

# La flore lichénologique des réserves naturelles nationales de Neuhof / Illkirch, de l'Île du Rohrschollen et de la Forêt de la Robertsau (Strasbourg, Bas-Rhin)

par Volker John & Anne Villaumé

**Volker John**, Bietschieder Institut für Natur und Kultur, Kaiserslauterer Str.86, 67098 Bad Dürkheim Deutschland

Courriel : volkerjohn@t-online.de

**Anne Villaumé**, Ville de Strasbourg, 1 Parc de l'étoile, 67076, Strasbourg, France

Courriel : anne.villaume@strasbourg.eu

**Résumé** – Cet article présente les résultats d'un inventaire lichénologique réalisé en 2019 sur les réserves naturelles nationales de Neuhof/Illkirch, du Rohrschollen, et du massif forestier de la Robertsau-Wantzenau. 176 espèces y ont été identifiées (167 lichens, sept champignons lichénicoles et deux champignons proches des lichens). Cette étude a été réalisée pour la Ville de Strasbourg, gestionnaire des trois sites, dans le cadre de la mise à jour des données du site Natura 2000 Rhin Ried Bruch de l'Andlau. Les trois réserves sont très similaires en termes de flore lichénique. On y retrouve des espèces rares, présentes dans les vieilles forêts, mais également des espèces nouvellement colonisatrices, comme certaines indicatrices du réchauffement climatique. La qualité de l'air des sites s'est globalement améliorée, avec notamment la diminution des émissions acides, mais l'augmentation des oxydes d'azote, entraîne un phénomène d'eutrophisation qui engendre une modification du cortège lichénique.

**Mots-clés** : Lichénologie, Réserve Naturelle Nationale de la Forêt de Neuhof-Illkirch, Réserve Naturelle Nationale de l'Île du Rohrschollen, Réserve Naturelle Nationale de la Forêt de la Robertsau-Wantzenau, Natura 2000, changements climatiques, qualité de l'air, eutrophisation.

**Référentiels utilisés** : Asta *et al.*, 2016 ; Brummitt & Powell, 1992 ; Hafellner 1 Türk, 2016 ; Roux *et al.*, 2017 ; van Haluwyn & Astra, 2009 ; van Haluwyn *et al.*, 2012 ; van Herk *et al.*, 2017 ; Wirth *et al.*, 2013.

## Introduction

Contrairement aux mousses, les lichens n'appartiennent pas aux plantes, mais à un royaume distinct au sein des êtres vivants, à savoir les champignons. On parle ainsi de champignons lichénisés. Cette symbiose concerne des champignons qui, avec une ou plusieurs algues, bleue ou verte, ou les deux, subissent une dépen-

dance physiologique particulière pour former un lichen.

Cependant, la symbiose d'algues et de champignons présente l'inconvénient d'avoir une amplitude écologique très étroite. Tout changement environnemental peut entraîner des dommages voire la mort du lichen. Mais c'est précisément ce que nous considérons comme un avantage particulier des lichens dans leur ensemble. En

effet, comme chaque espèce réagit différemment aux changements environnementaux, les lichens sont devenus des bioindicateurs importants, voire les plus importants. On les utilise ainsi pour étudier aujourd'hui les évolutions de la qualité de l'air.

Avec le développement de l'industrialisation il y a plus de 150 ans, de nombreuses espèces de lichens sensibles à l'anhydride sulfureux

ont régressé, ou ont totalement disparu. Comme l'air est devenu plus propre, beaucoup d'espèces reviennent aujourd'hui logiquement. Cependant, l'interprétation de la présence ou de l'absence du lichen symbiotique est beaucoup plus complexe qu'auparavant. La diminution des émissions d'acides dans l'air s'accompagne d'un effet croissant des substances eutrophisantes, avec l'augmentation du dioxyde d'azote lié notamment au trafic automobile, auxquels il faut ajouter aujourd'hui l'impact du changement climatique.

Pour simplifier les choses, plus il y a de lichens, meilleure est la qualité de l'air. Les polluants azotés semblent les indicateurs les plus intéressants à évaluer dans ce type d'interaction.

En 2019, dans le cadre de l'actualisation des données du site Natura 2000 Rhin Ried Bruch, la Ville de Strasbourg a décidé de réaliser un inventaire des lichens sur les trois réserves qu'elle gère. L'objectif premier de la commande était d'enrichir les connaissances sur la biodiversité des trois massifs ainsi que sur l'ensemble du site Natura 2000. Le second objectif était d'obtenir une vue d'ensemble des effets des émissions d'acides atmosphériques, de l'eutrophisation et des changements climatiques sur les habitats forestiers des trois sites.

## Présentation des sites d'étude (ville de Strasbourg, 2019)

Les réserves naturelles nationales de l'Île du Rohrschollen, de Neuhof/Illkirch et de la forêt de la Robertsau/Wantzenau sont situées en périphérie de l'agglomération strasbourgeoise. Ces réserves ont été créées respectivement par décret le

4 mars 1997, le 10 septembre 2012 et le 27 juillet 2020 et sont gérées par la ville de Strasbourg.

Situées dans la vallée du Rhin, les 3 sites sont caractérisés par un climat typiquement continental, avec une forte amplitude thermique annuelle d'environ 18°C. La pluviométrie moyenne y est de 700 mm par an et la température moyenne annuelle y est de 10°C.

En périphérie de l'agglomération strasbourgeoise, les trois massifs s'étendent sur 945 ha pour la réserve naturelle de Neuhof/Illkirch, 720

ha pour la Robertsau et 310 ha pour la réserve du Rohrschollen, formant une véritable trame verte au nord et à l'est de la ville (figure 1).

Croissant sur des dépôts alluvionnaires, déposés par le Rhin au fil du temps, les habitats présents sont principalement forestiers :

- La forêt mixte à *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* riveraine des grands fleuves (*Ulmenion minoris*) (91F0),
- La chênaie pédonculé-tillaies (tillaies à *Carex alba* des terrasses rhénanes consolidées du *Quercu-*

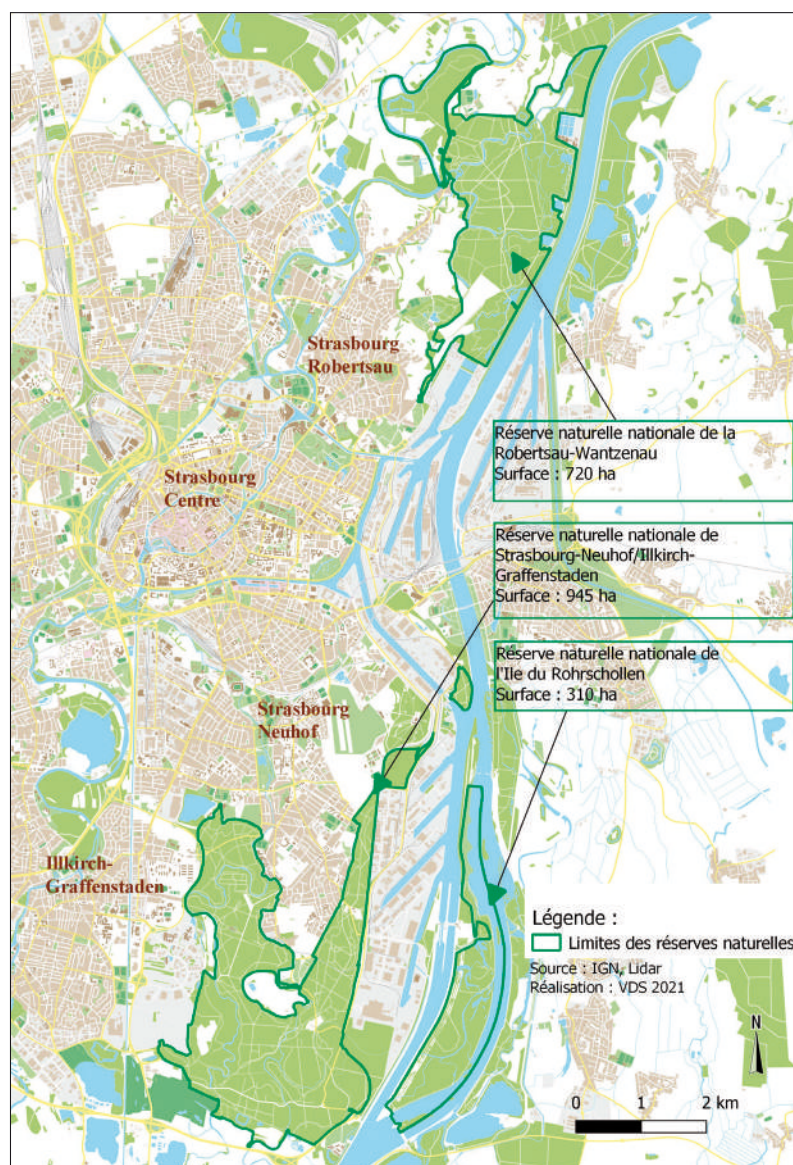


Figure 1 : localisation des trois sites d'étude.



*Ulmetum* d'Issler ou du *Carici-Tilietum* de Muller et Görs) [91F0 (9170)],

- La forêt alluviale à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) faciès à bois tendres des milieux hygrophiles (91E0).

Les 3 sites abritent également ponctuellement des prairies plus ou moins humides et des zones de pelouses.

De nombreux cours d'eau et anciens bras du Rhin parcourent les réserves naturelles mais ne sont cependant plus connectés directement au Rhin.

Les canalisations successives ont en effet totalement déconnecté les sites de leur fonctionnalité alluviale originelle.

## Méthode

Les trois zones ont été inventoriées à l'été 2019. Les parcelles forestières ont servi de base pour l'orientation des prospections (figure 2). Tous les types de milieux ont été pris en compte : milieux ouverts ; bords de routes ; bâtiments ; arbres de différentes essences, différents âges et différents diamètres.

La canopée des arbres et les branches tombées au sol ont été particulièrement examinées mais une étude exhaustive n'a pu être réalisée sur l'ensemble des sites.

Les conditions de luminosité et d'hygrométrie dans le houppier sont en effet optimales à la croissance des lichens.

Les éléments rocheux ont également été prospectés (grès compacts, blocs, surfaces de gravier), ainsi que les éléments anthropiques en bois, métal ou en béton (figure 3).

Tous les substrats ont été observés à la loupe 10 ou 20 x avec lumière. Les lichens ont été examinés en labo-

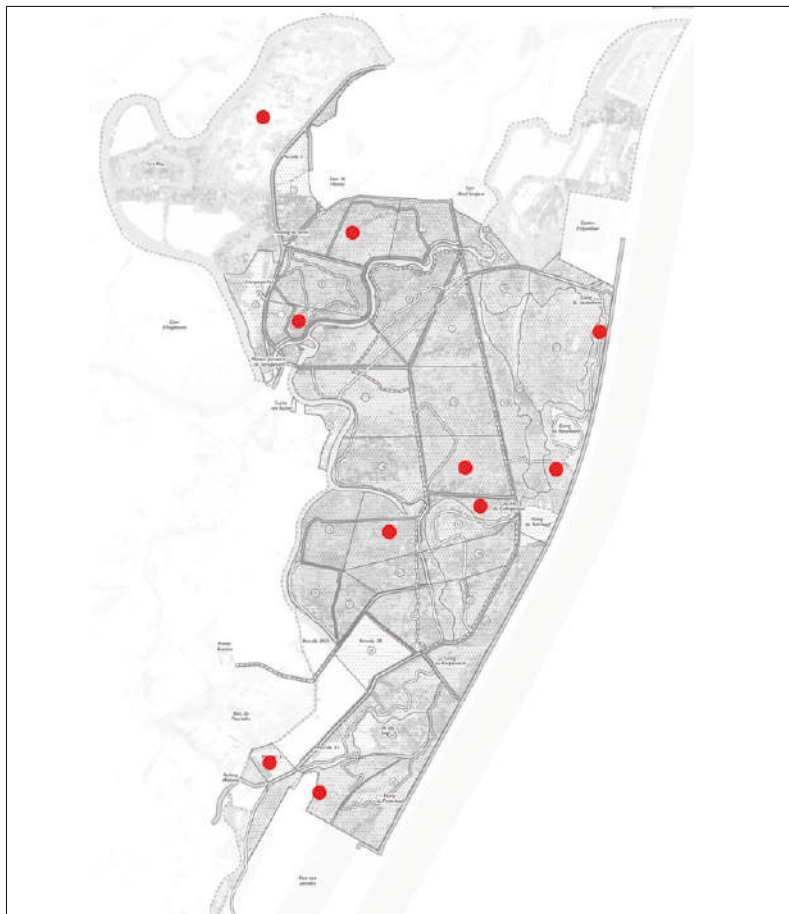


Figure 2 : découverte du *Graphis scripta* dans les parcelles de la réserve Robertsau.



Figure 3 : étude des lichens des sols en milieu ouvert (digue-Rohrschollen), e. g. *Diploschistes muscorum*, *Cladonia* spp.

ratoire à l'aide des réactifs usuels (hypochlorite de sodium, solution d'hydroxyde de potassium, solution d'iode, paraphénylènediamine) et sous lampe UV.

Les échantillons prélevés ont été conservés dans l'herbier de Volker John, et déposés dans les collections du Botanische Staatssammlung München (M).

### Liste commentée des lichens des réserves

Sur l'ancien site militaire au nord-ouest de la Robertsau, se développe une petite forêt d'épicéas. Un petit lichen discret typique de ces endroits, *Coenogonium pineti*, a été retrouvé à la base des arbres.

Des lichens spécifiques ont également été trouvés sur les bunkers examinés, à l'exemple de *Bagliettoa steineri* et *Bilimbia sabuletorum*.

Même les rares endroits sur sol décapés sont habités par quelques espèces qui ne peuvent se développer que dans ces zones restreintes comme *Diploschistes muscorum* et certaines espèces de *Cladonia*.

Ces trois exemples montrent déjà que tous les habitats étudiés peuvent être caractérisés par des espèces spécifiques.

Néanmoins, aucun particularisme n'a pu être identifié sur l'un des trois sites. Les trois réserves sont très similaires au regard du cortège lichénique. Ceci est visible dans le nombre comparable d'espèces de lichens observées avec 100 espèces au Rohrschollen, 122 au Neuhof/Illkirch et 111 à la Robertsau. Les espèces qui se concentrent dans les forêts anciennes sont au nombre de deux pour le Rohrschollen, quatre au Neuhof/Illkirch et deux à la

Robertsau. Le nombre d'espèces indicatrices d'eutrophisation dans les trois Réserves est très similaire : 11 au Rohrschollen, 13 au Neuhof/Illkirch et 9 à la Robertsau. La similitude des sites au regard des espèces indicatrices de changement climatique est encore plus marquée avec 11 espèces au Rohrschollen et à la Robertsau et 13 au Neuhof/Illkirch.

La liste complète des taxons inventoriés est présentée dans le tableau I ci-contre :

Légende du Tableau I :

IUCN	France	Allemagne
<b>EX</b> Extinct	<b>RE</b> éteint	<b>0</b> ausgestorben
<b>CR</b> Critically Endangered	<b>DC</b> en danger critique d'extinction	<b>1</b> vom Aussterben bedroht
<b>EN</b> Endangered	<b>EN</b> en danger d'extinction	<b>2</b> stark gefährdet
<b>VU</b> Vulnerable	<b>VU</b> vulnérable	<b>3</b> gefährdet
<b>NT</b> Near Threatened	<b>NT</b> potentiellement menacé	<b>G</b> potenziell gefährdet
<b>LC</b> Least Concern	<b>LC</b> non menacé	<b>*</b> nicht gefährdet
<b>DD</b> Data Deficient	<b>DD</b> données insuffisantes	<b>D</b> ungenügende Datengrundlage
<b>NE</b> Not Evaluated	<b>NE</b> menaces non évaluées	- nicht beurteilt <b>V</b> Vorwarnstufe

Tableau 1: vue générale de toutes les espèces des trois réserves.

Espèces	Phylum	Présence				Menaces		Espèces indicatrices			Remarques
		RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof-Ilkirsch	RNN de la Robertsau-Wantzenau	Connue dans le département	France	Allemagne	Indicatrice de changement climatique	Indicatrice d'eutrophisation	Indicatrice de vieilles forêts	
<i>Absconditella lignicola</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Acarospora fuscata</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Agonimia allobata</i>	Lichen	1			0	EN	D			1	
<i>Agonimia tristicula</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Alyxoria varia</i>	Lichen		1		1	LC	V				
<i>Amandinea punctata</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Anisomeridium polypori</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Arthonia atra</i>	Lichen	1		1	1	LC	V				
<i>Arthonia didyma</i>	Lichen		1	1	0	LC	*			1	
<i>Arthonia radiata</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	V				
<i>Arthonia ruana</i>	Lichen		1	1	0	EN	G	1			
<i>Arthonia spadicea</i>	Lichen	1	1	1	0	NT	*				
<i>Arthonia vinosa</i>	Lichen		1		0	LC	V			1	
<i>Athallia cerinella</i>	Lichen	1	1		0	LC	2				
<i>Athallia cerionelloides</i>	Lichen		1		0	EN	V				
<i>Athallia holocarpa</i>	Lichen	1	1		0	LC	V		1		
<i>Athallia pyracea</i>	Lichen	1			0	LC	2				
<i>Athelia arachnoidea</i>	Champignon lichénicole		1	1	0	LC	*				
<i>Bacidia arceutina</i>	Lichen	1	1		0	LC	2				
<i>Bacidia rubella</i>	Lichen		1	1	0	LC	V				
<i>Bacidina adastrata</i>	Lichen	1	1	1	0	VU	*				
<i>Bacidina arnoldiana</i>	Lichen		1	1	0	NT	*				
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	Lichen	1			0	DD	*	1			
<i>Bacidina phacodes</i>	Lichen		1		0	LC	2				
<i>Bacidina sulphurella</i>	Lichen		1		1	VU	*				
<i>Bagliettoa steineri</i>	Lichen	1			0	LC	*				
<i>Bilimbia sabuletorum</i>	Lichen		1		0	LC	*				
<i>Blennothallia crispa</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Buellia griseovirens</i>	Lichen		1		0	LC	*				
<i>Caeruleum heppii</i>	Lichen		1		0	VU	*				
<i>Calogaya decipiens</i>	Lichen	1	1		1	LC	*				
<i>Caloplaca chlorina</i>	Lichen	1			0	DD	*				
<i>Caloplaca obscurella</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Caloplaca teicholyta</i>	Lichen	1	1		0	LC	*				
<i>Candelaria concolor</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Candelaria pacifica</i>	Lichen			1	0	-	-				
<i>Candelariella aurella</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Candelariella coralliza</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Candelariella reflexa</i> s.str.	Lichen	1	1	1	0	NT	*				Séparée de <i>Candelariella efflorescens</i> s. l.

Espèces	Phylum	Présence				Menaces		Espèces indicatrices			Remarques
		RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof- Illkirch	RNN de la Robertsau- Wantzenau	Connue dans le département	France	Allemagne	Indicatrice de changement climatique	Indicatrice d'eutrophisation	Indicatrice de vieilles forêts	
<i>Candelariella efflorescens</i> s.l.	Lichen	1	1	1	0	-	-				Peut inclure <i>Candelariella efflorescens</i> s.str. et <i>C. xanthostigmoides</i> (John, 2015).
<i>Candelariella vitellina</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Candelariella xanthostigma</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Catillaria chalybeia</i>	Lichen	1		1	0	LC	*				
<i>Catillaria nigroclavata</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	V				
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	Lichen		1	1	0	LC	*				
<i>Chaenotheca stemonea</i>	Lichen		1		0	LC	3			1	
<i>Circinaria caesiocinerea</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Circinaria calcarea</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Circinaria contorta</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Cladonia chlorophaea</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Cladonia coniocraea</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Cladonia cornuta</i>	Lichen		1		1	LC	2				
<i>Cladonia fimbriata</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Cladonia furcata</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Cladonia pocillum</i>	Lichen	1			1	LC	3				
<i>Cladonia pyxidata</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Cladonia ramulosa</i>	Lichen	1			1	LC	*				
<i>Cladonia rangiformis</i>	Lichen	1			1	LC	*				
<i>Cladonia subulata</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Coenogonium pineti</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Corynespora laevistipitata</i>	Champignon lichénicole			1	0	LC	D				
<i>Dendrographa decolorans</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	3	1		1	
<i>Diploschistes muscorum</i>	Lichen	1	1		1	LC	3				
<i>Evernia prunastri</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*	1			
<i>Flavoparmelia soledians</i>	Lichen		1	1	0	LC	*	1			
<i>Flavoplaca citrina</i>	Lichen	1		1	1	LC	*		1		
<i>Flavoplaca flavocitrina</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Flavoplaca limonia</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Flavoplaca oasis</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	Lichen		1	1	1	VU	*				

Espèces	Phylum	Présence				Menaces		Espèces indicatrices			Remarques
		RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof-Ilkirsch	RNN de la Robertsau-Wantzenau	Connue dans le département	France	Allemagne	Indicatrice de changement climatique	Indicatrice d'eutrophisation	Indicatrice de vieilles forêts	
<i>Fuscidea cyathoides</i> var. <i>corticola</i>	Lichen			1	0	LC	3			1	Identifiée par la plupart des auteurs comme une espèce à part
<i>Graphis scripta</i> ?	Lichen	1	1	1	1	LC	V				<i>Graphis pulverulenta</i> , <i>G. macrocarpa</i> et <i>G. scripta</i> non confirmés par les études moléculaires (Kraichak et al., 2015)
<i>Halecania viridescens</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*	1			
<i>Heterocephalagria physciacearum</i>	Champignon lichénicole	1		1	0	NT	*				
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Hypogymnia physodes</i>	Lichen	1			1	LC	*				
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i>	Lichen		1	1	0	LC	*	1			
<i>Intralichen lichenum</i>	Champignon lichénicole	1			0	DD	*				
<i>Jamesiella anastomosans</i>	Lichen		1	1	0	EN	*				
<i>Lecania cyrtella</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Lecania naegelii</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Lecanora argentata</i>	Lichen		1		0	LC	V				
<i>Lecanora carpinea</i>	Lichen	1		1	0	LC	*				
<i>Lecanora chlarotera</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Lecanora compallens</i>	Lichen		1		0	LC	*				
<i>Lecanora conizaeoides</i>	Lichen	1	1		1	LC	*				
<i>Lecanora expallens</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Lecanora polytropa</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Lecanora pulicaris</i>	Lichen	1			0	LC	*				
<i>Lecanora saligna</i>	Lichen	1			0	LC	*				
<i>Lecanora symmicta</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Lecidea grisella</i>	Lichen			1	1	LC	-				
<i>Lecidella carpathica</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Lecidella elaeochroma</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				Indépendance contestée avec <i>Lecidella achristotera</i> (Nyl.) Hertel & Leuckert
<i>Lecidella flavosorediata</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Lecidella scabra</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Lecidella stigmatea</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Lepra amara</i> var. <i>amara</i>	Lichen		1		1	LC	*				



Espèces	Phylum	Présence				Menaces		Espèces indicatrices			Remarques
		RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof- Illkirch	RNN de la Robertsau- Wantzenau	Connue dans le département	France	Allemagne	Indicatrice de changement climatique	Indicatrice d'eutrophisation	Indicatrice de vieilles forêts	
<i>Lepra amara</i> var. <i>flotowiana</i>	Lichen			1	0	LC	-				
<i>Lepraria finkii</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Lepraria incana</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Lepraria rigidula</i>	Lichen			1	0	NT	*				
<i>Lepraria vouauxii</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Lichnenochoa obscuroides</i>	Champignon lichénicole			1	0	EN	D				
<i>Marchandiomyces corallinus</i>	Champignon lichénicole		1	1	0	NT	*				
<i>Melanelixia glabrata</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Melanelixia subaurifera</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Melanohalea elegantula</i>	Lichen	1	1		0	LC	*	1			
<i>Melanohalea exasperata</i>	Lichen	1	1		0	LC	2				
<i>Melanohalea exasperatula</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Micarea denigrata</i>	Lichen	1	1		0	LC	*				
<i>Micarea peliocarpa</i>	Lichen			1	0	NT	*				
<i>Micarea prasina</i> s.l.	Lichen		1		0	LC	*				
<i>Myriolecis albescens</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Myriolecis dispersa</i>	Lichen	1	1		1	LC	*		1		
<i>Myriolecis hagenii</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*		1		
<i>Myriolecis persimilis</i>	Lichen	1	1		0	NT	*				
<i>Myriolecis semipallida</i>	Lichen	1		1	1	LC	*				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	Champignon non lichénisé		1		1	LC	D				
<i>Normandina pulchella</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Opegrapha vermicellifera</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	V	1			
<i>Parmelia saxatilis</i>	Lichen		1	1	1	LC	D				Pas d'étude moléculaire mais caractères morphologiques excluant <i>Parmelia serrana</i>
<i>Parmelia sulcata</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				Pas d'étude moléculaire mais caractères morphologiques excluant <i>Parmelia barrenoae</i>
<i>Parmelina tiliacea</i>	Lichen	1			1	LC	*				
<i>Parmotrema perlatum</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	V	1			
<i>Peltigera rufescens</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	Lichen		1		0	NT	*		1		
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*		1		



Espèces	Phylum	Présence				Menaces		Espèces indicatrices			Remarques
		RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof-Ilkirsch	RNN de la Robertsau-Wantzenau	Connue dans le département	France	Allemagne	Indicatrice de changement climatique	Indicatrice d'eutrophisation	Indicatrice de vieilles forêts	
<i>Phlyctis argena</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Physcia adscendens</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*		1		
<i>Physcia aipolia</i>	Lichen	1		1	0	LC	2				
<i>Physcia caesia</i>	Lichen	1		1	1	LC	*		1		
<i>Physcia stellaris</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Physcia tenella</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*		1		
<i>Physciella chloantha</i>	Lichen	1			0	LC	V				
<i>Physconia enteroxantha</i>	Lichen	1	1		1	LC	V				
<i>Physconia grisea</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*		1		
<i>Placopyrenium fuscillum</i>	Lichen		1		0	LC	*				
<i>Placynthiella icmalea</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Placynthium nigrum</i>	Lichen		1	1	1	LC	*				
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Polycauliona polycarpa</i>	Lichen	1			1	LC	*				
<i>Porpidia soledizodes</i>	Lichen		1		1	LC	*		1		
<i>Protoblastenia rupestris</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Protoparmeliopsis muralis</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*		1		
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Pseudosagedia aenea</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				
<i>Pseudosagedia chlorotica</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Pseudoschimatomma rufescens</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	V				
<i>Punctelia borreri</i>	Lichen	1	1		0	LC	*	1			
<i>Punctelia jeckeri</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*	1			
<i>Punctelia subrudecta</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*	1			
<i>Pyrenula nitida</i>	Lichen		1		0	LC	V	1		1	
<i>Ramalina farinacea</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Ramalina pollinaria</i>	Lichen		1		0	LC	3				
<i>Rhizocarpon reductum</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Rinodina pyrina</i>	Lichen		1		0	LC	2		1		
<i>Ropalospora viridis</i>	Lichen	1		1	1	LC	*	1			
<i>Rusavskia elegans</i>	Lichen	1			1	LC	*				
<i>Sarcogyne regularis</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Scoliosporum umbrinum</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Staurothele frustulenta</i>	Lichen	1	1		0	DD	*				
<i>Stenocybe pullatula</i>	Champignon non lichénisé	1			0	EN	V				
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	Lichen	1	1	1	0	LC	*				

Espèces	Phylum	Présence				Menaces		Espèces indicatrices			Remarques
		RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhoef- Illkirch	RNN de la Robertsau- Wantzenau	Connue dans le département	France	Allemagne	Indicatrice de changement climatique	Indicatrice d'eutrophisation	Indicatrice de vieilles forêts	
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	Lichen			1	0	LC	*				
<i>Verrucaria muralis</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Verrucaria nigrescens</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*				
<i>Verrucaria viridula</i>	Lichen			1	1	LC	*				
<i>Violella fucata</i>	Lichen	1		1	1	NT	*				
<i>Xanthocarpia crenulatella</i>	Lichen		1		0	LC	*				
<i>Xanthoparmelia conspersa</i>	Lichen		1		1	LC	*				
<i>Xanthoria parietina</i>	Lichen	1	1	1	1	LC	*		1		
<i>Xanthoriicola physciae</i>	Champignon lichénicole	1			0	LC	*				
<i>Zwackhia viridis</i>	Lichen	1			1	NT	V				
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>122</b>	<b>111</b>	<b>87</b>			<b>15</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	

Un total de 176 taxons a été détecté. En tout, ce sont 167 lichens, 7 champignons lichénicoles et 2 champignons proches des lichens qui ont été observés. Toutes ces espèces sont connues en France, mais seulement 87 espèces (49,4 %) étaient déjà connues du département du Bas-Rhin (67).

Il existe très peu d'éléments bibliographiques sur les lichens dans la plaine alluviale du Rhin. La seule étude, réalisée dans une zone comparable, près de Wörth am Rhein (Allemagne), a recensé 103 espèces de lichens dans le houpier de 33 arbres étudiés (John & Stapper, 2015).

Le nombre de lichens observés dans la région semble être étonnamment élevé. Cela se traduit notamment dans les réserves, par un grand nombre de nouvelles données pour le département du Bas-Rhin.

## Les différents substrats des lichens

### Le bois (figures 4 et 5)

Les arbres et les arbustes sont perçus, comme n'importe quel substrat, de manière différente pour chaque lichen. L'acidité et la structure de l'écorce jouent un rôle important. Sur l'écorce lisse et dure des hêtres, pratiquement aucun lichen n'a été détecté dans les trois zones.

Le minuscule champignon lié au lichen, *Stenocybe pullatula*, ne pousse que sur de fines branches d'Aulne glutineux. Ce dernier a été inventorié au Rohrschollen. Les maigres troncs de cornouillers sanguins et de noisetiers étaient presque toujours recouverts du lichen *Graphis scripta*, régulièrement associé à *Pseudosagedia aenea*.

De temps en temps, les lichens se développent sur le bois traité



Figure 4 : partie âgée et lignifiée de *Rosa canina* avec de nombreux lichens (Rohrschollen).



Figure 5 : lichens sur bois. Ils montrent le bon chemin...

quand celui-ci atteint un certain âge, comme ici sur ce poteau directionnel.

### La pierre (figures 6 et 7)

Étant donné l'absence de roches affleurantes sur les trois réserves, les blocs de porphyre artificiellement placés là et les constructions de béton revêtent une importance particulière. Les bunkers représentent des habitats à part entière, et leur intérêt pour certaines espèces de lichens a été étudié par John Volker (2008, 2010). Les roches dures le long des rives du Rhin sont également des sites favorables, notamment pour *Staurothele frustulenta*, dont la zone de croissance est située spécifiquement sur les sites temporairement inondés (Heibel & Mies, 1997).



Figure 6: mosaïque colorée constituée de onze espèces de lichens sur un plot de béton (Rohrschollen).

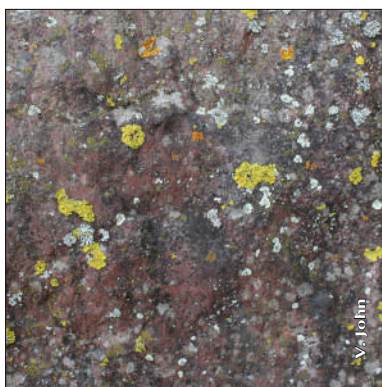


Figure 7: mosaïque colorée constituée d'espèces présentes sur porphyre (Rohrschollen).

### Le fer (figure 8)

Il y a quelques décennies à peine, la présence de lichens sur des objets en fer était très exceptionnelle. Par la présence de dioxyde de soufre dans l'air, du fer bivalent se formait à la surface des objets métalliques, ce qui était toxique pour les lichens. Avec la baisse des teneurs en dioxyde de soufre dans l'atmosphère, la rouille qui se forme à la surface des objets en fer cesse de devenir toxique pour les lichens, et l'on observe leur croissance sur certains sites.



Figure 8: lichens (*Physcia caesia*, *Xanthoria parietina*) se développant sur fer, fertilisés par des fientes d'oiseaux.

### Sensibilité des lichens aux facteurs écologiques

Tous les lichens sont sensibles au pH, à l'hygrométrie, à l'eutrophication du substrat ou de l'air, ainsi qu'à la lumière. La comparaison des valeurs des indicateurs écologiques des lichens selon Nimis & Martellos (2017) permet d'observer des tendances sur chacune des 3 réserves. Ces dernières sont très similaires sur le plan écologique, comme le montrent les graphiques ci-dessous :

### La luminosité (figure 9)

Les valeurs de lumière d'un site sont définies selon 5 classes :

- 1 : les endroits très ombragés, tels que des ravins profonds, des forêts sempervirentes fermées
- 2 : les endroits ombragés, comme le côté nord des troncs d'arbres sous un couvert fermé d'arbres à feuilles caduques
- 3 : les endroits avec beaucoup de lumière diffuse, et où la lumière directe du soleil est

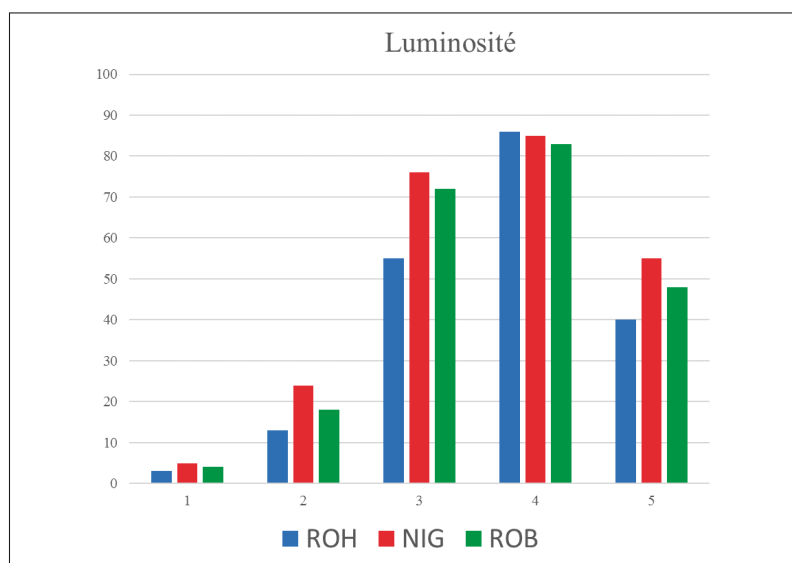


Figure 9: comparaison des sommes des valeurs écologiques pour les valeurs d'ensoleillement sur les trois réserves (ROH : Rohrschollen, NIG : Neuhof/Illkirch-Graffenstaden, ROB : Robertsau-Wantzenau).

clairsemée, comme dans les forêts de feuillus à houppier assez lâche

4 : les endroits exposés au soleil, mais qui excluent un rayonnement solaire extrême

5 : les endroits à rayonnement solaire direct très élevé, par exemple du côté sud des troncs d'arbres isolés

La plupart des lichens poussent dans la cime ou sur des arbres isolés fortement influencés par la lumière. Rares sont les espèces qui se développent sous couvert forestier. On retrouve ainsi sur tous les sites plus d'espèces préférant la lumière.

### L'hygrométrie (figure 10)

Les lichens sont également des indicateurs d'hygrométrie. Comme pour la luminosité, le taux d'humidité est décrit selon 5 classes :

1 : humide, dans les endroits où le brouillard est fréquent

2 : assez humide

3 : moyennement humide

4 : sec, mais sans emplacement très sec

5 : extrêmement sec

En termes de sécheresse / humidité, les lichens du Neuhof et de la Robertsau se comportent de manière presque identique avec un rapport très équilibré d'espèces aimant la sécheresse et l'humidité. Dans la réserve du Rohrschollen, il existe une légère dérive vers quelques autres espèces préférant les sites plus secs. Il s'agit d'une différence visuelle mais non validée statistiquement.

### Le pH (figure 11)

Les valeurs de pH du substrat sur lequel poussent les lichens sont également définies par 5 classes :

1 : substrat très acide, comme du bois ou des conifères

2 : substrat acide, comme sur l'écorce non eutrophisée de chêne

3 : substrat moins acide à sous-neutre sur l'écorce de sureau par exemple

4 : substrat légèrement basique, comme l'écorce couverte de poussière

5 : substrat basique, par exemple du calcaire pur

Les valeurs de pH se rapportent aux substrats, mais sont toutefois influencées par les émissions atmosphériques.

Au regard de ce graphique, aucune des trois réserves étudiées n'est caractérisée par des valeurs excessives de pH. La composition naturelle y est équilibrée.

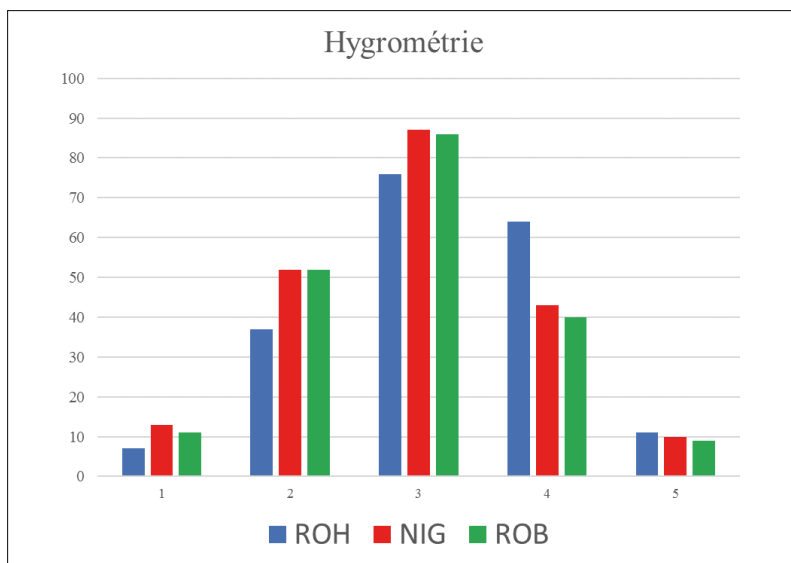


Figure 10 : comparaison des sommes des valeurs écologiques pour l'humidité des trois réserves (ROH : Rohrschollen, NIG : Neuhof/Illkirch-Graffenstaden, ROB : Robertsau-Wantzenau).

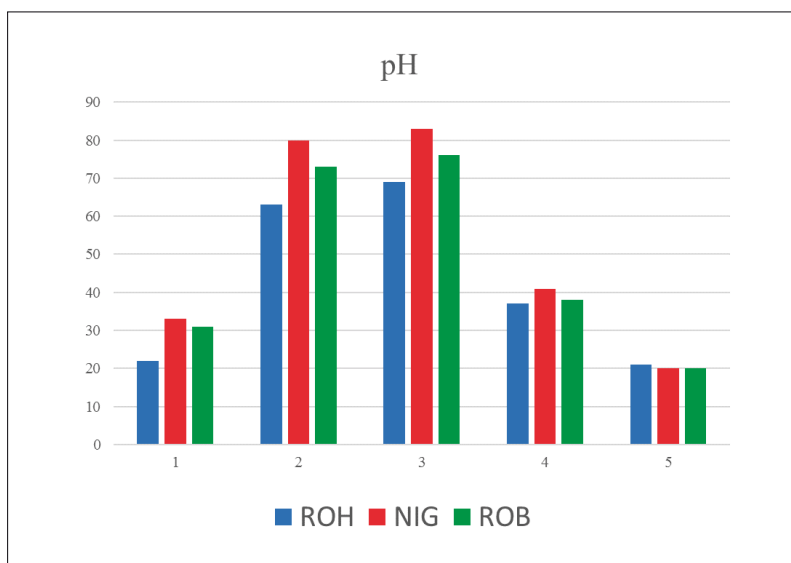


Figure 11 : comparaison des sommes des valeurs écologiques pour les valeurs de pH des trois sites (ROH : Rohrschollen, NIG : Neuhof/Illkirch-Graffenstaden, ROB : Robertsau-Wantzenau).



### L'eutrophisation (figure 12)

Les lichens sont de bons indicateurs d'eutrophisation. Alors que dans le passé, seul l'apport en nutriments du substrat était évalué, les valeurs actuelles se réfèrent à l'apport de composés azotés provenant des émissions atmosphériques. L'effet de la fertilisation des poussières dans l'air est aujourd'hui très problématique. Les valeurs pour l'eutrophisation sont définies par 5 classes :

- 1 : pas d'eutrophisation
- 2 : eutrophisation très faible
- 3 : eutrophisation faible
- 4 : eutrophisation élevée
- 5 : eutrophisation très élevée

Ce graphique montre une légère évolution vers des espèces qui ne tolèrent pas l'eutrophisation. Cette tendance est plus évidente dans la réserve de Neuhof-Illkirch. Cela signifie que dans tous les sites, l'influence des composés azotés atmosphériques est très modérée, surtout pour le Neuhof. Cependant, il faut toujours garder à l'esprit que les espèces indicatrices d'eutrophisation sont plus présentes là où les

zones de couronne peuvent être étudiées, ce qui n'a pas toujours été le cas ici.

### Menaces

Aucune liste rouge des lichens n'existe pour le moment en France, mais des démarches sont actuellement en cours au sein de l'Association Lichénologique de France. En règle générale, les catégories de menace de l'UICN servent de base à l'évaluation des risques.

Néanmoins, en raison de la proximité géographique et de la similarité écologique et climatique avec l'Allemagne voisine, les catégories de menace présentées dans le tableau I ont également été évaluées en fonction de la liste rouge allemande.

57 espèces sur les 176 espèces de lichens ont été identifiées comme présentant un certain degré de menace. Si l'on considère l'environnement hautement industrialisé proche des réserves, ce nombre est considérable.

### Espèces des vieilles forêts

Certains lichens sont des indicateurs de vieilles forêts (figure 13). Cet indicateur a été introduit pour la première fois par Rose (1976).



Figure 13 : *Fuscidea cyathoides*, espèce typique des vieilles forêts.

Dans ce travail, il a également publié une version révisée de son index de continuité écologique (Rose, 1974) : RIEC (Revised Index of Ecological Continuity) =  $n / 20 \times 100$  (où n est le nombre d'espèces de forêts anciennes figurant sur une liste de 30 espèces).

D'après les listes de Wirth *et al* (2009) et Rose (1976), 7 espèces de vieilles forêts se trouvent sur les sites étudiés. Parmi les 81 lichens forestiers vivant dans les zones de plaine décrits dans la liste de Wirth *et al* (2009), seuls deux sont présents dans la zone d'étude.

À titre de comparaison, dans les trois zones comparables des plaines inondables du Rhin près de Wörth, seules trois espèces de forêts anciennes ont été trouvées (John & Stapper, 2015).

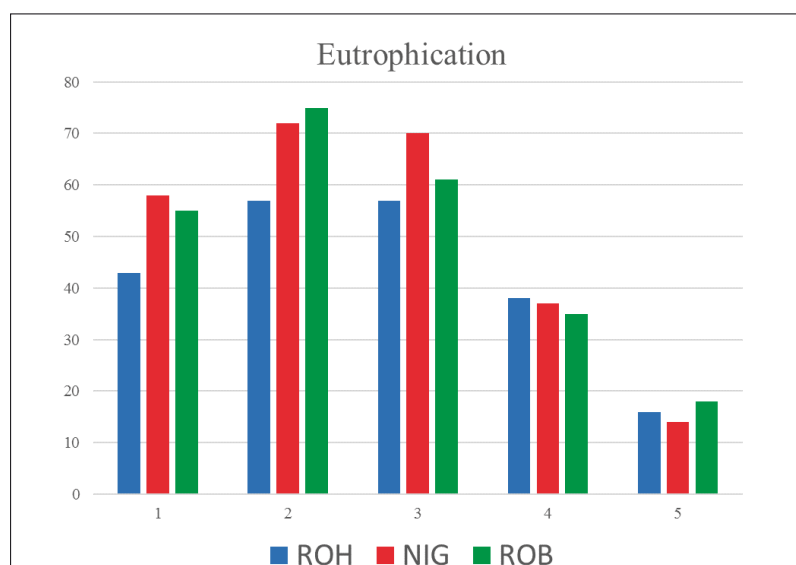


Figure 12 : comparaison des sommes des valeurs écologiques pour eutrophisation des trois réserves (ROH : Rohrschollen, NIG : Neuhof/Illkirch-Graffenstaden, ROB : Robertsau-Wantzenau).

Tableau II : liste des lichens indicateurs de vieilles forêts.

Espèces	RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof-Illkirch	RNN de la Robertsau-Wantzenau
<i>Agonimia allobata</i>	1		
<i>Arthonia didyma</i>		1	1
<i>Arthonia vinoso</i>		1	
<i>Chaenotheca stemonea</i>		1	
<i>Dendrographa decolorans</i>	1	1	1
<i>Fuscidea cyathoides</i> var. <i>corticola</i>			1
<i>Pyrenula nitida</i>		1	
<b>RIEC</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

## Évolution de la qualité de l'air

Une étude des émissions réalisée dans les années 1980 par Seitz (1983) a montré une forte pollution atmosphérique. À l'époque, aucune *Hypogymnia physodes* ne pouvait être détectée sur les sites étudiés en zone urbaine.

Aujourd'hui, cette espèce, modérément sensible à la pollution atmosphérique, est encore très rare sur les 3 massifs, mais elle a été inventoriée durant cette étude. L'absence de lichens sur les troncs des vieux arbres est également un indicateur de contamination par des pollutions anciennes.

Ils souffrent en effet toujours de leur exposition historique aux polluants atmosphériques, et principalement aux émissions acides de dioxyde de soufre. Il faut imaginer que dans une situation fortement soumise aux vents de sud-ouest, un désert de lichens ou du moins, une zone dite de combat (Sernander, 1926) est installée au cœur de Strasbourg. Nylander (1866) a été l'un des premiers à observer un phénomène semblable à Paris. Ceci explique qu'on retrouve aujourd'hui plus de lichens sur les jeunes arbres que sur les vieux arbres dont l'écorce a stocké de nombreux polluants.

Dans ce contexte, la canopée des arbres revêt une importance particulière. Les conditions de luminosité et d'hygrométrie dans le houppier sont en effet optimales à la croissance des lichens. Les jeunes branches n'ayant pas subi de pollution sont généralement richement couvertes de lichens, mais elles sont *a contrario* fortement exposées en cas d'épisode de pollution.

À cet égard, les houppiers sont les meilleurs indicateurs pour évaluer le changement de la qualité de l'air dans la région. Ainsi, les lichens dans la zone de houppier indiquent un changement de la flore lichénologique d'espèces acidophiles par des espèces nitrophiles, ainsi qu'une augmentation du nombre d'espèces préférant la chaleur.

Dans son étude de 1983, Seitz avait observé à peine 23 lichens épiphytes dans l'agglomération strasbourgeoise. Parmi elles, on trouve presque exclusivement des espèces insensibles et résistantes au dioxyde de soufre. L'espèce la plus commune à l'époque, *Lecanora conizaeoides*, est aujourd'hui extrêmement rare. Par rapport à ces représentations historiques, la qualité de l'air et donc de la végétation de lichens s'est considérablement améliorée.

## Changements climatiques (figure 14)



Figure 14 : *Dendrographa decolorans*, espèce des vieilles forêts et indicatrice du changement climatique.

Les effets du changement climatique sur les cryptogames ont déjà été documentés sur les mousses il y a 20 ans (Frahm & Klaus, 2001 ; Gignac, 2001). Quelques années plus tard, l'effet du changement climatique sur les lichens a été également reconnu (Aptroot 2005 ; Sancho *et al*, 2004 ; van Herk *et al*, 2002). Entre-temps, d'innombrables études sur le sujet ont été publiées (par exemple John, 2016 ; Kirschbaum, 2009 ; Stapper, 2012 ;

Tableau III : liste des lichens indicateurs de changements climatiques.

Espèces	RNN du Rohrscholle	RNN de Neuhof-Illkirsch	RNN de la Robertsau-Wantzenau
<i>Arthonia ruana</i>		1	1
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	1		
<i>Dendrographa decolorans</i>	1	1	1
<i>Flavoparmelia caperata</i>	1	1	1
<i>Flavoparmelia soledians</i>		1	1
<i>Halecania viridescens</i>	1	1	1
<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i>		1	1
<i>Melanohalea elegantula</i>	1	1	
<i>Opegrapha vermicellifera</i>	1	1	1
<i>Parmotrema perlatum</i>	1	1	1
<i>Punctelia borleri</i>	1	1	
<i>Punctelia jeckeri</i>	1	1	1
<i>Punctelia subrudecta</i>	1	1	1
<i>Pyrenula nitida</i>		1	
<i>Ropalospora viridis</i>	1		1

Windisch *et al*, 2011). Des changements de grande ampleur peuvent être observés dans toute l'Europe.

La propagation de certaines espèces peut effectivement être corrélée aux changements climatiques globaux mais il est difficile de séparer cette influence d'autres facteurs comme l'évolution de la qualité de l'air et notamment les pollutions azotées ; certaines espèces sont tolérantes à l'eutrophisation, la pollution azotée et la sécheresse comme, par exemple, *Candelaria concolor*, *C. pacifica*, *Catillaria nigroclavata*, *Hyperphyscia adglutinata* et *Lecania naegelii*. Les effets combinés de l'eutrophisation et du réchauffement climatique semblent évidents chez *Xanthoria parietina*.

En conséquence du réchauffement, certaines espèces typiques des montagnes ou nordiques se font plus rares en Europe centrale. Par exemple, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa* et *Stenocybe pullatula* ne se trouvaient que dans un seul site sur les trois étudiés. Le lichen foliacé autrefois commun, *Platismatia glauca*, typique des subs-

trats acides dans les endroits plus frais, n'a pas été retrouvé.

D'après (VDI 3957 Blatt 20) 15 espèces indicatrices de réchauffement climatique ont été identifiées sur les réserves.

Parmi ces taxons, *Bacidina neosquamulosa* et *Pyrenula nitida* ont été observés sur un seul site. Cette dernière espèce, caractéristique des vieilles forêts, reste rare. En revanche, 6 espèces sont présentes dans deux des trois réserves et 7 espèces dans les trois sites.

#### 🙏 Remerciement

Les auteurs remercient le Dr. Wolfgang von Brackel, Röttenbach, qui a identifié les champignons lichénicoles.

#### Bibliographie

Asta J, van Haluwyn C & Bertrand M, 2016. *Guide des lichens de France, Lichens des roches*, Belin.

Bartsch V, 2012. Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten vom 16. Februar 2005, zuletzt geändert 3. Oktober 2012, Bundesartenschutzverordnung. - Bundesgesetzblatt Jahrgang 2005 Teil I Nr. 11.

Brummitt RK & Powell CE, 1992. *Authors of plant names*. - Royal Botanic Gardens, 732 p.

Cezanne R, Eichler M, Berger F *et al.*, 2016. Deutsche Namen für Flechten, *Herzogia* 29: 745-797.

Hafellner J & Türk R, 2016. Die lichenisierten Pilze Österreichs - Eine neue Checkliste der bisher nachgewiesenen Taxa mit Angaben zu Verbreitung und Substratökologie, *Stapfia* 104/1: 1-216.

Heibel E & Mies B, 1997. Staurothele frustulenta Vainio - Verbreitung und Ökologie einer Flechte entlang des Niederrheines, *Decheniana* 150: 87-90.

John V, 2008. Grüner Wall im Westen II. Obdach für das arme Pöbelvolk, *Umwelt-magazin Saar* 4/2008: 31.

John V, 2010. Höckerlinien und Bunker des Westwalls als Lebensräume für Flechten im Saarland, *Abhandlungen der Delattinia* 35/36: 63-98.

John V, 2015. Aktuelle Daten zu den Flechtenbiota in Rheinland-Pfalz

- und im Saarland. I. Die Gattungen *Candelaria* und *Candelariella*, *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 13 (1) : 27-48.
- John V & Stapper N, 2015. Flechten und Moose der Schwarznuss-Bestände in pfälzischen Rheinauen, *Herzogia* 28: 405-429.
- Kraichak E, Lücking R, Aptroot A *et al.*, 2015. Hidden diversity in the morphologically variable script lichen (*Graphis scripta*) complex (Ascomycota, Ostropales, Graphidaceae), *Organisms Diversity Evolution* 15: 447-458.
- Lieth H, Berlekamp J, Fuest S & Riediger S, 1999. Climate Diagramm World Atlas. 1st edit. 7/1999 - CD1, Backhuys Publ., Leiden.
- Nimis PL & Martellos S, 2017. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology, (<http://dryades.units.it/italic>)
- Nylander W, 1866. Les lichens du Jardin du Luxembourg, *Bull. Soc. Bot. France* 13: 364-372
- Rose F, 1974. The epiphytes of oak. - In: Morris MG & Perring FH (eds.) : The British oak, its history and natural history: 250-273. Claxsey, Faringdon.
- Rose F, 1976. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. - In: Brown DH, Hawksworth DL & Bailey D (eds.) : Lichenology, progress and problems: 279-307. Academic Press, London.
- Roux C *et al.*, 2017. Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine. 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée. - Association française de lichénologie, Fontainebleau.
- Roux C *et al.*, 2019. Liste des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine (mise à jour 2019/04/02). - <http://lichenologie.org/fr/>
- Sernander R, 1926. Stockholms natur., Uppsala.
- Van Haluwyn C & Asta J, 2012. Guide des lichens de France. Lichens des arbres, Belin.
- Van Haluwyn C, Asta J, Boissière JC & Clerc P, 2012. Guide des lichens de France, Lichens des sols, Belin.
- Van Herk K, Aptroot A. & Spoarrius L, 2017. Veldgids Korstmossen, KNNV.
- Verein Deutscher Ingenieure, 2005. Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Flechten (Bioindikation). Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für die Luftgüte. VDI-Richtlinie 3957 Blatt 13; VDI/DIN Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: 1-27.
- Verein Deutscher Ingenieure, 2017. Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation). Kartierung von Flechten zur Ermittlung der Wirkung von lokalen Klimaveränderungen. VDI-Richtlinie 3957 Blatt 20; VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: 1-35.
- Wirth V, 2010. Ökologische Zeigerwerte von Flechten, erweiterte und aktualisierte Fassung, *Herzogia* 23: 229-248.
- Wirth V, Hauck M, De Bruyn U *et al.*, 2009. Flechten aus Deutschland mit Verbreitungsschwerpunkt im Wald., *Herzogia* 22: 79-107.
- Wirth V, Hauck M & Schultz M, 2013. Die Flechten Deutschlands, Ulmer, Stuttgart: 1-1244.
- Wirth V, Hauck M, von Brackel W, Cezanne R *et al.*, 2011. Rote Liste und Artenverzeichnis der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(6) : 7-122.

