

# Liste rouge des macrolichens de la Suisse

Autor(en): **Clerc, P. / Scheidegger, C. / Ammann, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Botanica Helvetica**

Band (Jahr): **102 (1992)**

Heft 1

PDF erstellt am: **18.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-70931>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Liste rouge des macrolichens de la Suisse

P. Clerc<sup>1</sup>, C. Scheidegger<sup>2</sup> et K. Ammann<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève, ch. de l'Impératrice 1, Case postale 60, CH-1292 Chambésy

<sup>2</sup> WSL, Zürcherstraße 111, CH-8903 Birmensdorf

<sup>3</sup> Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern

Manuscrit accepté le 24 Janvier 1992

### Abstract

Clerc, P. Scheidegger, C. and Ammann K. 1992. The Red data list of Swiss Macrolichens. Bot. Helv. 102:71–83.

A preliminary list of 152 threatened macrolichens in Switzerland (37% of the Swiss flora) is presented. 13 taxa (9% of the total amount of species comprised in the Red data list) are considered to be extinct, 35 (23%) strongly endangered, 25 (16%) endangered, 45 (30%) vulnerable and 34 (22%) rare. The following species: *Cetraria oakesiana*, *C. sepincola*, *Lobaria amplissima*, *L. scrobiculata*, *Nephroma bellum*, *Pannaria conoplea*, *Parmelia arnoldii*, *P. sinuosa*, *P. stuppea*, *Peltigera venosa*, *Ramalina obtusata*, *R. roesleri*, *R. thrausta*, *Sticta fuliginosa*, *S. sylvatica* et *Usnea longissima* are comprised in the Red data lists of Austria, Germany and the European Community. They are considered to be threatened in their entire distribution area in Europe. Therefore they and their habitats should be protected in priority. The possibilities of protecting them are briefly discussed.

*Key words:* lichens, Red data list, Switzerland

### Introduction

Depuis que l'homme est apparu sur la terre, et au fur et à mesure de sa marche «trionphale» devant le mener à coloniser, avec le succès que l'on sait, pratiquement chaque recoin du globe, son impact sur l'environnement n'a jamais cessé de croître. Pourtant, ce n'est que depuis le milieu du 19ème siècle (Jedicke 1990) et plus particulièrement ces dernières décennies, avec l'avènement du monde industriel, le développement des techniques modernes d'exploitation du sol et des forêts, la forte croissance de la population, liée à une urbanisation toujours plus envahissante, que l'action de l'homme sur la nature a pris une dimension critique, pour atteindre, dans certains cas, un point de non-retour, ceci aussi bien au niveau global que local: des biotopes entiers, des espèces végétales et animales disparaissent ou sont menacées de disparaître.

Dans le but d'attirer l'attention sur ce processus souvent irréversible et, pour permettre la mise sur pied de mesures de protection utiles et nécessaires, les espèces menacées de quelque manière que cela soit sont réunies dans ce que l'on appelle des listes rouges.

Depuis les premiers travaux effectués dans le cadre de l'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (Lukas & Walters 1976, Lukas & Synge 1978), de nombreuses listes rouges touchant les organismes les plus divers ont été publiées, principalement en Europe.

Ainsi, en Suisse, la liste rouge des plantes vasculaires (Landolt 1991) comprend 33% du nombre total des espèces de la flore de ce pays (catégories A, (Ex) et (R) non comprises).

Les Cryptogames (algues, bryophytes, champignons et lichens) n'échappent pas à ce phénomène inquiétant de recul. La récente liste rouge des bryophytes (mousses et hépatiques) de Suisse (Urmi et al. sous presse) inclut plus d'un tiers des espèces vivant sur le territoire suisse! Un certain nombre de publications, touchant les lichens dans différents pays d'Europe (Wirth 1976, 1984, Borodin et al. 1984, Pisut 1985, Cieslinski et al. 1986, Türk & Wittmann 1986, Vänskä 1987, Floravardskommitten for lavar 1987, Sérusiaux 1989), montrent que la situation de ces organismes, particulièrement sensibles aux modifications de leur environnement, n'est pas meilleure. En Suisse, de nombreux travaux mettant en évidence les dangers menaçant les lichens, ainsi que la raréfaction de certaines espèces on déjà été publiés (Frey 1958, 1960, Ruoss & Clerc 1985, Groner & Clerc 1988, Scheidegger et al. sous presse). Les raisons pour la protection et, par conséquent, la conservation de la diversité génétique des cryptogames ont déjà été discutées en détail ailleurs, notamment par Jansen & Lawrynowicz (1991).

Le but de cet article est de fournir à la communauté scientifique, ainsi qu'à toute personne intéressée par ces étonnants organismes que sont les lichens, une liste provisoire des macrolichens menacés vivant en Suisse. Une telle liste se révèle en effet plus que jamais nécessaire, notamment dans le cadre de la loi actuelle sur la protection de la nature et des études d'impact.

### *Menaces pesant sur la flore lichénique en Suisse*

Les lichens sont les organismes les plus menacés par la pression, chaque jour plus grande, effectuée par la civilisation moderne sur les biotopes terrestres et aquatiques. L'essence même du lichen, qui est le résultat d'une interaction et d'un équilibre physiologique complexes, entre une algue verte ou une cyanobactérie et un champignon (généralement un ascomycète), en fait un organisme très sensible à toute altération de son environnement.

Les différents types de menaces existant en Suisse ont été décrits en détail par Urmi et al. (sous presse) pour les bryophytes. La plupart d'entre elles concernent également les lichens, et nous nous contenterons d'en fournir, ci-dessous, une liste énumérant les menaces les plus importantes, responsables du recul des lichens en Suisse:

- Pollution de l'air par émission de substances toxiques dans l'atmosphère (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, métaux lourds, fluor, HCl, poussières diverses). Pour la Suisse, voir Vareschi (1936), Züst (1977), Clerc & Roh (1979, 1980), Liebendörfer et al. (1988), Herzig et al. (1989).

- Intensification des pratiques forestières (plantation de monocultures (*Picea*, *Pinus* etc.), modification du climat forestier par l'ouverture de nouvelles routes traversantes. La rareté des troncs pourrissants, ainsi que l'abattage des feuillus ayant atteint la limite d'âge, ont contribué à la disparition d'habitats favorables à toute une série de lichens aujourd'hui fortement menacés (*Cladonia* spp., *Lobaria* spp., *Sticta* spp.) (Frey 1958, Scheidegger et al. 1991).

- Intensification des pratiques agricoles (drainage des milieux humides, paysages monotones dominés par des monocultures, vergers constitués par des «arbres» à basse tige, destruction des haies, emploi de pesticides sur les cultures, ces derniers se déposant également sur les haies, les bords de chemin, les fossés, etc.
- Eutrophisation générale des biotopes par l'apport aérien ou terrestre de substances azotées (en ce qui concerne ce problème et les lichens des tourbières en Suisse, voir Dussex & Held (1990)).
- Activités de construction diverses (urbanisation, construction de routes, construction et applanissement des pistes de ski, «amélioration» des cours d'eau et destruction des aulnaies, construction de barrages hydro-électriques etc.).
- Abattage des allées d'arbres au bord des routes et chemins, pour des raisons de sécurité routière.
- Asphaltage massif des routes dans la dernière moitié de ce siècle. La régression ou la disparition des routes en terre, non asphaltées a eu pour conséquence la diminution de l'apport en substances nutritives par la poussière calcaire déplacée par les véhicules. La régression régionale de certains lichens tels que *Parmelia acetabulum*, *Physconia distorta*, *Leptogium saturninum* et *Anaptychia ciliaris* est probablement à mettre en partie sur le compte de ce facteur.
- Utilisation des lichens à des fins commerciales (récoltes pour l'extraction de principes colorants ou substances actives (antibiotiques) ou scientifiques (récoltes d'espèces rares ou menacées, destinées à l'échange de matériel entre institutions scientifiques (exsiccata).

### La liste rouge

La définition du terme «macrolichens» est arbitraire. Nous l'avons prise dans un sens assez restrictif, comprenant les lichens foliacés et fruticuleux, ainsi que les lichens à thalle crustacés dont les apothécies sont portées par des podétions (à l'exception des représentants des Caliciales).

Cette liste rouge des macrolichens menacés ou rares de Suisse est basée, non seulement sur la somme de l'expérience floristique des trois auteurs, acquise au cours de très nombreuses excursions effectuées en Suisse, mais également sur des recherches entreprises dans les principaux herbiers de Suisse [Bern, G. Laus, Z (incl. ZT)], ainsi que sur les données déjà publiées dans la littérature (Frey 1952, 1959, 1963, Clerc 1984, Ruoss & Clerc 1985, Dietrich 1990, Ruoss 1990, Wildi & Camenzind 1990). Cependant, comme l'indique Wirth (1984), dresser une liste rouge des champignons lichénisés n'est pas chose facile. Ainsi, par exemple, le nombre relativement peu élevé de spécialistes a pour conséquence le fait que de nombreuses régions en Suisse n'ont pas été prospectées, ou bien alors de manière insuffisante, en ce qui concerne les lichens. D'autre part, le degré de menace peut varier fortement d'une région à l'autre. Ainsi, certaines espèces (*Anaptychia ciliaris*, *Ramalina fraxinea*, *Parmelia acetabulum* etc.) sont fortement menacées sur le Plateau, alors qu'elles le sont beaucoup moins dans le Jura et les Préalpes. Il est donc certain que l'on devra, à l'avenir, beaucoup plus tenir compte des divisions et particularités régionales.

La liste publiée ici est donc provisoire et sera susceptible de nombreuses modifications dans les années à venir. Le projet de cartographie des lichens épiphytiques du Plateau et des Préalpes suisses (Clerc & Scheidegger 1990) fournira à cet effet des données précises et objectives, autant quantitatives que qualitatives.

### *Les catégories des menaces*

Selon l'usage international, les espèces d'une liste rouge sont classées en fonction de l'intensité du danger qui les menace. Les catégories de menaces utilisées dans cette liste rouge sont celles employées par Wirth (1984). Cependant, dans certains cas, la définition de ces catégories a été complétée ou précisée par des critères supplémentaires, de nature quantitative notamment (voir Urmi et al. 1990). Les correspondances approximatives avec les catégories de l'IUCN (Lucas & Synge 1978) sont indiquées entre parenthèses.

#### 0 Espèce soupçonnée d'extinction, n'ayant plus été signalée depuis longtemps (EX)

Espèce dont les localités sont documentées par des échantillons d'herbier et qui n'a plus été récoltée depuis au moins 30 ans. Les recherches spécifiques, dans quelques-unes ou la totalité des localités concernées, se sont révélées infructueuses, et/ou l'existence d'indications précises, concernant la disparition ou la transformation de son habitat, suggèrent la disparition de cette espèce, sur le territoire considéré.

#### 1 Espèce en voie d'extinction (E)

Espèce en danger d'extinction (sur le territoire considéré) et dont le maintien est compromis, si les facteurs qui la menacent persistent. Espèce qui n'est représentée que par quelques individus ou quelques petites à très petites populations isolées, dont les localités sont en grande partie menacées, ou bien (si l'espèce n'était autrefois pas rare) si personne n'a rencontré l'espèce considérée depuis 1960, ceci sans recherches spécifiques, particulièrement si elle n'occupe qu'une partie limitée du territoire.

#### 2 Espèce fortement en danger (E)

Espèce en danger, susceptible de passer rapidement dans la catégorie 1, si les conditions de son maintien continuent de s'altérer au rythme actuellement observé. Espèce qui, en raison de sa spécificité par rapport au substrat et/ou de ses exigences climatiques élevées, est déjà rare et dont le biotope est menacé, ou espèce dont les populations, peu nombreuses, montrent un recul significatif dans presque tout le territoire considéré, sans pour autant encore atteindre un niveau critique.

#### 3 Espèce menacée (V)

Espèce n'étant pas menacée d'extinction à grande échelle, mais dont la fréquence est actuellement en diminution, dans certaines régions du territoire considéré, en raison de l'action de facteurs anthropogènes divers.

#### 4 Espèce rare et par conséquent potentiellement en danger (R)

Espèce constituée (sur le territoire considéré) par des populations restreintes en nombre, ou n'occupant que de petites surfaces; si elle n'est actuellement pas menacée, elle risque cependant, de par sa rareté, d'être mise rapidement en sérieux danger. Espèce vivant en petites populations, à la limite de son aire de distribution ou ayant des exigences particulières concernant son habitat. Probablement rare depuis toujours en Suisse. Dans certains cas, on ne sait pas si les stations sont menacées ou non, ou si les populations existent encore.

La lettre A indique que l'espèce est également présente dans la liste rouge des lichens d'Autriche (Türk & Wittmann 1986). Le chiffre entre parenthèses indique le degré de menace dans ce pays: 0 = espèce éteinte ou non signalée depuis longtemps, 1 = espèce menacée d'extinction imminente, 2 = espèce fortement menacée, 3 a = espèce menacée, 3 b = espèce devenant rare, r = situation particulière à l'extérieur des Alpes.

La lettre D indique que l'espèce est également présente dans la liste rouge des lichens d'Allemagne (Wirth 1984). Le chiffre entre parenthèses indique le degré de menace dans ce pays: 0 = espèce éteinte ou non signalée depuis longtemps, 1 = espèce menacée d'extinction, 2 = espèce fortement menacée, 3 = espèce menacée, 4 = espèce potentiellement menacée.

La lettre E indique que l'espèce est également présente dans la liste rouge des macrolichens de la Communauté Européenne (Sérusiaux, 1989). La lettre majuscule entre parenthèse indique le degré de menace dans la communauté: Ex = éteint, E = en danger, V = vulnérable, R = rare, O = hors de danger.

La nomenclature est principalement basée sur l'ouvrage de Wirth (1989 a). Pour les espèces non traitées dans ce dernier livre, nous avons consulté Hawksworth et al. (1980) ainsi que Santesson (1984). Les principaux synonymes sont indiqués entre parenthèses.

<i>Alectoria sarmentosa</i>	3	D (3), A (2)	<i>C. Norvegica</i>	4	E (V)
<i>Anaptychia ciliaris</i>	3	D (3), A (3a)	<i>C. parasitica</i>	3	D (2)
<i>A. crinalis</i>	2		<i>C. peziziformis</i>	0	
<i>A. stipphaea (A. bryorum)</i>	4		( <i>C. capitata</i> )		
<i>Bryoria bicolor</i>	3	D (2), A (r: 3a)	<i>C. polycarpoides</i>	1	
<i>B. fremontii</i>	2	D (1), E (V)	<i>C. portentosa</i>	1	A (3a)
<i>B. implexa</i>	3	D (1)	<i>C. ramulosa (C. anomaea,</i>	2	
<i>B. nadvornikiana</i>	3	D (2), A (r: 3b)	<i>C. pityrea)</i>		
<i>Cetraria agnata</i>	4		<i>C. rangiformis</i>	3	A (3a)
<i>C. juniperina</i>	4		<i>C. rei</i>	3	
<i>C. laureri</i>	2	A (r: 3a), E (E)	<i>C. scabriuscula</i>	3	
<i>C. oakesiana</i>	2	D (2), A (2), E (E)	<i>C. stellaris</i>	3	D (2), A (r: 2)
<i>C. sepincola</i>	2	D (2), A (3b), E (E)	<i>C. stricta var uliginosa</i>	0	
<i>Cladonia bacilliformis</i>	4		<i>C. turgida</i>	0	
<i>C. botrytes</i>	4	D (2), A (3b, r: 2)	<i>C. verticillata ssp.</i>	3	D (3)
<i>C. caespiticia</i>	4		<i>cervicornis</i>		
<i>C. cariosa</i>	4	D (3), A (3a),	<i>Collema callopismum</i>	4	
<i>C. carneola</i>	4	D (2), A (r: 3a)	<i>C. conglomeratum</i>	1	D (1)
<i>C. ciliata</i>	1		<i>C. fasciculare</i>	2	D (2), A (2)
<i>C. convoluta</i>	2		<i>C. flaccidum</i>	3	D (3), A (3a)
<i>C. cyanipes</i>	4	R (R)	<i>C. fragrans</i>	1	D (2), A (3a)
<i>C. dahliana</i>	4		<i>C. furfuraceum</i>	1	
<i>C. foliacea</i>	3	D (1), A (3a)	<i>C. glebulentum</i>	4	D (1), E (E)
<i>C. furcata ssp.</i>	2	A (3b)	<i>C. leptogioides</i>	4	D (1)
<i>subrangiformis</i>			<i>C. ligerinum</i>	1	A (2)
<i>C. glauca</i>	4	A (3b)	<i>C. limosum</i>	4	D (3)
<i>C. gracilis ssp. gracilis</i>	4		<i>C. nigrescens</i>	2	D (2), A (3a)
<i>C. gracilis ssp. turbinata</i>	4		<i>C. occultatum</i>	1	D (2), A (2)
<i>C. incrassata</i>	1		<i>Dactylina ramulosa</i>	2	D (4)
<i>C. macrophyllodes</i>	4	D (4)	<i>D. madreporiformis</i>	3	D (4)
			<i>Heterodermia leucomelos</i>	0	D (0)
			<i>H. obscurata</i>	1	D (1), A (2)
			<i>H. speciosa</i>	1	D (2), A (3a)

<i>Leptogium burnetiae</i>	1		<i>P. neckeri</i>	4
<i>L. cyanescens</i>	1	D (3)	<i>P. venosa</i>	3 D (1), A (3a), E (Ex-0)
<i>L. diofractum</i>	4		<i>Phaeophyscia ciliata</i>	3 D (2), A (3a)
<i>L. hildenbrandii</i>	2	D (0), A (2)	<i>P. hispidula</i>	1
<i>L. minutissimum</i>	4		<i>P. insignis</i>	2
<i>L. saturninum</i>	3	D (2), A (r: 3a)	<i>Physcia clementi</i>	1
<i>Lobaria amplissima</i>	1	D (1), A (1), E (V-E)	<i>P. dimidiata</i>	4 D (3)
<i>L. pulmonaria</i>	3	D (2), A (3b, r: 0)	<i>P. hirsuta</i>	3 A (3b)
<i>L. scrobiculata</i>	1	D (1), A (3a), E (E-R)	<i>P. leptalea</i>	1
<i>L. virens</i>	0	E (E-R)	<i>P. magnussonii</i>	2
<i>Menegazzia terebrata</i>	3	D (2), A (r: 1)	<i>P. melops</i>	1
<i>Nephroma bellum</i>	3	D (1), A (3a), E (E)	<i>P. vittii</i>	3
<i>N. expallidum</i>	0	D (0)	<i>Ramalina calicaris</i>	3
<i>N. helveticum</i>	0	D (1), E (Ex)	<i>R. dilacerata</i>	4
<i>N. laevigatum</i>	1	D (1)	<i>R. fastigiata</i>	3 D (2), A (3a)
<i>N. parile</i>	3	D (2)	<i>R. fraxinea</i>	3 D (3), A (3a)
<i>N. resupinatum</i>	3	D (2)	<i>R. obtusata</i>	3 D (2), A (2), E (E)
<i>Pannaria conoplea</i>	2	D (2), A (3b), E (R-O)	<i>R. roesleri</i>	2 D (1), A (1), E (E)
<i>P. hookeri</i>	4	E (R)	<i>R. sinensis</i>	1 D (1), E (E)
<i>Parmelia acetabulum</i>	3	A (3a)	<i>R. thrausta</i>	1 D (2), A (1), E (E-V)
<i>P. arnoldii</i>	2	D (2), A (2), E (E)	<i>Sphaerophorus globosus</i>	2 D (1), A (2)
<i>P. borrieri</i>	4	D (2)	<i>S. melanocarpus</i>	1 D (1)
<i>P. coniocarpa (P. perlata)</i>	3	D (3), A (3a)	<i>Stereaulocolon capitellatum</i>	0
<i>P. contorta</i>	3	D (3), A (3a, r: 1)	( <i>S. farinaceum</i> )	
<i>P. crinita</i>	2	D (2), A (3a)	<i>S. glareosum</i>	3 E (V)
<i>P. dissecta</i>	1		<i>S. grande</i>	1
<i>P. incurva</i>	0	A (3a)	<i>S. incrustatum</i>	1
<i>P. laevigata</i>	1	D (2), A (2)	<i>S. pileatum</i>	4
<i>P. olivacea</i>	2	D (1)	<i>S. rivulorum</i>	3
<i>P. quercina</i>	3	D (2), A (3b)	<i>S. tomentosum</i>	4 D (2)
<i>P. robusta</i>	0		<i>Sticta fuliginosa</i>	1 D (1), A (1), E (Ex-R)
<i>P. septentrionalis</i>	2	D (1), A (3a)	<i>S. sylvatica</i>	2 D (2), A (3a), E (Ex-R)
<i>P. sinuosa</i>	3	D (2), A (3a), E (V)	<i>Teloschistes</i>	0 D (0), E (Ex-V)
<i>P. soledica</i>	1	E (R)	<i>chrysophthalmus</i>	
<i>P. squarrosa</i>	4		<i>T. contortuplicatus</i>	4
<i>P. stictica</i>	4		<i>Umbilicaria crustulosa</i>	3
<i>P. stipitata</i>	1	D (1), A (1), E (E)	var. <i>badiofusca</i>	
<i>P. taylorensis</i>	1	A (3a), E (V)	<i>U. proboscidea</i>	3 D (4)
<i>Parmeliella triptophylla</i>	3	D (2)	<i>U. ruebeliana</i>	3 E (V-R)
<i>Peltigera collina</i>	2	D (2), A (3a, r: 2)	<i>U. subglabra</i>	3
<i>P. kristinsonii</i>	4	E (R)	<i>U. torrefacta</i>	3
<i>P. lactucifolia</i>	4		<i>U. virginis</i>	3
( <i>P. hymenina</i> )			<i>Usnea cavernosa</i>	3 D (1), A (3b)
<i>P. lepidophora</i>	4		<i>U. ceratina</i>	3 D (1), A (3a)
			<i>U. cornuta</i>	0 D (1)
			<i>U. florida s. str.</i>	1 D (2)
			<i>U. fulvovirens s. str.</i>	2 D (2), A (3b)
			<i>U. glabrata</i>	3 D (2)

<i>U. glabrescens</i>	1	D (2), A (3b)	<i>U. madeirensis</i>	1
<i>U. longissima</i>	1	D (0), A (1, r: 0), E (Ex ou E?)	<i>U. wasmuthii</i>	2
			<i>Xanthoria lobulata</i>	0

## Discussion

Dans l'état actuel des connaissances de la flore lichénique suisse, il est difficile de tirer des conclusions définitives, cependant il est déjà possible de mettre en évidence certains faits et tendances:

a) La liste rouge des macrolichens de la Suisse contient 152 espèces. Si l'on considère que la flore Suisse est constituée par 412 espèces de macrolichens (Clerc & Scheidegger, non publié), la proportion des espèces présentes dans la liste rouge s'élève à plus d'un tiers des espèces totales (37%)! A titre de comparaison, la liste rouge des macrolichens d'Autriche contient 121 espèces.

b) 13 taxons (9%) sont considérés comme étant éteints en Suisse: *Cladonia peziziformis*, *S. stricta* var. *uliginosa*, *C. turgida*, *Heterodermia leucomelos*, *Lobaria virens*, *Nephroma expallidum*, *N. helveticum*, *Parmelia incurva*, *P. robusta*, *Stereocaulon capitellatum*, *Teloschistes chrysophthalmus*, *Usnea cornuta* et *Xanthoria lobulata*. 35 espèces sont dans la catégorie 1 (23%) 25 espèces dans la catégorie 2 (16%), 45 espèces dans la catégorie 3 (30%) et 34 espèces dans la catégorie 4 (22%) (fig. 1).

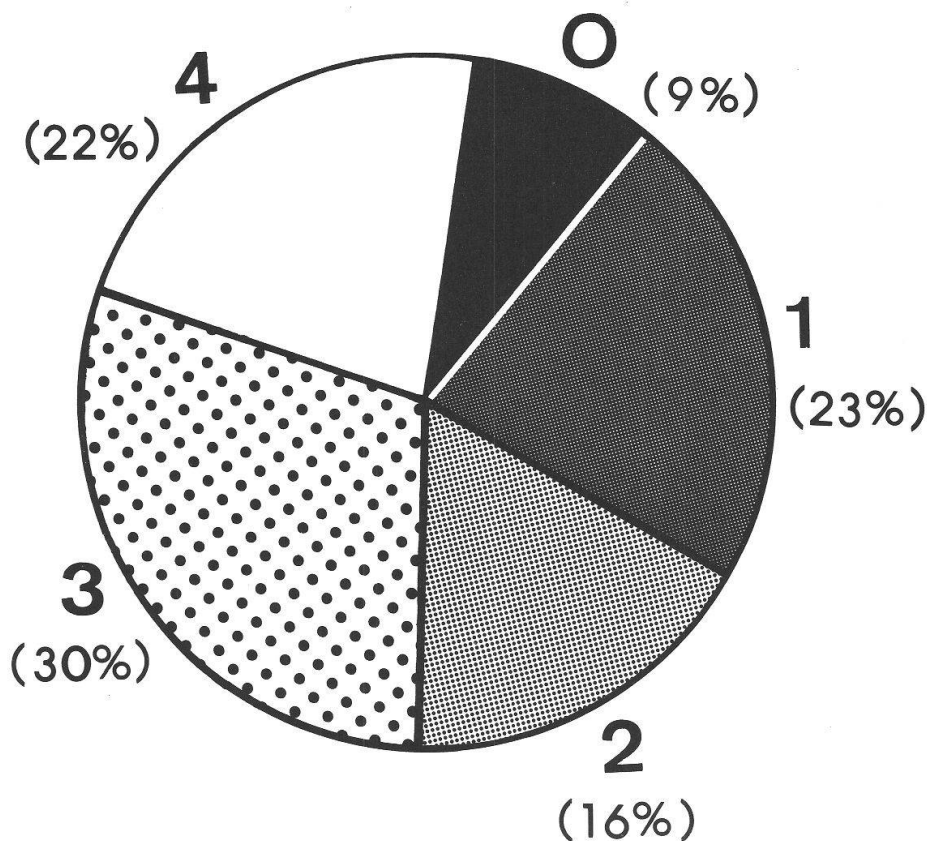


Fig. 1. Représentation graphique du pourcentage d'espèces présentes dans les différentes catégories de la liste rouge.



c) Sur 152 espèces présentes dans la liste rouge, 16 (11%) sont présentes à la fois dans les listes rouges d'Autriche, de BRD et de la CEE: *Cetraria oakesiana*, *C. sepincola*, *Lobaria amplissima*, *L. scrobiculata*, *Nephroma bellum*, *Pannaria conoplea*, *Parmelia arnoldii*, *P. sinuosa*, *P. stuppea*, *Peltigera venosa*, *Ramalina obtusata*, *R. roesleri*, *R. thrausta*, *Sticta fuliginosa*, *S. sylvatica* et *Usnea longissima*. Ces espèces sont donc probablement menacées dans toute leur aire de distribution en Europe, et par conséquent, il est important qu'elles soient, ainsi que leurs biotopes, protégés de façon efficace et ceci, en priorité. Cette liste d'espèces est d'ailleurs fort incomplète. Ainsi, par exemple, *Nephroma helveticum* n'a été signalé, pour l'Europe centrale, qu'en Suisse et en Allemagne (James & White 1987), et mérite, par conséquent, de faire partie de cette liste. Il en est de même pour *Usnea madeirensis*, la raison étant cependant différente: ce taxon n'a été que très récemment reconnu et séparé d'un groupe complexe (Clerc 1991). Il devra, à l'avenir, être incorporé dans la liste rouge des lichens de BRD, et tout probablement, dans celle de la communauté européenne, ceci, malgré le fait, qu'il ne soit pas rare sur les îles Canaries.

Finalement, 92 espèces (61%) sont présentes à la fois, dans les listes rouges d'Autriche et de BRD, 63 (41%) dans la liste rouge d'Autriche, 84 (55%) dans celle de BRD et 32 (21%) dans celle de la CEE.

d) Du point de vue écologique, on peut déceler les tendances suivantes:

1. Les espèces à distribution océaniques à subocéaniques sont présentes en grand nombre dans la liste rouge (*Menegazzia terebrata*, *Parmelia arnoldii*, *P. laevigata*, *P. taylorensis*, *Sphaerophorus* spp., *Usnea cornuta*, *U. florida*, *U. madeirensis* etc.). Leur biotope, forêts mixtes humides de Suisse centrale, exploitées de façon extensive (Dietrich 1990, Groner & Clerc 1989, Wildi & Camenzind 1990) sont rares. Nombre de ces espèces sont indicatrices d'écosystèmes riches, à diversité élevée, devant absolument être maintenus dans leur état actuel. Plusieurs de ces espèces sont des indicateurs de forêts anciennes, autochtones, ayant une forte proportion en essences feuillues, et dont l'environnement est resté plus ou moins stable (Rose 1976, 1985).

2. Les espèces du *Lobarion* (Wirth 1968, Rose 1988, Dietrich 1990) sont également présentes en grand nombre dans la liste rouge (*Lobaria* spp., *Nephroma* spp., *Sticta* spp., *Heterodermia* spp. etc.). Elles constituent un ensemble d'association climaciques sur les troncs d'arbres d'âge avancé, isolés ou faisant partie des forêts clairsemées de l'étage montagnard en Europe. Les modifications de l'exploitation forestière, depuis l'entrée en vigueur de la première loi forestière fédérale en 1876, ont conduit globalement à une augmentation considérable du volume de bois sur pied, ceci aussi bien dans les forêts de montagne (Ott 1974) que dans la plupart des forêts du Plateau (Brändli & Streiff sous presse). La quantité de lumière, atteignant les troncs colonisés par les lichens, a par conséquent considérablement diminué, ce qui a provoqué une régression des espèces forestières photophiles, les lichens n'étant par ailleurs pas les seuls organismes touchés (Leuthold 1980). L'introduction, en quantité considérable, de l'épicéa dans les forêts du Plateau a également eu des conséquences négatives sur l'apport en lumière à l'intérieur des peuplements forestiers. Ces modifications dans l'habitat, dues, à l'exploitation forestière, ont tout probablement considérablement réduit l'aire de distribution, sur le Plateau et dans les Préalpes, de certaines espèces du *Lobarion* (Scheidegger et al. sous presse).

La pollution de l'air est un deuxième facteur qui a certainement joué un rôle important dans la régression des espèces du *Lobarion*, en Suisse et plus généralement en Europe. Ainsi, Gilbert (1986) et Farmer et al. (1990) ont mis en relation la disparition des espèces du *Lobarion* dans certaines régions des îles Britanniques, avec l'acidification

des substrats provoquée par les pluies acides. Rose (1988) met en évidence le fait que certaines espèces du *Lobarion*, plus particulièrement celles dont le photosymbionte est une cyanobactérie (*Collema* spp., *Leptogium* spp., *Nephroma* spp., *Pannaria* spp., *Pseudocyphellaria* spp., *Sticta* spp. et *Lobaria scrobiculata*), ont plus fortement régressé que d'autres, comme par exemple *Lobaria pulmonaria*. Ceci pourrait s'expliquer par le fait, que le système enzymatique responsable de la fixation de l'azote serait très sensible aux modifications de pH (Fritz-Sheridan 1985). D'autre part, la sensibilité des lichens à la pollution atmosphérique sous forme gazeuse en font d'excellents bioindicateurs (Ferry et al. 1973, Hawksworth & Rose 1976). Ainsi, par exemple, *Lobaria scrobiculata* fait partie des ascomycètes lichénisés les plus sensibles à la pollution de l'air (Rose 1988). Seaward & Hitch (1982) indiquent, en effet, que l'on ne trouve actuellement plus cette espèce dans les régions ayant une concentration hivernale moyenne supérieure à  $25 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ , alors que la plupart des autres espèces du *Lobarion* semblent tolérer une concentration en  $\text{SO}_2$  plus élevée. Cette sensibilité particulière est certainement en partie responsable, du fait que *Lobaria scrobiculata* soit une des espèces les plus fortement décimées du *Lobarion* (Pisut 1971, Wirth 1989 b).

3. La présence dans la liste rouge, de certains groupes d'espèces inféodées à certains biotopes bien précis, atteste du fait que ces derniers sont fortement menacés en Suisse: tourbières (*Cetraria sepincola*, *Cladonia ciliata*, *C. incrassata*, *C. portentosa*, *C. stellaris*, *Parmelia olivacea*, *P. septentrionalis*); milieux secs (*Cladonia convoluta*, *C. foliacea*, *C. furcata* spp. *rangiformis*); alluvions (*Stereocaulon capitellatum*, *S. glareosum*, *S. rivulorum*); troncs morts pourris (*Cladonia bacilliformis*, *C. botrytes*, *C. carneola*, *C. cyanipes*).

### Conclusions, mesures à prendre

Cette liste des macrolichens de la Suisse est une première version imparfaite et provisoire. Les informations qui seront obtenues dans le cadre de la cartographie des lichens de la Suisse (Clerc & Scheidegger 1991) modifieront sans aucun doute le contenu de cette liste. Cependant, il est d'ores et déjà acquis, qu'environ 1/3 des espèces de macrolichens de la Suisse est menacé d'une façon ou d'une autre. Ce chiffre correspond à peu près à celui des bryophytes (Urmi et al., sous presse). Par conséquent, les cryptogames en général paient un lourd tribut à l'influence humaine sur la nature et l'environnement. Lichens et bryophytes sont des indicateurs très sensibles et ainsi précieux du milieu dans lequel ils vivent. Ils doivent donc également être pris en considération dans les mesures de protection de la nature et de l'environnement. A cet égard, les recommandations émises dans la liste rouge des bryophytes (Urmi et al., sous presse) sont également valables pour les lichens.

En outre, la protection des cryptogames, et plus particulièrement des ascomycètes lichénisés, est également nécessaire au niveau européen. L'annexe 1 de la Convention de Bern (Eidg. Département des Innern 1982) contient une liste de plantes inférieures à protéger, dont 15 lichens. La présente liste rouge est une contribution à la récolte d'informations nécessaires pour une révision sérieuse de cette annexe, ainsi que pour l'établissement d'une future liste rouge des lichens d'Europe.

Finalement, si l'on veut que les tendances actuelles ne s'accroissent pas, il sera nécessaire de prendre des mesures importantes et efficaces, parfois draconiennes et urgentes, dont les principales sont mentionnées ci-dessous:

1. A moyen et à long terme, toutes les mesures préconisées plus bas sont inutiles si les taux de pollution de l'air ne sont pas réduits de façon drastique, ceci non seulement en Suisse, mais également au niveau international.

2. Exploitation extensive (jardinage par ex.) des forêts riches en lichens épiphytiques, ceci en tenant compte des exigences écologiques de ces derniers, et maintien des vieux arbres tenant lieu de «réservoirs à diaspores». Eviter de modifier les conditions climatiques caractéristiques de ce type de forêts, en ne créant, par exemple, qu'un nombre minimum de routes traversantes.

3. Protection des biotopes: il est maintenant largement admis que la protection des espèces doit passer par la protection et l'entretien des milieux menacés. Parmi ceux-ci, les tourbières, les prés secs, les forêts riveraines qui sont, entre autres, riches en lichens très intéressants.

4. Protection des espèces: dans certains cas particuliers, il pourrait s'avérer nécessaire de protéger de manière stricte le ou les arbre(s) supportant le(s) lichen(s) menacé(s). Ceci pourrait s'appliquer par exemple à la seule station d'*Usnea longissima* actuellement connue dans le canton de Berne, dans laquelle cette espèce ne pousse que sur 2 à 3 arbres situés l'un à côté de l'autre.

5. Responsabilisation des collectionneurs: il est important que les lichénologues renoncent d'eux-mêmes à récolter les espèces présentes dans la liste rouge ainsi que les espèces menacées régionalement, ces dernières pouvant, dans la plupart des cas, être récoltées dans leur aire de distribution principale, sans que leur existence soit menacée. Ainsi par exemple, *Buellia dispersa* et *B. tirolensis*, deux espèces à répartition méditerranéenne, ne devraient pas être récoltées en Suisse où elles sont rares. Par contre, elles peuvent être prélevées, sans danger pour les populations, dans la région méditerranéenne. Il en est de même, par exemple, pour *Heterodermia obscurata*, espèce commune en Ligurie, alors qu'elle est extrêmement rare et menacée en Suisse (catégorie 1 de la liste rouge).

En conclusion, nous dirons que si l'on veut arriver à protéger ce qui peut encore l'être il est très important de faire prendre conscience aux personnes concernées (autorités politiques, forestiers, agriculteurs, jardiniers, urbanistes, architectes paysagistes, scientifiques etc.) de l'importance des cryptogames, et parmi ceux-ci les lichens, dans le maintien d'écosystèmes riches et diversifiés. C'est en travaillant avec ces diverses personnes et spécialistes, que nous pourrions atteindre notre but, qui est de maintenir les écosystèmes dans leur diversité originale.

## Zusammenfassung

Die Rote Liste der Makroflechten der Schweiz enthält 152 Arten (ca. 37% der Gesamtartenzahl). 13 Taxa (9% der in der Roten Liste enthaltenen Arten) sind erloschen, 35 (23%) sind am Erlöschen, 25 (16%) sind stark gefährdet, 45 (30%) sind bedroht und 34 (22%) sind selten und somit potentiell gefährdet. Die folgenden Arten sind ebenfalls in den Roten Listen der EG, von Deutschland und Österreich enthalten: *Cetraria oakesiana*, *C. sepincola*, *Lobaria amplissima*, *L. scrobiculata*, *Nephroma bellum*, *Pannaria conoplea*, *Parmelia arnoldii*, *P. sinuosa*, *P. stuppea*, *Peltigera venosa*, *Ramalina obtusata*, *R. roesleri*, *R. thrausta*, *Sticta fuliginosa*, *S. sylvatica* und *Usnea longissima*. Diese Arten sind in ihrem ganzen europäischen Verbreitungsgebiet gefährdet und müssen mit ihren Lebensräumen geschützt werden. Mögliche Schutzmaßnahmen werden kurz diskutiert.

Nous remercions vivement les amis et collègues suivants qui nous ont fait part de leurs critiques concernant la liste rouge: R. Camenzind (Berne), M. Dietrich (Berne), M. Frey (Berne), U. Groner

(Zürich), S. Grundlehner (Lausanne), C. Keller (Berne), P.-D. Roh (Sion) et E. Ruoss (Lucerne). Nous remercions également B. von Arx (Genève, CJB) pour avoir lu une première version du manuscrit et nous avoir fourni d'utiles suggestions. Enfin, un grand merci à E. Vallelian, qui a retapé le manuscrit sur le système informatique du Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève.

## Littérature

- Ammann K. 1971. Zur Verbreitung einiger Stereocaulaceen. Mitt. Naturf. Ges. Bern 28: 94–95.
- Borodin A. M., Bannikov A. B., Sokolov V. E. et al. (eds). 1984. Krasnaya Kniga SSSR (The USSR Red Data Book). Lesnaya Promyshlennost, Moskva, 2: 1–478.
- Brändli U. B. und Streiff H., sous presse. Künftige Rundholzversorgung aus dem Schweizer Wald. Bundesamt für Konjunkturfragen, 3003 Bern; Publikation des Impulsprogrammes Holz.
- Cieslinski S., Czyzewska K., Fabiszewski J. 1986. Czerwona lista porostow zagrożonych w Polsce (Red List of threatened lichens in Poland), 83–107. In: Zarzycki K., Wojewoda W. (eds). Lista roślin wymierających i zagrożonych w Polsce (List of threatened plants in Poland). PWN, Warszawa.
- Clerc P. 1984. Contribution à la révision de la systématique des usnées (Ascomycotina, *Usnea*) d'Europe. 1. – *Usnea florida* (L.) Wigg. emend. Clerc. Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 5: 333–360.
- Clerc P. 1991. *Usnea madeirensis* Mot. (Ascomycète lichénisé): une espèce méconnue de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Candollea 46: 427–438.
- Clerc P. et Roh P.-D. 1979. Effets du fluor sur la végétation lichénique corticole autour de la région de Martigny (VS), partie 1. Bull. Murith. 96: 23–41.
- Clerc P. et Roh P.-D. 1980. Les lichens, indicateurs biologiques de la pollution atmosphérique, autour de la fabrique d'aluminium de Martigny (Valais, Suisse). Saussurea 11: 107–139.
- Clerc P. et Scheidegger C. 1990. Lichen mapping in Switzerland: The epiphytic lichens of the Plateau and the Prealps. Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. A, 456: 73–77.
- Dietrich M. 1990. Die epiphytische Flechtenflora und -vegetation des Merliwaldes, Giswil/OW. Lizentiatsarbeit am Syst.-Geobot. Inst. der Universität Bern, 107 S. (non publié).
- Dussex N. und Held T. 1990. Atmosphärischer Nährstoffeintrag in voralpine Hochmoore. Lizentiatsarbeit am Syst.-Geobot. Inst. der Universität Bern, 161 S. (non publié).
- Eidg. Departement des Innern (ed.), 1982. Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume, vom 19. September 1979 (Berner Konvention). Bern.
- Farmer A. M., Bates J. W. and Bell J. N. B. 1990. The effects of wet acidic deposition on the environment experienced by epiphytic lichens. Abstract of the 3rd International Colloquium on lichen biology, Madrid, p. 38.
- Ferry B. W., Baddeley M. S. and Hawksworth D. L. 1973. Air pollution and lichens. London, Athlone Press of the University of London, 200 p.
- Floravardskommittén för lavar. 1987. Preliminär lista övar hotade lavar i Sverige. Svensk Bot. Tidskr. 81: 237–256.
- Frey E. 1952. Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin. 1. Teil: Die diskokarpen Blatt und Strauchflechten. Erg. Wiss. Unters. Schweiz. Nationalparks N. F. III, 27: 361–503.
- Frey E. 1958. Die anthropogenen Einflüsse auf die Flechtenflora und -vegetation in verschiedenen Gebieten der Schweiz. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 33: 91–107.
- Frey E. 1959. Beiträge zu einer Lichenenflora der Schweiz I. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 69: 157–245.
- Frey E. 1960. Lichenologische Forschungen in den Alpen im Lichte des Naturschutzes. Jubiläumsbuch 1900/1960. Ver. z. Schutz. d. Alpenpflanzen u. -tiere 25: 185–192.
- Frey E. 1963. Beiträge zu einer Lichenenflora der Schweiz II. Die Familie Physciaceae. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 73: 389–503.
- Fritz-Sheridan R. P. 1985. Impact of simulated acid rains on nitrogenase activity in *Peltigera apthosa* and *P. polydactyla*. Lichenologist 17: 27–31.

- Gilbert O. L. 1986. Field evidence for an acid rain effect on Lichens. *Environmental Pollution (Series A)* 40: 227–231.
- Groner U. und Clerc P. 1988. Ausgewählte Beispiele zur Flechtenflora des Bödmerenwaldes, Schwyz (Zentralschweiz). *Bot. Helv.* 98: 15–26.
- Hawksworth D. L. and Rose F. 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature, London.* 227: 145–148.
- Hawksworth, D. L., James, P. W. and Coppins, B. J. 1980. Checklist of British lichen-forming lichenicolous and allied fungi. *Lichenologist* 12: 1–115.
- Herzig R., Liebendörfer L, Urecht M., Ammann K., Cuecheva M. and Landolt W. 1989. Passive biomonitoring with lichens as a part of an integrated biological measuring system for monitoring air pollution in Switzerland. *Int. J. Environmental Anal. Chem.* 35: 43–57.
- James P. W. and White F. J. 1987. Studies on the genus *Nephroma* I. The European and Macaronesian species. *Lichenologist* 19: 215–268.
- Jansen A. E. and Lawrynowicz M. 1991. Conservation of fungi and other cryptogams in Europe. *Lódz Society of Sciences and Arts, Science Tracks, Nr.* 18.
- Jedicke E. 1990. Biotopverbund: Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. Stuttgart, Ulmer.
- Landolt E. 1991. *Plantes vasculaires menacées en Suisse, listes rouges nationale et régionales.* Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 183 p.
- Leuthold C. 1980. Die ökologische und pflanzensoziologische Stellung der Eibe (*Taxus baccata*) in der Schweiz. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 67: 1–217.
- Liebendörfer L., Herzig R., Urech M. und Ammann K. 1988. Evaluation und Kalibrierung der Schweizer Flechten-Indikationsmethode mit wichtigen Luftschadstoffen. *Staub – Reinhaltung der Luft* 48: 233–238.
- Lucas G. and Synge H. 1978. *The IUCN red data book.* Morges.
- Lucas G. and Walters S. M. 1976. List of rare, threatened and endemic plants for the countries of Europe. Kew: Threatened plant committee, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 166 p.
- Ott E. 1974. Auswirkungen des ersten Eidgenössischen Forstgesetzes vom Jahre 1876 auf den waldbaulichen Zustand unserer Gebirgswälder. *Schweiz. Z. Forstwesen* 125: 895–905.
- Pisut I. 1971. Verbreitung der Arten der Flechtengattung *Lobaria* (Schreb.) Hue in der Slowakei. *Ac. Rer. Natur. Mus. Nat. Slov., Bratislava* 17: 107–130.
- Pisut I 1985. Zoznam vyhynutych, nezvestoych a ohrozenych lisajnikov Slovenska (1. verzia). *Biologia, Bratislava,* 40: 925–935.
- Rose F. 1976. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands, 279–397. In: Brown D. H., Hawksworth D. L. and Bailey R. H. (Eds.): *Lichenology: Progress and Problems.* London: Academic Press.
- Rose F. 1985. The old forests of Western Europe and their epiphytic lichens. *British Lichen Soc. Bull.* 56: 1–8.
- Rose F. 1988. Phytogeographical and ecological aspects of *Lobarion* communities in Europe. *Bot. J. Linn. Soc.* 96: 69–79.
- Ruoss E. 1990. Die Rentierflechten im Alpenraum. *Mitt. Naturforsch. Ges. Luzern* 31: 59–31.
- Ruoss E. and Clerc P. 1985. Bedrohte Flechtenrefugien im Alpenraum. *Verh. Ökologie (Graz),* 15: 120–128.
- Santesson, R. 1984. *The lichens of Sweden and Norway.* Stockholm, 333 p.
- Scheidegger C., Dietrich M., Frei M., Keller C., Kuhn N. und Wildi E., sous presse. Zur Waldflora des westlichen Aargauer Mittellandes und ihrem Wandel seit 1960. *Mitt. Aarg. Naturf. Ges.*
- Seaward M. R. D. and Hitch C. J. B. 1982. *Atlas of the Lichens of the British Isles, Vol. 1.* Natural Environment Research Council, Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge, 200 p.
- Sérusiaux E. 1989. Liste rouge des macrolichens dans la communauté européenne. *Centre de Recherches sur les Lichens. Département de botanique, Sart-Tilman, B-4000 Liège,* 250 p.
- Türk R. und Wittmann H. 1986. Rote Liste gefährdeter Flechten (Lichenes) Österreichs. In: Niklfeld H. (Ed.): *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs.* Grüne Reihe des Bundesminist. für Gesundheit und Umweltschutz 5: 164–178.

- Urmi E. et al., sous presse. Liste Rouge des bryophytes menacés ou rares de la Suisse, Bern, 55 p.
- Urmi E., Schnyder N. and Geissler P. 1990. A new method in floristic mapping as applied to an inventory of Swiss bryophytes, 21–32. In: U. Bohn & R. Neuhäusl (eds.): *Vegetation and flora of temperate zones*, The Hague.
- Vänskä H. 1987. Hotade lavar och lavbiotoper i Finland. *Graphis Scripta* 1: 79–80.
- Vareschi V. 1936. Die Epiphytenvegetation von Zürich. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 46: 445–488.
- Wildi E. und Camenzind R. 1990. Die epiphytischen Flechten des Gurnigel-Gantrisch-Gebietes. Lizentiatsarbeit am Syst.-Geobot. Inst. der Universität Bern, 242 S. (non publié).
- Wirth V. 1968. Soziologie, Standortsökologie und Areal des *Lobarion pulmonariae* im Südschwarzwald. *Bot. Jb. Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 88: 317–365.
- Wirth V. 1976. Veränderungen der Flechtenflora und Flechtenvegetation in der Bundesrepublik Deutschland. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 10: 177–202.
- Wirth V. 1984. Rote Liste der Flechten (Lichenisierte Ascomyzeten). 2. Fassung. Stand Ende 1982, 152–162. In: Blab J. et al. (Ed.): *Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland*. 4. Aufl. (Naturschutz Aktuell 1), Kilda-Verlag, Greven, 270 S.
- Wirth V. 1989 a. Die Flechten Baden-Württembergs. Ulmer Verlag, 528 S.
- Wirth V. 1989 b. Über die außergewöhnliche Flechtenvegetation des Belchen-Gebietes im Schwarzwald, 593–616. In: *Der Belchen-Geschichtlich-naturkundliche Monographie des schönsten Schwarzwaldberges*. Natur u. Landschaftsschutzgebiete Bad. Württ., Band 13, Karlsruhe.
- Züst S. 1977. Die Epiphytenvegetation im Raume Zürich als Indikator der Umweltbelastung. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich*. Heft 62, 113 S.