

Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 133 (2013)

Artikel: Étude des bryophytes de la ville de Neuchâtel le long d'un transect lac-forêt
Autor: Steffen, Julie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-391583>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ETUDE DES BRYOPHYTES DE LA VILLE DE NEUCHÂTEL LE LONG D'UN TRANSECT LAC-FORÊT

JULIE STEFFEN

Chemin du Port 12, CH-1246 Corsier

Mots-clés : Bryophytes, phytosociologie, biodiversité, transect

Keywords : Bryophyten, Phytosociologie, Biodiversität, Transect

Résumé

Un transect altitudinal reliant le lac de Neuchâtel à la forêt des Cadolles a été défini. Les bryophytes ont été relevées selon la méthode phytosociologique synusiale intégrée (GILLET *et al.*, 1991) ainsi que leurs coordonnées géographiques. Cinquante espèces de mousses et cinq d'hépatiques ont été déterminées parmi lesquelles deux classées vulnérables et une en danger d'extinction dans la liste rouge (SCHNYDER *et al.*, 2004). Quatre groupes d'espèces reflétant des conditions écologiques particulières ont été caractérisés. La ville de Neuchâtel, grâce à la diversité des habitats qu'elle offre, dispose d'une riche biodiversité de bryophytes. Les vieux murs du haut de la ville sont particulièrement propices à la colonisation de ces dernières, qui participent en retour à leur conservation en les protégeant de l'érosion.

Zusammenfassung

Vom Neuenburgsee bis zum Wald von Cadolles besteht ein Höhentransekt. Eine Erhebung von Bryophyten aufgrund der integrierten pflanzensoziologischen synusialen Methode (GILLET *et al.*, 1991) wurde durchgeführt und die Koordinaten gespeichert. Fünfzig Arten von Laubmoose und fünf Lebermoose wurden bestimmt, von denen zwei Arten als „verletzlich“ klassifiziert sind, und eine als „vom Aussterben bedroht“ auf der roten Liste vermerkt ist (SCHNYDER *et al.*, 2004). Vier Artengruppen wurden charakterisiert, die besondere Umweltbedingungen widerspiegeln. Dank der vielfältigen Lebensräume hat die Stadt Neuenburg eine grosse Bryophytendiversität. Die alten Mauern der Oberstadt bieten besonders gute Bedingungen für ihre Kolonisation. Die Bryophyten ihrerseits schützen die Mauern vor Erosion.

INTRODUCTION

Les bryophytes : mémoire d'un passé

Les bryophytes sont apparues au début du règne végétal, avant les plantes vasculaires. Comprenant les mousses, les hépatiques et les anthocérotes, ce sont des plantes primaires sans fleurs ni véritables racines. Elles ne disposent pas non plus de système de vascularisation pour la conduction de l'eau et de la sève, ou n'en ont qu'une ébauche. Poikilohydriques, elles sont capables d'équilibrer rapidement leur contenu en eau en fonction des conditions

d'humidité de leur environnement. En outre, elles possèdent la capacité de survivre sans apport hydrique, en état de latence, pendant de nombreuses années. Certaines peuvent même retrouver leur capacité de reproduction après cette longue période de sécheresse. Le manque de sclérenchyme les rend moins aptes à la compétition avec les plantes vasculaires et potentiellement vulnérables aux changements environnementaux (AUDE & EJNAES, 2005). Plutôt tolérantes au stress ou à stratégies rudérales (GRIME *et al.*, 1990), elles sont donc peu avantagées en conditions eutrophes. Malgré cela, elles ont perduré en réussissant à cohabiter avec les « végétaux supérieurs », prouvant ainsi que leur apparente simplicité reflète une puissante adaptation.

Diversité et études bryologiques en Suisse

Notre pays présente une flore bryologique particulièrement riche. Sur les 1500 espèces présentes en Europe, plus de 1000 ont été trouvées à l'intérieur des frontières helvétiques (AMANN & MEYLAN, 1918). Cependant, la liste rouge des bryophytes menacées ou rares dans notre pays (SCHNYDER *et al.*, 2004) met en évidence leur situation préoccupante (PARISOD & STREIFF, 2002). En milieu urbain peu de recherches sur les mousses ont été initiées en Suisse ces 20 dernières années, malgré un engouement européen pour ce type de recherches. (LACHAT *et al.*, 2011).

En 1984, l'association Bryolich initie le projet « Nationales Inventar der Schweizer Moosflora - NISM ». Ce projet est en perpétuelle évolution. Avec un total d'environ 450 observations, le canton de Neuchâtel se situe dans la norme par rapport au reste de la Suisse. On dénombre en effet cinq observations pour les régions les plus pauvres à 2145 pour les plus riches (NISM, 2008). Néanmoins, ce canton n'a jamais fait l'objet d'une étude approfondie en matière de bryologie.

Les bryophytes en milieu urbain. Bio-indication

De par leur morphologie simplifiée, les bryophytes sont souvent les seuls végétaux capables de se développer en milieu urbain spontanément. Grâce à leur petite taille, elles peuvent coloniser les moindres failles ou irrégularités du substrat, sans être pour autant perturbées par l'effet de piétinement.

L'absence de racines les rendant directement dépendantes des apports organiques de l'atmosphère, elles possèdent aussi la capacité de stocker des particules anthropiques. Ceci nous permet de les utiliser comme bio-indicateurs de la pollution atmosphérique. Elles sont généralement utilisées dans des études de dispersion de métaux lourds (HARMENS, 2010), où des espèces de référence sont sélectionnées pour l'extraction de polluants. Les études se basant uniquement sur la diversité des bryophytes se sont avérées trop imprécises en raison des autres facteurs influençant leur répartition et de la difficulté à évaluer l'âge des colonies (TAODO, 1981, NASH *et al.*, 1988).

Les objectifs de cette étude sont, premièrement, d'estimer la biodiversité de bryophytes épixyles (substrat minéral) et épiphytes (arbres) de la ville de Neuchâtel; deuxièmement, d'expliquer leur répartition par leurs préférences écologiques.



Figure 1 : bryophytes sur asphalte (photo J. Steffen)

MATERIEL & METHODES

Relevé de bryophytes

Les espèces ont été inventoriées le long d'un transect altitudinal allant du lac (430 m) à la forêt des Cadolles (615 m), d'environ 1 km de long et 10 m de large. Une zone en forêt, légèrement en dehors du transect, a été également prise en compte afin de pouvoir observer et comparer la différence spécifique avec celle de la zone urbaine. Dans le but de comprendre la répartition des espèces le long du transect, la méthode de la phytosociologie synusiale intégrée (GILLET *et al.*, 1991) a été employée. Les espèces ont été relevées par synusie, ou groupe d'espèces répondant aux mêmes conditions écologiques. Les coordonnées GPS ont été notées systématiquement. Les espèces reconnaissables à l'œil nu n'ont pas été prélevées mais directement relevées sur le terrain, tandis que les espèces identifiables d'après des caractères microscopiques ont été récoltées et déterminées a posteriori. Des photos ont également été réalisées pour la plupart des bryophytes.

DÉTERMINATIONS

La détermination des espèces nécessite l'utilisation d'instruments optiques tels que la loupe binoculaire et le microscope. Des coupes des tissus et des structures reproductives sont également réalisées dans certains cas. Les mousses ont été identifiées en grande partie à l'aide de la flore d'Irlande et de Grande-Bretagne (SMITH, 2004). Certains genres ont nécessité l'emploi de clés de déterminations plus spécifiques. La flore britannique de PATON (1999) a été employée pour la détermination des hépatiques.

Echantillonnage des arbres

Le choix des arbres à inventorier a été réalisé sur la base de la méthode de bio-indication IAP de l'union européenne (ASTA

et al., 2002) par C. Truong lors de son étude sur les lichens (TRUONG 2013). Un arbre situé dans la zone de forêt en dehors du transect a également été échantillonné afin d'avoir un point de comparaison avec une zone moins urbanisée. Les espèces ont été relevées, pour des raisons pratiques, entre 0 et 2 mètres du sol.

Traitement des données

En partant du tableau brut de végétation, une réorganisation des observations est réalisée. Celle-ci permet de faire ressortir la structure des données afin de dégager d'éventuels groupes de relevés de composition spécifique analogue. Les espèces présentant une constance inférieure à 10% (espèces accidentelles) et supérieure à 90% (espèces constantes) sont écartées. Elles n'apportent pas d'information et empêchent une vision claire de la structure des informations. Enfin, l'agencement des données correspondant aux espèces restantes est observé. Les relevés et les espèces sont déplacés dans le tableau pour faire ressortir des groupes reflétant des conditions écologiques similaires. Pour ce faire, certaines valeurs indicatives des espèces ont été recherchées dans *Flora indicativa* (LANDOLT *et al.*, 2010). La lumière, l'humidité, le type de substrat et le taux de nutriments ont été sélectionnés car considérés comme pertinents dans le contexte de l'étude.

RESULTATS- DISCUSSION

On dénombre au total 55 espèces de bryophytes dont 39 épilithes, six épiphytes et dix espèces croissants sur les deux types de substrat (tab. 1). La ville hébergeant une plus grande diversité de substrats sur milieu minéral (murs, béton etc.), il est logique de constater une hausse du nombre d'espèces de bryophytes épilithes par rapport aux autres substrats (STEVENSON & HIL, 2008). Cinquante espèces appartiennent au groupe des mousses alors que cinq hépatiques

Embranchement mousses: famille	Espèces	Liste rouge	Substrat
Amblystegiaceae	Amblystegium fluviatile (Hedw.) Schimp.	VU	epl
Amblystegiaceae	Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp.	LC	epl
Anomodontaceae	Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor	LC	epl-eph
Brachytheciaceae	Brachythecium plumosum (Hedw.) Schimp.	LC	epl
Brachytheciaceae	Brachythecium populeum (Hedw.) Schimp.	LC	epl
Brachytheciaceae	Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.	LC	epl
Brachytheciaceae	Brachythecium salebrosum (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp.	NE	epl
Brachytheciaceae	Cirriphyllum crassinervium (Taylor) Loeske & M. Fleisch.	LC	epl
Brachytheciaceae	Homalothecium lutescens (Hedw.) H. Rob.	LC	epl
Brachytheciaceae	Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp.	LC	epl
Brachytheciaceae	Scleropodium purum (Hedw.) Limpr.	LC	epl
Bryaceae	Bryum argenteum Hedw.	NE	epl
Bryaceae	Bryum capillare Hedw.	LC	epl-eph
Bryaceae	Bryum sp. A	-	epl
Bryaceae	Bryum sp. B	-	epl
Campyliaceae	Hygrohypnum luridum (Hedw.) Jenn.	LC	epl
Cinclidoteaceae	Cinclidotus fontinaloides (Hedw.) P. Beauv.	LC	epl
Ditrichaceae	Ditrichum flexicaule aggr. (Schwägr.) Hampe	NE	epl
Encalyptaceae	Encalypta streptocarpa Hedw.	LC	epl
Fissidentaceae	Octodiceras fontanum (Bach. Pyl.) Lindb.	VU	epl
Fontinalaceae	Fontinalis antipyretica Hedw.	LC	epl
Grimmiaceae	Grimmia crinita Brid.	EN	epl
Grimmiaceae	Grimmia orbicularis Bruch	LC	epl
Grimmiaceae	Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.	LC	epl
Grimmiaceae	Schistidium apocarpum aggr. (Hedw.) Bruch & Schimp.	NE	epl
Hypnaceae	Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.	LC	epl
Hypnaceae	Hypnum cupressiforme Hedw.	NE	epl-eph
Hypnaceae	Hypnum lindbergi Mitt.	LC	epl
Leskeaceae	Pseudoleskeella catenulata (Brid. ex Schrad.) Kindb.	LC	epl
Leskeaceae	Pseudoleskeella nervosa (Brid.) Nyholm	LC	epl
Leucodontaceae	Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwägr.	LC	epl-eph
Neckeraceae	Neckera complanata (Hedw.) Huebener	LC	epl-eph

Tableau 1 : Espèces de bryophytes présentes dans le transect. LC non menacée; NT potentiellement menacée; VU vulnérable; EN en danger; CR au bord de l'extinction; NE non évalué. epl: épilithe; eph: épiphyte.

Embranche- ment mousses: famille	Espèces	Liste rouge	Substrat
Orthotrichaceae	Orthotrichum affine Schrad. ex Brid.	LC	eph
Orthotrichaceae	Orthotrichum anomalum Hedw.	LC	epl
Orthotrichaceae	Orthotrichum cupulatum Hoffm. ex Brid.	LC	epl
Orthotrichaceae	Orthotrichum diaphanum Schrad. ex Brid.	LC	epl-eph
Orthotrichaceae	Orthotrichum lyelii Hook. & Taylor	LC	eph
Orthotrichaceae	Orthotrichum obtusifolium Brid.	LC	epl-eph
Pottiaceae	Barbula convoluta Hedw.	LC	epl
Pottiaceae	Bryoerythrophyllum recurvirostre (Hedw.) P.C. Chen	NE	epl
Pottiaceae	Didymodon rigidulus Hedw.	LC	epl
Pottiaceae	Didymodon vinealis var. luridus (Hornsch.) R.H. Zander	LC	epl
Pottiaceae	Pseudocrossidium revolutum (Brid.) R. H. Zander	CR	epl
Pottiaceae	Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.	LC	epl
Pottiaceae	Tortula muralis Hedw.	LC	epl
Pottiaceae	Tortula papillosa Wilson	LC	eph
Pottiaceae	Tortula ruralis (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb	NE	epl-eph
Pottiaceae	Tortula virescens (De Not.) De Not.	LC	epl
Pottiaceae	Tortula sp	-	epl
Pterigynandraceae	Pterigynandrum filiforme Hedw.	LC	eph
Frullaniaceae	Frullania dilatata (L.) Dumort.	LC	eph
Lunulariaceae	Lunularia cruciata (L.) Dumort.	LC	epl
Metzgeriaceae	Metzgeria furcata (L.) Corda	LC	epl-eph
Porellaceae	Porella platyphylla (L.) Pfeiff.	NE	epl-eph
Radulaceae	Radula complanata (L.) Dumort.	NE	eph



Figure 2 : Leucodon sciurioides sur un vieux mur (photo : J. Steffen)



Figure 3 : Tortula ruralis (photo : J. Steffen)

	1	4	3	11	5	13	10	12	8	9	16	17	14	18	20	19	15	6	2	7	8	7
Gri. pul						x	x		x	x	x	x										
Tor. mur						x		x	x	x	x	x	x									
Hom. ser							x	x	x	x		x	x					x				
Ort. ano						x	x	x	x		x		x	x	x	x	x					
Ano. vit												x			x	x	x					
Por. pla									x	x		x	x		x						x	
Did. rig		x		x						x	x	x	x	x								
Ort. dia											x	x	x	x	x							
Bry. arg		x	x		x								x	x								
Ort. obt.												x										
Tor. pap																						
Fru. dil																						
Ort. aff																						
Ort. lye																						
Tor. rur								x	x			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Hyp. cup								x	x			x	x		x	x						
Bry. cap							x			x	x	x	x	x	x	x	x		x			
Leu. sci								x		x								x		x	x	x
Diversité	5	3	5	2	2	3	5	8	9	9	6	16	18	6	14	10	5	5	7	6	3	2

Tableau 2 : Extrait du tableau de végétation présentant les groupes différentiels encadrés.

seulement sont présentes. La plupart de ces espèces sont classées non menacées selon la liste rouge (SCHNYDER *et al.*, 2004). Seules deux d'entre elles sont dites vulnérables (VU) et une en danger d'extinction (CR). *Octodiceras fontanum* (VU), mousse aquatique, n'a été observé que peu de fois, en 2004 et 2005 au nord-est du lac de Neuchâtel, ainsi qu'à deux reprises, antérieurement, au bord du lac Majeur. *Amblystegium fluviatile* (VU) est, quant à lui, plus fréquent dans la partie nord de la Suisse principalement. On peut expliquer la présence de ces espèces peu fréquentes, observées dans la zone du bord du lac de Neuchâtel, par la situation géographique de celui-ci plutôt que par la qualité de son eau. En ce qui concerne l'espèce *Pseudocrossidium revolutum* (CR), elle

est plutôt bien présente dans le nord de la Suisse mais son statut indique une baisse de la population au cours du temps et donc un danger potentiel d'extinction.

Les analyses phytosociologiques des espèces de bryophytes révèlent quatre groupes ou associations composés de relevés possédant un cortège d'espèces similaires (tab. 2). Le groupe en brun est composé des espèces ubiquistes, possédant également les fréquences les plus élevées. Ce groupe n'apporte rien à la classification car il ne possède pas de caractéristiques écologiques propres. Le groupe en vert n'est formé que d'espèces épiphytes et ressort nettement dans le tableau. Il reflète des conditions de lumière moyennes, un taux d'humidité et de nutriments faible. Les arbres hébergeant les

24	10	17	20	6	23	19	11	18	9	4	5	16	14	21	22	12	13	15	fréquence	constance
																			6	15
																			7	17
																			7	17
																			10	24
					x														5	12
x																			7	17
																			7	17
							x	x											7	17
																			5	12
						x	x	x	x	x	x	x	x	x					9	22
					x	x	x	x	x	x					x				7	17
			x	x			x	x	x	x									6	15
	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x			13	32
x	x	x		x			x	x	x	x	x	x		x					11	27
	x		x		x						x		x						17	41
x		x	x	x		x		x	x		x								14	34
			x		x														12	29
x			x	x	x		x		x	x	x	x							15	37
7	3	3	7	4	6	4	6	8	7	5	6	4	3	3	1	1	0	0		

bryophytes, aussi appelés «phorophytes», de par leurs propriétés physico-chimiques, induisent en effet un microclimat sur ces dernières. Enfin, les groupes en jaunes englobent la partie restante, soit les espèces croissant au sol ou sur les murs, plus localisées. Le groupe en jaune foncé, mieux défini, est caractérisé par des conditions plutôt xéro-thermophiles, soit un rayonnement assez élevé, une faible humidité et un taux de nutriments variable. Celui en jaune clair, moins compact, est cependant dépendant de conditions eutrophes, moyennes à fortes, d'une humidité plus élevée et d'un ensoleillement toujours assez fort. Ces deux groupes prennent en compte les relevés de la partie supérieure du transect, soit à partir de la zone du château jusqu'à la forêt. La zone du bord du lac, pourtant caractérisée par des conditions hygrophiles élevées, ne ressort

pas bien et n'a donc pas présenté de groupe à part entière. Elle bénéficie d'un moins grand nombre de relevés et est composée principalement d'espèces accidentelles.

On s'aperçoit que la biodiversité n'est pas directement proportionnelle à l'éloignement du centre de la ville, comme on aurait pu s'y attendre, mais que trois zones situées plutôt dans les hauteurs de la ville se détachent par leur diversité particulièrement élevée. Il s'agit de la rue de Comba-Borel avec 18 espèces, celle du Clos-des-Auges avec 16 espèces et enfin le point de référence, la forêt en haut de l'avenue des Cadolles avec 14 espèces. On peut pourtant l'expliquer aisément par la présence de vieux murs dans les deux rues et par la forêt très proche de la ville pouvant, entre autre, offrir ainsi refuge aux espèces de la ville ainsi qu'à celles plus sensibles à la

pollution. La forêt apparaît en effet, selon le bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse (2009), comme le milieu le plus riche en bryophytes. Il est difficile d'avoir un point de vue plus objectif sur la richesse spécifique trouvée dans cette étude puisque peu de travaux de ce type ont été réalisés auparavant. Il est cependant intéressant de noter que, dans l'étude de PAPERT (1990) portant sur 94 phorophytes en ville de Genève, 21 espèces de bryophytes ont été identifiées entre 0 et 1,5 mètre du sol, appartenant à onze genres. Parmi elles, seule une hépatique a été identifiée. La richesse de la ville de Neuchâtel apparaît donc nettement supérieure puisque, sur 21 arbres, on dénombre déjà seize espèces de bryophytes dont quatre hépatiques. On pourrait accuser le choix des espèces d'arbres ou le type d'échantillonnage mais cette étude genevoise s'est faite également à partir de la méthode IAP et les espèces de phorophytes relevées pour notre étude sont présentes également dans l'autre.

CONCLUSION- PERSPECTIVES

La ville de Neuchâtel héberge une flore bryophytique riche due aux nombreux microclimats et structures dont elle dispose. Le lac, les vieux bâtiments et la proximité de la nature sont autant de facteurs favorables à l'établissement des bryophytes. Pour conserver cette flore particulière, il serait important de conserver les milieux riches en espèces comme les vieux murs (fig. 2) et surtout de ne pas essayer de les éradiquer lors de nettoyages. Ces végétaux ne sont absolument pas néfastes à la conservation des constructions mais, au contraire, les préservent de l'érosion tout en les embellissant.

En ce qui concerne les groupes de bryophytes obtenus par la méthode phytosociologique, de plus amples analyses statistiques auraient permis d'augmenter la précision de la méthode. La dernière étape de la méthode qui consiste à rattacher les groupes obtenus

avec des groupes déjà décrits dans la littérature manque également. Ces démarches supplémentaires n'ont pas pu être effectuées faute de temps.

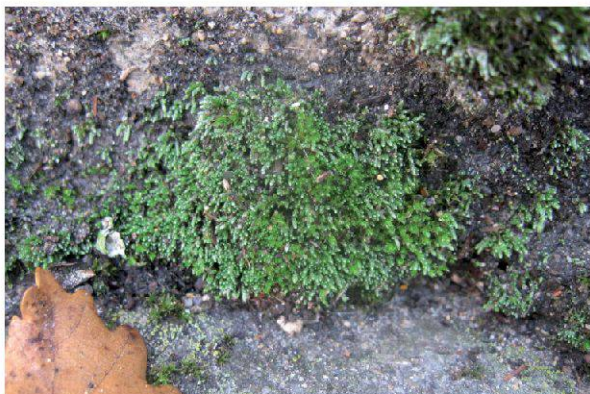
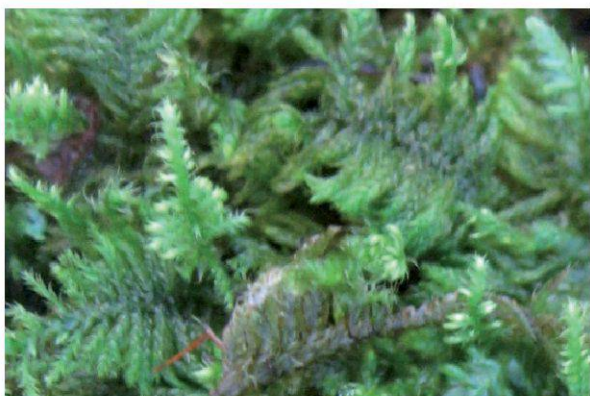
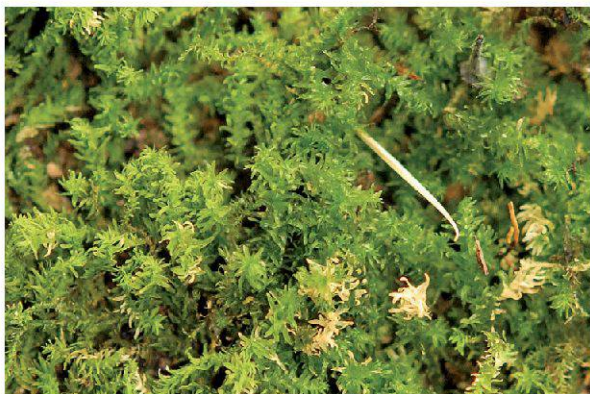
L'étude n'ayant été faite que le long d'un transect, il serait très intéressant de l'élargir à une plus grande échelle. Les bryophytes épigées poussant sur la terre, par exemple, n'ont pas été prises en compte puisqu'elles ne se trouvent pas dans le transect. Pour rendre cette étude plus représentative il faudrait échantillonner plus de milieux différents, comme le jardin botanique qui possède un grand nombre d'endroits propices à l'établissement des bryophytes.

REMERCIEMENTS

Je remercie Blaise Mulhauser d'avoir initié ce projet, François Felber pour m'avoir permis de loger et travailler au jardin botanique durant la période du travail de terrain, Camille Truong de m'avoir transmis ses figures et sa documentation sur la méthode IAP, Edi Urmi et Norbert Schnyder pour avoir vérifié quelques espèces de bryophytes, Sylvie Duret pour s'être penchée avec moi sur la partie phytosociologique du traitement des données et Jean-Michel Gobat pour la relecture et correction du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- AMANN, J. & MEYLAN, C. 1918 Flore des mousses de la Suisse. *A., I.R.S.*, Lausanne.
- AUDE, E. & EJNAES, R. 2005 Bryophyte colonisation in experimental microcosms : the role of nutrients, defoliation and vascular vegetation. *Oikos* 109: 323-330.
- GILLET, F., FOUCAULT, B.D., JULVE, P. 1991 La phytosociologie synusiale intégrée : objet et concepts. *Candollea* 46 : 315-340.
- GLIME, J. 2006 Bryophyte ecology. <http://www.bryoecol.mtu.edu/>.
- HARMENS, H. *et al.* 2010 Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition : spatial patterns and temporal trends in Europe. *Environmental Pollution* 158, Issue 10, 3144-3156.
- LACHAT, T., PAULI, D., GONSETH, Y., KLAUS, G., SCHEIDEGGER C., VITTOZ, P., WALTER, T. 2011 Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Collection Bristol. Volume 25
- LANDOLT *et al.* 2010 Flora indicativa. *Haupt*. Editions des Conservatoires et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- PAPERT, A. 1990 Bryophytes corticoles dans le canton de Genève : aperçu floristique et bioindication. *Saussurea*: 21, 123-146.
- PARISOD, C. & STREIFF, A. 2002 Contribution à l'étude de l'écologie des bryophytes dans les champs cultivés du Chablais vaudois. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 88 : 1-17.
- PATON, J.A. 1999 The liverwort flora of the british isles. Harley books
- NASH, T.H. & WIRTH, V. 1988 Lichens, bryophytes and air quality. *J. Cramer* (Berlin).
- NISM 2008 Nationales Inventar der Schweizer Moosflora <http://www.nism.uzh.ch/index.php?content=monitoring&lang=en>
- SCHNYDER, N., BERGAMINI, A., HOFMANN, H., MÜLLER, N., SCHUBIGER-BOSSARD, C., URMI E. 2004 Liste rouge des bryophytes menacées en Suisse. *Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP*.
- STEVENSON, C.R. & HILL, M.O. 2008 Urban myths exploited : results of a bryological survey of king's Lynn (Norfolk, UK) *J. Bryol.* 30 : 12-22
- SMITH, A.J.E. 2004 The moss flora of Britain and Ireland. *Cambridge*. 2eme Ed.
- TRUONG, C. 2013 Les lichens de la ville de Neuchâtel – Inventaire et étude de bio-indication. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 133 : 21-48.



Page 74 (de haut en bas et de gauche à droite):
Anomodon viticulosus, *Ctenidium molluscum*, *Brachythecium rutabulum*, *Bryum argenteum*, *Encalypta streptocapa*, *Grimmia pulvinata*, *Homalothecium sericeum*

Page 75 (de haut en bas et de gauche à droite):
Hypnum cupressiforme, *Neckera complanata*, *Orthotrichum anomalum*, *Orthotrichum lyelii*, *Orthotrichum obtusifolium*, *Porella platiphylla*, *Pterigynandrum filiforme*, *Tortella tortuosa*.
 (Photos J. Steffen et B. Mulhauser)

