Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 24 (2011)

Artikel: Les lichens terricoles de Suisse
Autor: Vust, Mathias
Kapitel: 2: Matériel et méthode
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-320075

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: 03.07.2025

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

2. Matériel et méthode

2.1 Introduction

C'est, à notre connaissance, la première fois qu'une cartographie nationale est spécialement dédiée aux lichens terricoles. Il n'existe donc pas de référence méthodologique. Sur la base de travaux de terrain préliminaires, menés en 1995, dans toute la Suisse romande, il est remarqué que les stations de lichens terricoles sont très dispersées et les espèces plutôt rares. La méthode établie par DIETRICH & SCHEIDEGGER (1997a) pour les lichens épiphytes de Suisse semble inadaptée aux lichens terricoles, sur deux points importants.

• Les relevés, dits représentatifs, portent sur des placettes d'observation permanente de la forêt (EAFV & BFL 1988), l'orientation est donc nettement forestière. Ces relevés portent sur des surfaces de 500 m^2, soit 12,62 m à la ronde, autour d'un point central, défini par les intersections du grillage topographique kilométrique. Il était à craindre qu'une maille aussi restreinte ne permette pas de trouver les lichens terricoles.

• Les relevés complémentaires portent sur 56 surfaces de 400 km^2, représentant 50 % de la Suisse. Ces surfaces paraissaient trop grandes pour être parcourue entièrement, en vue d'une représentativité concernant les lichens terricoles.

Par contre, elle donne l'exemple d'un échantillonnage qui cherche à être représentatif pour toute la Suisse. Après réflexion, il est décidé de mettre au point une nouvelle méthode d'inventaire des lichens terricoles, spécialement adaptée à ces organismes et à leurs particularités.

2.1.1 Cahier des charges

Du point de vue qualitatif, il s'agit d'abord de faire l'inventaire actuel des espèces terricoles et des milieux qui leur sont favorables en Suisse, afin de le comparer avec les données passées issues de la littérature et des herbiers. L'ensemble des données récoltées doit permettre de connaître au mieux la répartition des espèces et de comprendre leurs caractéristiques écologiques.

Du point de vue quantitatif, la méthode utilisée doit permettre l'étude de la Suisse entière, par un échantillonnage qui permette de généraliser les résultats liés aux observations et qui réponde à des exigences de standardisation, afin de permettre des analyses statistiques. Idéalement, cette méthode devrait permettre de quantifier l'abondance et la diversité des espèces dans un milieu donné, pour une région donnée ou la Suisse entière. Plus encore, cette méthode doit être reproductible dans le temps, afin de cerner l'évolution de ces lichens et le déclin éventuel des populations, ceci notamment afin de pouvoir tirer des résultats une liste rouge des lichens terricoles de Suisse (voir CLERC & VUST 2002).

2.2 L'unité d'échantillonnage : le paysage végétal

La Suisse a été divisée en 6 zones biogéographiques définies comme homogènes quant à la flore et une partie de la faune par GONSETH *et al.* (2001) (figure 2). Il s'agit donc d'unités naturelles et homogènes à leur échelle, mais encore un peu grande pour servir de base d'échantillonnage. Pour chercher cette unité d'échantillonnage, j'ai réfléchi aux caractéristiques des lichens terricoles. Confrontés à la concurrence des plantes à fleurs, ils ne se trouvent que là où des facteurs édaphiques défavorables aux plantes réduisent cette concurrence. Les lichens jouent alors le rôle de pionniers sur des portions de sol encore dépourvues de végétation fermée (SCHÖLLER 1997). Si des lichens sont liés à ces milieux pionniers, alors ils sont peut-être liés aux successions de végétations qui y démarrent. En Suisse, un sol nu est colonisé par les plantes pionnières, bientôt envahies par la prairie, dans laquelle progresseront les buissons, eux-mêmes bientôt surpassés par la forêt, à l'exception des hautes altitudes. Cette dynamique naturelle de la végétation mène des zones pionnières au climax, puis à nouveau aux zones pionnières suite à un événement catastrophique. Par définition, le climax est le stade de végétation à l'équilibre avec les conditions climatiques de l'endroit. Suivant le climat, l'altitude ou la géologie, la succession de végétations, et le climax auquel elle aboutit, diffèrent. Les zones à même climax sont donc des zones homogènes quant à la topographie, la géologie et le climat, ce qui conduit à la formation d'un même sol, sur lequel se développe une seule succession de végétations, menant à un seul climax. Pour la Suisse, une cartographie des unités climaciques a été réalisée sous le nom de cartographie des paysages végétaux de Suisse (HEGG *et al.* 1993). Cette cartographie présente des unités de végétation potentielle et non un état de la végétation à un moment donné. Elle présente donc l'intérêt d'offrir des unités naturelles et homogènes, représentatives de tous les types de conditions géoclimatiques existant en Suisse, et permet d'intégrer le caractère potentiellement éphémère des populations lichéniques terricoles. En outre, ces unités permettent d'obtenir un système arborescent particulièrement intéressant, uni par des liens biologiques et composé d'unités homogènes, à leur échelle, elles-mêmes composées de sous-unités, homogènes à leur plus petite échelle. La Suisse composée des 6

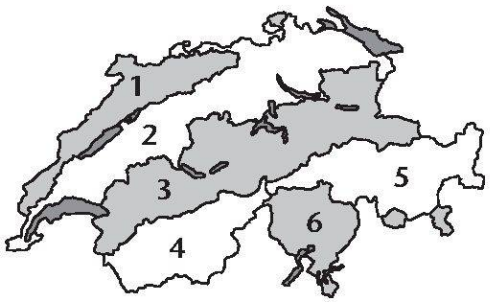
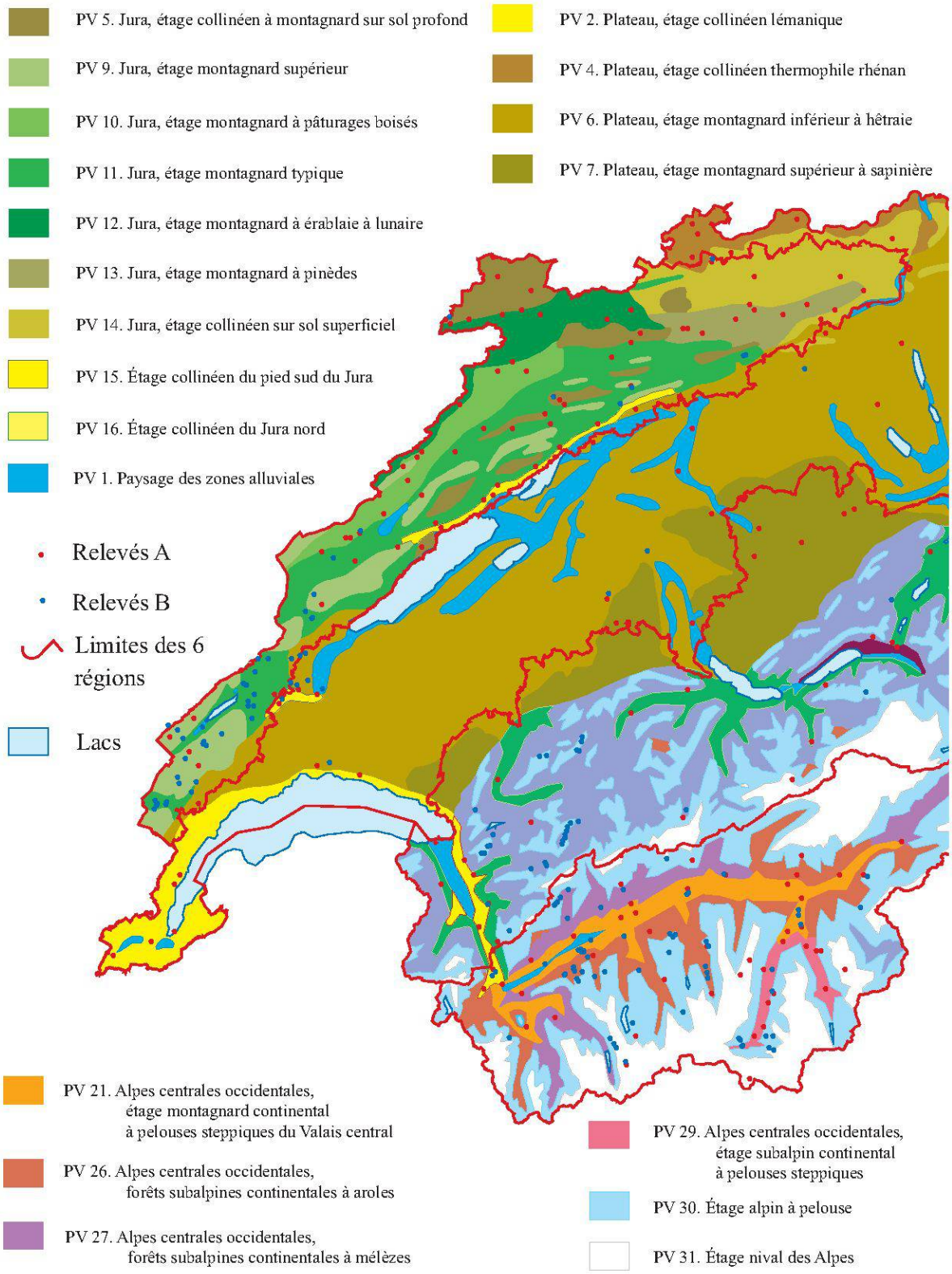


Figure 2. Les 6 zones biogéographiques de la Suisse, d'après GONSETH *et al.* (2001). 1 : le Jura, 2 : le Plateau, 3 : le nord des Alpes, 4 : les Alpes internes occidentales, 5 : les Alpes internes orientales et 6 : le sud des Alpes.


PV 5. Jura, étage collinéen à montagnard sur sol profond
PV 9. Jura, étage montagnard supérieur
PV 10. Jura, étage montagnard à pâturages boisés
PV 11. Jura, étage montagnard typique
PV 12. Jura, étage montagnard à érablaie à lunaire
PV 13. Jura, étage montagnard à pinèdes
PV 14. Jura, étage collinéen sur sol superficiel
PV 15. Étage collinéen du pied sud du Jura
PV 16. Étage collinéen du Jura nord
PV 1. Paysage des zones alluviales
PV 2. Plateau, étage collinéen lémanique
PV 4. Plateau, étage collinéen thermophile rhénan
PV 6. Plateau, étage montagnard inférieur à hêtraie
PV 7. Plateau, étage montagnard supérieur à sapinière
Relevés A
Relevés B
Limites des 6 régions
Lacs
PV 21. Alpes centrales occidentales, étage montagnard continental à pelouses steppiques du Valais central
PV 26. Alpes centrales occidentales, forêts subalpines continentales à aroles
PV 27. Alpes centrales occidentales, forêts subalpines continentales à mélèzes
PV 29. Alpes centrales occidentales, étage subalpin continental à pelouses steppiques
PV 30. Étage alpin à pelouse
PV 31. Étage nival des Alpes

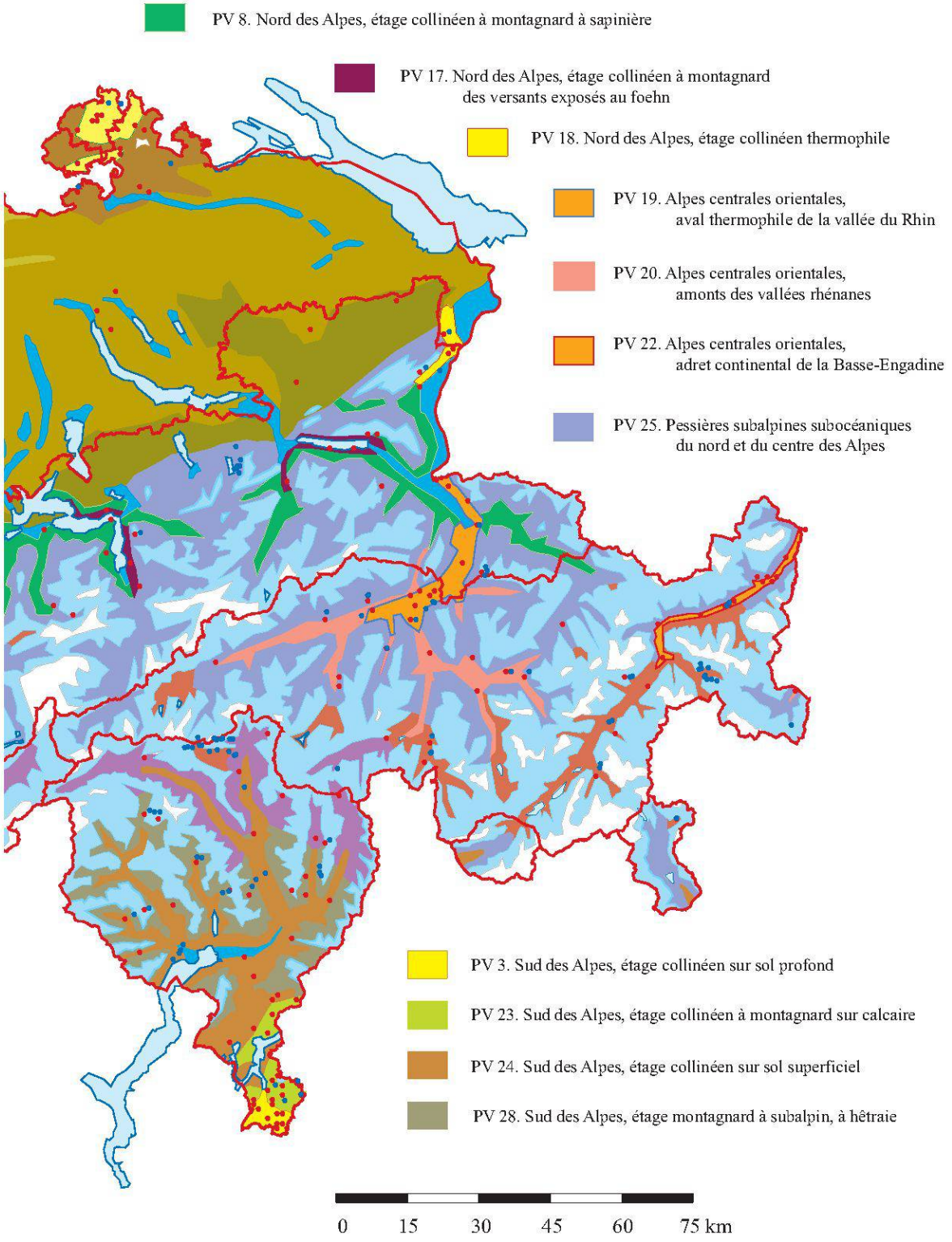


Figure 3. Carte des paysages végétaux de Suisse, d'après HEGG *et al.* (1993) avec les relevés A et B effectués.

grandes régions biogéographiques compose le premier niveau. Chaque région est ensuite subdivisée en plusieurs paysages végétaux, eux-mêmes composés d'une succession de milieux, qui leur est propre, menant de la zone pionnière au climax. Cette arborescence permet de généraliser les données obtenues, en passant d'une échelle à l'autre, tout en conservant les liens écologiques et biologiques. Voir la carte des paysages végétaux sur la figure 3 et la figure 4.

2.2.1 Plan d'échantillonnage

La Suisse d'abord divisée selon les 6 régions biogéographiques, définies par GONSETH *et al.* (2001), a ensuite été stratifiée selon les 31 unités de paysages végétaux définis par HEGG *et al.* (1993). Pour traiter de manière égale les unités de paysages végétaux, dont la surface varie de 47 km^2 à plus de 8000 km^2, il a été décidé d'y appliquer un échantillonnage aléatoire simple équitable. Cette méthode présente donc un échantillonnage aléatoire de la Suisse, stratifié selon les paysages végétaux.

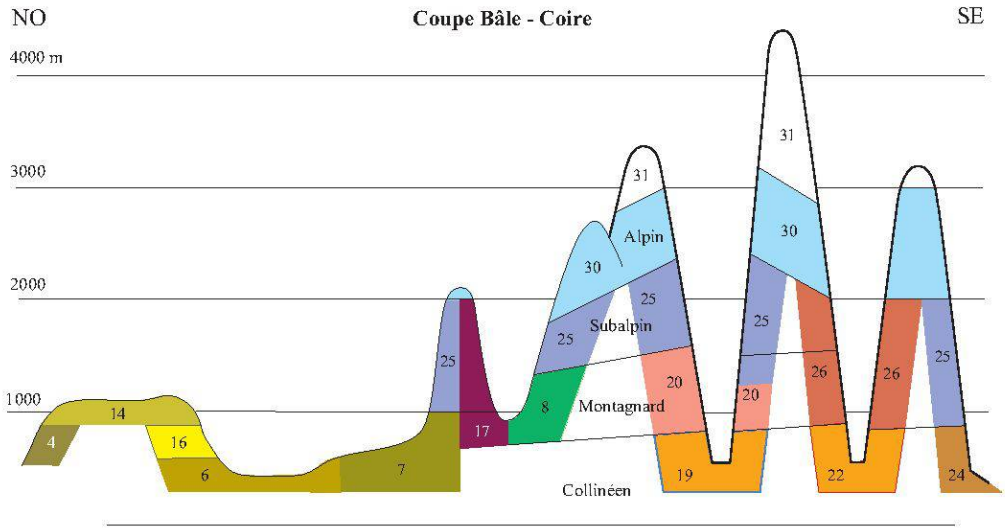
Le kilomètre carré a été choisi comme unité de relevé. Encore homogène quant aux variables climatiques, prises à l'échelle de la Suisse, elle offre un bon intermédiaire, ni trop fin pour ne jamais contenir de lichens terricoles, ni trop grand pour ne pouvoir être parcouru entièrement en une seule journée. Étant l'unité topographique des cartes au 1 : 25000, c'est en outre une maille pratique.

L'échantillonnage se compose de 10 relevés de 1 km^2, tirés au hasard sur la surface de chaque paysage végétal. Ce tirage au sort a été effectué grâce à un générateur aléatoire de nombres, programmé pour tirer des paires de coordonnées. L'image obtenue gagne en représentativité statistique, ayant intégré tous les milieux présents, qu'ils soient naturels ou non, et toute la flore lichénique qui y est liée, espèces rares comme fréquentes. Ces 10 km^2 constituent le compromis choisi pour tendre vers la représentativité maximale des milieux et des espèces présents dans les unités, compte tenu du temps à disposition pour cette étude.

2.2.2 Relevés A

Les paysages végétaux étant des unités naturelles et non orthogonales, il a fallu considérer des demi-km^2 pour tenir compte des cas où une partie des km^2 tirés au sort se trouvait soit sur un territoire extra-national limitrophe, soit sur un autre paysage végétal, soit sur un lac. Les 10 relevés théoriques sont alors devenus 10 ± 0,5 km^2 par paysage végétal. La surface totale de ces relevés, appelés relevés A (URMI *et al.* 1990), s'élève à 311,5 km^2 (tableaux 2 et 3). Ils constituent l'échantillonnage aléatoire stratifié.

Le travail sur le terrain s'est déroulé de la manière suivante. Le km^2, photocopié en couleur à 200 % (figure 5), constituait la base sur laquelle je préparais un itinéraire idéal qui me permette de visiter chaque milieu présent. Il



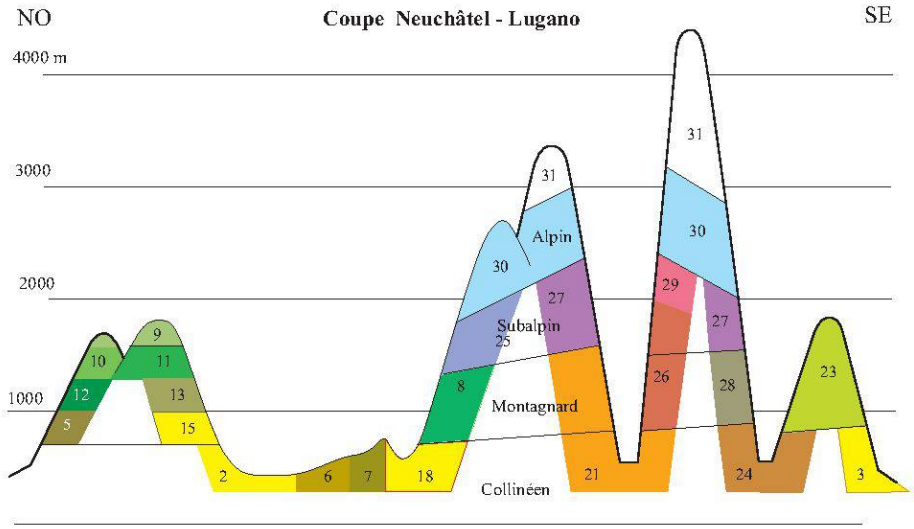


Figure 4. Coupes schématiques à travers la Suisse, représentant le relief et la position altitudinale des différents paysages végétaux (pour les légendes voir figure 3).

Tableau 2. Nombre de relevés A (en km^2) et B effectués par paysage végétal (PV).

PV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	10	10	10,5	10	10	10	10	10,5	10	10	10	9,5	9,5	10	10	10
B	1	6	0	2	2	7	0	0	26	0	39	1	2	0	29	3

PV	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
A	10	9,5	10	10,5	10	10,5	10	10	10	10	10,5	10	10	10,5	10
B	1	13	4	5	35	8	5	20	57	66	16	13	19	122	4

s'agissait en effet de se rendre d'abord compte si des lichens pouvaient y exister. Si je m'apercevais, sur place, que le champ avait été labouré, que la forêt était trop sombre ou trop en pente ou que la prairie ne contenait aucun affleurement, je me contentais de le noter sur ma feuille de relevé. Si le milieu pouvait présenter des structures favorables, je les cherchais ainsi que les lichens qui pouvaient s'y trouver. Toute localité comportant des lichens était reportée sur la feuille de relevé. Dans le cas où des échantillons étaient prélevés, toutes les informations utiles étaient reportées sur l'enveloppe comportant les échantillons. Si les espèces rencontrées étaient aisément reconnaissables et bien connues, les informations étaient saisies sur la feuille de relevé et un carnet de terrain, sans prendre d'échantillon. Toutes les localités comportant des lichens étaient reportées sur la feuille de relevé, mais les espèces étaient réunies par milieu et par structure (voir la définition d'une station, § 2.1.4). Je ne pouvais pas regarder à la loupe chaque centimètre carré de la surface; mais on s'aperçoit très vite que cela n'est pas nécessaire, tant les milieux défavorables aux lichens terricoles sont abondants. Il fallait néanmoins vérifier sur place que le milieu était bien défavorable. Je me suis par contre beaucoup plus attardé sur les localités où il y avait des lichens terricoles, essayant d'y relever toutes les espèces présentes, même les moins visibles. À force de parcourir le territoire, on apprend à connaître les structures favorables et à les repérer de loin. Il faut toutefois se méfier de l'expérience acquise, qui nous découragerait d'aller voir un milieu, sous prétexte qu'il ne peut logiquement pas contenir de lichens, ce qui est vrai dans le 99 % des cas. Il convient de garder dans sa tête une place pour les exceptions et les surprises; d'avoir à parcourir le km^2 pour passer d'un milieu à l'autre permet justement d'en rencontrer, comme ce *Thrombium epigaeum* récolté dans un pâturage gras, sans le moindre affleurement et abondamment piétiné par le bétail; il poussait sur la terre nue de l'ornière verticale provoquée par les sabots d'une vache!

De parcourir complètement un km^2 est quasiment toujours possible en plaine et on se fait assez vite une bonne idée des endroits où il peut y avoir des lichens et de ceux où il n'y en a pas. C'est beaucoup plus difficile en montagne. Les structures favorables peuvent être très localisées, peu visibles à distance ou peu accessibles. De tels relevés ont demandé de 1 heure pour les plus aisés, à plus de 8 heures pour les plus difficiles à parcourir ou les plus riches. Ce temps ne considère toutefois que le parcourt du km^2 lui-même, auquel il faut souvent ajouter un certain temps pour accéder au km^2 et en revenir. Néanmoins, aucun relevé n'a demandé plus d'une journée de travail; il a même souvent été possible d'en faire 2, éventuellement 3, par jour. Environ 2325 km ont été parcourus à pied sur les seuls relevés A, pour 84 240 m de dénivelé positif, et autant pour la redescente!

De parcourir ainsi le terrain prend du temps, mais, les lichens terricoles étant rares, cela donne aussi le temps de réfléchir en marchant sur les causes des présences ou absences de lichens. Cela permet de voir les lichens à l'état

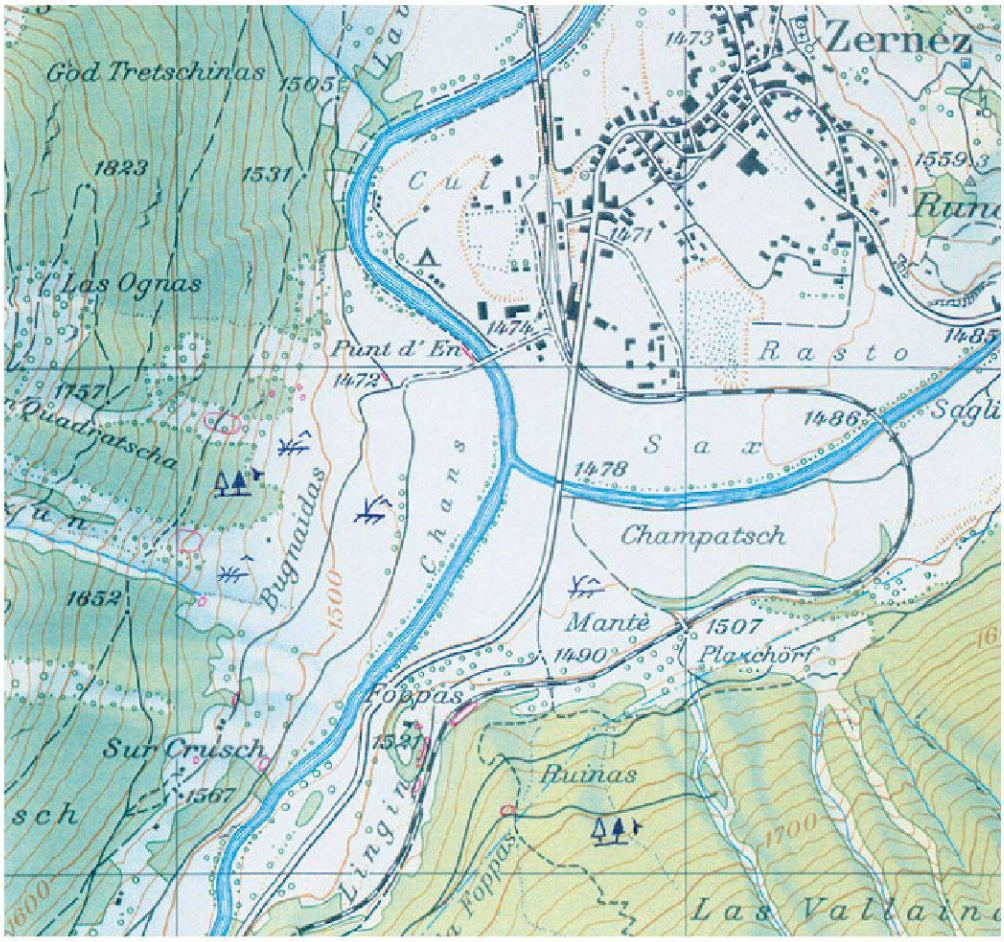


Figure 5. Exemple de relevé A d'un km² dans le paysage végétal n° 22 à Zernez (coordonnées 802/174, angle inférieur gauche). En rouge figurent la localisation des lichens terricoles et en bleu les indications sur la végétation (reproduit avec l'autorisation de swisstopo BA110425).

humide, à l'état sec ou en train de sécher, ce qui les fait souvent changer de couleur. On voit plusieurs individus d'une même espèce, d'âge différents, dans des conditions différentes, ce qui permet de se faire une idée de la variabilité morphologique des espèces ou des conditions favorables à une espèce. De visiter le km² entier permet de rapporter une image complète de la végétation et de la présence, comme de l'absence, de lichens terricoles. Le tout reste lisible de manière synthétique sur la feuille de relevé, comportant le fond topographique, les indications de végétations, représentées par des idéogrammes (Vust 1998) en bleu et les localités de lichens en rouge (voir figure 5).

2.2.3 Relevés B

À côté des relevés statistiques A, un certain nombre de relevés floristiques dits B ont été réalisés selon un échantillonnage préférentiel, soit sur le chemin menant aux relevés A, soit dans des endroits connus ou soupçonnés riches en

Tableau 3. Coordonnées (X et Y) des 311,5 km² composant les relevés A, classés par paysage végétal (PV), avec mention de la surface (S) en km² et des totaux par paysage végétal.

X	Y	S
PV 1		
568	113	0.5
568	209	0.5
589	220	0.5
590	224	0.5
595	120	1
598	121	0.5
598	227	0.5
607	214	0.5
610	182	0.5
610	223	1
641	129	0.5
647	249	0.5
649	228	0.5
683	247	0.5
687	251	0.5
690	194	0.5
757	210	0.5
757	238	0.5
		10
PV 2		
488	112	1
495	121	1
496	115	1
496	121	1
501	117	1
501	127	1
502	129	1
505	142	1
531	152	1
540	150	0.5
555	144	0.5
		10
PV 3		
716	80	0.5
717	79	1
719	77	1
719	83	1
720	80	1
720	81	1
721	75	1
721	76	0.5
721	78	1
722	76	1
722	78	1
723	75	0.5
		10.5
PV 4		
610	259	1
610	266	1
611	264	1
632	267	1
662	272	1
679	272	1
681	274	1
681	282	1
692	273	0.5
693	285	1
694	272	0.5
		10
PV 5		
553	198	1
557	202	0.5
558	246	1
563	246	0.5
568	259	1
569	255	1
572	223	0.5
574	248	0.5
576	252	1
579	226	1
582	229	1
599	243	1
		10
PV 6		
506	144	1
523	165	0.5
589	220	0.5
592	187	1
598	227	0.5
607	214	0.5
610	182	0.5
638	243	0.5
647	249	0.5
649	228	0.5
654	241	1
683	247	0.5
686	243	1
687	251	0.5
692	273	0.5
694	272	0.5
		10
PV 7		
594	182	1
614	205	1
623	196	1
624	202	1
633	199	1
642	205	1
644	206	1
725	232	1
728	243	1
746	249	1
		10
PV 8		
565	118	1
569	149	1
609	168	1
635	157	1
660	197	1
672	201	1
674	185	1
685	196	1
686	203	1
742	221	0.5
751	231	1
		10.5
PV 9		
500	158	1
504	155	1
505	162	1
506	152	1
515	172	1
532	186	1
548	198	1
549	215	1
553	209	1
580	224	0.5
597	232	0.5
		10
PV 10		
537	200	1
538	200	1
544	209	1
545	205	1
550	212	1
552	217	1
553	218	1
569	235	1
572	237	1
575	235	1
		10
PV 11		
522	167	0.5
532	197	1
539	195	1
540	201	1
560	218	1
566	223	1
572	223	0.5
580	224	0.5
583	228	1
593	238	1
597	232	0.5
597	241	1
		10
PV 12		
552	219	1
559	245	0.5
561	228	1
563	246	0.5
568	240	1
570	247	1
574	248	0.5
578	247	1
586	251	1
592	246	1
597	248	1
		9.5
PV 13		
608	244	1
609	244	1
612	243	1
619	246	1
622	249	1
623	248	1
629	247	1
634	249	1
640	248	0.5
646	252	1
		9.5
PV 14		
614	258	1
618	260	1
623	255	1
626	259	1
632	240	1
637	246	1
638	243	0.5
640	248	0.5
641	255	1
652	263	1
665	268	1
		10
PV 15		
522	167	0.5
523	165	0.5
524	167	1
527	168	1
531	167	1
556	203	1
566	208	1
568	209	0.5
569	211	1
577	215	0.5
580	216	0.5
581	217	0.5
582	219	0.5
590	224	0.5
		10
PV 16		
679	278	1
679	285	1
682	287	1
683	287	1
683	288	1
684	288	1
684	291	1
688	280	1
688	281	1
691	286	1
		10
PV 17		
648	179	1
652	178	1
653	177	1
685	205	0.5
690	194	0.5
691	200	1
692	189	1
723	211	1
732	218	1
737	218	1
740	221	0.5
742	221	0.5
		10
PV 18		
562	132	1
564	129	1
566	105	1
567	123	1
568	109	1
568	113	0.5
569	115	1
751	234	0.5
756	242	1
757	238	0.5
758	239	1
		9.5
PV 19		
741	184	1
749	182	0.5
749	187	1
750	185	1
751	188	1
753	187	1
754	188	1
757	210	0.5
760	194	1
761	207	1
763	202	1
		10
PV 20		
708	173	1
731	182	1
734	168	1
734	170	0.5
740	186	1
744	176	0.5
753	175	1
762	174	1
763	167	1
769	171	1
770	171	1
773	170	0.5
		10.5
PV 21		
570	106	0.5
576	111	1
585	116	1
597	123	1
598	121	0.5
609	126	1
617	129	1
630	117	0.5
632	129	1
633	124	1
641	129	0.5
654	136	1
		10
PV 22		
801	181	1
802	174	1
810	183	0.5
815	185	0.5
817	186	1
822	191	1
823	190	1
824	191	1
825	190	0.5
826	191	0.5
828	195	1
830	167	1
832	201	0.5
		10.5
PV 23		
716	81	1
719	95	0.5
720	85	1
720	99	1
721	86	1
722	82	1
722	84	1
725	102	0.5
725	85	1
726	82	1
726	84	1
		10
PV 24		
689	119	0.5
692	112	1
704	131	0.5
711	93	1
714	111	1
716	107	1
716	137	1
716	96	1
720	102	1
721	103	1
732	123	1
		10
PV 25		
557	127	1
576	140	1
597	163	1
638	169	0.5
678	183	1
734	170	0.5
743	210	0.5
744	176	0.5
749	182	0.5
773	170	0.5
781	181	1
816	185	1
825	190	0.5
826	191	0.5
		10
PV 26		
575	97	1
589	112	0.5
601	117	1
604	107	1
613	114	0.5
633	133	1
646	129	1
753	156	1
788	149	0.5
792	158	0.5
799	168	0.5
805	140	1
815	185	0.5
		10
PV 27		
574	104	1
581	99	0.5
595	127	1
610	132	0.5
693	153	1
713	150	1
719	158	0.5
722	145	1
729	136	1
731	135	1
734	145	1
744	157	1
		10.5
PV 28		
689	119	0.5
693	121	1
693	141	1
696	140	0.5
699	122	1
704	131	0.5
711	125	1
715	124	0.5
724	115	1
724	125	1
727	124	1
727	128	1
		10
PV 29		
623	95	1
625	97	1
626	102	1
627	104	1
629	115	1
630	117	0.5
633	118	1
634	114	0.5
636	113	1
637	113	1
638	105	1
		10
PV 30		
581	99	0.5
589	112	0.5
610	132	0.5
613	114	0.5
625	109	1
634	114	0.5
638	169	0.5
696	140	0.5
715	124	0.5
743	210	0.5
751	234	0.5
752	152	1
764	192	1
788	149	0.5
792	158	0.5
794	170	1
799	168	0.5
		10.5
PV 31		
595	133	1
596	89	1
598	95	1
608	141	1
614	104	1
620	108	1
622	111	1
622	86	1
631	149	1
642	109	1
		10

lichens, soit encore au hasard d'une excursion. Ces relevés ont pour but de compléter les relevés statistiques, pour les espèces rares ou pour des milieux qui ne seraient pas apparus dans les 311,5 km^2 tirés au sort. C'est le cas en particulier des tourbières, milieu azonal, rare en Suisse, qui, n'étant lié à aucune succession climacique, n'est concentré dans aucune unité particulière de paysage végétal.

Ces relevés ont été effectués chaque fois que s'est présentée l'opportunité de visiter un nouvel endroit et que des lichens terricoles ont été découverts. Cela explique l'énorme disproportion des relevés suivant les paysages végétaux. De nombreux paysages n'ont pas de relevés B, faute d'une occasion, de temps ou parce qu'il n'y avait pas de lichens terricoles. À l'opposé, le paysage des pelouses alpines comporte 122 relevés B (tableau 2), parce qu'il est le but de la plupart des excursions de fin de semaine et que c'est un des plus riches et un des plus vastes ! Les absences de lichens ne sont, par contre, pas enregistrées dans ce type de relevé. Tous les relevés A et B ont été effectués de 1996 à 1999.

2.2.4 Définitions de localité et de station

Plusieurs termes décrivent les endroits où des lichens ont été relevés. La localité est un terme général utilisé pour parler de tout endroit comportant des lichens, c'est un individu, au moins, à un seul endroit. Une station est définie comme la surface occupée par l'ensemble de toutes les espèces trouvées sur une même structure d'un même milieu d'un même km^2 et d'un même paysage végétal. Cette définition correspond à une seule unité spatiale géoréférencée lorsqu'il n'y a qu'une seule localité, mais peut aussi être composée de plusieurs localités distinctes spatialement, mais homogènes quant à la structure et au milieu, au sein d'un même km^2 (figure 6). Cette imprécision permet de réunir en une seule station, par exemple, les 13 individus, appartenant à 3 espèces, dispersées en 13 localités, le long d'un talus de route de 500 m dans la pessière d'un même km^2. Autrement, il faudrait en faire 13 unités distinctes, identiques quant aux facteurs écologiques et composées d'un seul individu d'une seule espèce ! Il n'y a que peu de perte d'information, à savoir la seule précision de la localisation.

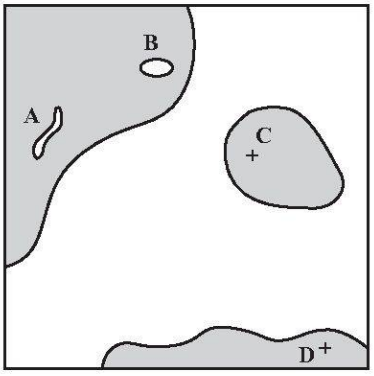


Figure 6. Définition d'une station. En gris, le milieu m apparaissant 3 fois dans le km^2 k ; Les localités A, B, C et D possèdent une ou plusieurs espèces, ont la même structure, mais occupe des surfaces différentes. La station S pour le km^2 k, le milieu m et la structure s égale A + B + C + D ; elle possède l'ensemble des espèces et la somme des surfaces.

2.2.5 La notion de milieu et de structure

DELARZE *et al.* (1998) ont établi une liste exhaustive des milieux de Suisse, naturels ou non. Cette liste est une arborescence correspondant aux subdivisions phytosociologiques. Le niveau le plus détaillé, auquel il est habituellement donné le nom de milieu, correspond au niveau de l'alliance, en phytosociologie. L'appartenance d'une station à un milieu a été déterminée sur le terrain, d'après les descriptions et selon la nomenclature définie par DELARZE *et al.* (1998). Aucun relevé floristique ou phytosociologique ne vient appuyer ces attributions.

Il est souvent souhaitable d'être plus précis pour décrire le micro-habitat d'une espèce, au sein d'un milieu. Delarze parle de structures pour décrire ces micro-habitats. Ce terme a été repris et une liste des structures pouvant accueillir des lichens terricoles a été établie a priori (pour plus de détail, voir VUST 2002b).

2.2.6 La notion de paysage végétal

Les unités définies par HEGG *et al.* (1993) ont la particularité d'être des unités potentielles et non des unités cartographiques représentant un état réel à un moment donné. Ces unités sont homogènes quant à la topographie, la géologie et le climat, ce qui conduit à la formation d'un même sol, sur lequel se développe une seule succession de végétations, menant à un seul climax potentiel.

La nomenclature utilisée ici diffère quelque peu de celle utilisée par HEGG *et al.* (1993). Chez ces auteurs, le nom de paysage végétal est attribué à la plus grande unité de végétation climacique. Cette unité est ensuite subdivisée en domaine, puis en secteur. Sont ainsi décrits, pour la Suisse, 9 paysages végétaux, 15 domaines et 15 secteurs. Les unités cartographiées, au nombre de 31, sont parfois des paysages végétaux (par exemple le N° 24), parfois des domaines (par exemple le N° 4) ou des secteurs (par exemple le N° 14), l'unité cartographiée étant hiérarchiquement la plus petite du paysage végétal. Ces subdivisions nomenclaturales ont été abandonnées ici. Nous n'avons conservé que les 31 unités cartographiques définies, auxquelles le nom global d'unités de paysages végétaux a été donné. Cela se justifie, au niveau nomenclatural, par le fait que ces unités sont considérées à égalité du point de vue de l'échantillonnage.

Les glaciers et les régions nivales, figurant en blanc sur la carte de HEGG *et al.* (1993), ne sont pas traités, chez ces auteurs, comme une unité à part entière. Considérant qu'il pouvait s'y trouver des lichens terricoles, il en a été fait le paysage végétal n° 31 (voir la carte des paysages végétaux sur la figure 3).

2.2.7 Régions biogéographiques et paysages végétaux

Lorsque les paysages végétaux ont été définis (HEGG *et al.* 1993), seules trois régions biogéographiques étaient considérées, le Jura, le Plateau et les Alpes. GONSETH *et al.* (2001) ont subdivisé les Alpes en 4 nouvelles régions (figure 2).

On pouvait penser que les 6 régions étaient composées d'un nombre entier de paysages végétaux, et vice-versa qu'un paysage végétal était entièrement inclus dans une seule des 6 régions. Ce n'est le cas qu'en première approximation : les 6 régions ont été définies sur des bases de répartition d'espèces, mais également en tenant compte des frontières politiques des communes, elles ne pouvaient donc correspondre exactement avec les ensembles naturels de HEGG *et al.* (1993). Le passage de 3 à 6 régions est également responsable de la partition de plusieurs paysages végétaux alpins (les n° 25, 26, 27, 30 et 31) entre plusieurs des 6 régions (figure 3).

2.3 Récoltes et identification

Toutes les espèces qui ne pouvaient être identifiées avec certitude sur le terrain ont été récoltées et déterminées au laboratoire à l'aide de la loupe binoculaire et du microscope. Lorsque c'était nécessaire, principalement pour identifier les genres *Cladonia* et *Stereocaulon*, la chromatographie sur couche mince a été utilisée (CULBERSON & AMMANN 1979) pour identifier les substances lichéniques des taxons considérés. Quelque 900 analyses chimiques ont ainsi été effectuées.

Le tableau 4 indique, pour les principaux genres de lichens terricoles, l'ouvrage de référence utilisé pour la détermination des espèces. Pour les autres genres, les ouvrages généraux suivants ont été consultés : WIRTH (1995), POELT (1969), POELT & VĚZDA (1977, 1981) et PURVIS *et al.* (1992). La clé de détermination de FRYDAY & COPPINS (1997) a également été utilisée.

Tableau 4. Liste des monographies utilisées pour la détermination, en regard des genres concernés.

Arthrorhaphis	OBERMAYER (1994)	*Leptogium*	JØRGENSEN (1994)
Buellia	POELT & SULZER (1974)	*Peltigera*	VITIKAINEN (1994)
Caloplaca	CLAUZADE & ROUX (1985)	*Phaeophyscia*	MOBERG (1977)
Catapyrenium	BREUSS (1990)	*Physcia*	MOBERG (1977)
Cladonia	AHTI (1977)	*Placynthiella*	COPPINS & JAMES (1984)
Collema	DEGELIUS (1954)	*Rinodina*	MAYRHOFER (1999)
Diploschistes	LUMBSCH (1989)	*Stereocaulon*	POELT & VĚZDA (1981)
Fulgensia	POELT & VĚZDA (1977)	*Toninia*	TIMDAL (1991)

Dans le cas de certains taxons critiques, il a été nécessaire de se limiter à l'identification d'agrégats ou groupes de « petites » espèces difficilement séparables les unes des autres. Chaque fois que cette décision a été prise, c'était pour l'une ou l'autre des raisons suivantes : 1. Les espèces de l'agrégat ne se différencient que chimiquement, au moyen de la chromatographie sur couche mince (par exemple les petites espèces du groupe de *Cladonia chlorophaea*). Il aurait donc fallu récolter chaque échantillon observé sur le terrain pour pouvoir l'analyser au laboratoire, ce qui n'était pas possible dans le temps imparti pour ce projet. 2. Les espèces de l'agrégat n'étaient, selon moi et en accord avec

P. Clerc, pas suffisamment distinctes les unes des autres pour justifier une séparation claire et définitive. Les agrégats que nous avons définis ainsi que les espèces qu'ils contiennent sont les suivants :

Cladonia arbuscula aggr. = *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flotow ssp. *arbuscula, C. arbuscula* ssp. *mitis* (Sandst.) Ruoss, *C. arbuscula* ssp. *squarrosa* (Wallr.) Ruoss

Cladonia chlorophaea aggr. = *C. chlorophaea* (Flk. ex Sommerf.) Spreng. *s.* str., *C. humicola* (With.) J. R. Laundon, *C. cryptochlorophaea* Asah., *C. grayi* Merr. ex Sandst., *C. merochlorophaea* Asah.

Cladonia coniocraea aggr. = *C. coniocraea* (Flk.) Spreng. s. str., *C. ochrochlora* Flk.

Cladonia foliacea aggr. = *C. convoluta* (Lam.) P. Cout., *C. foliacea* (Huds.) Willd. s. str.

Cladonia macilenta aggr. = *C. macilenta* Hoffm. s. str., *C. floerkeana* Flörke, *C. bacillaris* (Leighton) Arnold.

Cladonia macroceras aggr. = *C. gracilis* (L.) Willd. var. *gracilis, C. macroceras* (Delise) Havaas, *C. gracilis* var. *dilatata* auct.

Cetraria aculeata aggr. = *Cetraria aculeata* (Schreber) Fr., *C. muricata* (Ach.) Kärnef.

Les spécialistes d'un certain nombre de groupes difficiles ont été consultés pour confirmer la détermination de certains échantillons problématiques. Il s'agit de O. Vitikainen (Helsinki) pour les *Peltigera*, de T. Ahti (Helsinki) pour les *Cladonia*, de H. Mayrhofer (Graz) pour les *Rinodina* et de R. Moberg (Upsala) pour les *Phaeophyscia*.

La nomenclature suit ensuite Clerc & Truong (2010).

2.4 Herbiers – banque de données

Après avoir récolté, étiqueté et déterminé les échantillons, les données issues des relevés A et B ont été introduites dans la banque de données nationale « LICHEN ». La structure de la banque de données, ainsi que d'autres informations, figure dans la partie « lichens épiphytes » de la liste rouge (Scheidegger *et al.* 2002), voir aussi www.swisslichens.ch.

Tous les échantillons récoltés sont déposés dans l'herbier des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (G).

2.5 La classification informatique des relevés

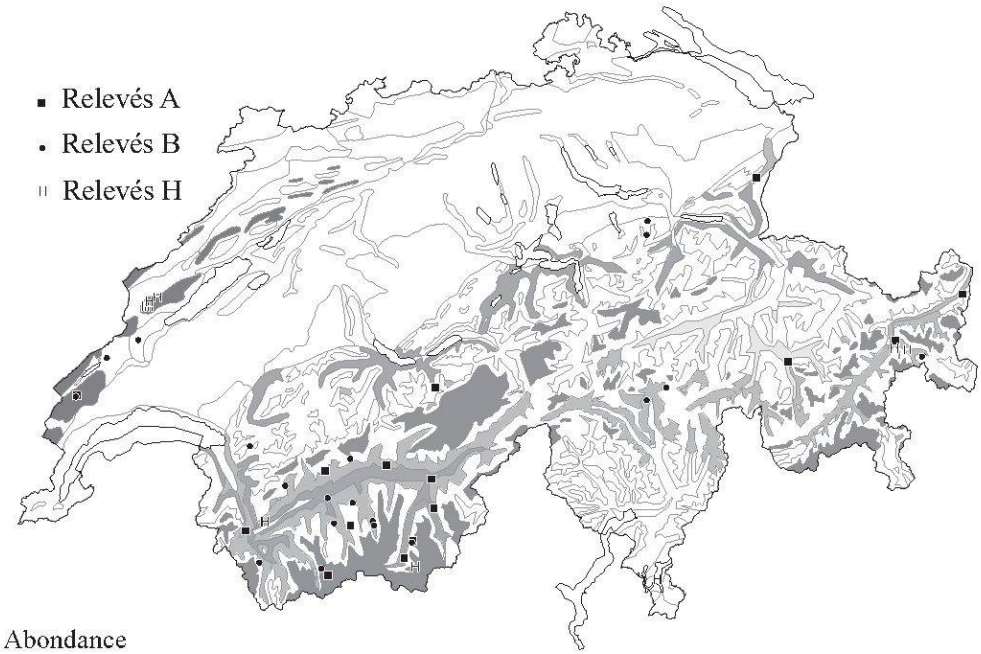
Le logiciel MULVA-5 (Wildi & Orloci 1996) a été utilisé pour la classification informatique des relevés. Les détails des méthodes utilisées ne sont pas reproduits ici. Toute personne intéressée les trouvera dans Vust (2002a).

2.6 Carte de répartition réelle et potentielle

Une carte de répartition a été dessinée pour chaque espèce. Il y figure les données

réelles des km² des relevés A et B. Il y figure également, sous forme de points, des données issues de l'inventaire des lichens épiphytes (appelées relevés E) pour des espèces terricoles accessoirement épiphytes et des données d'herbiers (appelées relevés H) pour les espèces considérées dans les relevés H (tableau 1).

NIMIS & MARTELLOS (2008) proposent sur leur site internet consacré aux lichens d'Italie des cartes de répartition potentielles des espèces. Des cartes comparables sont obtenues pour les lichens terricoles de Suisse, à partir de leur indice d'abondance. Cet indice est basé sur la somme des surfaces des stations des relevés A, où l'espèce a été relevée. Un indice est calculé pour chaque



Abondance

PV	abondance
8	0,005
9	0,125
18	0,000626
20	0,000008
21	0,0052
22	0,000727
26	0,0001
27	0,0001
29	0,00313
31	0,03125

0,000001 - 0,0000099
0,00001 - 0,000099
0,0001 - 0,00099
0,001 - 0,0099
0,01 - 0,099
0,1 - 0,99
1 - 9,9

Figure 7. Exemple de carte de répartition, cas de *Peltigera lepidophora*. Y sont représentées par des points les données issues des inventaires récents, relevés A et B (terricoles), et des herbiers, relevés H. En niveau de gris figurent les unités de paysages végétaux (PV) où des relevés A ont signalé l'espèce. Le niveau de gris est fonction de la somme des surfaces des stations occupées par l'espèce dans les relevés A.

paysage végétal et sert de base à la trame des unités cartographiques. Les stations des relevés A ont été circonscrites cartographiquement sur le terrain. Ces dessins ont ensuite été comparés avec des unités standards de surface, dans le but d'en estimer la taille, puisqu'une mesure exacte était impossible. Ces unités standards ont été choisies équivalentes à des portions de km^2 (pour plus de détail, voir VUST 2002b). Bien qu'un lichen crustacé puisse occuper une surface réelle d'un dixième de millimètre carré, la surface minimale d'une station a été placée à 1 m^2, tandis que la surface maximale correspond au km^2 tout entier. Ces unités standards sont des valeurs semi-quantitatives, elles n'ont pas d'unités (ni m^2, ni %), mais il est possible d'en faire des sommes. Plus qu'une présence-absence par km^2, cet indice tient compte de la répartition de l'espèce dans un certain milieu et une certaine structure, qui apparaissent dans les relevés avec une certaine abondance. Les relevés B ne sont pas pris en compte pour ces cartes potentielles, parce que leur surface n'a pas fait l'objet de cartographie et reste donc indéfinie. Un exemple est donné à la figure 7.

2.7 Indices écologiques des espèces

La caractérisation de l'écologie d'une espèce par des indices écologiques est connue depuis les travaux d'ELLENBERG (1974) et de LANDOLT (1977). Pour les lichens, seul WIRTH (1992) a attribué de tels indices aux espèces les plus fréquentes d'Europe centrale. Récemment, NIMIS & MARTELLOS (2008) proposent sur leur site internet consacré aux lichens d'Italie une description des espèces comportant 5 indices écologiques. De tels indices ont été attribués aux lichens terricoles de Suisse à partir des données récoltées. Pour les détails sur la méthode utilisée, voir VUST (2010).

3. Résultats

3.1 Résultats généraux

287 taxons ont été relevés sur des substrats terricoles, entre 1996 à 1999. Ce chiffre comprend 283 espèces et 4 sous-espèces (cf. § 3.2.1). Ils se répartissent sur 311,5 relevés A et 506 relevés B, ce qui représente 1 157 stations A et 569 stations B (cf. définition d'une station au § 2.2.4 et la figure 3 pour la répartition de ces relevés).

3.1.1 Relevés A sans lichens terricoles

Sur les 311,5 relevés A, 44 seulement ne contenaient aucun lichen (soit 14 %) (figure 8). Des lichens ont été trouvés dans chaque paysage végétal et aucun n'a plus de 5 relevés A sans lichens. Ces relevés sans lichens sont soit composés de surfaces urbaines, dans 4,5 % des cas, soit composés de surfaces agricoles, dans 27,7 % des cas, soit recouverts de forêts sur sols profonds, dans