cet ouvrage. Il s'agissait souvent simplement d'essayer de convaincre la communauté scientifique, les autorités nationales – voire le grand public - de l'importance de la couche bryophytique et des cryptogames en général (Hodgetts 1993), même dans un milieu aussi banal que les forêts de plaine (Hodgetts 1996).

e) Pourquoi dresser une liste rouge pour un petit pays enclavé ?

Malgré la faible taille du Luxembourg et les frontières uniquement terrestres qui le délimitent - et bien que ce pays ait été traditionnellement rattaché au territoire floristique belge - une liste rouge purement luxembourgeoise est indispensable au moins pour trois raisons:

1° Les aires de répartition des bryophytes sont par définition disjointes (Lecointe 1978), en ce sens que de nombreuses espèces rares sont disséminées au gré des conditions écologiques microstationnelles particulières (IUCN 2000). Il s'ensuit que l'examen de petits espaces est indispensable (Hallingbäck 1995) et que les listes rouges deviennent plus abstraites, lorsqu'elles portent sur un territoire très étendu. On peut être d'avis que le travail en matière de listes rouges devrait avoir comme unité de base des espaces assez homogènes de la taille d'une région, voire d'un département français, et puis de remonter de bas en haut! Souvent, en effet, la rareté naturelle et l'intensité des menaces varient fortement de région à région. Ainsi en Sarre *Leucodon sciuroides* semble en régression (Caspari *et al.* 1998) et quelque peu menacé, alors qu'aucun recul n'est perceptible au Luxembourg, en Lorraine ou dans l'Eifel méridional. Ces nuances sont gommées dans les listes rouges des grands pays.

2° Sur le plan juridique et administratif une liste nationale luxembourgeoise est évidemment indispensable, parce que les préoccupations relatives à l'environnement sont avant tout de la compétence des autorités nationales et de l'« ordre public » (au sens du droit européen) qu'elles protègent. Le droit européen conditionne et limite, il est vrai, la législation nationale de façon croissante. Les autorités

nationales, en outre, sont contraintes de mettre en pratique les directives européennes afférentes, qui protègent les espaces et les espèces menacés à l'échelle de l'Union.

- 3° Sur le plan de la conservation il est indispensable de déterminer aussi objectivement que possible les priorités locales et régionales; les listes rouges peuvent devenir un outil d'analyse utile de la flore, en permettant par exemple de mettre en évidence des espaces naturels riches en espèces rares et menacées (« hot spots »).
- 4° Bien sûr, cette argumentation ne traduit qu'une dimension du problème de conservation: De nombreuses espèces figurent certes à bon droit sur une ou plusieurs listes nationales, mais ne sont pas menacées à l'échelle de l'Europe (Schumacker 1992, Weibull & Söderström 1995). Schumacker (1992) estime que la juxtaposition de nombreuses listes rouges nationales et régionales risque d'exagérer la situation réelle en Europe, alors que de nombreuses espèces rarissimes et menacées dans une région peuvent y occuper simplement des localités éparses, hors de leur aire principale. En Suède, pourtant un pays déjà relativement grand, près des trois-quarts des hépatiques figurant sur la liste rouge ne sont pas rares en Europe, mais occupent des populations marginales dans ce pays nordique (Weibull & Söderström 1995). Il est évidemment primordial de s'attaquer à celles qui sont en danger dans l'ensemble du continent. Prenons l'exemple de *Bruchia vogesica*, connue d'une vingtaine de localités seulement en Europe. Cette petite mousse fugace est vraisemblablement une espèce relictuelle des dernières glaciations, qui se cantonne dans une écologie bien particulière (sols riches mis à nu par des torrents temporaires dus à la fonte des neiges, dans quelques régions montagneuses siliceuses hyper-océaniques, allant du Portugal au Massif Central, aux Vosges et à l'Allemagne méridionale) (Sérgio *et al.* 1998). Une telle mousse devrait faire l'objet d'un plan de conservation à l'échelle du continent !

Il convient toutefois de considérer avec attention les espèces qui, sans être menacées à l'échelle du continent, risquent de disparaître de telle ou telle région, où elles sont présentes dans des îlots disjoints - souvent résiduels - éloignés de l'aire de répartition principale et possédant des écologies microstationnelles exceptionnelles du plus grand intérêt. La Petite-Suisse luxembourgeoise livre à ce sujet de bons exemples (*Lophocolea fragrans*, *Plagiochila spinulosa*, *Didymodon glaucus* etc.).

2. Développements internationaux récents

a) Le "Red Data Book" de l'ECCB (1995)

Les travaux du *European Committee for the Conservation of Bryophytes* ont constitué une bonne base de réflexion pour cette réédition. Cet ouvrage n'a aucun caractère officiel, mais il reflète l'opinion des principaux milieux scientifiques du continent. On y trouve la description des sites européens les plus dignes de protection (Hodgetts *et al.* 1995) et il y a été tenu largement compte des régions naturelles et des groupes de sites les plus remarquables de notre pays (la Petite-Suisse, mais aussi certaines vallées de l'Oesling et de l'est calcaire). Par ailleurs Schumacker & Martiny (1995) et Hallingbäck *et al.* (2000) ont proposé pour l'Europe la nouvelle catégorie de risque RT (*regionally threatened*), un aspect ignoré par l'IUCN.

Parmi les espèces retenues par l'ECCB pour la liste rouge européenne 28 ont été récoltées au Luxembourg (tableau 1); l'occasion est donnée de rectifier la liste erronée et fort incomplète publiée au « Red Data Book » (ECCB 1995).

b) Les règles d'évaluation de l'IUCN

Les nouvelles définitions des catégories de risque et des critères d'évaluation de l'IUCN (1994) sont fort détaillées et exigent une bonne connaissance des populations actuelles et passées; leur application devrait se généraliser en Europe, même en bryologie. Le *Joint Nature Conservation Committee* (2001) britannique en vante la clarté et l'objectivité, qui laissent moins de place aux appréciations subjectives.

On peut cependant avancer quelques critiques. Sous le prétexte de rendre les estimations plus objectives ces règles comportent trop de critères purement quantitatifs. En bryologie - notamment - l'appréciation subjective de l'évaluateur bien documenté possède de nombreux avantages (Urmi 1992a). On peut déplorer aussi la disparition de la catégorie des espèces simplement *rare*s, lesquelles entreraient certes dans une catégorie de menace la plupart du temps, mais « en mélange » avec les taxons vraiment menacés. En Allemagne et dans la Péninsule ibérique cette catégorie a été retenue et s'y avère importante.

Tab. 1: Bryophytes présentes au Luxembourg, menacées, rares ou protégées au niveau européen - *Bryophytes occurring in Luxembourg, which are threatened, rare or protected at a European level*

	ECCB 95	HAB.	L.R.
1. <i>Aneura maxima</i> ⁽¹⁾	R		CR
2. <i>Porella baueri</i>	T		lc
3. <i>Riccia huebeneriana</i>	R		EN
4. <i>Amblystegium saxatile</i>	R		CR
5. <i>Brachythecium oxycladum</i>	R		EV
6. <i>Bryum rutilans</i>	T		DD
7. <i>Bryum tenuisetum</i>	K		VU
8. <i>Dicranum viride</i>	V	A2	nt
9. <i>Didymodon glaucus</i>	V		EN
10. <i>Ephemerum recurvifolium</i>	R		nt
11. <i>Fissidens monguillonii</i>	R		VU
12. <i>Grimmia lisae</i> ⁽²⁾	R		VU
13. <i>Hamatocaulis vernicosus</i>	K	A2	EX
14. <i>Heterocladium wolfsbergii</i> ⁽³⁾	T		EN
15. <i>Leptodontium gemmascens</i>	R		nt
16. <i>Leucobryum glaucum</i>	-	A5	lc
17. <i>Phascum floerkeanum</i>	R		nt
18. <i>Physcomitrium sphaericum</i>	R		EN
19. <i>Pleuridium palustre</i>	R		EN
20. <i>Schistidium papillosum</i> ⁽⁴⁾	K		lc
21. <i>Schistidium trichodon</i>	K		CR
22. <i>Schistidium singarense</i>	K		VU
23. <i>Seligeria campylopoda</i>	K		nt
24. <i>Sematophyllum demissum</i>	R		VU
25. <i>Sphagnum</i> sp.	-	A5	(div)
26. <i>Uloa macrospora</i> ⁽⁵⁾	E		CR
27. <i>Weissia rostellata</i>	R		VU
28. <i>Weissia squarrosa</i>	R		EN

LÉGENDE / LEGEND

ECCB 1995 = European Committee for Conservation of Bryophytes: Red Book of European and Macaronesian Bryophytes. - **HAB.** = Directive 92/43/CEE "Habitats" de l'U.E. / "Habitats" Directive 92/43/CEE of the E.U.: A2 = Annex 2; A5 = Annex 5. - **L.R.** = Liste rouge / Red List Luxembourg.

CR = Critically endangered
DD = Data deficient
E / EN = Endangered
EX = Extinct
EV = Vanished (→ CR!)
K = Insufficiently known
R = Rare
T = Taxonomic problems
V/VU = Vulnerable
nt = near threatened
lc = least concern

⁽¹⁾ A ajouter lors d'une prochaine réédition par l'ECCB! / *Should be added in a new edition by ECCB;*

⁽²⁾ Synonyme de *G. retracta* (Grevén 1995); cette mousse n'est certainement pas menacée en Europe / *Synonym with G. retracta; this moss is surely not threatened in Europe;*

⁽³⁾ Voir/See: Werner (2001b), Crundwell & Smith (2000). Cette espèce peut désormais être clairement séparée de *H. heteropterum* / *This species can now clearly be separated from H. heteropterum;*

⁽⁴⁾ Ce *Schistidium* n'est pas synonyme de *S. strictum* (Blom 1996); il n'est sûrement pas menacé en Europe / *This Schistidium is not conspecific with S. strictum; it surely is not threatened in Europe;*

⁽⁵⁾ En admettant la conspécificité avec *U. rehmannii* / *Admitting conspecificity with U. rehmannii.*

En raison de leur faible taille les bryophytes posent par ailleurs des problèmes particuliers et postulent des correctifs aux définitions usuelles. Cette exigence résulte de la nature même de ces plantes cryptogames, qui vivent à une autre échelle spatiale que la plupart des phanérogames, et possèdent souvent d'autres stratégies vitales. (Schumacker & Martiny 1995).

Néanmoins l'application des règles de l'IUCN – légèrement différentes de celles appliquées au niveau au « Red Data Book » (ECCB 1995) – a paru souhaitable pour les bryophytes (Hallingbäck *et al.* 1998) et a été testée pour la première fois en Suède (Hallingbäck 1998). La présente liste rouge applique – à quelques nuances près, exprimées plus bas – les nouveaux critères uniformisés de l'IUCN (1994), ainsi que la plupart des « guidelines » proposées par Hallingbäck *et al.* (1998, 2000) pour les seules bryophytes.

Au cours de la préparation de ce travail l'IUCN (2001) a publié une nouvelle version de ses règles. Ces dernières sont devenues encore plus sophistiquées et les nouvelles nuances semblent difficiles à appliquer aux bryophytes, en tout cas dans un petit pays. Comme par ailleurs l'une des meilleures listes rouges récentes, celle du Royaume-Uni (Joint Conservation Committee 2001), applique également la version de 1994, je m'y suis également tenu, en n'adoptant que quelques améliorations ponctuelles de la version toute récente.

B. Méthodologie

1. Difficultés rencontrées

Urmi & Schnyder (2000), s'appuyant sur les résultats intérimaires de la cartographie suisse des bryophytes, ont démontré que la fréquence réelle de nombreuses espèces et l'abondance de leurs populations sont difficiles à appréhender correctement, notamment lorsque ces espèces sont rares, ce qui est le cas de la majorité des bryophytes. Ils énumèrent quatorze causes d'erreurs d'appréciation fréquentes, telles que l'apparence anodine des plantes, leur rareté temporaire, la méconnaissance de leur écologie, l'expérience personnelle limitée et subjective des bryologues, la couverture inégale du territoire, et – bien sûr – toutes les mauvaises déterminations et erreurs imaginables. Mon

propos est d'illustrer quelques-unes de ces difficultés et d'en signaler d'autres, compte tenu de situation au Luxembourg.

a) La mauvaise connaissance de l'écologie microstationnelle

Souvent nous connaissons encore mal l'écologie microstationnelle des bryophytes et le flou de nos connaissances a des répercussions sur la liste rouge. Il peut nous conduire à exagérer les menaces actuelles ou potentielles ou, à l'inverse, l'ampleur d'un éventuel recul.

La pottiacée annuelle thermophile *Pterygoneuron ovatum* (voir plus loin et carte, fig. 4) peut servir d'illustration: S'il n'y avait eu une prospection détaillée des *Mesobrometa* sur Keuper à marnolites dans le Gutland luxembourgeois et allemand (Werner 1992a), la spécialisation de cette minuscule mousse éphémère à la fine terre des fourmières nous aurait échappé. Or plus du tiers des localités connues au Luxembourg possèdent cette écologie !

b) Les stratégies vitales des bryophytes

La classification écologique de During (1992) fait la synthèse de ses propres travaux antérieurs sur les *life strategies* des bryophytes et des lichens (During 1979) avec le schéma trinitaire de Grime *et al.* (1990) (à savoir le triangle aux trois extrêmes des *stress tolerators*, des *competitors* et des *ruderals*). Cet outil de travail – indispensable en matière de listes rouges (Söderström 1995) et moins théorique qu'il n'y paraît – a sous-tendu nos efforts de perception de la rareté des bryophytes et des menaces qui les guettent le cas échéant.

Ainsi on est « bien parti » si on doit évaluer une espèce pérenne (*perennial stayer*) (aussi bien les *competitors* que les *stress tolerants* sont visés ici), établie dans un milieu climacique (Longton & Schuster 1984). Il n'y a guère davantage de difficultés pour les *long-lived shuttle* et les *pioneers* (ou espèces pionnières: Ce sont des *colonists* à cycle vital plus long, qui envahissent des milieux extrêmes). On les découvrira souvent dans une localité géographiquement proche, sur le même type de substrat. Les *colonists str.s.* possèdent un cycle court et sont remplacées par d'autres végétaux après un à trois ans; ils sont donc un peu plus difficiles à « saisir », mais normalement des sites potentiels se créent à proximité (p. ex.

élargissement de chemins forestiers, mettant à nu le talus minéral).

Les espèces annuelles ou bisannuelles saisonnières (*short-lived shuttle*, *annual shuttle*) demandent déjà qu'on fasse les appréciations pendant la bonne saison, voire au cours d'une "bonne" année: Pour apprécier si les espèces messicoles rares sont toujours présentes il faut attendre un automne pluvieux mais non froid (*Anthoceros agrestis* !). Pour certaines *short-lived shuttle* on ne sait pas toujours avec précision quelles lois gouvernent leur apparition et leur disparition. Les espèces fugitives (*fugitives*) à forte activité reproductrice sont difficiles à évaluer, sauf si elles sont fréquentes (*Funaria hygrometrica*).

Signalons encore le cas des pionniers de la vase exondée et des sables humides, pour la plupart des *ephemeral colonists* (ou alors des *short-lived shuttle*). Les spores de plusieurs de ces espèces restent vivantes dans le sol, à l'état latent, parfois pendant des décennies ! Il ne faut donc rien craindre si des années s'écoulent sans que les barrages soient vidés et la non-observation aux sites classiques peut être sans conséquence au niveau de la liste rouge, malgré les instructions de l'IUCN ! Mais certaines de ces bryophytes finiront par disparaître si les barrages ne sont plus vidés du tout, ni les étangs mis à sec suffisamment souvent. En l'absence d'études plus complètes on voit donc là une difficulté d'appréciation importante. A noter aussi que la fragmentation des habitats est particulièrement nocive aux espèces annuelles ou fugaces (Söderström 1998).

Ces difficultés relativisent parfois le classement arrêté et amènent à se pencher, le cas échéant, sur les régions frontalières des pays limitrophes. Il m'a paru indiqué, en tout cas, de faire prévaloir les aspects scientifiques de la stratégie vitale sur la rigueur des définitions de l'IUCN: Ne pas avoir revu une espèce fugitive ou un *ephemeral colonist* dans un site connu peut ne rien signifier de négatif, si la microniche d'accueil n'est pas menacée de façon plus large. Ainsi *Aphanorhegma patens* - jamais revu au même endroit - figure-t-il comme non menacé dans cette liste; *Riccardia multifida*, *Acaulon muticum* et *Weissia rutilans*, sont évalués comme potentiellement menacés; *Discelium nudum*, malgré une seule localité déjà éteinte, a été classé « EN », et non pas « CR » ou « EV ».

c) L'insuffisance des données historiques

Voilà évidemment un handicap sérieux: Une espèce présentement rare pourra n'avoir été

retrouvée que récemment. Etait-elle plus ou moins fréquente naguère? On ne le saura jamais, si la région a donné lieu à peu de recherches documentées dans le passé. Or c'est un fait que les herbiers anciens contiennent peu de matériel provenant nommément du Luxembourg (De Zuttere *et al.* 1985). Les références historiques sont donc exceptionnelles pour la période d'avant 1945!

L'absence de données historiques anciennes est cependant compensée en partie par l'extraordinaire rapidité des changements de la bryoflore au cours des deux dernières décennies. Ma propre activité remontant à la fin des années soixante-dix du siècle dernier, j'ai pu me rendre compte très souvent de quelques évolutions indiscutables, tant pour des espèces en expansion que pour celles qui régressent.

d) Aspects de la rareté

Longton & Hedderson (2000) ont approfondi la notion de *rareté* que les nouvelles instructions de l'IUCN (1994) définissent d'une façon purement quantitative. Ils évoquent le schéma de Rabowitz qui distingue les trois dimensions suivantes:

- l'extension de l'aire de répartition géographique (large ou étroite, continue ou discontinue);
- le degré de spécialisation à l'habitat;
- la dynamique des populations.

Or la plupart des espèces existant au Luxembourg ont des aires de répartition assez larges en Europe, si bien qu'on peut négliger ce facteur (exceptions: *Aneura maxima*, *Didymodon glaucus*, *Dicranum viride*, *Dichodontium flavescens*, *Heterocladium wulfbergii*).

Les deux derniers paramètres, par contre, jouent pleinement. Alors que la spécialisation de l'habitat de la plupart des espèces est maintenant bien connue au Luxembourg, il est en revanche plus difficile d'avoir une vue correcte de l'importance des populations, de leurs conditions de reproduction et de leur répartition exacte dans l'espace. Néanmoins la fréquence de la production de sporophytes, le caractère dioïque ou monoïque des plantes, leurs *life strategies* locales ont été pris en considération autant que possible. L'importance et la « fertilité » des populations a été notée pour les espèces rares revues.

e) L'application des critères de l'IUCN à un petit pays

Hallingbäck *et al.* (1998) approuvent sans restriction l'application des mêmes critères et seuils aux grands et aux petits pays - ils nomment même le Luxembourg expressément -, sous réserve qu'on tienne compte partout de la situation dans les pays contigus, notamment au niveau de la disponibilité de diaspores des espèces rares. Cette conception risque néanmoins de créer des distorsions, chaque fois qu'un *nombre absolu* (de localités, d'individus...) est en jeu. Plus un pays est petit, plus il y aura d'espèces sur sa liste rouge! On devrait donc donner le même statut de liste rouge à une espèce ayant une demi-douzaine de stations au Luxembourg et en France.

Si l'on applique au Luxembourg - et à la lettre - les seuils des aires de répartition totales (*extent of occurrence*) et d'occupation réelle (*area of occupancy*), au niveau du critère B (par exemple), toutes les espèces rares à répartition un peu fragmentaire ou fluctuante risquent d'entrer dans la catégorie « Vulnérable », alors qu'elles ne qualifieraient pas pour la liste rouge dans un pays plus grand. Le seuil s'applique en effet à une superficie de 2.000 km², le Luxembourg étant étendu de 2.587 km²! Résultat: La liste rouge exagère la situation réelle qui existe dans la région. Il n'y a plus de continuité de l'espace.

Pour atténuer cet effet pervers sans écarter une orientation acceptée par les milieux scientifiques, j'ai été amené à appliquer quelques légers correctifs :

- Une frange de territoire large d'environ 5 km a été ajoutée mentalement, chaque fois qu'une espèce est vraiment rare (< 10 localités e.g.); or les régions frontalières belges, françaises et allemandes sont bien documentées au niveau floristique;
- De même, dans l'esprit des suggestions de Hallingbäck *et al.* (1998), les populations de Lorraine, de Sarre, du Luxembourg Belge et du Rheinland-Pfalz (disponibilité de diaspores !) ont été prises en considération pour apprécier les espèces disparues ou gravement menacées;
- Chaque fois qu'une bryophyte risquait un classement trop sévère pour la seule raison qu'un critère quantitatif entraînait en jeu et lorsque l'espèce ne méritait en aucun cas ce classement sévère dans une optique d'espace continu, les instructions n'ont pas été suivies mot à mot. Il a dû y avoir une bonne

dizaine de ces cas (voir l'exemple de *Buxbaumia aphylla*, ci-dessous). Le principe de prudence m'a conduit, évidemment, à être très critique pour toute « dérogation » de ce genre.

Malgré la généralisation croissante des concepts de l'IUCN des différences persistent entre les listes rouges des différents pays européens. Le tableau 2 illustre l'évolution des concepts et la diversité des catégories retenues dans les listes rouges de bryophytes. Les listes publiées en Allemagne utilisent notamment une terminologie et une classification différente (Schnittler & Ludwig 1996).

2. Nomenclature et taxons retenus

a) Nomenclature, taxons infra-spécifiques

La nouvelle nomenclature de Grolle & Long (2000) a été utilisée pour les *hépatiques*. Il n'y a malheureusement pas de nomenclature récente généralement acceptée pour les *mousses* du continent. A l'instar de plusieurs travaux récents français et allemands j'ai continué à appliquer Corley *et al.* (1981) et Corley & Crundwell (1991), en tenant compte - le cas échéant et ponctuellement - de la littérature taxonomique récente, p.ex. de Blom (1996) (*Schistidium*).

La récente check-list belge (Sotiaux & Vanderpoorten 2002) est plus radicale en nomenclature, en ce qui concerne les mousses (notamment des pottiacées!). Le tableau 3 donne les correspondances avec cette publication (*ibidem*, tableau 1), dans la mesure où les taxons sont communs aux deux pays et que les noms utilisés diffèrent de part et d'autre.

La liste rouge s'appuie sur la plus récente check-list luxembourgeoise (Werner 1999) et sur les publications subséquentes citées plus haut. La check-list renseigne également des taxons infrasécifiques, au niveau desquels quelques correctifs ont été apportés: Ainsi les deux variétés de *Lophocolea bidentata* ne sont plus distinguées (cf. Paton 1999); les variétés *Orthotrichum pumilum* var. *schimperii* et *Orthotrichum affine* var. *fastigiatum* sont aussi abandonnées, comme en Grande-Bretagne (Blockeel & Long 1998). *Sphagnum subsecundum* ssp. *inundatum* a été récolté récemment au Luxembourg et confirmé (il avait été cité par De Zuttere *et al.* 1985, sans que j'aie vu le matériel). Avec Blockeel & Long (1998) et Sotiaux & Vander-

Tab. 2: Comparaison de différentes catégories de listes rouges de bryophytes - *Comparison of different bryophyte Red List categories*

Luxembourg 1 ^{re} Liste rouge ⁽¹⁾		ECCB ⁽²⁾ Red Data Book		IUCN (1994)		Sarre 1998 ⁽³⁾	
1	esp. disparues	Ex	Extinct	EX	Extinct	0	verschollen
2	esp. menacées de disparition			CR	Critically endangered	1	Vom Aussterben bedroht
		E	Endangered	EN	Endangered	2	Stark gefährdet
3	esp. (potentiellement) menacées et dignes de protection	V RT	Vulnerable Regionally threatened	VU	Vulnerable	3	Gefährdet
						G	Gefährdung anzunehmen
		R	Rare			R	Extrem selten
-	Espèces non menacées	NT	Not threatened	nt cd	Near threatened Conservation dependent	V	Vorwarnliste
				lc	Least concern	-	Nicht gefährdet

Les correspondances sont approximatives - *Correspondences are approximate*

⁽¹⁾ Werner (1987)

⁽²⁾ ECCB 1995

⁽³⁾ Caspari et al. (1998)

poorten (2001b) je reconnais à ce taxon le statut d'espèce sous l'appellation *Sphagnum inundatum* Russ. En fin de compte la liste rouge renseigne 27 taxons infrasécificiques.

b) Espèces nouvelles - Espèces à retirer

1° Il a été tenu compte d'une espèce épiphytique nouvelle remarquable, *Ulotia macrospora* Baur & Warnst. (Hans, *in prep.*) qu'il faudra peut-être réunir à *Ulotia rehmanii* Jur. (Corley *et al.* 1981, Sotiaux & Sotiaux 1999), étant donné la gamme de variabilité entre ces deux taxons:

Gutland: Differdange, (IFBL: M8.41), „ im Weidengebüsch im Wald bei Roudenhaff“, leg. F. Hans 5.7.2002, ! Michael Sauer, herb. Werner (Hans, *in prep.*).

2° Un deuxième épiphyte remarquable, *Orthotrichum patens*, est à signaler dans la même région :

Gutland: Lasauvage (IFBL: M7.48), „ im Reierbachtal an einer lichten Stelle an *Salix*“, leg. F. Hans 5.7.2002, det. A. Schäfer-Verwimp, herb. Werner (Hans, *in prep.*).

Cette espèce (méconnue?) a été redécouverte dans l'Eifel il y a quelques années (Werner 2001a); elle est connue de Sarre (Caspari, comm. pers.) et de Belgique (De Zuttere 1992), où elle est rare.

3° A la clôture du manuscrit, lors d'une prospection avec F. Hans, j'ai récolté encore *Riccia subdifurca* sur les berges sablonneuses exondées de l'Alzette, à Walferdange, suite aux importants travaux de « renaturation » dont a été l'objet cette rivière en 2002.

Tab 3: Nomenclature - Différences avec la check-list belge - *Nomenclature - Differences with the Belgian check-list*

LUXEMBOURG	BELGIUM ⁽¹⁾
HEPATICAE	
<i>Porella baueri</i>	<i>Porella platyphylla</i> (hybrid)
MUSCI	
<i>Aloina ambigua</i>	<i>Aloina aloides</i> (as a synonym)
<i>Amblystegium confervoides</i>	<i>Serpoleskea confervoides</i>
<i>Amblystegium saxatile</i>	<i>Amblystegium radicale</i>
<i>Bryum bicolor</i>	<i>Bryum dichotomum</i>
<i>Bryum kunzei</i>	<i>Bryum caespiticium</i> (as a synonym)
<i>Calliergon stramineum</i>	<i>Straminergon stramineum</i>
<i>Campylium calcareum</i>	<i>Campylophyllum calcareum</i>
<i>Campylium polygamum</i>	<i>Drepanocladus polygamus</i>
<i>Campylium chrysophyllum</i>	<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i>
<i>Cinclidotus mucronatus</i>	<i>Dialytrichia mucronata</i>
<i>Didymodon insulanus</i>	<i>Didymodon vinealis</i> (as a synonym)
<i>Ditrichum crispatissimum</i>	<i>Ditrichum gracile</i>
<i>Drepanocladus cossonii</i>	<i>Scorpidium cossonii</i>
<i>Grimmia affinis</i>	<i>Grimmia longirostris</i>
<i>Hypnum lacunosum</i>	<i>Hypnum cupressiforme</i> (as a synonym)
<i>Hypnum lindbergii</i>	<i>Calliergonella lindbergii</i>
<i>Phascum cuspidatum</i>	<i>Tortula acaulon</i>
<i>Phascum floerkeanum</i>	<i>Microbryum floerkeanum</i>
<i>Phascum curvicolle</i>	<i>Microbryum curvicolle</i>
<i>Plagiothecium ruthei</i>	<i>Plagiothecium denticulatum</i> (as a synonym)
<i>Plagiothecium platyphyllum</i>	<i>Plagiothecium denticulatum</i> (as a synonym)
<i>Plagiothecium succulentum</i>	<i>Plagiothecium nemorale</i> (as a synonym)
<i>Pottia bryoides</i>	<i>Tortula protobryoides</i>
<i>Pottia davalliana</i>	<i>Microbryum davallianum</i>
<i>Pottia intermedia</i>	<i>Tortula modica</i>
<i>Pottia lanceolata</i>	<i>Tortula lanceola</i>
<i>Pottia starckeana</i>	<i>Microbryum starckeianum</i>
<i>Pottia truncata</i>	<i>Tortula truncata</i>
<i>Rhynchostegium riparioides</i>	<i>Platyhypnidium riparioides</i>
<i>Tortula calcicolens</i>	<i>Syntrichia ruralis</i> (as a synonym)
<i>Tortula inermis</i>	<i>Syntrichia inermis</i>
<i>Tortula intermedia</i>	<i>Syntrichia intermedia</i>
<i>Tortula laevipila</i>	<i>Syntrichia laevipila</i>
<i>Tortula latifolia</i>	<i>Syntrichia latifolia</i>
<i>Tortula papillosa</i>	<i>Syntrichia papillosa</i>
<i>Tortula princeps</i>	<i>Syntrichia princeps</i>
<i>Tortula ruralis</i>	<i>Syntrichia ruralis</i>
<i>Tortula ruraliformis</i>	<i>Syntrichia ruraliformis</i>
<i>Tortula virescens</i>	<i>Syntrichia virescens</i>

⁽¹⁾ voir/see (Sotiaux & Vanderpoorten 2002) Tab. 1 p. 99

Gutland: Walferdange (IFBL: L8.55), berges sablonneuses exondées de l'Alzette, leg. J. Werner 15.9.2002 (teste! L. Meinunger, herb. Werner 7248).

4° Suite aux travaux de Maier (2002) sur le groupe d'espèces autour de *Grimmia trichophylla*, il y a lieu d'ajouter *Grimmia dissimulata* E.Maier, trouvé en trois localités entre 1980 et 2001 (Caspari, *in prep.*).

5° *Schistidium confertum* a été retiré de la check-list luxembourgeoise, les deux récoltes connues se ramenant au commun *S. crassipilum* (rev. Caspari!).

3. Catégories de risque retenues

N.B. La traduction française des critères IUCN est celle qu'emploie le Ministère français de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement; nous utilisons prioritairement les dénominations anglaises, en raison des dimensions internationales de la matière.

a) Espèces non revues

Les définitions de l'IUCN ont été légèrement adaptées au cas du Luxembourg:

EX = *Extinct* (Éteint): Il existe des raisons impérieuses pour estimer que l'espèce est éteinte au Luxembourg, ainsi que dans les régions contiguës (jusqu'à 50 km des frontières e.g.); Hallingbäck *et al.* (1998) préconisent de ne retenir ici que les bryophytes pérennes non revues depuis 50 ans. Ce délai a été respecté, sauf dans le cas de *Targionia hypophylla*.

EV = *Vanished* (Disparu): L'espèce n'a plus été revue depuis un certain temps; sa disparition définitive est probable, mais elle a éventuellement pu survivre quelque part. Aux fins de comparaison de la présente liste rouge avec celles d'autres pays ou régions, j'ai totalisé la catégorie « EV » (*non prévue par l'IUCN!*) avec la catégorie « CR » (« Critically endangered»), notamment pour les traitements statistiques.

b) Espèces présentement menacées

CR = *Critically endangered* (gravement menacé d'extinction)

EN = *Endangered* (menacé d'extinction)

VU = *Vulnerable* (vulnérable)

Les définitions et critères de l'IUCN sont appliquées intégralement, sous réserve de ce qui a été dit au chapitre précédent.

c) Espèces non présentement menacées

La présente liste rouge ne tient pas compte de la catégorie « cd » (« *conservation dependant* »), alors que beaucoup de bryophytes (présentement menacées ou non) dépendent pour assurer leur survie à long terme de plans de conservation visant expressément les cryptogames (« *Kryptogamenschutz* »). La toute récente version des règles (IUCN 2001) a d'ailleurs supprimé cette catégorie. Toutes les espèces n'atteignant pas le niveau requis pour la catégorie « VU », mais néanmoins potentiellement menacées, sont donc incluses dans la sous-catégorie « nt » (*near threatened*, risque potentiel; « *Vorwarnliste* » en Allemagne), dont évidemment une bonne part dépendent de programmes de conservation, afin d'assurer leur survie à long terme. Les espèces non menacées du tout se retrouvent dans la catégorie résiduelle « lc » (*least concern*).

Signalons que Schumacker (2001) épingle plusieurs hépatiques des Açores comme étant « *lower risk, conservation dependant* »; il traduit le sigle « nt » par NOT threatened, alors que pour l'IUCN cela signifie « NEAR threatened »).

d) Espèces certainement méconnues

Malgré le bon niveau d'exploration floristique du pays il y a plusieurs espèces qui sont certainement plus fréquentes que ne l'indiquent nos herbiers et notes. Malgré le principe de prudence j'ai donc été amené quelquefois à appliquer les règles *cum grano salis*, en atténuant l'appréciation qui aurait résulté d'une application mécanique des critères. Parmi les espèces certainement méconnues figure par exemple *Tortula ruraliformis* (5 localités, dont une déjà éteinte) qui a nonobstant été classée comme « lc » (non menacée).

e) Manque de données - Espèces et récoltes critiques

Il n'a pas été possible de donner une appréciation scientifiquement défendable pour quelques espèces méconnues ou difficiles à observer. Le sigle « DD » (« Data deficient », insuffisamment documenté) a été utilisé de manière large. Il recouvre également le cas des espèces exigeant au préalable des révisions d'herbier, notamment à cause de travaux taxonomiques récents.

Elle couvre aussi des cas de mauvaise identification probable, sans qu'il soit possible d'en dire plus à ce stade : Ainsi le *Bryum rutilans* récolté dans nos pays de plaine pourrait-il n'être qu'un *Bryum pallens* pourvu de propagules (Werner, in prep.); la seule récolte de *Riccia warnstorffii* pourrait être attribuée à une espèce voisine plus rare (Meinunger, in litt.).

N.B. La liste rouge des phanérogames du Grand-Duché en préparation (voir site internet www.mnhn.lu) se base sur les mêmes critères IUCN, à une nuance près: Cette liste connaît une catégorie supplémentaire: R (*Extremely rare*). Alors que les espèces extrêmement rares entrent généralement dans la liste rouge des bryophytes par le jeu des critères C ou D, il en reste quelques-unes qui sont évaluées « nt » ou « lc ». C'est pourquoi le tableau 5 comporte une indication supplémentaire sur la rareté.

4. Exemples d'évaluation

Vingt-trois cas d'espèces (8 hépatiques et 15 mousses) sont présentés ici, afin de montrer comment l'évaluation pour la liste rouge, en application des définitions de l'IUCN, s'est opérée dans le détail. Ce sont des cas significatifs qui sont présentés ici, en ce sens que l'application des critères a pu être très différenciée et que des connaissances floristiques et écologiques précises étaient optimales pour traiter ces espèces.

a) *Anastrophyllum hellerianum*

La présence de cette hépatique boréale sur des parois de grès ombragées et fraîches de la Petite-Suisse a fait l'objet d'un travail remarquable (Schumacker *et al.* 1982). Elle y a été observée une douzaine de fois entre 1980 et 2000 (Sotiaux *et al.* 1986, Hans 1998). Des bryologues belges l'ont d'ailleurs découverte également du côté allemand

de la Sûre (« Naturpark Südeifel ; + Arts, Sotiaux, comm. pers.). Les localités luxembourgeoises se concentrent sur six grands carrés IFBL. Si l'hépatique n'a pas été revue dans plusieurs de ces sites, cela tient en partie à la difficulté d'en apercevoir les tiges minuscules, surtout lorsque les gemmes de couleur rouge-bordeaux sont absentes! Elle paraît néanmoins menacée par les chablis (tempêtes!) et les coupes faites autour des gorges. Ces dernières, il est vrai, ne seraient plus à craindre, dès lors que les principaux sites feraient partie de réserves forestières, de zones Habitats 2000 ou de forêts laissées à l'état naturel (« Naturwaldzellen »). En attendant l'inscription sur la liste rouge est justifiée, vu que l'hépatique occupe dans nos régions un îlot (résiduel?) éloigné de plus de 200 km au moins des sites les plus proches (Vosges). Les changements de climat pourraient aussi favoriser d'autres hépatiques minuscules concurrentes.

Catégorie : **VU (Vulnerable)** - Critère : **B (1), 2, 3: Small distribution and decline or fluctuation** (nombre de localités ± 12 , isolées, aire occupée < 500 km², fluctuation des populations, qualité de l'habitat ponctuellement menacée).

b) *Apometzgeria pubescens* (carte, fig. 1)

Dix localités de cette hépatique du type « *perennial stayer* » (parfois aussi « *long-lived shuttle* ») sont connues, dont deux sont anciennes (<1975). Le substrat rocheux occupé appartient soit au grès de Luxembourg (localement très riche en calcaire!), soit aux dolomies du Muschelkalk supérieur. Les deux stations épiphytiques de la Petite-Suisse (*leg. Reichling* avant 1960, LUX ; *De Zuttere et al.* 1985) ont disparu à peu près certainement, de même qu'une localité récente – la plus étendue – dans la vallée de la Syre inférieure, sur un pierrier actuellement en plein soleil et envahi par les ronces suite à un chablis et des abattages! La localité à l'est d'Echternach (*Veitgeslay*) s'est appauvrie considérablement depuis quelques années.

Catégorie : **EN (Endangered)** – Critère **A 1, 2: Declining population** (recul constaté et prévisible de ± 50 % dans les dix à vingt ans).

c) *Cololejeunea rossettiana*

Il s'agit d'une des bryophytes les plus remarquables de notre pays, alors qu'elle possède (dans deux cas sur trois) une écologie d'épiphyte (frondes de mousses telles *Neckera crispa* ou *Thamnobryum alopecurum*, tableau 4). Les trois localités connues

sont contenues dans les deux carrés IFBL L9.12 et L9.13 (Petite-Suisse). La localité de la Wolffschlucht (Gorge du Loup) a vraisemblablement disparu; A. Sotiaux (comm. pers.) en avait noté la fragilité. Celle se trouvant à l'est d'Echternach, en milieu dolomitique (Veitgeslay) a fortement rétréci ces dernières années. Une seule localité plus récente, dans la vallée de l'Aesbaach inférieure (carré L9.12), pourrait être en meilleure posture; l'hépatique y fut observée par C. Schmidt (comm. pers.) vers la fin de l'année 1995.

Catégorie : **CR (Critically endangered)** – Critères **C 1, 2**: *Small population size and decline* (nombre d'individus viables certainement inférieur à 250, probablement même à 100, déclin manifeste, fragmentation).

d) *Fossombronia wondraczekii*

L'hépatique a été trouvée dans 17 carrés sur 200 et ne peut pas être qualifiée de bien rare. Néanmoins la quasi-totalité des observations ont été réalisées avant 1990, le plus souvent dans des éteules, sur sol argileux ou argileux-schisteux. Ce *Fossombronia* est connu de l'Ardenne aussi bien que du « Bon Pays ». Les raisons de sa raréfaction ne sont pas connues, alors que d'autres bryophytes messicoles, réputées sensibles, continuent à être observées ces dernières années (*Acaulon muticum*, *Anthoceros agrestis*...). L'espèce, toutefois, doit aussi passer parfois inaperçue, lorsqu'elle est présente en petite quantité.

Catégorie : **VU (Vulnerable)** – Critère **A 1**: *Declining population* (le recul sur quinze ans est estimé à près de 50% ; un classement comme EN serait toutefois abusif, compte tenu des arguments développés plus haut).

e) *Harpanthus scutatus*

Il s'agit d'une hépatique peu commune, totalement absente de nombreuses régions ne possédant pas de substrat rocheux acide adéquat. Il n'y pas lieu de la considérer comme menacée au Luxembourg, bien que ce soit une espèce rare limitée à la Petite-Suisse et à la région de Hollenfels (également gréseuse). Les populations semblent très stables (*long-lived shuttle* ou *colonist!*) et sont parfois très abondantes (Berdorf, Schnellert).

Catégorie: **lc (least concern)**. - Espèce rare non menacée, ni même vulnérable, compte tenu de l'étendue relative de nos vallées boisées taillées dans le roc gréseux et de la présence de centaines de blocs qui portent l'hépatique peu commune.

f) *Lophocolea fragrans*

Le premier site, découvert par Düll en 1982 (De Zuttere *et al.* 1985) – un tronc de hêtre mort de quelques mètres de haut – a été détruit. Dix ans plus tard Arts a découvert la rare hépatique euocéanique sur une paroi de rocher ombragée et fraîche dans la forêt de Berdorf-Schnellert (herb. Werner!). Une récolte fut effectuée également dans le pendant allemand de la Petite-Suisse, dans la gorge de « Teufelsschlucht » près d'Irrel (Schmidt & Solga 2002).

Catégorie: **CR (Critically endangered)** – Critère **C 1, 2**: *Small population and decline* (Malgré la découverte récente de l'autre côté de la frontière on peut craindre sérieusement une extinction pour des raisons accidentelles ou fortuites. Étant donné les exigences du microclimat l'espèce est certainement très rare, même dans les gorges de la Petite-Suisse).

Tab. 4: Les hépatiques épiphyllées - *Epiphyllous liverworts*

<i>Aphanolejeunea microscopica</i>	EX	Sur / On <i>Hymenophyllum tunbrigense</i> Sur <i>Thamnobryum alopecurum</i> , <i>Neckera crispa</i> et autres grandes mousses pleurocarpes / On <i>Thamnobryum alopecurum</i> , <i>Neckera crispa</i> and other large pleurocarpeous mosses
<i>Apometzgeria pubescens</i>	EN	
<i>Cololejeunea rossettiana</i>	CR	
<i>Lejeunea cavifolia</i>	lc	
<i>Lophocolea bidentata</i>	lc	
<i>Metzgeria conjugata</i>	lc	
<i>Metzgeria furcata</i>	lc	

N.B. *Apometzgeria pubescens* et *Metzgeria conjugata* peuvent aussi se présenter en simple mélange avec les mousses / *Apometzgeria pubescens* and *Metzgeria conjugata* also happen to be just admixtures of the mosses.

Apometzgeria pubescens

EN!

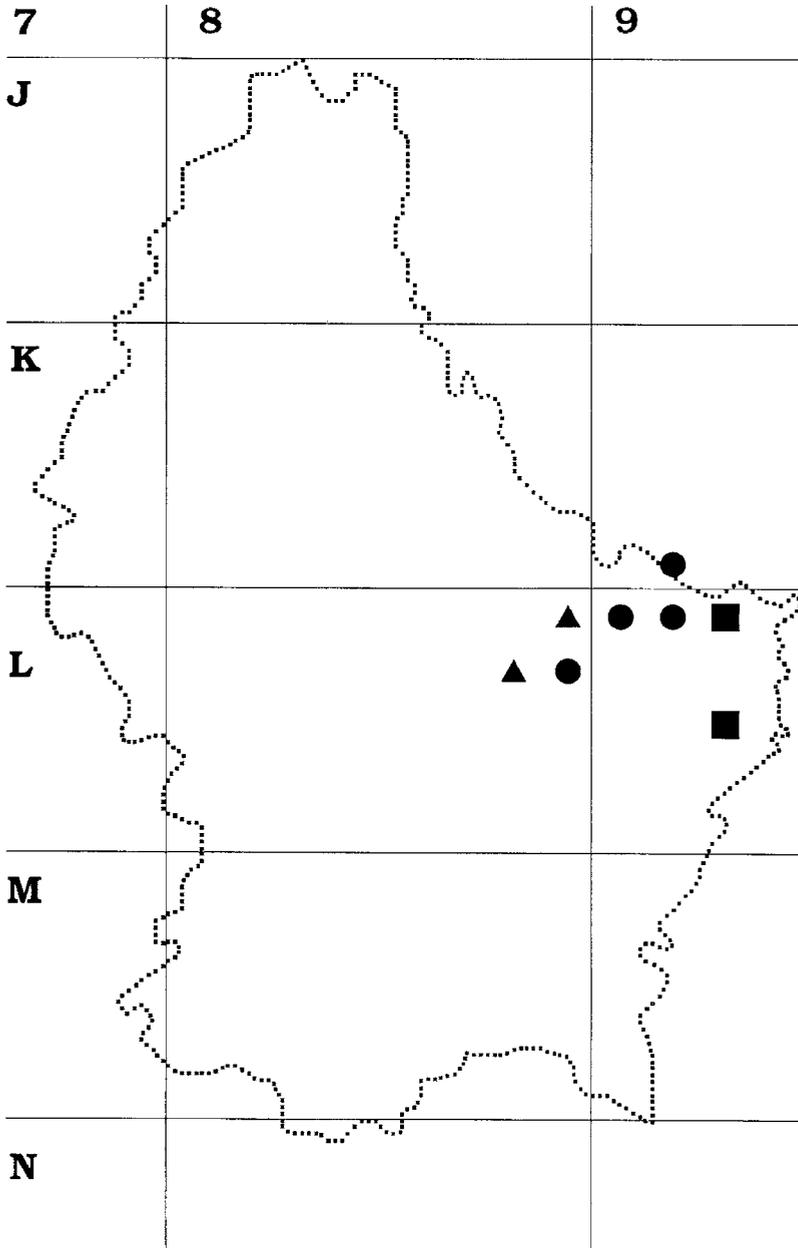


Fig. 1: Carte de répartition représentative de *Apometzgeria pubescens* (réseau IFBL 4 x 4 km). Carrés = récoltes d'herbier récentes (>1975); ronds = observations diverses récentes; triangles = données d'herbier et littérature anciennes (<1975) - Representative map of *Apometzgeria pubescens* (IFBL 4 x 4 km grid): Squares= recently collected herbarium material (>1975); rounds = miscellaneous recent observations; triangles = old herbarium records and literature (<1975).

g) *Odontoschisma denudatum*

Cette hépatique est connue de la seule Petite-Suisse, où elle occupe deux créneaux: les parois de grès acide frais assez bien éclairées, et le bois de conifères pourrissant en environnement humide. La seconde écologie est connue seulement depuis peu (Werner 1994). En tout et pour tout l'hépatique est connue de quatre localités (deux sur grès, deux sur bois de conifères pourrissant). Les tapis à même le rocher sont très étendus au site de Kauzelay (Noumerlayen, L8.26), revu en 2001, mais plus modestes dans trois autres sites fréquentés par les touristes; les populations épixyles sont éventuellement menacées de disparition naturelle ou artificielle (nettoyage des forêts !). L'espèce est cependant bien implantée dans la région gréseuse autour de Trèves (Werner 1992b) qui est une réserve de diaspores (gemmes !).

Catégorie : **VU (Vulnerable)** – Critère **D 1, 2**: *Very small or restricted* (aire occupé < 100 km²; nombre d'individus probablement inférieur à 1000; espèce sensible).

h) *Scapania curta*

Le chétif *Scapania* terricole est connu de six carrés IFBL, dont cinq se situent dans l'Oesling. L'espèce n'était vraiment abondante que dans la vallée de l'Our moyenne (Dasbourg-Pont, deux populations trouvées il y a dix ans). Tout laisse à penser qu'elle est éteinte dans le Gutland (Marscherwald). Elle est rare en Sarre (Caspari *et al.* 1998) et en recul probable dans d'autres régions voisines. Notons que ce *colonist* à cycle court n'a jamais été revu au même endroit, un fait dont il ne faut pas tirer des conclusions intempestives (v. supra).

Catégorie : **VU (Vulnerable)** – Critère **A 1, 2**: *Declining population* (recul constaté et prévisible, faible pouvoir compétitif).

i) *Acaulon muticum*

On a pu croire longtemps que c'est une espèce très rare et menacée. Les récoltes récentes (depuis 1997) sont cependant relativement nombreuses, notamment dans des éteules. Si la Liste rouge avait été rédigée en 1997 on aurait dû classer l'espèce au moins comme vulnérable. Or le fait qu'on ne l'ait revu dans aucune des localités connues est peu significatif, alors qu'il s'agit d'une espèce annuelle irrégulière, fugitive. L'impression prévaut actuellement que c'est une mousse nullement menacée,

quoique rare: 9 localités sont connues, toutes découvertes après 1980. Elle semble même tolérer les engrais et pesticides parfois très abondants dont regorgent nos sols agricoles. Elle devrait être favorisée, enfin, par le radoucissement du climat.

Catégorie: **nt (near threatened)**, potentiellement menacée, car rare et fugitive.

j) *Andreaea rupestris*

On connaît une seule localité certaine au Luxembourg, à savoir un rocher exposé en bas de l'éperon schisteux de « Molberlay » (Hoscheid, Oesling). Une plage d'environ 10 cm² y a été revue encore vers 1995. La mousse est plus fréquente, sinon banale, dans les massifs montagneux siliceux (Vosges, Alpes, Forêt Noire).

Catégorie: **CR (Critically endangered)** – Critère **D 1**: *Very small or restricted* (Moins de 50 individus – en fait pas plus de 10, étant donné la taille vitale minimale d'un coussinet !).

k) *Buxbaumia aphylla*

Six localités de cette mousse sont connues, dont cinq sont récentes (après 1975). Elle est particulièrement fugace et n'est repérable que lorsqu'il y a les sporophytes asymétriques bien caractéristiques. Son habitat préférentiel – les talus acides, notamment sablonneux – est abondant au Grand-Duché. En 2002 *Buxbaumia* a été aussi découvert dans les Ardennes luxembourgeoises, sur une paroi de schiste moussue. L'espèce est rare et généralement peu abondante, mais elle doit passer inaperçue, à cause du faible nombre de sporophytes arrivant à maturité (non dévorés par des insectes ou pour d'autres raisons!), alors que le gamétophyte seul n'est pas reconnaissable (Van Rompu & Stieperaere 2002). Elle pourrait être assez fréquente dans la région gréseuse.

Catégorie: **near threatened (nt)** en raison de sa rareté, mais en l'absence de menaces directes. L'application du critère **B** (motifs 1 – *moins de 10 localités* et 3 – *caractère fugace*) aurait donné **VU** (Vulnérable), parce que le territoire concerné (« area of occupancy ») (régions gréseuses du Gutland et Oesling) est inférieur à 2.000 km². C'est un des cas où j'ai écarté une application rigoureuse des règles de l'IUCN, parce que contraire au bon sens.

l) *Dicranum viride* (carte fig. 2)

Cet épiphyte est la seule mousse luxembourgeoise actuelle visée par les mesures de protection de la Directive « Habitats ». Or la découverte de nouveaux sites parfois abondants (Werner 1997, 2002) - malgré les dommages causés à nos forêts par les constructions de routes, les pluies acides, les tempêtes et certaines maladies - me conduit à retirer cette espèce de la Liste rouge, en lui gardant tout de même le label « nt = *near threatened* ». Compte tenu de l'absence de cet épiphyte de nombreuses régions d'Europe occidentale et de sa grande rareté dans la plupart des pays, il est important de considérer les populations luxembourgeoises, lorraines et alsaciennes comme un réservoir pour l'Europe.

Catégorie nationale: nt (near threatened) – A peu près 20 populations sont connues actuellement, dont quelques-unes sont importantes. Parfois les sites classiques n'ont pas été retrouvés ; mais *D. viride* semble plutôt du type *long-lived shuttle* ! Danger éventuel : Chablis, fragmentation des forêts anciennes et / ou étendues (Grunewald !!). – **Catégorie européenne** : PROTEGEE (Annexe 2, Dir. Habitats).

m) *Didymodon glaucus*

Cette pottiacée proche de *D. rigidulus* est très rare en Europe (ou encore méconnue ?). Elle a été observée notamment sur la craie, au sud de l'Angleterre (Hill *et al.* 1992: 272), dans la région du lac de Constance (Ahrens 1992) et plus récemment dans le Hunsrück (*leg.* Caspari, t ! Werner). On la trouve souvent dans des sites rocheux très ombragés - mais assez secs - tels que les entrées des cavernes ou des rebords rocheux ou fentes sous des rochers surplombants (photo 7). L'écologie et la sociologie au Luxembourg ont été décrites par Werner (1987 a). Cette mousse très sensible aux modifications de son environnement n'a plus été revue dans deux sites de la Petite-Suisse; la colonie la plus importante, notamment, près de Consdorf-Kuelescheier, a succombé à un déboisement important en face des rochers surplombants. Un seul site récent assez abondant (Werner 2001b), dans la région gréseuse entre Hollenfels et Mersch, permet de nuancer le diagnostic pessimiste.

Catégorie : EN (Endangered) - Critère C 1: *Small population and decline* (Le déclin avoisine la moitié, il y a sûrement moins de 2500 (1000 ?) « individus » = de coussinets de taille minimum pour survivre; aire occupée < 500km²).

n) *Fissidens rufulus*

De Zuttere *et al.* (1985) rapportent deux récoltes de cette mousse aquatique rare, effectuées en 1982 dans deux ruisseaux de la Petite-Suisse (Halerbaach, Kaasselsbaach). En raison des pics de pollution pouvant survenir dans ce type de ruisseau, compte tenu de sa rareté évidente dans la grande région et de la stérilité du matériel trouvé au Luxembourg, on doit envisager un classement sévère. Il est possible que la mousse aquatique ait déjà disparu

Catégorie : CR (Critically endangered) – Critère: **B 1, 2** : *Small distribution and decline or fluctuation* (localités isolées, qualité de l'habitat toujours menacée).

o) *Grimmia crinita* (carte, fig. 3)

Ce *Grimmia* sub-méditerranéen est rare dans toutes les régions avoisinantes. Il n'est connu que de sites secondaires, notamment de vieux murs, possédant un enduit de chaux. Alors qu'on a pu craindre un instant la rapide disparition de cette espèce (Werner 1996: Les sites connus de Luxembourg-ville et d'Emerange sont éteints, les murs d'une chapelle à Weyer sont menacés de réfection) on a découvert un nouveau site à Luxembourg-Limpertsberg (Werner, 2001b) et à Sierck-les-Bains, en proche Lorraine (Caspari, comm. pers.), de même que dans la vallée de la Moselle luxembourgeoise (Caspari, comm. pers.).

Catégorie : EN (Endangered) – Critère C 2: *Small population size and decline* (Un tiers des sites connus ont disparu ou sont menacés dans l'immédiat ; sous-populations faibles. La pression s'accroît sur les vieux murs dans un pays où tout doit avoir l'air du « flambant neuf » !!)

p) *Hamatocaulis vernicosus*

L'herbier du Musée National d'Histoire Naturelle (LUX) contient au moins une partie des récoltes auxquelles Koltz (1880) se réfère. Le matériel de *Hamatocaulis vernicosus* (= *Drepanocladus vernicosus* auct.) avait échappé à De Zuttere *et al.* (1985), mais fut retrouvé par moi - et confirmé - il y a quelques années (Werner 1999). La récolte de Koltz remonte à l'année 1880; le site de Fënsterdall / Finsterthal a été visité plusieurs fois sans succès; la mousse est devenue très rare dans beaucoup de pays du continent et figure sur la plupart des listes rouges.

Dicranum viride

nt!

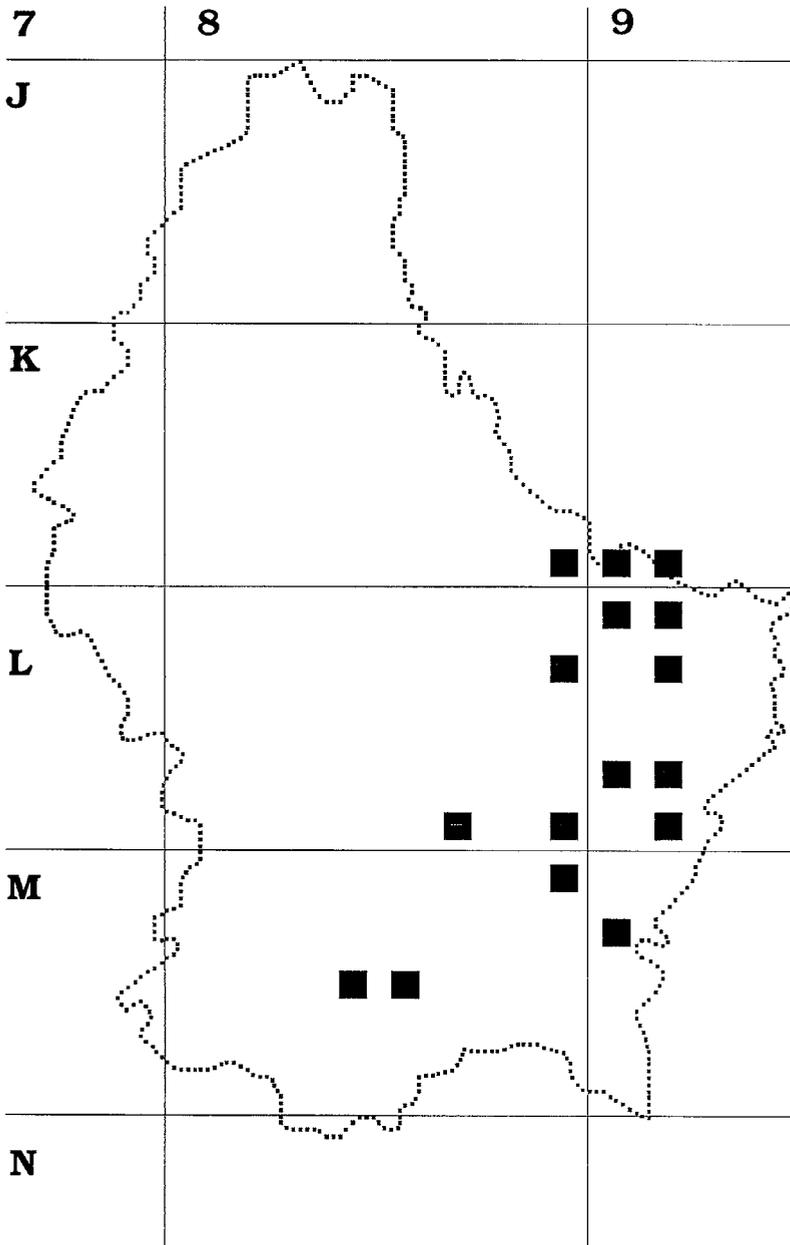


Fig. 2: Carte de répartition représentative de *Dicranum viride* (réseau IFBL 4 x 4 km). Carrés = récoltes d'herbier récentes (>1975) - Representative map of *Dicranum viride* (IFBL 4 x 4 km grid): Squares= recently collected herbarium material (>1975).

Catégorie nationale: EX (Extinct) - Non revu depuis plus de 100 ans! Disparu également dans la grande région. **Catégorie européenne: PROTEGEE** (Annexe 2, Dir. Habitats).

q) *Plagiothecium undulatum*

Etant présente dans 27 des 201 carrés IFBL luxembourgeois la belle mousse pleurocarpe ne peut être qualifiée de rare et elle n'est pas près de disparaître (notamment de la Petite-Suisse et du NW de l'Oesling). Néanmoins les observations se raréfient considérablement depuis une bonne dizaine d'années, notamment dans le Gutland. Plusieurs localités bien connues ont été revisitées scrupuleusement, mais souvent plus rien n'a été trouvé! Or il s'agit d'une espèce quasi-climacique! Comme raisons on peut évoquer les chablis catastrophiques du début des années 90, des coupes rases ci-et-là, et peut-être, la tendance climatique actuelle qui favorise les espèces méridionales, mais endigue ou fait reculer de nombreuses espèces acidophiles boréales ou même sub-océaniques.

Catégorie: VU (Vulnerable) - Critère **A 1, 2: Declining population estimated and expected** (le recul actuel est estimé à près de 50%; un classement comme EN (Endangered) serait exagéré, étant donné quelques localités très stables en Ardenne et dans la Petite-Suisse).

r) *Pseudobryum cinclidioides*

Il s'agit d'un des fleurons floristiques des marécages de la « Haute-Ardenne » luxembourgeoise. Quatre localités sont connues, dont deux au moins étaient abondantes vers 1980 (Conzefenn, Kalebour). Une localité se trouve en proche Belgique, près de Tintange (De Zuttere, comm. pers.) La dernière observation est encore récente (1998). Il y a néanmoins un danger sérieux pour cette espèce sub-arctique!

Catégorie: EN (Endangered) - Critère **B 1, 2: Small distribution and decline** (aire de répartition < 500 km²; qualité de l'habitat menacée; moins de 5 populations connues, dont une a probablement disparu (Eselborn).

s) *Pterygoneuron ovatum* (carte, fig. 4)

C'est l'exemple type d'une espèce annuelle apparemment très rare, dont l'écologie avait été

méconnue. Une étude plus systématique de 16 pelouses calcaires (Werner 1992a) a permis de mettre en évidence la présence sur chacune d'elles de petites quantités de cette mousse annuelle fugitive. Son écologie préférée dans ce milieu ce sont les fourmières, examinées pendant plusieurs années consécutives. *Pterygoneuron ovatum* est encore très fréquent sur les talus calcaires, bien exposés, entourant les vignobles de la région mosellane; elle y joue le rôle de premier colonisateur. En somme cette espèce ne mérite pas de figurer sur une liste rouge. Les menaces pesant à long terme sur les pelouses calcaires (envahissement par des buissons) exigent cependant une attention spéciale; le recul des fourmières, possible sinon probable, pourrait signifier un recul de la mousse dans certaines régions.

Catégorie: nt (near threatened). Les menaces sont imprécises et l'espèce pionnière se trouve plutôt favorisée par les interventions humaines purement mécaniques (remembrements dans les vignobles).

t) *Racomitrium fasciculare*

Selon Koltz (1880: 336) cette grimmiacée boréomontagnarde aurait été assez commune autour d'Esch-sur-Sûre et de Troisvierges, mais il n'y pas de matériel d'herbier de cette période. La première récolte sûre remonte à l'après-guerre (Gonderange, leg. Neu, t! et herb. Werner). J'ai revisité sans succès l'endroit indiqué par Neu, qui se trouve à l'extrémité orientale du Grunewald! Il y subsiste quelques rochers, mais un aménagement des chemins forestiers vers 1960 est sans doute responsable de la disparition de la station. Il n'y a pas si longtemps (Werner 1993 b) j'ai découvert un premier site dans l'Oesling, comportant, il est, vrai, seulement quelques tiges, sur un rocher de schiste dur, non loin de la Gare de Clervaux. Le 11.2.2002 l'espèce n'y a plus été retrouvée. Elle existe dans un site similaire à Neuerburg (Eifel) (Werner 1998b), où le matériel est également très chétif.

Catégorie: EV (Vanished), alors que la disparition est récente (catégorie fusionnée avec « CR », *critically endangered*, gravement menacé d'extinction).

u) *Rhynchostegium rotundifolium*

On ne connaissait qu'une localité de cette mousse pleurocarpe discrète, très rare et disséminée en Europe: le château de Brandenburg (Werner

Grimmia crinita EN!

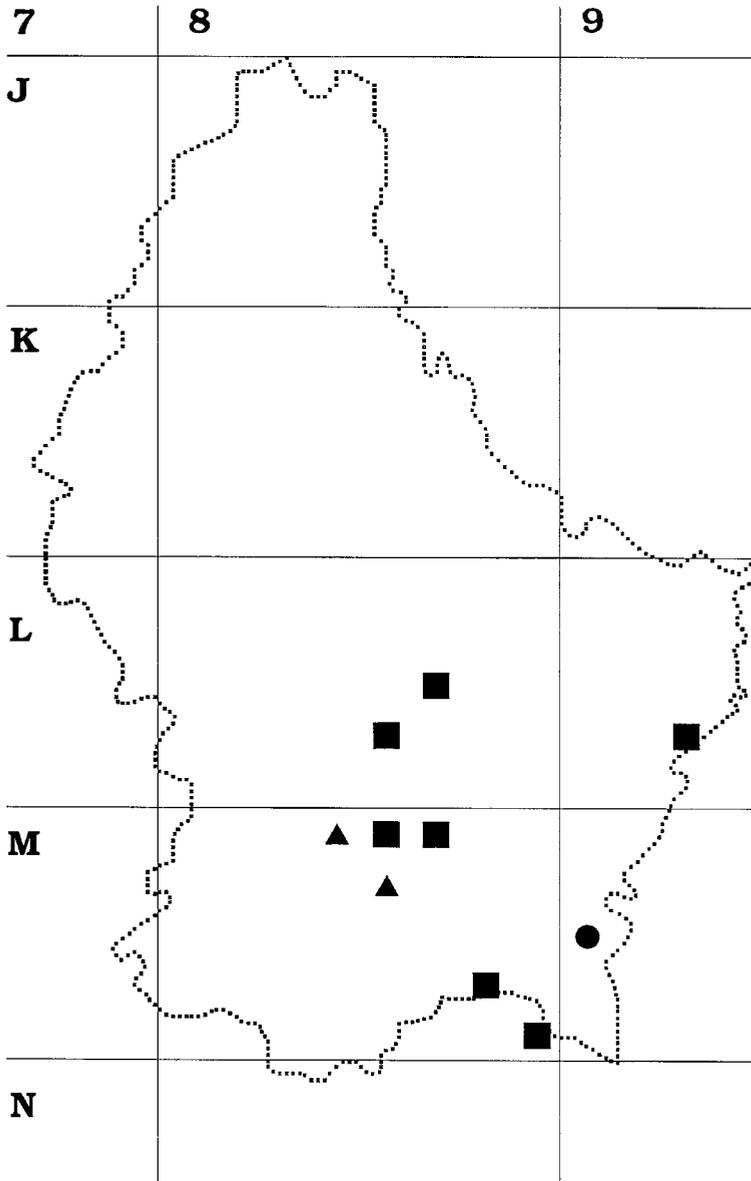


Fig. 3: Carte de répartition représentative de *Grimmia crinita* (réseau IFBL 4 x 4 km). Carrés = récoltes d'herbier récentes (>1975); ronds = observations diverses récentes; triangles = données d'herbier et littérature anciennes (<1975) - Representative map of *Grimmia crinita* (IFBL 4 x 4 km grid): Squares= recently collected herbarium material (>1975) ; rounds = miscellaneous recent observations ; triangles = old herbarium records and literature (<1975).

Pterygoneurum ovatum **nt!**

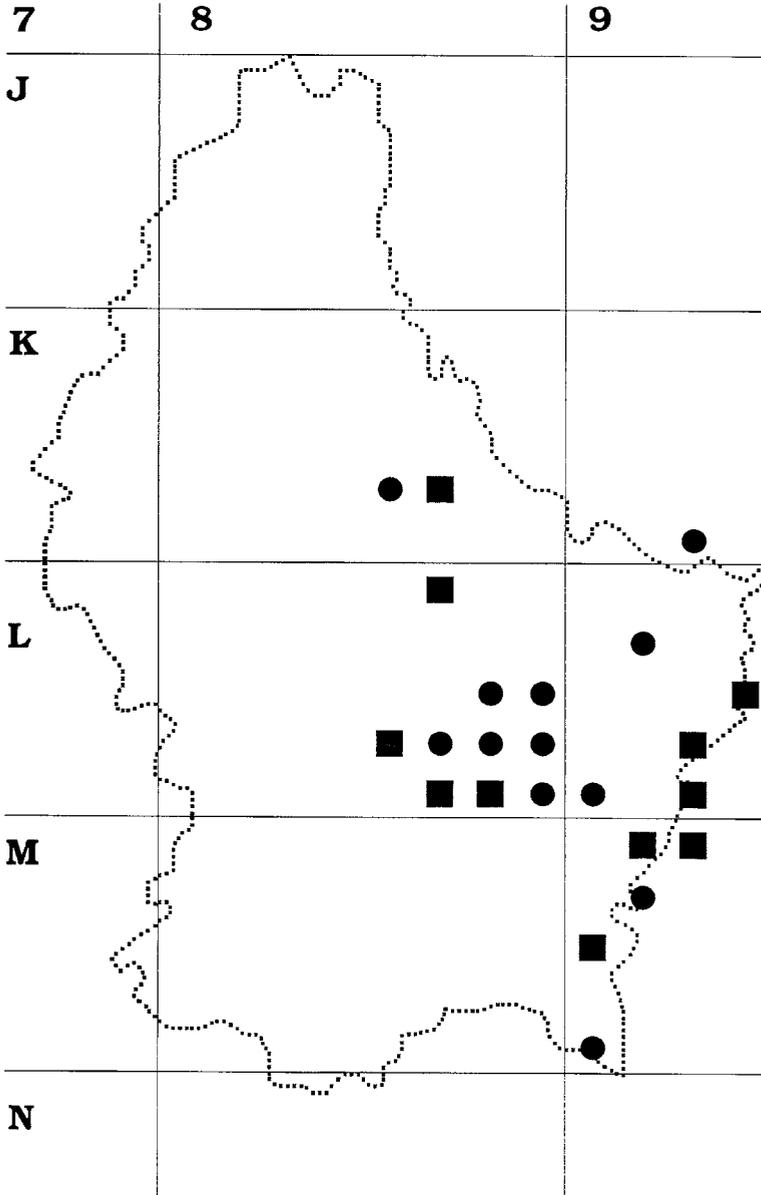


Fig. 4: Carte de répartition représentative de *Pterygoneuron ovatum* (réseau IFBL 4 x 4 km). Carrés = récoltes d'herbier récentes (>1975); ronds = observations diverses récentes - *Representative map of Pterygoneuron ovatum* (IFBL 4 x 4 km grid): Squares= recently collected herbarium material (>1975) ; rounds = miscellaneous recent observations.

2001b); une deuxième localité vient d'être découverte à Vianden en 2002, également aux abords du château-fort. Le premier est menacé un peu, étant donné d'importants débroussaillages le long des murs d'enceinte ouest. Le matériel de Vianden est chétif (quelques brins en mauvais état) et la circulation touristique y est importante, avec les travaux d'aménagement correspondants. Il faut signaler néanmoins plusieurs récoltes récentes en Sarre et en Lorraine (Caspari, Schneider, comm. pers.) et rappeler le nombre de châteaux-forts de nos Ardennes, qui n'ont pas été passés au peigne fin !

Catégorie : **EN (Endangered)** – Critère: **B 1,3** *Small distribution and probable decline* (Il est vraisemblable que l'une ou l'autre localité reste encore à découvrir. D'un autre côté l'intensité probable de la pression humaine [aménagements et nettoyages !] justifie ce classement sévère).

v) *Sphagnum fallax*

Il y a quinze ans environ (De Zuttere *et al.* 1985) seulement trois localités étaient connues et la sphaigne fut classée comme menacée dans la première liste rouge (Werner 1987). Depuis lors une demi-douzaine d'observations additionnelles ont été faites, pour la plupart dans des forêts humides, sur sol dévonien acide, par exemple dans de vieilles pessières orientées au N. Au surplus quelques récoltes de *S. flexuosum*, après révision, se sont avérées appartenir cette espèce (Werner, in prep.). Pour toutes ces raisons la sphaigne ne semble actuellement pas menacée, mais quelques-uns des sites où elle a été récoltée possèdent un équilibre écologique fragile.

Catégorie: **nt (near threatened)** – La sphaigne était méconnue il y a une vingtaine d'années. Les menaces éventuelles ne sont pas suffisamment précises.

w) *Zygodon conoideus*

Cet épiphyte sub-océanique avait été longtemps méconnu. De Zuttere (1992 *et in litt.*) signala une première localité dans la Petite-Suisse (sur *Sarothamnus*); une deuxième vient d'être trouvée tout récemment dans cette région, dans la vallée encaissée de l'Aesbaach (Echternach-Berndorf) par Hans (*teste* !). Il existe encore une localité à l'ouest de Luxembourg, dans un fourré de saules (Werner 2000b) et une dans la vallée de l'Our, du côté allemand (Werner 2001c). L'espèce doit être consi-

dérée comme rare et fragile, même en Belgique (De Zuttere 1992: carte) - pourtant plus proche de la mer - car elle n'occupe dans nos régions que des sites à végétation dense et à humidité atmosphérique assez élevée et peu fluctuante. Il se peut qu'elle soit méconnue, mais elle est certainement rare et doit posséder dans notre région une très faible force compétitive.

Catégorie : **VU (Vulnerable)** – Critère: **D 1, 2** (*Very small or restricted*): Nombre d'individus (= touffes d'une taille vitale minimale !) probablement inférieur à 1000; moins de 5 localités connues et grande sensibilité à l'égard d'une modification de l'environnement.

C. Présentation et Commentaire

1. Présentation

Le tableau 5, récapitulé au tableau 6, reprend tous les taxons connus de la bryoflore luxembourgeoise avec le code Liste Rouge (IUCN) qui leur a été attribué. Les taxons faisant partie de la liste rouge (catégories autres que « DD », « nt » et « lc » !) sont signalés en lettres grasses italiques.

Les espèces néophytes qui envahissent nos pays parfois au détriment de la flore indigène sont marquées « N ». Sont signalées également les espèces qui semblent en expansion. *Campylopus introflexus* - une mousse des landes acides qui s'implante avec force en Europe, au point de devenir une calamité dans des régions telles que l'Aquitaine ou la Frise! - cumule ces deux cas. De telles espèces pourraient constituer en quelque sorte une *liste rouge négative*.

Comme il a été dit plus haut la liste comporte une indication sommaire sur la rareté. Les taxons très rares (RR) et les taxons rares (R) sont signalés, compte tenu du nombre de localités actuellement connues (banque de données de l'auteur), dans le cadre de la cartographie du Luxembourg (réseau IFBL, mailles de 16 km²).

Certains des 201 carrés IFBL englobent des régions frontalières des pays voisins: Ainsi *Calypogeia arguta* est connu de deux localités, dont une

seule se trouve sur territoire luxembourgeois. lière étrangère ne figurent évidemment pas sur la
 Les espèces trouvées *uniquement* en zone fronta- check-list luxembourgeoise, ni sur la liste rouge !

Tab. 5: Liste rouge des bryophytes du Luxembourg - *Red List of the bryophytes of Luxembourg*

LÉGENDE / LEGEND

- R = Rareté**
 RR = très rare (< 6 / 201 loc.), / *very rare*.
 R = rare (21/201 < R > 5 / 201 loc.) / *rare*.
- C = Critères IUCN / IUCN criteria**
- A = Declining population**
 1) *observed or suspected (past)*
 2) *projected or suspected (future)*
- B = Small distribution and decline or fluctuation**
 1) *fragmented or few locations*
 2) *continuing decline*
 3) *fluctuating (population or area)*
- C = Small population and decline**
 1) *rapid rate of decline*
 2) *continuing decline, fragmented or single subpopulation*

- D = Very small and restricted**
 1) *few mature individuals*
 2) *small area of occupancy, < 5 locations*
- S = Statut Liste Rouge / Red List status.**
- EX = éteint / extinct**
EV = disparu / vanished (→ CR !)
CR = gravement menacé d'extinction / critically endangered
EN = menacé d'extinction / endangered
VU = vulnérable / vulnerable
nt = potentiellement menacé / near threatened
lc = non menacé / least concern
DD = insuffisamment documenté / data deficient
- ***
- * = en / in expansion
N = néophyte / neophyte

	R	C	S
ANTHOCEROTAE			
<i>Anthoceros agrestis</i> Paton	-	-	nt
<i>Phaeoceros carolinianus</i> (Michx.) Prosk.	R	A2	VU
HEPATICAEE			
<i>Anastrophyllum hellerianum</i> (Nees ex Lindenb.) Schust.	R	B123	VU
<i>Anastrophyllum minutum</i> (Schreb.) Schust.	R	-	nt
<i>Aneura maxima</i> (Schiffn.) Steph.	RR	D1	CR
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Aphanolejeunea microscopica</i> (Taylor) Evans	RR	-	EX
<i>Apometzgeria pubescens</i> (Schrank) Kuwah.	R	A12	EN
<i>Barbilophozia attenuata</i> (Mart.) Loeske	R	-	nt
<i>Barbilophozia barbata</i> (Schmid. ex Schreb.) Loeske	-	-	lc
<i>Barbilophozia kunzeana</i> (Hüb.) Müll. Frib.	RR	-	EV
<i>Bazzania flaccida</i> (Dumort.) Grolle	R	B12	VU
<i>Bazzania trilobata</i> (L.) S.F. Gray	R	-	lc
<i>Blasia pusilla</i> L.	R	A12	EN
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort.	--	-	lc
<i>Calypogeia arguta</i> Mont et Nees	RR	D1	VU
<i>Calypogeia azurea</i> Stotler & Crotz	R	-	nt
<i>Calypogeia fissa</i> (L.) Raddi	-	-	lc
<i>Calypogeia integristipula</i> Steph.	R	-	lc
<i>Calypogeia muelleriana</i> (Schiffn.) Müll. Frib.	-	-	lc
<i>Calypogeia neesiana</i> (Maas. & Carest.) Müll. Frib.	R	-	DD
<i>Calypogeia suecica</i> (H. Arn. & J. Perss.) Müll. Frib.	RR	-	EV

Tab. 5 (suite)	R	C	S
<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Cephalozia bicuspidata</i> var. <i>lammersiana</i> (Huebener) Breidl.	R	-	lc
<i>Cephalozia catenulata</i> (Hüb.) Lindb.	R	A1	VU
<i>Cephalozia connivens</i> (Dicks.) Lindb.	RR	B13	EN
<i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort.	R	-	lc
<i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Schiffn.	-	-	lc
<i>Cephaloziella divaricata</i> var. <i>asperifolia</i> (Tayl.) Macvic.	RR	-	nt
<i>Cephaloziella hampeana</i> (Nees) Schiffn.	RR	B23	VU
<i>Cephaloziella stellulifera</i> (Tayl. ex Spruce) Schiffn.	RR	B23	EN
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort.	-	-	lc
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda	-	-	lc
<i>Cololejeunea rossettiana</i> (Mass.) Schiffn.	RR	C2	CR
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Diplophyllum albicans</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Diplophyllum obtusifolium</i> (Hook.) Dumort.	R	-	nt
<i>Fossombronia pusilla</i> (L.) Nees	R	-	nt
<i>Fossombronia wondraczekii</i> (Cors.) Lindb.	R	A1	VU
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	R	-	lc
<i>Frullania fragilifolia</i> (Tayl.) Gott. et al.	-	-	nt
<i>Frullania tamarisci</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Geocalyx graveolens</i> (Schrad.) Nees	RR	C1,D1	EN
<i>Gymnocolea inflata</i> (Huds.) Dumort.	RR	D1	EN
<i>Harpanthus scutatus</i> (Web. & Mohr) Spruce	R	-	lc
<i>Jamesoniella autumnalis</i> (DC) Steph.	R	-	nt
<i>Jungermannia atrovirens</i> Dumort.	R	-	lc
<i>Jungermannia gracillima</i> Sm.	-	-	lc
<i>Jungermannia hyalina</i> Lyell	R	B12	VU
<i>Jungermannia leiantha</i> Grolle	R	-	lc
<i>Jungermannia pumila</i> With.	RR	D2	VU
<i>Leiocolea badensis</i> (Gott.) Jörg.	-	-	lc
<i>Leiocolea bantriensis</i> (Hook.) Jörg. [= <i>L. collaris</i> (Nees) Dum.]	-	-	lc
<i>Leiocolea heterocolpos</i> (Thed. ex Hartm.) Buch	RR	C2	EN
<i>Leiocolea turbinata</i> (Raddi) H.Buch	RR	-	EV
<i>Lejeunea cavifolia</i> (Ehrh.) Lindb.	-	-	lc
<i>Lepidozia cupressina</i> (Sw.) Lindenb.	RR	-	EX
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Lophocolea fragrans</i> (Morris et De Not) Gott. et al.	RR	C12	CR
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	-	-	lc
<i>Lophocolea minor</i> Nees	-	-	lc
<i>Lophozia bicrenata</i> (Schmid. ex Hoffm.) Dumort.	R	-	lc
<i>Lophozia capitata</i> (Hook.) Macoun	RR	B12	EN
N <i>Lophozia excisa</i> (Dicks.) Dumort.	-	-	lc
<i>Lophozia incisa</i> (Schrad.) Dumort.	R	A1	VU
<i>Lophozia longidens</i> (Lindb.) Macoun	RR	B12	EN
<i>Lophozia longiflora</i> (Nees) Schiffn.	RR	D1	CR
<i>Lophozia obtusa</i> (Lindb.) Evans	RR	B12C1	VU
<i>Lophozia sudetica</i> (Nees ex Hüb.) Grolle	R	-	lc
<i>Lophozia ventricosa</i> (Dicks.) Dumort.	-	-	lc
<i>Lophozia ventricosa</i> var. <i>silvicola</i> (Buch) Jones ex Schust.	R	-	lc

	R	C	S
N <i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb.	R	-	lc
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	R	-	lc
<i>Marchantia polymorpha</i> ssp. <i>ruderalis</i> Bischl. et Boisselier	-	-	lc
<i>Marsupella emarginata</i> (Ehrh.) Dumort.	R	-	nt
<i>Marsupella funckii</i> (Web. et Mohr) Dumort.	RR	A1	VU
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	-	-	lc
* <i>Metzgeria fruticulosa</i> (Dicks.) Evans	R	-	lc
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Metzgeria temperata</i> Kuwah.	R	A2D1	VU
<i>Microlejeunea ulicina</i> (Taylor) A. Evans	R	A2B12	VU
<i>Mylia taylorii</i> (Hook.) S.Gray	RR	-	EX
<i>Nardia geoscyphus</i> (De Not.) Lindb.	RR	D1	EN
<i>Nardia scalaris</i> S.F. Gray	-	-	lc
<i>Nowellia curvifolia</i> (Dicks.) Mitt.	-	-	lc
<i>Odontoschisma denudatum</i> (Mart.) Dumort.	RR	D12	VU
<i>Pedinophyllum interruptum</i> (Nees) Kaal.	R	-	lc
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort.	-	-	lc
<i>Pellia epiphylla</i> (L.) Corda	-	-	lc
<i>Plagiochila asplenioides</i> (L. emend. Tayl.) Dumort.	-	-	lc
<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	RR	-	EV
<i>Plagiochila porelloides</i> (Torrey ex Nees) Lindenb.	-	-	lc
<i>Plagiochila punctata</i> Tayl.	RR	-	EX
<i>Plagiochila spinulosa</i> (Dicks.) Dumort.	RR	B12	CR
<i>Porella arboris-vitae</i> (With.) Grolle	R	-	nt
<i>Porella baueri</i> (Schiffn.) C. Jens.	R	-	lc
<i>Porella cordaeana</i> (Hüb.) Moore	-	-	lc
<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.	-	-	lc
<i>Preissia quadrata</i> (Scop.) Nees	R	A1D1	VU
<i>Ptilidium ciliare</i> (L.) Hampe	RR	B12	CR
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (G. Web.) Vainio	-	-	lc
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	-	-	lc
<i>Reboulia hemisphaerica</i> (L.) Raddi	R	-	nt
<i>Riccardia chamedryfolia</i> (With.) Grolle	RR	A1	EN
<i>Riccardia latifrons</i> (Lindb.) Lindb.	RR	-	nt
<i>Riccardia multifida</i> (L.) S.F. Gray	R	-	nt
<i>Riccia bifurca</i> Hoffm.	RR	C12	EN
<i>Riccia cavernosa</i> Hoffm. emend. Raddi	RR	-	nt
<i>Riccia fluitans</i> L. emend. Lorbeer	RR	B12	CR
<i>Riccia glauca</i> L.	-	-	lc
<i>Riccia huebeneriana</i> Lindenb.	RR	B13	EN
<i>Riccia rhenana</i> Lorbeer ex Müll. Frib.	RR	D2	EN
<i>Riccia sorocarpa</i> Bisch.	-	-	lc
<i>Riccia subbifurca</i> Warnst. ex Croz.	RR	D2	VU
<i>Riccia warnstorffii</i> Limpr. ex Warnst.	RR	-	DD
<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda	RR	B12	CR
<i>Scapania aequiloba</i> (Schwaegr.) Dumort.	RR	A1	CR
<i>Scapania aspera</i> M.et H. Bern.	R	-	lc
<i>Scapania compacta</i> (A. Roth) Dumort.	R	-	nt
<i>Scapania curta</i> (Mart.) Dumort.	R	A12	VU
<i>Scapania cuspiduligera</i> (Nees) Müll. Frib.	RR	D1	CR

Tab. 5 (suite)	R	C	S
<i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees	R	-	lc
<i>Scapania lingulata</i> Buch	R	-	nt
<i>Scapania mucronata</i> Buch	R	A12	VU
<i>Scapania nemorea</i> (L.) Grolle	-	-	lc
<i>Scapania scandica</i> (H. Arn. et Buch) Macv.	RR	A1D1	EN
<i>Scapania umbrosa</i> (Schrad.) Dumort.	RR	B12	EN
<i>Scapania undulata</i> (L.) Dumort.	R	A13	VU
<i>Targionia hypophylla</i> L.	RR	-	EX
<i>Trichocolea tomentella</i> (Ehrh.) Dumort.	R	A1	VU
<i>Tritomaria exsecta</i> (Schmid.) Loeske	R	-	lc
<i>Tritomaria exsectiformis</i> (Breidl.) Loeske	-	-	lc
<i>Tritomaria quinqueidentata</i> (Huds.) Buch	-	-	lc

MUSCI

<i>Acaulon muticum</i> (Hedw.) C. Müll.	R	-	nt
<i>Aloina aloides</i> (K.F. Schultz) Kindb.	R	-	lc
<i>Aloina ambigua</i> (B. & S.) Limpr.	R	-	nt
<i>Aloina rigida</i> (Hedw.) Limpr.	R	-	nt
<i>Amblystegium confervoides</i> (Brid.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Amblystegium fluviatile</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Amblystegium humile</i> (P. Beauv.) Crundwell	R	-	lc
<i>Amblystegium riparium</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Amblystegium saxatile</i> Schimp.	RR	A2D1	CR
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Amblystegium serpens</i> var. <i>juratzkanum</i> (Schimp.) Rau & Hervey	R	-	lc
<i>Amblystegium tenax</i> (Hedw.) C. Jens.	-	-	lc
<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.	R	-	DD
<i>Amphidium mougeotii</i> (B. & S.) Schimp.	-	-	lc
<i>Andreaea rupestris</i> Hedw.	RR	D1	CR
<i>Anomodon attenuatus</i> (Hedw.) Hüb.	-	-	lc
<i>Anomodon longifolius</i> (Brid.) Hartm.	R	-	lc
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Tayl.	-	-	lc
<i>Antitrichia curtipendula</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Aphanorhegma patens</i> (Hedw.) Lindb.	R	-	lc
<i>Atrichum tenellum</i> (Röhl) B. & S.	R	B13	VU
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	-	-	lc
<i>Aulacomnium androgynum</i> (Hedw.) Schwaegr.	-	-	lc
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr.	R	B13	VU
<i>Barbula convoluta</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Barbula convoluta</i> var. <i>commutata</i> (Jur.) Husnot	R	-	lc
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Bartramia halleriana</i> Hedw.	RR	A1D1	CR
<i>Bartramia ithyphylla</i> Brid.	R	-	nt
<i>Bartramia pomiformis</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Brachythecium glareosum</i> (Spruce) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp. ex Milde	-	-	lc
<i>Brachythecium oxycladum</i> (Brid.) Jaeg.	RR	-	EV
<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) B., S. & G.	R	-	lc
<i>Brachythecium populeum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc

	R	C	S
* <i>Brachythecium rivulare</i> B., S. & G.	-	-	lc
* <i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Brachythecium salebrosum</i> (Web. & Mohr) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
* <i>Bryoerythrophyllum recurvirostre</i> (Hedw.) Chen	-	-	lc
<i>Bryum algovicum</i> Sendtn. ex C. Müll.	RR	D1	EN
<i>Bryum alpinum</i> With.	RR	B12	EN
* <i>Bryum argenteum</i> Hedw.	-	-	lc
* <i>Bryum barnesii</i> Wood ex Schimp.	R	-	lc
<i>Bryum bicolor</i> Dicks.	-	-	lc
<i>Bryum bornholmense</i> Winkelm. & Ruthe	RR	A1	EN
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Bryum capillare</i> var. <i>platynoma</i> Hedw.	RR	A2	VU
<i>Bryum elegans</i> Nees ex Brid.	R	A12	VU
<i>Bryum gemmiferum</i> Wilcz. & Dem.	R	-	lc
<i>Bryum gemmilucens</i> Wilcz. & Dem.	R	-	nt
<i>Bryum imbricatum</i> (Schwaegr.) B. & S.	RR	D12	VU
<i>Bryum intermedium</i> (Brid.) Bland.	RR	A12	EN
<i>Bryum klingraeffii</i> Schimp.	-	-	lc
<i>Bryum kunzei</i> Hornsch.	RR	D1	EN
<i>Bryum pallens</i> Sw.	R	-	lc
<i>Bryum pallescens</i> Schleich ex Schwaegr.	RR	D12	VU
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	-	-	lc
<i>Bryum radiculosum</i> Brid.	-	-	lc
<i>Bryum rubens</i> Mitt.	-	-	lc
<i>Bryum ruderales</i> Crundw. & Nyh.	-	-	nt
<i>Bryum rutilans</i> Brid.	RR	-	DD
<i>Bryum subapiculatum</i> Hampe	-	-	lc
<i>Bryum subelegans</i> Kindb.	-	-	lc
<i>Bryum tenuisetum</i> Limpr.	RR	A2	VU
<i>Bryum violaceum</i> Crundw. & Nyh.	R	-	nt
<i>Buxbaumia aphylla</i> Hedw.	R	-	nt
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.	-	-	lc
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.	R	A2	VU
<i>Calliergon stramineum</i> (Brid.) Kindb.	R	A2	VU
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	-	-	lc
<i>Campylium calcareum</i> Crundw. & Nyh.	-	-	lc
<i>Campylium chrysophyllum</i> (Brid.) J. Lange	-	-	lc
<i>Campylium polygamum</i> (B., S. & G.) J. Lange & C.E.O. Jensen	RR	B13	CR
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) J. Lange & C.E.O. Jensen var. <i>stellatum</i>	RR	A1	VU
<i>Campylium stellatum</i> var. <i>protensum</i> (Brid.) Bryhn	-	-	lc
<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) B., S. & G.	-	-	lc
*N <i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
* <i>Campylopus pyriformis</i> (K.F. Schultz) Brid.	-	-	lc
<i>Campylopus subulatus</i> Schimp.	RR	-	EV
<i>Ceratodon conicus</i> (Hampe ex C. Müll.) Lindb.	R	A2	VU
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P. Beauv.	R	-	nt

Tab. 5 (suite)	R	C	S
<i>Cinclidotus mucronatus</i> (Brid.) Mach.	RR	D1	VU
<i>Cinclidotus riparius</i> (Brid.) Arnott	R	-	lc
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout.	-	-	lc
<i>Cirriphyllum tommasinii</i> (Sendtn. ex Boul.) Grout	R	-	lc
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) Web. & Mohr	-	-	lc
<i>Conardia compacta</i> (C.Müll.) Robins.	RR	D2	VU
<i>Coscinodon cribrosus</i> (Hedw.) Spruce	RR	-	EV
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	-	-	lc
* <i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) Mohr	-	-	lc
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	-	-	lc
<i>Cynodontium bruntonii</i> (Sm.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Cynodontium polycarpon</i> (Hedw.) Schimp.	RR	D1	EN
<i>Cynodontium strumiferum</i> (Hedw.) Lindb.	RR	-	EV
<i>Dichodontium flavescens</i> (Dicks.) Lindb.	RR	-	nt
<i>Dichodontium pellucidum</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	lc
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	RR	A12	CR
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	lc
* <i>Dicranella howei</i> Ren. & Card.	-	-	lc
<i>Dicranella rufescens</i> (Dicks.) Schimp.	-	-	lc
<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Dix.	-	-	lc
<i>Dicranella schreb.</i> var. <i>robusta</i> (Schimp. ex Braithw.) Crum & And.	RR	A2D1	CR
<i>Dicranella staphylina</i> H. Whiteh.	-	-	lc
<i>Dicranella subulata</i> (Hedw.) Schimp.	RR	A2	VU
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	lc
<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) Britt.	R	-	lc
* <i>Dicranoweisia cirrata</i> (Hedw.) Lindb. ex Milde	-	-	lc
<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.	RR	A12	EN
<i>Dicranum flagellare</i> Hedw.	R	-	nt
<i>Dicranum fulvum</i> Hook.	R	-	lc
<i>Dicranum fuscescens</i> Sm.	R	A2	VU
<i>Dicranum majus</i> Sm.	RR	A1D1	CR
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	-	-	lc
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Dicranum spurium</i> Hedw.	RR	-	EV
* <i>Dicranum tauricum</i> Sap.	-	-	lc
<i>Dicranum viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb. DIR. HAB !	R	-	nt
<i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K. Saito	R	A2	VU
<i>Didymodon cordatus</i> Jur.	RR	A1B12	EN
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) Zander	-	-	lc
<i>Didymodon ferrugineus</i> (Schimp ex Besch.) M. Hill	RR	A2	EN
<i>Didymodon glaucus</i> Ryan	R	C1	EN
<i>Didymodon insulanus</i> (De Not.) M. Hill	-	-	lc
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch. ex Spreng.	-	-	lc
<i>Didymodon nicholsonii</i> Culm.	RR	-	DD
<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Didymodon sinuosus</i> (Mitt.) Delogne	-	-	lc
<i>Didymodon spadiceus</i> (Mitt.) Limpr.	-	-	lc
<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa	-	-	lc
<i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) Zander	-	-	lc

	R	C	S
<i>Diphyscium foliosum</i> (Hedw.) Mohr	-	-	lc
<i>Discelium nudum</i> (Dicks.) Brid.	RR	B13	EN
<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Ditrichum crispatisimum</i> (C. Müll.) Par.	-	-	lc
<i>Ditrichum cylindricum</i> (Hedw.) Grout	-	-	lc
<i>Ditrichum flexicaule</i> (Schleich ex Schwaegr.) Hampe	RR	-	nt
<i>Ditrichum heteromallum</i> (Hedw.) Britt.	-	-	nt
<i>Ditrichum lineare</i> (Sw.) Lindb.	RR	-	EV
<i>Ditrichum pallidum</i> (Hedw.) Hampe	R	-	lc
<i>Ditrichum pusillum</i> (Hedw.) Hampe	RR	B123	VU
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	R	-	lc
<i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>polycarpus</i> (Blandow ex Voit) G. Roth	RR	D1	CR
<i>Drepanocladus cossonii</i> (Schimp.) Warnst.	RR	B12	CR
<i>Encalypta streptocarpa</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Encalypta vulgaris</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Entosthodon fascicularis</i> (Hedw.) C. Müll.	RR	B13	VU
<i>Entodon concinnus</i> (De Not.) Par.	-	-	lc
<i>Ephemerum recurvifolium</i> (Dicks.) Boul.	R	-	nt
<i>Ephemerum serratum</i> var. <i>serratum</i> (Hedw.) Hampe	RR	B13	EN
<i>Ephemerum serratum</i> . var. <i>minutissimum</i> (Lindb.) Grout	-	-	lc
<i>Eucladium verticillatum</i> (Brid.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) T. Kop.	R	-	lc
<i>Eurhynchium crassinervium</i> (Wils.) Schimp.	-	-	lc
<i>Eurhynchium flotowianum</i> (Sendtn.) Kartt.	RR	D1	CR
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.	-	-	lc
<i>Eurhynchium hians</i> var. <i>rigidum</i> (Boul.) Thér.	R	-	lc
<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Eurhynchium pulchellum</i> (Hedw.) Jenn.	R	D2	VU
<i>Eurhynchium pumilum</i> (Wils.) Schimp.	-	-	lc
<i>Eurhynchium schleicheri</i> (Hedw. f.) Jur.	-	-	lc
<i>Eurhynchium speciosum</i> (Brid.) Jur.	R	-	DD
<i>Eurhynchium striatulum</i> (Spruce) B., S. & G.	R	-	lc
<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	lc
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Fissidens crassipes</i> Wils. ex B., S. & G.	-	-	lc
<i>Fissidens dubius</i> P. Beauv.	-	-	lc
<i>Fissidens exilis</i> Hedw.	R	-	lc
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm	-	-	lc
<i>Fissidens incurvus</i> Starke ex Röhl.	-	-	lc
<i>Fissidens incurvus</i> var. <i>tamarindifolius</i> (Turn.) Braithw.	RR	B13	EN
<i>Fissidens limbatus</i> Sull.	RR	-	nt
<i>Fissidens monguillonii</i> Thér.	RR	D1	VU
<i>Fissidens pusillus</i> (Wils.) Milde	R	-	lc
<i>Fissidens rufulus</i> B., S. & G.	RR	B12	CR
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Fissidens viridulus</i> (Sw.) Wahlenb.	R	-	lc
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Fontinalis squamosa</i> Hedw.	RR	A2	VU
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	-	-	lc

Tab. 5 (suite)	R	C	S
<i>Grimmia affinis</i> Hornsch	RR	D1	VU
<i>Grimmia crinita</i> Brid.	R	C2	EN
<i>Grimmia dissimulata</i> E. Maier	RR	A2	VU
<i>Grimmia decipiens</i> (K.F. Schultz) Lindb.	R	A12	VU
<i>Grimmia hartmanii</i> Schimp.	R	-	lc
<i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid.	RR	D1	EN
<i>Grimmia lisae</i> De Not.	RR	D1	VU
<i>Grimmia montana</i> B. & S.	-	-	lc
<i>Grimmia muehlenbeckii</i> Schimp.	RR	D1	VU
<i>Grimmia orbicularis</i> Bruch ex Wils.	R	-	nt
<i>Grimmia ovalis</i> (Hedw.) Lindb.	R	-	nt
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	-	-	lc
<i>Grimmia torquata</i> Hook. ex Drummm.	RR	A1C1	VU
<i>Grimmia trichophylla</i> Grev.	-	-	lc
<i>Gymnostomum aeruginosum</i> Sm.	RR	D1	EN
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch.	-	-	lc
<i>Gymnostomum viridulum</i> Brid.	RR	A13	CR
<i>Gyroweisia tenuis</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	lc
<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenäs	RR	-	EX
<i>Hedwigia ciliata</i> (Hedw.) P. Beauv.	-	-	lc
<i>Hedwigia ciliata</i> var. <i>leucophaea</i> B., S. & G.	RR	-	nt
<i>Hedwigia stellata</i> Hedenäs	R	-	lc
<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Iwats.	-	-	lc
<i>Heterocladium heteropterum</i> B., S. & G.	-	-	lc
<i>Heterocladium heteropterum</i> var. <i>flaccida</i> B., S. & G.	RR	D12	VU
<i>Heterocladium wulfsbergii</i> Hag.	RR	C 2	EN
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) Robins.	-	-	lc
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Homomallium incurvatum</i> (Brid.) Loeske	R	-	lc
<i>Hookeria lucens</i> (Hedw.) Sm.	RR	B12-C12	CR
<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	-	-	lc
<i>Hylocomium brevirostre</i> (Brid.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Hymenostylium recurvirostre</i> (Hedw.) B., S. & G.	RR	-	EV
<i>Hypnum andoi</i> A.J.E. Smith	-	-	lc
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Hypnum jutlandicum</i> Holmen & Warncke	-	-	lc
<i>Hypnum lacunosum</i> (Brid.) Hoffm. ex Brid.	-	-	lc
<i>Hypnum lindbergii</i> Mitt.	R	-	nt
<i>Hypnum pallescens</i> (Hedw.) P. Beauv.	RR	D12	VU
<i>Hypnum pratense</i> Koch ex Spruce	RR	B12	CR
<i>Isothecium alopecuroides</i> (Dubois) Isov.	-	-	lc
<i>Isothecium holtii</i> Kindb.	RR	D2	VU
<i>Isothecium myosuroides</i> Brid.	-	-	lc
<i>Leptobarbula berica</i> (De Not.) Schimp.	RR	A1	VU
<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wils.	R	-	lc
<i>Leptodontium flexifolium</i> (With.) Hampe	RR	D1	CR
<i>Leptodontium gemmascens</i> (Mitt. ex Hunt) Braithw.	R	-	nt
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	-	-	lc

	R	C	S
<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Ångstr.	-	-	lc
<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) C. Müll.	R	-	lc
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.	-	-	lc
<i>Metaneckera menziesii</i> (Hook.) Steere	RR	D1	CR
<i>Mnium ambiguum</i> H. Müll.	RR	-	DD
<i>Mnium hornum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Mnium marginatum</i> (With.) P. Beauv.	-	-	lc
<i>Mnium stellare</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Neckera complanata</i> (Hedw.) Hüb.	-	-	lc
<i>Neckera crispa</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Neckera pumila</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Octodiceras fontanum</i> (B. Pyl.) Lindb.	RR	A2	VU
N <i>Orthodontium lineare</i> Schwaegr.	-	-	lc
<i>Orthothecium intricatum</i> (C. Hartm.) B., S. & G.	RR	B12	EN
<i>Orthotrichum affine</i> Brid.	-	-	lc
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Orthotrichum cupulatum</i> Brid.	R	-	nt
<i>Orthotrichum cupulatum</i> var. <i>nudum</i> (Dicks.) Braithw.	RR	D1	VU
* <i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid.	-	-	lc
<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Tayl.	-	-	lc
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	-	-	lc
<i>Orthotrichum pallens</i> Bruch ex Brid.	R	-	nt
<i>Orthotrichum patens</i> Brid.	RR	D1	EN
<i>Orthotrichum pulchellum</i> Brunt.	R	-	lc
<i>Orthotrichum pumilum</i> Sw.	-	-	lc
<i>Orthotrichum rivulare</i> Turn.	RR	C12	EN
<i>Orthotrichum rupestre</i> Schleich. ex Schwaegr.	R	-	nt
<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees	-	-	lc
<i>Orthotrichum stramineum</i> Hornsch. ex Brid.	-	-	lc
<i>Orthotrichum striatum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Orthotrichum tenellum</i> Bruch ex Brid.	-	-	lc
<i>Oxystegus tenuirostris</i> (Hook. & Tayl.) A.J.E. Smith	-	-	lc
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra	-	-	lc
<i>Palustriella commutata</i> var. <i>falcata</i> (Brid.) Ochyra	RR	D12	VU
<i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske	R	-	lc
<i>Phascum curvicolle</i> Hedw.	R	B12	VU
<i>Phascum cuspidatum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Phascum cuspidatum</i> var. <i>piliferum</i> (Hedw.) Hook. & Tayl.	R	-	nt
<i>Phascum cuspidatum</i> var. <i>schreberianum</i> (Dicks.) Brid.	RR	-	DD
<i>Phascum floerkeanum</i> Web. & Mohr	RR	-	nt
<i>Philonotis arnellii</i> Husn.	R	-	nt
<i>Philonotis caespitosa</i> Jur.	R	A2	VU
<i>Philonotis calcarea</i> (B. & S.) Schimp.	RR	C2	CR
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Philonotis marchica</i> (Hedw.) Brid.	RR	-	EV
<i>Physcomitrium pyriforme</i> (Hedw.) Brid.	R	-	lc
<i>Physcomitrium sphaericum</i> (Ludw.) Brid	RR	B13	VU
<i>Plagiomnium affine</i> (Bland.) T. Kop.	-	-	lc
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T. Kop.	-	-	lc
<i>Plagiomnium elatum</i> (B. & S.) T. Kop.	R	-	nt

Tab. 5 (suite)	R	C	S
<i>Plagiomnium ellipticum</i> (Brid.) T. Kop.	R	A2B12	VU
<i>Plagiomnium medium</i> (B. & S.) T. Kop.	RR	D1	EN
<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T. Kop.	R	-	lc
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T. Kop.	-	-	lc
<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Iwats.	-	-	lc
* <i>Plagiothecium curvifolium</i> Schlieph. ex Limpr.	-	-	lc
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Plagiothecium denticulatum</i> var. <i>obtusifolium</i> (Turn.) Moore	RR	D1	EN
<i>Plagiothecium laetum</i> B., S. & G.	-	-	lc
<i>Plagiothecium latebricola</i> B., S. & G.	RR	-	EV
<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) Jaeg.	-	-	lc
<i>Plagiothecium platyphyllum</i> Mönkem.	RR	A12	CR
<i>Plagiothecium ruthei</i> Limpr.	R	-	nt
<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.	-	-	lc
<i>Plagiothecium undulatum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	A12	VU
<i>Platydictya jungermannioides</i> (Brid.) Crum	RR	D1	CR
<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Pleuridium acuminatum</i> Lindb.	-	-	lc
<i>Pleuridium palustre</i> (B. & S.) B., S. & G.	RR	B12	EN
<i>Pleuridium subulatum</i> (Hedw.) Rabenh.	-	-	lc
<i>Pleurozium schreberin</i> (Brid.) Mitt.	-	-	lc
<i>Pogonatum aloides</i> (Hedw.) P. Beauv.	-	-	lc
<i>Pogonatum nanum</i> (Hedw.) P. Beauv.	R	-	lc
<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.	-	-	lc
<i>Pohlia annotina</i> (Hedw.) Lindb.	R	-	nt
<i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.	RR	D1	CR
<i>Pohlia camptotrachela</i> (Ren. & Card.) Broth.	R	-	nt
<i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.	-	-	lc
<i>Pohlia elongata</i> Hedw.	RR	D1	CR
<i>Pohlia lutescens</i> (Limpr.) Lindb.	-	-	lc
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) Shaw	-	-	lc
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	-	-	lc
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (Web. & Mohr) Andr.	-	-	lc
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Polytrichum strictum</i> Brid.	RR	D1	CR
<i>Pottia bryoides</i> (Dicks.) Mitt.	-	-	lc
<i>Pottia davalliana</i> (Sm.) C. Jens. var. <i>davalliana</i>	R	-	lc
<i>Pottia davalliana</i> var. <i>conica</i> Podp.	RR	B13	EN
<i>Pottia intermedia</i> (Turn.) Fürnr.	-	-	lc
<i>Pottia lanceolata</i> (Hedw.) C. Müll.	-	-	lc
<i>Pottia starckeana</i> (Hedw.) C. Müll.	RR	D1	CR
<i>Pottia truncata</i> (Hedw.) B. & S.	-	-	lc
<i>Pseudephemerum nitidum</i> (Hedw.) Reim.	-	-	lc
<i>Pseudobryum cinclidioides</i> (Hüb.) T. Kop.	RR	B12	EN
* <i>Pseudocrossidium hornschuchianum</i> (K.F. Schultz) Zander	-	-	lc
<i>Pseudocrossidium revolutum</i> (Brid.) Zander	-	-	lc
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Iwats.	-	-	lc

	R	C	S
<i>Pterigynandrum filiforme</i> Hedw.	R	A1	VU
<i>Pterogonium gracile</i> (Hedw.) Sm.	-	-	lc
<i>Pterygoneurum ovatum</i> (Hedw.) Dix.	-	-	nt
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	RR	-	EV
<i>Ptychomitrium polyphyllum</i> (Sw.) B. & S.	RR	A12	CR
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	lc
<i>Racomitrium aciculare</i> (Hedw.) Brid.	R	-	lc
<i>Racomitrium affine</i> (Web. & Mohr) Lindb.	RR	D1	VU
<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Racomitrium elongatum</i> Frisvoll	-	-	lc
<i>Racomitrium ericoides</i> (Brid.) Brid.	R	-	DD
<i>Racomitrium fasciculare</i> (Hedw.) Brid.	RR	-	EV
<i>Racomitrium heterostichum</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Racomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid.	R	-	lc
<i>Racomitrium obtusum</i> (Brid.) Brid.	RR	C1	EN
<i>Rhabdoweisia fugax</i> (Hedw.) B., S. & G.	R	-	lc
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T. Kop.	-	-	lc
<i>Rhodobryum ontariense</i> (Kindb.) Kindb.	RR	B13	CR
<i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.	-	-	lc
<i>Rhynchostegiella curviseta</i> (Brid.) Limpr.	R	-	lc
<i>Rhynchostegiella tenella</i> (Dicks.) Limpr.	-	-	lc
<i>Rhynchostegiella teneriffae</i> (Montagne) Dirkse & Bouman	R	-	lc
<i>Rhynchostegium confertum</i> (Dicks.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i> (Web. & Mohr) B., S. & G.	R	-	nt
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Rhynchostegium riparoides</i> (Hedw.) Card.	-	-	lc
<i>Rhynchostegium rotundifolium</i> (Brid.) B., S. & G.	RR	B13	EN
<i>Rhytidiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.	-	-	lc
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.	-	-	lc
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.	-	-	lc
<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb.	-	-	lc
<i>Sanonia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	R	-	nt
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) B. & S.	-	-	lc
<i>Schistidium crassipilum</i> Blom	-	-	lc
<i>Schistidium papillosum</i> Culm.	R	-	lc
<i>Schistidium rivulare</i> (Brid.) Podp.	R	-	lc
<i>Schistidium robustum</i> (Nees & Hornsch.) Blom	RR	D1	CR
<i>Schistidium singarense</i> (Schiffn.) Laz.	RR	A2	VU
<i>Schistidium trichodon</i> (Brid.) Poelt	RR	D1	CR
<i>Schistostega pennata</i> (Hedw.) Web. & Mohr	R	C1	VU
<i>Scleropodium cespitans</i> (C. Müll.) L. Koch	RR	D12	EN
<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.	-	-	lc
<i>Scorpidium scorpidioides</i> (Hedw.) Limpr.	RR	-	EX
<i>Seligeria campylopora</i> Kindb.	RR	-	nt
<i>Seligeria donniana</i> (Sm.) C. Müll.	R	-	nt
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) B., S. & G.	R	-	nt
<i>Seligeria recurvata</i> (Hedw.) B., S. & G.	R	A2	VU
<i>Sematophyllum demissum</i> (Wils.) Mitt.	RR	B13	VU
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	RR	A2	VU
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hofm.	RR	-	EV

Tab. 5 (suite)	R	C	S
<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.	R	-	nt
<i>Sphagnum fallax</i> (Klinggr.) Klinggr.	R	-	nt
<i>Sphagnum fimbriatum</i> Wils.	R	-	lc
<i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.	R	-	DD
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russ.	RR	A2	VU
<i>Sphagnum inundatum</i> Russ.	RR	D1	EN
<i>Sphagnum palustre</i> L.	-	-	lc
<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Lindb. ex Braithw.) Sull. ex Warnst.	RR	D1	CR
<i>Sphagnum quinquefarium</i> (Lindb. ex Braithw.) Warnst.	R	-	lc
<i>Sphagnum rubellum</i> Wils.	RR	A1	VU
<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.	RR	D1	VU
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	R	-	nt
<i>Sphagnum subnitens</i> Russ. & Warnst.	R	-	nt
<i>Sphagnum subsecundum</i> Nees	RR	D1	EN
<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Bory	RR	-	EV
<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Ångstr.	R	-	nt
<i>Sphagnum warnstorffii</i> Russ.	RR	D1	CR
<i>Taxiphyllum wissgrillii</i> (Garov.) Wijk & Marg.	-	-	lc
<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Tetradontium brownianum</i> (Dicks.) Schwaegr.	R	-	nt
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Nieuwl.	-	-	lc
<i>Thuidium abietinum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Thuidium abietinum</i> var. <i>hystricosum</i> (Mitt.) Kindb.	RR	A1	EN
<i>Thuidium erectum</i> Duby	R	-	lc
<i>Thuidium philibertii</i> Limpr.	-	-	lc
<i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Lindb.	-	-	lc
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	lc
<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske	RR	B12	CR
<i>Tortella bambergeri</i> (Schimp.) Broth.	RR	D2	VU
<i>Tortella inclinata</i> (Hedw. f.) Limpr.	R	-	nt
<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	-	-	lc
<i>Tortula calcicolens</i> Kramer	-	-	lc
<i>Tortula canescens</i> Mont.	RR	C12	VU
<i>Tortula inermis</i> (Brid.) Mont.	RR	C12	CR
<i>Tortula intermedia</i> (Brid.) De Not.	-	-	lc
<i>Tortula intermedia</i> var. <i>calva</i> (Brid.) De Not.	RR	A2	VU
<i>Tortula laevipila</i> (Brid.) Schwaegr.	-	-	lc
* <i>Tortula latifolia</i> Bruch ex Hartm.	-	-	lc
<i>Tortula marginata</i> (B. & S.) Spruce	R	A12	VU
* <i>Tortula muralis</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Tortula muralis</i> var. <i>aestiva</i> Hedw.	RR	-	nt
<i>Tortula papillosa</i> Wils.	-	-	lc
<i>Tortula princeps</i> De Not	RR	A1	EN
<i>Tortula ruraliformis</i> (Besch.) Grout	RR	-	lc
<i>Tortula ruralis</i> Gaertn.	-	-	lc
* <i>Tortula subulata</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Tortula subulata</i> var. <i>angustata</i> (Schimp.) Limpr.	R	-	lc
<i>Tortula virescens</i> (De Not.) De Not.	-	-	lc
<i>Trichostomum brachydontium</i> Bruch	RR	A1	EN
<i>Ulota bruchii</i> Hornsch. ex Brid.	-	-	lc

	R	C	S
<i>Ulota coarctata</i> (P. Beauv.) Hammar	RR	-	EX
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	-	-	lc
<i>Ulota macrospora</i> Baur & Warnst.	RR	D1	CR
<i>Warnstorfia exannulata</i> (B., S. & G.) Loeske	RR	B12	CR
<i>Warnstorfia fluitans</i> (Hedw.) Loeske	RR	D1	EN
<i>Weissia brachycarpa</i> (Nees & Hornsch.) Jur.	R	-	lc
<i>Weissia condensata</i> (Voit) Lindb.	RR	A1	EN
<i>Weissia controversa</i> Hedw.	-	-	lc
<i>Weissia controversa</i> var. <i>crispata</i> (Nees & Hornsch.) Nyholm	RR	A2	VU
<i>Weissia longifolia</i> Mitt.	-	-	lc
<i>Weissia rostellata</i> (Brid.) Lindb.	RR	B13	VU
<i>Weissia rutilans</i> (Hedw.) Lindb.	R	-	nt
<i>Weissia squarrosa</i> (Nees & Hornsch.) C. Müll.	RR	B13	EN
<i>Zygodon conoideus</i> (Dicks.) Hook. & Tayl.	RR	D2	VU
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lor.	-	-	lc
<i>Zygodon viridissimus</i> (Dicks.) Brid.	-	-	lc
<i>Zygodon viridissimus</i> var. <i>stirtonii</i> (Schimp. ex Stirt.) Hagen	RR	A1	CR

2. Commentaire

a) Commentaire global

L'analyse statistique globale fait apparaître (tableau 6, fig. 5) qu'un tiers environ des bryophytes doit figurer sur la liste rouge, que ces taxons soient éteints, menacés à des degrés divers ou vulnérables. On remarquera que la part des espèces figurant sur la liste rouge est beaucoup plus importante chez les hépatiques que chez les mousses (41,7 % contre 31,4% !), alors que l'inverse a été constaté en Grande-Bretagne (Joint Conservation Committee 2001). C'est que les îles britanniques - malgré l'urbanisation forte des régions de plaine - possèdent encore des espaces vierges sur les îles longeant l'Ecosse et dans les étages montagnard et subalpin, milieux riches en hépatiques.

Il est intéressant de signaler encore que les principaux critères de l'IUCN sont venus s'appliquer avec la fréquence suivante, pour les catégories CR-EN-VU (cumuls possibles !) :

- A. Declining population: 62 x
- B. Small distribution and decline or fluctuation: 44 x
- C. Small population size and decline: 18 x
- D. Very small or restricted: 65 x.

La fréquence d'application du critère D est à mettre en rapport avec le grand nombre d'espèces rares parmi les bryophytes, un phénomène reconnu partout, mais particulièrement évident dans un petit pays. Le second motif de classement (A) reflète le recul des observations passées ou supputées pour l'avenir.

En se reportant au tableau 1 on remarquera néanmoins qu'environ un tiers des espèces retenues comme menacées à un titre quelconque au niveau européen ne sont pas présentement menacées au Luxembourg !

b) Espèces éteintes ou non revues (EX, EV)

Il résulte du tableau 5 qu'au moins 25 espèces ont disparu du pays (environ 4 %). Elles sont classées (*v. supra*) soit dans la catégorie EX (*extinct*: 8 espèces), soit dans la catégorie EV (*vanished*: 17 espèces). Des informations supplémentaires sont données au tableau 7.

Le nombre d'espèces vraiment éteintes est certainement plus important, étant donné l'imprécision des travaux du XIXe siècle (Werner 1987b): Il a dû y avoir au Luxembourg quelques bryophytes remarquables, écartées de la check-list pour non-preuve d'herbier, dont la disparition ultérieure est tout aussi probable. *Splachnum ampullaceum* ou

Tab. 6: Liste rouge des bryophytes du Luxembourg - Résumé et comparaison 1987-2002 - *Table 6: Red List of the bryophytes of Luxembourg - Summary and comparison 1987-2002*

LISTE ROUGE 1987			LISTE ROUGE 2002				
	en %		HEP	MUS	TOT	en %	
1 Disparu	9	2,0	EX Extinct	5	3	8	1,4
2 Menacé de disparition	59	12,8	EV Vanished	4	13	17	2,9
3 Menacé, digne de protection	98	21,3	CR Critically Endangered	10	34	44	7,5
			EN Endangered	16	36	52	8,8
			VU Vulnerable	21	56	77	13,1
SOUS-TOTAL	166	36,1	SOUS-TOTAL	56	142	198	33,7
-	-	-	nt Near threatened	17	46	63	10,8
Non menacé	294	63,9	lc Least concern	59	257	316	53,8
			SOUS-TOTAL	76	303	379	64,6
-	-	-	DD Data deficient	2	8	10	1,7
TOTAL	460	100	TOTAL⁽¹⁾	134	453	587	100

⁽¹⁾ Y compris 27 taxons infraspécifiques - 27 *infraspecific taxa are included*

Meesia longiseta sont des exemples vraisemblables. Le Brabant wallon – à titre de comparaison – est mieux documenté pour les récoltes anciennes, mais a comporté aussi des destructions d'habitats plus conséquentes. La part des espèces non revues y atteint 8 % au moins (Sotiaux & Vanderpoorten 2001a).

En ce qui concerne les régions touchées par ces disparitions, il faut signaler que 8 bryophytes sur 25 ont disparu des gorges de la Petite-Suisse, qui couvre moins du dixième du territoire.

c) Espèces menacées (CR, EN, VU)

Les espèces gravement menacées d'extinction (CR) représentent 7,5 % de l'ensemble de la flore bryologique! Il est intéressant de constater qu'un nombre conséquent de ces espèces (16 sur 44!) se trouvent dans la partie ardennaise de notre territoire (tableau 8). Seulement sept espèces concernent la Petite-Suisse (dont les gorges boisées sont largement intactes, tout en hébergeant de nombreuses raretés); une demi-douzaine d'entre elles intéressent la région mosellane et sept le reste du Gutland.

Les milieux suivants comportent le plus d'espèces gravement menacées d'extinction: Les milieux

rocheux, très diversifiés au Luxembourg (17), les marécages et eaux dormantes (13) les milieux aquatiques (4), Cinq espèces des marais alcalins se retrouvent dans le même (et unique) site de Gremelange-Bruch (Haute-Sûre, Oesling).

Les espèces menacées (EN) sont au nombre de 52 (8,8 %) et les espèces vulnérables (VU) au nombre de 77 (13,1 %).

d) Espèces non présentement menacées (nt, lc)

Les deux tiers environ des bryophytes (379 taxons, soit 64,6 %) ne sont pas présentement menacés. Néanmoins 63 taxons (10,8 %) ont reçu le label « nt » (*near threatened*); il s'agit d'espèces présentant quelques signes de recul, ou dont l'habitat risque de souffrir à l'avenir, mais sans que les seuils de la catégorie « VU » (vulnérable) soient atteints (actuellement ou dans un avenir prévisible).

e) Espèces non évaluées (DD, data déficient)

Dix espèces (1,7 %: deux hépatiques et huit mousses) ont été écartées de l'évaluation sous

le label « DD » (*data deficient*), compte tenu de la définition large donnée plus haut.

3. Comparaisons

a) Avec la liste rouge de 1987

Toute comparaison avec la première version de la liste rouge doit être faite avec beaucoup de prudence, étant donné les changements de définitions intervenus.

1° Pour un nombre assez conséquent de bryophytes les facteurs environnementaux se sont

manifestement améliorés. Tel est le cas pour de nombreux épiphytes connus pour être sensibles à la pollution atmosphérique et aux pluies acides (*Orthotrichum pulchellum*, *O. speciosum*, *Zygodon* spp., *Tortula papillosa*), dans un contexte de désindustrialisation de la sidérurgie et de certains efforts de filtrage des rejets de nos usines. Un phénomène semblable a été constaté dans d'autres régions du continent, par exemple en Thuringe (Meinunger & Schröder 2002).

Il est vrai que le retour des épiphytes est accompagné d'un enrichissement général de la flore épiphytisque et de nombreuses espèces concernées sont atypiques sur les écorces d'arbres. Leur implantation – notamment dans la région indus-

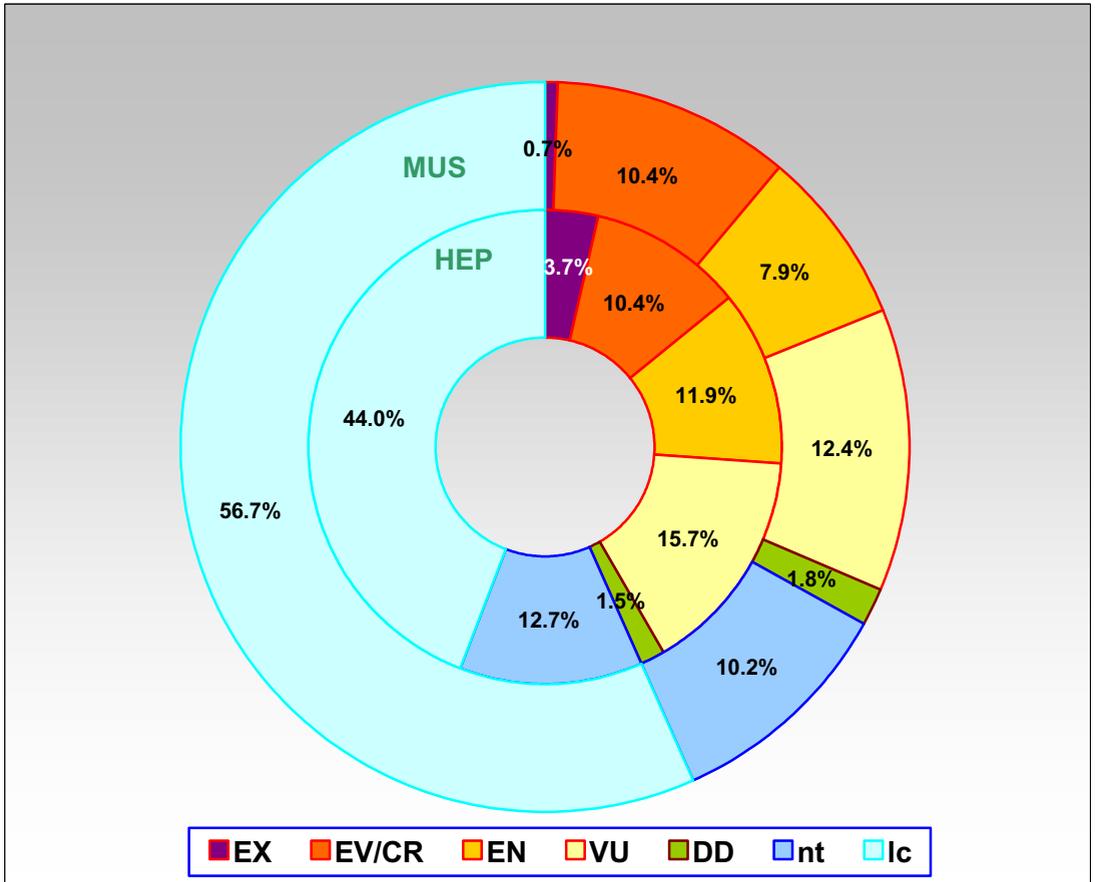


Fig. 5: Résumé graphique de la Liste Rouge (en %). Les mousses occupent le cercle extérieur du graphique, les hépatiques le cercle intérieur - Graphical summary of the Red List (in %). Mosses are shown on the external circle of the graph, liverworts on the internal circle.

Tab. 7: Espèces éteintes ou non revues - *Extinct or vanished species*

	Last observed	Extinct EX	Vanished EV	LUX	GRANDE RÉGION
1. <i>Aphanolejeunea microscopica</i>	< 1850	■		PS	ABSENT
2. <i>Barbilophozia kunzeana</i>	1981		■	OE	RARE
3. <i>Calypogeia suecica</i>	1987		■	GU	RARE
4. <i>Leiocolea turbinata</i>	1987		■	GU	RARE
5. <i>Lepidozia cupressina</i>	1926	■		PS	RARE
6. <i>Mylia taylorii</i>	1890	■		GU	ABSENT
7. <i>Plagiochila bifaria</i>	1967		■	PS	ABSENT
8. <i>Plagiochila punctata</i>	1950	■		PS	ABSENT
9. <i>Targionia hypophylla</i>	± 1985	■		GU	EXTINCT
10. <i>Brachythecium oxycladum</i>	1987		■	GU	RARE
11. <i>Campylopus subulatus</i>	1979		■	PS	RARE
12. <i>Coscinodon cribrosus</i>	1989		■	OE	± RARE
13. <i>Cynodontium strumiferum</i>	1980		■	OE	RARE
14. <i>Dicranum spurium</i>	1983		■	GU	± RARE
15. <i>Ditrichum lineare</i>	1983		■	OE	± RARE
16. <i>Hamatocaulis vernicosus</i>	1888	■		GU	ABSENT
17. <i>Hymenostylium recurvirostre</i>	1985		■	GU	± RARE
18. <i>Philonotis marchica</i>	1988		■	PS	RARE
19. <i>Plagiothecium latebricola</i>	± 1985		■	PS	± RARE
20. <i>Ptilium crista-castrensis</i>	± 1985		■	OE	RARE
21. <i>Racomitrium fasciculare</i>	± 1999		■	OE	RARE
22. <i>Scorpidium scorpidioides</i>	< 1900	■		GU	EXTINCT
23. <i>Sphagnum cuspidatum</i>	1979		■	OE	± RARE
24. <i>Sphagnum tenellum</i>	1978		■	OE	RARE
25. <i>Ulotia coarctata</i>	1947	■		PS	RARE

↓
EX !

↓
CR !

LÉGENDE / LEGEND

EX: A peu près certainement éteint au Luxembourg; e.g. non revu depuis plus de 50 ans, pas ou peu de localités dans les régions voisines. / *Almost certainly extinct in Luxembourg ; e.g. not seen for the last 50 years, no or few localities in neighbouring regions.*

EV: Espèces non revues dans leurs sites classiques, mais présentes dans les régions voisines, et vraisemblablement au Luxembourg. / *Species which have vanished, not seen at their classical sites, but present in neighboring areas and probably in Luxembourg too.*

LUX: GU = Gutland, Bon Pays (Luxembourg « Lorraine district ») ; OE = Oesling (Luxembourg « Ardennes district ») ; PS = Petite-Suisse Luxembourgeoise, région gréseuse / sandstone area [partie de GU, part of GU] ;

« **GRANDE REGION** » : Régions limitrophes de Sarre, Rheinland-Pfalz, Lorraine et Wallonie jusqu'à environ 100 km des frontières luxembourgeoises. / *Neighbouring regions of Sarre, Rheinland-Pfalz, Lorraine and Wallonie, up to about 100 km from Luxembourg border.*

Tab. 8: Ecologie des espèces gravement menacées d'extinction (CR) - *Ecology of critically endangered species (CR)*

	Ecologie – Ecology
1. <i>Aneura maxima</i>	Talus suintant, pessière – <i>Seeping slope, conifer forest</i>
2. <i>Cololejeunea rossettiana</i>	Epiphyllé, épilithe (dolomite) – <i>Epiphyllous, epilithic</i>
3. <i>Lophocolea fragrans</i>	Epiphyte, épilithe (grès) – <i>Epiphyte, epilith (sandst.)</i>
4. <i>Lophozia longiflora</i>	Rocher de grès ombragé – <i>Shaded sandstone rock</i>
5. <i>Plagiochila spinulosa</i>	Paroi de grès (gorge) – <i>Sandstone rock wall (ravine)</i>
6. <i>Ptilidium ciliare</i>	Rocher schisteux (diagonal) – <i>Slate rock (transversal)</i>
7. <i>Riccia fluitans</i>	Eaux dormantes et vase exondée – <i>Still waters and mud</i>
8. <i>Ricciocarpos natans</i>	Eaux dormantes et vase exondée – <i>Still waters and mud</i>
9. <i>Scapania aequiloba</i>	Rochers de grès calcaireux – <i>Calcareous sandstone rock</i>
10. <i>Scapania cuspiduligera</i>	Terre calcaire – <i>Calcareous soil</i>
11. <i>Amblystegium saxatile</i>	Tourbière dégradée – <i>Eutrophized bog</i>
12. <i>Andreaea rupestris</i>	Quartzophyllades – <i>Quartzitic slate rock</i>
13. <i>Bartramia halleriana</i>	Rochers schisteux – <i>Slate rock</i>
14. <i>Campylium polygamum</i>	Fossé humide – <i>Moist ditch</i>
15. <i>Dicranella cerviculata</i>	humus très acide, tourbières – <i>Very acid humus, mires</i>
16. <i>Dicranella schreberiana</i> var. <i>robusta</i>	Prairie marécageuse – <i>Peaty grassland</i>
17. <i>Dicranum majus</i>	Sol forestier acide – <i>Acid forest soil</i>
18. <i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>polycarpus</i>	Carrière abandonnée – <i>Disused quarry</i>
19. <i>Drepanocladus cossonii</i>	Marécage alcalin – <i>Rich fen</i>
20. <i>Eurhynchium flotowianum</i>	Rocher de grès – <i>Sandstone rock</i>
21. <i>Fissidens rufulus</i>	Ruisseaux, débit rapide – <i>Brooks, fast current</i>
22. <i>Gymnostomum viridulum</i>	Muret de vignoble – <i>Wall of a vineyard</i>
23. <i>Hookeria lucens</i>	Source, bord de ruisseau – <i>Spring and along brook</i>
24. <i>Hypnum pratense</i>	Marécage alcalin – <i>Rich fen</i>
25. <i>Leptodontium flexifolium</i>	Bois pourrissant, site escarpé – <i>Decaying wood, steep site</i>
26. <i>Metaneckera menziesii</i>	Rocher dolomitique ombragé – <i>Shaded dolomitic rock</i>
27. <i>Philonotis calcarea</i>	Marais de source calcaires – <i>Calcareous spring mires</i>
28. <i>Plagiothecium platyphyllum</i>	Talus sablonneux et rochers frais – <i>Moist sandy slopes & rock</i>
29. <i>Platydictia jungermannioides</i>	Rocher dolomitique, surplomb – <i>Overhanging dolomitic rock</i>
30. <i>Pohlia bulbifera</i>	Anciennes minières de fer – <i>Old iron mining site</i>
31. <i>Pohlia elongata</i>	Talus sablonneux, ravin – <i>Sandy slope, ravine</i>
32. <i>Polytrichum strictum</i>	Reste de tourbière – <i>Remains of a raised bog</i>
33. <i>Pottia starckaeana</i>	Sol calcaire, exp. S – <i>Calcareous soil, exp. S</i>
34. <i>Ptychomitrium polyphyllum</i>	Blocs de schiste, pierriers – <i>Slate-rock boulders, scree</i>
35. <i>Rhodobryum ontariense</i>	Bloc de dolomie – <i>Dolomitic boulder</i>
36. <i>Schistidium robustum</i>	Bloc de dolomie – <i>Dolomitic boulder</i>
37. <i>Schistidium trichodon</i>	Vieux mur en pierres – <i>Old stone wall</i>
38. <i>Sphagnum platyphyllum</i>	Marécage plutôt alcalin – <i>Rather rich fen</i>
39. <i>Sphagnum warnstorffii</i>	Marécage plutôt alcalin – <i>Rich fen</i>
40. <i>Tomentypnum nitens</i>	Marécage alcalin – <i>Rich fen</i>
41. <i>Tortula inermis</i>	Rochers, murs dolomitiques – <i>Dolomitic rock, walls</i>
42. <i>Warnstorfia exannulata</i>	Source aménagée (prairie) – <i>Sheltered spring (meadow)</i>
43. <i>Ulota macrospora</i>	Groupe de Salix, forêt humide – <i>On Salix, moist forest</i>
44. <i>Zygodon viridissimus</i> var. <i>stirtonii</i>	Rocher dolom., vieux murs – <i>Dolomitic rock, old walls</i>

truelle du canton d'Esch (Hans, comm. pers.) - peut s'expliquer par des apports de poussières riches en sels minéraux, qui s'incrustent dans les écorces de certains arbres (*Populus*!).

2° les progrès de la cartographie, comportant une recherche systématique des microniches favorables de certaines espèces méconnues nous ont donné un nombre plus important de d'espèces et de localités: De ce fait beaucoup de bryophytes ne paraissent plus menacées; d'autres, tout en restant classées vulnérables, ne semblent plus menacées de destruction à court ou à moyen terme. Les espèces suivantes sont de bons exemples de la première catégorie: *Antitrichia curtispindula*, *Aloina rigida*. Dans la seconde catégorie on peut nommer *Leptodontium gemmascens* (fig. 6). Quelques-unes qu'on croyait perdues ont été revues récemment (*Ditrichum pallidum*, *Drepanocladus cossonii*), voire revues et de nouveau perdues (*Racomitrium fasciculare*).

La légère amélioration (33,7 % des espèces se retrouvent sur la nouvelle liste rouge contre 36,1 % en 1987) reflète donc en partie une véritable amélioration de la situation, ainsi que – surtout ! - des cas de classification trop sévère en 1987 !

3° Dans plusieurs cas la multiplication de nouvelles localités connues ne résulte pas d'une mauvaise exploration au cours des années 1970

à 1986. Le changement de notre climat, comportant notamment des hivers moins rigoureux et plus arrosés a fait se multiplier un nombre d'espèces précédemment classées comme menacées. Ainsi une seule station récente de *Cryphaea heteromalla* était-elle connue en 1984: Quinze ans plus tard, nous avons une bonne vingtaine de localités, dont une découverte par l'auteur et F. Hans sur un petit groupe de peupliers près de Koerich, déjà scruté en vain à peine une décennie plus tôt avec L. Reichling. Les épiphytes, d'une manière générale, sont favorisés par des températures plus clémentes et des précipitations en hausse (cf. Grims 2002).

4° Le Luxembourg est heureusement encore riche en substrats de substitution, par exemple les vieux murs, dans la région mosellane (Werner 1982), comme dans le reste du pays. Une espèce rupicole et calcicole comme *Schistidium singarense* serait menacée davantage, s'il n'y avait pas les vieux murets de vignobles exposés au S, construits en pierre dolomitique. Les dépôts de scories du bassin minier sont un autre habitat de substitution intéressant, voué toutefois à disparaître à court terme (*Ceratodon conicus*!).

5° Il y a eu aussi des classements plus sévères dans la nouvelle liste rouge. Ainsi parmi les 25 espèces répertoriées comme éteintes ou ayant disparu une bonne poignée figuraient



Fig. 6: *Leptodontium gemmascens*, pelouse siliceuse sèche de la région de Bavigne, - *Dry siliceous grassland near Bavigne*. Photo L. Reichling, vers 1993. Echelle / scale: 1 mm.

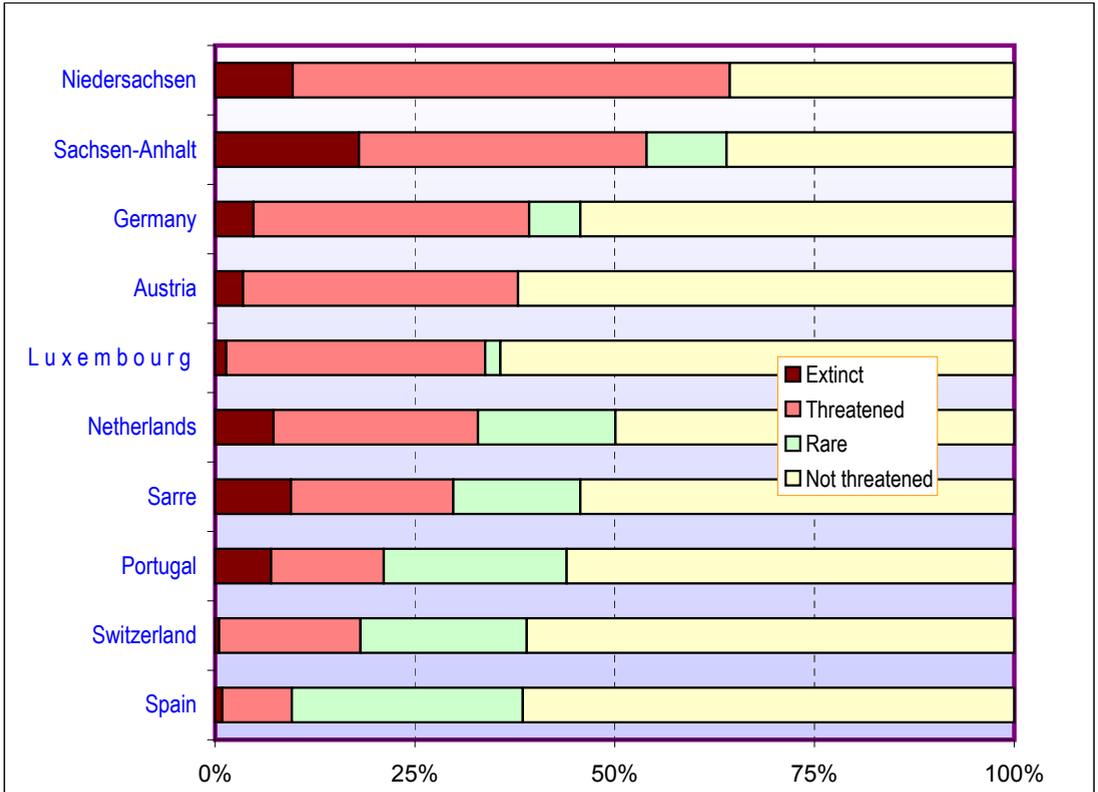


Fig. 7: Comparaison de quelques listes rouges de bryophytes en Europe. La comparaison ne peut être qu’approximative, étant donné la différence des définitions employées. Pour le Luxembourg les espèces très rares (trouvées moins de 6 x) ont été ajoutées, dans la mesure où elles ne figuraient pas encore sur la liste rouge à un autre titre. - Comparison of some Bryophyte Red Lists in Europe. The comparison is approximate, since different definitions may be used. As to Luxembourg the figure of the very rare species (less than 6 records) has been added, insofar these species were not yet included in another category of the Red List

seulement comme menacées dans la liste rouge de 1987. Ces espèces ont disparu au cours de la décennie 1990-2000, généralement la suite de destructions ou de pollutions d’origine humaine (*Targionia hypophylla*), parfois pour des raisons inconnues ou non imputables à l’homme (*Ptilium crista-castrensis*). Il faut évoquer aussi la raréfaction des fossés humides et la fragmentation des habitats, phénomène marginal il y a quinze ans, mais qui s’est amplifié depuis lors au Luxembourg !

En tout et pour tout l’amélioration nette de la situation pourrait être plus grande que ne laissent supposer les statistiques, alors que les règles de l’IUCN sont plus sévères que celles qui ont été suivies en 1987. Ils exigent par exemple le « red-listing » d’espèces simplement très rares, au niveau du critère D !

b) Avec d’autres listes rouges récentes

La catégorie de liste rouge « R » (très rare), préconisée par l’ECCB (1995) n’existe plus au niveau de l’IUCN, mais est retenue, sous des appellations diverses, dans des pays comme le Portugal, l’Espagne et l’Allemagne. Au Luxembourg 11 taxons rarissimes (catégorie RR: voir tableau 5) ne figurent pas sur la liste rouge. Cette catégorie a donc été ajoutée sur le graphique (fig. 7) aux fins d’une meilleure comparaison internationale.

Le graphique illustre la position moyenne du Luxembourg, à égale distance à peu près, entre l’Espagne (moins d’un dixième des espèces sur la liste rouge!) et le Land de Niedersachsen (les deux tiers environ!). La situation du Luxembourg

est proche de celle de la Sarre, un Land possédant exactement la même superficie ! Il faut rappeler toutefois que les listes des différents pays se basent sur des définitions encore assez différentes. En ajoutant les espèces qualifiées de rarissimes en Sarre, on arrive dans ce Land à des proportions plus défavorables qu'au Luxembourg. C'est que la Sarre est beaucoup plus densément peuplée que le Luxembourg !

Bisang & Hedenäs (2000) ont essayé de comparer l'importance relative des espèces menacées ou rares avec la densité de la population. Le résultat est parlant, le Luxembourg se situant exactement là où on « doit » le chercher, à savoir sur la ligne médiane ! Il est vraisemblable que la présente liste rouge donnerait des résultats similaires sous cet aspect.

Une comparaison rapide avec la liste rouge des phanérogames du Luxembourg en préparation (Colling, comm. pers.) suggère que la même proportion d'espèces, à peu près, semble menacée dans les deux groupes de plantes !

4. Ventilation par habitats

En l'absence de travaux bryoécologiques et bryosociologiques plus poussés, cette ventilation ne peut être considérée que comme une approximation, bien qu'elle s'appuie sur des observations bien documentées (herbiers, notes de terrain), ainsi que des souvenirs précis de l'auteur et les communications de divers collègues.

Les 19 types d'habitats distingués (tableau 9) se différencient essentiellement au niveau du substrat (rochers, écorce d'arbres vivants, sol etc.), ainsi que du méso- ou du microclimat. Etant donné les grandes variations de l'écologie rupestre dans les pays (Werner 2000a) les épilithes (R*) sont divisées en cinq catégories; il en est de même pour les espèces terricoles (T*). Les bryophytes (sub-) aquatiques et celles des marécages se retrouvent dans les catégories A* et M*. Les épiphytes (E*) font l'objet de deux catégories. Il y a lieu de relever spécialement l'existence d'*hépatiques épiphyllies* (Ep) dans les gorges de la Petite-Suisse et dans quelques ravins boisés de la région calcaire mosellane. Elles sont énumérées au tableau 4. Dans le graphique cette petite catégorie est fusionnée toutefois avec celle des épiphytes forestiers (Ef). On a distingué, enfin, les espèces épixyles (Xf, bois pourrissant en forêt), très variées dans la Petite-Suisse. Une division grossière entre les milieux plutôt naturels et plutôt artificiels

est esquissée par ailleurs.

Un graphique (fig. 8) permet de se rendre compte des contrastes existant au sein de la liste rouge. On notera d'abord la richesse floristique remarquable des substrats rocheux au Luxembourg, notamment des grès (calcaireux ou acides: ensemble 186 taxons) et des schistes dévoniens (Rs: 148 taxons).

Comme dans la plupart des pays d'Europe moyenne - p.ex. en Suisse (Urmi 1992 b) - les milieux comportant la plus grande part d'espèces de la liste rouge sont les marécages (Mc - marais alcalins ou calcaires: 57, 1%; Ma, marais acides: 62,1 %), et les sites de vase exondée (Tv : 59,3 %). On y trouve aussi un maximum d'espèces gravement menacées d'extinction, voire ayant déjà disparu récemment. Parmi les milieux secondaires créés par l'homme on notera un nombre conséquent d'espèces menacées peuplant les (vieux) murs (Rz: 25,7 %). Les milieux ouverts agricoles ou rudéraux connaissent aussi des espèces menacées (Tu: 16,1 %), parmi lesquelles, certes, de nombreuses sont fugitives et irrégulières, voire purement accidentelles. Les épiphytes semblent désormais relativement peu menacés (14,8 %, resp. 8,1 %); ils comportent peu (en forêt) ou très peu (sites ouverts) d'espèces sur la liste rouge. Les taxons épixyles (Xf) se situent au même niveau (13 %); ils dépendent d'une gestion forestière respectueuse des équilibres naturels. Les espèces (sub) aquatiques (Aa, Ac, Ar) sont dans une position moyenne, avec un maximum d'espèces menacées au niveau des sources et cours d'eau acides-oligotrophes (Aa: 31,8 %). Les bryophytes croissant sur le sol minéral (Ta, Tc) comportent un nombre moyen d'espèces menacées (les sols acides sont concernés davantage avec 21,8 % !), mais aussi un nombre non négligeable d'espèces potentiellement menacées (« nt »), notamment au niveau des pelouses calcaires qui devront, pour survivre, faire l'objet de débroussaillages réguliers.

Si les sites rocheux (R*) – pourtant très fréquents et parfois étendus – ont livré de nombreuses bryophytes pour la liste rouge, cela tient d'une part à la grande rareté de certaines espèces présentent dans des îlots disjoints (*Plagiochila* et *Lophocolea* eu-océaniques), et d'autre part à la surfréquentation touristique (Petite-Suisse, notamment) et aux risques de chablis. Les épilithes sur grès acides (Rh) sont un peu plus mal placés (28,6 %) que ceux qui croissent sur les grès riches en bases (Rg : 17,1 %). Le substrat schisteux (Rs) comporte 23,7 % de taxons sur la liste rouge, auxquels s'ajoutent une dizaine d'espèces potentiellement menacées (« nt »); plusieurs épilithes ne sont en effet connues que d'une seule localité et le matériel vivant est très réduit. Les substrats rocheux

Tab. 9: Codification simplifiée de l'écologie des bryophytes. - *Simplified codification of bryophyte ecology*

			I	II
A	Aa	Sources et ruisseaux acides oligotr. / <i>Acid springs and brooks</i>	X	
	Ac	Sources et ruisseaux calcaires oligotr. / <i>Calcareous springs and brooks</i>	X	
	Ar	Rivières (méso- à eutrophes) / <i>Riversides (meso- to eutrophic)</i>		X
E	Ef	Épiphytes (forêts, milieux naturels) / <i>Epiphytes (forests, natural sites)</i>	X	
	Ei	Épiphytes en milieu ouvert / <i>Epiphytes in open landscape</i>		X
	Ep	Épiphyllés / <i>Epiphyllous</i>	X	
M	Ma	Tourbières, marécages et mares acides / <i>Acid bogs, mires and pools</i>	X	
	Mc	Marécages neutres à calcaires / <i>Neutral to calcareous mires</i>	X	
R	Rc	Rochers (dolomitico-)calcaires / <i>Calcareous or dolomitic rock</i>	X	
	Rg	Grès riches en calcaire / <i>Calcareous sandstone</i>	X	
	Rh	Grès pauvres en calcaire / <i>Non-calcareous sandstone</i>	X	
	Rs	Rochers schisteux, quartzites / <i>Slate rock, quartzites</i>	X	
	Rz	Murs et murets, châteaux en ruines / <i>Walls, ruined castles</i>		X
T	Ta	Pelouses et sols minéraux acides / <i>Siliceous grassland and mineral soil</i>	X	
	Tc	Pelouses et sols minéraux calcaires / <i>Calcareous grassland and mineral soil</i>	X	
	Tf	Sol et chemins forestiers / <i>Forest soil and lanes</i>	X	
	Tu	Cultures, champs, terrains vagues / <i>Cultivated land, fallow fields</i>		X
	Tv	Vase exondée / <i>Exposed mud or silt</i>	X	
X	Xf	Bois pourrissant (en forêt) / <i>Decaying wood (in forests)</i>	X	

QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT – QUALITY OF THE ENVIRONMENT

I	Forêts et milieux naturels à semi-naturels - <i>Forests and ± natural environment</i>
II	Milieux fortement altérés - <i>Environment strongly modified</i>

N.B. Les espèces turficoles sont renseignées sub « M » / *The species growing on peat are considered under "M"*

calcaro-dolomitiques (Rc), enfin, comportent seulement 16 % d'espèces menacées.

Une estimation grossière permet de conclure que les quatre milieux fortement influencés ou altérés par l'homme (tableau 9, *in fine*) comportent seulement 20 % d'espèces sur la liste rouge (35 sur 175), soit nettement moins que la moyenne. Mais ces milieux hébergent également des taxons menacés, voire éteints, notamment les vieux murs et les terres arables (éteules), comme nous venons de le signaler.

5. Espèces rares et menacées à l'échelon européen

Le Luxembourg héberge plusieurs espèces rares ou menacées à l'échelle du continent. Elles ne

figurent pas toutes sur la liste rouge, conçue par définition au niveau national. Elles méritent cependant d'être signalées spécialement:

- *Aneura maxima* (photo en couverture) (Werner 2003), espèce nord-américaine et asiatique découverte dans l'Oesling et connue seulement de quatre pays européens et présentant des populations relativement nombreuses seulement dans les Ardennes belges et françaises. Il y avait une abondante production de sporophytes au printemps 2002 !
- *Dichodontium flavescens*: berges de ruisseaux et torrents riches en bases de la Petite-Suisse; espèce non directement menacée chez nous !
- *Dicranum viride*: épiphyte, forêts importantes ou anciennes sur sol non acide; non directement menacé chez nous (Directive Habitats !).

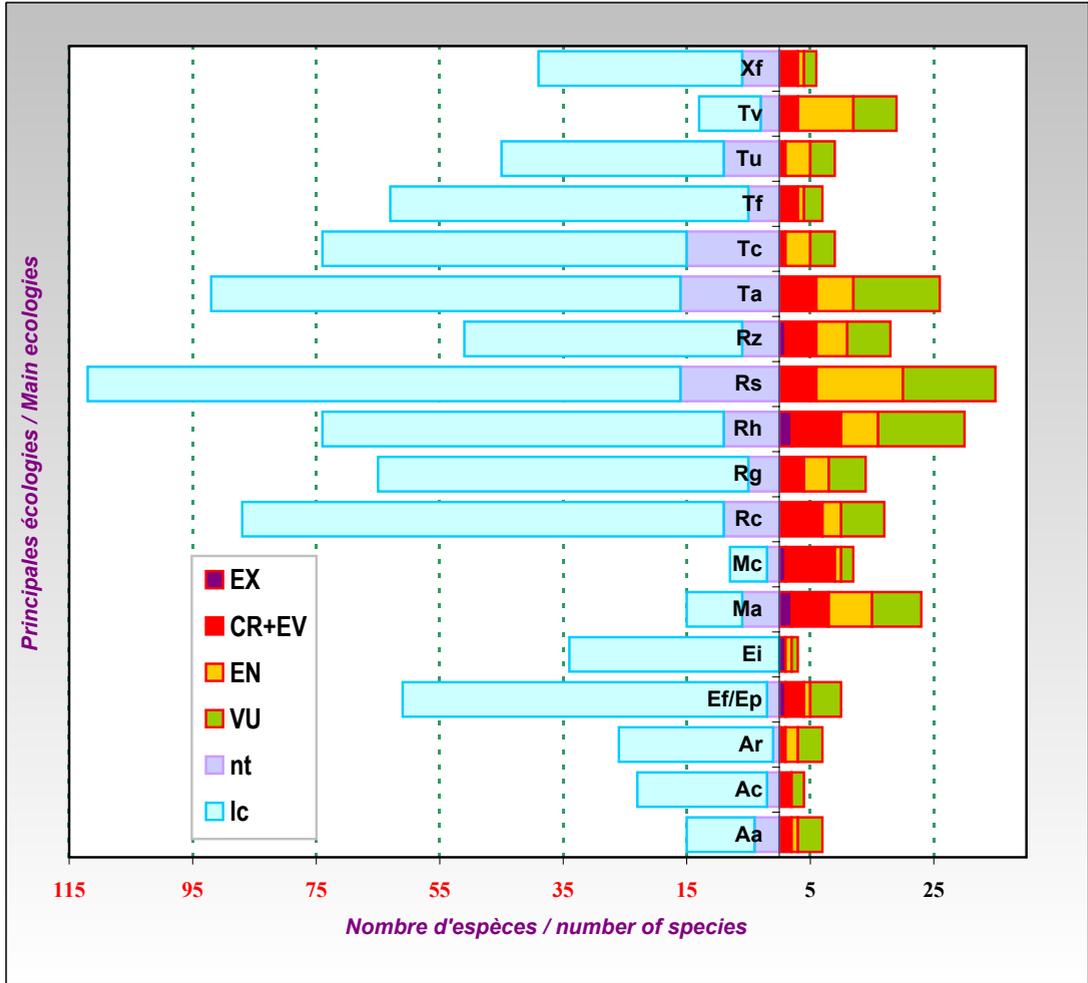


Fig. 8: Ventilation de la liste rouge selon l'écologie des bryophytes. Les codes abrégés sont expliqués au tableau 9 - Breakdown of the Red List according to the ecology of the bryophytes; the abbreviated codes are explained on table 9.

- *Didymodon glaucus*: cavernes et surplombs de rochers de grès riches en calcaire (voir *supra*).
- *Heterocladium wulfsbergii*: Espèce abondamment récoltée par Barkman vers 1948 (Werner 2001d), mais non revue récemment et peu signalée en Europe continentale. La distinction avec le commun *Heterocladium heteropterum* a été rendue plus claire grâce aux travaux de Crundwell & Smith (2000).
- *Leptodontium gemmascens* (fig. 6): paille des touradons de graminées dans des pelouses siliceuses (Werner & Sauer 1994) ; il est vrai

que cette mousse passe sans doute inaperçue en dehors de ses sites classiques connus en Sarre, en Allemagne occidentale, en France et au Luxembourg.

- *Pseudobryum cinclidioides*: restes de tourbières du NNW de l'Oesling (Wilwerdange, Conze-fenn !). Cette mousse figure d'ores et déjà sur d'autres listes rouges européennes.

Caspari (2001) insiste à juste titre sur la responsabilité première des pays individuels en matière de protection des espèces menacées au niveau du continent, lorsque ces pays en hébergent des

populations conséquentes, même si elles ne sont pas menacées au niveau national ! Ces efforts de conservation s'ajoutent aux impératifs de la liste rouge nationale. Caspari (2001) met notamment l'accent sur les espèces endémiques européennes - macaronésiennes, une définition qu'il étend aux pays du Proche Orient et de l'Afrique du Nord. Il signale aussi le cas des genres et familles isolées au niveau de la phylogénie.

D. Mesures de conservation et perspectives

1. La protection adéquate des bryophytes

a) Particularités des bryophytes

Schumacker (1992) énumère huit types d'arguments et de raisons qui devraient inciter les autorités à accorder aux bryophytes une attention spéciale dans le domaine de la conservation. Il évoque notamment l'ancienneté de ces premières plantes terrestres, leur présence dans les milieux les plus variés, leur intérêt phylogénétique (grâce au nombre de familles et de genres monospécifiques), la diversité de leurs stratégies de reproduction et l'intérêt des substances organiques (terpènes..) produites par les hépatiques. Raeymakers (1995) rend attentif au fait que la conservation des bryophytes exige souvent d'autres instruments que la protection de l'environnement traditionnelle, ceci en raison de leur écologie microstationnelle particulière et de leur sensibilité extrême et rapide aux modifications de l'environnement, que ces dernières soient naturelles ou induites par l'homme.

b) Ampleur et limites des mesures à prendre

1° Parfois les mesures de conservation à prendre se résumeront à *ne rien faire* (!), ou alors à empêcher que ne se produisent des interventions ou des évolutions néfastes. Pour préserver quatre bryophytes rares, turficoles ou coprophiles, du Massif Central (France) il suffira de veiller à ce que l'activité pastorale reste extensive et qu'il n'y ait pas de drainage

(Hugonnot & Bardat 2001). La sauvegarde des sites de la Petite-Suisse luxembourgeoise (fig. 9) - et d'autres sites forestiers similaires, par exemple sur calcaire dolomitique - consistera essentiellement à *conserver intégralement* un milieu quasi-climacique exceptionnel et à empêcher qu'il y soit porté atteinte, par exemple par un tourisme agressif ou par des coupes importantes qui modifieraient le microclimat forestier pour de longues décennies !

2° Lorsque la protection intégrale d'un habitat n'est pas faisable - ou même contre-productive au vu de l'évolution future escomptée - une approche plus sélective s'impose. Parfois des interventions minimales suffisent: Pour empêcher la disparition de *Didymodon glaucus* (mousse endémique européenne rare, présente au Luxembourg, *v. supra*!), sur les pelouses calcaires des terrains crayeux au sud de l'Angleterre, on a simplement commencé à endiguer et à tailler les arbustes envahissants (Hallingbäck 1995). Pour préserver la richesse des petites bryophytes annuelles souvent fugaces colonisant les éteules et autres champs moissonnés, il suffira de retarder - même partiellement - le labour des champs après la récolte (IUCN 2000).

3° Dans d'autres cas - notamment lorsque les bryophytes ne sont pas des *perennial stayers* ou des *perennial shuttles* - la conservation sera plus complexe à assurer et plus difficile à définir ou à appliquer et les résultats seront parfois aléatoires. Pour régénérer les pelouses calcaires envahies par les phanérogames le fauchage et la réintroduction de moutons sont deux méthodes alternatives, voire complémentaires, ayant chacune des avantages et des inconvénients pour tel ou tel type de plantes. Dans le cas des pelouses situées sur le calcaire au sud des Pays-Bas, il est vrai, il semble de toute manière illusoire d'espérer retrouver toute la richesse bryophytique d'antan (Van Tooren *et al.* 1990).

4° Il est évident que dans de nombreux cas les programmes généraux de conservation de sites naturels ou semi-naturels bénéficieront (directement ou indirectement) aux bryophytes. Mais cela ne suffit pas toujours. Lorsque des interventions concrètes sont entreprises au niveau des habitats, il faut même prendre soin de ne pas réduire *par ces mêmes interventions* (fauchage, débroussaillage, pâturage etc.) la diversité de la bryoflore (Caspari 2001).



Fig. 9 : Mullerthal (Petite-Suisse Luxembourgeoise), gros blocs de grès dans l'Ernz Noire, près de « Schëissentëmpel » - Mullerthal (Luxembourg Petite-Suisse), big sandstone boulders, Ernz Noire river near « Schëissentëmpel ». Photo J. Werner vers / around 1990.

5° Des programmes de protection spéciaux doivent donc être conçus, visant expressément des bryophytes rares ou menacées, surtout lorsque la protection doit être sélective. Hugonnot & Bardat (2002) décrivent des complexes tourbeux très riches de l'Ardèche, méconnus à ce jour. Ils insistent sur une « approche intégrée des pratiques agropastorales.. (pour assurer) .. la conservation de la mosaïque observée ». Des programmes spécifiques de protection de la bryoflore sont prévus ou déjà en cours de réalisation - par exemple - dans la région de grès acide du Weald (Angleterre sud-orientale: Hodgetts 1997, Jackson & Rich 1997), en région parisienne (Bardat 1997, Bardat & Boudier 2000) et – occasionnellement – en Lorraine (Richard, comm. pers.) et en Allemagne (Caspari 2001).

6° Les programmes de protection – pour être sérieux - nécessitent au préalable des inventaires détaillés de ces plantes méconnues et de leur milieu. Les pays nordiques sont bien connus maintenant pour leur détermination à réaliser des plans de conservation et pour l'envergure des recherches floristiques qui y sont consacrées. Ainsi Piippo S. & Urbanski (1998) décrivent-elles la démarche des autorités finlandaises, qui ont mis sur place un comité national spécial pour la conservation des bryophytes les plus menacées, y compris les espèces citées par la Directive « Habitats ». Une vingtaine de

plans individuels ont été ou vont être établis sous peu, comportant la collecte de toutes les informations scientifiques disponibles, mais aussi l'exploration systématique des régions moins connues, afin de trouver de nouveaux habitats. Un registre rassemblant les données de toutes les espèces menacées est alimenté par les scientifiques concernés.

7° Dans quelques cas, néanmoins, il ne faut pas se faire d'illusion. Schumacker *et al.* (1995) estiment que le sauvetage des derniers restes de tourbière quasiment intacts, dans les Hautes-Fagnes belges, demandera le démarrage de programmes très coûteux dont l'efficacité n'est pas assurée. Dans un autre contexte Schumacker (1992) met en garde contre ce qu'on peut appeler l'« extrémisme conservationniste ». Il faut se rappeler, par exemple, que de nombreuses bryophytes sont d'introduction récente, suite aux pratiques agropastorales des siècles écoulés. Il serait illusoire de vouloir garder *tous* les archéophytes. Il en est de même des espèces adventices accidentelles plus récentes, quelque réjouissante qu'ait été leur découverte (on peut songer à *Ptilium crista-castrensis* qui s'est développé pendant une dizaine d'années dans une pessière de l'Oesling, tout porte à croire que l'espèce montagnarde a été introduite avec de jeunes épicéas provenant d'une région alpine ou nordique)!

8° Que faire lorsque nous sommes en présence d'une espèce en voie d'extinction dans une partie importante du continent ou même dans un grand pays ? L'espèce pourra avoir disparu avant que la liste rouge ait été imprimée, lue et assimilée ! Frahm (2002) préconise la conservation « *ex situ* » (au laboratoire), laquelle est cependant fort difficile à réaliser efficacement pour les cryptogames. Il suggère également de conserver l'information DNA, au cas où..

c) Connaissance et hiérarchisation des sites, espèces déterminantes ou à valeur patrimoniale

Il est certain que la protection adéquate des sites a un effet bénéfique, souvent très rapide, sur la conservation des espèces les plus menacées. Ainsi en Thuringe le nombre d'espèces fortement menacées a-t-il été orienté à la baisse entre 1992 et 2000, suite aux mesures de protection entreprises notamment au niveau des tourbières, des pierriers et autres sites rocheux du Land (Meinunger & Schröder 2002).

1° Avant de protéger il faut connaître! Or la qualité des connaissances floristiques est très inégale. D'où un impératif urgent d'encourager et de promouvoir des recherches floristiques et cartographiques, comme cela est fait de façon exemplaire dans les pays nordiques.

2° Une fois les sites connus – avec la liste des espèces remarquables - il s'agit de mettre à profit (et régulièrement à jour !) cette documentation. Au Royaume-Uni (Hodgetts & Stark 1995) des registres de sites (« site registers ») ont été mis sur pied, en ce qui concerne les bryophytes menacées. En effet le *British National Biodiversity Network* tient largement compte, désormais, des bryophytes (Hodgetts 2000). En Finlande (Piippo & Urbanski 1998), nous l'avons vu, toutes les informations connues relatives aux bryophytes menacées ont été réunies dans une banque de données accessible à divers organismes. Dans ce domaine, il est vrai, le mieux est l'ennemi du bien: Il serait utopique de vouloir enregistrer, site par site, ou km² par km², toutes les espèces végétales observées par les divers spécialistes. Le renseignement des espèces vraiment rares et/ou menacées (catégories CR et EN) - ou de celles qui sont remarquables au plan phytogéographique - devrait suffire, en complétant ces données ponctuellement par des analyses de biodiversité, en cas de besoin!

3° Une approche intéressante a été engagée en France. La démarche consiste à retenir un certain nombre d'*espèces déterminantes*, entre autres parmi les bryophytes. Les organismes menacés (aux niveaux mondial, européen, national ou régional) obtiennent un coefficient allant de 1 à 3, le « 1 » justifiant à lui seul l'érection d'une ZNIEFF (Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique). Les critères de l'IUCN sont applicables en principe pour apprécier les espèces. Les listes d'organismes sont dressées au niveau des régions administratives, compte tenu des données phytogéographiques réelles. Ainsi la liste des bryophytes déterminantes pour la Lorraine (document non publié rédigé par T. Mahévas et l'auteur) tient-elle compte spécialement du versant occidental des Vosges, où se trouvent de nombreuses espèces montagnardes très rares et souvent menacées, mais où d'autres espèces, à protéger en plaine, ne sont nullement menacées.

4° Une autre approche, apparemment moins précise, consiste à définir les espèces à haute *valeur patrimoniale* d'un site ou d'une petite région homogène. La valeur patrimoniale tient compte de la rareté, mais surtout du contexte phytogéographique et chorologique. Ainsi Hébrard (2002) vient-il d'évaluer de façon simple, mais convaincante, la richesse et la valeur patrimoniale des bryophytes du massif du Mont-Aigoual, classées selon les principaux milieux naturels. La position de ce massif frais et arrosé, situé en bordure de la zone méditerranéenne, rendait particulièrement judicieux ce choix de méthode. L'étude a été réalisée à la demande des gestionnaires du parc national des Cévennes.

5° En Norvège un grand effort porte sur la sélection des sites de tourbières, dont certaines sont extrêmement riches: La seule province du Nord-Trøndelag comporte presque toutes les sphaignes connues d'Europe (Flatberg, comm. pers.). Sur 1000 (!) tourbières recensées environ 150 sites ont été sélectionnés (Moen 1995), sur base de 16 critères de mérite (rareté du type de tourbière, diversité en espèces, valeur scientifique, vulnérabilité, valeur internationale etc..). Cette approche met moins en valeur les espèces individuelles; elle s'applique bien dans de grands pays.



Fig. 10: *Scapania mucronata* H. Buch, avec périlanthe! Vallée de la Pétrusse à Luxembourg-ville - with perianth ! Petrusse valley within the city of Luxembourg. Photo L. Reichling 1983.

b) Les « hot spots » bryologiques

Certaines régions comportent ce qu'on a convenu d'appeler des *hot-spots*, c'est-à-dire des zones limitées (de taille diverse) à haute richesse floristique, comportant de nombreuses espèces rares, menacées ou remarquables pour la phytogéographie ou pour leur écologie. Les *hot spots* sont donc des points offrant une biodiversité exceptionnelle. Vanderpoorten *et al.* (2001) citent par exemple les talus sablonneux, les vieux peuplements de chêne et d'épicéa au milieu de la forêt de Soignes (Bruxelles), dont la richesse bryologique est particulièrement riche. Or le maintien de la biodiversité - bien au-delà de la protection des seules espèces rares ou menacées - doit être un impératif majeur de conservation (Longton & Hedderson 2000). Les *hot spots* sont évalués le cas échéant à l'échelle des continents; ce sont des aires à forte biodiversité, marquées par la présence de nombreuses espèces ou genres endémiques, en partie menacés. Un rapport récent de l'IUCN (2000) désigne par exemple quelques dizaines de ces régions pour l'Asie du sud-est, le sud de l'Amérique latine et l'Afrique.

Afin de donner une image aussi équilibrée que possible de ces points de gravité au Luxembourg, au niveau des carrés IBFL (4 x 4 km), nous avons tenu compte de trois critères, faisant intervenir, en dehors de la *liste rouge*, la *biodiversité* (signalée par la richesse en espèces) et la *rareté* (alors que toutes les espèces rares ne figurent pas sur la liste rouge !)

(tableau 10). Voici le détail des critères employés:

- 1° *Richesse en espèces* (mousses et hépatiques) : Si le nombre absolu de taxons observés dans un carré IFBL est supérieur à 160 (soit à peu près 150 % de la richesse moyenne connue à ce jour) le carré est retenu;
- 2° *Richesse en espèces rares* : Les carrés comportant un pourcentage d'espèces rares supérieur à 19 % ont été retenus; sont considérées comme rares les taxons connus de moins de 21 carrés IFBL sur 201 (< 10%).
- 3° *Espèces inscrites sur la liste rouge* : Au moins huit taxons classés dans les catégories CR, EV, EN ou VU.

Pratiquement tous les carrés de la Petite-Suisse sont des « hot spots »; en ajoutant les autres régions situées sur le Grès de Luxembourg (forêt de Grunewald, Hollenfels et Luxembourg-ville [fig. 10]) on arrive à la moitié de la liste (tableau 10; carte, fig. 11). L'Oesling livre près de 40 % des carrés et le reste du pays seulement trois (un dixième), dont deux sont situés dans la région mosellane aux tendances sub-méditerranéennes. Sept carrés de la Petite-Suisse et un de la région mosellane (Machtum, Kelsbaach: Un site menacé par les aménagements de conservation et de mise en valeur qu'on y a pratiqués !) répondent aux trois critères choisis et sont en quelque sorte des

Tab. 10: Localisation des « Hot spots » - *Localization of "hot spots"*

IFBL		Région	I	II	III
J813	Wilwerdange - Wemperhardt	OESLING N	-	★	★
J814	Conzefenn et environs	OESLING N	-	★	★
J831	Hoffelt, Hachiville	OESLING N	-	★	★
J842	Weicherdange	OESLING N	-	-	★
K756	Martelange /Gremelange (Bruch)	OESLING S	-	★	★
K823	Kautenbach	OESLING S	★	-	-
K824	Hoscheid, Schlinder, Molberlay	OESLING S	★	-	★
K826	Vianden, Bivels	OESLING S	-	★	★
K831	Lultzhausen	OESLING S	-	★	-
K832	Esch-sur-Sûre	OESLING S	★	-	★
K834	Goebelsmühle, Bourscheid	OESLING S	★	-	★
K858	Beaufort, Haler, -Haupteschbaach	PETITE-SUISSE	★	★	★
K951	Berdorf, principales gorges	PETITE-SUISSE	★	★	★
K952	Berdorf, Aesbaach (Eesbéch)	PETITE-SUISSE	★	★	★
L811	N Bettborn	OUEST LIM OE	-	-	★
L818	Waldbillig, Müllerthal	PETITE-SUISSE	-	★	★
L826	Noumerlayen	PETITE-SUISSE	★	-	★
L827	S Larochette, Manzebaach	PETITE-SUISSE	★	-	★
L828	S Mullerthal, Waldbillig	PETITE-SUISSE	★	★	★
L834	Hollenfels et Mandelbaach	DIV. RÉG.GRÈS	★	-	★
L836	Fischbach	PETITE-SUISSE	★	-	★
L856	Forêt du Grunewald	DIV. RÉG.GRÈS	★	-	-
L911	Berdorf S, Schnellert	PETITE-SUISSE	★	★	★
L912	Echternach, Gorge du Loup	PETITE-SUISSE	★	★	★
L921	Consdorf, Scheidgen	PETITE-SUISSE	★	★	★
L924	Born, Moersdorf N	MOSELLE-SÛRE	-	-	★
L953	Machtum, Kelsbaach	MOSELLE-SÛRE	★	★	★
M815	Luxembourg-ville	DIV. RÉG.GRÈS	-	-	★

LÉGENDE / LEGEND

IFBL : Réseau de l'ancien Institut floristique belgo-luxembourgeois; mailles de 4 x 4 km *Former IFBL grid (4 x 4 km squares)*

I : Richesse en espèces (plus de 160 espèces) - *Species richness (more than 160 species)*

II : Richesse en espèces rares (> 19 % d'espèces rares) (rare: < 21 / 201 carrés). - *Richness in rare species (> 19 % of rare species)(rare: < 21 / 201 squares).*

III : Richesse en espèces de la liste rouge (≥ 8 espèces EV, CR, EN ou VU) - *Richness in red listed species (≥ 8 EV, CR, EN or VU species)*

hot spots majeurs. Parmi ces sept carrés la palme revient à la région de Beaufort (K8.58) avec 252 taxons (43 % de la bryoflore du pays !!), dont près de 30 % sont rares au Luxembourg et 32 figurent sur la liste rouge !

Il y a d'autres « hot spots » bryologiques au Luxembourg, qui frôlent les limites statistiques définies plus haut et qui méritent d'être signa-

lées: Ainsi les environs de Lasauvage (M7.48), les collines boisées et anciennes minières autour de Rumelange (N9.13, M9.53), La vallée de la Sûre ardennaise, en amont d'Ettelbruck (K8.46), les sites de vignobles et de forêts calcicoles près d'Ahn et d'Ehnen (M9.12), les forêts de ravin de Schengen-Fiels (M9.52) et la vallée de la Syre inférieure (L9.33, L9.42).

"Hot spots"

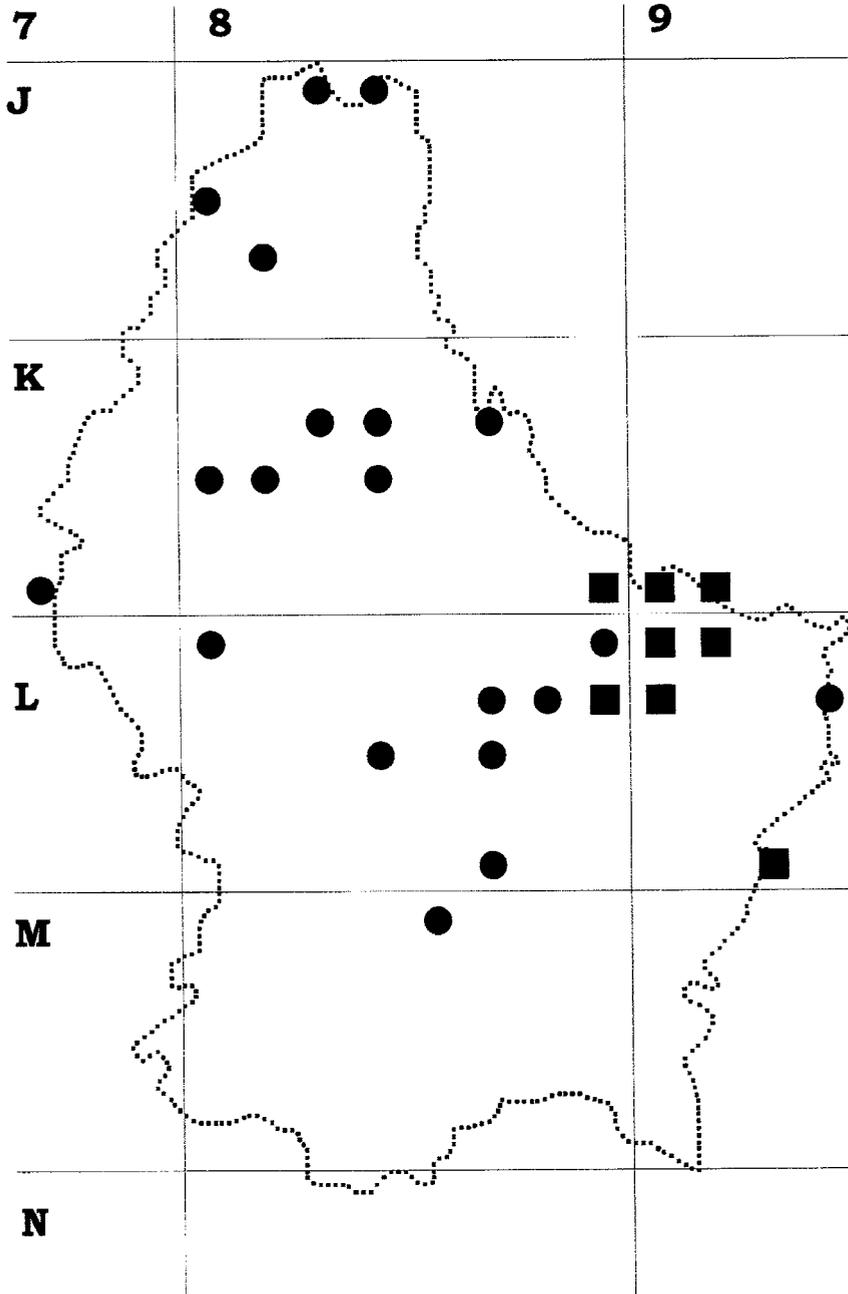


Fig. 11: Carte montrant les « hot spots » bryologiques au niveau des carrés IFBL (4 x 4 km). Les "hot spots" majeurs (trois critères remplis) sont désignés par un carré - Map showing the bryological « hot spots » at the level of IFBL squares. Major hot spots (three criteria fulfilled) are shown as squares.



Fig. 12: Muret de vignoble avec *Tortula inermis* (Brid.) Mont. (Vallée de la Moselle) - Vineyard wall with *Tortula inermis* (Moselle valley). Photo J. Werner vers / around 1985.

c) Hot spots: Aspects internationaux

La conservation des *hot spots* ne doit pas être conçue de façon trop étroite, en se concentrant exclusivement sur un seul pays. Les progrès récents de la recherche floristique dans toute l'Europe et l'existence d'une première liste rouge européenne (ECCB 1995) nous montrent quelles sont les bryophytes et quels sont les habitats devenus rares et/ou menacés à l'échelle du continent.

Hallingbäck (1992b) a estimé que les pays nordiques ont une responsabilité internationale de préserver les types de biotopes, fréquents en Scandinavie, mais rares partout ailleurs en Europe, où l'on trouve le plus grand nombre d'espèces boréales et arctiques (des espèces qui pourraient souffrir du réchauffement climatique !). En ce qui concerne la protection des *habitats* au Luxembourg j'ai déjà évoqué la grande valeur des gorges et ravins en milieu gréseux (Petite-Suisse et région de Hollenfels, notamment), avec les microclimats particuliers que l'on y rencontre. Ces biotopes ont une valeur qui dépasse largement nos frontières (cf. Hodgetts 1997).

Il est vrai que la faible taille de notre pays ne nous confère qu'une responsabilité modeste au niveau de la protection paneuropéenne.

d) Qu'en est-il au Luxembourg ?

A ce jour aucun programme de conservation systématique des cryptogames n'a été envisagé au Luxembourg. D'un autre côté cependant de nombreux dossiers de classements de « zones réservées » (réserves naturelles) ou de « réserves forestières » ont comporté un volet bryologique et dans l'un ou l'autre cas des efforts de conservation ont été esquissés. Des périmètres de protection ont même été élargis, pour tenir compte de bryophytes menacées ! Ces efforts manquent (hélas!) de suivi. C'est ainsi qu'on peut expliquer la destruction de murs de vignobles portant des colonies du rare *Tortula inermis* (fig. 12) dont l'existence avait pourtant été signalée aux autorités (Werner & Caspari 2002)!

Quelques initiatives nouvelles ont démarré au Luxembourg : Désignation de forêts à garder proches de l'état naturel (« Naturwaldzellen »), classement définitif comme réserves naturelles ou forestières de plusieurs sites comportant des « hot spots » bryologiques. Mais il reste encore beaucoup à faire, si l'on veut sauver et protéger un nombre significatif d'espèces de la présente Liste rouge! Etant donné l'impact des bryophytes remarquables dans la Petite-Suisse (mais aussi dans certaines régions de l'Ardenne et de l'est calcaire) il importera de mettre à l'étude :

- Quelles sont les espèces qui exigent des programmes de conservation spéciaux. La

Tab. 11: Habitats importants pour la conservation (bryophytes rares et/ou menacées) - *Important habitats for conservation (rare and/or threatened bryophytes)*

TYPE D'HABITAT – HABITAT TYPE	REGION
Sites proches de l'état naturel – Near climax sites	
<ul style="list-style-type: none"> • Vallées boisées et gorges, proches de l'état naturel, avec rochers, pierriers, ruisseaux, riches en épiphytes et épixyles / <i>Forested near climax valleys and ravines, with rock, scree, brooks, rich in epiphytes and epixyles</i> • Rochers de grès ou quartzo-schisteux et pelouses siliceuses exposés / <i>exposed, sandstone or quartzitic slate- rock and siliceous grassland</i> • Sources tufigènes et marais de source calcaires / springs (tuf creating) and calcareous spring mires • Marécages acides et restes de tourbières / <i>Bog remains and acid mires</i> – « Mardelles », mares forestières / <i>small forest mires and pools</i> • Marécages alcalins / <i>Calcareous mires (rich fens)</i> 	<p>OESLING : Vallées de l'Our supérieure (1), tributaires de la Sûre (schiste / <i>slate-rock</i>).</p> <p>GUTLAND : Petite-Suisse (2), ville de Luxembourg, env. De Hollenfels (grès / <i>sandstone rock</i>) – Vallées de la Moselle, Basse-Sûre, Syre (dolomie / <i>dolomitic rock</i>) (3)</p> <p>OESLING : « Layen », vallées de l'Our, Sûre, Wark .. (schiste et quartzites/ <i>slate-rock and quartzites</i>). (4)</p> <p>GUTLAND : Petite-Suisse (Berdorf, Nommern)</p> <p>GUTLAND: Petite-Suisse et autres régions de grès (vallées de la Mamer et de l'Eisch)</p> <p>OESLING : N et NW (de Troine à Weiswampach) (5)</p> <p>GUTLAND : Petite-Suisse, (Marscherwald, env. de Beaufort), Walferdange, Clémency, Finsterthal, Colmar-Berg, Herborn, Junglinster, forêt de Bettembourg</p> <p>OESLING : environs de Martelange</p> <p>GUTLAND: détruits pour la plupart! / <i>mostly destroyed !</i></p>
Sites semi-naturels à artificiels – Half natural to artificial sites	
<ul style="list-style-type: none"> • Vase exondée (berges, lacs de barrages, étangs) / <i>exposed mud (riversides, reservoirs, ponds)</i> • Pelouses calcaires – éteules calcareuses / <i>calcareous grassland – calcareous stubble fields</i> • Anciennes carrières, sablières, mines à ciel ouvert, crassiers / <i>former quarries, sandpits and open air mining sites, slag heaps</i> • Vieux murs, châteaux en ruines / <i>Old walls, ruined castles</i> 	<p>OESLING : Our, Sûre, barrage d'Esch-sur-Sûre, Hoffelt</p> <p>GUTLAND: étangs mis à sec / <i>dried ponds -- rives de l'Alzette renaturée / renatured riversides of Alzette</i></p> <p>GUTLAND: région du « Keuper » (Junglinster, Walferdange, Oberanven..) (6), Moselle, Sûre inférieure</p> <p>OESLING : Martelange, Perlé, Goesdorf, Stolzembourg ..</p> <p>GUTLAND : Bassin Minier (Esch-sur-Alzette, Differdange etc.), Steinfort, N „Préizerdaul“</p> <p>OESLING : châteaux-forts - <i>ruined castles</i> (Bourscheid, Brandenburg etc.</p> <p>GUTLAND : Vallée de la Moselle, vignobles / <i>Moselle valley, vineyards</i> (7) – villages et vieux faubourgs de Luxembourg / <i>villages and old suburbs of Luxembourg</i></p>

(1) Voir / see Fig. 15

(2) Voir / see Fig. 9 et Hans (1998)

(3) Voir / see Fig. 13 et Werner & Caspari (2002)

(4) Voir / see Werner (1996a: 20).

(5) Voir / see Fig. 14

(6) Voir / see Werner (1992a)

(7) Voir / see Fig. 12

présente liste rouge permettra d'engager ce débat !

- Quels sont les habitats les plus dignes de protection ? Le tableau 11 permet doré et déjà d'esquisser les types de milieux où la couche bryophytique est particulièrement intéressante et/ou menacée; le tableau 10, d'autre part, facilitera l'approche territoriale à partir des principaux « hot spots » bryologiques sélectionnés sur une base scientifique objective.

2. La législation sous l'empire de la Directive « Habitats »

La Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992, destinée à assurer la conservation des habitats naturels (Directive « Habitats ») a contraint le législateur luxembourgeois à remanier profondément sa législation en matière de protection de la nature (Loi modifiée du 11 août 1982 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles, en cours d'actualisation). Les bryophytes sont concernées à plusieurs niveaux par le droit européen, directement ou indirectement. Raeymaekers (1995) fournit un exposé succinct, mais complet à ce sujet.

a) Espèces intégralement protégées

L'annexe 2 de la Directive « Habitats » est sans doute critiquable, parce que largement incomplète d'un point de vue scientifique, du moins au niveau des bryophytes. Néanmoins deux espèces de mousses luxembourgeoises y figurent : *Dicranum viride* et *Hamatocaulis vernicosus* (*Drepanocladus vernicosus* auct.), cette dernière étant certainement éteinte (v. supra). Il incombera au Luxembourg de prendre des mesures de protection spéciales pour ces espèces et pour leurs habitats et d'en tenir la Commission informée.

La question se pose si nos autorités sont obligées de tenir compte de *Hamatocaulis vernicosus*, en protégeant le site (Finsterthal), malgré la disparition certaine de l'espèce protégée. Quant à *Dicranum viride*, bien que ce soit une espèce encore assez abondante et pas vraiment menacée au niveau national (« nt »), il est heureux qu'elle figure sur l'annexe de la Directive, puisqu'elle caractérise généralement des forêts importantes, proches de l'état naturel et/ou à longue continuité historique, comme il a été exposé plus haut. *Dicranum viride* est une « espèce déterminante » idéale à ce sujet !



Fig. 13: *Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb., site menacé de Moersdorf / Daiwelskopp - Threatened site of Moersdorf / Daiwelskopp . Photo C. Bintz vers / around 1995.

b) Espèces partiellement protégées

Plusieurs mousses sont nommées à l'annexe 5 de la Directive: Elles seront partiellement protégées, notamment contre la cueillette et la destruction physique.

Il s'agit de (tableau 1):

- *Leucobryum glaucum*: Ses coussins bombés denses sont abondants dans les forêts acides et fraîches (Petite-Suisse notamment) et y jouent un rôle écologique important, grâce à leur biomasse et à leur capacité exceptionnelle de rétention d'eau. C'est l'une des mousses les plus fréquemment prélevées en horticulture et pour la décoration de crèches. Curieusement une autre espèce du même genre, *Leucobryum juniperoideum* - nettement plus rare et possédant une écologie plus étroite - n'a pas été digne de figurer à l'annexe. L'auteur a signalé cette anomalie aux autorités. Une autre curiosité législative, c'est une traduction erronée en allemand: *Leucobryum* n'est PAS de la famille des « Leuchtmoose » (*Schistostegaceae*), cette dernière étant par ailleurs effectivement menacée – mais non protégée ! - dans notre pays ! Le Gouvernement a amendé le texte au moins en ce qui concerne l'« appartenance familiale » de *Leucobryum glaucum* !
- *Sphagnum* sp. (Fig. 14): Comme dans la réglementation nationale antérieure, l'ensemble du genre *Sphagnum* (sphaignes, « Torfmoose ») est protégé. Il s'agit actuellement chez nous de 19 espèces, dont quelques-unes ne sont toutefois pas menacées au niveau national (tableau 5).

Même si cette partie de la nouvelle réglementation européenne transposée est loin d'être parfaite, il faut reconnaître qu'avec ces deux ensembles on a fait un bon choix, en ce sens que ce sera facile pour toutes les personnes chargées de l'application réelle de cette législation d'apprendre à reconnaître une sphaigne ou un *Leucobryum* !

Il faut préciser encore que le Gouvernement dispose de bases législatives suffisantes pour étendre les mesures de protection à d'autres espèces - sous un aspect national ou compte tenu de la rareté d'une espèce luxembourgeoise dans l'ensemble du continent - et qu'il serait désastreux d'attendre jusqu'à ce que les taxons à protéger aient fini par disparaître...

c) Habitats à protéger

En dehors des habitats des bryophytes de l'annexe 2 les autorités luxembourgeoises ont dû ou devront déclarer « zone Habitats 2000 » de nombreux milieux naturels comportant e.a. des bryophytes rares ou menacées. On peut citer pour le Luxembourg :

- les milieux rocheux siliceux ou calcaires (grès de Luxembourg- Petite-Suisse, région de Hollenfels, e.a. -, schistes dévoniens, dolomies du Muschelkalk !)
- plusieurs types de forêt feuillues, notamment celles qui abritent les gorges et ravins boisés de la Petite-Suisse. Ces biotopes pourtant très spéciaux ne sont pas nommés expressément dans la Directive, ce qui est dommage, mais la plupart des sites sont à protéger pour d'autres raisons. Le récent " *Status Survey and Conservation Plan for Bryophytes*" (IUCN 2000) nomme expressément les ravins à humidité constante parmi les habitats-clef des régions tempérées. Ce même rapport exige une activité forestière minimale dans les forêts anciennes, dont il existe quelques-unes dans la Petite-Suisse!
- les sources calcaires à formation de tuf : Elles sont encore nombreuses, mais en partie négligées ou carrément détruites par les travaux routiers ou forestiers !
- les buxaias (Ahn, Pällemberg !)
- les pelouses calcaires (Aarnëscht, Sonnebiert, Geyeschknapp etc..)
- les tourbières (l'ensemble Conzefenn-Eppchesbësch [Fig. 14], près de Wilwerdange, s'impose en toute priorité!)

Il faut espérer que ces sites soient effectivement protégés dans toute leur biodiversité et dans l'optique d'une dynamique végétale à long terme, comme l'ont suggéré Signoret & Diederich (2000) à propos des sites de lichens de la région de Montenach (Lorraine).

Pour plusieurs de ces zones une attention spéciale à la bryoflore la mise en œuvre d'études ciblées (avec monitoring) sera indispensable: Je songe aux pelouses calcaires et siliceuses et à certains milieux rocheux.



Fig.14: Marécage à Sphaignes en hiver (Conzefenn - Eppchesbësch) - *Mire with Sphagna, in winter*. Photo J.-M. Schmit 2002.

d) Nouveau régime d'aide - Sauvegarde de la diversité biologique

Parmi les mesures de transposition directes ou indirectes de la Directive Habitats il y a lieu de signaler le règlement grand-ducal du 4.4.2002, qui prévoit des *aides pécuniaires pour la conservation et la restauration de certaines biocénoses*, ou visant des espèces animales ou végétales particulièrement menacées. Dans la liste de référence les bryophytes désignées sont celles qui sont signalées dans la première liste rouge (Werner 1987b). Il est particulièrement heureux – du point de vue des bryophytes - que les milieux suivants soient retenus dans le cadre de ce régime d'aide: Les pelouses sèches, les marécages et tourbières, les abords des cours d'eau, les vieux arbres en milieu forestier (*Dicranum viride*!), les arbres morts en forêt, les mares forestières, les sources avec formation de tuf, les éperons rocheux, falaises, éboulis, grottes et les carrières abandonnées.

3. Perspectives

Raeymakers (1995) évoque une image forte: Celle d'un *triangle de la conservation*, comportant trois séries d'acteurs:

- La catégorie des décideurs (parlement, gouvernement, hauts fonctionnaires..)

- La catégorie des « acteurs » proprement dits, c. à d. celle des personnes chargées de la protection effective sur le terrain (au Luxembourg ce sera principalement l'Administration des Eaux - et - Forêts, service Conservation de la Nature)
- Les communautés scientifiques

Ces trois séries d'acteurs devraient collaborer intimement et efficacement, afin que la protection de l'environnement ait une chance de ne pas devenir une farce habilement mise en scène.

En ce qui concerne la *composante scientifique* il reste encore beaucoup de travail à accomplir en Europe, afin de mieux connaître les niches (réelles et optimales !) de nombreuses bryophytes spécialisées, l'étroitesse de leur habitat, la réponse possible à toute modification de ce dernier (Birks 1998). On n'a donc plus le droit de travailler au « pifomètre ». Il est vrai que la prudence scientifique doit suggérer aussi, en l'absence de données complètes, une attitude circonspecte en matière de conservation, selon le principe « *in dubio, pro conservazione* ». (cf. « *in dubio pro reo* » = le doute doit profiter à l'accusé).

*

Le « Status survey » de l'IUCN (2000) distingue cinq étapes sur le chemin de la conservation efficace :



Fig. 15: Talus moussu plutôt acide, schisteux et semi-ombragé près de Kalbermillen (vallée de l'Our) - *Rather acid mossy slope, with slate-rock, half-shaded, near Kalbermillen (Our valley)*. Photo J.- M. Schmit 2000.

1. Connaître la distribution réelle des taxons rares ou en déclin
2. Évaluer les populations et le risque d'extinction
3. Proposer des programmes de conservation
4. Exécuter ces programmes
5. Évaluer l'efficacité de ces programmes.

Au niveau de la bryoflore le Luxembourg n'est pas mal placé pour les deux premières étapes. L'étape suivante a été entamée dans la présente liste rouge. Il ne manque donc plus que la *volonté politique* d'aller plus loin.

Même si, comme on l'a vu, les perspectives ne sont pas mauvaises pour les épiphytes (pollution atmosphérique en partie maîtrisée), ni même en ce qui concerne une pollution grave des rivières (à la différence de la Pologne du fait des industries textiles; Kosiba & Sarosiek 1995) il reste qu'on peut être réservé pour l'avenir, alors qu'on envisage au Luxembourg une expansion économique continue telle que la population dépasserait les 700.000 habitants ! Bien que ces perspectives à long terme restent quand même un peu spéculatives, voire naïves, elles se sont traduites au niveau de cette liste rouge par un nombre élevé d'espèces rentrant dans la catégorie « nt » (« near threatened »).

Le principal problème de ce pays, en effet – les associations pour la défense de l'environnement ne cessent de le répéter, mais on ne veut pas les

entendre en haut lieu – c'est la « consommation » d'espace dans un petit pays au niveau de vie élevé: Les plans d'aménagements et les lotissements rongent sur l'espace vierge ou agricole, les autoroutes découpent et fragmentent les plus belles forêts etc.. L'eutrophisation des sols, par ailleurs, est devenue le fléau d'une agriculture productiviste ; elle continue de menacer les cours d'eau. Il se développe partout un désir immodéré d'intervenir, de drainer, de nettoyer (murs !), de faire de la nature un parc de récréation, encadrant les terrains de golf, les installations sportives ou industrielles. La renaturation des rivières, en revanche, est contestée, alors qu'elle semble l'une des rares initiatives positives et réfléchies entreprises dans la nature luxembourgeoise.

Terminons quand même sur une note plus optimiste, en rappelant que « le pire n'est jamais sûr ». Et gageons aussi que de nombreux organismes vivants trouveront, avec notre aide intelligente, des habitats de substitution sûrs !

Littérature

Ahrens M. 1992.– Die Moosvegetation des nördlichen Bodenseegebietes. Dissertationes botanicae 190. J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 681 p.

Arts, T. , 1994.- *Sematophyllum demissum* (Wils.) Mitt. (Musci, Sematophyllaceae) nieuw voor het Groothertogdom Luxemburg. Dumortiera 55-57: 40-42.

Bardat P. 1997. – La flore bryologique de la Forêt de Rambouillet (France, Région Ile-de-France, Département des Yvelines). Cryptogamie, Bryologie-Lichéologie 18 : 87-120.

Bardat J. & Boudier P. 2000. – Les bryocénoses du chaos gréseux du Moulin-des-Roches (commune de Senlis, Yvelines, Ile-de-France. Cryptogamie, Bryologie 21: 187-222.

Birks H.J.B. 1998. – Quantifying bryophyte-environment relationships. In: J.W. Bates (ed.), *Bryology for the Twenty-first Century*, Mancy Publishing and the British Bryological Society, pp. 305-317.

Bisang I. & Hedenäs L. 2000.– How do we select bryophyte species for conservation, and how should we conserve them? *Lindbergia* 25: 26-77.

Blockeel T.L. & Long D.G. 1998. – A Check-List and Census Catalogue of British and Irish Bryophytes. British Bryological Society, Cardiff, 208 p.

Blom H.H. 1996. – A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden. *Bryophytorum Bibliotheca*, J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 333 p.

Casas C., Cros R.M. & Brugués M., 1992. – Endangered bryophytes of the Iberian Peninsula: Los Monegros. *Biological Conservation* 59: 221-222.

Caspari S. 2001. – Moose in Deutschland – zwischen Schutzwürdigkeit, Kenntnisstand und Schutzzollzug. *Pulsatilla* 4: 62-75.

Caspari S., Schneider C., Schneider T., Hans F., Lauer H., Mues R. & Sauer E. 1998. – Rote Liste der Moose des Saarlandes. In: Bestand, und Gefährdung der Libellen, Tagfalter, Moose und Armleuchteralgen des Saarlandes. Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 7: 61-102.

Corley M.F.V., Crundwell A.C., Düll R. , Hill O. & Smith A.J.E. 1981. – Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal of Bryology* 11: 609-689.

Corley M.F.V. & Crundwell A.C. 1991. – Additions and amendments to the mosses of Europe and the Azores. *Journal of Bryology* 16: 337-356.

Crundwell A.C. & Smith A.J.E. 2000. – *Heterocladium wulfsbergii* I.Hagen in the British Isles. *Journal of Bryology* 22 (1): 43-47.

De Zuttere, P., 1992.– Les *Orthotrichaceae* (Musci) de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg. - *Nowellia bryologica* 2: 1-32.

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 Luxembourg*, 5, 153 p. & 42 cartes.

Drehwald U. & Preising E. 1991. – Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens, Moosgesellschaften. *Naturschutz und Landespflege in Niedersachsen* 20: 3-204.

During H.J. 1979. – Life cycle strategies in bryophytes; a preliminary review. *Lindbergia* 5: 2-18.

During H.J. 1992. – Ecological classification of bryophytes and lichens. In: *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*, ed. J.W. Bates & A.M. Farmer, pp. 1-31, Oxford: Clarendon Press.

European Committee for the Conservation of Bryophytes (ECCB) 1995. – *Red Data Book of European Bryophytes*. Trondheim, 291p.

Frahm J.P., 1998. – Moose als Bioindikatoren. *Quelle & Meyer, Wiesbaden*, 187 p.

Frahm, J.P. 1999. – Neue Moosfunde von der Unter mosel. *Bryologische Rundbriefe* 24: 6.

Frahm, J.P. 2000.– Quantitative Änderungen in der Xerotherm-Moosflora. *Bryologische Rundbriefe* 31: 4.

Frahm, J.P. 2002. – Aktionsplan zur Rettung gefährdeter Moose. *Bryologische Rundbriefe* 57: 3.

Frahm J.P. & Klaus D. 2001. – Bryophytes as indicators of recent climate fluctuations in Central Europe. *Lindbergia* 26: 97-104.

Frahm J.P. & Solga A. 1999. – Der Einfluss von Stickstoffemissionen auf Moose und Flechten. *Bryologische Rundbriefe* 28: 1-2.

Geissler P., Tan B. & Hallingbäck T. 1997. – Additions to the World Red List of Bryophytes. *The Bryological Times* 93: 1-7.

Greven H. 1992. – Changes in the moss flora of the Netherlands. *Biological Conservation* 59: 133-137.

Grime J.P., Rincón E.R. & Wickerson B.E., 1990. – Bryophytes and plant strategy theory. *Botanical Journal of the Linnean Society* 104: 175-186.

Grims, F. 1986. – Rote Liste gefährdeter Laubmoose (Musci) Österreichs. In: *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*, ed. H. Niklfeld, Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz 5: 138-151.

Grims, F. 2002. – Veränderungen der Epiphytenflora in Österreich. *Bryologische Rundbriefe* 53: 4.

- Grolle R. & Long G.L. 2000. – An annotated checklist of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 22: 103-140.
- Hallingbäck. T., 1992a. – The effect of air pollution on mosses in Southern Sweden. *Biological Conservation* 59: 163-170.
- Hallingbäck T. 1992b. – Sveriges boreala mossflora I ett internationellt perspektiv. *Svensk Botanik Tidskr.* 86: 177-184.
- Hallingbäck T. 1995. – The practice of bryophyte conservation. *Cryptogama Helvetica*. 18: 119-129.
- Hallingbäck T. 1998. – The new IUCN threat categories tested on Swedish bryophytes. *Lindbergia* 23: 13-27.
- Hallingbäck T., Hodgetts N., Raeymaekers G., Schumacker R., Sérgio C., Stewart, N. & Vaña J. 1998. – Guidelines for application of the revised IUCN threat categories to bryophytes. *Lindbergia* 23: 6-12.
- Hallingbäck T., Hodgetts N., Raeymaekers G., Schumacker R., Sérgio C., Söderström L., Stewart N. & Vaña J. 2000. – Guidelines for application of the 1994 IUCN Red List Categories of Threats to Bryophytes. In: IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group, 2000. – Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. Mosses, Liverworts and Hornworts, compiled by Hallingbäck, T & Hodgetts N. IUCN, World conservation union, Cambridge, 106 p. (71-76).
- Hans F. 1998. – Die Moosflora der Kleinen Luxemburger Schweiz (Müllerthal) – Eine systematische Rasterkartierung als Basis für den Mooschutz. *Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle Luxembourg* 28, 177 p.
- Hébrard, J.P. 2002. – Contribution à l'actualisation des connaissances sur la bryoflore (sphaignes exclues) de la partie siliceuse du massif de l'Aigoual (France). *Cryptogamie, Bryologie* 23: 225-247.
- Hill M.O., Preston C.D. & Smith A.J.E. 1992. – Atlas of the Bryophytes of Britain and Ireland. Volume 2. Mosses (Diplolepidae). Harley Books, Colchester, Essex, 399 p.
- Hodgetts N.G. 1993. – The Conservation of Lower Plants in Britain and Ireland. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 16 p.
- Hodgetts N.G. 1995. – Bryophyte Site Register for Europe including Macaronesia. In: ECCB (European Committee for Conservation of Bryophytes). Red Data Book of European and Macaronesian Bryophytes, Trondheim 291 p. , part 3 (197-291).
- Hodgetts N.G. 1996 – The Conservation of Lower Plants in Woodland, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 32 p.
- Hodgetts N.G. 1997. – A national and international context for the cryptogams in the Weald with reference to current and future conservation initiatives for UK cryptogams. In: Conservation of Cryptogams in the Weald, A. Jackson & M. Flanagan, (editors), Royal Botanical Gardens Kew, pp 1-18.
- Hodgetts N.G. 2000. – Bryophyte conservation and the British National Biodiversity Network: Using data for conservation. *Lindbergia* 25: 140-143.
- Hodgetts N. & Stark G. 1995. – A bryophyte site register for Britain. *Cryptogamica Helvetica* 18: 135-144.
- Hugonnot V. & Bardat J. 2001. – Données sur l'écologie de quatre bryophytes rares dans le Massif Central. *Journal de la Société Botanique de France* 14: 37-40.
- Hugonnot V. & Bardat J. 2002. – Aperçu de la flore et de la végétation bryophytiques du site des Narces d'Issanlas (Ardèche-France), témoin exceptionnel d'une zone humide de moyenne montagne. *Cryptogamie, Bryologie* 23: 51-72.
- IUCN 1994. – IUCN Red List Categories. IUCN, World Conservation Union, Special Survival Commission, Gland (CH), 21p.
- IUCN 2000. – Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. Mosses, Liverworts and Hornworts, Species Survival Commission, Bryophyte Specialist Group, compiled by Hallingbäck, T & Hodgetts N., IUCN, World Conservation Union, Cambridge, 106 p.
- IUCN 2001. – IUCN Red List Categories and Criteria. IUCN, World Conservation Union, Special Survival Commission Gland (CH) and Cambridge (UK), ii +30 p.
- Jackson A. & Rich T.C.G. 1997. – Lower plant communities in the Wealden sandrocks at Wakehurst and Chiddinglye Woods SSSI, SE England. In: Conservation of Cryptogams in the Weald, A. Jackson & M. Flanagan, (editors), Royal Botanical gardens Kew, pp.27-31.
- Joint Nature Conservation Committee 2001. – British Red Data Books. Mosses and Liverworts. Compiled and edited by J.M. Church, N.G. Hodgetts C.D. Preston and N.F. Stewart. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee, 168 p.
- Jones E.W. 1991. – The changing bryophyte flora of Oxfordshire. *Journal of Bryology* 16: 513-550.
- Koltz J.-P.-J. 1880. – Class II. Muscineae (familles V Musci et VI Sphagnaceae). In: Koltz, J.-P.-J., *Prodrome de la flore du Grand-Duché de Luxembourg*. Seconde partie: plantes cryptogames ou acotylédonées. Subdivision II. Plantes cellulaires. Recueil, Mémoires & Travaux de la Société Botanique du Grand -Duché de Luxembourg, 4-5 (1877-1878): 213-426.
- Koperski M. 1991. – Rote Liste der gefährdeten Moose in Niedersachsen und Bremen. 1. Fassung

- vom 30.9.1991. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 5/91: 93-118.
- Kosiba, P. & Sarosiek J. 1995. – Disappearance of aquatic bryophytes resulting from water pollution by textile industry. *Cryptogama helvetica*. 18: 85-93.
- Lecoq A. 1978 – Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande. 1.- Les cortèges cosmopolite et méditerranéen s.l. Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie 107: 61-70.
- Longton R.E. & Hedderston T.A. 2000. – What are rare species and why conserve them? *Lindbergia* 25: 53-61.
- Longton R.E. & Schuster R.M. 1983. – Reproductive biology. In: New manual of Bryology, Schuster R.M. (ed.), The Hattori Botanical Laboratory, Nicinan, Japan, pp. 386-462.
- Ludwig, G. Düll, R., Philippi G., Ahrens M., Caspari S., Koperski M., Lütt S., Schultz F. & Schwab G., 1996. – Rote Liste der Moose (*Anthocerophyta* et *Bryophyta*) Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 189-306.
- Maier, E. 2002. – *Grimmia dissimulata* E. Maier sp. nova et the taxonomic position of *Grimmia trichophylla* var. *meridionalis* Müll. Hal. (Musc., Grimmiaceae). *Candollea* 56: 281- 300.
- Meinunger, L. 1995. – Rote Liste der Moose des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. 18:50-60.
- Meinunger, L. & Schröder W. 2002. – Rote Liste der Moose (Bryophyta) Thüringens. 3. Fassung, Stand: 12/2000. Naturschutzreport 18: 297-309.
- Moen A. 1995. – Regional variation and conservation of mire communities. *Gunneria* 70: 159-176. Paton J.A. 1999. – The Liverwort Flora of the British Isles. Harley Books, 626 p. (pp. 352 & 353).
- Piippo S. & Urbanski M. 1998. – The organisation of bryophyte conservation in Finland and current projects. *Lindbergia* 23: 45-49.
- Raeymaekers G. 1995. – Policy aspects of bryophyte conservation in the European Union. *Cryptogama helvetica* 18: 181-189.
- Rose F. & Porley R.D. 2001. – The characterization and status of the southern hepatic mat, *Scapanietum asperae* Rose & Porley, on the English Chalk. *Journal of Bryology* 23: 195-204.
- Saukel J. 1986. – Rote Liste gefährdeter Lebermoose (Hepaticae) Österreichs. In: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs, ed. H. Niklfeld, Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz 5: 152-159.
- Schmidt C. & Solga A. 2002. – *Lophocolea fragrans* (Moris & de Not.) Gottsche et al. new to Germany. *Lindbergia* 27: 71-72.
- Schnittler M., Ludwig G. 1996. – Zur Methodik der Erstellung Roter Listen. In: Bundesamt für Naturschutz (Herausg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde, Bonn-Bad Godesberg 28: 709-739.
- Schumacker R. 1992. – Endangered bryophytes in Europe: A critical approach. *Lejeunia* 139: 1-20.
- Schumacker R. 2001. – The hepatic flora of the Azores: Brief historical outline, present knowledge, endemics and phytogeographical aspects. *Belgian Journal of Botany* 134: 51-63.
- Schumacker R. & Martiny 1995. – Threatened bryophytes in Europe including Macaronesia. In: ECCB (European Committee for Conservation of Bryophytes). Red Data Book of European and Macaronesian Bryophytes. Trondheim, 291 p, part 2 (pp. 31-193).
- 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, Wastiaux C. & Hindryckx M.-N. 1995. – L'avenir des tourbières hautes à sphaignes en Europe tempérée, à l'exemple des Hautes-Fagnes belges. In : Colloques Phytosociologiques, Camerino 274-284.
- Sérgio C., Casas C., Brugués M. & Cros R.M. 1994. – Lista vermelha dos Briófitos da Península Ibérica. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa, 45 p.
- Sérgio C., Brugués M. & Cros R.M. 1995. – Threatened bryophytes in the Iberian Peninsula – Some results and comments. *Cryptogama helvetica* 18: 51-56.
- Sérgio C., Jansen J. & Seneca A. 1998. – *Bruchia vogesica* Schwaegr. (Music, Dicranales) in Portugal. New remarks on morphology, ecology, distribution and conservation. *Lindbergia* 23: 55-61.
- Siebel N., Aptroot A., Dirkse G.M., van Dobben H.F., van Melick H.M.H & Touw A. 1992. – Rode Lijst van in Nederland verdwenen en bedreigde mossen en korstmossen. *Gorteria* 18: 1-20.
- Signoret J. & Diederich P. 2000. – Intérêt de la biodiversité des champignons lichénisés et lichénicoles pour la gestion conservatoire d'une réserve naturelle: La R.N. de Montenach (France, Lorraine). *Lejeunia* N.S. 163 : 1-11.
- Söderström L. 1995. – Bryophyte Conservation – Input from population ecology and metapopulation dynamics. *Cryptogama helvetica* 18: 17-24.
- Söderström L. 1998. – Modelling the dynamics of bryophyte populations. In: J.W. Bates (ed.) *Bryology for the Twenty-first Century*, Mancy Publishing and the British Bryological Society, 321-330.

- Söderström L., Hallingbäck T., Hodgetts N., Raeymaekers G., Schumacker R., Sérgio C., Stewart N. & Vaňa J. 1998. – State of knowledge of the bryoflora of Europe as illustrated by the hepatic flora. *Lindbergia* 23: 28-32.
- Sotiaux A., Sotiaux O. 1999 – *Ulota rehmannii* (Orthotrichaceae, Musci) nouveau pour la bryoflore belge dans le massif ardennais. *Belgian Journal of Botany* 132: 153-157.
- Sotiaux A., Sotiaux O. & Werner J. 1986. – Bryophytes rares ou nouvelles pour la flore du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 86: 85-90.
- Sotiaux A. & Vanderpoorten A. – 2001a. – Atlas bryologique du Brabant wallon (Belgique). *Lejeunia N.S.* 167: 1-77.
- Sotiaux A. & Vanderpoorten A. – 2002 (“2001”). – Check-list of the bryophytes of Belgium. *Belgian Journal of Botany* 134: 97-120.
- Tan B., Geissler P. (†), Hallingbäck T. & Söderström L. 2000. – The 2000 IUCN World Red List of Bryophytes. In: IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. Mosses, Liverworts and Hornworts, compiled by Hallingbäck T. & Hodgetts N., IUCN, World Conservation Union, Cambridge, 106 p. (77-90)
- Urmi E. 1992a. – Verbreitungsdaten als Grundlage für Artenschutz bei Moosen. *Biological Conservation* 59: 185-190.
- Urmi E. 1992b. – Liste rouge. Les bryophytes menacés ou rares de la Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, VII & 59 p.
- Urmi E. & Schnyder 2000. – Bias in taxon frequency estimates with special reference to rare bryophytes in Switzerland. *Lindbergia* 25: 89-100.
- Vanderpoorten A., Sotiaux A. & Sotiaux O. 2001. – Integrating bryophytes into a forest management plan: Lessons from grid-mapping in the Forest of Soignes (Belgium). *Cryptogamie, Bryologie* 22: 217-230.
- Van Rompu W. & Stieperaere H. 2002. – Fate of sporophytes in a Belgian population of *Buxbaumia aphylla*. *Journal of Bryology* 24: 83-84.
- Van Tooren B.F., Odé B., During H.J. & Bobbink R. 1990. – Regeneration of species richness in the bryophyte layer of Dutch chalk grasslands. *Lindbergia* 16: 153-160.
- Weibull H. & Söderström L. 1995. – Red Data Listed hepatics of Scandinavia in a regional and world-wide perspective – A preliminary study. *Cryptogama helvetica* 18: 57-66.
- Werner J. 1982. – Distribution et Ecologie de *Tortula inermis* (Brid.) Mont. et de *Didymodon cordatus* Jur. au Grand-Duché de Luxembourg. *Dumortiera* 24: 15-22.
- Werner J. 1987a. – *Didymodon glaucus* Ryan (Musci) dans la Petite Suisse Luxembourgeoise. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 87: 61-68.
- Werner J. 1987b. – Liste rouge des bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg. *Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle Luxembourg* 11:1-43.
- Werner J. 1992a. – Moosflora und -vegetation der Mesobrometen über Steinmergelkeuper im Luxemburger und im Bitburger Gutland. *Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle Luxembourg* 18: 1-85.
- Werner J. 1992b. – Die Moosflora des Buntsandsteingebietes nördlich von Trier (Rheinland-Pfalz). *Herzogia* 9: 115-139.
- Werner J. 1993a. – Check-list of the bryophytes of Luxembourg. *Journal of Bryology*, 17: 489-490.
- Werner J. 1993b. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg. 9e série: 1992. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 94: 103-110.
- Werner J. 1994. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg. 10e série: 1993. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 95: 135-142.
- Werner J. 1995. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg. 11e série: 1994. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 96: 67-76.
- Werner J. 1996a. – Die Moosflora des Luxemburger Oeslings. *Travaux Scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle Luxembourg* 24: 85 p. + 4 tabl. + 410 c. h. t.
- Werner J. 1996b. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg, 12e série: 1995. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 97: 73-79.
- Werner J. 1997. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg, 13e série: 1996. 98: 61-68.
- Werner J. 1998a. – La bryoflore de la Petite-Suisse Luxembourgeoise, un bilan de synthèse. *Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg* 99: 3-27.
- Werner J. 1998b. – Bemerkenswerte Moosfunde aus der südlichen Eifel und aus dem unteren Moseltal. *Abhandlungen der Delattinia* 24: 265-274.
- Werner J. 1999. – Première mise à jour critique de la check-list des bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg. *Lejeunia N.S.* 161: 1-25.
- Werner J. 2000a. – Les bryophytes épilithiques au Luxembourg et dans la grande région. *Archives de l'Institut Grand-Ducal des Sciences Naturelles, Physiques et Mathématiques* 43: 101-140.

Werner J. 2000b. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg, 14e série: 1997-1998. Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg 100: 31-38.

Werner J. 2001a. – Aperçu sur les bryophytes (sub-) aquatiques des rivières luxembourgeoises. Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg 101: 3-18.

Werner J. 2001b. – Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg, 15e série: 1999-2000. Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg 102: 15-22.

Werner, J., 2001c. – Eine Teilkartierung in der südlichen Eifel (3. Beitrag zur Moosflora der Eifel). Abhandlungen der Delattinia 26: 267-280.

Werner J. 2001d. – A propos de *Heterocladium wulfsbergii* I. Hagen dans la Petite-Suisse luxembourgeoise. Dumortiera 78: 16-17.

Werner J. 2003. – *Aneura maxima* (Schiffn.) Steph. au Luxembourg et quelques autres bryophytes remarquables observées en 2001 (16e série). Bulletin de la Société des Naturalistes, Luxembourg 103: 25 - 30.

Werner J. & Caspari S. 2002. – *Scapania cuspiduligera* (Nees) Müll. Frib. (Hepaticae), *Platydictya jungermannioides* (Brid.) Crum et *Schistidium robustum* (Nees & Hornsch.) Blom (Musci) à Machtum-Kelsbaach (vallée de la Moselle), espèces nouvelles pour le G. - D. de Luxembourg. Dumortiera 79: 10-14.

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.

miste (L – Musée National d'Histoire Naturelle, biologie des populations) pour plusieurs entretiens sur les aspects théoriques et sur les critères IUCN. Je remercie aussi les bryologues et autres naturalistes à qui j'ai eu recours, depuis des années, pour le contrôle du matériel critique ou pour d'importants renseignements, notamment: † T. Arts (B – St. Job in t'Goor), P. De Zuttere (B – Vierves), K.I. Flatberg (N – Trondheim), Dr. J.-P. Frahm (D – Bonn), Dr. J.-Cl. Hébrard (F – Marseille), T. Mahévas (F – Nancy), L. Meinunger (D – Ludwigstadt), R. B. Pierrot (F – Dolus), P. Richard (F – Fénétrange, Conservatoire des sites lorrains), Dr. E. Sauer (D – Saarbrücken-Dudweiler), Dr. A. Schäfer-Verwimp (D – Herdwangen-Schönach), Dr. R. Schumacker (B – Liège), A. Sotiaux (B – Waterloo), Dr. J. Váňa (CZ – Prague). Je remercie le professeur émérite Dr. R. Düll (D – Bad Münstereifel) pour le don de l'herbier luxembourgeois de Neu, qui sera ultérieurement conservé à LUX, et dont les données ont été incorporées, pour l'essentiel, dans les banques de données de la bryoflore luxembourgeoise. Je suis reconnaissant, enfin, pour les remarques constructives d'un correcteur anonyme.

Mes collègues britanniques J.W. Bates (Londres) et J.G. Duckett (Londres) ont bien voulu corriger les textes en langue anglaise, notamment le long résumé. Je les en remercie de tout cœur.

Manuscrit achevé en septembre 2002

Remerciements

Je m'empresse de remercier en premier lieu mes collègues F. Hans (D – Sinz) et S. Caspari (D – St. Wendel), qui m'ont fourni beaucoup de données floristiques inédites et avec lesquels j'ai eu maintes discussions constructives. F. Hans, en particulier, m'a fait des suggestions précieuses en ce qui concerne l'évaluation des épiphytes. S. Caspari s'est tenu à ma disposition pour vérifier plusieurs déterminations importantes.

Je remercie pour plusieurs informations floristiques ponctuelles: U. Heseler (D – St. Ingbert) C. & T. Schneider (D – Merzig), C. Schmidt (D – Münster) et Dr. R. Mues (D – Saarbrücken). Je suis reconnaissant à G. Colling, botaniste phanéroga-

Long English Summary

This is a fundamental update of the first Luxembourg Red List of bryophytes (Werner 1987). It takes into account progress in floristic research, taxonomic changes, new research on bryophyte conservation in Europe, as well as natural (climate!) and man-made changes, which have been quite noticeable even during such a short period; some changes are for the better (air pollution has decreased). It is useful to work out a Red List even for a very small country, although the overall threat to some species in Europe as a whole should not be forgotten. Difficulties in correctly assessing threats arise from the peculiar life strategies of bryophytes (i.e. fugitive or ephemeral shuttle species). Insufficient data for the period prior to 1975 is only a small handicap in Luxembourg, since changes in the bryophyte flora have mostly been obvious enough just during the last fifteen years!

Some comment is given on recent work by the *European Committee for the Conservation of Bryophytes* (ECCB), on national and regional Red Lists and on the application of the IUCN (1994) criteria and rules to bryophytes. The latter are accepted with some slight accommodations, in order to prevent too a large number of taxa being red-listed, *uniquely* because Luxembourg is a small country. The category "cd" (conservation dependant) is dropped, according to the latest version of the rules (IUCN 2001). A category "EV" (Vanished, but probably not extinct) is introduced, but it is consolidated with "CR" (Critically Endangered) in statistical treatment. The border regions of France, Germany and Belgium are also considered to some extent, especially as diaspores may originate from there.

The updated check-list also contains 27 infraspecific taxa. Four new recently discovered species have been added (*Riccia subbifurca*, *Grimmia dissimulata*, *Orthotrichum patens*, *Ulota macrospora*); one species is deleted (*Schistidium confertum*).

A global discussion on the Red List focuses first on the fact that relatively more hepatics than mosses are threatened in Luxembourg, unlike in Britain. About one third of the bryophyte taxa had to enter the Red List (Extinct 1.4 %, Lost 2.9 %, Critically endangered 7.5 %, Endangered 8.8 %, Vulnerable 13.1 %), whereas 10.8 % appear to be Near Threatened and 53.8 % are at Lower Risk ("least concern"). The number of extinct species may be artificially low, because several rare species, now

extinct in many countries, were excluded from the check-list. Herbarium material from Luxembourg was lacking.

A comparison with the previous Red List of 1987 is hazardous, although some slight improvements seem to be visible; these are due largely to a better floristic coverage of the area and in some cases to a more optimistic assessment of environmental threats (principally air pollution!). However a significant number of the 'extinct' or 'lost' ("Vanished") species disappeared between 1987 and 2002, partly through physical destruction of sites. A comparison with other Red Lists in Europe shows the intermediate position of Luxembourg, where bryophytes seem to be more threatened than in Spain, but less so than in the industrialized German "Länder" and in Holland.

The species appearing under EX, EV and CR are listed and are discussed on in more detail. Eight out of 25 'lost' or 'extinct' species had already disappeared from the Petite-Suisse area. Many critically endangered species dwell on exposed mud or in mires. About one-third of these were found in the Oesling (Ardennes district).

As in other countries (Switzerland, Spain) the Red List is broken down along habitats and ecology. Nineteen habitat categories are distinguished, based mainly on specificities of the substratum and the microclimate. The highest percentage of red-listed species appears to be in bogs and mires, both acid and neutral-alkaline, as well as on drying mud and wet sands. Sandstone is floristically rich and the home to many threatened species, which are also often rare or absent in the neighbouring countries. Epiphytes are not particularly threatened now. Calcareous grassland and decaying wood are in an intermediate position. Some man-made habitats also host a significant number of Red-Listed bryophytes (e.g. old walls and castles, stubble fields!).

Hot spots have been looked for. Not only Red-Listed species were counted, but also rare species and species richness overall. Twenty-eight hot spots have been named on the basis of the 16-km² IFBL mapping squares and eight of these appear to be of outstanding value. These are concentrated mostly in the Petite-Suisse sandstone ravine area. A list of typical and valuable bryophyte sites is given, showing again the outstanding position of the sandstone ravines and other sites in the "Petite-Suisse" area, as well as of different kinds of mires.

Detailed comment is given on the assessment of 23 individual species, to illustrate the methodology and the application of IUCN rules in various and typical cases. The populations of the more perennial of these species are especially well known.

The European and the national legislations on bryophyte conservation are briefly sketched, as well as the conservation measures taken up to now in several European countries. These range from merely protecting the *status quo* of a near-climax environment to elaborate conservation plans aimed specifically at bryophytes, not forgetting bryophyte site registers, supplementary field research and the definition of determinative or patrimonially valuable species.

Some recommendations are made regarding future bryophyte conservation in Luxembourg. Hot spots should be viewed in an international context, particularly emphasising those localities with several species that are rare in Europe as a whole, and more so than in Luxembourg (*Aneura maxima*, *Didymodon glaucus*, *Dichodontium flavescens*, *Leptodontium gemmascens*). Most of the damage to bryophyte sites is to be expected and anticipated from current land management, construction work, agricultural use and habitat fragmentation. Air pollution no longer appears to be a major problem for bryophytes in Luxembourg and future major pollution of rivers does not seem probable under present management regimes.

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.

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 2001; Jones 2002), (Smith & Jones 2003, 2005), (Smith, Jones & Johnson 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.

Schwane 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.

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)

LISTE DES NUMÉROS PARUS À CETTE DATE:

Les volumes de la série "FERRANTIA" paraissent à intervalles non réguliers.

Envoyez votre commande aux adresses indiquées à la page 2 de la couverture.

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

- I Atlas provisoire des Insectes du Grand-Duché de Luxembourg. Lepidoptera, 1re partie (Rhopalocera, Hesperiiidae). Marc MEYER et Alphonse PELLÉS, 1981.
- II Nouvelles études paléontologiques et biostratigraphiques sur les Ammonites du Grand-Duché de 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 Hétéroptères du Grand-Duché de Luxembourg
1. *Psallus* (*Hyllopsallus*) *pseudoplatani* n. sp. (Miridae, Phylinae) et espèces apparentées. Léopold REICHLING, 1984.
2. 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). Armand HARY, 1987.
- XI Liste rouge des Bryophytes du Grand-Duché de Luxembourg. Jean WERNER, 1987.
- XII Relic stratified scree 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 DIEDE-RICH, 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. Authors: 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). 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. Authors: Claude MEISCH, Roland FUHRMANN, Karel WOUTERS, Gabriele BEYER and Trajan PETKOVSKI, 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 *Simoniceras* n. gen. du Lias Supérieur du Grand-Duché de Luxembourg (Calyptoptomati-da). 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. 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
- FERRANTIA (2002-)**
- 33 Die Fledermäuse Luxemburgs (Mammalia: Chiroptera). Christine HARBUSCH, Edmée ENGEL, Jacques B. 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

