

LES LICHENS DE LA VILLE DE NEUCHÂTEL INVENTAIRE ET ÉTUDE DE BIOINDICATION

CAMILLE TRUONG

Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, CP 60, CH-1292 Chambésy
Tél: +41 22 4185213. camille.truong@ville-ge.ch

Mots-clés : Ascomycètes lichénisés, champignons, biodiversité, milieu urbain, pollution atmosphérique, bio-indication.

Keywords : Lichenized Ascomycota, fungi, biodiversity, urban areas, atmospheric pollution, bio-indication.

Résumé

Les lichens sont des champignons vivant en symbiose avec une population d'algues vertes microscopiques ou de cyanobactéries. Leurs facultés d'organismes symbiotiques leur confèrent la capacité de croître dans les habitats les plus extrêmes, comme le tronc des arbres ou la roche nue. Ils constituent ainsi une partie importante de la biodiversité en milieu urbain. Très sensibles à la pollution atmosphérique, ils sont en outre d'excellents bio-indicateurs de la qualité de l'air. Ce travail combine la réalisation d'un inventaire des lichens de la ville de Neuchâtel, avec des relevés de bio-indication pour évaluer la qualité de l'air le long d'un transect altitudinal. Avec son urbanisation modérée, ainsi que la proximité de la forêt et du lac, la ville de Neuchâtel offre un habitat propice à une grande diversité de lichens. Un total de 80 espèces ont été recensées, dont 23 espèces nouvelles pour le canton de Neuchâtel et 24 espèces présentes dans la liste rouge pour la région naturelle du Jura. D'autre part, notre étude de bio-indication indique que l'air en ville de Neuchâtel est généralement peu pollué, grâce à une topologie en pente, qui empêche la pollution et la poussière de stagner, et un trafic routier relativement restreint avec de nombreux parcs et zones piétonnes.

Abstract

Lichens are fungi living in a symbiotic association with a population of green algae or cyanobacteria. This particular way of life gives them the ability to grow in extreme habitats, for instance on tree trunks or bare rocks. Lichens are therefore an important part of the biodiversity in urban areas. Very sensitive to atmospheric pollution, they are excellent bio-indicators of air quality. This study combines an inventory of the lichen species in the city of Neuchâtel, with a bio-indication study to evaluate air quality along an altitudinal transect. With its moderate urbanization, combined with the proximity of both forest and lake, the city of Neuchâtel offers favorable conditions for the establishment of a diverse lichen flora. A high diversity of species was encountered, with 80 species including 23 species newly reported for the canton of Neuchâtel, and 24 red-listed species in the natural region of the Jura. Our results indicate that the air quality is generally good in the city of Neuchâtel, thanks to the topology of the city that prevents pollution and dust from being trapped, and a low density of traffic with numerous parks and pedestrian areas.

INTRODUCTION

Les lichens sont des champignons (le plus souvent ascomycètes) avec un mode de vie très particulier: ils vivent en symbiose avec une population d'algues vertes microscopiques ou de cyanobactéries (le photobionte). Le champignon fournit au photobionte un habitat qui le protège, par exemple de la dessiccation ou des herbivores. En échange, le photobionte nourrit le champignon avec les sucres qu'il produit par photosynthèse (NASH, 2008a). Les lichens poussent sur de nombreux substrats, tels que l'écorce des arbres (lichens corticoles), le bois mort (lignicoles), la roche (saxicoles) ou le sol (terricoles). Ils sont fréquemment liés à des micro-habitats très spécifiques (écorces acides ou basiques, murs de pierres sèches, souches en décomposition). Discrets et de petite taille, ils passent souvent inaperçus et nécessitent une observation sous la loupe ou le microscope. De par leur croissance très lente et leur taille réduite, les lichens ne sont pas très compétitifs vis-à-vis des mousses ou des plantes à fleurs. Par contre, leurs facultés d'organismes symbiotiques leur confèrent la capacité de croître dans les milieux les plus extrêmes, sur le tronc des arbres ou la roche nue, dans les déserts comme en milieu urbain. Ils représentent ainsi une partie importante de la biodiversité en ville (LAMBELET-HAUETER *et al.*, 2011).

Ne possédant ni racines, ni vaisseaux, ni stomates, les lichens puisent l'eau dont ils ont besoin via l'humidité de l'air, mais ne peuvent la réguler. Ils ne sont actifs physiologiquement qu'à l'état humide et entrent en dormance lorsque l'air devient trop sec. Ils ont d'autre part une grande capacité à capter les éléments minéraux contenus dans l'air humide. De ce fait, ils concentrent également les polluants, ce qui les rend très sensibles à la pollution atmosphérique (NASH, 2008b). Pour cette raison, ils sont d'excellents bio-indicateurs de la qualité de l'air (NIMIS *et al.*, 2002). La méthode IAP (Index of Atmospheric Purity) évalue la qualité de l'air à un endroit donné

à l'aide de la diversité et de l'abondance des lichens corticoles que l'on y trouve. Cette méthode a été développée en Suisse (HERZIG & URECH, 1991), en Allemagne (VDI, 1995), puis dans l'union européenne (ASTA *et al.*, 2002).

Il existe plus de 1700 espèces de lichens sur le territoire helvétique selon le catalogue de CLERC & TRUONG (2012), et de nouvelles espèces pour la Suisse sont découvertes chaque année (par exemple MERMILLIOD *et al.*, 2009; SPINELLI, 2011). Durant ces 20 dernières années, la lichénologie suisse a connu un essor particulier. Dans le cadre de la Liste Rouge des lichens épiphytes et terricoles (SCHEIDEGGER & CLERC, 2002), des relevés aléatoires et stratifiés par régions biogéographiques et étages de végétation, ont été effectués dans tout le pays. De nombreuses études viennent peu à peu compléter les connaissances sur les lichens dans notre pays (par exemple CAMENZIND & WILDI, 1991; DIETRICH, 1991; BURGISSER *et al.*, 2004; APTROOT & HONEGGER, 2006; DIETRICH *et al.*, 2008; VUST *et al.*, 2009; DIETRICH & BÜRGI-MEYER, 2010b; a; VUST, 2010; BOCH *et al.*, 2011; SPINELLI & VUST, 2011; VONARBURG *et al.*, 2011).

Dans le canton de Neuchâtel les lichens ont été peu étudiés. Le catalogue des lichens jurassiques de CORNAZ (1846-1847) présente la synthèse pour le canton de Neuchâtel de diverses publications, notamment de Haller, de Candolle et surtout Schaerer, dont le *Lichenes helvetici exsiccati* (1823-1852) fut la première Flore des lichens de Suisse. Eduard Frey, instituteur bernois, fut l'un des meilleurs connaisseurs des lichens de Suisse (par exemple FREY, 1959). Sa collection, riche de plus de 20'000 spécimens provenant principalement des Alpes, mais également du Jura, comprend un certain nombre d'échantillons neuchâtelois. Le catalogue bibliographique des lichens de Suisse (CLERC, 2004; CLERC & TRUONG, 2012) rassemble toutes les mentions dans la littérature de la présence des espèces de lichens en Suisse et dans chaque canton; 352 espèces y sont citées pour le canton de

Neuchâtel. Récemment, l'inventaire d'un mur d'enceinte du château de Neuchâtel a mis en évidence 9 espèces de lichens dont 4 nouvelles espèces pour le canton de Neuchâtel (GRANT & MULHAUSER, 2013).

Dans le cadre de l'année de la biodiversité 2010, les objectifs de l'étude étaient : (1) de réaliser un inventaire des espèces de lichens en ville de Neuchâtel, permettant de mettre en valeur cette biodiversité encore peu connue ; (2) d'effectuer des relevés de bio-indication sur un petit échantillonnage d'arbres selon la méthode IAP, afin d'évaluer la qualité de l'air sur différents sites en ville de Neuchâtel.

MÉTHODES

Inventaire

L'inventaire porte principalement sur les lichens corticoles et saxicoles. L'importance du piétinement, le nettoyage des pavés et la concurrence trop importante des herbes dans les surfaces vertes, empêchent le développement des lichens terricoles en milieu urbain. D'autre part, le bois mort n'est en général pas laissé sur place et les lichens lignicoles sont par conséquent absents. Les espèces ont été inventoriées le long d'un transect altitudinal qui va du lac à l'avenue des Cadolles (fig. 1). A chaque station ont été observés la structure du milieu, le substrat, ainsi que le micro-habitat (exposition au soleil et à l'eau ruisselante). Les espèces communes et directement reconnaissables ont été notées sous forme d'observations. Des échantillons des espèces difficiles à identifier sur le terrain ont été récoltés pour leur identification au laboratoire. Au moins un échantillon de chaque espèce a été récolté à titre représentatif.

Pour leur identification, les échantillons ont été observés au moyen d'une loupe binoculaire Leica MZ6. L'observation et la mesure des spores sont des caractères importants pour identifier de nombreuses espèces de micro-lichens ; des coupes des

structures reproductives (apothécies) ont été réalisées à l'aide d'une lame de rasoir, puis montées entre lame et lamelle pour leur observation au moyen d'un microscope Leica DM2000. Certaines espèces, comme les lichens crustacés stériles, ont nécessité l'analyse de leurs composés chimiques par chromatographie sur couches minces (CULBERSON & AMMANN, 1979 ; CULBERSON & JOHNSON, 1982). La nomenclature se base sur le catalogue de CLERC & TRUONG (2012), qui donne également des informations sur la présence des espèces dans le canton de Neuchâtel.

Etude de bio-indication

Choix des arbres. Afin d'étudier la corrélation entre la qualité de l'air et les lichens corticoles, il importe de garder les autres paramètres environnementaux, notamment le substrat, les plus constants possible. Les arbres doivent être isolés, avoir une circonférence de plus de 70 cm et posséder un tronc droit (ASTA *et al.*, 2002). On choisira si possible des arbres de la même espèce ou ayant des propriétés d'écorce similaires du point de vue de leur acidité (KIRSCHBAUM & WIRTH, 1997). Après une première prospection des lieux le long du transect, nous avons choisi d'étudier préférentiellement les tilleuls et les érables. Un total de 23 arbres a été inventorié (tab. 1 et fig. 3). Dans 4 cas (arbres no 14-15-22-23), il n'a pas été possible de rencontrer les espèces d'arbres préférentielles dans la zone à étudier (ou maille) et les relevés ont été effectués sur d'autres espèces (le bouleau blanc *Betula pendula*, le platane à feuilles d'érable *Platanus x hispanicus* ou le saule pleureur *Salix babylonica*). Un arbre de « contrôle » de l'espèce *Platanus x hispanicus* (no 18) a également été inventorié dans une zone qui comprenait déjà des tilleuls et des érables, ceci à titre de comparaison.

Maillage. Après une première prospection des lieux pour le choix des espèces d'arbres, des mailles de 200 m² ont été définies le long du transect de l'inventaire

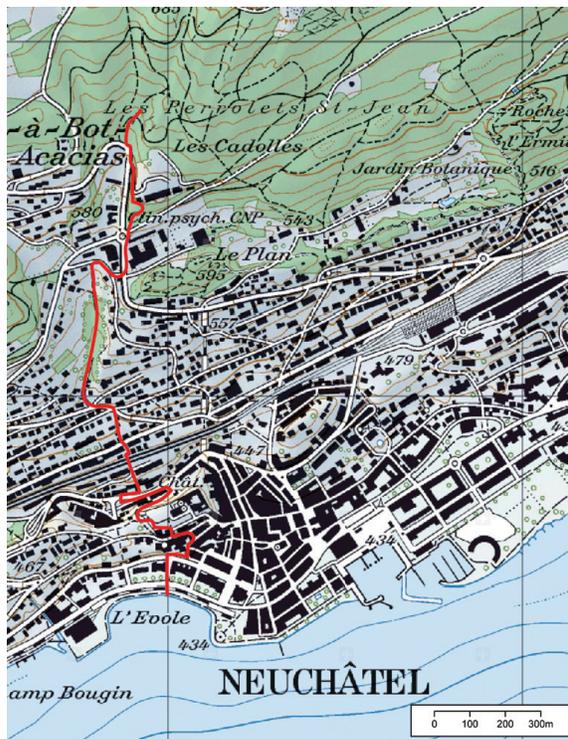


Figure 1: Transect altitudinal (en rouge) le long duquel s'est effectué l'inventaire.

(fig. 3). Une maille de «contrôle» a été inventoriée aux abords de la ville (ferme de Pierre-à-Bot). Ces parcelles d'étude sont caractérisées selon un gradient altitudinal et par rapport à leur proximité au trafic routier. Par exemple, les mailles «Château» et «Ecluse», bien que très proches géographiquement, se distinguent fortement par 1) leur *topologie*: la maille «Château» est sur une petite colline et la maille «Ecluse» dans une dépression; 2) la *densité du trafic routier*: la maille «Ecluse» se situe dans une zone à fort trafic à la sortie de l'autoroute, tandis que la maille «Château» est dans un parc et une zone piétonne. En règle générale, 3 arbres ont été échantillonnés dans chaque maille. Lorsqu'il n'était pas possible de rencontrer les espèces d'arbres préférentielles dans une maille, les arbres ont été échantillonnés dans une zone adjacente (mailles



Figure 2: Relevé de bioindication: quatre grilles, chacune composée de 5 carrés de 10x10 cm, sont placées sur le tronc à 1.5 m du sol, aux 4 points cardinaux.

«Rue des Parcs» 1 et 2). Dans certains cas, d'autres espèces d'arbres ont dû être choisies (mailles «Ecluse», «Lac 1» et «Lac 2»). La maille «Château» offrant un grand choix d'espèces d'arbres, 5 arbres y ont été inventoriés dont un *Platanus x hispanicus*. Il est important de noter que cette étude reste préliminaire en raison du petit nombre d'arbres étudiés et de l'échantillonnage qui n'est pas strictement aléatoire; ceci en raison du peu de ressources à disposition, de la petite taille de la zone d'étude et de la disponibilité des espèces d'arbres.

Relevés de bioindication. Les relevés ont été effectués selon la méthode IAP de l'Union européenne (ASTA *et al.*, 2002). Cette méthode est un dérivé de la méthode IAP suisse, ou IAP 18 (HERZIG & URECH, 1991). Nous l'avons préférée à cette dernière parce que l'inventaire se porte sur toutes les espèces de lichens rencontrées, et

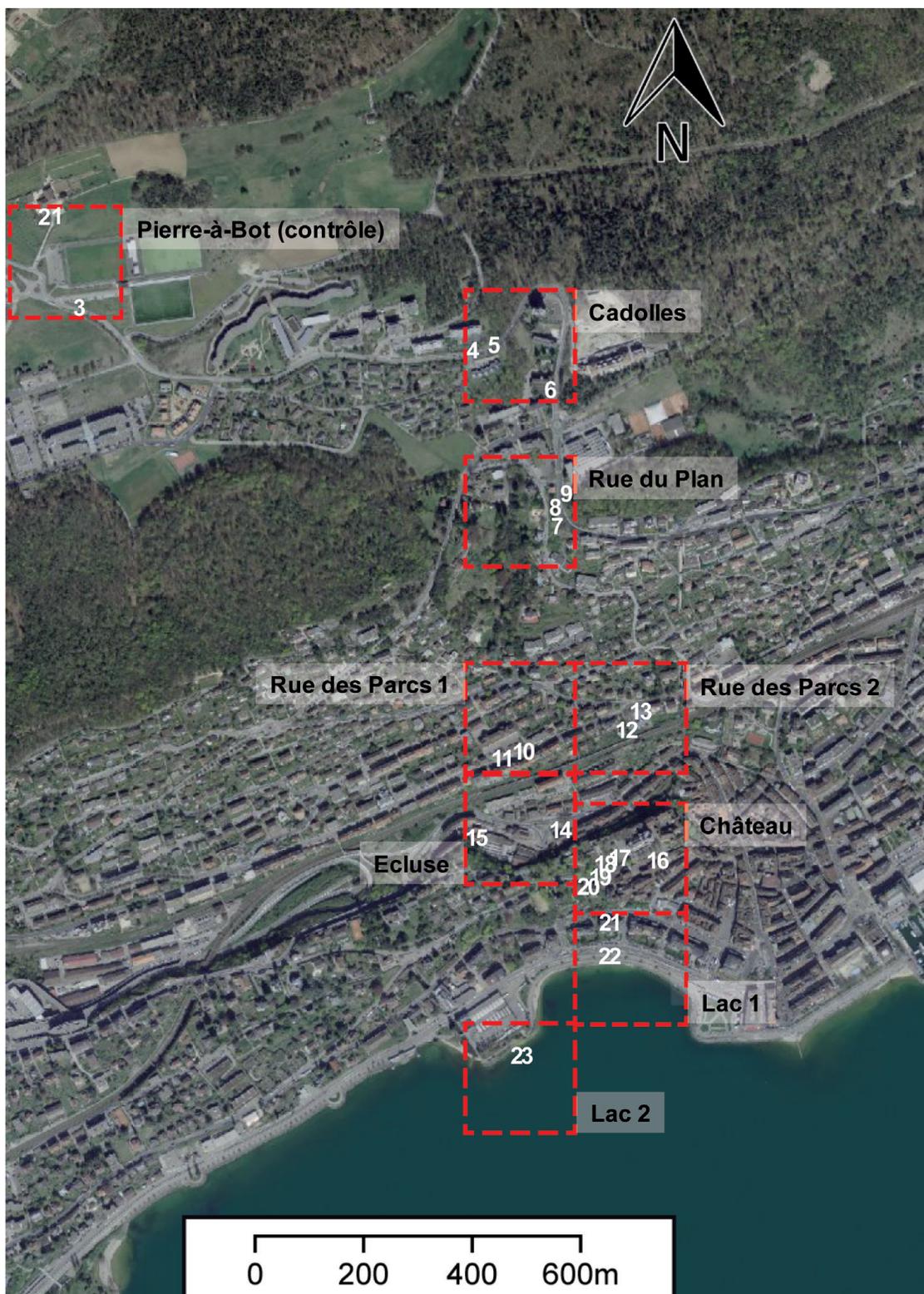


Figure 3 : Position géographique des mailles (carrés rouge) et des arbres (numéros blancs) sur la carte satellite de la ville de Neuchâtel.

Maille	Arbre N°	Espèce
Pierre-à-Bot	1	<i>Tilia cordata</i> (350)
	2	<i>Tilia cordata</i> (394)
	3	<i>Tilia platyphyllos</i> (190)
Cadolles	4	<i>Tilia cordata</i> (118)
	5	<i>Tilia cordata</i> (110)
	6	<i>Acer sp.</i> (120)
Rue du Plan	7	<i>Tilia cordata</i> (307)
	8	<i>Tilia platyphyllos</i> (160)
	9	<i>Acer pseudoplatanus</i> (131)
Rue des Parcs 1	10	<i>Tilia platyphyllos</i> (150)
	11	<i>Tilia platyphyllos</i> (225)
Rue des Parcs 2	12	<i>Tilia platyphyllos</i> (150)
	13	<i>Tilia platyphyllos</i> (138)
Ecluse	14	<i>Platanus sp.</i> (588)
	15	<i>Betula pendula</i> (80)
Château	16	<i>Tilia platyphyllos</i> (193)
	17	<i>Tilia cordata</i> (108)
	18	<i>Platanus sp.</i> (137)
	19	<i>Tilia cordata</i> (104)
	20	<i>Acer pseudoplatanus</i> (92)
Lac 1	21	<i>Acer sp.</i> (118)
	22	<i>Platanus sp.</i> (150)
Lac 2	23	<i>Salix babylonica</i> (209)

Table 1: Liste des espèces d'arbres inventoriées dans chaque maille. Les nombres entre parenthèses représentent la circonférence (cm) du tronc de l'arbre.

non pas sur une liste prédéfinie d'un choix d'espèces. A ce titre, elle nous semblait plus judicieuse pour répondre aux besoins de l'inventaire des espèces. Quatre grilles, chacune composée de 5 carrés de 10x10 cm sont placées sur le tronc, à 1.5 m du sol, aux 4 points cardinaux (fig. 2). Une déviation d'un maximum de 20 degrés est permise dans les cas où le tronc est endommagé,

contient des nœuds ou présente un recouvrement en mousses de plus de 25%. Au moins 3 grilles doivent pouvoir être placées sur le tronc, sinon l'arbre est éliminé de l'étude. Toutes les espèces de lichens présentes à l'intérieur de chaque grille sont inventoriées. Leur fréquence est mesurée selon le nombre de carrés dans lesquels l'espèce est présente. Une espèce peut donc avoir une fréquence maximale de 5 par grille et de 20 par arbre. La liste complète des espèces et de leurs fréquences représente un relevé de bio-indication. Certaines espèces, difficiles à différencier sur le terrain, ont été regroupées en agrégats. C'est le cas de *Candelariella efflorescens*, *C. vitellina* et *C. xanthostigma*; *Lecanora allophana*, *L. argentata* et *L. chlarotera*; *Physcia adscendens* et *P. tenella*; ainsi que les lichens crustacés à petits périthèces noirs (*Pyrenula spp.*). Des échantillons de ces espèces ont cependant été récoltés et les différentes espèces identifiées sont incluses dans la liste complète de l'inventaire.

Calcul des valeurs de diversité lichénique ou Lichen Diversity value (LDV). Pour chaque arbre, les fréquences des espèces sont additionnées à chaque point cardinal (ASTA *et al.*, 2002). La valeur de LDV de l'arbre est la somme de ces fréquences :

$$LDV_{\text{arbre}} = \sum_{\text{point cardinal (Nord, Est, Sud ou Ouest)}} \text{fréquence de chaque espèce}$$

$$LDV_{\text{arbre}} = LDV_{\text{Nord}} + LDV_{\text{Est}} + LDV_{\text{Sud}} + LDV_{\text{Ouest}}$$

Pour chaque maille, on calcule le LDV moyen à chaque point cardinal entre tous les arbres de la maille, puis on additionne les fréquences moyennes des 4 points cardinaux :

$$\text{Moyenne LDV}_{\text{Nord}} = \text{Moyenne (LDV}_{\text{Nord_arbre 1}}; \text{LDV}_{\text{Nord_arbre 2}}; \text{LDV}_{\text{Nord_arbre 3}}; \text{etc})}$$

$$LDV_{\text{maille}} = \sum \text{Moyenne LDV}_{\text{Nord}}; \text{Moyenne LDV}_{\text{Est}}; \text{Moyenne LDV}_{\text{Sud}}; \text{Moyenne LDV}_{\text{Ouest}}$$

Les valeurs de LDV des arbres et des mailles sont ensuite reportées sur la carte géographique. Des classes de qualité de l'air sont créées, dont l'amplitude est calculée selon l'écart-type moyen entre les mailles. L'écart-type dépendra de l'homogénéité de la zone d'étude. Plus elle est hétérogène du point de vue de la pollution, plus son écart-type sera grand.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Inventaire

Au total, 80 espèces de lichens ont été recensées sur le territoire de la ville de Neuchâtel (tab. 2), dont 67 espèces rencontrées le long du transect. La plupart d'entre elles sont illustrées sur les planches 1 à 4. Près d'un tiers de ces espèces (23) sont nouvelles pour le canton de Neuchâtel, selon le catalogue de CLERC & TRUONG (2012). Parmi ces nouvelles espèces pour le canton, seules 3 d'entre elles sont corticoles et les 20 autres sont saxicoles. Cette différence s'explique par le fait que les espèces corticoles ont été étudiées de manière approfondie en Suisse lors de l'établissement de la Liste Rouge des lichens épiphytes et terricoles (SCHEIDEGGER & CLERC, 2002), contrairement aux espèces saxicoles qui n'ont pas été prises en compte. Des espèces saxicoles très communes des murs calcaires, telles que *Candelariella medians* ou *Placynthium nigrum*, n'avaient ainsi jamais été citées pour le canton de Neuchâtel. Ces résultats renforcent la nécessité de réaliser de tels inventaires dans chaque canton.

En ce qui concerne les espèces qui possèdent un indice de liste rouge (SCHEIDEGGER & CLERC, 2002), 24 espèces recensées possèdent un statut de menace dans la région naturelle du Jura (tab. 2). *Physconia grisea* est « au bord de l'extinction » dans l'arc jurassien, *Pyrenula laevigata* est « en danger » et 15 autres espèces sont « vulnérables ».

La plus grande diversité en espèces corticoles a été rencontrée sur les arbres d'âge

mûr à écorce modérément acide, comme les tilleuls ou les érables sycomores. Dans les parcs, les arbres isolés reçoivent une bonne source de lumière et sont suffisamment éloignés des routes et de la pollution, mais aussi de la poussière (fig. 4). D'une manière générale, nous avons rencontré une flore lichénique plutôt nitrophile sur les écorces : 5 espèces typiquement nitrophiles ont été rencontrées plus de 100 fois lors des relevés de bio-indication (*Candelariella reflexa*, *Parmelia sulcata*, *Parmelina tiliacea*, *Phaeophyscia orbicularis*, et *Physcia adscendens/tenella*).

En ce qui concerne les lichens saxicoles, de nombreuses espèces typiques des murs calcaires ont été recensées (fig. 4), telles que *Candelariella medians*, *Lecanora muralis* ou *Sarcogyne regularis*. Les murs de pierres sèches, laissés sans crépis et partiellement recouverts de végétation (par exemple les murs d'enceinte du Château), offrent une structure variée à des espèces insolites en ville, telles que *Collema auriforme* ou *Dermatocarpon miniatum*. Enfin, sur les rochers au bord du lac, on retrouve les espèces des murs, dont de nombreux *Caloplaca* (*C. holocarpa*, *C. saxicola*, *C. teicholyta*, *C. variabilis*).

Etude de bio-indication

Les relevés de bio-indication effectués sur les 23 arbres sélectionnés se trouvent dans la table 3. Les valeurs de LDV par arbre et par maille ont été calculées à partir de la fréquence des espèces. La valeur de LDV moyenne totale est de 61.6, avec un écart-type de 33.5. Cet écart-type très élevé s'explique par la grande hétérogénéité entre les différentes zones étudiées, avec des valeurs de LDV allant de 0 (maille « Ecluse ») à plus de 100 (maille de contrôle « Pierre-à-Bot »). Nous avons défini la hauteur des classes de LDV selon une valeur de 25, qui est intermédiaire entre un demi écart-type et un écart-type entier. Les classes de LDV par arbre et par maille sont illustrées sur la carte satellite de la figure 5.



Figure 4: Les différents habitats des lichens en ville de Neuchâtel. Lichens corticoles (à gauche): parc aux alentours du Château (haut); arbres isolés en bordure de route (Avenue des Cadolles, milieu); rue de l'Ecluse (bas), où les lichens sont presque inexistantes. Lichens saxicoles (à droite): murs de pierres sèches laissés sans crépis (murs d'enceinte du Château, haut); murs calcaires (Escaliers de l'Immobilière, milieu); rochers au bord du lac (bas).

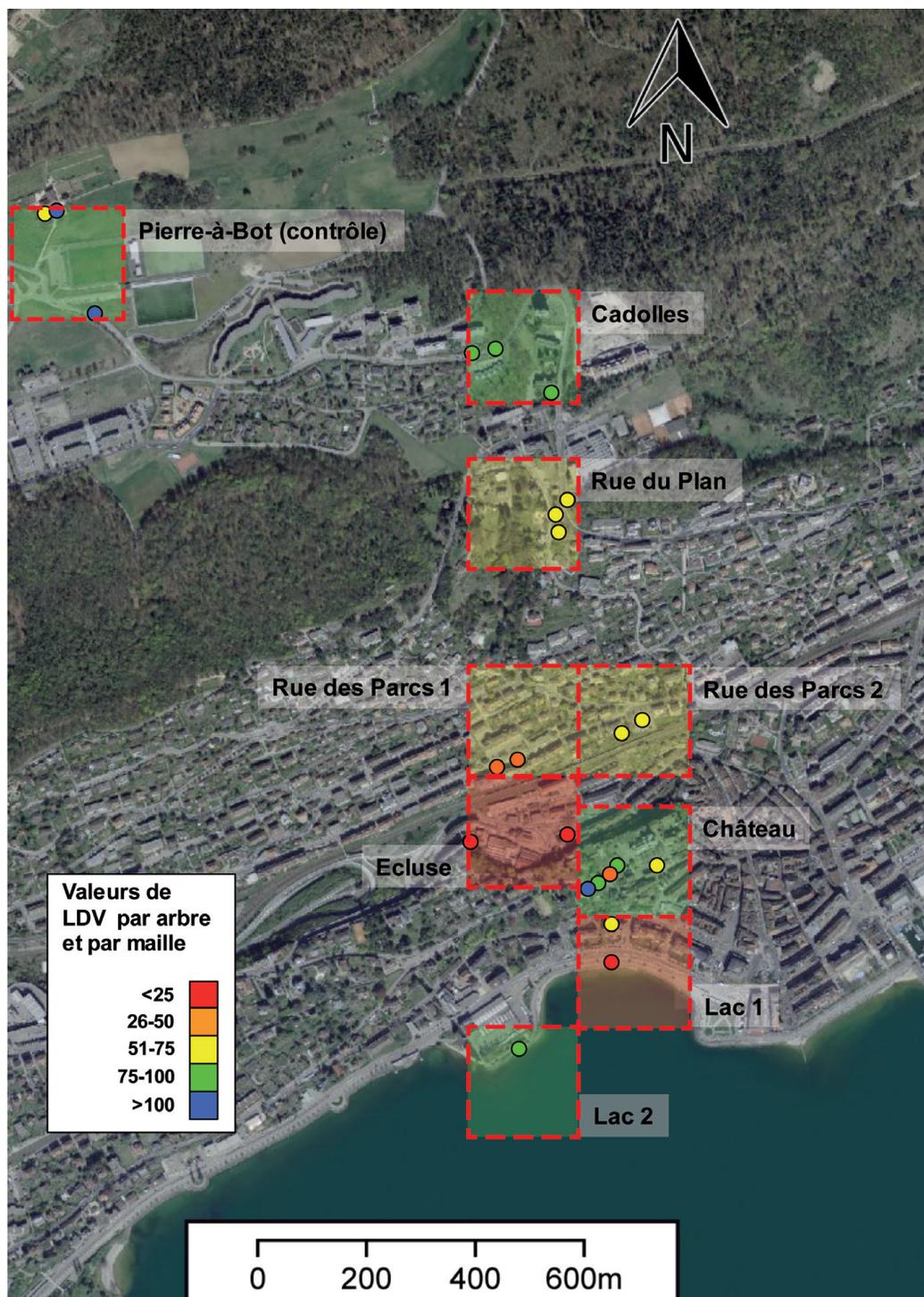


Figure 5: Valeurs de LDV par arbre et par maille illustrées sur la carte satellite de la ville de Neuchâtel.

Le taux de pollution maximal a été observé dans la rue de l'Ecluse, véritable «désert lichénique». Aucune espèce n'y a été recensée lors des relevés de bio-indication et seules 4 espèces, *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella* et *Physcia stellaris*, y ont été rencontrées lors de l'inventaire. Ces espèces sont fortement nitrophiles et résistantes à la poussière et à la pollution. La topologie de la rue de l'Ecluse, dans une dépression à la sortie de l'autoroute, favorise la concentration des polluants. La situation est un peu meilleure le long de la route qui longe le lac (maille «Lac 1»), dû à la proximité du lac et à l'ouverture qui empêche la pollution de stagner. La proximité du lac augmente le taux d'humidité, ce qui est favorable aux lichens. La maille «Lac 2», qui est plus éloignée de la route, voit ainsi sa valeur de LDV augmenter fortement. Il faut cependant noter que dans la maille «Ecluse», les 2 arbres recensés lors des relevés de bio-indication sont un vieux platane à feuilles d'érable *Platanus x hispanicus* (arbre no 14) et un bouleau blanc *Betula pendula* (arbre no 15), parce qu'aucun tilleul ou érable n'était présent. Il en est de même pour le platane à feuilles d'érable *Platanus x hispanicus* (arbre no 22) de la maille «Lac 1». Ces espèces ont une écorce qui se desquame, ne favorisant pas l'installation des lichens. Ceci crée forcément un biais dans notre analyse. Ceci dit, le platane recensé dans la maille «Château» (arbre no 18) a obtenu une valeur de LDV de 38. Cette valeur est inférieure aux valeurs obtenues sur les autres espèces d'arbres recensées dans la maille «Château» (LDV = 71 à 116), mais reste bien supérieure aux valeurs des *Platanus sp.* de la maille «Ecluse» (LDV = 0) ou «Lac 1» (LDV = 5).

Une diminution progressive du taux de pollution est observée en montant en direction du haut de la ville (mailles Rue des Parcs, puis Rue du Plan, puis Cadolles). Aux abords de la ville, (maille Cadolles et Pierre-à-Bot), le taux de pollution demeure faible. La proximité de la forêt favorise

également la colonisation des lichens corticoles.

La maille «Château» présente un taux de pollution faible, malgré sa situation au centre-ville. Certains arbres ont obtenu des valeurs de LDV aussi élevées que dans la maille «Pierre-à-Bot» hors du centre-ville. Le nombre d'espèces de lichens recensées est presque aussi important (13 espèces recensées sur l'arbre no 20 dans le parc du Château contre 16 espèces sur les arbres no 1 et 2 près de la ferme de Pierre-à-Bot). La topologie de cette zone (sur une petite colline) empêche la pollution de stagner. Dans une zone en majorité piétonne, son éloignement du trafic routier favorise la pureté de l'air et l'établissement des lichens corticoles. A ceci s'ajoute la présence dans le parc du Château de nombreux arbres d'âge mur, qui sont colonisés par une grande diversité de lichens. Il faut cependant noter que ce sont souvent des espèces différentes qui sont présentes au centre-ville ou en périphérie. Une espèce peu toxico-tolérante telle qu'*Anaptychia ciliaris* se rencontre uniquement aux abords de la ville (maille «Pierre-à-Bot»). Dans le centre-ville, c'est une flore plus nitrophile qui tend à s'installer, avec des espèces telles que *Phaeophyscia orbicularis* ou *Candelaria concolor*. Ces 20 dernières années, la diminution des polluants acides (SO_2) a favorisé le retour des lichens en zone urbaine (PURVIS, 2000). Cependant, c'est une flore plus nitrophile qui tend à s'installer (par exemple les espèces des genres *Caloplaca spp.* et *Physcia spp.*), due aux émissions de polluants basiques comme les oxydes d'azote. Ainsi, la pollution autrefois acide tend actuellement à être plus basique, ce qui s'accompagne d'un shift des espèces de lichens acidophiles à nitrophiles dans les milieux urbains (LAMBELET-HAUETER *et al.*, 2011).

CONCLUSION

De par son urbanisation modérée avec de nombreux parcs, ainsi que la proximité

de la forêt et du lac (taux d'humidité élevé), la ville de Neuchâtel offre un habitat propice à une grande diversité d'espèces de lichens. Les espèces corticoles, majoritairement nitrophiles, se rencontrent abondamment sur les arbres isolés, dans les parcs ou en bordure de route, préférentiellement sur les arbres d'âge mûr à écorce modérément acide, comme les tilleuls ou les érables sycomores. Les murs et rochers calcaires, mais également les murs de pierres sèches laissés sans crépis, abritent de nombreuses espèces de lichens saxicoles. Notre étude de bio-indication indique que l'air en ville de Neuchâtel est généralement peu pollué, grâce à une topologie en pente, qui empêche la pollution de stagner, un trafic routier relativement restreint sauf dans certaines zones très localisées, et de nombreux parcs et zones piétonnes.

Nos résultats confirment une riche biodiversité, avec 80 espèces de lichens recensées. Or, cette biodiversité était encore peu étudiée à ce jour, puisque 23 espèces sont nouvelles pour le canton de Neuchâtel. Cet inventaire est loin d'être exhaustif. De nombreuses zones demeurent inexploitées, comme les cimetières, souvent riches en lichens, ou les zones de lisière aux abords de la ville. Ce travail est un premier pas pour compléter ces connaissances.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements chaleureux s'adressent à Blaise Mulhauser, pour avoir suggéré puis encouragé la réalisation de ce travail; Reinaldo Vargas m'a accompagnée sur le terrain et a participé aux identifications; les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, et son conservateur Philippe Clerc, ont mis à disposition leurs collections d'herbier, leur bibliothèque et leur laboratoire pour les analyses chimiques; Philippe Clerc et Mathias Vust ont apportés leur expertise pour la relecture du manuscrit. Ce travail a été financé par le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel, l'OFEV, ainsi que par le département de la mobilité, du développement durable et de l'environnement de la Ville de Neuchâtel.

Table 2: Liste des 80 espèces de lichens rencontrées sur le territoire de la ville de Neuchâtel. *** = nouveau pour le canton de Neuchâtel; ht = hors transect, rencontrée à l'extérieur du transect; LR = indice de liste rouge des lichens corticoles pour le Jura (Scheidegger & Clerc 2002): LC, espèce non menacée; NT, potentiellement menacée; VU, vulnérable; EN, en danger; CR, au bord de l'extinction; (), espèce rencontrée sur un substrat saxicole, mais ayant un indice de liste rouge (car également corticole).

ht	<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.	corticole	VU
ht	<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb.	corticole	VU
ht	<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	corticole	LC
***	<i>Aspicilia calcarea</i> (L.) Mudd	saxicole	
*** ht	<i>Aspicilia radiosa</i> (Hoffm.) Poelt & Leuckert	saxicole	
ht	<i>Buellia punctata</i> (Hoffm.) A. Massal.	corticole	
	<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th. Fr.	corticole	NT
	<i>Caloplaca cirrochroa</i> (Ach.) Th. Fr.	saxicole	
	<i>Caloplaca citrina</i> (Hoffm.) Th. Fr.	saxicole	
***	<i>Caloplaca crenulatella</i> (Nyl.) H. Olivier	saxicole	
***	<i>Caloplaca decipiens</i> (Arnold) Blomb. & Forssell	saxicole	
	<i>Caloplaca holocarpa</i> (Ach.) A. E. Wade	saxicole	(NT)
***	<i>Caloplaca saxicola</i> (Hoffm.) Nordin	saxicole	
***	<i>Caloplaca teicholyta</i> (Ach.) J. Steiner	saxicole	
	<i>Caloplaca variabilis</i> (Pers.) Müll. Arg.	saxicole	
***	<i>Caloplaca xantholyta</i> (Nyl.) Jatta	saxicole	
	<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein	corticole	VU
***	<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	saxicole	
***	<i>Candelariella efflorescens</i> R.C.Harris & W.R.Buck	corticole	
***	<i>Candelariella medians</i> (Nyl.) A. L. Sm.	saxicole	
	<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	corticole	LC
*** ht	<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	corticole	NT
ht	<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	corticole	LC
	<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J. R. Laundon	saxicole	(VU)
*** ht	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	lignicole	LC
	<i>Collema auriforme</i> (With.) Coppins & J. R. Laundon	saxicole	
	<i>Collema fuscovirens</i> (With.) J. R. Laundon	saxicole	
***	<i>Dermatocarpon minutum</i> (L.) W. Mann	saxicole	
	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	corticole	LC
ht	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	corticole	LC
***	<i>Lecania inundata</i> (Körb.) M. Mayrhofer	saxicole	
***	<i>Lecanora albescens</i> (Hoffm.) Branth & Rostr.	saxicole	
	<i>Lecanora allophana</i> Nyl.	corticole	VU
	<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme	corticole	LC
	<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	corticole	LC
	<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.	corticole	LC
*** ht	<i>Lecanora crenulata</i> Hook.	saxicole	
***	<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	saxicole	

***	<i>Lecanora expallens</i> Ach.	corticole	VU
***	<i>Lecanora saxicola</i> (Pollich) Ach.	saxicole	
	<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	corticole	LC
	<i>Lepraria lobificans</i> Nyl.	saxicole	(LC)
	<i>Lepraria rigidula</i> (B. De Lesd.) Tønsberg	corticole	LC
	<i>Lepraria vouauxii</i> (Hue) R. C. Harris	corticole	NT
	<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup	corticole	LC
	<i>Melanelixia subargentifera</i> (Nyl.) O. Blanco & al.	corticole	LC
	<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco & al.	corticole	VU
	<i>Melanohalea exasperata</i> (De Not.) O. Blanco & al.	corticole	VU
	<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco & al.	corticole	LC
	<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco & al.	corticole	VU
	<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt	corticole	VU
	<i>Opegrapha varia</i> Pers.	corticole	VU
	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	corticole	LC
	<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	corticole	LC
	<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy & Werner	corticole	LC
ht	<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	corticole	LC
	<i>Phaeophyscia endophoenicea</i> (Harm.) Moberg	corticole	LC
	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	corticole	LC
	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	corticole	LC
	<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	corticole	LC
	<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	corticole	LC
	<i>Physcia dimidiata</i> (Arnold) Nyl.	corticole	
	<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	corticole	VU
	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	corticole	LC
	<i>Physconia distorta</i> (With.) J. R. Laundon	corticole	LC
	<i>Physconia enteroxantha</i> (Nyl.) Poelt	corticole	VU
	<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	corticole	CR
	<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	corticole	VU
***	<i>Placynthium nigrum</i> (Huds.) Gray	saxicole	
	<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	corticole	NT
***	<i>Protoblastenia rupestris</i> (Scop.) J. Steiner	saxicole	
	<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	corticole	LC
	<i>Punctelia jeckeri</i> (Roum.) Kalb	corticole	VU
	<i>Pyrenula laevigata</i> (Pers.) Arnold	corticole	EN
***	<i>Sarcogyne regularis</i> Körb.	saxicole	
ht	<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins & P. James	corticole	NT
***	ht <i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.	saxicole	
	<i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.	corticole	NT
	<i>Xanthoria elegans</i> (Link) Th. Fr.	saxicole	
	<i>Xanthoria fulva</i> (Hoffm.) Poelt & Petut.	corticole	VU
	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	corticole	LC

Espèce	arbre no 1			arbre no 2			arbre no 3			arbre no 4			arbre no 5			arbre no 6								
	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	W	N	E	S	
<i>Anaptychia ciliaris</i>			1	2	1																			
<i>Arthonia radiata</i>									1															
<i>Buellia punctata</i>										2	1													
<i>Caloplaca cerina</i>			1							2	1													
<i>Candelaria concolor</i>																	1							
<i>Candelariella GROUPE xanthostigma</i>	2	4	1	4					1	5	5	4	5	3	5	5	5	5	2	3	3	3	2	3
<i>Candelariella reflexa</i>								1						3	5	5	5	4	4	4	5	3	3	4
<i>Evernia prunastri</i>	5							2																
<i>Lecanora carpinea</i>	4					5			1	2	1												1	
<i>Lecanora expallens</i>																								
<i>Lecanora GROUPE subfusca</i>									1	1	5	2											1	
<i>Lecidella elaeochroma</i>																								
<i>Lepraria rigidula</i>																								
<i>Lepraria vouauxii</i>	3	3							1															
<i>Melanelixia fuliginosa</i>																								
<i>Melanelixia subargentifera</i>			2	1																				1
<i>Melanohalea elegantula</i>																								
<i>Melanohalea exasperata</i>																								
<i>Melanohalea exasperatula</i>																								
<i>Opegrapha varia</i>																								
<i>Parmelia sulcata</i>																								
<i>Parmelina tiliacea</i>		2	3	5																				5
<i>Pertusaria albescens</i>			2	4																				1

Table 3, part 1 : Relevés de bioindication effectués sur les 23 arbres sélectionnés et calcul des valeurs de LDV par arbre et par maille, à partir de la fréquence des espèces.

Espèce	arbre no 7			arbre no 8			arbre no 9			arbre no 10			arbre no 11			arbre no 12				
	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	W	
<i>Anaptychia ciliaris</i>																				
<i>Arthonia radiata</i>																				
<i>Buellia punctata</i>																				
<i>Caloplaca cerina</i>	4		2																	
<i>Candelaria concolor</i>																				
<i>Candelariella GROUPE xanthostigma</i>								1	1	1	2					5	1	1		
<i>Candelariella reflexa</i>								3				1						1		1
<i>Evernia prunastri</i>																				
<i>Lecanora carpinea</i>																				
<i>Lecanora expallens</i>												1			2					
<i>Lecanora GROUPE subfusca</i>								3	1											
<i>Lecidella elaeochroma</i>								3												
<i>Lepraria rigidula</i>							5													2
<i>Lepraria vouauxii</i>			1	1			2													
<i>Melanelixia fuliginosa</i>																				
<i>Melanelixia subargentifera</i>																				
<i>Melanohalea elegantula</i>																				
<i>Melanohalea exasperata</i>																				
<i>Melanohalea exasperatula</i>																				
<i>Opegrapha varia</i>																				
<i>Parmelia sulcata</i>								3	4											
<i>Parmelina tiliacea</i>								2												
<i>Pertusaria albescens</i>								3	3											

Table 3, part 2

Espèce	arbre no 13			arbre no 14			arbre no 15			arbre no 16			arbre no 17			arbre no 18																													
	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S	N	E	S									
<i>Anaptychia ciliaris</i>																																													
<i>Arthonia radiata</i>																																													
<i>Buellia punctata</i>																																													
<i>Caloplaca cerina</i>																																													
<i>Candelaria concolor</i>	1	2																																											
<i>Candelariella GROUPE xanthostigma</i>	3		2							2																																			
<i>Candelariella reflexa</i>	3	5	3	3		3				3	3	4	5	1					1																										
<i>Evernia prunastri</i>																																													
<i>Lecanora carpinea</i>																																													
<i>Lecanora expallens</i>																																													
<i>Lecanora GROUPE subsusca</i>																																													
<i>Lecidella elaeochroma</i>																																													
<i>Lepraria rigidula</i>	2																		1									1																	
<i>Lepraria vouauxii</i>																			4																										
<i>Melanelixia fuliginosa</i>																												2			2			2			2			2					
<i>Melanelixia subargentifera</i>			1																																										
<i>Melanohalea elegantula</i>																																													
<i>Melanohalea exasperata</i>																																													
<i>Melanohalea exasperatula</i>	5	2																	5	2	4	5	2	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4
<i>Opegrapha varia</i>																																													
<i>Parmelia sulcata</i>	1																																												
<i>Parmelina tiliacea</i>	3	2	4																																										
<i>Pertusaria albescens</i>																																													

Table 3, part 3

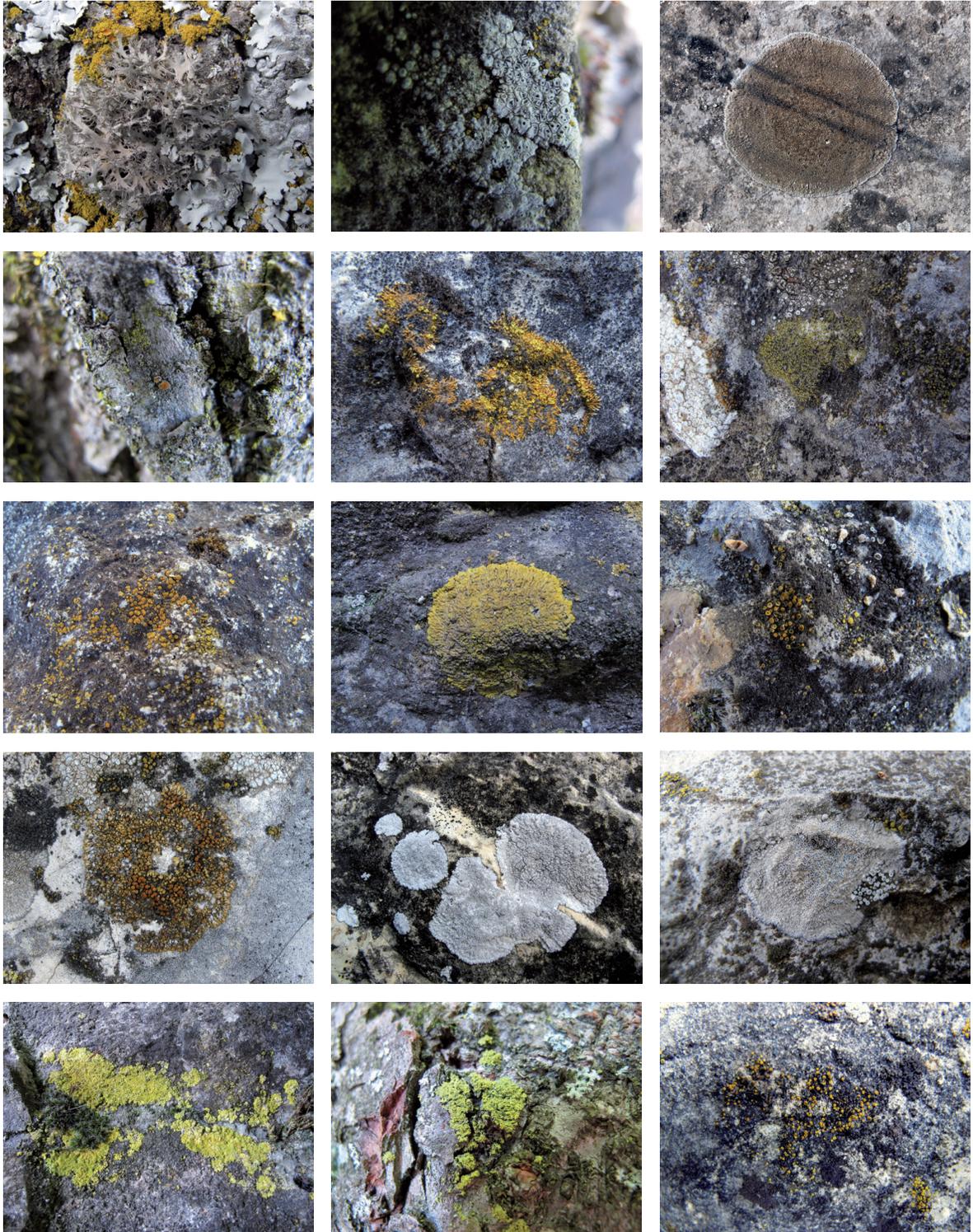


Planche 1 (de gauche à droite et de haut en bas): *Anaptychia ciliaris*, *Aspicilia calcarea*, *Aspicilia radiosa*, *Caloplaca cerina*, *Caloplaca cirrochroa*, *Caloplaca citrina*, *Caloplaca crenulatella*, *Caloplaca decipiens*, *Caloplaca holocarpa*, *Caloplaca saxicola*, *Caloplaca teicholyta*, *Caloplaca variabilis*, *Caloplaca xantholyta*, *Candelaria concolor*, *Candelariella aurella*.



Planche 2 (de gauche à droite et de haut en bas): *Candelariella efflorescens*, *Candelariella medians*, *Candelariella vitellina*, *Chrysothrix candelaris*, *Cladonia coniocraea*, *Collema auriforme*, *Collema fusco-virens*, *Dermatocarpon miniatum*, *Evernia prunastri*, *Lecanora albescens*, *Lecanora allophana*, *Lecanora carpinea*, *Lecanora dispersa*, *Lecanora saxicola*, *Lecidella elaeochroma*



Planche 3 (de gauche à droite et de haut en bas): *Lepraria lobificans*, *Lepraria rigidula*, *Lepraria vouauxii*, *Melanelixia subargentifera*, *Melanohalea elegantula*, *Melanohalea exasperatula*, *Parmelina tiliacea*, *Pertusaria albescens*, *Pertusaria amara*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Phlyctis argena*, *Physcia adscendens*, *Physcia aipolia*, *Physcia stellaris*, *Physcia tenella*.

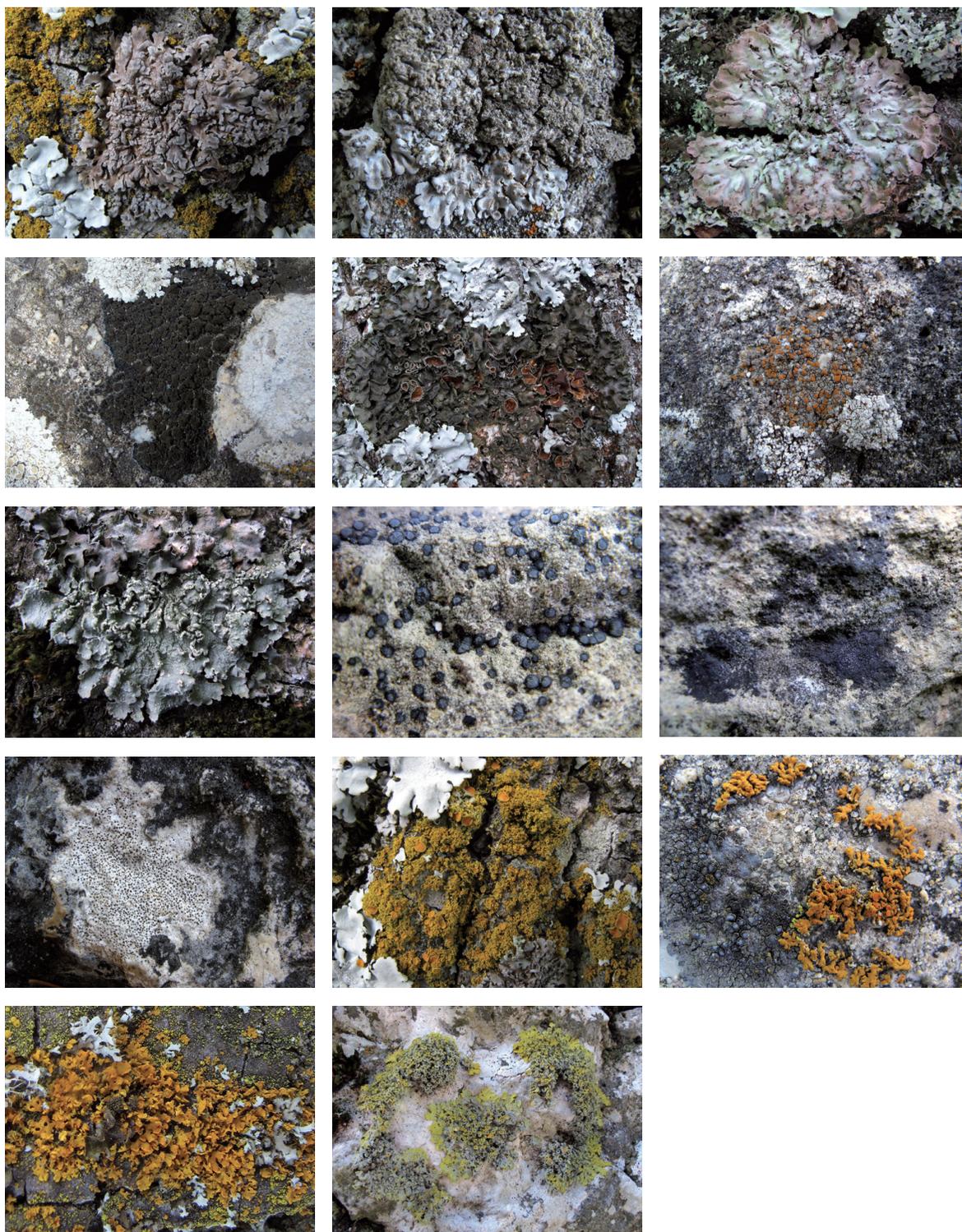


Planche 4 (de gauche à droite et de haut en bas): *Physconia distorta*, *Physconia enteroxantha*, *Physconia grisea*, *Placynthium nigrum*, *Pleurosticta acetabulum*, *Protoblastenia rupestris*, *Punctelia jeckeri*, *Sarcogyne regularis*, *Verrucaria nigrescens*, *Verrucaria sp.*, *Xanthoria candelaria*, *Xanthoria elegans*, *Xanthoria fulva*, *Xanthoria parietina*

BIBLIOGRAPHIE

- APTROOT, A. & HONEGGER, R. 2006. Lichens in the new botanical garden of the University of Zurich, Switzerland. *Botanica Helvetica* 116 (2): 135–148.
- ASTA, J., ERHARDT, W., FERRETTI, M., FORNASIER, F., KIRSCHBAUM, U., NIMIS, P. L., PURVIS, O. W., PIRINTSOS, S., SCHEIDEGGER, C., VAN HALUWYN, C. & WIRTH, V. 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis, P. L.; Scheidegger, C. & Wolseley, P. A. (Eds.), *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Publishers. London: pp. 273–279.
- BOCH, S., KELLER, C., CORNEJO, C., STOFER, S. & WERTH, S. 2011. Flechten (Lichenes). *Bulletin de la Murithienne* 128/2010: 32–33.
- BURGISSER, L., HABASHI-MAYOR, C., CLERC, P. & PRICE, M. 2004. Inventaire des lichens, des mousses et des hépatiques du Bois de la Grille (commune de Vernier, canton de Genève). *Saussurea* 34: 111–129.
- CAMENZIND, R. & WILDI, E. 1991. The epiphytic lichen flora of the Gurnigel-Gantrisch forest (Canton of Berne, Switzerland). *Botanica Helvetica* 101 (2): 183–197.
- CLERC, P. 2004. Les champignons lichénisés de Suisse - Catalogue bibliographique complété par des données sur la distribution et l'écologie des espèces. *Cryptogamica Helvetica* 19: 1–320.
- CLERC, P. & TRUONG, C. 2012. Catalogue des lichens de Suisse. <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/cataloguelichen>. Version 2.0, 11.06.2012.
- CORNAZ, E. 1846-1847. Enumération des lichens jurassiques et plus spécialement de ceux du canton de Neuchâtel. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel* 2: 385–408.
- CULBERSON, C. F. & AMMANN, K. 1979. Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1–24.
- CULBERSON, C. F. & JOHNSON, A. 1982. Substitution of methyl tert-butyl ether for diethyl ether in the standardized thin-layer chromatographic method for lichen products. *Journal of Chromatography* 238: 483–487.
- DIETRICH, M. 1991. The lichen flora of the Merli forest, Giswil/OW (Central Switzerland). *Botanica Helvetica* 101 (2): 167–182.
- DIETRICH, M. & BÜRGI-MEYER, K. 2010a. Interessante Flechten aus dem Kanton Luzern - Neufunde für die Schweiz. *Meylania* 45: 10–16.
- DIETRICH, M. & BÜRGI-MEYER, K. 2010b. Interessante gesteinsbewohnende Flechten am Tossen bei Schimbrigbad in der UNESCO Biosphäre Entlebuch (Kanton Luzern, Zentralschweiz). *Herzogia* 23: 75–84.
- DIETRICH, M., BURGI-MEYER, K., BERGAMINI, A., SCHEIDEGGER, C. & STOFER, S. 2008. The forest of Kriens (canton of Lucerne): A valuable habitat for many threatened lichens of Switzerland. *Botanica Helvetica* 118 (2): 149–164.

- FREY, E. 1959. Beiträge zu einer Lichenenflora der Schweiz I. *Berichte der Schweizer Botanischen Gesellschaft* 69: 156–245.
- GRANT, J. R. & MULHAUSER, B. 2013. Biocénose d'un mur d'enceinte du château de Neuchâtel. *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles* 133: 93-103.
- HERZIG, R. & URECH, M. 1991. Flechten als Bioindikatoren. Integriertes biologisches Messsystem der Luftverschmutzung für das Schweizer Mittelland. *Bibliotheca Lichenologica* 43: 1–283.
- LAMBELET-HAUETER, C., BURGISSER, L., CLERC, P., GLOOR, S., MOESCHLER, P., MONNEY, J.-C., MUELLER, A., PRICE, M., RUCKSTUHL, M., SALOMON CAVIN, J. & ZBINDEN, N. 2011. Le milieu bâti – Lichens. In: Lachat, T.; Pauli, D.; Gonseth, Y.; Klaus, G.; Scheidegger, C.; Vittoz, P. & Walter, T. (Eds.), *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900: Avons-nous touché le fond? Bristol-Stiftung & Haupt. Zürich & Bern, Stuttgart, Wien*: pp. 232–234.
- KIRSCHBAUM, U. & WIRTH, V. 1997. *Les lichens bio-indicateurs. Les reconnaître, évaluer la qualité de l'air. Eugen Ulmer. Paris.*
- MERMILLIOD J.-C., TRUONG, C. & VUST, M. 2009. *Fulgensia australis* (Arnold) Poelt, une nouvelle espèce de lichen pour la Suisse. *Meylania* 43: 24-27.
- NASH, T. H., III 2008a. Introduction. In: Nash, T. H., III (Ed.), *Lichen Biology. Cambridge University Press. Cambridge*: pp. 1–8.
- NASH, T. H., III 2008b. Lichen sensitivity to air pollution. In: Nash, T. H., III (Ed.), *Lichen Biology. Cambridge University Press. Cambridge*: pp. 299–314.
- NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C. & WOLSELEY, P. A. 2002. *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. Kluwer Academic. Dordrecht, Boston, London.*
- PURVIS, O. W. 2000. *Lichens. Natural History Museum & Smithsonian Institution. London & Washington.*
- SCHAERER, L. E. 1823-1852. *Lichenes helvetici exsiccati. Bern.*
- SCHEIDEGGER, C. & CLERC, P. 2002. *Liste rouge des espèces menacées en Suisse: Lichens épyphytes et terricoles. OFEFP, WSL & CJBG. Bern, Birmensdorf & Genève.*
- SPINELLI, A. (2011). *Candelariella aggregata* M. Westb. Neu für die Schweiz. *Meylania* 47: 18.
- SPINELLI, A. & VUST, M. 2011. La Val Piora: primo approccio a un mondo ricco di licheni ancora poco esplorato. *Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali* 99: 39–52.
- VDI 1995. *Messung von Immissionswirkungen: Ermittlung und Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten - Flechtenkartierung zur Ermittlung des Luftgütwertes (LGW). VDI-Richtlinie 3799, Blatt 1. Berlin.*
- VONARBURG, C., KELLER, C., MERMILLIOD, J.-C. & STOFER, S. 2011. Lichenologische Beobachtungen an der Exkursion der Bryolich ins Wengital, Kt. St. Gallen. *Meylania* 46: 4–7.

VUST, M. 2010. Journées de la biodiversité de l'ASPO - Les lichens. *Meylania* 45 : 21–24.

VUST, M., TRUONG, C. & MERMILLIOD, J.-C. 2009. Lichens du Vallon de Nant (Bex, Alpes vaudoises). *Mémoires de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 23 : 51–74.