Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 102 (2023)

Artikel: Impact des pratiques viticoles sur les communautés lichéniques des ceps en Lavaux (VD, Suisse)

Autor: Laluc, Maël / Vust, Mathias / Vittoz, Pascal

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1046407

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: 15.07.2025

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

Impact des pratiques viticoles sur les communautés lichéniques des ceps en Lavaux (VD, Suisse)

Maël LALUC[1], Mathias VUST[2] & Pascal VITTOZ[3*]

Laluc M., Vust M. & Vittoz P., 2023. Impact des pratiques viticoles sur les communautés lichéniques des ceps en Lavaux (VD, Suisse). *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 102 : 25-38.

Résumé

Les lichens sont connus pour leur sensibilité à certains polluants atmosphériques, tels que les oxydes de soufre et d'azote, et ces organismes, symbiose entre un champignon et une algue, ont été utilisés comme bioindicateurs. Dans les vignes, la longévité des ceps en fait des supports potentiellement intéressants pour les lichens, mais l'importante lutte qui est faite aux phytopathogènes, en particulier aux champignons, est susceptible d'être néfaste aux lichens. Pourtant, la flore lichénique des vignobles n'a jamais été évaluée. Cette étude a comparé la diversité lichénique sur les ceps entre des domaines en viticulture conventionnelle et des domaines biologiques (y compris biodynamiques). Le recouvrement total des lichens et de chaque espèce a été estimé dans huit domaines (4 parcelles de 36 ceps par domaine) en Lavaux, quatre en viticulture conventionnelle et quatre en biologique. Les lichens ne montraient pas de différence dans leur recouvrement total entre modes de gestion, mais la diversité spécifique (indice de Shannon) était significativement plus importante dans les vignes biologiques. Dans ces dernières, les ceps étaient dominés par trois espèces foliacées (*Physcia adscendens, Parmelia sulcata, Xanthoria parietina*) alors qu'en viticulture conventionnelle, ils étaient dominés par une espèce crustacée (*Micarea* cf. *prasina*) et deux foliacées (*Physcia adsendens, Xanthoria parietina*), ces dernières avec un recouvrement plus faible qu'en viticulture biologique. *Myriolecis hagenii*, au port crustacé, était commun aux deux modes de gestion. *Evernia prunastri*, la seule espèce fruticuleuse, n'a été trouvée que dans des vignes biologiques. Sans données précises sur les différents produits phytosanitaires utilisés dans les vignes conventionnelles, il est difficile de connaître l'origine des différences observées. Mais ces résultats montrent que les traitements utilisés en viticulture conventionnelle ont un impact sur la flore lichénique, en particulier sur les espèces foliacées (et probablement également fruticuleuses), alors que certaines espèces crustacées les supportent mieux. Le sulfate de cuivre, fongicide connu de longue date, pourrait être responsable de ces différences, mais il est également utilisé en viticulture biologique. D'autres données, avec plus de domaines et des informations précises sur les traitements utilisés, seront donc nécessaires pour affiner ces résultats.

Mots clés : biodynamie, cryptogame, cuivre, fongicide, lichen, pesticide, toxicité, Vaud, vigne, viticulture biologique.

[1] Avenue de la Paix 2D, 1814 La Tour-de-Peilz, maellaluc@hotmail.com

[2] Quai de Nogent 4, 1400 Yverdon, lichens.vust@rossolis.ch

[3] Université de Lausanne, FGSE, Institut des dynamiques de la surface terrestre, 1015 Lausanne.

*Auteur pour la correspondance : pascal.vittoz@unil.ch

© Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 2023. Tous droits de reproduction réservés. CODEN : BSVAA6 ISSN : 0037-9603

Laluc M., Vust M. & Vittoz P., 2023. Impact of viticultural practices on lichen communities of vines in Lavaux (VD, Switzerland). ***Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*** **102 : 25-38.**

Abstract

Lichens are known to be sensitive to certain atmospheric pollutants, such as sulphur and nitrogen oxides, and these organisms, a symbiosis between a fungus and an alga, have been used as bioindicators. In vineyards, the longevity of the vines makes them potentially interesting supports for lichens, but the important control of phytopathogens, in particular fungi, is likely to be harmful to lichens. However, the lichenic flora of vineyards has never been assessed. This study compared the lichen diversity on vines between conventional and organic (including biodynamic) vineyards. The total lichen cover and the cover of each species was estimated in eight vineyards (4 plots of 36 vines per vineyard) in Lavaux, four conventional and four organic vineyards. The lichens did not show any difference in their total cover between management systems, but the species diversity (Shannon index) was significantly higher in the organic vineyards. In the latter, vines were dominated by three foliaceous species (*Physcia adscendens, Parmelia sulcata, Xanthoria parietina*) whereas in conventional viticulture, they were dominated by one crustaceous species (*Micarea cf. prasina*) and two foliaceous species (*Physcia adsendens, Xanthoria parietina*), the latter with a lower cover than in organic viticulture. *Myriolecis hagenii*, a crustaceous species, was common to both management types. *Evernia prunastri*, the only fruticose species, was only found in organic vineyards. Without precise data on the different pesticides used in conventional vineyards, it is difficult to know the origin of the observed differences. However, these results show that the treatments used in conventional viticulture have an impact on the lichen flora, particularly on foliaceous (and probably also fruticose) species, whereas certain crustaceous species are better able to withstand them. Copper sulphate, a long-known fungicide, could be responsible for these differences, but it is also used in organic viticulture. Further data, with more domains and precise information on the treatments used, will therefore be needed to refine these results.

Keywords : biodynamics, cryptogam, copper, fungicide, lichen, pesticide, toxicity, Vaud, vineyard, organic viticulture.

Introduction

Les lichens sont depuis longtemps reconnus comme étant très sensibles à la pollution atmosphérique (Conti & Cecchetti 2001 ; Hawksworth 1971 ; Nash III 2008 ; Richardson & Dalby 1992). Bien que l'attention principale se soit portée initialement sur le dioxyde de souffre comme inhibiteur majeur de croissance des lichens (Nash III 2008), d'autres composés ont été mis en évidence par la suite, dont le cuivre (Hauck & Zoller 2003) ou plus largement le nickel, le cadmium, le chrome et le plomb (Aslan *et al.* 2012). Plusieurs études ont notamment utilisé les lichens comme bioindicateurs de la pollution atmosphérique urbaine. Par exemple, Fiore-Donno (1997) a observé une pollution décroissante au dioxyde de souffre en s'éloignant du centre de Genève sur la base de la répartition des espèces de lichens. Ces études portent le plus souvent sur les lichens épiphytes des arbres, alors que leur potentiel de bioindicateurs dans les vignes n'a encore jamais été évalué.

Dans les surfaces viticoles, les lichens sont pourtant bien présents : accrochés aux murs de pierre, suspendus aux branches ou à la surface des ceps, ils font partie de la biocénose des vignes. Cependant, ils passent souvent inaperçus compte tenu de leur petite taille ou de l'absence apparente d'interactions. Ces organismes, résultat de la symbiose entre champignons et algues ou cyanobactéries, sont caractérisés par une grande diversité de formes du thalle et de

couleurs (Nash III 2008 ; Thiévant 2001 ; Vust 2011). Au sein des écosystèmes, les lichens jouent un rôle important en nourrissant d'autres espèces, en offrant habitat et camouflage aux acariens, insectes et chenilles et sont utilisés comme matériel de construction du nid par les oiseaux (Scheidegger & Clerc 2002). Il est donc important de les conserver dans un maximum d'écosystèmes. En comparaison avec d'autres cultures, la viticulture joue un rôle potentiellement important dans la conservation des espèces car la longévité des ceps offre un support relativement pérenne à ces organismes à croissance lente.

Dans le monde viticole, les champignons ne sont pas particulièrement appréciés. La Suisse, comme beaucoup de pays, est passée proche d'un anéantissement complet de ses vignobles lors de l'arrivée de nouveaux parasites, en particulier l'oïdium (*Erysiphe necator*) et le mildiou (*Plasmopara viticola*), d'Amérique du Nord au XIXe siècle (Pfister *et al.* 2019). Depuis, de nombreuses méthodes ont vu le jour pour faire face aux ravages des champignons et autres parasites proches (le mildiou est un oomycète, morphologiquement proche des champignons, mais appartenant à une autre branche du vivant, proche des algues brunes), dont le souffre vers 1850, le sulfate de carbone en 1869 et le sulfate de cuivre dès 1883 (Simon *et al.* 1992). D'autres pesticides ont été mis sur le marché depuis, mais la bouillie bordelaise (mélange d'oxyde de calcium et de sulfate de cuivre) reste largement utilisée en viticulture, malgré ses conséquences bien documentées, dont la pollution des sols par le cuivre (Fernández-Calviño *et al.* 2010 ; Mackie *et al.* 2012) et les effets secondaires sur la physiologie de la plante (Simon *et al.* 1992). Selon Scheidegger & Clerc (2002) : « *Les cultures agricoles comme les vignobles, les vergers et les selves de châtaigniers peuvent abriter une végétation lichénique riche en espèces. Or la culture intensive et les produits utilisés pour les traitements appauvrissent considérablement la diversité des espèces* ». Aucune étude précise de l'impact des fongicides n'a été réalisée sur les lichens des vignobles ; seuls Loppi *et al.* (1998) constatent une augmentation de la teneur en soufre du thalle des lichens à proximité des vignes.

Le présent travail a pour but d'évaluer l'influence des deux modes de gestion des vignobles les plus répandus (la culture dite « conventionnelle » et celle biologique – incluant la biodynamie) sur l'abondance et la diversité des lichens. Dans ce but, les ceps de trente-deux parcelles de huit domaines en Lavaux ont été inventoriés, parcelles réparties équitablement entre des domaines en culture biologique (ou biodynamique) et en culture conventionnelle.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans huit domaines viticoles de la région de Lavaux (canton de Vaud), situés dans les communes de Bourg-en-Lavaux (près de Cully, Épesses et Chenaux) et de Saint-Saphorin (figure 1 ; coordonnées en annexe). La moitié des domaines retenus pratique une culture conventionnelle (culture C) et l'autre moitié est composée de deux domaines en culture biologique et deux en culture biodynamique, regroupés dans une catégorie commune (culture B ; tableau 1). Bien que l'étude se concentre sur la différence entre les catégories C et B, les domaines biologiques et biodynamiques ont également été comparés.

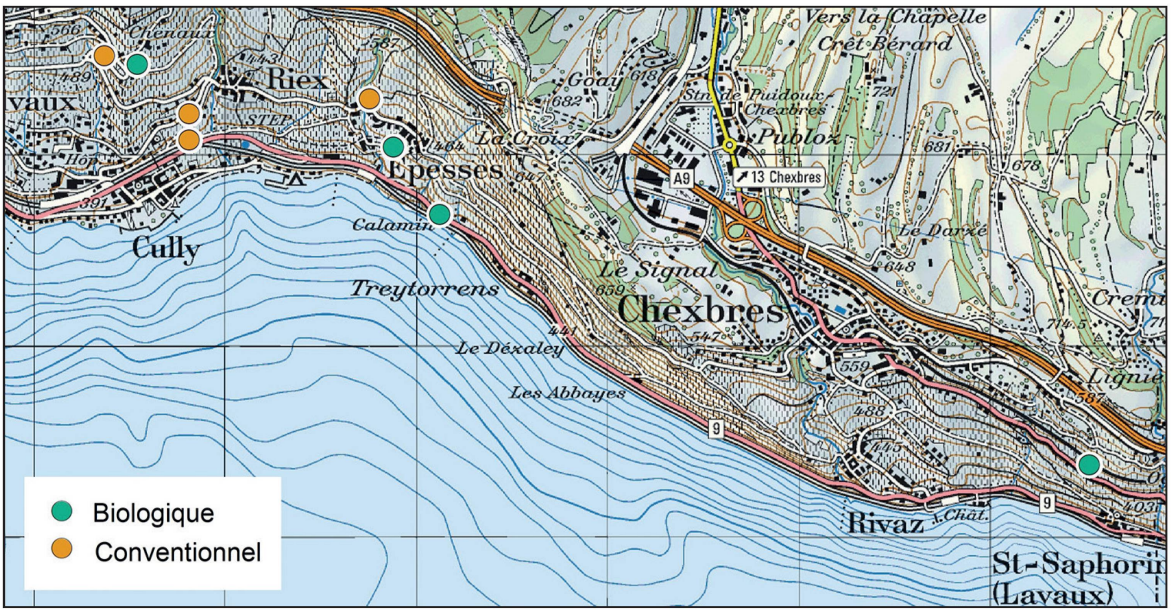

Figure 1. Localisation des huit domaines étudiés dans le vignoble de Lavaux (Source : Office fédéral de topographie Swisstopo).

Tableau 1. Différences entre des gestions viticoles conventionnelle, biologique et biodynamique (Source : https://chateau-lafitte.com/quest-ce-quun-vin-en-biodynamie/).

	Viticulture conventionnelle	Viticulture biologique	Viticulture biodynamique
Lutte contre les maladies	Produits de contact et de synthèse	Produits de contact (à base de cuivre et de souffre)	Produits de contact (à base de cuivre et de souffre)
Stimulation de l'immunité originelle de la plante	Aucune	Aucune obligatoire	Préparations biodynamiques, tisanes de plantes, travail suivant le calendrier lunaire
Fertilisation	Engrais minéraux (NPK)	Engrais organiques	Compost avec les préparations biodynamiques
Entretien du sol	Désherbants chimiques autorisés	Désherbants chimiques interdits	Désherbants chimiques interdits
Certifications	Aucun	Bio Suisse, …	Demeter ou Biodyvin

Domaines et parcelles

Les huit domaines viticoles ont été visités entre mars et mai 2022. Dans chaque domaine, quatre parcelles avec 36 pieds de vignes (six pieds en longueur et six en largeur) ont été retenues. Les parcelles ont été choisies de manière à couvrir l'ensemble du domaine en étant approximativement équidistantes les unes des autres, en conservant une orientation et une pente approximativement constantes au sein d'un domaine et en évitant les irrégularités, comme les murets.

La surface de référence pour la caractérisation et la quantification des lichens au sein des parcelles est le cep de vigne. Les ceps dont le diamètre était inférieur à 2,5 cm n'ont pas été retenus (trop jeunes pour permettre un bon développement des lichens) et un autre était ajouté sur le même rang, à la suite, afin de conserver 36 ceps par parcelle. La surface prise en considération pour l'inventaire des lichens est l'intégralité du cep, de la base jusqu'au début des sarments.

Les caractéristiques suivantes ont été notées pour chaque parcelle : coordonnées GPS, pente, exposition, altitude, mode de gestion viticole (culture C ou B, avec indication complémentaire de biologique ou biodynamique, voir annexe). Le diamètre et la hauteur de chaque cep ont été mesurés.

Inventaire des lichens

La proportion de la surface recouverte par les lichens sur chaque cep a été estimée visuellement. Ensuite, les espèces occupant le cep ont été inventoriées, en prenant soin de regarder également sous les branches horizontales. Compte tenu de la diversité des lichens et des difficultés à reconnaître certaines espèces sur le terrain, un recensement préliminaire a permis d'établir une liste des dix espèces communes, les quelques autres découvertes par la suite étant regroupées dans une catégorie « autres espèces ». Une note allant de 0 à 13 (tableau 2) a été attribuée à chaque espèce observée en fonction de la surface du cep occupée par l'espèce. Cette échelle est inspirée de celle de Londo (1976), mais avec des classes plus fines pour les petits recouvrements, étant donné que la grande majorité des espèces ne dépassait pas 5 % de la surface des ceps.

Tableau 2. Échelle utilisée pour estimer visuellement le recouvrement des espèces sur les ceps de vigne.

Note	Recouvrement	Note	Recouvrement
0	Absent	7	4 – 5 %
1	< 0,1 %	8	5 – 10 %
2	0,1 – 0,5 %	9	10 – 15 %
3	0,5 – 1 %	10	15 – 20 %
4	1 – 2 %	11	20 – 30 %
5	2 – 3 %	12	30 – 40 %
6	3 – 4 %	13	40 – 50 %

Analyse des données

La moyenne des recouvrements totaux des lichens a été calculée pour chaque parcelle et la différence entre modes de gestion (culture B et C) a été évaluée par un test de Wilcoxon-Mann-Whitney, car les données ne suivaient pas une distribution normale. Le même test a été utilisé pour comparer le recouvrement de chaque espèce en fonction du mode de gestion.

La diversité a été obtenue en calculant l'indice de diversité de Shannon de chaque cep, moyenné ensuite par parcelle. L'indice de Shannon est une mesure de la richesse spécifique, mais pondérée par le recouvrement des espèces. Ainsi, pour un même nombre d'espèces, une parcelle qui est largement dominée par une espèce obtient un indice plus bas qu'une autre parcelle avec des recouvrements équilibrés entre espèces. Les moyennes par mode de culture ont ensuite été calculées et comparées avec un test de Student. L'influence des facteurs environnementaux (altitude et exposition) sur la diversité spécifique a été analysée à l'aide d'un test de corrélation de Pearson.

La moyenne des recouvrements totaux des lichens et la diversité entre cultures biologiques et biodynamiques ont été testées avec un test de Wilcoxon-Mann-Whitney. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R 4.1.1 (R Core Team 2021).

Résultats

Parmi les dix espèce identifiées, trois étaient des espèces crustacées et cinq des espèces foliacées, les deux dernières étant fruticuleuses ou pulvérulentes (tableau 3).

Tableau 3. Espèces de lichens observées le plus fréquemment avec la morphologie de leur thalle (nomenclature selon Nimis *et al.* 2018). Les lichens foliacés se distinguent par un thalle étalé en forme de feuilles, généralement peu adhérant au substrat. Les lichens crustacés forment des croûtes plates, souvent très minces, adhérentes à la surface du substrat, duquel ils peuvent être difficiles à détacher. Les lichens fruticuleux ont une apparence similaire à de petits buissons, développant des branches ou des tiges ramifiées. Les lichens pulvérulents sont parfois appelés « lichens poudreux » ; ils forment une fine couche de poudre ou de particules pulvérulentes à la surface du substrat (Nash III 2008).

Espèce	Morphologie
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau	Crustacé
Evernia prunastri (L.) Ach.	Fruticuleux
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	Foliacé
Lepraria finkii (B. de Lesd.) R.C. Harris	Pulvérulent
Micarea cf. prasina Fr.	Crustacé
Myriolecis hagenii (Ach.) Śliwa, Zhao Xin & Lubsch	Crustacé
Parmelia sulcata Taylor	Foliacé
Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg	Foliacé
Physcia adscendens H. Olivier	Foliacé
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.	Foliacé

Recouvrement et diversité

Au niveau des parcelles, le recouvrement total des lichens sur les ceps variait entre 1 et 33 % (figure 2). Ce recouvrement s'élevait en moyenne à 6,15 ± 4,19 % du cep dans les cultures B contre 7,49 ± 10,78 % en culture C (figure 3). Ces valeurs ne sont pas significativement différentes ($p > 0,5$).

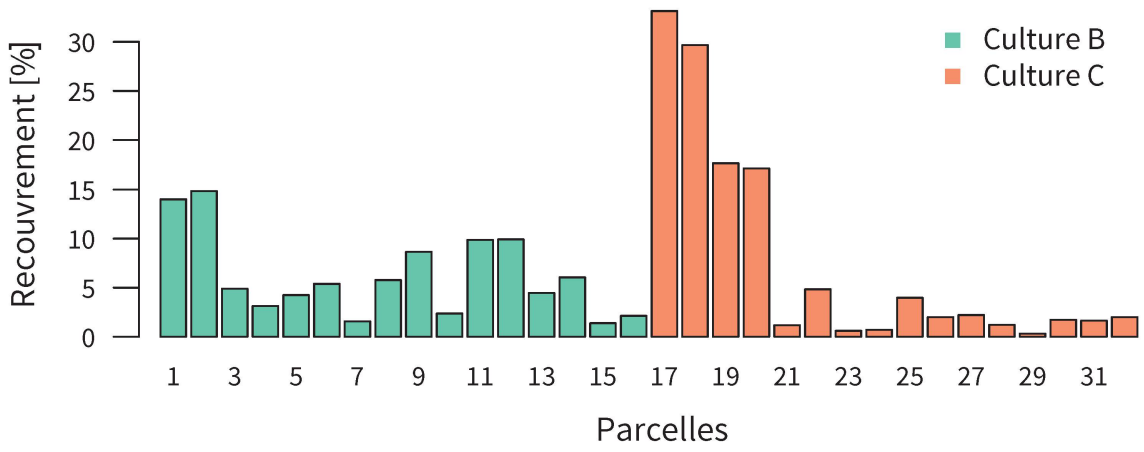

Figure 2. Recouvrement moyen [%] des 32 parcelles classées par mode de culture (B, culture biologique ou biodynamique ; C, culture conventionnelle) et par ordre d'inventaire.

L'indice de diversité de Shannon moyen, tous modes de culture confondus, était de 1,43, variant entre 0,36 et 2,0 (figure 5). Il était en moyenne de 1,61 ± 0,29 pour les parcelles en culture B et de 1,23 ± 0,54 pour les parcelles en culture C (figure 4). Ces deux valeurs sont significativement différentes (p = 0,023), montrant des parcelles en culture biologique plus riches que les parcelles en culture conventionnelle.

L'indice de diversité était indépendant de l'exposition et de l'altitude, ne montrant aucune corrélation avec ces facteurs environnementaux.

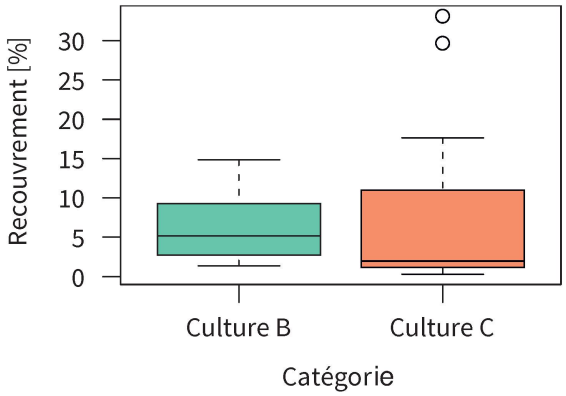

Figure 3. Distribution des recouvrement moyens des lichens par mode de culture. Il n'y a pas de différence significative entre les cultures biologiques ou biodynamiques (B) et conventionnelles (C). La ligne noire indique la médiane et la boîte est limitée par les 1er et 3e quartiles.

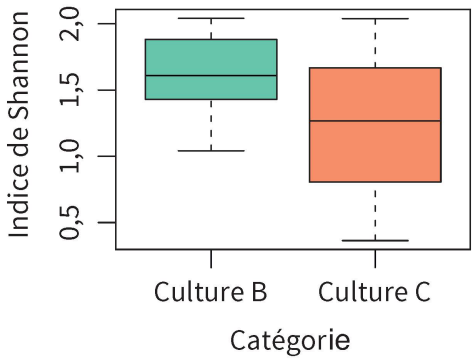

Figure 4. Distribution des indices de Shannon des lichens par mode de culture. Les cultures biologiques ou biodynamiques (B) sont en moyenne plus riches (p = 0.023) que les conventionnelles (C).

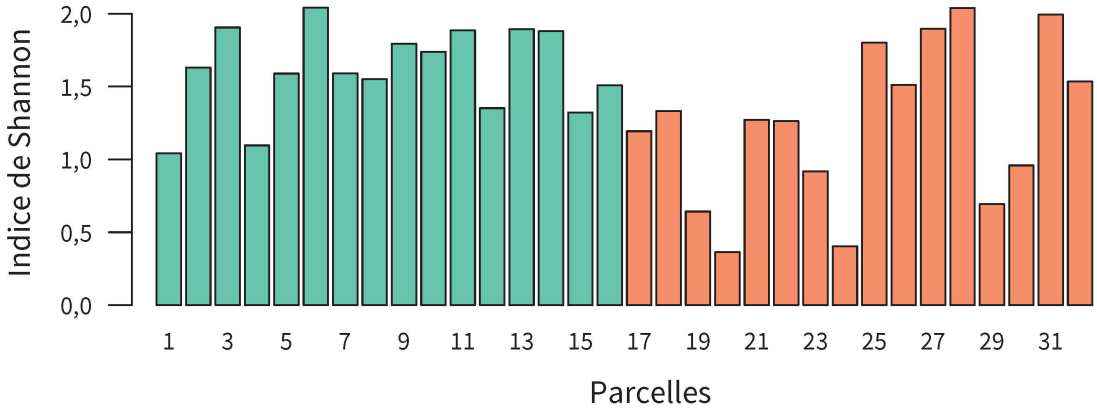

Figure 5. Indice de Shannon moyen des 32 parcelles classées par mode de culture et d'inventaire.

Recouvrement spécifique

Myriolecis hagenii, *Micarea cf. prasina* et *Physcia adscendens* étaient les trois espèces avec les plus hautes moyennes de recouvrement sur l'ensemble des parcelles. Ce tiercé de tête variait cependant en fonction du mode de culture, avec *Physcia adscendens, Micarea cf. prasina*, *Parmelia sulcata* et *Xanthoria parietina* dominant les cultures B et *Myriolecis hagenii, Micarea cf. prasina*, *Physcia adscendens* et *Xanthoria parietina* dominant les cultures C (figure 6). À noter que

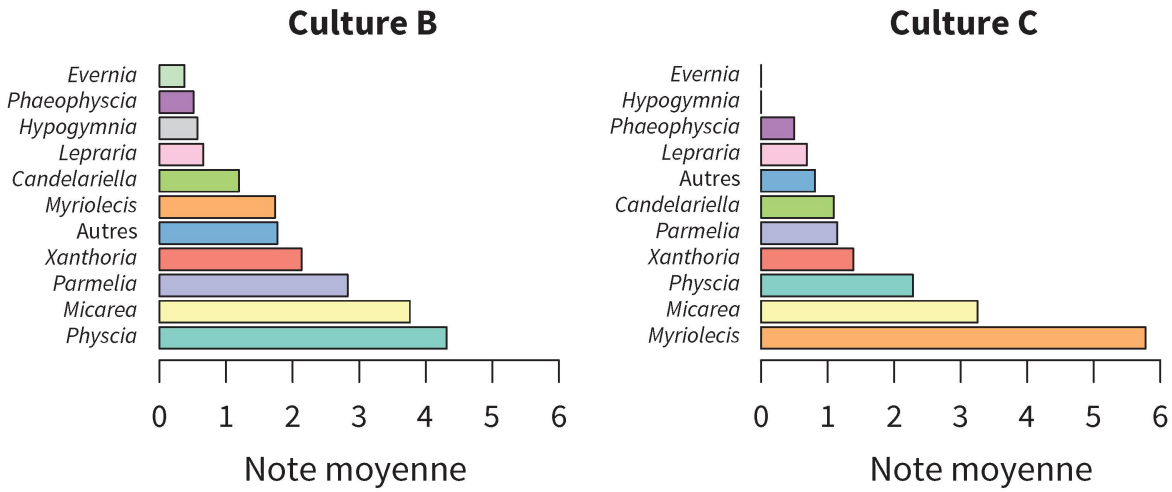

Figure 6. Note moyenne (voir tableau 2 pour l'échelle de recouvrement) des espèces en fonction du mode de culture.

Myriolecis hagenii était particulièrement abondant dans un domaine (à Épesses, commune de Bourg-en-Lavaux), dépassant 10 % dans deux des parcelles et 20 % dans les deux autres (figure 2, parcelles 17 à 20).

Toutes les espèces, à l'exception de *Myriolecis hagenii* et *Micarea cf. prasina* présentaient des valeurs médianes supérieures en culture B (figure 7), bien que seul *Parmelia sulcata* montrait une différence significative ($p < 0{,}05$). Inversement, *Myriolecis hagenii* recouvrait significativement plus de surface en culture C qu'en culture B ($p < 0{,}05$). Bien que rares, *Hypogymnia physodes* (3 parcelles) et *Evernia prunastri* (2 parcelles) n'ont été trouvés que dans des domaines en culture B.

Biodynamie et culture biologique

La note moyenne du recouvrement total des lichens pour les parcelles en biodynamie était de 7,73 % (médiane 5,14 %) contre 5,60 % en culture biologique (médiane 5,26 %). L'indice de diversité de Shannon moyen était de 1,55 ± 0,34 pour la biodynamie et 1,67 ± 0,24 pour le biologique. Ni le recouvrement ni la diversité n'étaient significativement différents entre les cultures biologiques et biodynamiques.

Discussion

Les résultats montrent que les vignobles en culture conventionnelle (C) et biologique (ou biodynamique, B) ont des recouvrements en lichens sur les ceps similaires. Les lichens des cultures C étaient largement dominés par deux espèces, *Myriolecis hagenii* et *Micarea cf. prasina*, alors que quatre espèces se partageaient plus équitablement la surface dans les cultures B. De ce fait, la diversité spécifique (indice de Shannon) était plus basse en culture C qu'en culture B. Les vignobles en culture B semblent donc accueillir une plus grande diversité de flore lichénique tandis que les vignobles en culture C tendent à être abondamment colonisés par un petit nombre d'espèces.

Excepté *Micarea cf. prasina*, indifférent au mode de culture, la flore lichénique en culture B était principalement représentée par *Physcia adscendens*, *Parmelia sulcata* et *Xanthoria parie-*

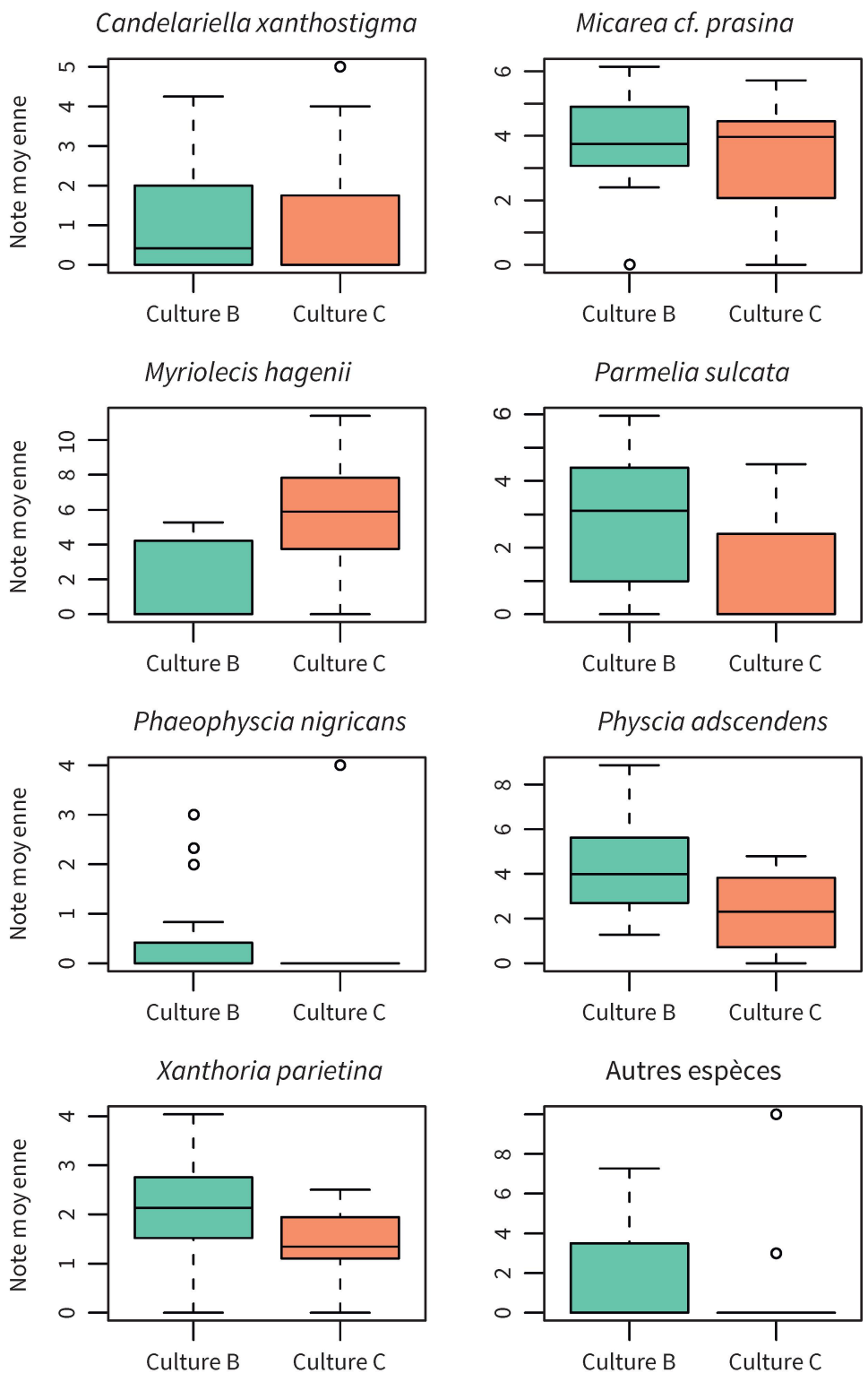

Figure 7. Recouvrement des espèces en culture biologique ou biodynamique (B) et en culture conventionnelle (C). Seuls *Myriolecis hagenii* et *Parmelia sulcata* ont des recouvrements significativement différents. *Hypogymnia physodes* n'a été trouvé que dans trois parcelles en culture B et *Evernia prunastri* dans deux parcelles en culture B.

tina. Ce sont des espèces foliacées. En revanche, l'espèce de loin dominante en culture C et significativement plus couvrante qu'en culture B, *Myriolecis hagenii*, est une espèce crustacée. Sur la base de ces observations, il est possible d'avancer l'explication suivante : les traitements dans les domaines en culture C appauvrissent la flore lichénique, mais certains lichens à morphologie crustacée, en l'occurrence *Myriolecis hagenii* et *Micarea cf. prasina*, semblent faire preuve d'une résilience ou d'une tolérance suffisante aux traitements pour se maintenir sur les ceps. En revanche, les espèces foliacées en sont moins capables et se raréfient. Ces observations rejoignent les conclusions d'études antérieures, comme celle de Fenton (1960), qui a montré que les lichens foliacés sont les premiers à décroître avec la pollution atmosphérique croissante en direction du centre des villes, les lichens crustacés se montrant les plus résistants. Cet auteur expliquait cette différence par la vitesse de croissance supérieure des lichens foliacés, et donc leur respiration plus élevée que celle des crustacés, et par leur morphologie, les foliacés ayant deux faces en contact avec l'atmosphère, contre une seule pour les crustacés.

De nombreuses études ont précédemment rapporté la sensibilité des lichens à la pollution atmosphérique ainsi qu'à certains métaux (par ex. Aslan *et al.* 2012 ; Fiore-Donno 1997 ; Giordani *et al.* 2002 ; Hawksworth 1971 ; Kirschbaum & Wirth 1997 ; Shukla *et al.* 2014 ; Silberstein *et al.* 1996). Bien qu'il n'existe à notre connaissance aucune étude sur l'exposition des lichens aux produits de synthèse utilisés en viticulture - dont la liste des fongicides homologués en Suisse compte plus de 130 substances (Dubuis *et al.* 2022) - plusieurs recherches ont étudié les conséquences de l'exposition des lichens au cuivre (Hauck & Zoller 2003 ; Monnet *et al.* 2005 ; Purvis *et al.* 2011 ; Trifonova & Salmin 2019), un fongicide largement utilisé en viticulture. Parmi celles-ci, Hauck & Zoller (2003) ont expérimenté la tolérance d'un lichen foliacé, *Hypogymnia physodes,* au sulfate de cuivre ($CuSO_4$). Sur un milieu de culture, ils ont observé la croissance des sorédies (amas d'hyphes et d'algues assurant la reproduction asexuée des lichens) en fonction de la concentration en $CuSO_4$. Ils ont conclu que l'exposition au sulfate de cuivre à haute concentration réduisait significativement la croissance des sorédies. Le sulfate de cuivre est un des constituants de la bouillie bordelaise, un fongicide polyvalent très utilisé également par les jardiniers dans les potagers. À noter cependant que la bouillie bordelaise, un fongicide très efficace, reste une des rares substances chimiques autorisée en viticulture biologique. Dans notre étude, *Hypogymnia physodes* n'était présent que dans trois parcelles B mais n'a jamais été rencontré en culture C. Ces fréquences restent cependant trop basses pour mettre en évidence un lien significatif avec le mode de culture et il serait donc intéressant d'augmenter le nombre de domaines inventoriés.

Le sulfate de cuivre n'est cependant qu'un composé parmi d'autres utilisés en viticulture conventionnelle. Les autres types de traitements (insecticides, herbicides, autres fongicides) ont pour composés actifs des substances de synthèse dont les effets sont insuffisamment connus sur les lichens. Il est probable que ces traitements contribuent également à la baisse de diversité des vignobles en culture C. Cependant, nos résultats semblent rejoindre les observations précédentes sur la sensibilité des lichens aux polluants : les lichens fruticuleux sont les plus sensibles à la pollution, puis les foliacés et finalement les crustacés (Fenton 1969 ; Kirschbaum & Wirth, 1997 ; Tiévant, 2001). En effet, la seule espèce fruticuleuse de notre étude, *Evernia prunastri*, n'a été trouvée que dans deux parcelles de culture B. Les lichens foliacés sont encore bien présents, avec une espèce dominante en culture B, *Physcia adscendens*, mais leur fréquence et recouvrement sont fortement réduits en culture C. Cette réduction pourrait être due à l'effet

direct des traitements, mais aussi à la compétition d'espèces plus tolérantes (Frey 1958 dans Scheidegger & Clerc 2002), telles que les espèces crustacées *Micarea cf. prasina* et *Myriolecis hagenii*. Ainsi, il est intéressant de noter que Laundon (2003) observait que la présence de *Lecanora vinetorum* Poelt & Huneck, était favorisée par les traitements au cuivre sur les arbres proches de vignobles, et Purvis *et al.* (2011) ont trouvé une très haute tolérance au cuivre, avec hyperaccumulation chez *Lecanora sierrae* B.D. Ryan & T.H. Nash. *Myriolecis hagenii,* qui appartenait il y a encore peu au genre *Lecanora*, est une espèce proche de ces deux dernières.

Comme beaucoup d'espèces crustacées (Barkman 1958), *Myriolecis hagenii* a un caractère pionnier. Étant une des premières espèces à coloniser les jeunes arbres elle investit une part importante de son énergie dans la reproduction (forte proportion du thalle couverte d'apothécies). Les espèces foliacées, qui arrivent ensuite, tendent à développer d'abord leur thalle avant de se reproduire. La forte dominance de *Myriolecis hagenii* dans un des domaines (parcelles 17 à 21 avec un fort recouvrement de cette espèce) pourrait donc aussi correspondre à un début de colonisation des ceps, par exemple après une réduction de la pression des traitements. Cependant, un suivi des parcelles et des données complémentaires sur la gestion seraient ici nécessaires pour mieux comprendre les différences observées entre domaines en culture C.

Conclusion

L'agriculture biologique est souvent considérée comme une méthode agricole à faible impact écologique, soutenant une diversité d'espèces plus élevée que d'autres modes de gestion. Dans le cas de la flore lichénique des domaines viticoles, cette affirmation s'avère correcte en ce qui concerne la diversité mais la différence de recouvrement n'était pas significative. Cette étude a également permis de mettre en évidence une part plus importante de lichens foliacés (*Physcia adscendens, Parmelia sulcata, Xanthoria parietina*) dans les vignobles en culture biologique alors qu'une espèce crustacée (*Myriolecis hagenii*) dominait clairement dans les vignobles en culture conventionnelle. Ce résultat concorde avec les observations précédentes d'une plus grande tolérance aux polluants atmosphériques des lichens crustacés comparés aux foliacés. L'utilisation de bouillie bordelaise, un fongicide composé essentiellement de sulfate de cuivre, pourrait expliquer une partie des différences observées dans les vignobles en Lavaux, mais d'autres substances, dont la toxicité sur les lichens reste inconnue, sont également utilisées.

Cette étude était à notre connaissance la première à s'intéresser aux lichens dans les vignobles. Avec seulement quatre domaines en culture biologique ou biodynamique et quatre en culture conventionnelle, elle ne fait qu'effleurer la question et d'autres études sont maintenant nécessaires pour affiner notre compréhension de l'influence des traitements viticoles sur les lichens. Des inventaires supplémentaires devraient être accompagnés d'une description détaillée des traitements phytosanitaires afin de pouvoir mettre en relation la présence ou l'absence de certaines espèces avec les composés utilisés. Des mesures chimiques sur le terrain (teneur en cuivre ou autres composés sur l'écorce des ceps et dans les lichens) seraient également intéressantes pour chercher à comprendre si la présence de cuivre est significativement plus haute dans les domaines en culture conventionnelle. Plus largement, une expérience en culture *in vitro* avec les espèces les plus fréquentes permettrait d'évaluer leur tolérance respective au cuivre, au soufre (principaux composants de la bouillie bordelaise) et aux principaux pesticides utilisés dans les vignes de Lavaux. Un plus grand nombre d'inventaires serait aussi

nécessaire pour mettre en évidence une éventuelle différence entre cultures biodynamiques et biologiques. Notre étude n'a en effet pas montré de différence, mais avec seulement deux domaines pour chaque mode de gestion, seuls des écarts très importants auraient pu ressortir. Il serait également intéressant de revisiter dans quelques années les domaines étudiés ici pour voir comment les populations observées en 2022 évoluent dans le temps. Cela aiderait à mieux comprendre la dominance très marquée de *Myriolecis hagenii* dans un domaine. Finalement, cette étude était limitée au Lavaux, mais il serait intéressant de la répéter dans d'autres régions viticoles (Valais, Genève ou Neuchâtel, par exemple), voire d'élargir les inventaires aux murs de pierres qui bordent souvent les parcelles.

Jusqu'à maintenant, les vignobles ont été ignorés comme lieu d'habitation potentiel des lichens. Leur richesse spécifique reste faible mais la longévité des pieds de vigne (20-30 ans le plus souvent) offre un bon potentiel pour les lichens à croissance lente, comparé à la majorité des cultures. Compte tenu des perspectives intéressantes de cette première étude, nous espérons qu'elle encouragera à l'avenir les lichénologues à se pencher sur ce milieu.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement les propriétaires des domaines inventoriés, qui ont accepté de prêter leur domaine à cette étude et pour les informations transmises lors de discussions informelles. Merci également au relecteur pour ses commentaires qui nous ont aidé à améliorer notre manuscrit.

Bibliographie

Aslan A., Gurbuz H., Yazici K., Çiçek A., Turan M. & Ercisli S., 2012. Evaluation of lichens as bioindicators of metal pollution. *Journal of Elementology* 18 : 353369.

Barkman J.J., 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorcum & Company. Assen. 628 p.

Bruggisser O.T., Schmidt-Entling M.H. & Bacher S., 2010. Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels. *Biological Conservation* 143 : 15211528.

Conti M.E. & Cecchetti G., 2001. Biological monitoring : Lichens as bioindicators of air pollution assessment – A review. *Environmental Pollution* 114 : 471492.

Dubuis P.-H., Gfeller A., Kehrli P., Künzler L. & Mackie-Haas K., 2022. Index phytosanitaire pour la viticulture 2022. *Agroscope Transfer* 420 : 120.

Fenton A.F., 1960. Lichens as indicators of atmospheric pollution. *The Irish Naturalists' Journal* 13 : 153-159.

Fernández-Calviño D., Soler-Rovira P., Polo A., Díaz-Raviña M., Arias-Estévez M. & Plaza C., 2010. Enzyme activities in vineyard soils long-term treated with copper-based fungicides. *Soil Biology and Biochemistry* 42 : 2119-2127.

Fiore-Donno A.-M., 1997. Les lichens épiphytes comme bioindicateurs de la pollution atmosphérique dans la région genevoise. *Saussurea* 28 : 189-218.

Giordani P., Brunialti G. & Alleteo D., 2002. Effects of atmospheric pollution on lichen biodiversity (LB) in a Mediterranean region (Liguria, northwest Italy). *Environmental Pollution* 118 : 5364.

Hauck M. & Zoller T., 2003. Copper sensitivity of soredia of the epiphytic lichen *Hypogymnia physodes*. *The Lichenologist*, 35 : 271-274.

Hawksworth D.L., 1970. Lichens as a litmus for air pollution : A historical review. *International Journal of Environmental Studies*, 1 : 281-296.

Kirschbaum U. & Wirth V., 1997. *Les lichens bioindicateurs : Les reconnaître, évaluer la qualité de l'air*. Eugen Ulmer. Paris. 128 p.

Laundon J.R., 2003. Six lichens of the *Lecanora varia* group. *Nova Hedwigia* 76 : 83-111.

Londo G., 1976. The decimal scale for releves of permanent quadrats. *Vegetatio* 33 : 61-64.

Loppi S., Putortì E., Signorini C., Fommei S., Pirintsos S.A. & De Dominicis V., 1998. A retrospective study using epiphytic lichens as biomonitors of air quality : 1980 and 1996 (Tuscany, central Italy). *Acta Oecologica* 19 : 405-408.

Mackie K.A., Müller T. & Kandeler E., 2012. Remediation of copper in vineyards – A mini review. *Environmental Pollution* 167 : 16-26.

Monnet F., Bordas F., Deluchat V., Chatenet P., Botineau M. & Baudu M., 2005. Use of the aquatic lichen *Dermatocarpon luridum* as bioindicator of copper pollution : Accumulation and cellular distribution tests. *Environmental Pollution* 138 : 455461.

Nash III T.H., 2008. *Lichen Biology* (2nd éd.). Cambridge University Press. Cambridge. 502 p.

Nimis P.L., Hafellner J., Roux C., Clerc P., Helmut M., Martellos S. & Bilovitz P.O., 2018. The lichens of the Alps - an annotated checklist. *MycoKeys* 31 : 1-634.

Pfister R., Bovard L.-P., Murisier F., Rojard D. & Viret O., 2009. Viticulture : Quelle protection contre les parasites et quel entretien du sol ? *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* 51 : 226-232.

Purvis O.W., Bennet J.P. & Spratt J., 2011. Copper localization, elemental content, and thallus colour in the copper hyperaccumulator lichen *Lecanora sierrae* from California. *The Lichenologist* 43 : 165-173.

R Core Team, 2021. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. URL. https://www. R-proje ct.org/

Richardson D.H.S. & Dalby C., 1992. *Pollution monitoring with lichens*. Richmond Publishing. Slough. 76 p.

Scheidegger C. & Clerc P., 2002. *Liste rouge des espèces menacées en Suisse : Lichens épiphytes et terricoles*. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). Berne. Institut fédéral de recherches WSL. Birmensdorf. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. Chambésy. 124 p.

Shukla V., Upreti D.K. & Bajpai R., 2014. *Lichens to biomonitor the environment*. Springer. New Delhi. 196 p.

Silberstein L., Siegel B.Z., Siegel S.M., Mukhtar A. & Galun M., 1996. Comparative studies on *Xanthoria parietina*, a pollution resistant lichen, and *Ramalina duriaei*, a sensitive species. I. Effects of air pollution on physiological processes. *The Lichenologist* 28 : 355-365.

Simon J.-L., Eggenberger W., Koblet W., Mischler M. & Schwarzenbach J., 1992. *Viticulture* (3e éd.). Payot. Lausanne. 223 p.

Tiévant P., 2001. *Guide des lichens : 350 espèces de lichens d'Europe*. Delachaux et Niestlé. Lausanne. 304 p.

Trifonova T.A. & Salmin A.S., 2019. Application of the *Hypogymnia physodes* lichen as an accumulative bioindicator of anthropogenic atmosphere pollution. *South of Russia Ecology Development* 14 : 150-163.

Vust M., 2011. Les lichens terricoles de Suisse. *Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 24. Lausanne. 352 p.

Annexe

Localisation et topographie des domaines et des parcelles inventoriés. Les coordonnées sont données en degrés décimaux (WGS 1984).

Domaine	Gestion	Parcelle	Date	Coord. X	Coord. Y	Altitude [m]	Pente [°]	Exposition [°]
1	Biodynamique	A	17.03.2022	46.49475	6.72947	521	14	180
		B	24.03.2022	46.49496	6.73006	524	14	170
		C	24.03.2022	46.49446	6.72999	511	18	180
		D	24.03.2022	46.49410	6.72956	504	12	150
2	Biodynamique	A	14.04.2022	46.48787	6.74876	382	15	230
		B	14.04.2022	46.48766	6.74911	383	20	242
		C	14.04.2022	46.48755	6.74975	394	12	215
		D	14.04.2022	46.48778	6.74975	400	17	230
3	Biologique	A	23.03.2022	46.47547	6.79496	490	22	198
		B	23.03.2022	46.47541	6.79412	493	12	235
		C	23.03.2022	46.47690	6.79254	516	19	232
		D	23.03.2022	46.47636	6.79291	506	12	223
4	Biologique	A	06.04.2022	46.49227	6.74753	473	19	215
		B	06.04.2022	46.49206	6.74747	467	19	215
		C	06.04.2022	46.49196	6.74704	462	19	205
		D	06.04.2022	46.49112	6.74699	445	19	225
5	Conventionnelle	A	30.03.2022	46.49289	6.74476	467	22	230
		B	30.03.2022	46.49260	6.74513	466	22	230
		C	30.03.2022	46.49264	6.74557	478	22	230
		D	30.03.2022	46.49312	6.74403	478	13	230
6	Conventionnelle	A	12.04.2022	46.49418	6.72795	508	18	230
		B	12.04.2022	46.49421	6.72749	501	18	230
		C	12.04.2022	46.49451	6.72692	496	21	230
		D	12.04.2022	46.49494	6.72694	496	21	230
7	Conventionnelle	A	15.04.2022	46.49060	6.73246	393	8	160
		B	15.04.2022	46.49053	6.73218	393	8	160
		C	15.04.2022	46.49068	6.73297	391	8	160
		D	15.04.2022	46.49080	6.73331	391	8	160
8	Conventionnelle	A	18.04.2022	46.49208	6.73389	411	18	150
		B	18.04.2022	46.49222	6.73303	420	18	150
		C	18.04.2022	46.49143	6.73316	405	15	150
		D	18.04.2022	46.49169	6.73404	403	15	150