

PAYS DU BOCAGE VENDÉEN (85) - 2019

# ESTIMATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

PAR L'ÉTUDE DES LICHENS  
ÉPIPHYTES BIO-INDICATEURS

---



SÈVRE ET BOCAGE

## UNE PUBLICATION



SÈVRE ET BOCAGE

## PARTENAIRE TECHNIQUE



## PARTENAIRE TERRITORIAL



## AVEC LE SOUTIEN DE



## CRÉDITS

Études et rédaction	Claire Boucheron et Nathan Martin
Date	Mars 2019
Relecture	Laurent Desnouhes, Pierre-Yves Marquis et Jean-Yves Monnat
Mise en page	Julie Croizille
Citation	Boucheron C. et Martin N., 2019 - <i>Estimation de la qualité de l'air par l'étude des lichens épiphytes bio-indicateurs sur le Pays du Bocage Vendéen</i> . CPIE Sèvre et Bocage, 102 p.

Tous les tableaux, graphiques, cartographies et photographies sont du CPIE Sèvre et Bocage, sauf mention contraire.



# ÉDITO

## PAR LOUIS-MARIE BOUTIN, PRÉSIDENT DU CPIE SÈVRE ET BOCAGE

La qualité de l'air fait l'objet de préoccupations depuis plusieurs années et apparaît aujourd'hui comme un enjeu majeur de santé publique. Il est clairement établi, notamment sur la base de plusieurs études épidémiologiques, que les pics de pollution observés dans les agglomérations ont un impact sur les capacités respiratoires des populations et contribuent à accroître le risque de troubles cardiovasculaires.

Dans la majorité des cas, les agglomérations font l'objet de suivis continus de leur qualité de l'air comme c'est le cas en Pays de la Loire notamment. Les espaces ruraux, eux, ne bénéficient pas toujours de telles mesures. Pourtant, bien qu'il soit communément admis que l'air des campagnes est plus respirable que celui des villes, s'agit-il d'une constante ou d'un adage révolu ?

**C'est à cette question que le CPIE a souhaité répondre, à travers une démarche scientifique de mesure de la qualité de l'air à partir d'un indicateur biologique que sont les lichens des arbres.**

Après s'être investi largement sur les thématiques du cadre de vie, de la qualité de l'eau, des sols,... la qualité de l'air constitue, en réponse aux attentes du territoire, un nouveau champ d'expertise pour le CPIE.

Ayant réussi à finaliser ces premières mesures grâce à nos partenaires que sont la région des Pays de la Loire et la DREAL, et en concomitance avec le lancement des PCAET à l'échelle des intercommunalités, nous sommes désormais en mesure de fournir ces données d'inventaire afin qu'elles puissent figurer dans les diagnostics de territoire. Car positionner la qualité de l'air, y compris dans l'espace rural, comme une préoccupation majeure nous semble être un véritable enjeu et une ambition assumée pour conforter l'attractivité de nos territoires.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRO : Lichen et qualité de l'air : de quoi parle-t-on ?</b>	<b>5</b>
Qu'est ce qu'un lichen ?	5
Des sentinelles de la qualité de l'air	7
<b>PARTIE 1 : Une démarche scientifique d'inventaire</b>	<b>9</b>
Le protocole	9
Les conditions d'application	
L'application	
La méthode quantitative	
La méthode qualitative	
La détermination	11
Les inventaires	12
Le calcul d'une fréquence et d'une contribution spécifiques	13
La fréquence spécifique	
La contribution spécifique	
Les analyses cartographiques	14
Les analyses statistiques	14
La valorisation des données brutes	14
<b>PARTIE 2 : Les résultats des inventaires</b>	<b>15</b>
Les espèces contactées	15
Monographies	20
<b>PARTIE 3 : Estimation de la qualité de l'air</b>	<b>22</b>
La qualité de l'air globale	22
Le Pays de Chantonnay	
Le Pays de Mortagne	
Le Pays de Pouzauges	
Le Pays de Saint-Fulgent-les Essarts	
Le Pays des Herbiers	
Les Terres de Montaigu	
Entre Ville et Bocage	25
Les éventuelles pollutions	27
Le dioxyde de soufre	
L'azote	
Les autres polluants	
<b>PARTIE 4 : Paramètres influençant potentiellement le développement des lichens épiphytes</b>	<b>32</b>
L'essence des arbres	32
La circonférence et le recouvrement	34
L'orientation	35
L'altitude	35
L'usage de la station	36
<b>PARTIE 5 : Des perspectives</b>	<b>37</b>
De nouveaux inventaires	37
Les Plans Climat-Air-Energie Territorial (PCAET)	38
La valorisation auprès du grand public	38
<b>LES MONOGRAPHIES</b>	<b>40</b>
<b>LEXIQUE</b>	82
<b>ANNEXE 1</b> : Liste des taxons identifiés par station inventoriée et nombre d'arbre sur lesquels l'espèce est présente	84
<b>ANNEXE 2</b> : Notes d'eutrophisation attribuées par l'interface de Nimis & Martellos (2017)	90
<b>ANNEXE 3</b> : Pourcentage des essences portant le lichen	91
<b>ANNEXE 4</b> : Pourcentage de faces nord, sud, est ou ouest occupées par le lichen	92
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	93
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	99
<b>LISTE DES FIGURES</b>	100

# LICHEN ET QUALITÉ DE L'AIR : DE QUOI PARLE-T-ON ?

## QU'EST CE QU'UN LICHEN ?

Confondus le plus souvent par le grand public avec les mousses, les lichens sont des organismes à part entière qui représentent une grande diversité parmi le vivant. Après de nombreux changements de classification, les lichens font aujourd'hui partie du règne des *Fungi*, autrement dit des Champignons. Ils sont ainsi considérés comme des champignons dits « lichénisés ». Cette transformation en lichen ou phénomène de lichénisation, se traduit par la symbiose entre deux voire trois partenaires (Figure 1).

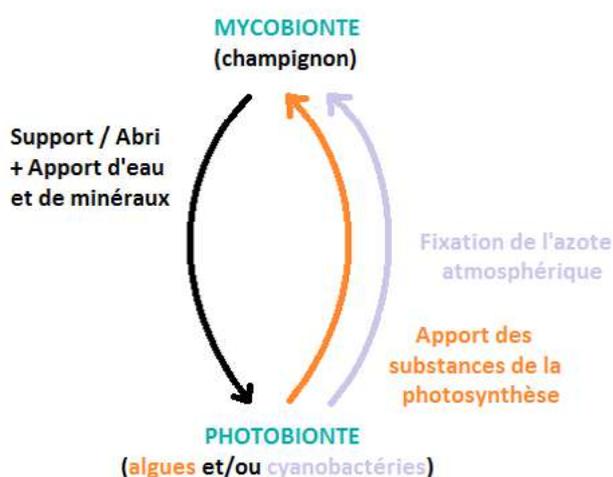


Figure 1 : Fonctionnement de la symbiose constituant un lichen.

Le premier partenaire, toujours présent, est le champignon aussi appelé « mycobionte » et le second partenaire de cette association naturelle est le plus souvent, dans 90 % des lichens, une algue (on parle alors de « photobionte »). Dans certains cas, l'algue peut être remplacée par ou associée avec une cyanobactérie. Les lichens comprenant un champignon et une cyanobactérie ne représentent que 10 % des associations lichéniques.

Chaque partenaire va jouer un rôle et être bénéfique à l'organisme dans sa globalité. Le champignon va permettre la fixation du lichen au substrat et protéger le partenaire photosymbiotique

d'un excès de lumière ou de chaleur. Il va par ailleurs capter l'eau et les sels minéraux nécessaires à la survie de l'organisme global. Le photobionte, lui va, par la photosynthèse, apporter de nombreuses substances, notamment des dérivés de sucres (comme la vitamine B par exemple). Lorsqu'une cyanobactérie est présente dans la symbiose, celle-ci peut, en plus de réaliser la photosynthèse, capter l'azote atmosphérique, alors restitué à l'organisme sous forme d'ammonium.

## + d'infos

La symbiose constitue une association durable entre deux organismes d'espèces différentes, tirant chacun un bénéfice de l'association. On parle souvent dans ce cas-là de symbiose mutualiste. A l'inverse, des associations de commensalisme ou de parasitisme vont voir un des deux partenaires tirer un avantage sans nuire à l'autre partenaire dans le premier cas, ou aux dépens de celui-ci dans la seconde association citée (Cachan & Mangenot, s.d.).

Les coraux par exemple représentent l'autre grande symbiose mutualiste du monde vivant entre des espèces de cnidaires formant de petits polypes et des zooxanthelles (algues qui donnent aussi la couleur au corail).

Les lichens peuvent ainsi, par cette symbiose, produire des composés (ou acides lichéniques) que chacun des partenaires n'est pas capable de synthétiser seul. Ces substances (plus de 700) servent à la physiologie de l'organisme, de protection contre les attaques microbiennes ou d'anti-herbivores par exemple (Asta & al., 2005d). L'ensemble de ces composés lichéniques a pu trouver des applications humaines. Certaines de ces substances sont utilisées en pharmacologie, en parfumerie ou en teinturerie.

Les lichens présentent une diversité à plusieurs niveaux et en premier lieu dans les formes de thalle qu'ils peuvent générer. Il s'agit de leur appareil végétatif, composé à 90 % par le champignon (Asta & al., 2005a). Il en existe 7 grands types, chacun avec des caractéristiques particulières (Figures 2 à 8).



Figure 2 : Thalle lépreux : *Lepraria incana* (L.) Ach. Ce thalle ressemble à de la poudre très fine, qui se détache du substrat facilement.



Figure 3 : Thalle crustacé : *Diploicia canescens* (Dicks.) A. Massal. Il est incrusté dans le substrat et impossible de le prélever sans prendre un bout du substrat.



Figure 4 : Thalle foliacé : *Parmotrema perlatum* (Huds.) M.Choisy. Il présente des lobes plus ou moins comparables à des feuilles.



Figure 5 : Thalle fruticuleux : *Ramalina lacera* (With.) J.R. Laundon. Cette forme buissonnante est accrochée au substrat seulement par une petite partie.



Figure 6 : Thalle squamuleux : *Normandina pulchella* (Borrer) Nyl. Les espèces présentant ce type de thalle forment de petites écailles.



Figure 7 : Thalle complexe (ou composite) : *Cladonia humilis* (With.) Laund. Cette forme est double : un thalle primaire qui adhère au substrat et un thalle secondaire dressé qui se développe sur le premier. Photo : J-Y. Monnat.



Figure 8 : Thalle gélatineux : *Blennohallia crispa* (Huds.) Otolara, P.M. Jørg. & Wedin. Il est friable et noir à l'état sec. Photo : J-Y. Monnat.

Ces organismes peuvent se développer sur différents substrats : les écorces des arbres (lichens corticoles), les roches (lichens saxicoles), le sol (lichens terricoles) mais également les mousses (lichens muscicoles) ou encore les feuilles (lichens foliicoles), etc. Ils sont présents partout sauf en haute mer, dans les zones fortement polluées et sur les tissus animaux vivants (Van Haluwyn & Asta, 2013). La diversité au sein de ce groupe ne s'arrête pas là. Les lichens sont capables de produire de nombreux organes depuis leur thalle : des poils, des cils, des rhizines, des lirelles, des apothécies (Figure 9), ...



Figure 9 : Apothécies orange foncé de *Xanthoria parietina*.

## + d'infos

Les lichens sont répartis sur tous les continents. En 2007, 18 000 espèces de lichens étaient connues dans le monde, et environ 100 nouvelles espèces étaient découvertes chaque année (Feuerer & Hawksworth, 2007). En France, le nombre d'espèces, en 2017, était de 3 651 (Roux & coll., 2017). Le développement de l'utilisation de la chimie lors des déterminations a permis notamment de distinguer des chémotypes au sein de certaines espèces.

Les lichens peuvent coloniser de nouveaux espaces grâce à une reproduction sexuée ou asexuée. La reproduction sexuée est assurée par le champignon seul (ce qui a d'ailleurs valu la classification des lichens dans le règne des *Fungi*). Dans ce cas, les spores dispersés dans un nouveau milieu devront y retrouver une algue compatible afin de former un nouveau thalle. Les lichens peuvent également se disperser de manière végétative par la production de sorédies ou d'isidies. Ces deux structures, composées à la fois de champignon et d'algue,

permettent la colonisation de nouveaux substrats plus ou moins loin du thalle d'origine. La croissance des lichens est lente, puisqu'ils grandissent en moyenne entre 0,1 et 10 cm par an (Asta & al., 2005d). Leur croissance va être impactée par de nombreux paramètres que peuvent être leur âge, le substrat ou les conditions environnementales.

Toutes les espèces de lichens ne vont pas se développer dans les mêmes circonstances. L'eau est le facteur principal, conditionnant l'intensité des activités vitales des lichens. En effet, ces organismes ont besoin d'eau et lorsque celle-ci se fait moindre, voire disparaît, ils peuvent rentrer en vie ralentie en réalisant très peu d'échanges avec l'atmosphère. Dès que la quantité d'eau disponible ré-augmente, la photosynthèse et la respiration vont se faire avec une plus forte intensité et les lichens vont revenir à un état actif, ce phénomène est appelé « reviviscence ». Le pH, la température, l'ensoleillement, le vent, etc. sont des paramètres directs qui vont déterminer les espèces présentes dans un milieu. La pollution de l'air, elle, est un facteur humain qui impacte également considérablement la répartition des lichens.

## L'ESSENTIEL

Un lichen est généralement le produit d'une symbiose entre un champignon et une algue. Il en existe de nombreuses espèces, pouvant prendre différentes formes, se développer sur quasiment tous les substrats et ainsi être répartis sur tous les habitats terrestres.

## DES SENTINELLES DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Par leurs caractéristiques naturelles, les lichens sont de bons bio-indicateurs de la qualité de l'air. Des échanges préférentiels et majoritaires avec l'atmosphère, l'absence de stomates et de cuticule, une activité tout au long de l'année et une croissance lente, sont des propriétés intrinsèques permettant aux lichens de nous renseigner sur la pollution de l'air (Asta & al., 2005f). Leur immobilité

fait d'eux des indicateurs sur le long terme des perturbations de leur environnement. En effet, ces organismes vont capter et accumuler l'ensemble des constituants de l'air, aussi bien les gaz dont ils ont besoin (dioxygène et dioxyde de carbone) que les polluants atmosphériques (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, métaux lourds, etc.).

Ainsi, chaque espèce va posséder un seuil de tolérance par rapport à la pollution de l'air. Ce gradient de sensibilité à la pollution atmosphérique se démarque par des espèces dites « poléotolérantes » qui vont supporter des niveaux de pollution élevés et par des espèces dites « poléosensibles » qui vont disparaître des milieux trop pollués. Certaines espèces sont donc des sentinelles car leur présence peut nous indiquer une bonne qualité de l'air alors que leur absence peut nous informer d'une dégradation de l'environnement atmosphérique. Par exemple, des lichens poléosensibles avec de grands thalles renseignent sur une bonne qualité de l'air depuis un certain temps.

Par ces principes, les lichens sont très utilisés en biosurveillance, méthode complémentaire de l'estimation des concentrations en polluants dans l'air par des stations de relevés. En effet, ces dernières vont calculer les concentrations dans l'air des polluants éventuels alors que la biosurveillance par les lichens va rendre compte de la qualité de l'air globale et de l'interaction entre le vivant et l'atmosphère.

## + d'infos

Plusieurs qualificatifs peuvent être donnés aux lichens concernant la biosurveillance :

- bio-indicateurs : certaines espèces peuvent, par leur présence dans un environnement, nous renseigner sur la qualité de l'air.
- bio-accumulateurs : les lichens les plus poléotolérants vont accumuler dans leur thalle tous les polluants présents dans l'air. Une analyse chimique du thalle peut permettre de quantifier les concentrations dans l'air de ces polluants.
- bio-intégrateurs : l'ensemble des lichens peut avoir la même réaction à une dégradation de l'air. Ceci se joue au niveau de la communauté lichénique.
- bio-marqueurs : au niveau physiologique, les lichens peuvent subir des effets de la pollution.

Dès 1866, le finnois Nylander fut le premier à estimer que les lichens pourraient être de bons indicateurs de la pollution. Par ses études des lichens de Paris, il remarqua que ces organismes semblaient « fuir les villes » (Nylander, 1896). Depuis, de nombreuses études ont été menées, en France et dans le monde entier. Ces dernières étaient très souvent basées sur la réaction des lichens à des concentrations en dioxyde de soufre dans l'air, ce polluant étant encore très présent à l'époque (années 1980). Aujourd'hui, de nouveaux polluants ont augmenté leur représentativité dans l'atmosphère, c'est le cas notamment des oxydes d'azote. Ainsi, l'étude actuelle des lichens ne se concentre plus sur leur sensibilité au dioxyde de soufre mais sur l'effet que peut avoir un stress environnemental général sur ces organismes. Toutefois, la qualité de l'air globale mise en avant ici reste relative puisque certains polluants atmosphériques pouvant avoir un impact sur la santé humaine, peuvent au contraire, ne pas impacter le développement des lichens et alors, passer inaperçu.

## + d'infos

En 1997, dans la région de la Venetie, en Italie, Cislighi et Nimis ont montré que la faible diversité des lichens était corrélée avec la fréquence des cancers des poumons chez les hommes, mais également avec certains polluants atmosphériques. Ainsi, un lien direct a pu être fait entre pollution de l'air, diversité lichénique et santé humaine (Cislighi & Nimis, 1997).

# L'ESSENTIEL

Les lichens sont des organismes sensibles à l'environnement dans lequel ils se développent.

---

# PARTIE 1 : UNE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE D'INVENTAIRE

## LE PROTOCOLE

Dès 1970, Hawksworth & Rose ont développé une technique basée sur la sensibilité des lichens au dioxyde de soufre en créant une échelle listant des espèces en fonction des concentrations qu'elles pouvaient supporter (Hawksworth & Rose, 1970). Depuis, d'autres échelles adaptées à la poléosensibilité ou à la poléotolérance des lichens à différents polluants sont apparues (Van Haluwyn & Lerond en 1986 et Wirth en 2010 par exemple). Ces échelles font partie des méthodes qualitatives. Il existe également des méthodes quantitatives, basées elles, sur le calcul d'un indice plus général (LeBlanc & Sloover, 1970 ; Trass, 1973 ; AFNOR, 2008). Chacune des techniques précédemment citées possède sa propre fiabilité, reproductibilité et ses limites mais elles ont toutes pour but de renseigner sur la qualité de l'air d'un milieu.

Sur le Pays du Bocage Vendéen, deux méthodes ont été appliquées en parallèle : l'une quantitative, l'autre qualitative. La première est basée sur le calcul d'un indice appelé « diversité lichénique » et la seconde, bien connue, est celle de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, qui permet d'attribuer une catégorie de pollution de l'air au dioxyde de soufre pour chaque inventaire en fonction des espèces présentes (Van Haluwyn & Lerond, 1986). La première méthode étant la plus exigeante, c'est celle qui a défini le protocole à suivre et la seconde méthode a été appliquée à partir des relevés effectués.

### Les conditions d'application

Les conditions d'application du protocole sont nombreuses :

- la station doit être constituée de 5 arbres isolés, éloignés les uns des autres d'une distance inférieure à 30 m.
- les arbres doivent être, si possible, de la même essence ou posséder des écorces ayant les mêmes propriétés physico-chimiques.
- la circonférence des arbres, mesurée à une hauteur d'environ 1,30 m du sol, doit être comprise entre 50 cm et 250 cm.
- les troncs peuvent présenter des dommages au

niveau de l'écorce, des branches, nœuds ou autres plantes épiphytes comme du lierre par exemple mais ces derniers critères, ne doivent pas dépasser, cumulés les uns aux autres, 20 % de la surface de la zone inventoriée sur le tronc.

- l'inclinaison du tronc doit être inférieure à 20 °.

Lorsque les conditions sont remplies, le protocole peut alors être appliqué.

### L'application

Sur chacun des 5 arbres de la station, la même méthode est alors reproduite : une grille couvrant une aire de 10 cm par 50 cm, divisée en 5 carrés de 10 cm par 10 cm alignés à la verticale, est appliquée à 1 m du sol et sur les 4 faces de l'arbre (nord, est, sud et ouest) (Figure 10 et 11).

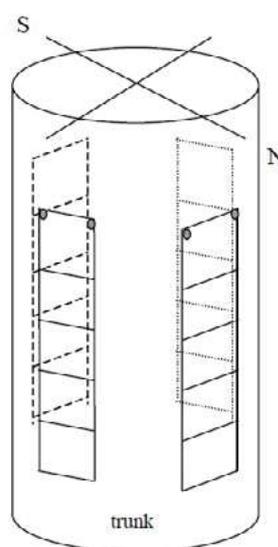


Figure 10 : Positionnement de la grille sur un tronc (Asta & al., 2002).



Figure 11 : Application du protocole à Chantonnay.

Pour chaque station, diverses informations de base sont notées sur une fiche de terrain (Figure 12) : commune, usage de la station, circonférence des arbres, essence des arbres, etc... ainsi que, pour chaque orientation, un pourcentage de recouvrement de la grille par les lichens (compris entre 0 et 100 %).

CENS: 85600904

Code Station :	2017002				Lieu :	Pommerai sur Sèvre				Usage :	Parc				Photo :	2017002				
Date :	22/06/2017				Auteur :	CB														
Arbre (essence - circonférence) :	1				2				3				4				5			
Tilleuls	1,55m				1,74m				1,70m				1,87m				1,50m			
Grille :	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
% recouvrement :	50	70	80	80	20	50	80	60	20	40	80	20	10	50	70	20	30	50	90	80
Espèces :																				
<i>Punctelia borei</i>	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5
<i>Lepraria incana</i>	2	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Candelaria concolor</i>	4	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
<i>Xanthoria parietina</i>	1	1	4	4	3	2	0	1	0	0	3	0	0	1	0	1	0	3	2	2
<i>Physcia clementei</i>	0	3	4	4	0	3	1	3	0	5	3	2	2	5	0	3	1	5	4	3
<i>Physcia tenella</i>	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Flavoparmelia caperata</i>	0	0	4	1	0	1	2	2	0	2	5	1	0	0	1	0	0	1	1	3
<i>Parmotrema perlatum</i>	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	5	2
<i>Parmelia sulcata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ramalina fastigiata</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phlyctis argena</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Physcia tribacioides</i>	0	0	0	0	0	0	5	5	0	1	3	5	0	0	5	0	1	2	1	5
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0
lichen X1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Normandina pilchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0
<i>Lecanora sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Somme des Fréquences SF	12	22	32	30	11	16	19	23	9	17	20	20	15	15	20	16	11	23	32	30
Diversité Lichénique Arbre DLA	Σ = 96 (G)				Σ = 69 (F)				Σ = 66 (G)				Σ = 66 (F)				Σ = 96 (F)			
Diversité Lichénique Station DLS	Σ DLA / 5 = 79 (G)																			

Figure 12 : Exemple de fiche de terrain remplie à La Pommerai-sur-Sèvre.

## La méthode quantitative

Plus la qualité de l'air du milieu est bonne, plus il y a d'espèces capables de s'y développer et plus la diversité lichénique par station sera élevée. A l'inverse, plus les conditions environnementales sont limitantes, moins il y aura d'espèces capables d'y survivre et moins la diversité lichénique sera élevée.

Afin de réaliser le calcul d'un indice, il faut commencer par identifier chaque espèce présente dans la grille puis compter le nombre de cases dans lesquelles l'espèce de lichen est présente. Une note de fréquence allant de 0 à 5 est ainsi obtenue.

Plusieurs calculs sont ensuite réalisés :

- la « somme des fréquences : SF », correspondant à la somme des fréquences relevées selon chaque orientation (SF<sub>nord</sub>, SF<sub>est</sub>, SF<sub>sud</sub> et SF<sub>ouest</sub>).
- la « diversité lichénique par arbre : DLA », obtenue en additionnant les 4 sommes des fréquences SF décrites précédemment.
- et enfin, la « diversité lichénique par station : DLS », calculée en faisant la moyenne des 5 DLA obtenues.

Diversité lichénique par arbre :

$$DLA = SF_{\text{nord}} + SF_{\text{est}} + SF_{\text{sud}} + SF_{\text{ouest}}$$

Diversité lichénique par station :

$$DLS = (DLA1 + DLA2 + DLA3 + DLA4 + DLA5) / 5$$

## La méthode qualitative

La liste des espèces relevées lors de l'application du protocole peut ensuite être comparée à celle constituant l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, établie en 1986.

Cette échelle contient 39 espèces de lichens réparties en 7 classes en fonction de leur sensibilité au dioxyde de soufre (Tableau 1). Les espèces les plus poléotolérantes vont être dans les niveaux de pollution au dioxyde de soufre les plus forts (vers la classe A), quand les espèces poléosensibles vont appartenir à des classes caractéristiques d'une meilleure qualité d'air (vers la classe G).

Classe	Pollution au dioxyde de soufre	Espèces de lichens présentes
A	Pollution extrêmement forte	<i>Pleurococcus viridis</i> (C. Agardh) Rabenhorst (algue)
B	Pollution très forte	<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid <i>Lecanora conizaeoides</i> Cromb.
C	Pollution forte	<i>Lecanora expallens</i> Ach. <i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.
D	Pollution assez forte	<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) A. Massal. <i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC. <i>Polycauliona polycarpa</i> (Hoffm.) Frödén, Arup & Søchting
E	Pollution moyenne	<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau <i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach. <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. <i>Parmelia sulcata</i> Taylor <i>Physcia adscendens</i> H. Olivier <i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.
F	Pollution faible	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale <i>Flavoparmelia soredians</i> (Nyl.) Hale <i>Lepra amara</i> (Ach.) Hafellner <i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup <i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco et al. <i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale <i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale <i>Pertusaria pertusa</i> (L.) Tuck <i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot. <i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt <i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch <i>Polycauliona candelaria</i> (L.) Frödén, Arup & Søchting <i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog <i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach. <i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.
G	Pollution très faible	<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) A. Massal. <i>Hypotrachyna revoluta</i> (Flörke) Hale <i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy <i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy <i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr <i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon <i>Ramalina fraxinea</i> (L.) Ach.

Tableau 1 : Echelle d'estimation de la qualité de l'air d'après Van Haluwyn et Lerond (1986).

Pour déterminer la classe d'un arbre (lettre), la liste des espèces indicatrices se lit en allant des espèces les plus poléosensibles vers les plus poléotolérantes et lorsqu'une espèce de la liste est présente sur l'arbre lors des inventaires, alors celle-ci est désignée comme espèce indicatrice et permet d'attribuer à l'arbre, sa classe et donc son niveau de pollution en dioxyde de soufre. Enfin, la classe d'une station est déterminée par la meilleure des 5 arbres échantillonnés.

En prenant l'exemple de la fiche de terrain en figure 12 au regard de l'échelle en tableau 1, la présence de *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy dans l'inventaire classe les arbres 1 et 3 dans la classe G. Les arbres 2, 4 et 5 n'ont pas cette espèce

mais en remontant l'échelle on constate que *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale est présente dans les inventaires et on leur attribue alors la classe F. Au niveau plus général de la station, on retient la présence de l'espèce la plus poléosensible et on attribue alors la classe G.

## LA DÉTERMINATION

Les lichens produisent de nombreux acides lichéniques. Ainsi, des réactifs chimiques peuvent parfois être appliqués sur différentes parties du lichen pour différencier des espèces morphologiquement proches mais chimiquement

différentes. Les plus utilisés sont : le chlore (C), la potasse (K) et la paraphénylènediamine (P). Lorsqu'une espèce réagit à l'application de l'un des produits, elle est notée C+, K+ ou P+ et la couleur de la réaction est précisée (exemple : le thalle de *Diploicia canescens* (Dicks.) A. Massal. réagit K+ jaune à la potasse) (Figure 13). L'absence de réaction reste néanmoins une information notée C-, K- ou P-. De plus, certains lichens verdissent au contact de l'eau.



Figure 13 : Réaction K+ jaune de *Diploicia canescens*.

Lorsqu'une espèce reste indéterminée sur le terrain, des prélèvements sont réalisés et analysés au bureau à l'aide d'une loupe binoculaire, des réactifs chimiques et de clés de détermination adaptées (Clauzade & Roux, 1985, Sérusiaux & al., 2004, Dobson, 2005, Van Haluwyn & Asta, 2013, Esnault, 2017 et Roux & coll., 2017, ...). Toutefois, certains échantillons non identifiés ou douteux ont été présentés pour détermination ou validation à des lichénologues experts.

Malgré cela, la diversité lichénique peut être calculée sans nécessairement nommer chaque macrolichen présent, du moment qu'il est bien pris en compte dans le calcul (par exemple : « lichen X1 » sur la figure 12).

Certains individus n'ont pas pu être identifiés jusqu'à l'espèce et n'ont donc pas été pris en compte pour l'atlas. Ils appartiennent majoritairement aux genres *Lecanora*, *Lepraria* ou encore *Graphis*.

Dans cette partie de présentation des taxons rencontrés lors des inventaires, certains regroupements ont été effectués. En effet, certaines espèces sont morphologiquement très proches et, même si des déterminations précises ont été effectuées sur le terrain ou au bureau, tous les individus n'ont pas pu être testés et des amalgames ont pu être faits involontairement. Ainsi, pour plus de rigueur, les groupes suivants ont été formés :

- *Flavoparmelia* sp. comprenant *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale et *Flavoparmelia soledians* (Nyl.) Hale.
- *Hypotrachyna* sp. associant *Hypotrachyna afrorevoluta* (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow et *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale.
- *Parmotrema* sp. regroupant *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy. et *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy.
- *Physcia adscendens* H. Olivier et *Physcia tenella* (Scop.) DC.
- *Punctelia* sp. comprenant *Punctelia borrieri* (Sm.) Krog, *Punctelia jeckeri* (Roum.) Kalb, *Punctelia reddenda* (Stirton) Krog et *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog.

## + d'infos

La lichénologie est la science qui étudie les lichens. Celle-ci est assez complexe et n'attire pas forcément le grand public notamment à cause de la difficulté de la détermination de certaines espèces. Pour cela, plusieurs étapes peuvent être nécessaires pour arriver à la dénomination précise de l'individu. Tout d'abord, des caractéristiques morphologiques peuvent nous donner des indices. Ensuite, l'utilisation de réactifs permet d'observer des colorations particulières en fonction des acides lichéniques produits par chaque espèce. La loupe binoculaire peut faciliter l'identification d'organes précis. Enfin, une coupe notamment des apothécies et un passage au microscope peut finaliser la détermination.

## LES INVENTAIRES

Les inventaires du projet se sont déroulés de mai 2016 à mai 2018. Le Pays du Bocage Vendéen a été choisi comme territoire d'étude car il représente une unité administrative avec une cohérence paysagère. Il est composé de 64 communes regroupées en 6 communautés de communes (Figure 14). Ce territoire s'étend sur 1 818 km<sup>2</sup> et comprend plus de 170 000 habitants.



Figure 14 : Localisation du Pays du Bocage Vendéen et des 6 communautés de communes. La couleur de chaque communauté de communes restera la même sur l'ensemble des cartes de cette étude.

Cette grande zone géographique a été découpée en 98 mailles de 5 km par 5 km (Figure 15).

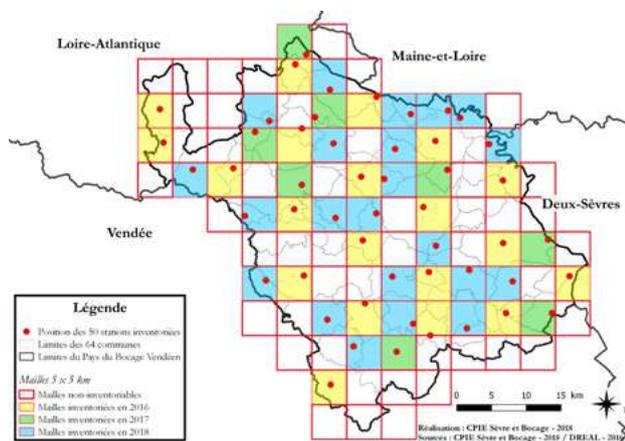


Figure 15 : Localisation des mailles inventoriées dans le Pays du Bocage Vendéen.

Au départ, l'objectif était de réaliser un inventaire, et donc de trouver une station, par maille. Cependant, de nombreuses zones n'ont pas pu être expertisées car elles ne répondaient pas aux conditions d'applications du protocole précédemment citées, le plus souvent tributaires de la présence d'arbres favorables à l'échantillonnage (Tableau 2). Les bourgs des communes ont été les zones

privilegiées pour les inventaires. Non seulement il était plus intéressant de connaître la qualité de l'air là où vit la majorité des habitants mais il se trouve également que les alignements d'arbres y sont plus fréquents (parking, bord de route, zone résidentielle, etc.).

## LE CALCUL D'UNE FRÉQUENCE ET D'UNE CONTRIBUTION SPÉCIFIQUES

Ces deux calculs ont été effectués afin de voir quelles espèces sont prédominantes dans les inventaires.

### La fréquence spécifique

Cela correspond au nombre de faces d'arbres sur lesquelles l'espèce est présente, divisé par le nombre total de faces inventoriées (4 orientations pour les 250 arbres, soit 1 000 faces). Ce résultat a été multiplié par 100 pour obtenir un pourcentage et permet de classer les taxons selon leur degré de rareté sur le Pays du Bocage Vendéen :

- Entre 0 % et 1 % : très rares ;
- entre 1 % et 5 % : rares ;
- entre 5 % et 25 % : assez rares ;
- entre 25 % et 50 % : assez communs ;
- et entre 50 % et 75 % : communs.

Les taxons avec une fréquence spécifique au-dessus de 75 % ont été notés comme très communs sur le territoire.

### La contribution spécifique

Pour cela, la fréquence spécifique de chaque taxon a été divisée par le total de toutes les fréquences spécifiques calculées et multiplié par 100 pour obtenir un pourcentage. Ce résultat représente la part du taxon dans la flore lichénique de l'écorce des arbres inventoriés.

Communauté de communes	Nombre d'inventaires	Nombre de communes inventoriées (sur totalité des communes de la communauté de communes)
Pays de Chantonnay	8	8 (/10)
Pays de Mortagne	9	8 (/12)
Pays de Pouzauges	8	7 (/10)
Pays de Saint-Fulgent-les Essarts	7	7 (/10)
Pays des Herbiers	6	6 (/8)
Terres de Montaigu	12	12 (/14)
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>48 (/64)</b>

Tableau 2 : Inventaires effectués sur le Pays du Bocage Vendéen.

## LES ANALYSES CARTOGRAPHIQUES

Les analyses cartographiques ont été effectuées sur le logiciel QGIS, version 2.18.17.

Une échelle d'altération de l'environnement a été créée afin de cartographier les résultats de diversité lichénique des stations inventoriées (Tableau 3). En suivant les recommandations de Asta & al., 2002, Loppi & al., 2002a et Loppi & al., 2002b, la moyenne des notes de diversité lichénique (valeur ici de 113) a été considérée comme une approximation d'une naturalité totale de la flore lichénique des arbres dans la zone bioclimatique du Pays du Bocage Vendéen, c'est-à-dire influencée par un climat océanique. En effet, en fonction de chaque zone climatique, la flore naturelle lichénique attendue n'est pas la même. D'après l'exemple de Loppi & al., 2002a, cette note a ensuite été arrondie à 110 et l'échelle a été découpée en 5 classes. Ainsi, les stations qui ont une note élevée possèdent une diversité lichénique proche de celle qu'elles pourraient avoir sans aucune perturbation atmosphérique, ce qui traduit une très bonne qualité de l'air et est représenté graphiquement par la couleur bleu.

Pour la pollution au dioxyde de soufre, les points de chaque station sont colorés suivant la classe définie par l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (Tableau 1).

## LES ANALYSES STATISTIQUES

L'ensemble des tests statistiques a été réalisé avec le logiciel R, version 3.4.4. (R, 2018). Les différents graphiques ont nécessité l'utilisation du package « ggplot2 ». Pour chaque test paramétrique, la normalité des données et l'homogénéité des variances ont été calculées, avec respectivement le test de Shapiro-Wilk et le test de Bartlett. Lorsque

ces deux conditions n'étaient pas remplies, des tests non-paramétriques étaient utilisés. Un test était considéré comme significatif quand la p-value était inférieure à 0.05. Lorsqu'un test a été utilisé, le nom du test, sa valeur et sa p-value sont obligatoirement notés dans le texte.

## LA VALORISATION DES DONNÉES BRUTES

Les inventaires de chacune des stations ont été saisis dans les bases de données informatiques de l'Union Régionale des CPIE des Pays de la Loire et du Conservatoire botanique national de Brest. Certaines données ont également été transmises à Claude Roux et intégrées à la réactualisation en cours du « Catalogue des Lichens et Champignons Lichénicoles de France Métropolitaine ».

## L'ESSENTIEL

50 stations ont été inventoriées sur le Pays du Bocage Vendéen au cours des 3 années du projet. Pour chaque inventaire, une note (méthode quantitative) et une lettre (méthode qualitative) ont été attribuées. Cela a permis de cartographier la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire prospecté.

Niveau d'altération de l'environnement	Pourcentage de déviation par rapport à la naturalité (valeur de 110)	Échelle	Qualité de l'air
Désert lichénique	100 %	0	Très mauvaise
Altération	75 – 99 %	1 – 28	Mauvaise
Semi-altération	50 – 75 %	28 – 55	Moyenne
Semi-naturalité	25 – 50 %	55 – 83	Bonne
Naturalité	0 – 25 %	>83	Très bonne

Tableau 3 : Echelle utilisée pour la cartographie de la diversité lichénique des stations sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen selon les recommandations de Asta & al., 2002, Loppi & al., 2002a et Loppi & al., 2002b).

## PARTIE 2 : LES RÉSULTATS DES INVENTAIRES

Les arbres majoritairement inventoriés ont été des érables (*Acer* spp.) et des tilleuls (*Tilia* spp.), essences très utilisées dans les zones urbaines. Lorsque le choix était possible, ces essences ont été privilégiées afin de limiter les biais potentiels.

Au total, 50 mailles ont pu être inventoriées, ce qui correspond à 250 arbres sur l'ensemble du Pays du Bocage Vendéen (Figure 15 et tableau 2). 75 % des communes du territoire ont ainsi été échantillonnées (48 sur 64 communes) et chaque communauté de communes a vu plus de la moitié de ses communes inventoriées.

Plus de 40 taxons ont été relevés sur le Pays du Bocage Vendéen au cours de cette étude. **Il s'agit bien des individus observés dans le cadre de l'application du protocole défini**, certaines espèces non citées étant peut être présentes en dehors de la zone suivie (sur d'autres parties des arbres, sur des arbres voisins ou même dans d'autres milieux) (Annexe 1).

### + d'infos :

Un taxon est une unité systématique permettant de classifier le monde du vivant en regroupant les organismes ayant certains critères en commun. Plusieurs niveaux de taxons existent : allant du domaine à l'espèce. Dans cette étude, les niveaux taxonomiques utilisés ont été ceux du genre et de l'espèce.

Le genre le plus représenté ici est celui des *Physcia* avec 9 espèces. En France, 18 espèces de ce genre ont été référencées en 2017 (Roux et coll., 2017) et seulement 8 étaient alors connues en Vendée. Lors de ces inventaires sur le Pays du Bocage Vendéen, l'ensemble des espèces pouvant être identifiables sur le territoire de Vendée a été rencontré et *Physcia stellaris* (L.) Nyl. a même été revu alors qu'il n'avait pas fait l'objet d'identification depuis des décennies. Ce fut d'ailleurs également le cas de *Caloplaca luteoalba* (Turner) Th. Fr.

62.5 % des taxons rencontrés lors des inventaires sont des foliacés, quand respectivement 22.5 % et 12.5 % sont des crustacés et des fruticuleux (Figure 16). *Normandina pulchella* (Borrer.) Nyl. est la seule espèce de lichen squamuleux identifiée. Ces proportions donnent ainsi 25 taxons de lichens foliacés, 10 crustacés et 5 fruticuleux. Cependant, la part des crustacés dans le nombre de taxons total est sûrement sous-estimée car la majorité des individus non-identifiés était des crustacés. Ces individus pouvaient appartenir à des espèces déjà observées ou à l'inverse à de nouvelles espèces pas encore identifiées sur le Pays du Bocage Vendéen. De temps en temps, les espèces ayant un thalle lépreux sont regroupées avec les thalles crustacés ; les lépreux étant un thalle particulier parmi les crustacés. Dans cette étude, une seule espèce à thalle lépreux a été formellement identifiée : *Lepraria incana* (L.) Ach. Celle-ci a été considérée comme une espèce de crustacé. Enfin, aucun taxon ayant un thalle gélatineux ou complexe n'a été observé.

## LES ESPÈCES CONTACTÉES

Des taxons comme *Flavoparmelia* sp. (88 %), le couple *Physcia adscendens* H. Olivier / *Physcia tenella* (Scop.) DC. (88 %), *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (92 %), *Candelaria concolor* (Dickson) B. Stein (96 %) et *Punctelia* sp. (98 %) ont pu être identifiés sur plus de 85 % des stations inventoriées. Ces trois derniers taxons se retrouvent également sur plus de 80 % des arbres échantillonnés. À l'inverse, des taxons comme *Caloplaca luteoalba* (Turner) Th. Fr., *Parmelina tilliacea* (Hoffm.) Hale, *Phlyctis agelaea* (Ach.) Flot., *Pyrenula chlorospila* Arnold ou *Usnea* sp. n'ont été présents que sur une seule station, voire sur un seul arbre pour certains.

■ Crustacé (24,4%) ■ Foliacé (61,0%) ■ Fruticuleux (12,2%) ■ Squamuleux (2,4%)

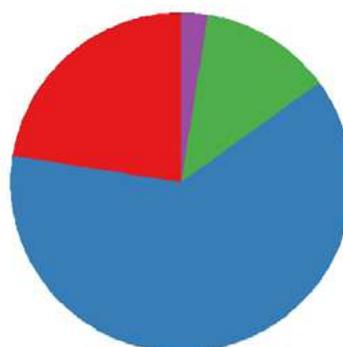


Figure 16 : Proportion de chaque type de thalle sur l'ensemble des taxons identifiés au cours de l'étude.

9 taxons sont visibles sur au moins 4 arbres sur 5 lorsque ceux-ci sont trouvés sur la station inventoriée. Ce sont par exemple ceux dont la présence sur l'étude dépasse 85 % des stations mais également *Arthonia radiata* (Pers.) Ach. ou *Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) Mayrhofer & Moberg. Enfin, sur une station, en moyenne, le nombre de taxons à thalle foliacé est à peu près deux fois supérieur aux taxons à thalle crustacé. Un seul taxon de fruticuleux est généralement identifié (Figure 17). Ceci est concordant avec la proportion plus importante de lichens foliacés dans l'ensemble des taxons identifiés sur le Pays du Bocage Vendéen.

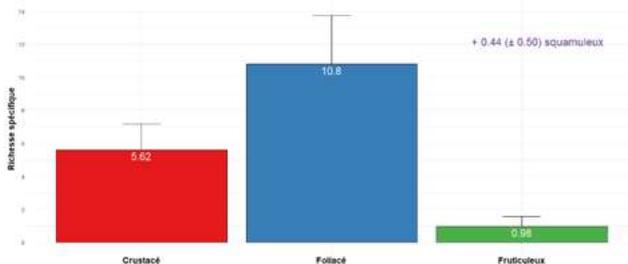


Figure 17 : Nombre moyen de taxons par station en fonction des types de thalles des lichens rencontrés.

Les 41 taxons identifiés précisément, représentent plus de 18 % des taxons pouvant être identifiés sur le territoire. En effet, 220 espèces de lichens corticoles sont classées comme présentes en Vendée (Esnault & al., 2016). Ce pourcentage est affaibli par le regroupement de certaines espèces au sein de leur genre comme *Flavoparmelia* (2 espèces), *Hypotrachyna* (2 espèces), *Lecanora*, *Parmotrema* (2 espèces) et *Punctelia* (4 espèces) par exemple. Ainsi, on peut estimer que plus d'un cinquième des espèces épiphytes de Vendée est présent sur les troncs des arbres du territoire du Pays du Bocage Vendéen.

Les différentes communautés de communes présentent à peu près le même nombre de taxons identifiés (Tableau 4). Celle du Pays de Mortagne en a le moins (37) alors que celles du Pays de Chantonnay et de Terres de Montaigu en ont le plus (45 taxons identifiés). Ces chiffres prennent en compte les individus non-identifiés jusqu'à l'espèce.

Comme dit précédemment, certains taxons peuvent regrouper plusieurs espèces, donc ces chiffres peuvent être un peu sous-estimés. La station de Saint-Hilaire-le-Vouhis dans la communauté de communes du Pays de Chantonnay est celle avec la plus grande richesse spécifique (24 taxons identifiés). La ville de Pouzauges, quant à elle, ne

possède que 9 taxons sur les arbres inventoriés, soit le plus faible nombre sur les 50 stations échantillonnées. Sur l'ensemble du Pays du Bocage Vendéen, la moyenne de taxons par station est de 18,2.

D'après les calculs de fréquence spécifique effectués (Tableau 5), les *Lecanora* sp. et les *Punctelia* sp. sont très communs (respectivement 75,7 % et 76,2 %) et près des trois quarts des taxons (71 %) se retrouvent avec une fréquence spécifique inférieure à 25 %.

22 taxons vont avoir une contribution spécifique inférieure à 1 % quand 7 taxons vont avoir une contribution spécifique supérieure à 6 %.

Par ces deux calculs, on observe que la flore lichénique qui a été rencontrée sur les arbres est composée de taxons dominants associés à des taxons très faiblement présents et donc plus rares sur le Pays du Bocage Vendéen.

## L'ESSENTIEL

Plus de 40 taxons ont pu être identifiés sur le Pays du Bocage Vendéen, soit plus de 18 % des taxons épiphytes connus en Vendée et en majorité des foliacés. Certains taxons sont très dominants. À l'inverse, une majorité des taxons échantillonnés a une fréquence spécifique inférieure à 25 %, soit moins d'une face sur chaque arbre inventorié.

Localisation	Nombre de relevés	Richesse taxonomique
Bournezeau	1	21
Chantonnay	1	15
Rochetjoux	1	20
Saint-Germain-de-Prinçay	1	21
Saint-Hilaire-le-Vouhis	1	24
Saint-Martin-des-Noyers	1	22
Sainte-Cécile	1	13
Sigournais	1	10
<b>Pays de Chantonnay</b>	<b>8</b>	<b>45</b>
Chambretaud	1	22
La Gaubretière	1	21
La Verrie	1	17
Mallièvre	1	18
Mortagne-sur-Sèvre	2	17 & 20
Saint-Aubin-des-Ormeaux	1	17
Saint-Laurent-sur-Sèvre	1	15
Tiffauges	1	14
<b>Pays de Mortagne</b>	<b>9</b>	<b>37</b>
Chavagnes-les-Redoux	1	16
La Meillaie-Tillay	1	20
Le Boupère	1	23
Montournais	1	21
Pouzauges	1	9
Saint-Mesmin	1	21
Sèvremont	2	13 & 17
<b>Pays de Pouzauges</b>	<b>8</b>	<b>41</b>
Bazoges-en-Palliers	1	20
Chavagnes-en-Palliers	1	23
Essarts-en-Bocage	1	22
La Copechagnière	1	15
La Merlatière	1	21
La Rabatelière	1	21
Saint-Fulgent	1	14
<b>Pays de Saint-Fulgent-les Essarts</b>	<b>7</b>	<b>38</b>
Beaurepaire	1	21
Les Herbiers (	1	13
Mesnard-la-Barotière	1	18
Mouchamps	1	22
Saint-Paul-en-Pareds	1	23
Vendrennes	1	15
<b>Pays des Herbiers</b>	<b>6</b>	<b>38</b>
Boufféré	1	20
La Bernardière	1	20
La Boissière-de-Montaigu	1	11
La Bruffière	1	23
Cugand	1	18
La Guyonnière	1	19
L'Herbergement	1	21
Montaigu	1	20
Montréverd	1	19
Rocheservière	1	13
Saint-Philbert-de-Bouaine	1	17
Treize-Septiers	1	16
<b>Terres de Montaigu</b>	<b>12</b>	<b>45</b>

Tableau 4 : Richesse spécifique de chaque ville inventoriée et de chaque communauté de communes.

Taxons identifiés	Fréquence spécifique	Contribution spécifique	Fréquence à l'échelle nationale	Fréquence à l'échelle régionale	Fréquence sur le Pays du Bocage Vendéen
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	21,5	2,88	Commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	0,4	0,05	Commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	0,2	0,03	Assez rare	Assez commun à commun	Très rare
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	71,6	9,59	Assez commun	Assez commun à commun	Commun
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	0,3	0,04	Commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	10,9	1,46	Assez commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	0,4	0,05	Très commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Flavoparmelia</i> sp. ( <i>F. caperata</i> (L.) Hale et <i>F. soledians</i> (Nyl.) Hale)	53,4	7,15			Commun
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	48,4	6,48	Commun	Assez commun à commun	Assez commun
<i>Hypotrachyna</i> sp. ( <i>H. revoluta</i> (Flörke) Hale et <i>H. afrorevoluta</i> (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow)	16,1	2,16			Assez rare
<i>Lecanora</i> sp.	75,7	10,14			Très commun
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	6,5	0,87	Commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup	5,3	0,71	Commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	1,2	0,16	Très commun	Assez commun à commun	Rare
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	0,8	0,11	Assez peu commun	(Présent)	Très rare
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	12	1,61	Commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	8,5	1,14	Très commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Parmelina pastilifera</i> (Harm.) Hale	1,1	0,15	Assez peu commun	(Présent)	Rare
<i>Parmelina tilliacea</i> (Hoffm.) Hale	0,1	0,01	Commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Parmotrema</i> sp. ( <i>P. perlatum</i> (Huds.) M. Choisy et <i>P. reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy)	25,7	3,44			Assez commun
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	34,6	4,63	Très commun	Assez commun à commun	Assez commun
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	0,3	0,04	Assez commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	8,8	1,18	Commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	65,7	8,80	Très commun / Assez commun	Assez commun à commun / Assez commun à commun	Commun
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	1,3	0,17	Commun	Assez commun à commun	Rare

Taxons identifiés	Fréquence spécifique	Contribution spécifique	Fréquence à l'échelle nationale	Fréquence à l'échelle régionale	Fréquence sur le Pays du Bocage Vendéen
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	0,4	0,05	Assez commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	31,4	4,21	Assez peu commun	Assez commun à commun	Assez commun
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	4,2	0,56	Commun	Assez commun à commun	Rare
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	0,3	0,04	Commun	(Présent)	Très rare
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	1,9	0,25	Peu commun	(Présent)	Rare
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	32,2	4,31	Assez rare	(Présent)	Assez commun
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	3,2	0,43	Très commun	(Présent)	Rare
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	16,2	2,17	Commun	Assez commun à commun	Assez rare
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	1,8	0,24	Commun	Assez commun à commun	Rare
<i>Punctelia</i> sp. ( <i>P. borrieri</i> (Sm.) Krog, <i>P. subrudecta</i> (Nyl.) Krog, <i>P. jeckeri</i> (Roum.) Kalb et <i>P. reddenda</i> (Stirton) Krog)	76,2	10,21			Très commun
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	0,8	0,11	Assez commun	(Présent)	Très rare
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	31,7	4,25	Commun	Assez commun à commun	Assez commun
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	1,2	0,16	Assez peu commun	(Présent)	Rare
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	0,6	0,08	Assez commun	Assez commun à commun	Très rare
<i>Usnea</i> sp.	0,1	0,01			Très rare
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	73,6	9,86	Très commun	(Présent)	Commun

Tableau 5 : Fréquence et contribution spécifique de chaque taxon identifié sur le Pays du Bocage Vendéen.

Pour rappel, la fréquence spécifique a été calculée en comptant le nombre de faces sur lesquelles a été identifié le taxon, divisé par 1 000 (nombre total de faces échantillonnées), et multiplié par 100. Cette fréquence nous a permis de classer les taxons selon 6 groupes :

- de 0 % à 1 % : très rares ;
- de 1 % à 5 % : rares ;
- de 5 % à 25 % : assez rares ;
- de 25 % à 50 % : assez communs ;
- de 50 % à 75 % : communs ;
- et de 75 % à 100 % : très communs.

La fréquence au niveau national est tirée de l'ouvrage de Claude Roux qui classe les taxons en 10 niveaux : extrêmement rares, très rares, rares, assez rares, assez peu rares, peu rares, peu communs, assez peu communs, assez communs, communs et très communs (Roux et coll., 2017). La fréquence au niveau régionale est quant à elle, celle utilisée par la base de données Colibry. On retrouve 3 classes de fréquence : Assez commun à commun ; Assez rare à rare ; Très rare à extrêmement rare. Enfin, la contribution spécifique a été calculée en divisant la fréquence spécifique par le total de toutes les fréquences spécifiques de tous les taxons, multiplié par 100. Cette dernière représente la part du taxon dans la flore lichénique des arbres inventoriés du Pays du Bocage Vendéen.

$$\text{Fréquence spécifique} = (\text{Nombre de faces où le taxon est présent} / \text{Nombre de faces total}) \times 100$$

$$\text{Fréquence spécifique totale} = \sum \text{fréquences spécifiques} = 746,6$$

$$\text{Contribution spécifique} = (\text{Fréquence spécifique du taxon} / 746,6) \times 100$$

# MONOGRAPHIES -

Retrouvez à partir de la page 40 toutes les monographies des lichens identifiés sur le territoire (Tableau 6) sous la forme ci-dessous

Photographie de l'espèce avec son nom latin, sa famille, son type de thalle et son statut de conservation en France. Ce dernier est tiré du Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine de Claude Roux et coll. (2017), basé sur les catégories établies par l'International Union for Conservation of Nature (IUCN).

LC : Préoccupation mineure  
NT : Quasi-menacé

Description de l'espèce, sa morphologie, son habitat, sa répartition en France, etc. C'est une synthèse de la bibliographie suivante : Dobson (2005), Roux et coll. (2017), Tiévant (2001) et site de l'Association Française de Lichénologie (AFL).

Anecdote ou détail concernant l'espèce présentée

Description des résultats obtenus durant le projet pour chaque espèce. Pour la fréquence spécifique et la contribution spécifique, les détails sont dans le tableau 5 (pages 18-19).

*Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr.



***Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr.**

**Famille :**  
Teloschistaceae

**Type de thalle :**  
Crustacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

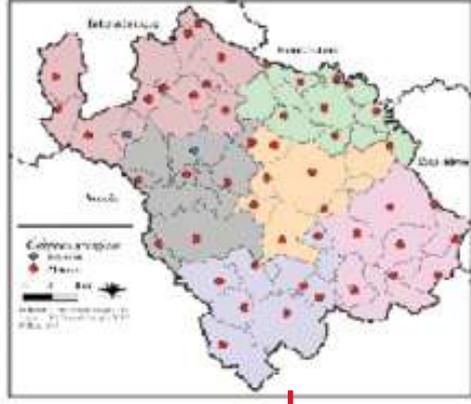
Espèce de lichen crustacé commune en France, elle est cependant moins présente sur certaines parties de la région méditerranéenne. Son thalle est de couleur grise, et finement craquelé. Comme pour *Arthonia radiata*, on peut souvent observer une ligne hypothalline noire sur le pourtour du lichen. *Caloplaca ferruginea* est un lichen nitrophobe majoritairement corticole, dans des forêts claires ou sur des arbres isolés, mais très rarement sur du bois. Comme chez une grande majorité des espèces du genre *Caloplaca*, les apothécies sont d'une couleur brune à rouge-orange vif. Elles sont plates, légèrement convexes et leur rebord peut être plus clair que le centre. Enfin, elles sont d'un diamètre entre 0,5 et 2 millimètres, et deviennent pourprées avec de la potasse (K+) alors que son thalle ne réagit pas.

**LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 0,4 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,05 %

Espèce très rare sur le Pays du Bocage Vendéen, *Caloplaca ferruginea* n'a été rencontrée que sur 4 faces sur les 1 000 qui ont été inventariées durant le projet. Les deux arbres colonisés par cette espèce étaient un tilleul sur la commune de Chavagnes-en-Pailliers et un érable sur la station de L'Herbergement. Parmi les 41 taxons répertoriés dans cet atlas, *Caloplaca ferruginea* fait partie des 10 espèces avec une fréquence spécifique très rare sur le Pays du Bocage Vendéen.

**L'INFO EN +**  
Espèce très semblable à *Caloplaca ferruginea*, *Caloplaca crenulata* (Wulfen) Laundon est un lichen saxicole, c'est-à-dire qu'il se développe sur des roches, notamment siliceuses.



Valeurs de la fréquence spécifique et de la contribution spécifique ainsi que le statut de rareté déduit dans le cadre de l'étude

Carte de distribution de chaque espèce sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen. Chaque station est représentée par un point de couleur.

Taxons de lichens	Type de thalle	Page
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	Crustacé	41
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	Crustacé	42
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	Crustacé	43
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	Foliacé	44
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	Crustacé	45
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	Crustacé	46
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	Fruticuleux	47
<i>Flavoparmelia</i> sp. ( <i>F. caperata</i> (L.) Hale et <i>F. soledians</i> (Nyl.) Hale)	Foliacé	48
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	Foliacé	49
<i>Hypotrachyna</i> sp. ( <i>H. revoluta</i> (Flörke) Hale et <i>H. afrorevoluta</i> (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow)	Foliacé	50
<i>Lecanora</i> sp.	Crustacé	51
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	Crustacé	52
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	Foliacé	53
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	Foliacé	54
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	Foliacé	55
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	Squamuleux	56
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	Foliacé	57
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	Foliacé	58
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	Foliacé	59
<i>Parmotrema</i> sp. ( <i>P. perlatum</i> (Huds.) M. Choisy et <i>P. reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy)	Foliacé	60
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	Foliacé	61
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	Crustacé	62
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	Crustacé	63
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	Foliacé	64
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	Foliacé	65
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	Foliacé	66
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	Foliacé	67
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	Foliacé	68
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	Foliacé	69
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	Foliacé	70
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	Foliacé	71
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	Foliacé	72
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	Foliacé	73
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	Foliacé	74
<i>Punctelia</i> sp. ( <i>P. borneri</i> (Sm.) Krog, <i>P. subrudecta</i> (Nyl.) Krog, <i>P. jeckeri</i> (Roum.) Kalb et <i>P. reddenda</i> (Stirton) Krog)	Foliacé	75
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	Crustacé	76
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	Fruticuleux	77
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	Fruticuleux	78
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	Fruticuleux	79
<i>Usnea</i> sp.	Fruticuleux	80
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	Foliacé	81

Tableau 6 : Liste des taxons identifiés sur le Pays du Bocage Vendéen.

# PARTIE 3 : ESTIMATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

## LA QUALITÉ DE L'AIR GLOBALE

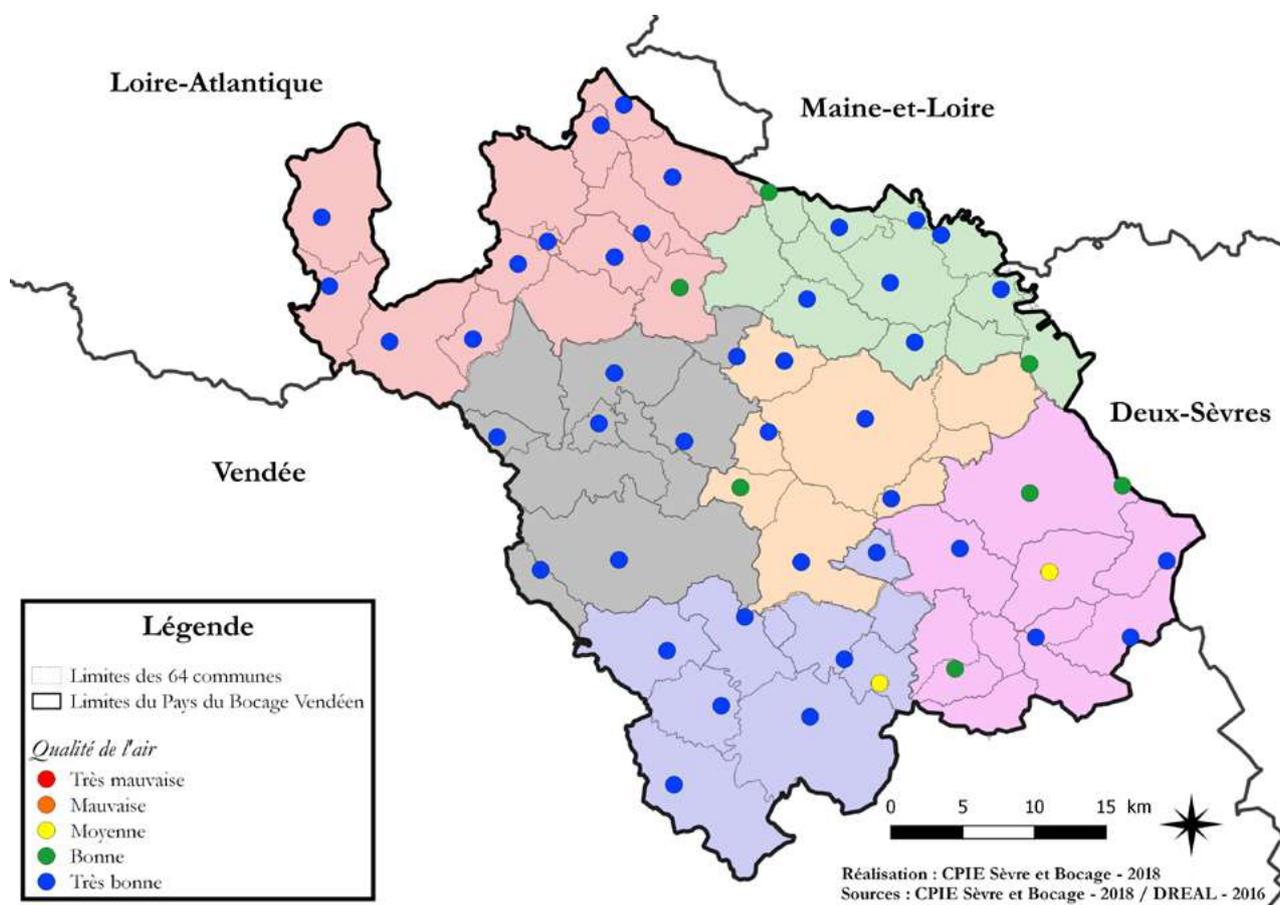


Figure 18 : Estimation de la qualité de l'air sur le Pays du Bocage Vendéen.

Un des objectifs du projet étant de définir la qualité de l'air sur le Pays du Bocage Vendéen à partir du caractère bio-indicateur des lichens, un indice de diversité lichénique a été calculé sur 50 stations du territoire.

Tout d'abord, cet indice est corrélé positivement avec la richesse spécifique (coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 7153,4$  ;  $r = 0,66$  ;  $p\text{-value} < 0,001$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Ainsi, l'indice de diversité lichénique représente bien la flore lichénique des arbres, de la station et donc aussi de la qualité de l'air qui règne autour de la station.

Ces 50 points ont permis d'avoir une estimation de la qualité de l'air globale sur tout le territoire du Pays du Bocage Vendéen (Tableau 7 et Figure 18. Pour les figures 18a à 18f, la légende est la même que celle de la figure 18. Chaque note représente la

diversité lichénique obtenue pour la station en question).

La station avec la plus haute diversité lichénique se situe sur la commune de Chavagnes-en-Palliers (note de 173). A l'inverse, la commune de Sigournais possède la plus faible diversité en lichens épiphytes (note de 36). La moyenne de la diversité lichénique sur tout le territoire est de 113 avec un écart-type de 32. Sur les 50 stations, 2 communes seulement possèdent une qualité de l'air « moyenne » alors que 7 communes ont une qualité de l'air « bonne ». 82 % des stations, soit 41 communes ont une qualité de l'air « très bonne ». Ces dernières stations vont avoir une flore lichénique proche du maximum qu'elles peuvent atteindre, en termes de recouvrement de l'écorce et en nombre d'espèces.

	Nombre de stations	Diversité lichénique moyenne	Diversité lichénique la plus haute	Diversité lichénique la plus basse	Richesse taxonomique moyenne	Richesse taxonomique la plus haute	Richesse taxonomique la plus basse
Pays de Chantonnay	8	103	146 Rochetrejoux	36 Sigournais	18.3	24 Saint-Hilaire-le-Vouhis	10 Sigournais
Pays de Mortagne	9	113	145 Saint-Laurent-sur-Sèvre	65 Tiffauges	17.9	22 Chambretau	14 Tiffauges
Pays de Pouzauges	8	100	163 Le Boupère	37 Pouzauges	17.5	23 Le Boupère	9 Pouzauges
Pays de Saint Fulgent les Essarts	7	133	173 Chavagnes-en-Paillers	107 Saint-Fulgent	19.4	23 Chavagnes-en-Paillers	14 Saint-Fulgent
Pays des Herbiers	6	108	143 Saint-Paul-en-Pareds	57 Vendrennes	18.6	23 Saint-Paul-en-Pareds	13 Les Herbiers
Terres de Montaigu	12	118	159 L'Herbergement	81 La Boissière-de-Montaigu	18.1	23 La Bruffière	11 La Boissière-de-Montaigu
Pays du Bocage Vendéen	50	113	173 Chavagnes-en-Paillers	36 Sigournais	18.2	24 Saint-Hilaire-le-Vouhis	9 Pouzauges

Tableau 7 : Tableau synthétique par territoire.

En ce qui concerne les 250 arbres inventoriés, celui avec la plus haute note est également à Chavagnes-en-Paillers (note de 206). Cet arbre possède la diversité lichénique la plus importante de tout le Pays du Bocage Vendéen étudié. Ainsi, pour que cette flore lichénique s'installe et perdure dans le temps, une bonne, voire très bonne qualité de l'air est nécessaire. A l'inverse, la commune de Pouzauges présente l'arbre avec le moins de richesse lichénique. Pouzauges qui, avec Sigournais, sont les deux villes avec une qualité d'air moyenne. Aucune station ne présente une qualité d'air « mauvaise » ou « très mauvaise ». Si cela avait été le cas, les arbres inventoriés n'auraient présenté aucune espèce de lichens sur leur écorce (désert lichénique) ou juste quelques individus de quelques espèces très poléotolérantes dispersées sur l'ensemble du tronc.

## Le Pays de Chantonnay

Sur les 8 sites inventoriés, 7 possèdent une « très bonne » qualité de l'air alors que la station de Sigournais présente une qualité de l'air « moyenne ». La note la plus faible de cette communauté de communes est aussi celle du Pays du Bocage Vendéen (note de 36 pour Sigournais). A l'inverse, la note la plus élevée est située dans la commune de

Rochetrejoux (note de 146). La diversité lichénique des stations de cette communauté de communes est en moyenne de 103, ce qui est inférieur à la moyenne du Pays du Bocage Vendéen. Si on écarte Sigournais du calcul, alors la moyenne est de 113 comme celle du territoire entier inventorié. Sigournais est donc paradoxal car cette commune de moins de 1 000 habitants possède une plus mauvaise qualité de l'air que la ville voisine de Chantonnay qui contient environ 7 500 résidents.

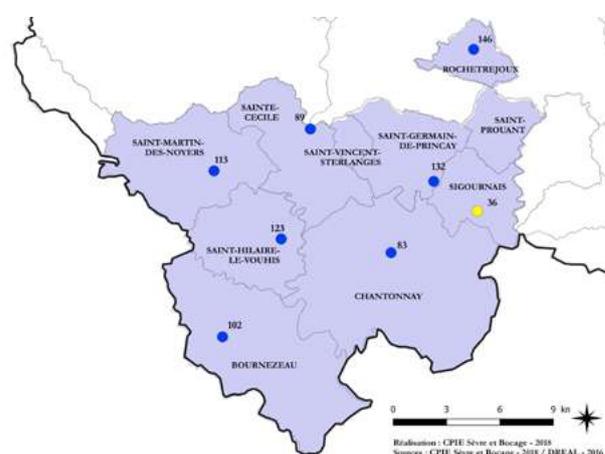


Figure 18a : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Chantonnay.

Des inventaires supplémentaires pourraient être réalisés à Sigournais pour savoir si la mauvaise note obtenue concerne la station ou la commune dans sa globalité. Une pollution très locale aurait pu faire diminuer la diversité lichénique de la station inventoriée. Enfin, le Pays de Chantonay présente une richesse spécifique moyenne par station de 18, semblable à celle obtenue sur le Pays du Bocage Vendéen. La station avec la richesse spécifique la plus élevée (24 espèces) se situe dans cette communauté de communes, à Saint-Hilaire-le-Vouhis.

## Le Pays de Mortagne

Sur les 9 stations visitées, toutes possèdent au moins une « bonne » qualité de l'air. Les communes de Tiffauges (note de 65) et de Mallièvre (note de 66) vont présenter une « bonne » qualité de l'air quand toutes les autres vont avoir une « très bonne » qualité. La meilleure note se trouve à Saint-Laurent-sur-Sèvre (note de 145) avec seulement 15 espèces, alors que la moyenne de la richesse spécifique sur cette communauté de communes est de 113 sur ces 8 communes inventoriées.

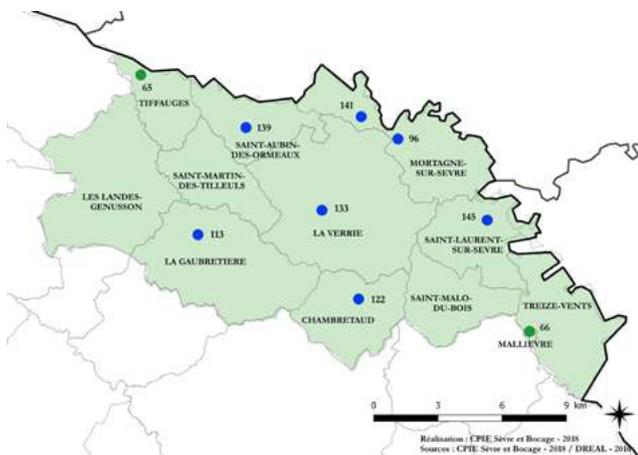


Figure 18b : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Mortagne.

## Le Pays de Pouzauges

Cette communauté de communes présente la moyenne de diversité lichénique la plus faible (note de 100). Cependant, celle-ci est très affaiblie par la station de Pouzauges avec une qualité de l'air « moyenne » et une note de 37. Les deux stations de la commune de Sèvremont et celle de Chavagnes-les-Redoux ont une « bonne » qualité de l'air et les quatre dernières

stations ont une « très bonne » qualité de l'air. La richesse spécifique moyenne de cette communauté de communes est la même que celle sur l'ensemble du Pays du Bocage Vendéen (18). On retrouve néanmoins des extrêmes entre 23 espèces dans la commune du Boupère et seulement 9 à Pouzauges. Comme pour Sigournais, cette dernière commune mériterait des inventaires supplémentaires afin d'affiner l'estimation de la qualité de l'air et de repérer les raisons d'un tel résultat.

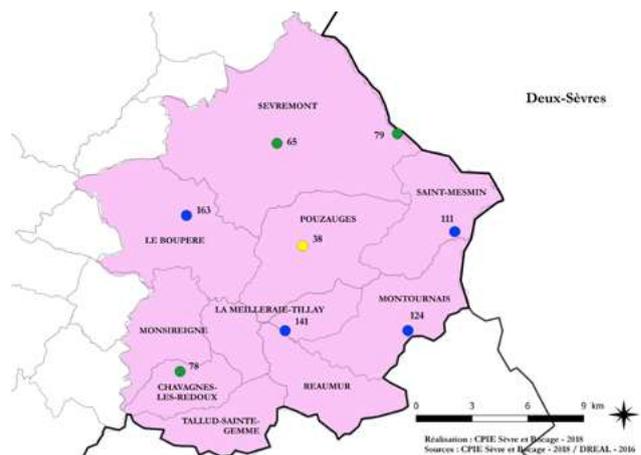


Figure 18c : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Pouzauges.

## Le Pays de Saint-Fulgent-les Essarts

Les 7 inventaires réalisés sur cette communauté de communes ont révélé des notes assez élevées. La note la plus faible est de 107 à Saint-Fulgent, et la plus haute, qui est celle aussi du Pays du Bocage Vendéen, est à Chavagnes-en-Palliers (note de 173). La diversité lichénique est en moyenne de 133 sur cette partie du territoire, soit 20 points au-dessus de la moyenne du Pays du Bocage Vendéen.

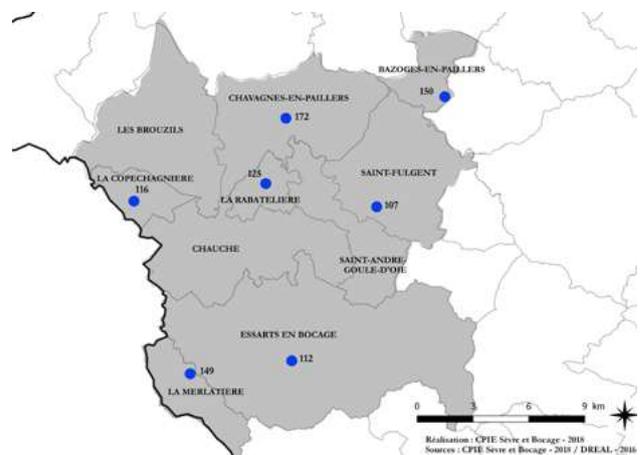


Figure 18d : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Saint-Fulgent-les Essarts.

La richesse spécifique moyenne est de 19 (une espèce en plus par rapport à tout le territoire inventorié). Cette communauté de communes est la seule du Pays du Bocage Vendéen à avoir toutes ses stations avec une « très bonne » qualité de l'air.

## Le Pays des Herbiers

Le Pays des Herbiers a une diversité lichénique moyenne par station de 108, inférieure donc à la moyenne du Pays du Bocage Vendéen. Vendrennes est la commune avec la plus faible note (note de 57) alors que les Herbiers, ville avec plus d'habitants, a une note plus élevée. A l'inverse, la richesse spécifique est plus importante à Vendrennes qu'aux Herbiers. Saint-Paul-en-Pareds présente la meilleure diversité lichénique (note de 143).

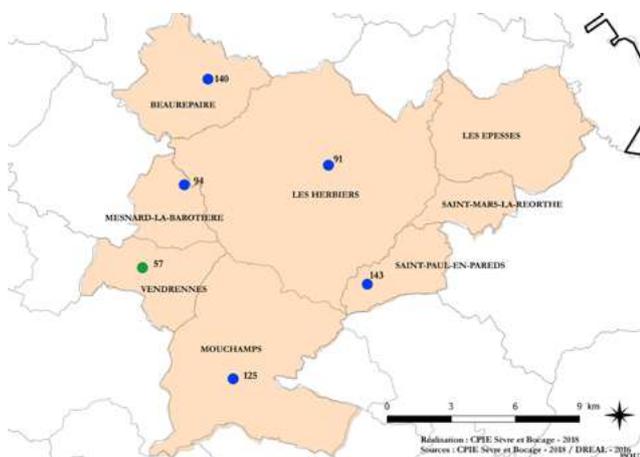


Figure 18e: Estimation de la qualité de l'air dans le Pays des Herbiers.

## Les Terres de Montaigu

Cette communauté de communes présente le plus de communes inventoriées, en raison notamment de sa grande superficie.

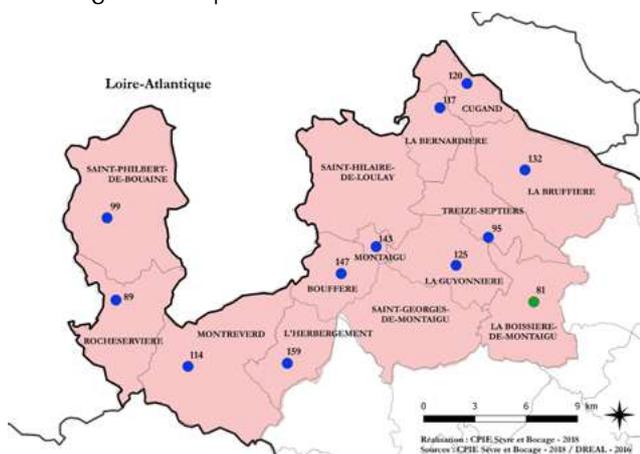


Figure 18f : Estimation de la qualité de l'air des Terres de Montaigu.

Les 12 stations possèdent toutes une « bonne » qualité de l'air, sauf celle de La Boissière-de-Montaigu. La moyenne de diversité lichénique est supérieure à celle du Pays du Bocage Vendéen (moyenne de 118). La richesse spécifique est quant à elle semblable à celle du territoire inventorié. Enfin, la meilleure note a été obtenue à L'Herbergement (note de 159).

# L'ESSENTIEL

Sur l'ensemble du territoire du Pays du Bocage Vendéen, la qualité de l'air semble être globalement bonne, voire très bonne. Le niveau de qualité de l'air est probablement lié à l'absence de forte source de pollution industrielle, de grandes zones urbaines ou de gros réseaux routiers. Quelques petites disparités sont présentes. Des inventaires complémentaires pourront être réalisés sur ces zones afin de déterminer la cause de cette faible diversité lichénique.

## ENTRE VILLE ET BOCAGE

Avec l'idée de comparer la qualité de l'air du Bocage Vendéen avec celle des grandes villes aux alentours de ce territoire, trois inventaires supplémentaires ont été effectués à Cholet (49), Nantes (44) et La Roche-sur-Yon (85) (Tableau 8).

Ces trois zones urbaines sont densément peuplées avec un réseau routier conséquent. L'hypothèse de départ a été que l'air du Pays du Bocage Vendéen pourrait être de meilleure qualité que celui qui pouvait régner au sein de ces villes. Les inventaires ont donné les notes de diversité lichénique suivantes : 40 pour Cholet, 43 pour Nantes et 141 pour La Roche-sur-Yon. La station vendéenne de ce trio a obtenu une très bonne note (au-dessus de la moyenne du Pays du Bocage Vendéen). A l'inverse, les deux autres stations ont une diversité lichénique assez, voire très faible. La moyenne de ces trois notes nous donne une valeur de 75 avec un écart-type de 57, ce résultat est inférieur à la note de 113 du Pays du Bocage Vendéen (Figure 19).

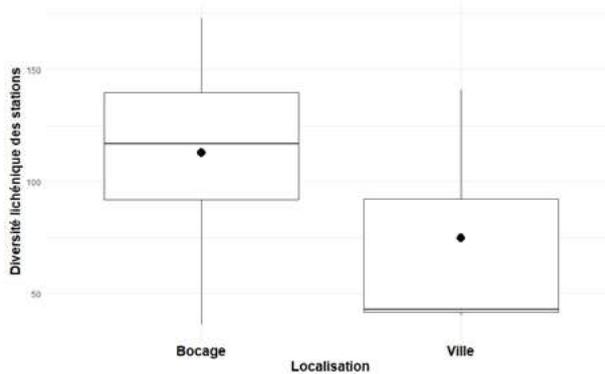


Figure 19 : Diversité lichénique des stations du Pays du Bocage Vendéen et des trois villes (le point noir représente la moyenne des valeurs).

De plus, la richesse spécifique moyenne des trois stations n'est que de 11. La Roche-sur-Yon ne possède que 16 taxons différents alors que la moyenne du Pays du Bocage Vendéen est d'environ 18.

Les trois valeurs de diversité lichénique des villes ont été comparées aux cinquante notes du Pays du Bocage Vendéen. Le résultat nous indique qu'il n'existe pas de différence statistique entre la diversité lichénique des stations du Pays du Bocage Vendéen et celles des grandes agglomérations (t de Student :  $t = -1,1425$ ,  $df = 51$ ,  $p\text{-value} = 0,368$ ). Néanmoins, la faible taille de l'échantillon en ville nous impose d'appréhender ce résultat avec précaution. Paradoxalement, à l'inverse des stations, les 250 arbres du Pays du Bocage Vendéen présentent une différence au niveau de leur diversité lichénique avec celle des 15 arbres échantillonnés en ville (Wilcoxon test :  $W = 2706,5$ ,  $p\text{-value} < 0,004$ ). La diversité lichénique est plus importante sur les arbres du Bocage Vendéen que sur ceux des villes (Figure 20).

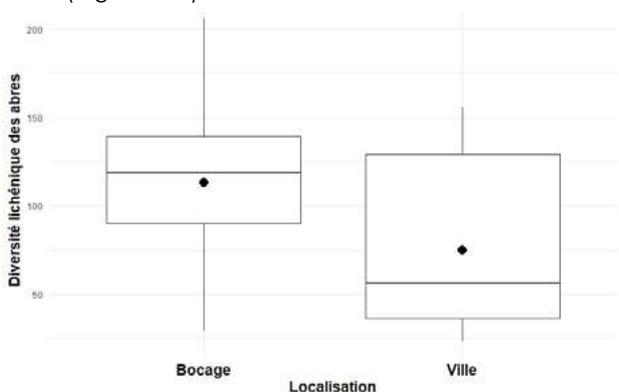


Figure 20 : Diversité lichénique des arbres entre le Pays du Bocage Vendéen et la ville (le point noir représente la moyenne des valeurs).

Malgré quelques différences, ces trois villes ont eu, en proportion, le même nombre de jours dans l'année avec une qualité de l'air de « moyenne » à

« médiocre », et de « mauvaise » à « très mauvaise » (AirPaysdeLaLoire, 2016). Les trois stations auraient dû avoir une diversité lichénique équivalente. Dans les zones très urbanisées, l'occupation du sol de la station inventoriée a son importance. Les zones résidentielles ou les parcs vont avoir une diversité lichénique plus importante que celle des espaces proches de trafic routier ou d'industries (Llop et al., 2017, Loppi et al., 2002c & McCarthy et al., 2009). A l'inverse des stations de Cholet et de Nantes où la station était située en bord de route, la station de la préfecture vendéenne était située dans un parc du centre ville. Cette situation différente a pu avoir une influence sur la diversité lichénique obtenue, le parc jouant un rôle de « zones vertes » dans cette agglomération.

Ainsi, en s'appuyant sur d'autres résultats (Opdyke et al., 2011) et sur les résultats de la comparaison de la diversité lichénique des arbres, il semblerait que la zone rurale (Pays du Bocage Vendéen) possède une qualité de l'air meilleure avec une diversité lichénique plus importante que la zone urbaine (les trois villes inventoriées). Enfin, à Cholet, sur certaines faces des arbres prospectés, seulement quelques petits individus de lichens à thalle lépreux ont été retrouvés, ces arbres étaient proches du désert lichénique.

	Diversité lichénique	Diversité lichénique moyenne	Richesse spécifique	Richesse spécifique moyenne
Cholet	40	75	9	11.0
Nantes	43		8	
La Roche-sur-Yon	141		16	
Pays du Bocage Vendéen		113		18.2

Tableau 8 : Tableau synthétique.

## L'ESSENTIEL

Malgré des résultats inattendus, la diversité lichénique semblerait plus importante sur le Pays du Bocage Vendéen par rapport à celle des villes. Cette différence peut donc être extrapolée à la qualité de l'air. Cependant, le choix de la station dans les agglomérations impacte la note obtenue.

# LES ÉVENTUELLES POLLUTIONS

## Le dioxyde de soufre

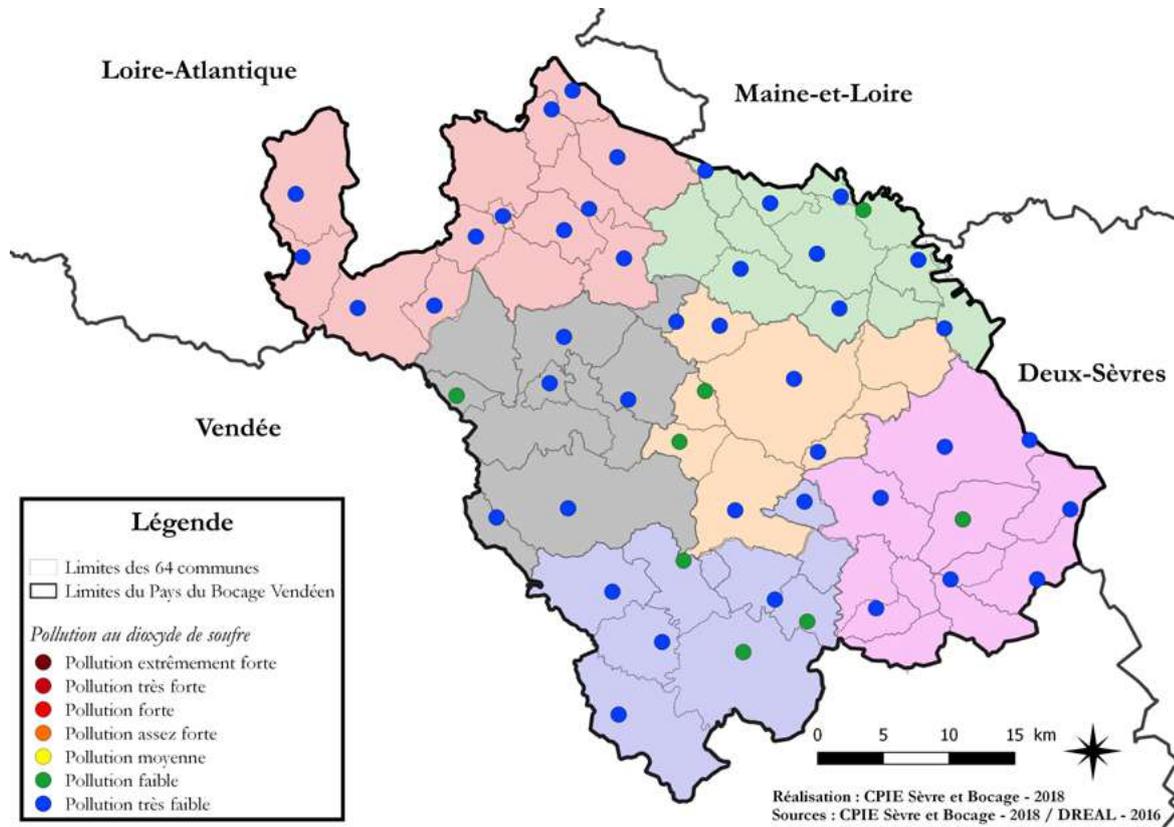


Figure 21 : Estimation de la pollution au dioxyde de soufre sur le Pays du Bocage Vendéen.

Pour évaluer une éventuelle pollution au dioxyde de soufre, l'échelle de Van Haluwyn et Lerond a été utilisée. À l'inverse du calcul de la diversité lichénique qui prenait en compte l'ensemble de la flore lichénique, cette méthode se concentre sur les espèces poléosensibles et poléotolérantes au dioxyde de soufre. Ainsi, sur les 50 stations du Pays du Bocage Vendéen, 42 stations présentent un niveau « très faible » de pollution et 8 stations, un niveau « faible » (Figure 21). Ces résultats sont très positifs. Avec la baisse depuis les années 1980 de ce polluant dans l'air en France, et en l'absence de grandes industries sur le Pays du Bocage Vendéen, il aurait été étonnant de voir des stations avec un niveau de pollution très élevé. Cependant, tous les arbres n'ont pas eu, comme les stations, des niveaux de pollution « faible » ou « très faible ». Sigournais et Pouzauges ont eu toutes les deux un arbre traduisant une pollution « forte » au dioxyde de soufre. Leur très faible note, par rapport au reste des autres stations du Pays du Bocage Vendéen,

pourrait s'expliquer par une ancienne pollution au dioxyde de soufre, ou à l'inverse l'arrivée d'une telle pollution.

### + d'infos

Le dioxyde de soufre ou  $SO_2$  est un polluant en constante diminution depuis des années (Commissariat général au développement durable, 2015). La limitation des teneurs en soufre dans les combustibles et les carburants est une des raisons récentes de cette baisse. Cependant, les émissions sont principalement réalisées par l'industrie (85 %) et ce polluant peut impacter notamment les fonctions métaboliques du lichen (photosynthèse ou respiration par exemple) (Richardson, 1992).

63 % des arbres traduisent un niveau de pollution « très faible » attribué grâce à la reconnaissance d'une ou plusieurs espèces très poléosensibles sur leur tronc. Enfin, il est à noter que la diversité lichénique des stations est corrélée avec cette échelle de poléosensibilité au dioxyde de soufre (Coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 11296$ ,  $r = 0,46$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Ce résultat avait déjà été trouvé dans une autre étude (Svoboda, 2007). Svoboda avait utilisé l'échelle de Hawksworth & Rose, dont est inspirée celle de Van Haluwyn et Lerond. Cette corrélation est logique car la présence d'espèces poléosensibles au dioxyde de soufre sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen indique une bonne qualité de l'air et donc favorise le développement d'une diversité lichénique importante et poléosensible. Avant que des espèces très sensibles au dioxyde de soufre ne s'installent sur l'écorce d'un arbre, toutes les espèces des cortèges plus poléotolérants vont pouvoir s'installer.

## L'ESSENTIEL

L'utilisation de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond a permis de noter que la pollution au dioxyde de soufre sur le Pays du Bocage Vendéen est « faible » voire même « très faible ». Les deux méthodes utilisées afin d'estimer la qualité de l'air sur cette étude sont corrélées ; elles apportent toutes les deux, à quelques différences minimales, les mêmes informations concernant le niveau de pollution de l'air. Le calcul de l'indice de diversité lichénique permet d'avoir une représentation assez globale des lichens épiphytes alors que l'échelle de Van Haluwyn et Lerond ne se focalise que sur une quarantaine d'espèces. Cependant, la première méthode est beaucoup plus chronophage dans son application alors que l'utilisation de l'échelle de poléosensibilité au dioxyde de soufre ne prend que peu de temps sur le terrain. A l'avenir, ces méthodes pourront être réutilisées toutes les deux, car l'indice permettra d'avoir une vision globale quand l'échelle s'attardera sur le dioxyde de soufre.

## L'azote

Pour essayer d'évaluer une éventuelle pollution azotée, aucune méthodologie de terrain particulière n'a été utilisée. Une adaptation des données déjà récoltées a été effectuée. La diversité lichénique de chaque station a été recalculée en ne prenant en compte cette fois-ci que les espèces dites nitrophiles, c'est-à-dire qui vont se développer dans des milieux enrichis en azote.

### + d'infos

La Vendée est un département très rural, puisque 70 % de sa superficie est utilisée par l'agriculture (Conseil départemental 85, 2016). La polyculture-élevage notamment bovine est dominante sur le Pays du Bocage Vendéen (Agreste, 2017). L'impact de l'activité agricole est important sur la qualité de l'air des zones rurales, par l'émission dans l'atmosphère de particules fines, de composés organiques volatiles mais aussi principalement de composés azotés (PRIMEQUAL, 2014). En France, 10 % des émissions d'oxydes d'azotes et 97 % de celles d'ammoniac sont dues à l'exploitation agricole des terres par les différents épandages, la fertilisation ou la préparation du sol (PRIMEQUAL, 2014).

Pour distinguer les espèces nitrophiles, l'interface de Nimis & Martellos (2017) a été utilisée dans laquelle une note d'eutrophisation, allant de 1 à 5, est donnée pour chaque espèce. Une note de 1 indique que le lichen se développe dans des conditions où il n'y a aucune eutrophisation et à l'inverse, une note de 5 renseigne sur une espèce qui se développe dans un milieu très fortement eutrophisé (Figures 22a et 22b). Comme dans l'étude de Ruisi et al., (2005), les espèces nitrophiles sont déterminées comme les espèces avec une note d'eutrophisation de 4 et/ou 5 mais pouvant éventuellement avoir aussi une note inférieure à 4. La liste des taxons et leurs notes d'eutrophisation sont présentées en annexe 2. Les taxons identifiés comme non-nitrophiles n'ont pas été pris en compte. Une échelle d'altération de l'environnement a de nouveau été créée pour la pollution azotée, en la découpant en 5 classes suivant l'écart-type des valeurs trouvées (21) (Ruisi et al., 2005, Loppi & Frati, 2006) (Tableau 9).

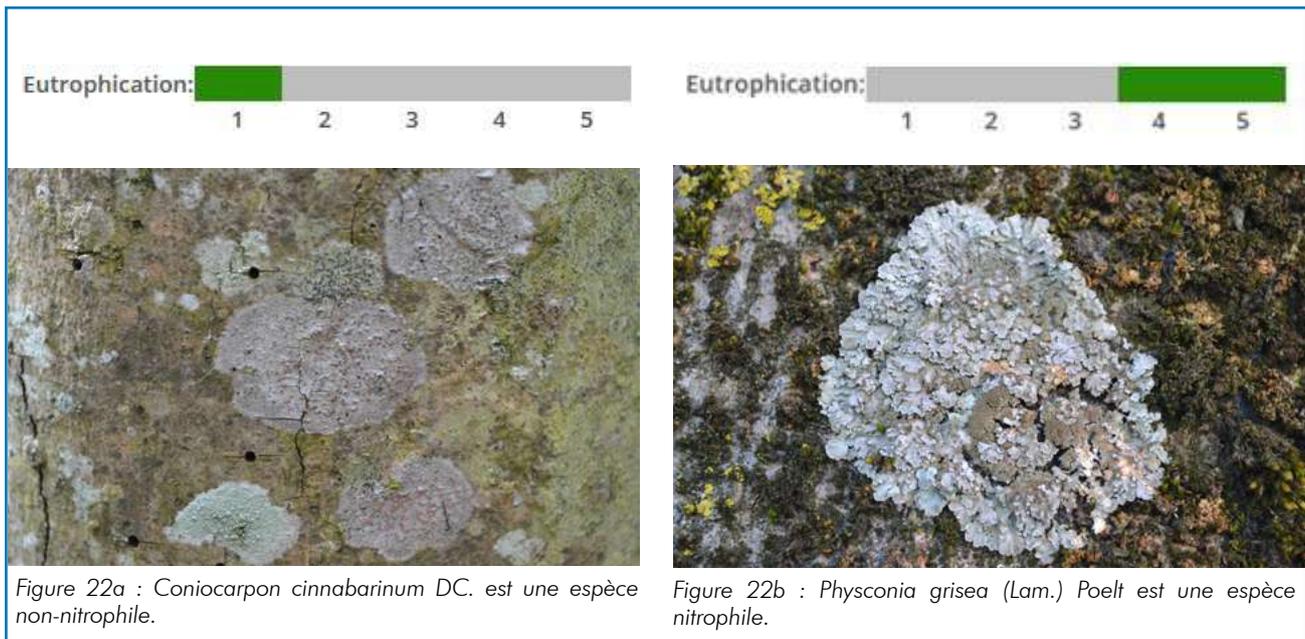


Figure 22a : *Coniocarpon cinnabarinum* DC. est une espèce non-nitrophile.

Figure 22b : *Physconia grisea* (Lam.) Poelt est une espèce nitrophile.

Figure 22 : Différence entre une espèce nitrophile et non-nitrophile selon l'échelle d'eutrophisation de Nimis & Martellos (2017).

Niveau de pollution	Échelle
Très fort	> 63
Fort	43 – 63
Modéré	22 – 42
Faible	1 – 21
Négligeable	0

Tableau 9 : Echelle utilisée pour la cartographie de la pollution azotée sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen (selon les recommandations de Ruisi et al., 2005, Loppi & Frati, 2006).

De plus, 4 taxons nitrophiles se sont retrouvés très fréquemment dans les inventaires et avec une fréquence importante sur les troncs (*Candelaria concolor* (Dickson) B. Stein, *Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) Mayrofer & Moberg, *Physcia adscendens* H. Olivier/*Physcia tenella* (Scop.) DC. et *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.).

Les valeurs de diversité lichénique pour les espèces nitrophiles varient entre une note de 2 pour la station de Pouzauges et une note de 86 pour Saint-Laurent-sur-Sèvre. La première a donc peu d'espèces nitrophiles sur ses arbres avec des fréquences faibles sur les troncs pour les espèces présentes. A l'inverse, la seconde station a une présence importante en termes d'abondance et de nombre, d'espèces nitrophiles. En moyenne, les 50 stations du Pays du Bocage Vendéen ont une note de diversité lichénique pour les espèces

nitrophiles de 50 avec un écart-type de 21. En proportion, la part des espèces nitrophiles dans le calcul initial de la diversité lichénique des stations est en moyenne de 43 %. En suivant l'échelle d'altération de l'environnement spécifique à la diversité lichénique des espèces nitrophiles, 5 stations se retrouvent avec une pollution « faible », 14 stations, une pollution « modérée », 15 avec une pollution « forte » et enfin 16 dans le niveau le plus haut de l'échelle (Figure 23). Enfin, la note de diversité lichénique des arbres pour les espèces nitrophiles est en moyenne de 50 également mais avec un écart-type de 24. Certains arbres ne vont posséder aucune espèce nitrophile sur leur tronc ; c'est le cas pour 7 arbres dont 3 sur la station de Pouzauges. Inversement, l'arbre inventorié avec le plus fort indice se trouve sur la commune d'Essarts-en-Bocage.

Le type de couverture du sol (zone artificialisée, culture, sol dénudé, ...) a un impact direct sur les lichens (Pinho et al., 2008a). Ainsi, quelle que soit l'activité sur un territoire, celle-ci se fera ressentir sur le développement des lichens des arbres. Les rejets industriels vont avoir tendance à impacter négativement les lichens alors que les zones forestières vont favoriser leur développement. Il est donc compréhensible que l'agriculture ait une influence sur les communautés lichéniques des arbres.

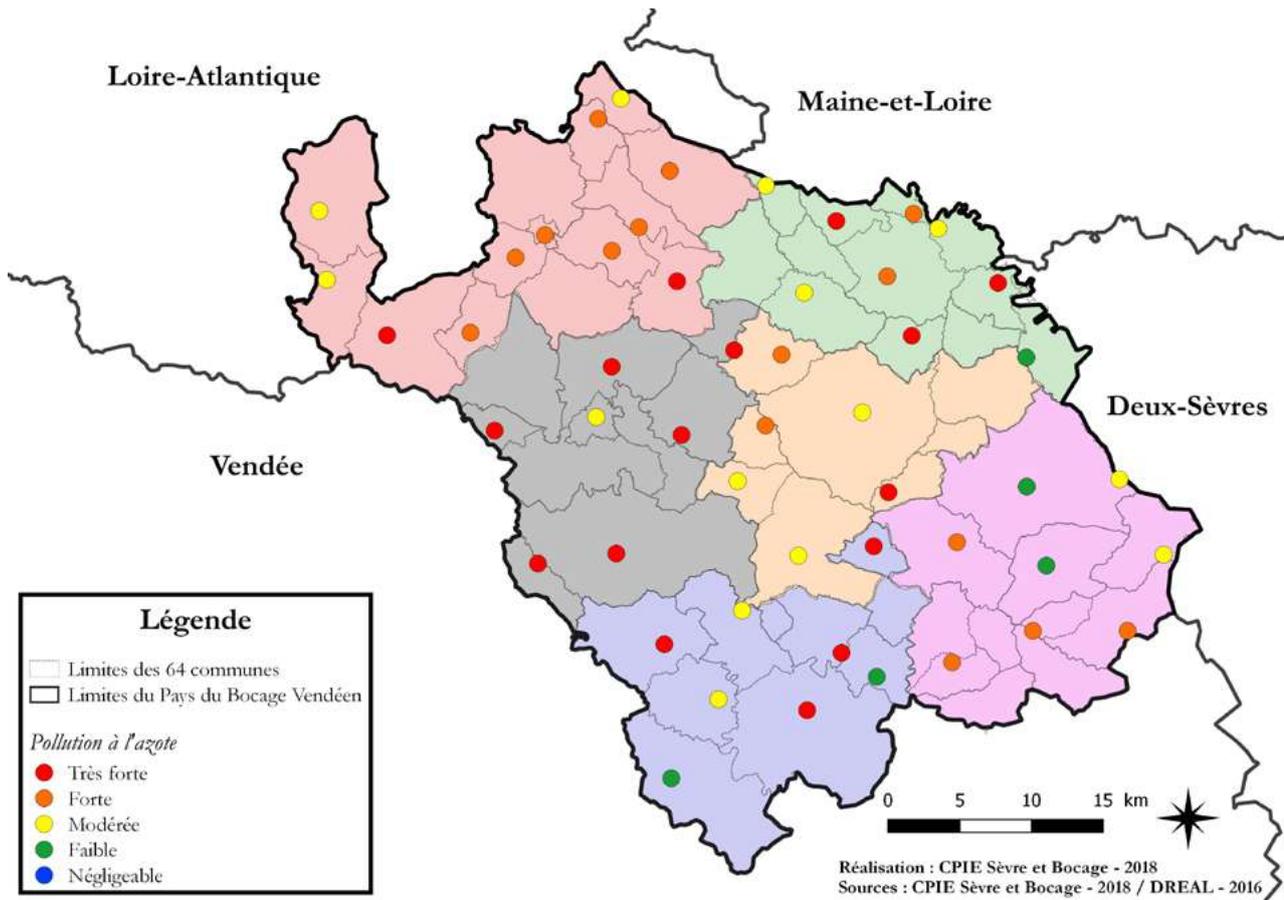


Figure 23 : Estimation de la pollution azotée sur le Pays du Bocage Vendéen.

Dans ce sens, les espèces nitrophiles sont de bons indicateurs de pollution azotée (Ruisi et al., 2005) car elles possèdent d'une part plus d'azote dans leur thalle que les autres espèces, d'où leur qualificatif (Gaio-Oliveira et al., 2001), et d'autre part, cet azote est directement lié aux activités agricoles puisque les différents composés azotés produits par l'agriculture sont les mêmes que ceux retrouvés dans les lichens présents près d'exploitations agricoles (Boltersdorf & Werner, 2014, Pinho et al., 2014 & Ruoss, 1999). De plus, lorsque de fortes concentrations en dioxyde d'azote, en lien avec des activités agricoles, sont présentes dans l'air, le nombre d'espèces oligotrophes près de ces zones diminue quand celui des espèces nitrophiles au contraire augmente (Pinho et al., 2008b & Ruoss, 1999). Dans des lieux où l'élevage est fortement développé, créant une source importante d'ammoniac atmosphérique, la distribution des lichens peut être expliquée par la distance depuis la source de pollution. Un remplacement des espèces acidophiles par des espèces nitrophiles se réalise à mesure que l'on se rapproche de la pollution en ammoniac (Pinho et al., 2011). Ainsi, l'agriculture peut par de nombreux moyens affecter

les lichens épiphytes et leur distribution. Cette éventuelle pollution n'est pas visible par le calcul de la diversité lichénique par stations (Ruisi et al., 2005), d'où l'intérêt de ne prendre en compte que les espèces nitrophiles de lichens. Certains composés atmosphériques comme les poussières ou les composés azotés peuvent, pour un certain temps, faire augmenter la richesse de la flore lichénique des arbres, une forte note de diversité lichénique ne voulant ainsi pas forcément dire une bonne qualité de l'air. Après cela, les espèces les plus poléosensibles vont disparaître, et la richesse spécifique va diminuer.

## + d'infos

Les poussières et la lumière pourraient faciliter le développement des espèces nitrophiles épiphytes car ces espèces sont le plus souvent xérophytes (préférence pour le milieu sec) et photophiles (nécessité d'avoir de la lumière) (Loppi & Frati, 2006).

## Les autres polluants

Indépendamment des deux sources de pollution abordées précédemment (dioxyde de soufre et azote), d'autres polluants peuvent être présents dans l'air. Il est toutefois très difficile de distinguer les effets que peuvent avoir certains polluants sur les communautés lichéniques.

L'ozone est un gaz atmosphérique dit secondaire qui se forme après la réaction entre des oxydes d'azote et des résidus de combustion des véhicules sous l'effet de la lumière (Commissariat général au développement durable, 2015). La période de l'année pendant laquelle les concentrations en ozone sont les plus fortes se situe l'été. Durant cette saison, les lichens sont en état de survie et leur métabolisme est peu actif donc peu favorable pour accumuler ce polluant dans leur thalle (Beruzzi et al, 2013, Gavériaux, 1996 & Richardson, 1992). Malgré tout, une échelle classant certaines espèces de lichens en fonction de leur sensibilité à l'ozone existe (Gombert, 2000).

Encore peu d'études ont été réalisées concernant les effets que pouvaient avoir le monoxyde de carbone, les particules fines, le méthane, etc, sur les lichens (Coghill et al., 2015). Cependant, les métaux lourds sont des composés qui ont déjà été bien analysés dans les lichens, notamment dans des zones proches d'usines pétrochimiques (Dron et al., 2016 & Richardson, 1992).

## L'ESSENTIEL

Attente principale de ce projet, l'estimation de la qualité de l'air a permis de voir que l'air du Pays du Bocage Vendéen est de bonne qualité, malgré quelques exceptions. Même si une attention plus particulière a été portée aux pollutions soufrées et azotées, il n'en reste pas moins difficile de déterminer exactement quels polluants peuvent affecter directement les lichens épiphytes. Les lichens répondent à un stress environnemental généré par une pollution de plusieurs composés atmosphériques (Asta et al., 2005f).

---



Station d'observation de Montaigu.

# PARTIE 4 : PARAMÈTRES INFLUENÇANT POTENTIELLEMENT LE DÉVELOPPEMENT DES LICHENS ÉPIPHYTES

Au delà de la qualité de l'air et des espèces rencontrées, plusieurs paramètres ont été testés, à partir du même jeu de données, afin de voir s'ils pouvaient avoir une influence sur le développement des lichens.

Chaque paramètre a été testé individuellement avec la diversité lichénique trouvée. De nombreuses variables non étudiées ont néanmoins pu avoir eu une influence sur le développement des lichens, et sur les résultats obtenus dans cette étude. Il est, en effet, très difficile d'interpréter et de faire la différence entre plusieurs paramètres lorsque ceux-ci sont inter-corrélés. Certains facteurs peuvent avoir un effet bénéfique pour le développement des lichens, qui peuvent être annulés par d'autres facteurs, rendant ainsi l'effet neutre (Loppi et al., 2002c & Svoboda et al., 2010).

L'influence de 6 paramètres sur le développement des lichens a été étudiée ici : l'essence des arbres, leurs circonférences, le recouvrement de leurs écorces, l'orientation des faces étudiées, l'altitude de la station et enfin, l'usage de celle-ci.

## L'ESSENCE DES ARBRES

Sur les 250 arbres échantillonnés, 147 sont des tilleuls (*Tilia* sp.), 71 des érables (*Acer* sp.), 20 des chênes (*Quercus* sp.), 7 des frênes (*Fraxinus* sp.) et 5 des charmes (*Carpinus* sp.). Sur les 50 stations, seulement 2 possèdent deux espèces d'arbres différentes (à La Copechagnière où 2 frênes côtoient 3 tilleuls et à La Bruffière où un érable a été inventorié avec 4 tilleuls). La plus forte diversité lichénique sur un arbre a été trouvée sur un tilleul (note de 206 à Chavagnes-en-Palliers) avec la présence de 19 espèces de lichens sur le tronc. Paradoxalement, c'est sur un tilleul également que la plus faible note de diversité lichénique a été calculée (note de 29 à Pouzauges) avec seulement 4 espèces présentes.

En analysant ces données, il apparaît que l'essence

de l'arbre influence la diversité lichénique (Kruskal-Wallis test :  $X^2 = 21,79$ ,  $df = 4$ ,  $p$ -value < 0,001) (Figure 24 et tableau 10). En effet, **les chênes ont une diversité lichénique significativement plus faible que celle des 4 autres espèces d'arbres**. La moyenne de la diversité lichénique des chênes est de 86 avec un écart-type de 27 quand celle des autres est au minimum de 110 avec un écart-type de 38. Ce résultat a déjà été trouvé en Italie, où Loppi & Frati (2004) avaient trouvé une diversité lichénique 1,5 fois inférieure sur des chênes par rapport à des tilleuls. Les chênes auraient donc naturellement plus de difficultés à avoir une flore lichénique proche de celle des autres essences suivies sur le Pays du Bocage Vendéen.

Selon la classification des essences par les propriétés physico-chimiques de leur écorce, certaines espèces d'arbres doivent atteindre les mêmes niveaux de diversité lichénique (CEN, 2014). Les érables, les frênes et les tilleuls ont les mêmes propriétés au niveau de leurs écorces. Cependant, les charmes ne font pas partie du même groupe et il n'existe pourtant ici aucune différence de diversité lichénique entre les charmes et les trois autres espèces d'arbres. Les observations de taxons en fonction des différentes essences sont présentées en annexe 3.

## + d'infos

Le protocole n'est pas applicable sur les essences à l'écorce qui se desquame, comme le platane (*Platanus* sp.) ou le bouleau (*Betula* sp.) par exemple.

La baisse du dioxyde de soufre et l'augmentation de la pollution de l'air par les composés azotés a modifié les paramètres pouvant favoriser ou non le développement des lichens. L'azote joue maintenant un rôle majeur dans la vitalité et la composition des communautés lichéniques (Purvis et al., 2003). En effet, le pH des écorces n'aurait plus un impact

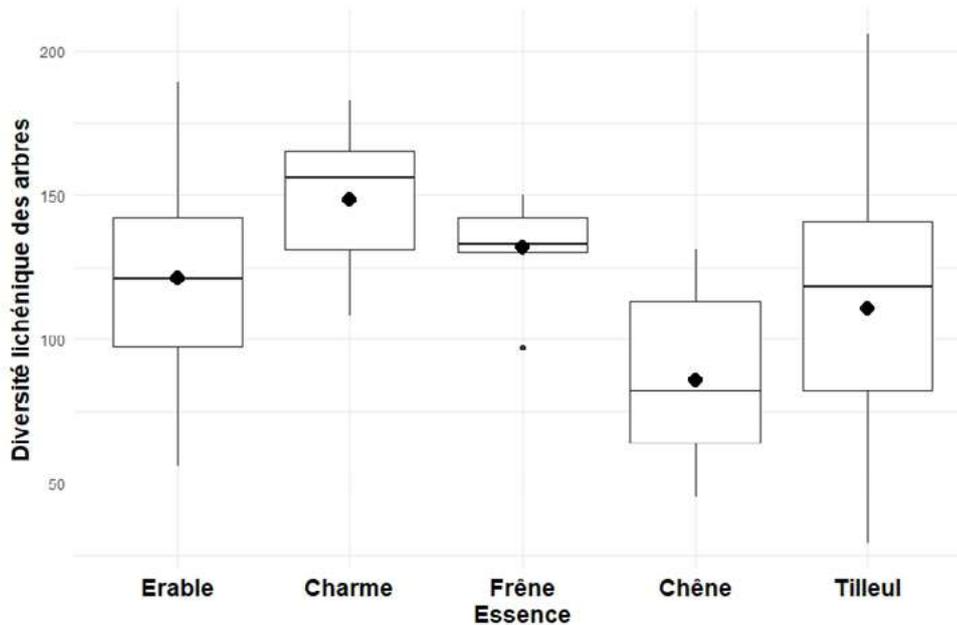


Figure 24 : Diversité lichénique des arbres en fonction de leur essence. (Le point noir représente la moyenne des valeurs).

	Erable	Charme	Frêne	Chêne
Charme	0,854			
Frêne	0,830	0,830		
Chêne	<0,001	0,003	0,021	
Tilleul	0,184	0,096	0,342	0,022

Tableau 10 : Résultats des comparaisons entre essences pour la diversité lichénique par arbres.

Toutes les essences ont été comparées entre elles avec des Pairwise t test. Les valeurs de ce tableau sont les p-value des tests, celles en couleur sont significatives

aussi important dans l'établissement d'espèces de lichens sur le tronc des arbres (Loppi & Frati, 2004 & McDonald et al., 2017) avec pour cause la pollution de l'air de plus en plus importante notamment par les émissions de composés azotés et de particules (Purvis et al., 2003 & Spier et al., 2010). Cette pollution augmenterait le pH de l'écorce de l'arbre permettant notamment le passage de communautés lichéniques nitrophobes à des espèces nitrophiles (Bobbink et al., 2010 & Vilsholm et al., 2009). De plus, la baisse du dioxyde de soufre aurait permis aux espèces nitrophiles (les plus sensibles au dioxyde de soufre) de coloniser rapidement les écorces des troncs (Van Dobben & Ter Braak, 1998). Les écorces des arbres, comme les lichens, sont étroitement liés à la qualité de l'air. Un air non-pollué va permettre le développement de communautés lichéniques classiques alors qu'une pollution va favoriser une flore lichénique spécifique.

L'essence en elle-même serait le principal facteur influençant la diversité lichénique (McDonald et al., 2017, Llop et al., 2017, Spier et al., 2010 & Thor et al., 2010) et non plus les caractéristiques physico-chimiques de son écorce. Des mesures de pH sur l'ensemble des arbres inventoriés auraient pu permettre de confirmer ou non cette dernière hypothèse. De plus, un échantillonnage avec le même nombre d'arbres pour chaque essence aurait permis d'augmenter la robustesse des résultats. Enfin, il est important de noter que la diversité lichénique plus faible chez les chênes pourrait être due à la production de tanins par l'écorce de ces arbres. Il s'agit de la seule essence parmi les 5 espèces d'arbres inventoriées à en produire. Des concentrations plus élevées de ces tanins ont pu être retrouvées dans l'écorce d'épicéa (*Picea* sp.) et dans le thalle de lichens dans le cadre d'une réponse allélopathique (Latkowska et al., 2015).

## LA CIRCONFÉRENCE ET LE RECOUVREMENT

Le protocole imposait de prendre des arbres avec une circonférence d'au minimum 50 cm. Des arbres avec une circonférence inférieure à ce chiffre ont été considérés comme étant trop jeunes pour avoir eu le temps de développer une flore lichénique représentative de la qualité de l'air. La moyenne des circonférences des arbres inventoriés est de 94 cm avec un écart-type de 34 cm. Le plus gros arbre échantillonné se situe à Mesnard-la-Barotière avec un diamètre de 202 cm. A l'inverse, le plus petit, avec une circonférence minimale de 50 cm est localisé à Mouchamps.

Quant au recouvrement des lichens sur la grille d'inventaire, il a été estimé à l'œil nu. En moyenne, les lichens ont recouverts 67 % de la grille, avec un écart-type de 24 %. Les valeurs s'étendent de quelques pourcents de recouvrement à environ 100 %. Une grande majorité des inventaires a vu la grille être occupée à 70, 80 ou 90 % par des lichens.

La circonférence est légèrement corrélée avec la diversité lichénique des arbres. Cette corrélation est négative (Coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 3603400$ ,  $r = -0,384$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Ainsi, **plus le diamètre du tronc de l'arbre augmente, plus la diversité lichénique diminue** (Figure 25).

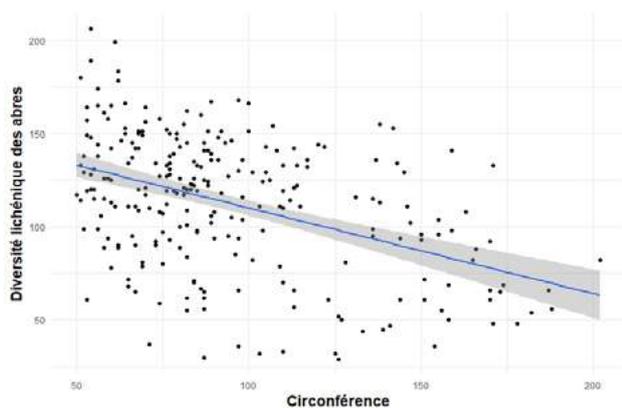


Figure 25 : Corrélation négative entre la circonférence et la diversité lichénique des arbres.

Cependant, dans de nombreuses études, il a été montré que le diamètre du tronc influence positivement la richesse spécifique pour différentes espèces (Cobanoglu & Sevgi, 2009, Johansson et al., 2007, Jüriado et al., 2009, McDonald et al., 2017 & Reynolds et al., 2017). Pour expliquer cette inversion, nous pouvons supposer que les arbres

les plus petits sont encore à un stade de colonisation par les lichens. De nombreuses espèces en proportion moyenne sont présentes. Au contraire, les arbres les plus gros, et donc les plus âgés, possèdent une diversité plus faible due principalement à la compétition entre les espèces. Après un suivi à long-terme de plus de 50 ans sur des tilleuls, Aptroot (2010) avait pu remarquer une perte de diversité lorsque les mousses et de gros lichens foliacés prenaient le dessus sur les autres espèces. La présence très importante de mousses sur des arbres plus massifs et de gros lichens foliacés (*Flavoparmelia* sp., *Punctelia* sp., ...) sur les arbres inventoriés peuvent ainsi expliquer la perte de diversité lorsque la circonférence de l'arbre augmente. Les macrolichens ont eu le temps de s'installer et ne laissent que peu de places aux microlichens, le plus souvent crustacés. Les bryophytes sont également favorisées par un pH élevé de l'écorce (Jüriado et al., 2009), phénomène de plus en plus présent à cause de la pollution de l'air.

Trois autres résultats peuvent être pris en compte. **Le recouvrement moyen par arbre diminue lorsque la circonférence augmente**, c'est une légère corrélation négative (Coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 4146200$ ,  $r = -0,337$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ ,  $\alpha = 0,05$ ). **Le recouvrement de chaque face est quant à lui positivement corrélé avec la somme des fréquences, ce qui peut être extrapolé à la diversité lichénique** (Coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 88739000$ ,  $r = 0,468$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ ,  $\alpha = 0,05$ ) (Figure 26). Enfin, **la richesse spécifique est plus importante quand le recouvrement de la grille par les lichens est élevé** (Coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 102130000$ ,  $r = 0,387$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

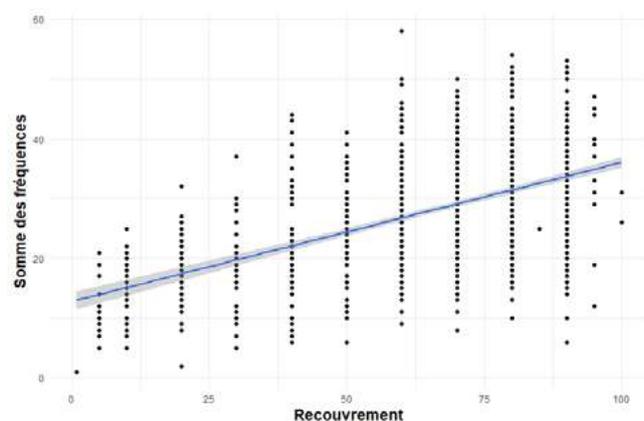


Figure 26 : Corrélation positive entre le recouvrement et la somme des fréquences de chaque orientation inventoriées.

Ainsi, la relation positive entre le recouvrement et la diversité lichénique implique un nombre plus élevé d'espèces sur des arbres recouverts de lichens, et/ou des espèces de lichens en proportion très importante sur l'écorce. Des espèces comme celles citées précédemment ont obtenu généralement une abondance de 4 ou 5 dans la grille lorsqu'elles étaient présentes sur l'arbre. Ce sont donc ces espèces qui ont pu faire grimper la note de diversité de chaque orientation, en même temps que le recouvrement de celles-ci.

Des arbres plus gros, donc plus âgés vont voir leur diversité lichénique baissée, à cause notamment d'un changement dans le recouvrement de leur écorce et par une diminution de celui-ci. Les arbres plus jeunes vont quant à eux, voir leur recouvrement augmenté, comme le nombre d'espèces de lichens. Il est possible de dire que par l'augmentation du diamètre de l'arbre et de son âge, les communautés de lichens vont évoluer avec la colonisation de l'écorce par de nouvelles espèces en fonction des conditions climatiques et de la qualité de l'air (Asta et al, 2005e).

Ces résultats ne sont pas applicables dans toutes les conditions au vu des faibles coefficients de corrélation pour certains tests (inférieurs à 0,4).

## L'ORIENTATION

Sur chaque arbre, 4 observations des communautés lichéniques ont été réalisées, une pour chaque orientation : nord, sud, est et ouest. Ainsi, sur les 50 stations sur le Pays du Bocage Vendéen, 1 000 faces ont été suivies, avec 250 inventaires pour chacune des orientations (annexe 4). La meilleure note pour la somme des fréquences (qui peut être extrapolée à la diversité lichénique) a été obtenue à Chavagnes-en-Palliers sur l'arbre avec la meilleure diversité lichénique (note de 58 sur l'orientation nord). A l'inverse, la plus faible somme des fréquences est présente à Sigournais, sur une orientation ouest (note de 1).

L'orientation impacte la diversité lichénique (Modèle mixte avec une Anova :  $F = 10,0909$ ,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ ) (Figure 27). **L'orientation ouest va avoir des valeurs de diversité lichénique significativement inférieures à celles de l'est** ( $p\text{-value} < 0,001$ ) **et du sud** ( $p\text{-value} < 0,001$ ). Enfin, **les orientations est présentent une diversité lichénique significativement plus élevée que celle du nord** ( $p\text{-value} = 0,046$ ).

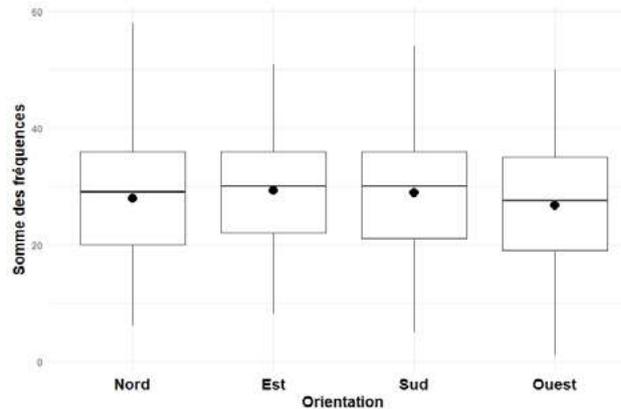


Figure 27 : Somme des fréquences obtenue pendant les inventaires en fonction des 4 orientations.

Ainsi, l'ouest des arbres se retrouve avec des sommes de fréquences inférieures à celles du sud et de l'est alors qu'on aurait pu s'attendre à l'inverse. En effet, le climat vendéen est océanique et les vents d'ouest apportent de la douceur et de l'humidité de l'Océan Atlantique (Climat Vendée, 2018). Il aurait été probable de retrouver une diversité de lichens plus importante à l'ouest car l'eau est un facteur essentiel à la survie des espèces (Van Haluwyn & Asta, 2013).

L'absence de littérature sur ce paramètre rend l'explication de ce résultat complexe. Svoboda (2007) avait trouvé une richesse lichénique plus importante sur les orientations face au vent et aux précipitations.

## L'ALTITUDE

L'altitude moyenne est de 95,3 m avec un écart-type de 43,5m. La station la plus haute est celle de la Flocellière-Sèvremont (209 m), située proche du point culminant de la Vendée, à Saint-Michel-Mont-Mercure-Sèvremont (290 m). A l'inverse, la station la plus basse est celle de Saint-Philbert-de-Bouaine dans l'ouest du Pays du Bocage Vendéen avec seulement 21 m au dessus du niveau de la mer.

**L'altitude des stations sur le Pays du Bocage Vendéen n'est pas corrélée avec la diversité lichénique** de celles-ci (Coefficient de corrélation de Spearman :  $S = 22811$ ,  $\rho = -0,095$ ,  $p\text{-value} = 0,51$ ,  $\alpha = 0,05$ ). A l'inverse, de nombreuses études ont mis en avant que ce paramètre puisse jouer un rôle dans la diversité en lichens d'une zone (Cobanoglu & Sevgi, 2009, Loppi et al., 1997, & Loppi et al., 1999). De plus, ce facteur aurait un

impact lié aux précipitations et aux températures annuelles (Giordani, 2007 & Reynolds et al., 2017). Ces études ont majoritairement été réalisées sur des espaces avec des variations d'altitude conséquentes. Sur le Pays du Bocage Vendéen, la différence entre la station la plus basse et celle la plus haute n'est que de 188 m. Cette trop faible disparité peut expliquer l'absence de corrélation entre la diversité lichénique et l'altitude. Les stations se retrouvent dans une zone globalement homogène avec les mêmes conditions climatiques. L'absence de réelles fragmentations du territoire sur le point de vue climatique implique une homogénéité des espèces présentes au sein de la communauté lichénique. De plus fortes variations par rapport au niveau de la mer auraient pu faire apparaître une zone de transition entre des espèces communes de basses altitudes et des espèces plutôt montagnardes.

## L'USAGE DE LA STATION

Toutes les stations ont été échantillonnées dans des bourgs de communes. Cependant, toutes n'ont pas le même usage, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas utilisées pour la même activité. 4 usages différents ont été rencontrés : les parcs (11 stations), les parkings (24 stations), les bords de route (12 stations) et les zones résidentielles (3 stations). Lorsqu'une station pouvait présenter deux usages, elle a été regroupée dans l'usage qui dominait.

D'après les analyses statistiques, **l'usage de la station n'a aucun impact sur la diversité lichénique** (Anova1 test :  $F = 1,597$ ,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0,202$ ). Au contraire des zones urbaines qui présentent une différence de diversité lichénique entre les occupations de sol différentes (Llop et al., 2017, Loppi et al., 2002c & McCarthy et al., 2009), le Pays de Bocage Vendéen ne montre pas des usages favorisant un développement des lichens. Ceci peut s'expliquer par la proximité et la taille réduite des bourgs des communes inventoriées. Les parcs et les quartiers résidentiels n'ont pas le même impact de « zones vertes » que peuvent avoir ces espaces dans une agglomération à forte densité de population. Avec un trafic moins dense, ces différents usages du Bocage Vendéen ne se distinguent pas aussi nettement en termes de pollution de l'air qu'en ville.

## L'ESSENTIEL

Des 6 paramètres testés, seuls l'altitude et l'usage de la station n'ont pas d'influence sur le développement des lichens.

---



Observations de lichens sur un arbre.

# PARTIE 5 : DES PERSPECTIVES

Au terme de ce projet, le Pays du Bocage Vendéen se dote d'un précieux état des lieux de sa qualité de l'air et de sa flore lichénique épiphyte grâce aux inventaires réalisés et à la solide base de connaissances constituée.

## DE NOUVEAUX INVENTAIRES

De nouveaux inventaires pourront être effectués dans 5, 10 ou 15 ans et comparés à ceux de 2018 de façon à estimer cette fois-ci l'évolution des peuplements lichéniques et donc, de la qualité de l'air. En effet, non seulement les arbres échantillonnés seront très probablement toujours présents dans plusieurs années mais la méthode d'inventaires utilisée aujourd'hui sera de nouveau applicable à l'identique.

Une évolution positive ou négative (augmentation ou diminution) de la diversité lichénique pourra être éventuellement perçue et corrélée avec les changements de la qualité de l'air du Pays du Bocage Vendéen.

Quelques améliorations pourront être apportées dans l'application du protocole :

Avec plus de temps et de matériel pour effectuer les déterminations, toutes les espèces pourraient être identifiées précisément (plutôt que de créer des groupes comme ici) ce qui faciliterait l'exploitation des données lors des calculs et affinerait les conclusions.

Quelques paramètres physico-chimiques supplémentaires pourraient être relevés sur le terrain, comme par exemple le pH des écorces, l'ensoleillement, l'humidité, ... Ils pourraient peut-être permettre de mieux comprendre l'installation et les conditions de développement des lichens sur les arbres inventoriés.

Enfin, sur les 98 mailles initialement déterminées, seules 50 mailles ont pu être échantillonnées, faute de conditions remplies pour l'application du protocole. Ainsi, dans le futur, certaines mailles qui ne permettaient pas l'inventaire des lichens pourront le devenir par la croissance d'arbres encore trop jeunes en 2018 ou même la plantation d'arbres (avec une durée suffisante pour que les lichens

représentent la qualité de l'air de la zone inventoriée).

Plusieurs autres perspectives peuvent venir sur le papier et mériteraient une attention plus particulière si le projet venait à se poursuivre. Par exemple, les lieux d'inventaires ont été principalement des bourgs ou centres de communes. Ceci a permis de déterminer plus de 40 taxons sur l'ensemble du territoire cependant, seule la zone d'application de la grille était prise en compte et les autres parties des arbres ainsi que de nombreux autres milieux abritent également des lichens corticoles. Ainsi, des échantillonnages plus généraux, dans des forêts, des haies, etc. auraient probablement permis de découvrir de nouvelles espèces et donc de tendre vers un atlas des espèces de lichens corticoles plus exhaustif sur le Pays du Bocage Vendéen. Indépendamment de la qualité de l'air, ces différents milieux n'offrent pas les mêmes conditions de développement par rapport aux zones urbaines inventoriées.

Une autre perspective qui peut être amenée serait d'intensifier les inventaires sur les zones qui sont apparues avec une qualité de l'air « moyenne » comme les communes de Pouzauges ou Sigournais. Ainsi, il serait possible de déterminer si la pollution est très localisée au niveau des arbres qui ont subi les inventaires ou si celle-ci est plus largement répandue sur l'ensemble du centre-ville ou de la commune.

Enfin, des échantillonnages dans des endroits du département n'appartenant pas au Pays du Bocage Vendéen pourraient être intéressants. En effet, la Vendée dispose de différents milieux, plus ou moins urbanisés. Ainsi, un agrandissement de la zone d'étude à l'ensemble du département permettrait d'avoir une carte globale de la qualité de l'air en Vendée, mais aussi de comparer les disparités si elles existent.

## LES PLANS CLIMAT-AIR-ENERGIE TERRITORIAL (PCAET)

Comme dans tous projets, afin de mesurer la qualité et le bénéfice des mesures qui seront mises en place, des états des lieux dans différents domaines doivent être réalisés avant le début du PCAET. Ainsi, une comparaison entre les données avant et pendant le Plan Territorial pourrait permettre de voir les évolutions et de juger de l'intérêt de continuer certaines actions ou au contraire d'augmenter leur ampleur. Dans ce sens, ce projet sur les lichens rentre complètement dans ce cadre et les résultats pourraient servir de base pour l'estimation et l'amélioration de la qualité de l'air. Les communautés de communes du Pays du Bocage Vendéen peuvent donc voir ce projet comme un état initial de leur atmosphère en différents points de leur territoire. Ces EPCI (Établissements Publics de Coopération Intercommunale) pourraient participer à la mise en place et/ou à la réalisation de nouveaux inventaires dans 6 ans, lors de l'évaluation de leur PCAET, afin de juger de l'évolution de la qualité de l'air sur leur territoire. De plus, des inventaires complémentaires pourraient être effectués afin de renforcer la précision de l'information.

L'utilisation des lichens corticoles comme estimateurs de la qualité de l'air est novatrice dans le département vendéen mais aussi plus largement dans l'ouest de la France. La pose de capteurs atmosphériques pourrait être un plus dans un PCAET, comme ceux de AirPaysdeLaLoire par exemple (AirPaysdeLaLoire, 2018). Ces capteurs permettent d'avoir des données chiffrées sur les polluants, quand dans le même temps, les lichens nous renseignent des impacts de la pollution sur la nature et le vivant en général. Une comparaison entre les données sur les différents polluants et les cortèges d'espèces de lichens retrouvés aux mêmes endroits, pourraient nous en apprendre plus sur les conditions de développement de certaines espèces et donc d'avoir des analyses plus précises lors de nouveaux inventaires.

Enfin, la qualité de l'air n'est pas un domaine à prendre à la légère. En effet, l'air que nous respirons a des impacts directs sur notre santé. La pollution de l'air est responsable de 42 000 à 48 000 décès prématurés par an, en France (ADEME, 2016b). De nombreuses actions peuvent être mises en

place afin de limiter les pollutions atmosphériques. Même si les ligériens considèrent que la lutte contre la pollution de l'air doit être individuelle (PRSE, 2014), des actions collectives en matière d'aménagements du territoire sont possibles. Selon ce même rapport, en 2014, 90 % de la population des Pays de la Loire estime que « la pollution de l'air extérieur s'aggrave ». L'étude de l'évolution de l'air est donc prédominante pour juger de l'utilité des différentes mesures qui pourront être réalisées lors de ces PCAET.

### + d'infos

Le Plan Climat-Air-Energie Territorial est adapté du Plan Climat-Energie Territorial. Il a pour but principal de répondre durablement aux changements futurs en matière de climat, de qualité de l'air et d'énergie. Ce plan devait être développé par les EPCI de plus de 20 000 habitants, avant le 31 décembre 2018. Ainsi, sur le Pays du Bocage Vendéen, les 6 communautés de communes inventoriées lors du projet sur les lichens devront mettre en place un plan sur leur territoire qui sera effectif pour une durée de 6 ans. Les plans développés par ces communautés de communes devront être axés autour de plusieurs thématiques :

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- l'adaptation au changement climatique ;
- la sobriété énergétique ;
- la qualité de l'air ;
- et le développement des énergies renouvelables (ADEME, 2016a).

## LA VALORISATION AUPRÈS DU GRAND PUBLIC

Pour de nombreuses personnes les lichens peuvent ne présenter aucune utilité ni intérêt. Ceci peut se comprendre par la complexité qui règne autour de ce groupe vivant et par leur assimilation quasi systématique aux mousses. En effet, très peu médiatiques, les lichens sont des organismes

présents partout autour de nous mais méconnus et auxquels peu de personnes prêtent attention. Ainsi, comme dans tous les projets que mène le CPIE Sèvre et Bocage, une partie du travail a été consacrée à la vulgarisation de cette thématique auprès du grand public. Pour cela, l'observation de la réalisation des inventaires des lichens était proposée aux bénévoles de l'association.

Autre piste de vulgarisation pouvant être travaillée dans le futur : la méthode FOMOFa qui pourrait être utilisée pour faire découvrir les lichens à toute personne et plus particulièrement aux enfants, en lien avec le projet de qualité de l'air intérieur mené par le CPIE Sèvre et Bocage dans des écoles. En effet, cette technique se base sur la reconnaissance des lichens selon leur type de thalle (crustacés, foliacés et fruticuleux) et ne nécessite que très peu de matériel. Cette méthode permet d'évaluer de façon très simplifiée la qualité de l'air et notamment le niveau de pollution (FOrt, MOyen, FAible) (PARTICITAE, s.d.). Cela permet de se familiariser avec les lichens et leur morphologie et, par l'ensemble du protocole, de déterminer le niveau de pollution autour d'un ou plusieurs arbres. Cette méthode peut être adaptée en fonction du niveau du public (écoles primaires, collèges, citoyens, ...) avec plus d'inventaires ou des déterminations d'espèces (des clés de détermination simplifiées existent).

# L'ESSENTIEL

Dispositif obligatoire en 2019 pour les communautés de communes du Pays du Bocage Vendéen, le Plan Climat-Air-Energie Territorial permet d'entrer dans une stratégie durable dans différents domaines. Les communautés de communes peuvent ainsi voir ce projet sur les lichens et ses résultats comme une base solide de départ dans l'estimation de la qualité de l'air. De nouveaux inventaires sur leur territoire dans 6 ans, lors de l'évaluation de leur PCAET, permettraient de voir si les mesures de réduction de la pollution de l'air auront fonctionné. Les lichens corticoles peuvent être utilisés, dans l'estimation des éventuelles pollutions de l'air, comme un complément aux données chiffrées.

---

## + d'infos

La Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) fixe des objectifs clairs pour 2030, notamment la réduction de 40 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990, la réduction de 20 % de la consommation énergétique finale par rapport à 2012, ou d'avoir 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie. Le PCAET est donc un moyen idéal pour remplir ces attentes avec comme organisateur, les communautés de communes (ADEME, 2016a). Ce plan permet aussi de faire le lien entre différents acteurs locaux, que ce soient des entreprises, des associations, des citoyens,... et est donc un vecteur de solidarité et de cohésion territoriale.

# LES MONOGRAPHIES

Taxons de lichens	Type de thalle	Page
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	Crustacé	41
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	Crustacé	42
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	Crustacé	43
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	Foliacé	44
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	Crustacé	45
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	Crustacé	46
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	Fruticuleux	47
<i>Flavoparmelia</i> sp. ( <i>F. caperata</i> (L.) Hale et <i>F. soledians</i> (Nyl.) Hale)	Foliacé	48
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	Foliacé	49
<i>Hypotrachyna</i> sp. ( <i>H. revoluta</i> (Flörke) Hale et <i>H. afrorevoluta</i> (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow)	Foliacé	50
<i>Lecanora</i> sp.	Crustacé	51
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	Crustacé	52
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	Foliacé	53
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	Foliacé	54
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	Foliacé	55
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	Squamuleux	56
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	Foliacé	57
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	Foliacé	58
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	Foliacé	59
<i>Parmotrema</i> sp. ( <i>P. perlatum</i> (Huds.) M. Choisy et <i>P. reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy)	Foliacé	60
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	Foliacé	61
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	Crustacé	62
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	Crustacé	63
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	Foliacé	64
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	Foliacé	65
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	Foliacé	66
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	Foliacé	67
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	Foliacé	68
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	Foliacé	69
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	Foliacé	70
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	Foliacé	71
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	Foliacé	72
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	Foliacé	73
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	Foliacé	74
<i>Punctelia</i> sp. ( <i>P. borneri</i> (Sm.) Krog, <i>P. subrudecta</i> (Nyl.) Krog, <i>P. jeckeri</i> (Roum.) Kalb et <i>P. reddenda</i> (Stirton) Krog)	Foliacé	75
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	Crustacé	76
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	Fruticuleux	77
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	Fruticuleux	78
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	Fruticuleux	79
<i>Usnea</i> sp.	Fruticuleux	80
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	Foliacé	81

# *Arthonia radiata* (Pers.) ACH.

Famille :  
Arthoniaceae

Type de thalle :  
Crustacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

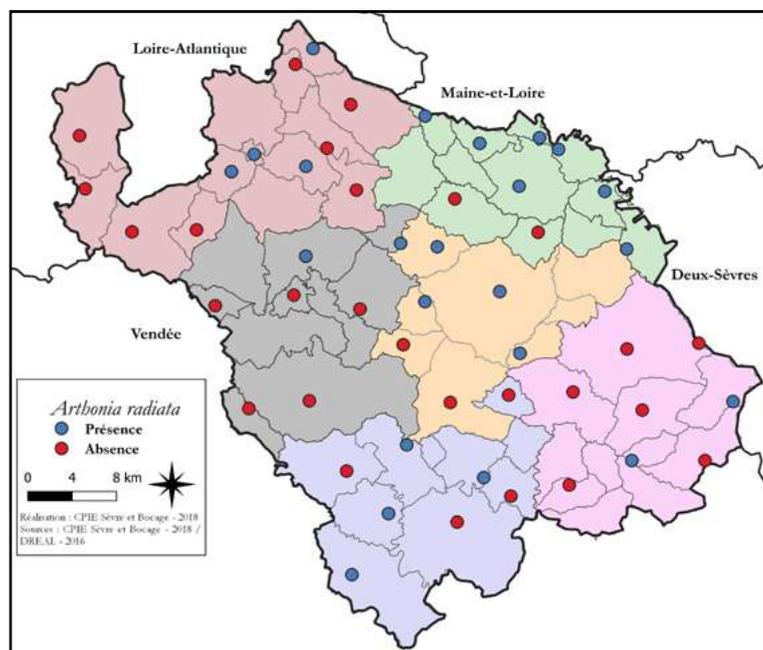


Avec un thalle blanc, ou gris-blanchâtre, cette espèce de lichen se voit séparée des autres espèces sur les arbres par une ligne de couleur brune, dite « hypothalline ». *Arthonia radiata* possède de petites apothécies ne dépassant pas quelques millimètres. Ces lirelles ont la particularité d'avoir des formes variées comme allongées, arrondies, plates ou convexes, mais aussi très rarement en forme d'étoiles. Ces organes de reproduction sont très visibles, car de couleur noire. Cette espèce est uniquement corticole et se développe principalement sur des feuillus à écorces lisses ou peu fissurées comme les frênes, les charmes ou les hêtres. Absente des zones fortement polluées, *Arthonia radiata* peut tolérer modérément un environnement riche en azote. Enfin, cette espèce est commune sur toute la France, à l'exception du littoral méditerranéen.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 21,5 %  
Statut sur le PBV : Assez rare  
Contribution spécifique : : 2,88 %

*Arthonia radiata* a été identifiée sur 23 stations inventoriées, soit un peu moins de la moitié. Cependant, sa fréquence spécifique ne dépasse pas les 25 %, faisant de ce lichen une espèce assez rare dans le Pays du Bocage Vendéen. Lorsqu'elle est présente sur une station, elle est en moyenne retrouvée sur plus de 4 arbres sur les 5. 97 arbres sur les 250 abritent *Arthonia radiata*, notamment des tilleuls (87 arbres). Chaque communauté de communes possède au moins 4 stations avec cette espèce de lichen crustacé, à part les communautés de communes du Pays de Saint-Fulgent-les Essarts et du Pays de Pouzauges (uniquement 2 communes).



## L'INFO EN +

Comme toutes les espèces du même genre, *Arthonia radiata* ne réagit à aucun des réactifs de détermination.



***Caloplaca ferruginea*  
(Huds.) Th. Fr.**

**Famille :**  
*Teloschistaceae*

**Type de thalle :**  
*Crustacé*

**Statut de conservation en  
France :**  
*LC*

Espèce de lichen crustacé commune en France, elle est cependant moins présente sur certaines parties de la région méditerranéenne. Son thalle est de couleur grise, et finement craquelé. Comme pour *Arthonia radiata*, on peut souvent observer une ligne hypothalline noire sur le pourtour du lichen. *Caloplaca ferruginea* est un lichen nitrophobe majoritairement corticole, dans des forêts claires ou sur des arbres isolés, mais très rarement sur du bois. Comme chez une grande majorité des espèces du genre *Caloplaca*, les apothécies sont d'une couleur brune à rouge-orange vif. Elles sont plates, légèrement convexes et leur rebord peut être plus clair que le centre. Enfin, elles sont d'un diamètre entre 0,5 et 2 millimètres, et deviennent pourprées avec de la potasse (K+) alors que son thalle ne réagit pas.

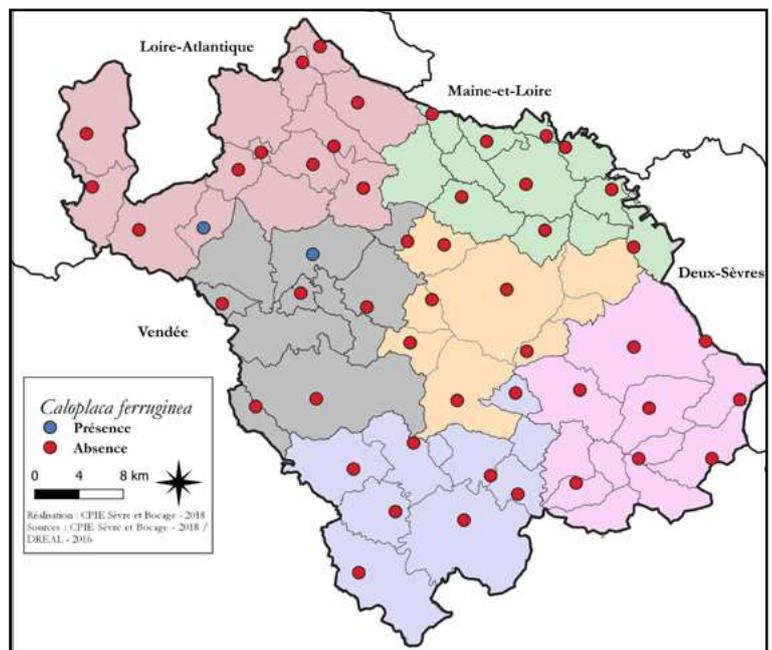
**LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 0,4 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,05 %

Espèce très rare sur le Pays du Bocage Vendéen, *Caloplaca ferruginea* n'a été rencontrée que sur 4 faces sur les 1 000 qui ont été inventoriées durant le projet. Les deux arbres colonisés par cette espèce étaient un tilleul sur la commune de Chavagnes-en-Pailliers et un érable sur la station de L'Herbergement. Parmi les 41 taxons répertoriés dans cet atlas, *Caloplaca ferruginea* fait partie des 10 espèces avec une fréquence spécifique très rare sur le Pays du Bocage Vendéen.

**L'INFO EN +**

Espèce très semblable à *Caloplaca ferruginea*, *Caloplaca crenularia* (With.) Laundon est un lichen saxicole, c'est-à-dire qu'il se développe sur des roches, notamment siliceuses.

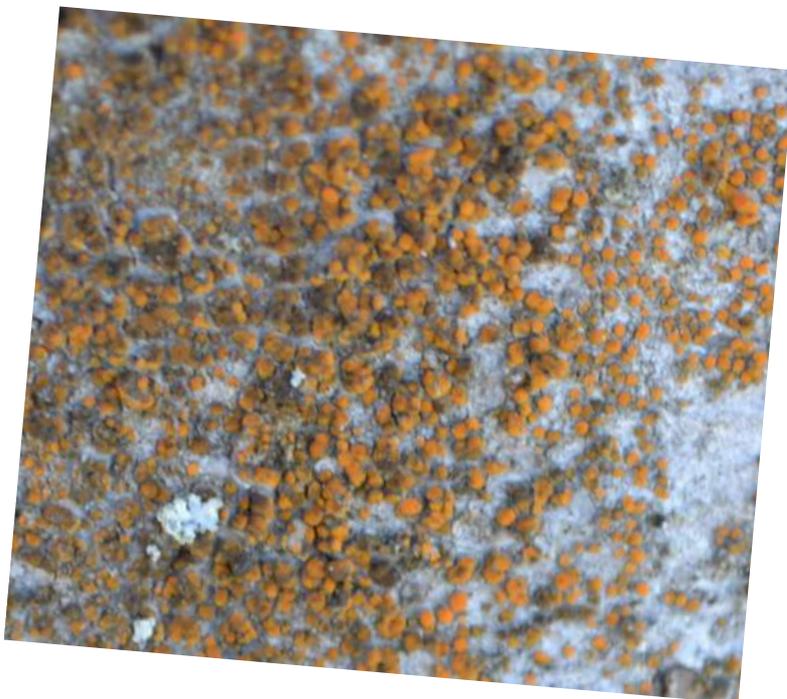


## *Caloplaca luteoalba* (Turner) Th. Fr.

Famille :  
Teloschistaceae

Type de thalle :  
Crustacé

Statut de conservation en  
France :  
NT

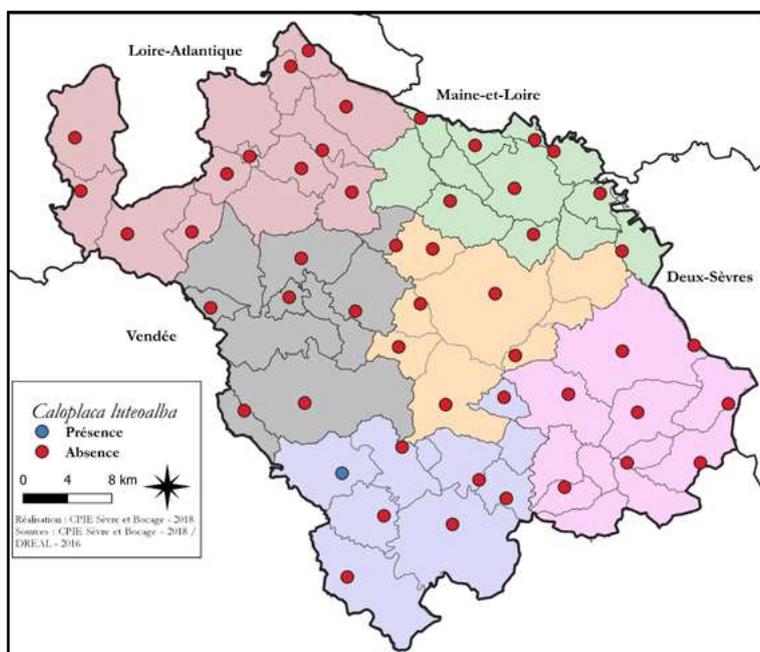


*Caloplaca luteoalba* est une espèce de lichen assez rare en France. Son thalle est crustacé et blanc ou gris clair. Celui-ci est généralement abondamment recouvert d'apothécies orangées qui mesurent entre 0,3 et 0,6 millimètre de diamètre. Le thalle peut quelquefois être entouré d'une ligne hypothalline blanche. *Caloplaca luteoalba* est une espèce corticole, sur feuillus principalement. Les arbres ont des écorces le plus souvent dégradées et imprégnées de poussières des routes ou des chemins en terre. Enfin, ce lichen crustacé se développe sur des zones ensoleillées, et il est héminitrophile ou nitrophile.

### LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 0,2 %  
Statut sur le PBV : Très rare  
Contribution spécifique : 0,03 %

*Caloplaca luteoalba*, comme l'autre espèce corticole du genre *Caloplaca* identifiée sur le Pays du Bocage Vendéen, a sa fréquence spécifique inférieure à 1 %, ce qui en fait une espèce également très rare sur ce territoire. Ce lichen à thalle crustacé n'a été échantillonné que sur un seul arbre et sur seulement 2 faces. Il s'agit des faces nord et est d'un érable sur la commune de Saint-Martin-des-Noyers, dans le Pays de Chantonay.



**L'INFO EN +**  
*Caloplaca luteoalba* fait partie des deux espèces redécouvertes dans le département de la Vendée. Avec *Physcia stellaris*, leur dernière identification remontait à plusieurs décennies.



***Candelaria concolor*  
(Dickson) B. Stein.**

**Famille :**  
Candelariaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en  
France :**  
LC

Cette espèce de lichen est de petite taille, entre 0,5 et 2 centimètres, et en forme de coussins plus ou moins arrondis. Son thalle, parfois isidié ou sorédié, varie de vert-jaune à jaune citron, avec de petits lobes de quelques millimètres de long et de large, dressés ou divisés. On peut apercevoir quelques rhizines simples et blanches sous le thalle, et plus rarement des apothécies sur le dessus. Son thalle foliacé ne réagit à aucun réactif. Espèce très commune, ce lichen se retrouve sur l'ensemble de la France, excepté en haute montagne et dans les régions froides. *Candelaria concolor* se développe sur des zones plutôt sèches, avec un fort ensoleillement. De plus, cette espèce de lichen est nitrophile et croît dans les endroits riches en substances nutritives telles que des nitrates ou des poussières. Enfin, elle se développe principalement sur des écorces de feuillus et quelquefois sur du béton.

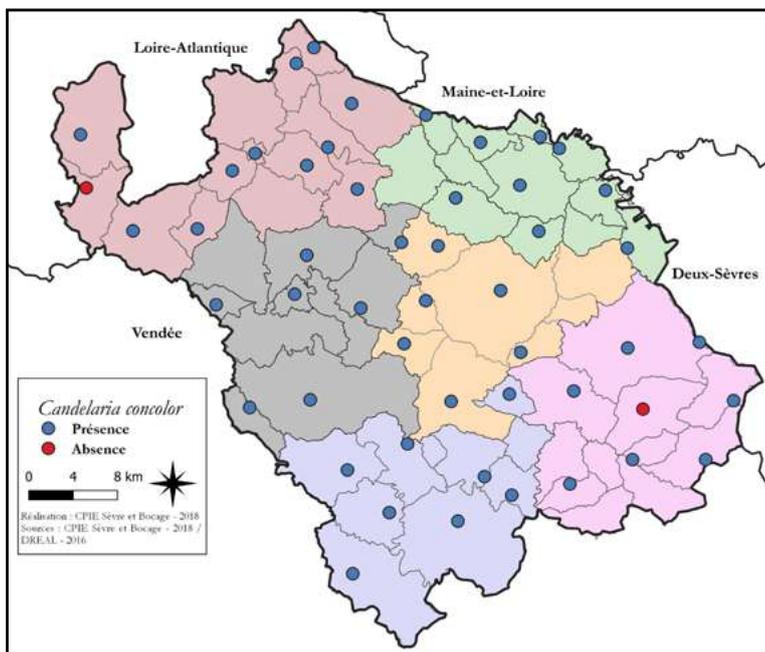
**LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 71,6 %  
**Statut sur le PBV :** Commun  
**Contribution spécifique :** 9,59 %

Espèce commune sur le Pays du Bocage Vendéen avec une fréquence spécifique à plus de 70 %, *Candelaria concolor* fait partie des espèces rencontrées régulièrement lors des inventaires. Elle est seulement absente de deux stations, sur les communes de Rocheservière et de Pouzauges. 84 % des arbres échantillonnés sont colonisés par cette espèce foliacée (209 arbres), dont 90 % des érables et 100 % des frênes et des charmes. Enfin, au minimum 4 arbres présentaient cette espèce, lorsque celle-ci était présente sur la station.

**L'INFO EN +**

*Candelaria concolor* est une espèce nitrophile et fait partie des espèces de l'alliance du *Xanthorion parietinae*. Elle peut couvrir de grandes surfaces d'écorces d'arbres lorsque le milieu est enrichi en azote.



# *Coniocarpon cinnabarinum* DC.

Famille :  
Arthoniaceae

Type de thalle :  
Crustacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

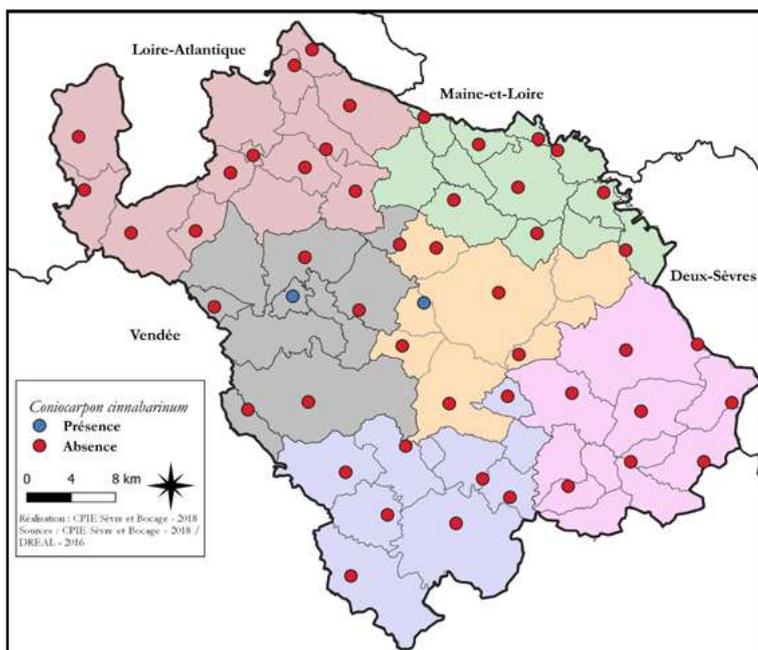


*Coniocarpon cinnabarinum* est une espèce commune dans l'ouest de la France, plutôt rare dans la région du Midi méditerranéen mais présente presque partout en France. Uniquement corticole, ce lichen se retrouve sur des écorces lisses de feuillus comme des frênes par exemple. Cette espèce est nitrophobe. On la retrouve principalement dans des zones avec un climat humide. Le thalle crustacé de *Coniocarpon cinnabarinum* est brun pâle avec des taches rouges. Les apothécies sont d'un diamètre maximal de 0,5 millimètre, plates ou légèrement convexes. Elles peuvent être en petits groupes, et ont des marges d'une couleur rouge-orange vif. Cette marge peut devenir d'un rouge-brun foncé lorsque les apothécies sont âgées. Enfin, ces structures donnent une coloration pourprée en contact avec de la potasse (K+).

## LES RÉSULTATS DU PROJET

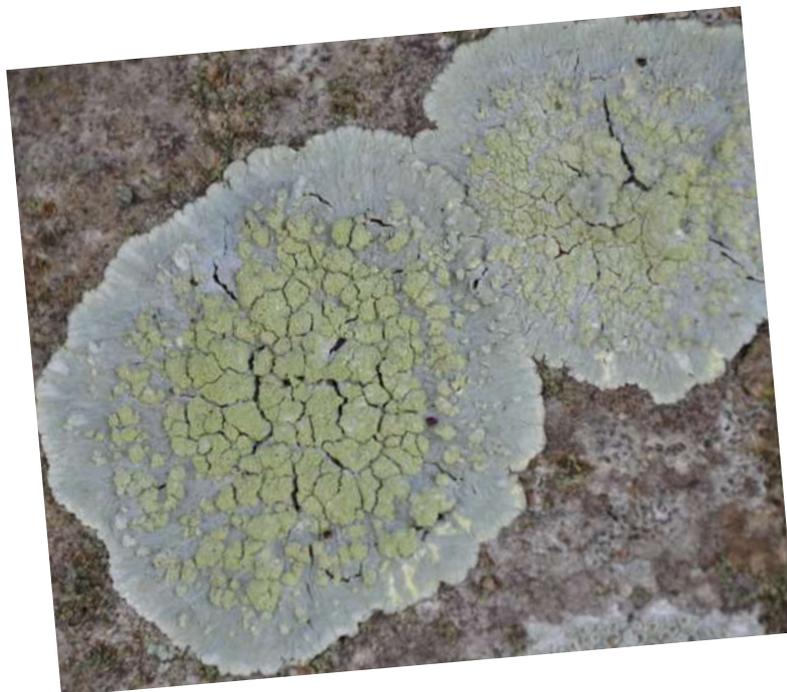
Fréquence spécifique : 0,3 %  
Statut sur le PBV : Très rare  
Contribution spécifique : 0,04 %

Inventoriée uniquement sur 3 tilleuls parmi les 250 arbres échantillonnés, *Coniocarpon cinnabarinum* est classée comme une espèce très rare sur le Pays du Bocage Vendéen, avec une fréquence spécifique inférieure à 1 %. Présente uniquement sur deux stations, cette espèce a colonisé deux arbres sur la commune de La Rabatelière et un arbre sur celle de Mesnard-la-Barotière. Le lichen n'était présent à chaque fois que sur une seule face de l'arbre.



## L'INFO EN +

Comme d'autres lichens crustacés, *Coniocarpon cinnabarinum* présente une ligne hypothalline. Pour cette espèce, elle est de couleur brune, englobant l'ensemble du thalle et bien visible.



## *Diploicia canescens* (Dick.) Massal.

**Famille :**  
Physciaceae

**Type de thalle :**  
Crustacé

**Statut de conservation en  
France :**  
LC

Le thalle crustacé de *Diploicia canescens* est pruineux et gris-blanc. Il est en forme de rosette ne dépassant pas 5 centimètres de diamètre. Ce thalle est quelquefois fertile avec des apothécies sombres, presque noires. On trouve généralement des soralies vert-bleu au centre du thalle. Celles-ci sont arrondies, granuleuses ou farineuses. *Diploicia canescens* est présent sur la quasi-totalité du territoire français. Il est assez commun, sauf dans les régions sèches. C'est une espèce de lichen saxicole, mais aussi corticole, sur de vieux feuillus. Il peut également se développer sur d'autres substrats, comme du bois, de la mousse ou du verre. *Diploicia canescens* est une espèce nitrophile et assez résistante à la pollution. En effet, elle est sur la liste des espèces bio-indicatrices d'une pollution assez forte de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe D). Elle ne disparaît que lorsque la concentration en dioxyde de soufre est supérieure à 125 µg/m<sup>3</sup> d'air.

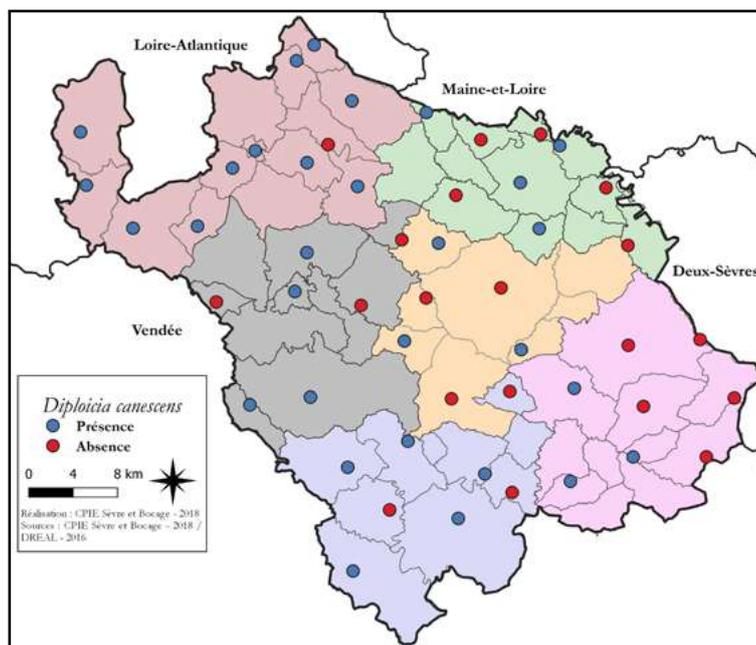
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 10,9 %  
**Statut sur le PBV :** Assez rare  
**Contribution spécifique :** 1,46 %

Présente sur 60 % des stations (30 communes sur 50), *Diploicia canescens* est pourtant une espèce avec une fréquence assez rare. Sur le Pays du Bocage Vendéen, elle a en effet été identifiée sur seulement 70 arbres, soit à peine 30 % des 250 arbres échantillonnés. Au maximum, environ 13 % des faces nord et est ont présenté cette espèce sur les écorces des troncs. Seule la commune de Treize-Septiers ne comportait pas *Diploicia canescens* sur la communauté de communes des Terres de Montaigu.

### L'INFO EN +

*Diploicia canescens* donne différentes réactions aux produits de détermination utilisés en lichénologie. Elle ne réagit pas à l'eau de javel (C-), au duo potasse/eau de javel (KC-), ni à la paraphénylènediamine (P-). Cependant, le thalle donne une coloration jaune puis brune avec de la potasse (K+).



# *Evernia prunastri* (L.) Ach.

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Fruticuleux

**Statut de conservation en France :**  
LC



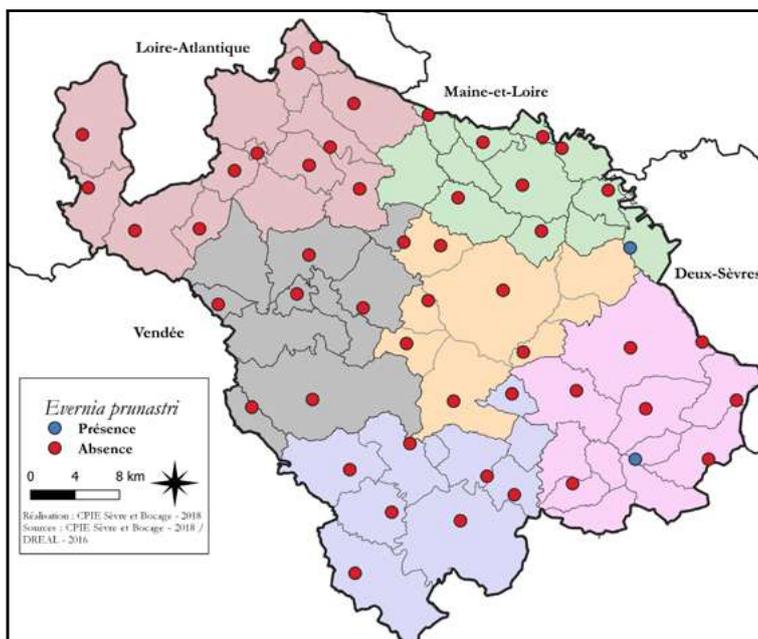
*Evernia prunastri* (L.) Ach.

Espèce très commune dans toute la France, hormis les hautes montagnes et les zones trop sèches, *Evernia prunastri* est un lichen fruticuleux principalement corticole, mais qui peut se développer rarement sur du bois, des roches ou sur de la terre. On le retrouve sur des arbres isolés ou dans des forêts claires, sur des feuillus ou des conifères. Espèce bio-indicatrice de la classe E de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, sa présence nous renseigne sur une éventuelle pollution moyenne au dioxyde de soufre. En effet, elle disparaît des zones où la concentration de ce polluant est supérieure à  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air. Le thalle fruticuleux de cette espèce présente des lanières pouvant être de 5 millimètres de largeur. On peut observer des soralies sur la face supérieure et sur les bords des ramifications. Enfin, le cortex du thalle prend une coloration jaune après l'application de potasse ( $\text{K}^+$ ).

## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 0,4 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,05 %

*Evernia prunastri* n'a été présente que sur 4 faces d'arbres pendant les inventaires, d'où sa fréquence spécifique très faible et son classement dans la catégorie des espèces très rares sur le Pays du Bocage Vendéen. Les individus échantillonnés étaient sur deux chênes de la station de Mallièvre dans la communauté de communes du Pays de Mortagne, et sur deux tilleuls de la station de La Meilleraie-Tillay (Pays de Pouzauges). Deux des 4 faces où cette espèce a été contactée étaient orientées vers le nord.



## L'INFO EN +

Pouvant être confondue avec les lichens du genre *Ramalina*, *Evernia prunastri* se différencie par la couleur du thalle. Ce dernier possède la face supérieure vert-jaune et la face inférieure blanche quand les espèces de *Ramalina* ont les deux faces du thalle vertes.



## Flavoparmelia sp.

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
∅

Ce genre regroupe deux espèces de lichens foliacés : *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale et *Flavoparmelia soredians* (Nyl.) Hale. Ces deux espèces ont un thalle vert-jaune, avec des lobes arrondis. Les apothécies sont rares chez les deux espèces, et elles ne possèdent pas d'isidies. Ces espèces sont nitrotolérantes et sont listées dans la classe F de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, correspondant à une pollution faible en dioxyde de soufre. Elles se développent sur les mêmes substrats, sont corticoles, principalement sur des feuillus, mais également saxicoles. Ces deux espèces sont absentes des zones de hautes montagnes et des régions froides. *Flavoparmelia caperata* est présente dans toute la France et très commune alors que *Flavoparmelia soredians* l'est un peu moins.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

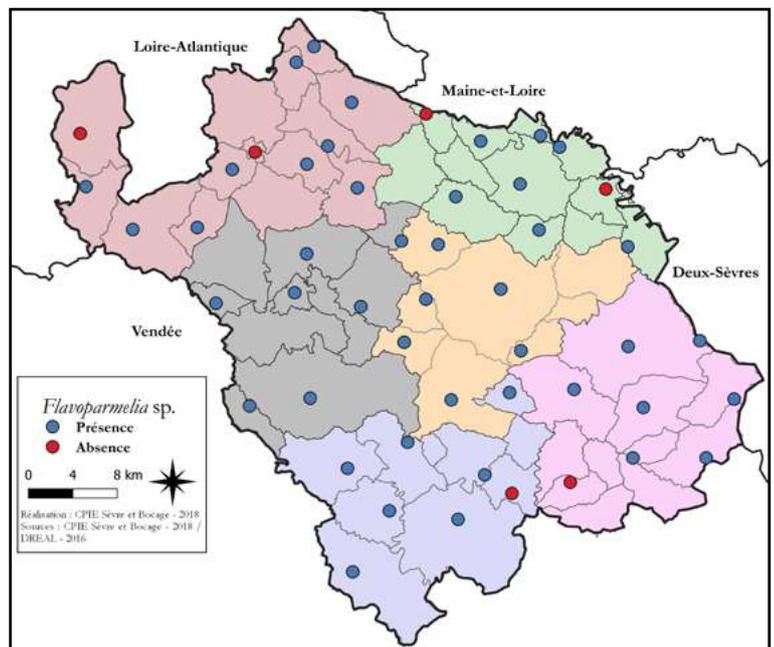
**Fréquence spécifique :** 53,4 %  
**Statut sur le PBV :** Commun  
**Contribution spécifique :** 7,15 %

Les deux espèces étant observables sur le territoire et tous les *Flavoparmelia* présents n'ayant pu être testés, le choix a été fait de ne présenter les résultats qu'au rang du genre.

Seules 6 stations n'étaient pas colonisées par des *Flavoparmelia*. Ce genre commun sur le Pays du Bocage Vendéen a colonisé 73 % des arbres inventoriés (182 arbres), dont 70 % des tilleuls et 77 % des érables. De plus, la face nord des arbres semble être moins colonisée par les espèces de ce genre que les autres faces.

### L'INFO EN +

La différence entre ces deux espèces du genre *Flavoparmelia* se fait par trois principaux critères. *Flavoparmelia soredians* possède des lobes plus petits et des soralies farineuses quand *Flavoparmelia caperata* présente des lobes plus larges et des soralies granuleuses. La médulle du thalle de *Flavoparmelia soredians* se colore en jaune puis en rouge avec de la potasse (K+) alors que celle de *Flavoparmelia caperata* reste jaune.



# *Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) Mayrhofer & Moberg

Famille :  
Physciaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

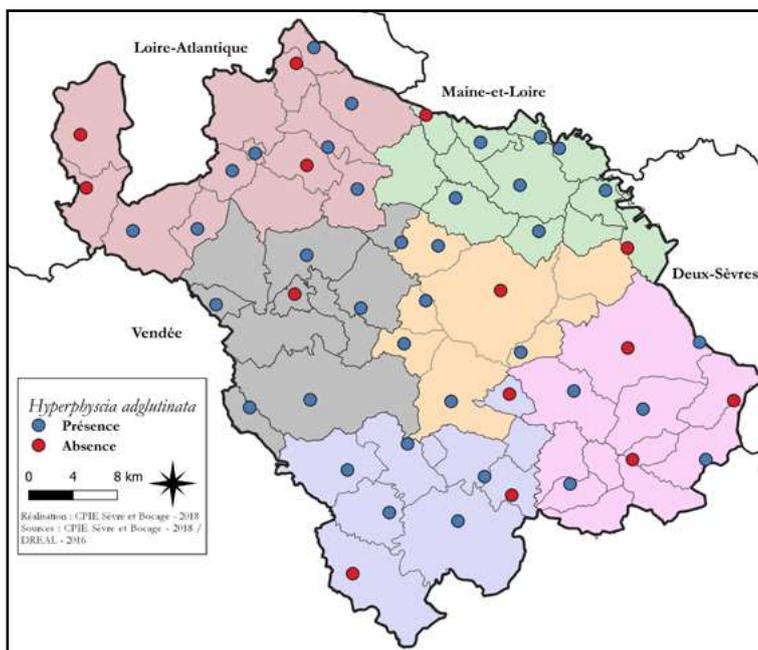


*Hyperphyscia adglutinata* est la seule espèce du genre du même nom observable en France. Présente dans toute la France, sauf dans les zones de hautes montagnes, elle est commune dans le Midi. Elle peut se développer sur l'écorce de troncs, de branches ou de branchettes de feuillus isolés ou dans des forêts claires. Elle est rarement sur des conifères, des roches ou sur du bois. C'est une espèce nitrotolérante ; elle supporte en effet, des concentrations en azote importantes dans le milieu. Le thalle foliacé d'*Hyperphyscia adglutinata* ne réagit à aucun réactif de détermination. Ce thalle est en forme de rosette d'un vert brunâtre et ne dépasse pas les 1,5 centimètres de diamètre. Les apothécies sont rares, mais les soralies sont de plus en plus nombreuses à mesure que le thalle devient âgé.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 48,4 %  
Statut sur le PBV : Assez commun  
Contribution spécifique : 6,48 %

Proche des 50 % de fréquence spécifique, *Hyperphyscia adglutinata* est considérée comme une espèce assez commune dans le Pays du Bocage Vendéen. On la retrouve sur 36 stations et sur 62 % des arbres inventoriés durant ce projet. Une grande majorité des érables a été colonisée par cette espèce (75 %). 53 % des faces des arbres orientées au sud présentaient l'espèce contre seulement 40 % des faces au nord. Enfin, elle fait partie des espèces identifiées sur au moins 4 arbres sur 5, lorsque elle était observée sur une station.



## L'INFO EN +

*Hyperphyscia adglutinata* peut également parfois être foliicole, c'est-à-dire que cette espèce se développe sur des feuilles d'arbres ou d'arbustes. Dans ce cas, ce sont surtout des feuilles de buis qui sont utilisées comme substrat.



## *Hypotrachyna* sp.

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
∅

Deux espèces sont considérées dans ce genre sur ce projet : *Hypotrachyna afrorevoluta* (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow et *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale. Le thalle de ces deux espèces est de couleur grise, avec rarement des apothécies. On trouve cependant des soralies, qui sont marginales, farineuses et peu développées chez *Hypotrachyna revoluta* et plutôt au centre pour *Hypotrachyna afrorevoluta*. Les lobes retournés vers le substrat sont dits révolutés. Une des différences entre ces deux espèces se fait au niveau de la face inférieure du thalle. Pour *Hypotrachyna revoluta*, celle-ci est mate avec des rhizines courtes, fourchues, peu ramifiées et absentes des lobes avec des soralies. Chez *Hypotrachyna afrorevoluta*, la face inférieure est brillante, de couleur noire, avec des rhizines longues, noires et simples ou ramifiées irrégulièrement. Ces deux espèces sont présentes presque partout en France, hormis en Corse. Elles sont néanmoins plus communes dans l'ouest qu'en région méditerranéenne. Enfin, elles sont principalement corticoles, mais peuvent se développer sur du bois ou des roches.

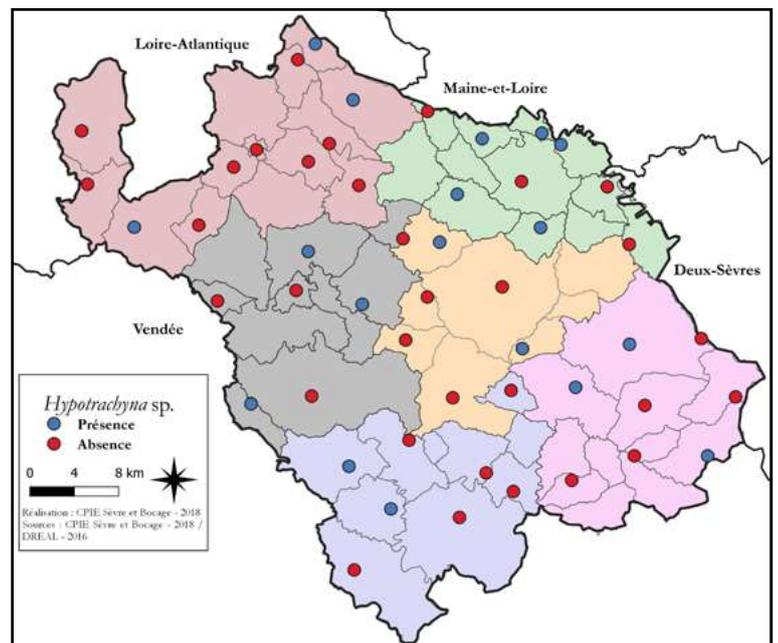
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 16,1 %  
**Statut sur le PBV :** Assez rare  
**Contribution spécifique :** 2,16 %

*Hypotrachyna* sp. est un taxon avec une fréquence spécifique assez rare sur le Pays du Bocage Vendéen. Seulement 18 stations réparties un peu partout sur le territoire présentaient ce genre de lichen. 62 arbres, soit un quart des arbres inventoriés ont été colonisés par une et/ou deux espèces d'*Hypotrachyna*. On retrouve notamment parmi ces arbres 36 tilleuls et 16 érables. Comme pour les *Flavoparmelia*, la différenciation entre les deux espèces aurait été trop chronophage dans le cadre de ce projet.

### L'INFO EN +

*Hypotrachyna revoluta* est une espèce poléo-sensible. Elle est parmi la liste des nombreuses espèces de la classe F de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond. Sa présence nous renseigne sur l'état d'une pollution faible au dioxyde de soufre dans l'air.



## ***Lecanora* sp.**

**Famille :**  
***Lecanoraceae***

**Type de thalle :**  
***Crustacé***

**Statut de conservation en**  
**France :**  
**∅**



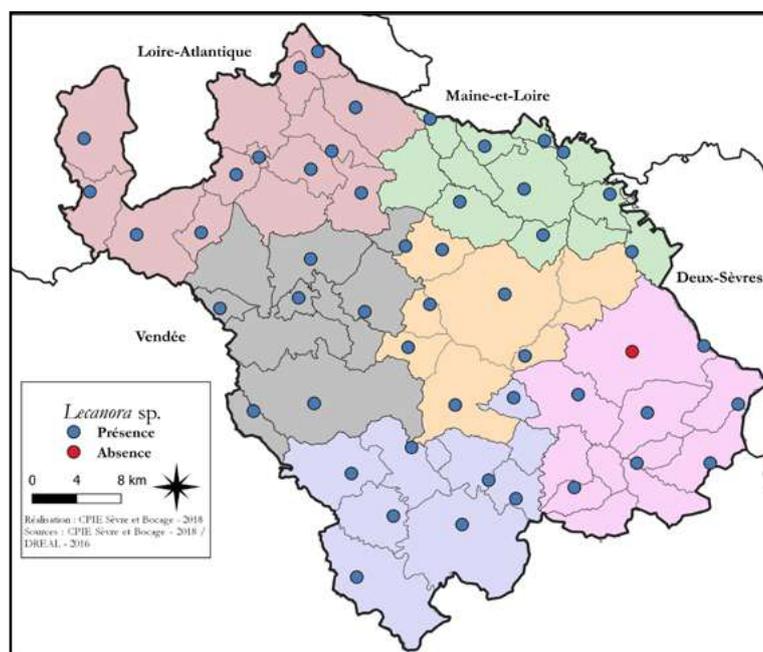
***Lecanora* sp.**

Ce genre regroupe de nombreuses formes de lichens à thalle crustacé, pouvant coloniser divers substrats comme des roches ou des écorces d'arbres. Certaines espèces sont considérées comme très poléo-tolérantes. Par exemple, *Lecanora conizaeoides* Cromb., qui fait partie des espèces de lichens pouvant supporter les plus fortes concentrations en dioxyde de soufre dans l'air. Elle est dans la liste de la classe B de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, correspondant à une pollution très forte. *Lecanora expallens* Ach. est présente lors de pollution forte de l'air, et fait également partie des espèces de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, cette fois-ci dans la classe C. Le nom de ce genre de lichen provient de la forme des apothécies présentes sur le thalle. Ces organes sont des apothécies dites lécanorines, c'est-à-dire avec un rebord de la même couleur que le thalle. Certaines espèces peuvent posséder des soralies mais jamais d'isidies.

## **LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique : 75,7 %**  
**Statut sur le PBV : Très commun**  
**Contribution spécifique : 10,14 %**

Ce taxon a la seconde plus forte fréquence spécifique (75,7 %), derrière *Punctelia* sp. (76,2 %). 93 % des arbres possédaient des *Lecanora* et, dans cette étude, un lichen sur dix environ est un *Lecanora*. La station de La Flocellière, à Sèvremont est la seule où ce genre n'a pas été observé.



### **L'INFO EN +**

La différence entre deux espèces dans ce genre de lichen crustacé peut être mince. Elle peut se faire par l'application de réactifs sur le thalle ou les apothécies, mais surtout par l'utilisation d'un microscope à lumière polarisée pour notamment observer la constitution des apothécies.



## *Lepraria incana* (L.) Ach.

**Famille :**  
Stereocaulaceae

**Type de thalle :**  
Crustacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

Le thalle de cette espèce est lépreux mais est généralement traité parmi les espèces à thalle crustacé. Ce lichen ne possède jamais d'apothécies et est composé de granules, de diamètre entre 50 et 120 micromètres. D'un gris-vert, les marges sont parfois mal délimitées. Commun en France, *Lepraria incana* est présent sur tout le territoire. On retrouve cette espèce sur les écorces des arbres ou sur des roches acides. Elle peut recouvrir de grandes surfaces et est généralement présente dans des endroits ombragés et à l'abri des pluies. Enfin, *Lepraria incana* fait partie des espèces de lichens qui supportent le mieux la pollution. En effet, espèce poléo-tolérante, elle est présente dans la classe C de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond.

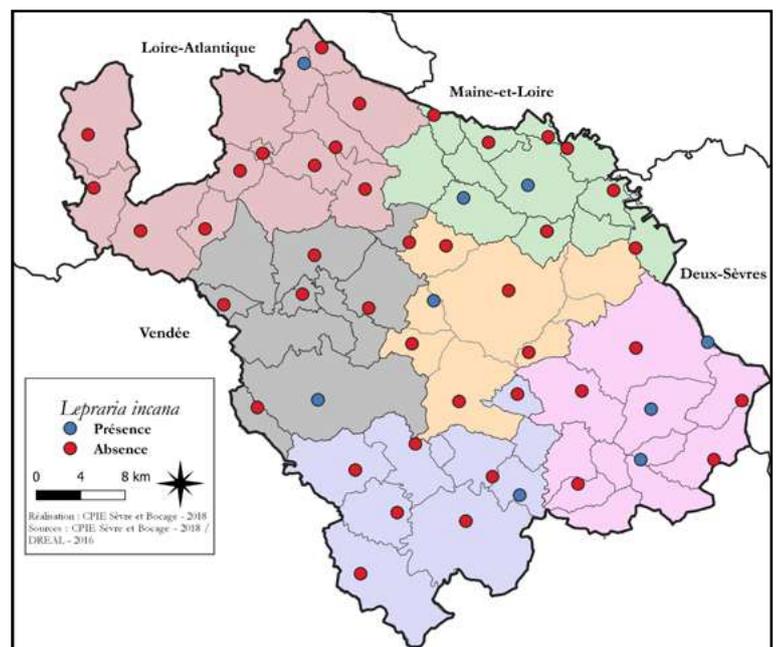
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 6,5 %  
**Statut sur le PBV :** Assez rare  
**Contribution spécifique :** 0,87 %

Espèce assez rare sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen, *Lepraria incana* a été identifiée sur 9 stations (La Verrie, La Bernardière, La Meilleraie-Tillay, Sigournais, Essarts-en-Bocage, Sèvremont, La Gaubretière, Mesnard-la-Barotière et Pouzauges) où les 4 faces des 5 arbres échantillonnés présentaient des individus de cette espèce. 12 % des arbres échantillonnés ont *Lepraria incana* sur leur écorce, soit 29 arbres, dont 26 tilleuls. Aucun charme, frêne et chêne n'avait ce lichen sur leur tronc.

### L'INFO EN +

*Lepraria incana* ne présente aucune réaction aux réactifs utilisés en lichénologie. Cependant, sous UV, une couleur orange pâle apparaît.

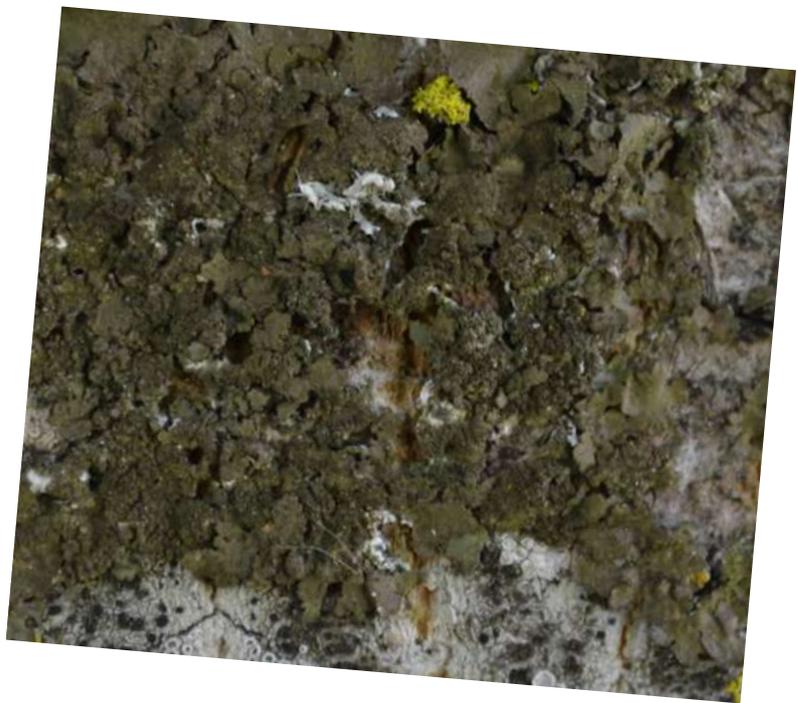


# Melanelixia glabratula (Lamy) Sandler & Arup

Famille :  
Parmeliaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

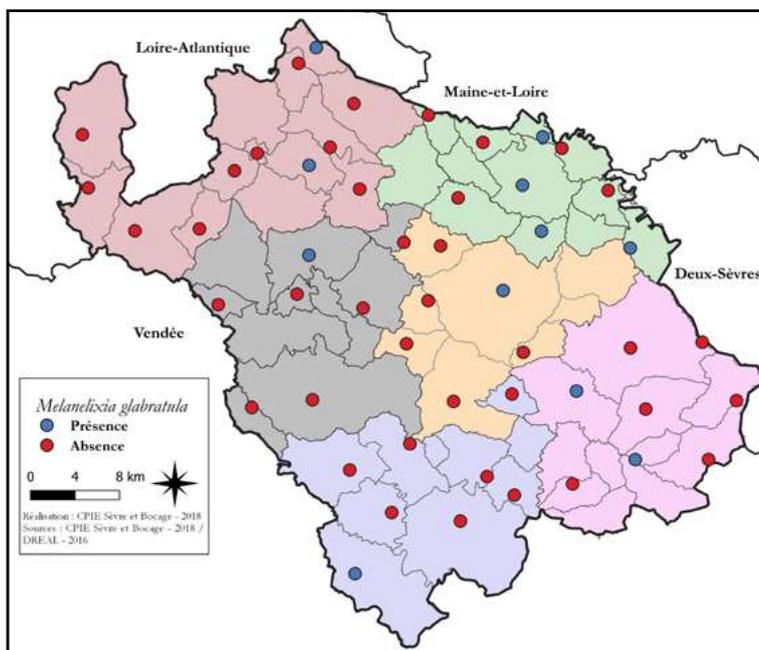


*Melanelixia glabratula* est une espèce de lichen foliacé commune en France et surtout dans les régions montagneuses. Ce lichen est poléo-sensible et ne supporte pas des concentrations trop élevées en dioxyde de soufre. Elle est parmi les espèces bio-indicatrices d'une pollution faible de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe F). De plus, cette espèce est peu ou modérément nitrophile et se développe sur les écorces lisses de feuillus et rarement sur des conifères, du bois ou des roches. Généralement, il s'agit d'arbres isolés ou présents dans des forêts claires. Le thalle de *Melanelixia glabratula* est de couleur brune à vert brunâtre sur la face supérieure et noire sur la face inférieure avec la présence de rhizines simples. Le thalle en rosette mesure au maximum 3 centimètres de diamètre et est très appliqué au substrat, à part à l'extrémité du thalle.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 5,3 %  
Statut sur le PBV : **Assez rare**  
Contribution spécifique : 0,71 %

11 stations présentent cette espèce, dont 4 dans la communauté de communes du Pays de Mortagne. Cette espèce est assez rare sur le Pays du Bocage Vendéen, avec en moyenne un peu plus de deux arbres colonisés par station où l'espèce avait été détectée. 27 arbres sur l'ensemble du territoire inventorié ont des individus de cette espèce.



## L'INFO EN +

Cette espèce de lichen réagit à différents réactifs. La médulle présente une couleur rouge après l'application d'eau de javel (C+) et du duo potasse/eau de javel (KC+).



## Melanelixia subaurifera (Nyl.) O. Blanco

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

*Melanelixia subaurifera*, comme *Melanelixia glabrata*, est assez sensible à la pollution. Il disparaît lorsque la concentration en dioxyde de soufre dépasse les 50 $\mu$ g/m<sup>3</sup> d'air. Ces deux espèces font partie de la classe F de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond. Cette espèce est très commune et présente sur tout le territoire français. On la retrouve sur des écorces principalement de feuillus, et plus rarement sur du bois, des roches ou de la mousse. Les arbres qu'elle colonise sont souvent isolés ou dans des forêts claires. *Melanelixia subaurifera* est aussi peu, voire pas, nitrophile et se développe dans des milieux humides. Le thalle de cette espèce est en forme de rosette, jusqu'à 10 centimètres de diamètre, et est bien appliqué sur le substrat. Il est brun cuivré, assez brillant et lisse. Des rhizines simples sont également présentes sur la face inférieure brune à noire du thalle. Enfin, la médulle et les soralies ne réagissent pas à la paraphénylènediamine (P-), ni à la potasse (K-), cependant, on aura l'apparition d'une tache rouge avec le mélange potasse/eau de javel (KC+) et une tache rouge carmin avec l'eau de javel seule (C+).

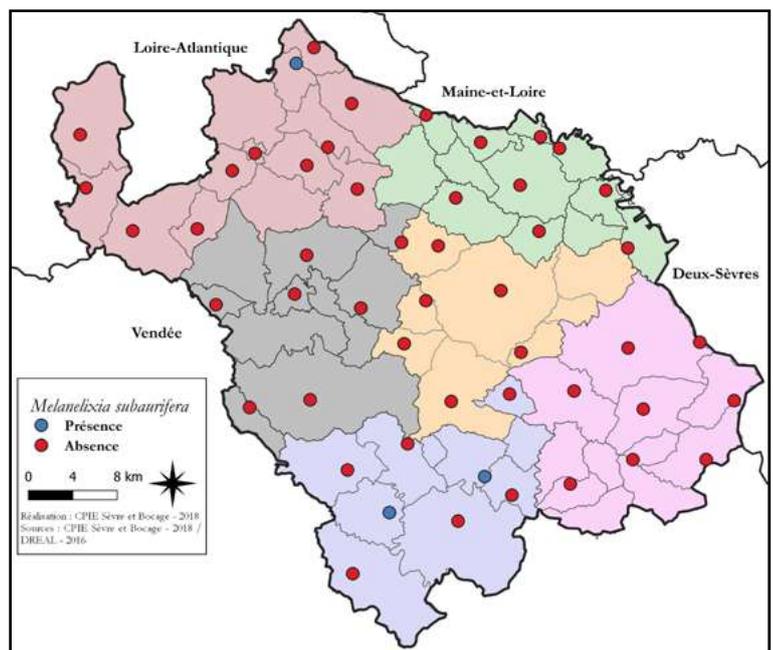
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 1,2 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,16 %

Espèce rare sur le Pays du Bocage Vendéen, *Melanelixia subaurifera* n'est présente que sur quelques stations. Il s'agit de trois stations dont deux dans la communauté de communes du Pays de Chantonay. Cette espèce a ainsi été identifiée sur un érable à La Bernadière, sur trois tilleuls à Saint-Germain-de-Prinçay, et sur 4 tilleuls à Saint-Hilaire-le-Vouhis. La face ouest n'a été colonisée par l'espèce qu'une seule fois sur les 12 au total.

### L'INFO EN +

*Melanelixia subaurifera* présente des isidies soralifères, le plus souvent agglomérées au centre du thalle. Ce sont ainsi des isidies qui forment de petites soralies. Après frottement, ces structures peuvent donner des plages jaunes.



# **Melanohalea elegantula** (Zahlbr.) O. Blanco et al.

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en**  
**France :**  
LC

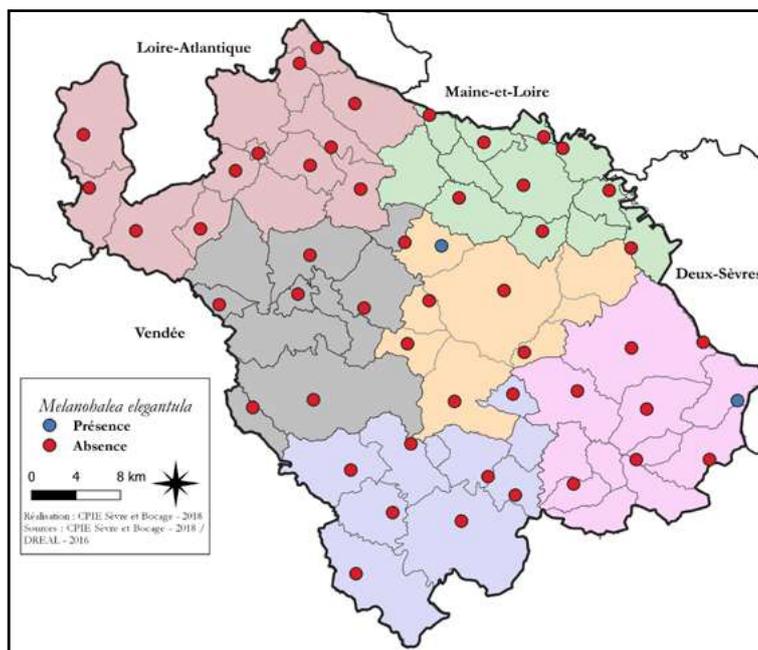


Le thalle foliacé de *Melanohalea elegantula* est brun-noir à brun-vert, avec une face inférieure plus claire et des rhizines simples. Ce thalle peut atteindre les 5 centimètres de diamètre et est bien appliqué sur le substrat. Les lobes sont plus ou moins plats et peuvent se chevaucher. Les apothécies sont assez rares et lorsqu'elles sont présentes, les disques ont des rebords isidiés. Les isidies que portent le thalle sont branchues à coralloïdes et sont plus nombreuses sur le centre du thalle. *Melanohalea elegantula* ne donne aucune réaction positive aux réactifs. Enfin, cette espèce est assez peu commune en France. Ce lichen se développe sur des feuillus ou des conifères, principalement sur de vieux arbres isolés.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 0,8 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,11 %

Considérée comme très rare ici, cette espèce de lichen foliacé n'est présente seulement que sur deux communes du Pays du Bocage Vendéen : Saint-Mesmin et Beaurepaire. Les individus ont tous été observés sur des tilleuls mais jamais au nord.



## L'INFO EN +

*Melanohalea elegantula* se différencie de *Melanohela exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al., par la forme des isidies. Pour la première, elles sont cylindriques à coralloïdes alors que les isidies de la seconde ne le sont pas et sont élargies au sommet.



## **Normandina pulchella (Borrer.) Nyl.**

**Famille :**  
Verrucariaceae

**Type de thalle :**  
Squamuleux

**Statut de conservation en France :**  
LC

*Normandina pulchella* est la seule espèce de lichen à thalle squamuleux répertoriée au cours du projet. Comme le nom l'indique, cette espèce produit des squamules, d'un à deux millimètres de large. Ces structures en forme d'écailles concaves sont d'un vert-gris avec un rebord plus pâle que le centre du thalle. La face inférieure de ce thalle est blanche. Ces squamules peuvent être éparpillées ou groupées, pouvant former parfois des colonies étendues. On peut retrouver des sorédies présentes sur les bords avant de couvrir l'ensemble de la surface des squamules. Il est possible également d'observer des périthèces entièrement noirs sur le thalle. Ces derniers peuvent être confondus avec les pycnides que produisent un champignon lichénicole de *Normandina pulchella* (qui se développe sur le lichen). Cette espèce à thalle squamuleux est commune, notamment dans les régions atlantiques mais absente des zones de hautes montagnes.

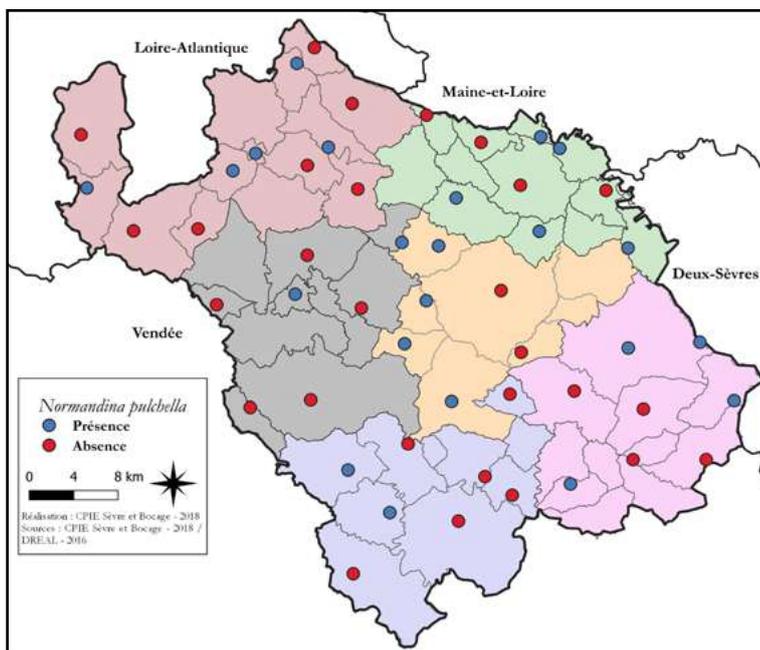
## **LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 12 %  
**Statut sur le PBV :** Assez rare  
**Contribution spécifique :** 1,61 %

Réparties sur l'ensemble du Pays du Bocage Vendéen, les stations où *Normandina pulchella* est présente sont au nombre de 22, soit 44 % des communes inventoriées. Sur les 59 arbres ayant cette espèce, 39 sont des tilleuls, 13 des érables, 6 des chênes et le dernier, un frêne. Parmi les 120 faces colonisées par *Normandina pulchella*, 50 sont orientées au nord, contre seulement 12 au sud.

### **L'INFO EN +**

*Normandina pulchella* se développe sur des milieux humides et peu ou pas nitrophiles. Elle est ainsi majoritairement sur des mousses qui poussent sur les arbres et est plus rarement lichénicole ou saxicole.



# *Parmelia sulcata* Taylor.

Famille :  
Parmeliaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC



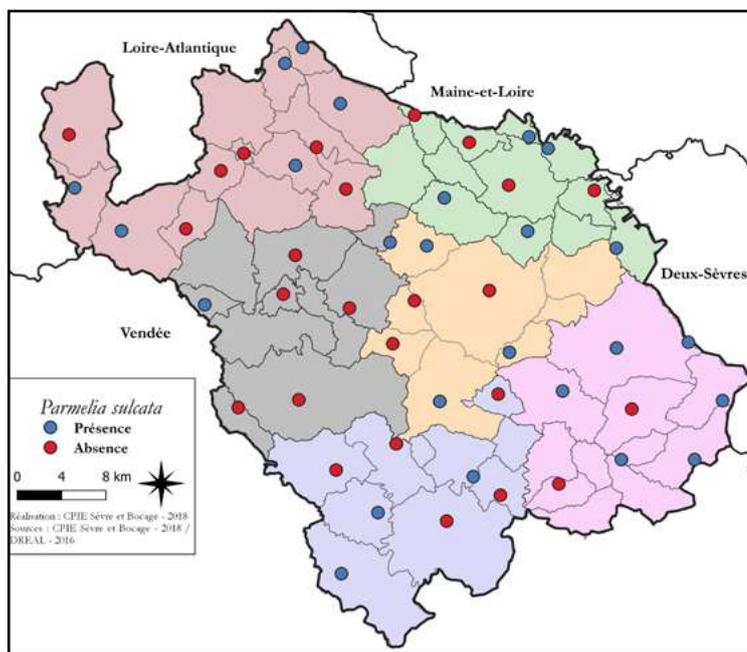
*Parmelia sulcata* Taylor.

*Parmelia sulcata* est une espèce très commune dans toutes les régions de France. Elle se développe principalement sur l'écorce des arbres, notamment les troncs et les branches de feuillus. Des formes légèrement différentes peuvent pousser sur du bois ou des roches. On peut la retrouver dans des milieux non ou peu nitrophiles, mais plus généralement dans des endroits aux conditions assez variables. *Parmelia sulcata* peut être confondue avec *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., néanmoins, la première possède des soralies situées le long d'un réseau de rides blanches, alors que la seconde développe des isidies. Les apothécies à disque rouge-brun sont rares sur ce thalle foliacé. Formant souvent des rosettes de 10 centimètres de diamètre, *Parmelia sulcata* possède des lobes qui sont découpés aux extrémités. Enfin, la médulle et les soralies ne réagissent pas à l'eau de javel (C-), alors que le duo potasse/eau de javel donne une couleur orange (KC+) comme la paraphénylènediamine (P+). L'application de potasse sur le thalle donne une coloration jaune qui varie lentement vers l'orange et le rouge (K+).

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 8,5 %  
Statut sur le PBV : Assez rare  
Contribution spécifique : 1,14 %

Sur le Pays du Bocage Vendéen, *Parmelia sulcata* est considérée comme une espèce assez rare. Sur les 50 stations inventoriées, la moitié présente cette espèce de lichen. La communauté de communes de Saint-Fulgent-les Essarts ne possède qu'une station avec *Parmelia sulcata*, sur la commune de La Copechagnière. En moyenne, plus de 2 arbres étaient colonisés par ce lichen lorsqu'il avait été identifié sur une station. Enfin, 58 arbres présentent *Parmelia sulcata*, dont 41 tilleuls.



## L'INFO EN +

*Parmelia sulcata* est une espèce bio-accumulatrice de métaux lourds et bio-indicatrice d'une pollution moyenne dans l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe E).



## *Parmelina pastillifera* (Harm.) Hale

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

Avec un diamètre maximal de 10 centimètres, le thalle foliacé de *Parmelina pastillifera* est gris-bleu et lisse. Celui-ci est bien appliqué sur le substrat et présente des lobes arrondis, quelquefois divisés en lobules. Le thalle est très rarement fertile et les apothécies ne dépassent pas les 7 millimètres de diamètre. Les disques sont d'un brun-rouge. Ce lichen est reconnaissable par des points noirs sur le thalle, qui correspondent aux isidies, en forme de boutons. La médulle du thalle de *Parmelina pastillifera* présente une coloration rouge lorsque de l'eau de javel y est appliquée (C+). Cette espèce est assez peu commune et est plus généralement située dans les zones montagneuses. Uniquement corticole, *Parmelina pastillifera* se développe sur des feuillus isolés ou dans des forêts claires. Enfin, elle est peu ou pas nitrophile.

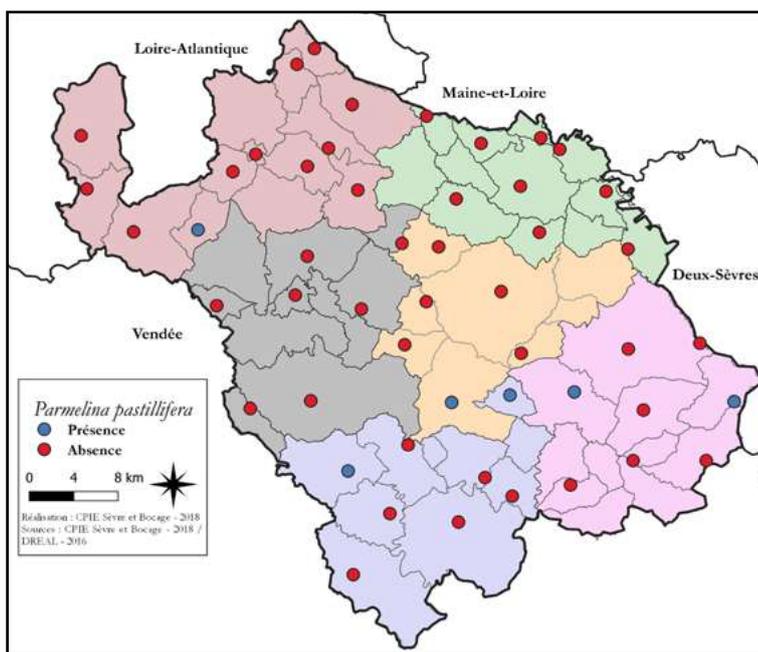
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 1,1 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,15 %

*Parmelina pastillifera* est une espèce rare sur le Pays du Bocage Vendéen. Elle n'est présente que sur 11 faces, dont 6 orientées à l'ouest. Ce dernier chiffre correspond également à la quantité de stations avec cette espèce dans le bocage. Il s'agit des communes de Rochetrejoux, L'Herbergement, Saint-Mesmin, Saint-Martin-des-Noyers, Le Boupère, et Mouchamps. Enfin, *Parmelina pastillifera* n'a colonisé qu'un seul arbre sur chaque commune, dont 5 érables. Les communautés de communes du Pays de Mortagne et du Pays de Saint-Fulgent-les-Essarts n'ont pas cette espèce sur leur territoire.

### L'INFO EN +

Deux espèces de *Parmelina* ont été identifiées durant le projet. *Parmelina tiliacea* se différencie par des isidies globuleuses ou ramifiées de couleur brune alors que celles de *Parmelina pastillifera* laissent des cicatrices lorsqu'elles sont cassées.



# *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale

Famille :  
Parmeliaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC



*Parmelina tiliacea* est une espèce commune, présente dans toute la France. Principalement corticole, elle se développe comme *Parmelina pastillifera*, sur des feuillus isolés ou dans des forêts claires. Cependant, elle peut être observée sur des rochers ou des blocs. C'est une espèce nitrotolérante. Son thalle est bleu-gris, lisse et avec quelquefois de la pruine. Ses lobes sont arrondis et deviennent plus entaillés vers l'extrémité du thalle. Les isidies sont de couleur brune, globuleuses ou ramifiées. À l'inverse de *Parmelina pastillifera*, les isidies ne laissent pas de cicatrice sur le thalle lorsque celles-ci sont enlevées. La face inférieure du thalle est noire avec des rhizines simples. Les apothécies, avec des disques de couleur brun-rouge, sont rarement présentes. Enfin, la médulle de *Parmelina tiliacea* se colore d'un rose vif avec de l'eau de javel (C+).

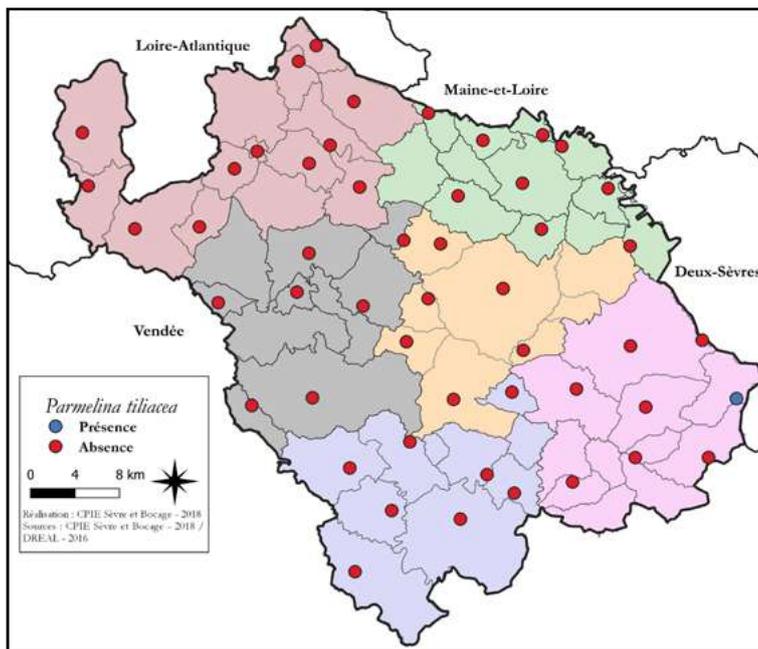
## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 0,1 %

Statut sur le PBV : Très rare

Contribution spécifique : 0,01 %

*Parmelina tiliacea* n'a été observé que sur une seule face, sur un seul arbre et dans une seule commune : sur la face ouest, d'un tilleul à Saint-Mesmin. Avec le genre *Usnea*, cette espèce est celle avec la fréquence spécifique la plus faible.



## L'INFO EN +

*Parmelina tiliacea* et *Parmelina pastillifera* sont deux espèces de lichen bio-indicatrices, faisant parties de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe F). Leur présence indique une pollution faible en dioxyde de soufre.



## Parmotrema sp.

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
∅

Encore une fois, 2 espèces sont ici regroupées sous ce genre. Il s'agit de *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy et de *Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy. Ces deux espèces à thalle foliacé de couleur grisâtre, appartiennent à la dernière classe de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, qui correspond à une pollution très faible en dioxyde de soufre (classe G). *Parmotrema reticulatum* est assez peu rare en France quand *Parmotrema perlatum* est commune à part dans les zones montagneuses. Ces deux espèces sont non nitrophiles et se développent sur des écorces de feuillus, et plus rarement sur des conifères. Elles peuvent également être muscinales, lignicoles ou saxicoles. Elles forment des thalles pouvant aller jusqu'à 20 centimètres de diamètre. La face inférieure de leur thalle est noire au centre avec des rhizines simples. Enfin, les apothécies sont rares ou absentes.

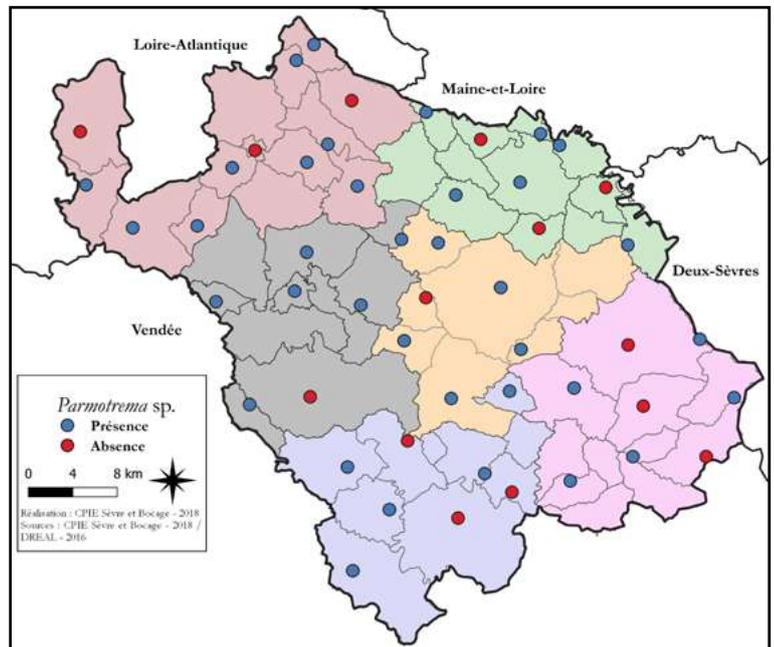
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 25,7 %  
**Statut sur le PBV :** Assez commun  
**Contribution spécifique :** 3,44 %

Ce genre, et les deux espèces qui le composent, est assez commun sur le Pays du Bocage Vendéen, aussi bien en termes de faces d'arbres colonisées (257 faces), d'arbres (118) que de stations (36). Chaque communauté de communes possède au moins 4 stations avec ce genre de lichen foliacé. Quand ce taxon était identifié lors d'un inventaire, il était présent en moyenne sur plus de 3 arbres sur 5.

### L'INFO EN +

*Parmotrema perlatum* possède de nombreuses soralies à l'extrémité du thalle sur le bord des lobes et des cils noirs sur le pourtour du thalle. *Parmotrema reticulatum*, quant à lui, a des soralies sur le centre du thalle et des macules en réseau sur la face supérieure (visibles à la loupe).



# *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg

Famille :  
Physciaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

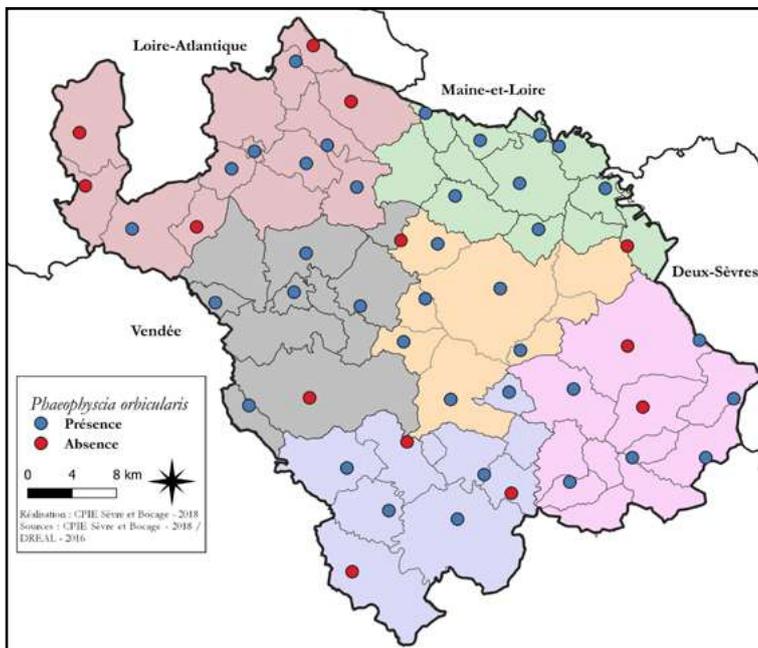


*Phaeophyscia orbicularis* est une espèce de lichen foliacé très commune en France, sur tout le territoire. Elle se développe principalement sur l'écorce des arbres mais peut être présente sur des supports artificiels, des roches, du bois ou de la mousse. Elle est nitrophile mais aussi poléo-tolérante. Elle fait notamment partie des espèces pouvant supporter une concentration en dioxyde de soufre de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air. Elle se situe dans la classe D de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, représentant une pollution assez forte de l'environnement. Son thalle est de couleur variable entre le brun-gris, le vert et le marron, avec des tons orangés quelquefois. Il est de petite taille, d'un diamètre maximal de 3 centimètres. La face inférieure du thalle est noire, avec des rhizines de la même couleur pouvant dépasser les bords. Enfin, les apothécies sont peu fréquentes et les soralies recouvrent la partie centrale du thalle, voire tout le thalle.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 34,6 %  
Statut sur le PBV : Assez commun  
Contribution spécifique : 4,63 %

Sur les 50 stations inventoriées sur le Pays du Bocage Vendéen, 74 % présentaient *Phaeophyscia orbicularis* dans leur communauté lichénique. Cette espèce a une répartition assez commune sur le territoire, avec 346 faces sur les 1 000 observées. Parmi celles-ci, 102 étaient orientées vers le sud, quand seulement 70 l'étaient au nord. 135 arbres dont 64 tilleuls et 56 érables ont été colonisés par *Phaeophyscia orbicularis*. Sur environ 4 arbres sur 5, il était possible d'identifier cette espèce, lorsqu'elle était présente sur la station.



## L'INFO EN +

La médulle de *Phaeophyscia orbicularis* ne réagit pas à la potasse (K-). Cependant, les diverses petites zones orangées du cortex ou les soralies donnent une coloration pourpre avec ce même réactif (K+).

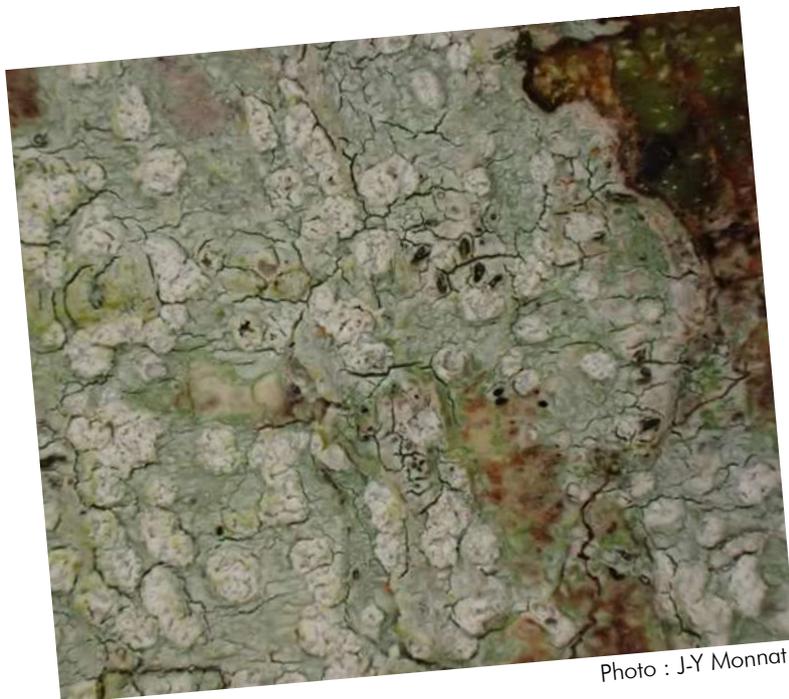


Photo : J-Y Monnat

## *Phlyctis agelaea* (Ach.) Flot.

**Famille :**  
Phlyctidaceae

**Type de thalle :**  
Crustacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

*Phlyctis agelaea* est un lichen crustacé, assez commun et présent partout en France, sauf dans les régions sèches. Cette espèce favorise les endroits humides et ombragés. Elle est également non nitrophile. On la retrouve sur les troncs de feuillus et très rarement sur des roches non-calcaires. Le thalle de ce lichen est gris-blanc ou gris cendré avec la présence fréquente d'une ligne hypothalline blanche. Le thalle est plus ou moins continu et de temps à autre fissuré. Ce thalle crustacé ne possède pas de soralies mais des apothécies qui sont regroupées dans des verrues fructifères, immergées dans le thalle et pruineuses. Les apothécies sont de couleur noire et regroupées par 3 ou 4. Elles font chacune entre 0,2 et 0,5 millimètres de diamètre. Enfin, *Phlyctis agelaea* donne une couleur jaune au contact de potasse (K+). Cette coloration vire au rouge après une demi-minute.

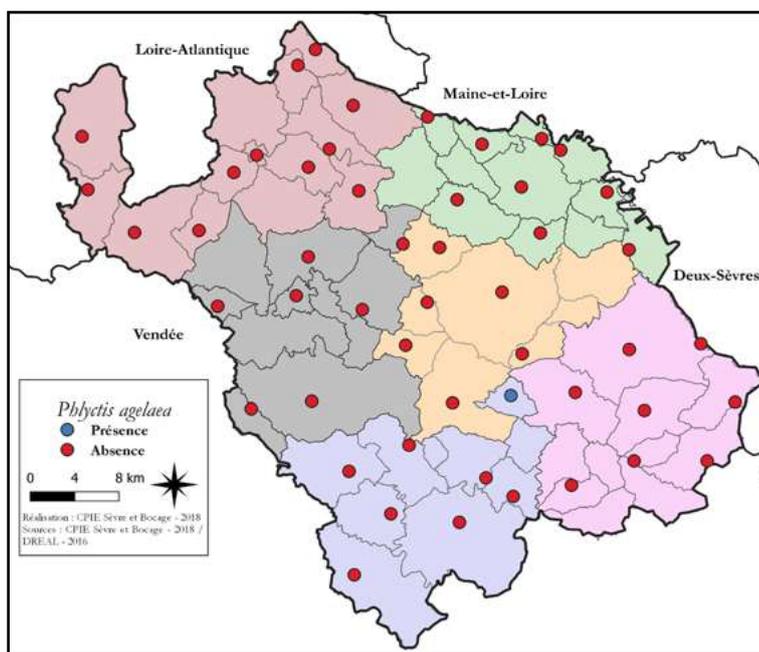
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 0,3 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,04 %

Cette espèce n'a été identifiée que sur une seule station, dans la commune de Rochetretjoux, dans le Pays de Chantonnay. Présente sur 3 faces de deux érables (deux orientées au nord et une vers l'est), *Phlyctis agelaea* est considérée comme très rare sur le Pays du Bocage Vendéen.

### L'INFO EN +

*Phlyctis agelaea* fait partie des deux espèces du genre *Phlyctis*, présentes en France. La seconde *Phlyctis argena* (identifiée également dans le projet) ne porte quasiment jamais d'apothécies mais au contraire des soralies qui recouvrent presque tout le thalle. *Phlyctis agelaea* est moins courante que *Phlyctis argena*.



## *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot.

Famille :  
*Phlyctidaceae*

Type de thalle :  
Crustacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

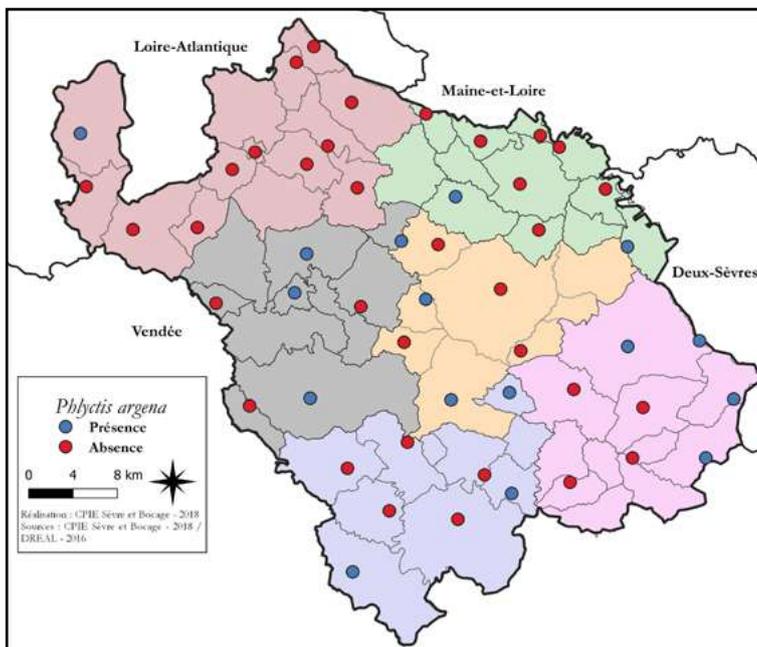


Présente dans toute la France et commune sur le territoire d'étude, *Phlyctis argena* est une espèce de lichen à thalle crustacé allant de blanc-gris à verdâtre. Ce thalle peut parfois recouvrir de grandes surfaces sur les écorces. On retrouve cette espèce sur les troncs ou les branches de feuillus comme de résineux. Elle est très rarement sur les roches. Les conditions dans lesquelles se développe *Phlyctis argena* sont assez variables ; c'est donc une espèce distribuée largement. Son thalle peut être lisse ou légèrement craquelé. Comme *Phlyctis agelaea*, cette espèce donne une coloration jaune puis rouge après l'application de potasse sur le thalle (K+). Après un contact avec de la potasse et de l'eau de javel, le thalle donne une couleur rouge sang (KC+) et orange avec de la paraphénylènediamine (P+). Le thalle n'est que très rarement fertile, c'est-à-dire avec des apothécies. Il est cependant, recouvert de soralies claires, sauf sur les bords.

### LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 8,8 %  
Statut sur le PBV : Assez rare  
Contribution spécifique : 1,18 %

Présente en petites quantités sur toutes les communautés de communes du Pays du Bocage Vendéen, *Phlyctis argena* est une espèce qui a été observée sur le plus grand nombre de stations dans le Pays de Saint-Fulgent-les Essarts et sur le Pays de Pouzauges (4 stations chacune). 16 communes ont ainsi présenté cette espèce, répartie sur 46 arbres dont aucun charme ni frêne, mais 23 tilleuls, 16 érables et 7 chênes. Sur les 88 faces colonisées par *Phlyctis argena*, 30 faces étaient orientées vers le nord.



### L'INFO EN +

*Phlyctis argena* est une espèce de lichen bio-indicatrice d'une pollution faible de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe F). Sa présence nous renseigne d'une qualité de l'air plutôt bonne.



***Physcia adscendens* H. Olivier /  
*Physcia tenella* (Scop.) DC.**

**Famille :**  
*Physciaceae*

**Type de thalle :**  
*Foliacé*

**Statut de conservation en  
France :**  
*LC / LC*

Ces deux espèces, appartenant au genre *Physcia* peuvent être régulièrement confondues. En effet, de jeunes individus de *Physcia tenella* encore non aboutis peuvent fortement ressembler à de vieux individus de *Physcia adscendens* érodés. Ainsi, toujours dans un souci de rigueur, ces deux espèces ont été regroupées dans cette étude. Leurs thalles sont gris, avec des cils marginaux pâles. La potasse fait apparaitre une tache jaune sur le cortex du thalle (K+) alors qu'aucune réaction n'est visible sur la médulle (K-). Ces deux lichens sont présents dans toute la France, *Physcia adscendens* y étant très commun et *Physcia tenella* assez commun. La différence entre ces deux espèces se fait au niveau de la forme des cils et des soralies. *Physcia adscendens* possède des lobes en forme de capuchons avec des soralies de même forme aux extrémités de ceux-ci. Alors que *Physcia tenella* présente des lobes plats avec aux extrémités, des soralies en forme de lèvres. De plus, *Physcia tenella* peut développer des apothécies, qui sont beaucoup plus rares chez *Physcia adscendens*. Enfin, ces deux espèces ont pour substrat l'écorce des arbres le plus souvent mais également des roches et du béton.

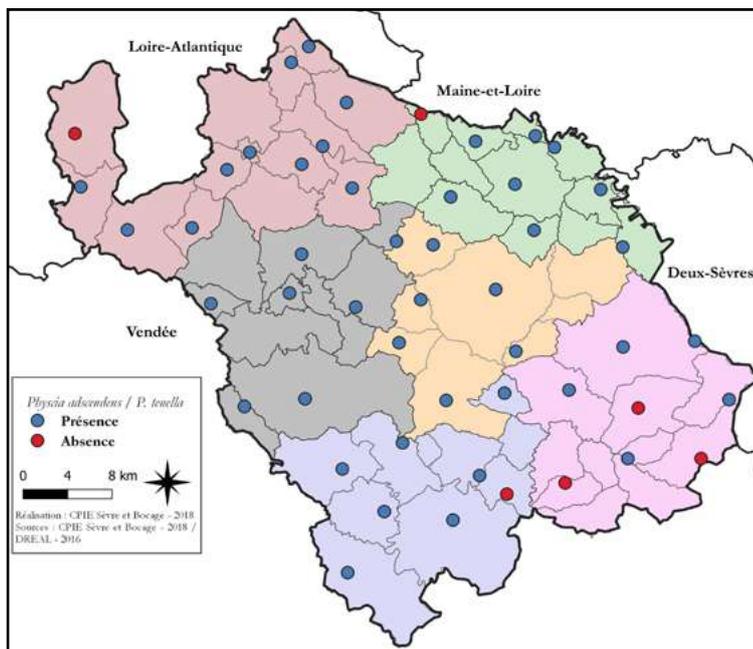
**LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 65,7 %  
**Statut sur le PBV :** Commun  
**Contribution spécifique :** 8,80 %

Ce groupe de deux espèces a colonisé 657 faces d'arbres sur les 1 000 inventoriées dans le Pays du Bocage Vendéen. Ce regroupement est donc commun sur le territoire, avec notamment une présence sur toutes les communes du Pays de Saint-Fulgent-les Essarts et celui des Herbiers. 194 arbres sur les 44 stations présentent au moins l'une des deux espèces.

**L'INFO EN +**

Ces espèces de lichen sont poléo-tolérantes. Elles sont toutes les deux présentes dans l'échelle de Van Haluwyn et Lerond en tant qu'espèces bio-indicatrices, *Physcia tenella* supportant une pollution assez forte (classe D) et *Physcia adscendens* se développant dans des milieux avec une pollution moyenne en dioxyde de soufre (classe E).



# *Physcia aipolia* (Humb.) Fűrnr

Famille :  
*Physciaceae*

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC



*Physcia aipolia* (Humb.) Fűrnr

*Physcia aipolia* est un lichen foliacé blanc à gris-bleuâtre. Il est généralement en forme de rosette pouvant atteindre 6 centimètres de diamètre. Ses lobes sont plats ou convexes et peuvent se chevaucher. La face inférieure est blanchâtre avec des rhizines de couleur foncée. *Physcia aipolia* produit des apothécies en nombre abondant sur son thalle. Elles sont très visibles car pouvant aller jusqu'à 2,5 millimètres de diamètre et avec des disques brun-noir. Ceux-ci sont souvent convexes et recouverts d'une pruine blanche. Le cortex et la médulle de ce lichen répondent positivement à la potasse en donnant une couleur jaune (K+). Ce lichen foliacé se retrouve généralement sur des arbres feuillus isolés ou dans des forêts claires, dans des zones légèrement nitrophiles. Cette espèce est plutôt commune et présente sur l'ensemble du territoire français.

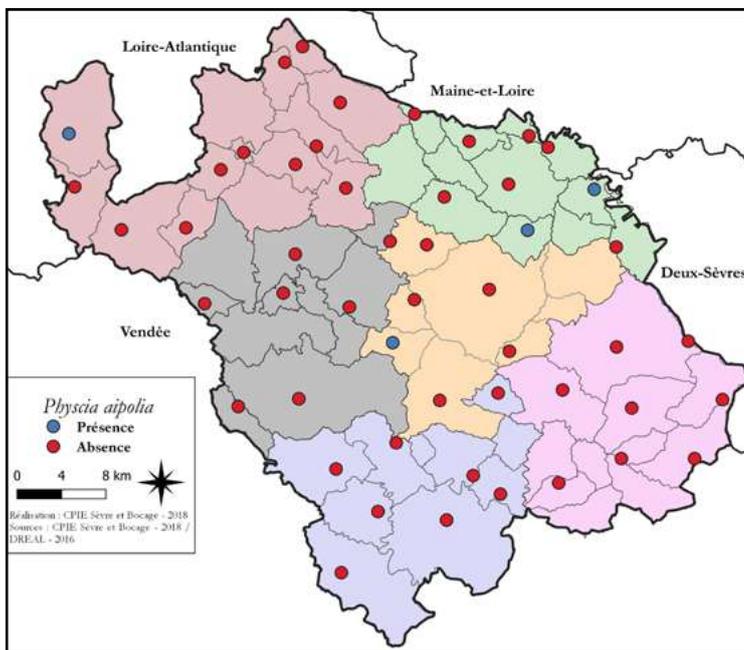
## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 1,3 %

Statut sur le PBV : Rare

Contribution spécifique : 0,17 %

*Physcia aipolia* est présente sur seulement 4 communes du Pays du Bocage Vendéen, dont 2 dans le Pays de Mortagne : Saint-Philbert-de-Bouaine, Vendrennes, Saint-Laurent-sur-Sèvre et Chambretaud. Dans cette dernière station, l'espèce est présente sur 9 faces, sur le total des 13 faces sur lesquelles elle a été identifiée sur l'ensemble du territoire. *Physcia aipolia* est donc identifiée comme un lichen rare dans cette étude. Parmi les 8 arbres colonisés, on trouve 7 érables et un tilleul.



## L'INFO EN +

*Physcia aipolia* fait partie des espèces bio-indicatrices de la dernière classe de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe G). Sa présence nous renseigne sur une pollution très faible de l'air et des concentrations en dioxyde de soufre inférieures à 40 µg/m<sup>3</sup> d'air.



***Physcia caesia*  
(Hoffm.) Fűrnr.**

**Famille :**  
*Physciaceae*

**Type de thalle :**  
*Foliacé*

**Statut de conservation en  
France :**  
*LC*

Espèce assez commune et présente dans toute la France, *Physcia caesia* possède un thalle foliacé, assez adhérent au substrat, et souvent en rosette. Ce thalle est gris-blanc et peut atteindre 6 à 7 centimètres de diamètre. Ce lichen produit peu d'apothécies qui sont donc généralement absentes. En revanche, on peut observer des soralies globuleuses d'un gris-bleu et d'une taille maximale de 2 millimètres de diamètre sur le centre du thalle. La face inférieure blanchâtre du thalle possède des rhizines brunes ou noires. A la loupe, sur les lobes du thalle, des macules peuvent être visibles. Comme pour *Physcia aipolia*, une couleur jaune apparaît lorsque de la potasse est déposée sur le cortex ou la médulle de *Physcia caesia* (K+). Enfin, cette espèce de lichen est nitrophile et assez tolérante à la pollution de l'air.

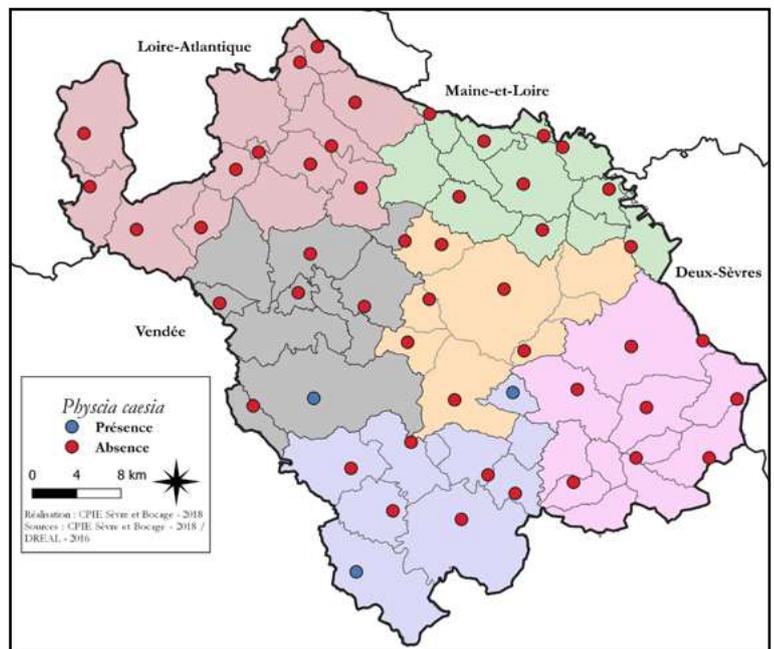
**LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 0,4 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,05 %

*Physcia caesia* est considérée comme très rare sur le Pays du Bocage Vendéen. Elle est présente uniquement sur 4 faces sur les 1 000 inventoriées. On la retrouve sur les faces sud et ouest d'un érable dans la commune de Rochetrejoux, sur la face sud d'un érable sur la station d'Essarts-en-Bocage, et enfin sur la face ouest d'un tilleul dans la commune de Bournezeau. Elle est donc présente dans deux stations du Pays de Chantonnay.

**L'INFO EN +**

*Physcia caesia* est un lichen principalement saxicole, notamment dans des milieux ouverts et exposés au soleil. Cependant, on peut retrouver des individus sur des substrats artificiels, des mousses et des écorces d'arbres, le plus souvent imprégnés de poussières.



# *Physcia clementei* (Turner) Lyngé

Famille :  
*Physciaceae*

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

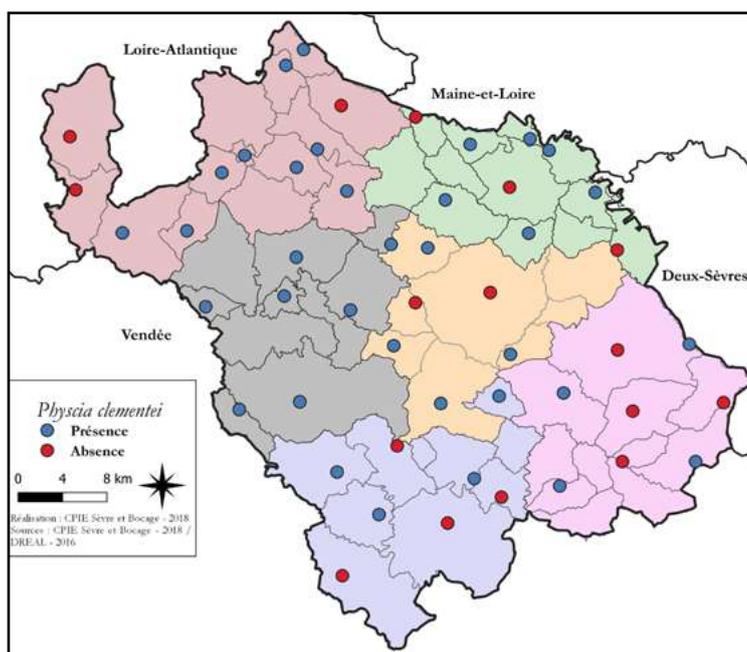


*Physcia clementei* est une espèce de lichen à thalle foliacé assez peu commune en France. Elle est présente à peu près partout, à l'exception des zones de hautes montagnes. Le thalle de ce lichen est gris clair et très appliqué sur le substrat. On le retrouve majoritairement sur les troncs ou les branches des arbres et rarement sur les parois rocheuses. Cette espèce se développe dans des milieux ensoleillés et peu nitrophiles. Le cortex et la médulle du thalle réagissent tous les deux positivement à la potasse avec l'apparition d'une couleur jaune (K+). Les lobes du thalle sont étroits, larges au maximum de 0,6 millimètres. Enfin, des apothécies peuvent quelquefois être présentes, avec des disques noirs et des rebords épais. Plus souvent développées que les apothécies, *Physcia clementei* présente des isidies soralifères, c'est-à-dire de petites soralies qui se développent sur l'extrémité d'isidies.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 31,4 %  
Statut sur le PBV : Assez commun  
Contribution spécifique : 4,21 %

*Physcia clementei* est une espèce assez commune sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen ; elle a été identifiée sur 314 faces d'arbres lors des inventaires. Absente de 16 stations, ce lichen est pourtant présent sur toutes les communes de la communauté de communes du Pays de Saint-Fulgent-les Essarts. Des individus ont pu être déterminés sur les 5 essences d'arbres échantillonnées, avec un total de 128 arbres colonisés par l'espèce.



## L'INFO EN +

Chaque individu de *Physcia clementei* ne fait pas plus de quelques centimètres de diamètre. Cependant, ils peuvent recouvrir de grandes surfaces lorsque plusieurs thalles se réunissent. On parle alors de coalescence des thalles.



## *Physcia leptalea* (Ach.) DC.

**Famille :**  
Physciaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

*Physcia leptalea* est un lichen foliacé, de forme arrondie ou irrégulière, de diamètre maximal de 4 centimètres. Ce lichen est une espèce commune sur toute la France, mais absente des zones de hautes montagnes. On la retrouve sur les troncs, branches ou rameaux de feuillus et plus rarement sur les roches et le bois. C'est une espèce assez peu ou pas nitrophile et sensible à la pollution. Son thalle est de couleur gris-blanc avec quelques macules (visibles à la loupe). La face inférieure de ce thalle est d'un gris pâle avec de rares rhizines. La particularité de ce lichen est la présence sur la face supérieure de longs cils de la même couleur que le thalle. *Physcia leptalea* ne possède pas de soralies mais de nombreuses apothécies, pouvant atteindre 3 millimètres de diamètre. Ces disques sont gris-bleu et légèrement pruneux. Enfin, le cortex du thalle foliacé réagit positivement avec la potasse par une couleur jaune (K+) mais négativement avec la médulle (K-).

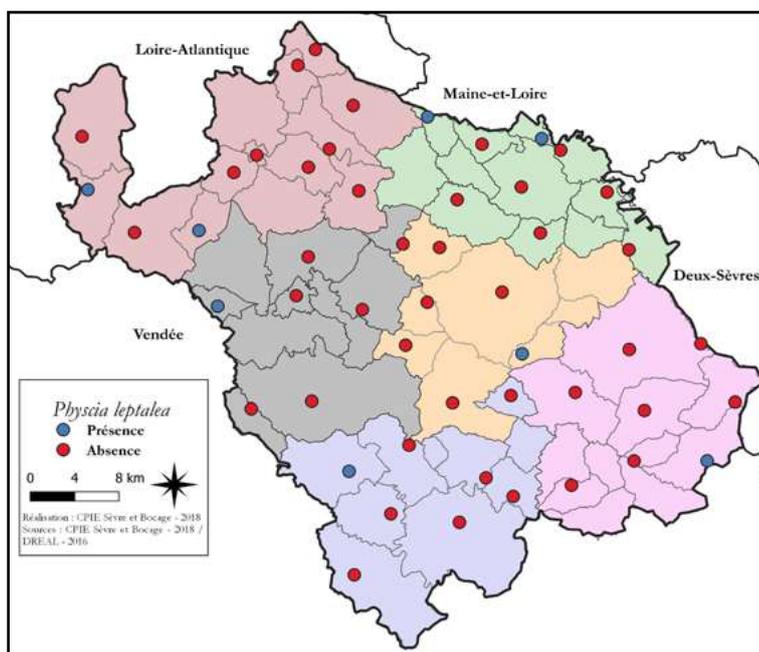
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 4,2 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,56 %

Au moins une station de *Physcia leptalea* est présente par communauté de communes, voire 2 sur le Pays de Mortagne et les Terres de Montaigu. Elle est classée comme une espèce rare sur le Pays du Bocage Vendéen, avec 42 faces colonisées dont 19 orientées vers le sud. Sur les 21 arbres inventoriés avec *Physcia leptalea*, un peu moins de la moitié sont des érables (10 arbres).

### L'INFO EN +

Très semblable à d'autres espèces de *Physcia*, *Physcia leptalea* se différencie de *Physcia adscendens* et *Physcia tenella* par des lobes munis de longs cils, et une apparence plus robuste, et de *Physcia aipolia* par une adhérence au substrat moins étroite que ce dernier.



# *Physcia stellaris* (L.) Nyl.

Famille :  
*Physciaceae*

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC



Photo : J-Y Monnat

*Physcia stellaris* est une espèce uniquement corticole, qui se développe sur des feuillus, au niveau du tronc, des branches ou branchettes. Les arbres sur lesquels se développe ce lichen sont souvent isolés, sur les bords de route ou dans des forêts claires. Cette espèce est donc héliophile mais également peu ou modérément nitrophile. *Physcia stellaris* ressemble beaucoup à une autre espèce de *Physcia* avec un thalle gris-blanc, également identifiée lors du projet, *Physcia aipolia*. Cependant, *Physcia stellaris* a un thalle plus petit (d'un diamètre maximal d'environ 3 centimètres contre 6 pour *Physcia aipolia*). De plus, *Physcia stellaris* est habituellement dépourvu de macules sur le thalle et sa médulle a une réaction négative à la potasse (K-), quand dans le même temps, la potasse produit une réaction jaune sur celle de *Physcia aipolia*. Enfin, les apothécies de *Physcia stellaris* sont abondantes sur le thalle, de taille variable, et avec des disques souvent pruineux.

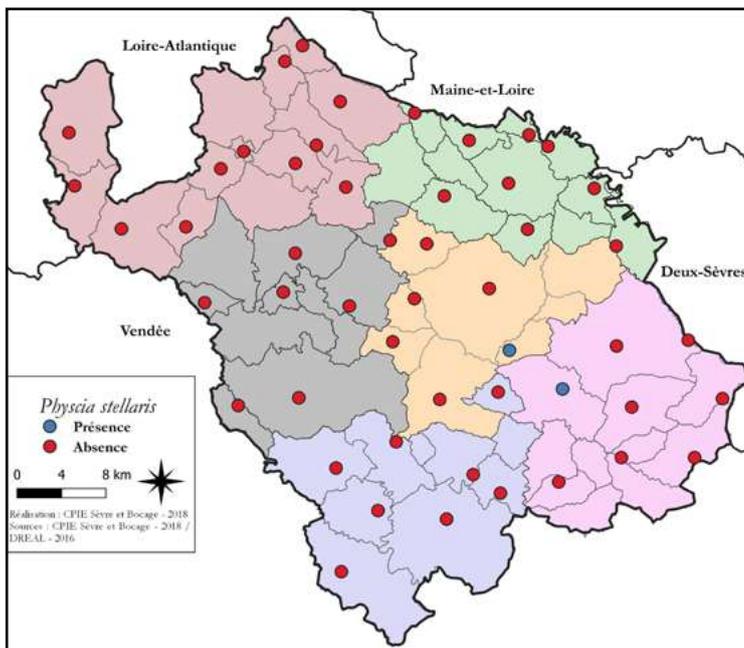
## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 0,3 %

Statut sur le PBV : Très rare

Contribution spécifique : 0,04 %

Présente sur seulement 3 faces d'écorces d'arbres, *Physcia stellaris* est une espèce très rare sur le Pays du Bocage Vendéen. On la retrouve sur deux faces ouest sur deux érables dans la commune du Boupère et sur la face sud d'un érable également sur la station de Saint-Paul-en-Pareds.



## L'INFO EN +

D'après le *Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine* de Claude Roux (2017), *Physcia stellaris* est une espèce présente dans une grande partie de la France, hormis les plaines et collines du Massif armoricain et du Midi. Toutefois, *Physcia stellaris* fait partie des deux espèces de lichen identifiées lors du projet et dont les derniers signalements en Vendée remontaient à quelques décennies.



## *Physcia tribacia* (Ach.) Nyl.

**Famille :**  
Physciaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

Espèce de lichen foliacé peu commune, elle est présente ponctuellement dans différentes régions françaises. Elle ne présente pas d'apothécies, ou très rarement. Les soralies sont marginales, c'est-à-dire sur le bord du thalle et peuvent se retrouver sur la face inférieure de celui-ci. *Physcia tribacia* développe un thalle formant un tapis gris clair, avec des lobes larges et plats. C'est une espèce nitrophile et héliophile. Les substrats sur lesquels peut croître *Physcia tribacia* sont les roches silicatées basiques, ou plus ou moins calcaires, mais également les troncs de feuillus comme des hêtres, des frênes, des chênes, ou des ormes. Lorsque ce lichen est très sorédié, avec de nombreuses soralies, il alors est très difficile de le différencier de *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau, une autre espèce de lichen du genre *Physcia*.

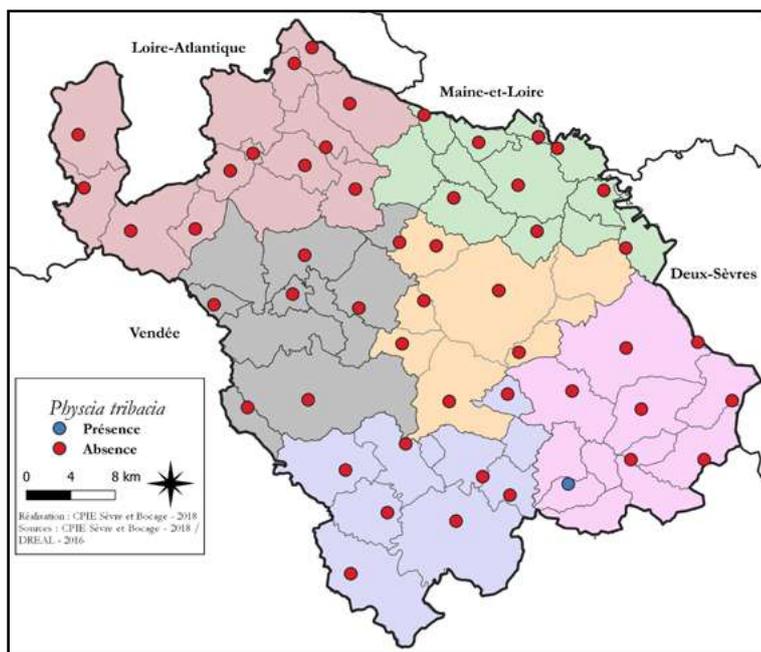
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 1,9 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,25 %

*Physcia tribacia* a la particularité de n'avoir été identifiée que sur une seule station dans le Pays du Bocage Vendéen, dans la commune de Chavagnes-les-Redoux dans le Pays de Pouzauges. Cependant, cette espèce est bien représentée sur les 5 tilleuls de la station, puisque présente sur 19 des 20 faces observées. Elle reste malgré tout une espèce plutôt rare sur le territoire.

### L'INFO EN +

De nombreux critères permettent d'identifier les différentes espèces appartenant au genre *Physcia*. Un de ceux-ci est la réaction du cortex et de la médulle à la potasse. Dans le cas de *Physcia tribacia*, la couleur jaune n'apparaît que sur le cortex (K+), et non sur la médulle (K-).



# *Physcia tribacioides* Nyl.

Famille :  
*Physciaceae*

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
NT

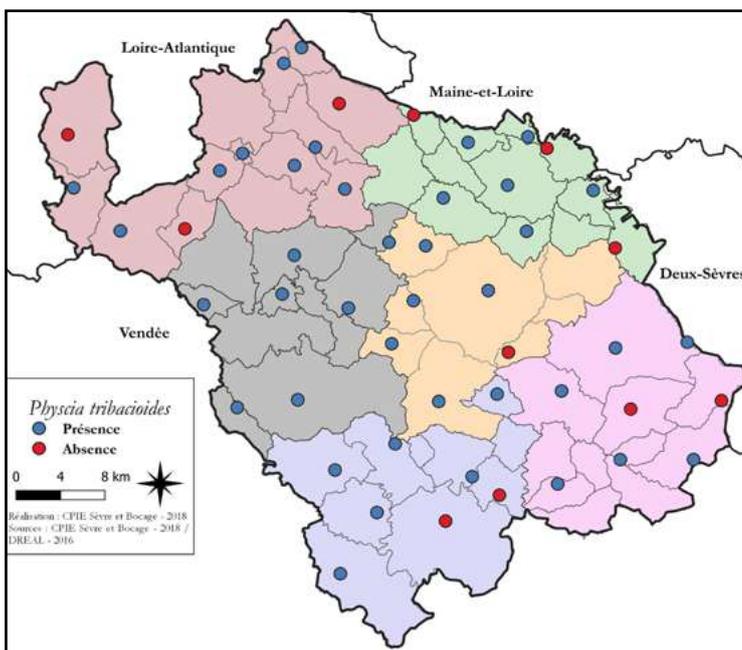


*Physcia tribacioides* est un lichen assez rare en France, puisqu'il a été identifié seulement dans quelques régions (Eure, Massif Armoricain, Poitou-Charentes, Lot et Aquitaine). On peut trouver cette espèce sur l'écorce de troncs d'arbres ou de branches, principalement sur des feuillus isolés. Elle est rarement saxicole, notamment sur des rochers littoraux et se développe dans des milieux humides et bien ensoleillés. On peut également caractériser cette espèce de nitrophile. *Physcia tribacioides* présente un thalle foliacé de forme variable, très appliqué au substrat. Avec une couleur grise clair, il possède des lobes assez courts. Les soralies sont pour la plupart liées à la face supérieure du thalle, et pouvant donner une couleur légèrement verte avec de l'eau. Les apothécies sont rares et ont des disques non pruineux. Enfin, le cortex et la médulle du thalle de *Physcia tribacioides* ne réagissent pas à l'eau de javel (C-) ni à la paraphénylènediamine (P-) mais une tache jaune apparaît avec de la potasse (K+).

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 32,2 %  
Statut sur le PBV : Assez commun  
Contribution spécifique : 4,31 %

Espèce assez commune sur le Pays du Bocage Vendéen, *Physcia tribacioides* est présente sur 322 faces d'arbres sur les 1000 observées. Elle a été identifiée sur 39 stations sur les 50 inventoriées, dont toutes les communes du Pays de Saint-Fulgent-les Essarts.



## L'INFO EN +

*Physcia tribacioides* est une espèce de lichen indicatrice du réchauffement climatique comme *Parmotrema reticulatum* par exemple. Une augmentation de son aire de répartition peut ainsi être envisageable (Stapper & John, 2015).



## **Physconia distorta (With.) Laundon**

**Famille :**  
Physciaceae

**Type de thalle :**  
Foliacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

Espèce de lichen commune, elle est présente dans toute la France. Le thalle foliacé de *Physconia distorta* peut aller de la forme d'une rosette à une forme assez irrégulière, et atteindre un diamètre de 10 centimètres. La couleur de ce lichen change en fonction de l'humidité du thalle, sec il est gris-brun alors qu'humide il est vert. Les lobes sont arrondis et souvent pruneux, plus généralement aux extrémités du thalle. La face inférieure est assez claire vers le bord alors qu'elle est plus foncée au centre. Les rhizines sont noires et en écouvillon. Les apothécies sont nombreuses et d'une taille maximale de 5 millimètres de diamètre. Elles sont d'une couleur sombre, le disque est souvent pruneux et le bord de celles-ci est parfois lobé. Le cortex et la médulle de *Physconia distorta* ne réagissent à aucun réactif. Enfin, on retrouve cette espèce de lichen sur des feuillus isolés ou dans des forêts peu denses, dans des conditions peu ou pas nitrophiles.

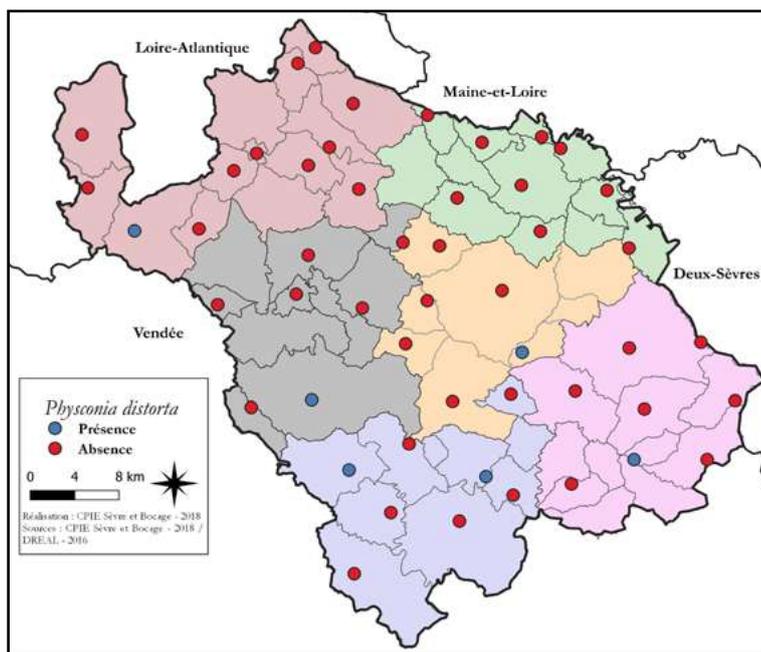
## **LES RÉSULTATS DU PROJET**

**Fréquence spécifique :** 3,2 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,43 %

Espèce considérée comme rare sur le territoire étudié, *Physconia distorta* est un lichen avec une fréquence spécifique de 3,2 %. On la retrouve dans 6 communes sur le Pays du Bocage Vendéen, avec au moins une station dans chaque communauté de communes sauf le Pays de Mortagne.

### **L'INFO EN +**

*Physconia distorta* est un lichen qui ne supporte pas des concentrations en dioxyde de soufre trop importantes. Au-dessus de 50 µg/m<sup>3</sup> d'air, ce lichen disparaît. Il fait ainsi partie de la liste des espèces bio-indicatrices de la dernière classe de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe G).



# *Physconia grisea* (Lam.) Poelt

Famille :  
*Physciaceae*

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

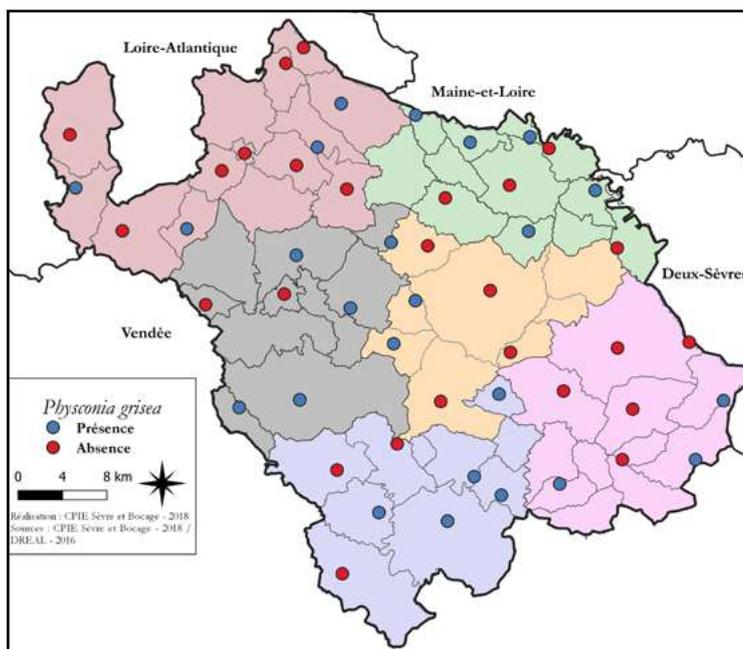


*Physconia grisea* présente un thalle foliacé pouvant atteindre 8 centimètres de diamètre, en forme de rosette ou irrégulière. Les apothécies sont rares et pruineuses quand elles sont présentes. Les sorales sont granuleuses et se situent en premier aux bords des lobes puis en second vers le centre du thalle. Ce dernier varie de gris à gris-brun, avec une pruine blanche, surtout aux extrémités et la face inférieure est blanche avec des rhizines simples. Comme *Physconia distorta*, *Physconia grisea* n'a aucune réaction positive à la potasse (K-), et ne se développe pas dans des zones trop polluées. Elle disparaît lorsque la concentration en dioxyde de soufre est supérieure à 60 µg/m<sup>3</sup> d'air et appartient à la classe F correspondant à une pollution faible de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond. *Physconia grisea* est commune et présente dans toute la France. On retrouve cette espèce principalement sur des feuillus isolés, rarement sur du bois ou sur des roches.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 16,2 %  
Statut sur le PBV : Assez rare  
Contribution spécifique : 2,17 %

*Physconia grisea* est une espèce assez rare sur le Pays du Bocage Vendéen avec 162 faces colonisées par l'espèce dont 50 orientées à l'ouest et seulement 30 au nord. Cette espèce est présente sur 24 stations inventoriées, soit un peu moins de la moitié des communes échantillonnées. Enfin, 69 arbres possèdent cette espèce dont 38 tilleuls et 26 érables.



## L'INFO EN +

*Physconia grisea* est une espèce très nitrophile qui se développe dans des zones avec des concentrations en azote importantes. On la retrouve ainsi sur des écorces d'arbres enrichies en nutriments, qui peuvent être imprégnées de poussières.



## ***Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch**

**Famille :**  
*Parmeliaceae*

**Type de thalle :**  
*Foliacé*

**Statut de conservation en France :**  
*LC*

*Pleurosticta acetabulum* produit des thalles foliacés de grande taille pouvant atteindre 25 centimètres, vert-brun et en forme de rosette. Les lobes sont arrondis et s'élargissent vers l'extrémité du thalle. La face inférieure de ce dernier est brune avec des rhizines simples. Cette espèce ne produit ni isidies, ni soralies. En revanche, les apothécies sont de grandes tailles, légèrement pédicellées. Les disques de ces apothécies sont bruns à brun-rouge et le bord est relevé. *Pleurosticta acetabulum* est une espèce commune et présente dans toute la France. Elle se retrouve sur les branches ou troncs des feuillus isolés ou présents dans des forêts claires. Elle fait partie des espèces indicatrices d'une pollution faible de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond (classe F).

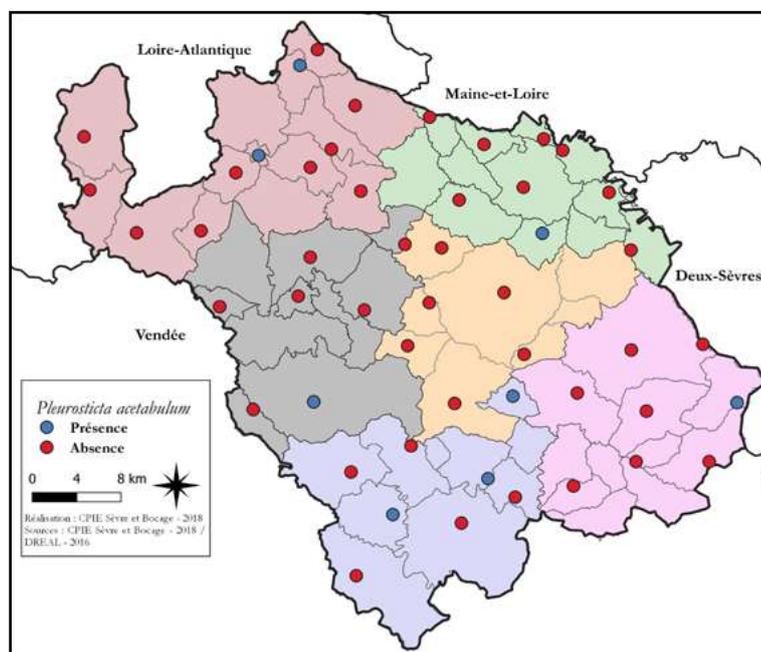
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 1,8 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,24 %

*Pleurosticta acetabulum* a pu être identifiée sur 8 stations, dans toutes les communautés de communes, hormis celle du Pays des Herbiers. 3 stations avec cette espèce se trouvent dans le Pays de Chantonnay dans les communes de Saint-Germain-de-Princay, Saint-Hilaire-le-Vouhis et Rochetrejoux. Cette espèce est ainsi rare sur le Pays du Bocage Vendéen, avec une fréquence spécifique de 1,8 %. 7 tilleuls et 4 érables représentent les 11 arbres que cette espèce a colonisé.

### L'INFO EN +

Différentes réactions sont réalisées par *Pleurosticta acetabulum*. Au contact de l'eau, le thalle passe de vert foncé – brun à vert vif. La médulle donne une couleur rouge avec de la potasse (K+) et une couleur orange avec de la paraphénylènediamine (P+).



## *Punctelia* sp.

Famille :  
Parmeliaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
∅



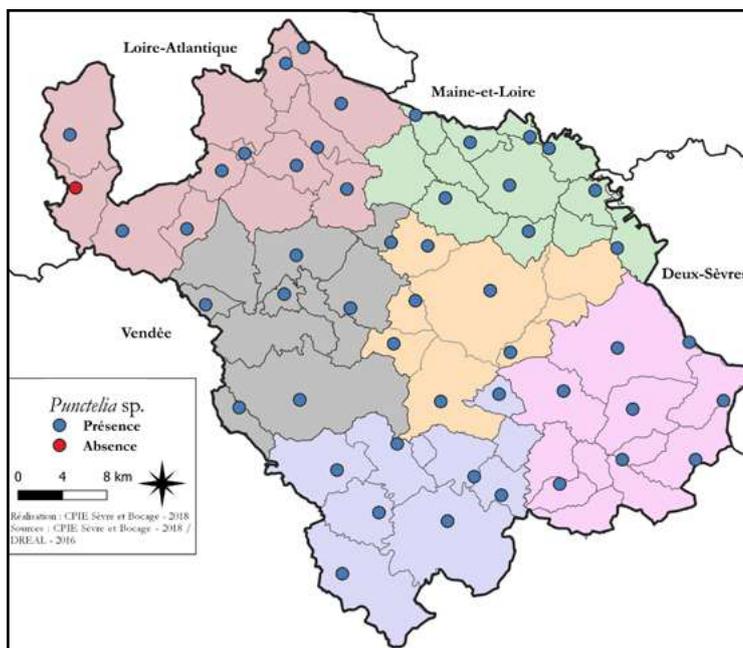
*Punctelia* sp.

Ce genre de lichen regroupe quatre espèces rencontrées lors du projet : *Punctelia borrieri* (Sm.) Krog, *Punctelia jeckeri* (Roum.) Kalb, *Punctelia reddenda* (Stirton) Krog et *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog. Ces espèces proches ont un thalle foliacé, plus ou moins appliqué au substrat, en forme de rosette et avec des lobes bien ronds. La face supérieure du thalle est le plus souvent grise et la face inférieure peut posséder des rhizines simples, surtout aux extrémités du thalle. Le nom de ce genre se doit aux petits points blancs abondants et présents sur le thalle (« punctum » signifie « point » en latin). Ce sont en réalité des pseudocyphelles, c'est à dire de petites ouvertures du cortex permettant d'apercevoir la médulle. Les quatre espèces présentes sur la zone d'étude sont toutes corticoles, pour certaines principalement sur des arbres isolés ou dans des forêts claires.

## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 76,2 %  
Statut sur le PBV : Très commun  
Contribution spécifique : 10,21 %

*Punctelia* est le genre montrant la fréquence spécifique la plus importante sur le Pays du Bocage Vendéen. Ainsi, il représente un lichen sur 10 dans les communautés lichéniques de ce territoire. Il n'est absent que de la commune de Rocheservière dans les Terres de Montaigu. Ce genre possède également le plus fort taux de colonisation des arbres inventoriés, 86 %, soit 216 arbres sur 250. Une détermination systématique de chaque individu de *Punctelia* aurait permis de faire la différence de fréquence entre chaque espèce.



## L'INFO EN +

La différenciation entre ces quatre espèces du genre *Punctelia* se fait avec plusieurs critères. On peut ainsi citer les différentes réactions aux réactifs utilisés, notamment l'eau de javel, la couleur de la face inférieure, la position des soralies, ou la présence ou non de pruine sur les lobes.



## Pyrenula chlorospila Arnold

**Famille :**  
Pyrenulaceae

**Type de thalle :**  
Crustacé

**Statut de conservation en France :**  
LC

*Pyrenula chlorospila* est une espèce de lichen à thalle crustacé, vert olive à brunâtre. On voit de nombreuses pseudocyphelles blanches sur la surface du thalle. Ces taches blanches sont dispersées entre les périthèces, eux aussi nombreux. Ces structures sont de couleur noire, globuleuses, et d'environ 0,3 millimètre de diamètre. Son thalle voit apparaître une tache jaune lorsque de la potasse est appliquée sur celui-ci (K+), et une légère coloration jaune avec de la paraphénylènediamine (P+). Enfin, *Pyrenula chlorospila* est une espèce assez commune mais présente seulement dans quelques départements français dans le Midi et sur le Massif Armoricain par exemple. C'est une espèce qui se développe sur des feuillus, à écorce lisse comme les frênes ou les chênes.

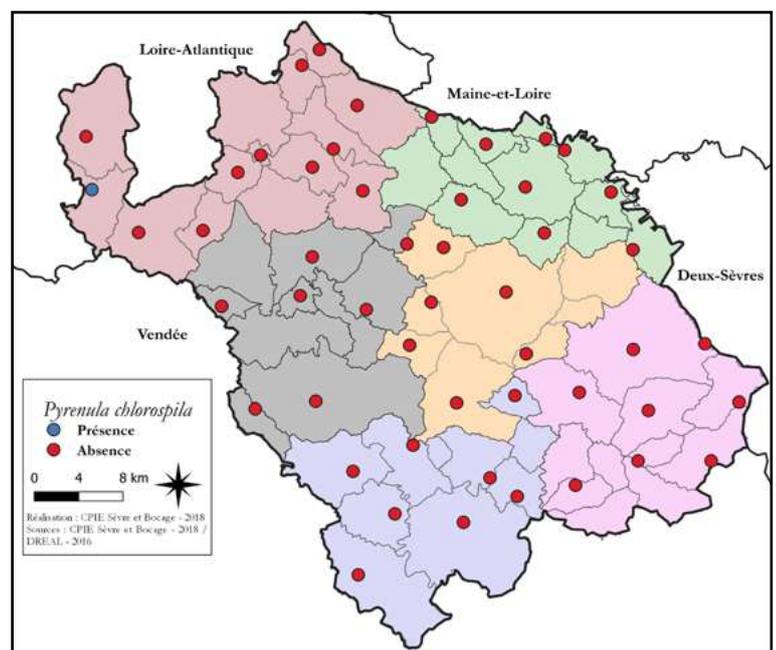
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 0,8 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,11 %

Cette espèce est très rare sur le Pays du Bocage Vendéen, puisqu'elle n'a été déterminée que sur 8 faces. On la retrouve uniquement sur une seule station, dans la commune de Rocheservière dans les Terres de Montaigu. Sur 4 tilleuls parmi les 5 de la station, *Pyrenula chlorospila* est présente sur trois faces nord, deux faces est, une face sud et deux faces ouest.

### L'INFO EN +

*Pyrenula chlorospila* peut former avec *Pyrenula macrospora* (Degel.) Coppins & P. James, des mosaïques importantes de thalles, séparés par une ligne hypothalline sombre. *Pyrenula macrospora* se distingue par des périthèces plus gros, proches d'un millimètre de diamètre.



## *Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach.

Famille :  
Ramalinaceae

Type de thalle :  
Fruticuleux

Statut de conservation en  
France :  
LC



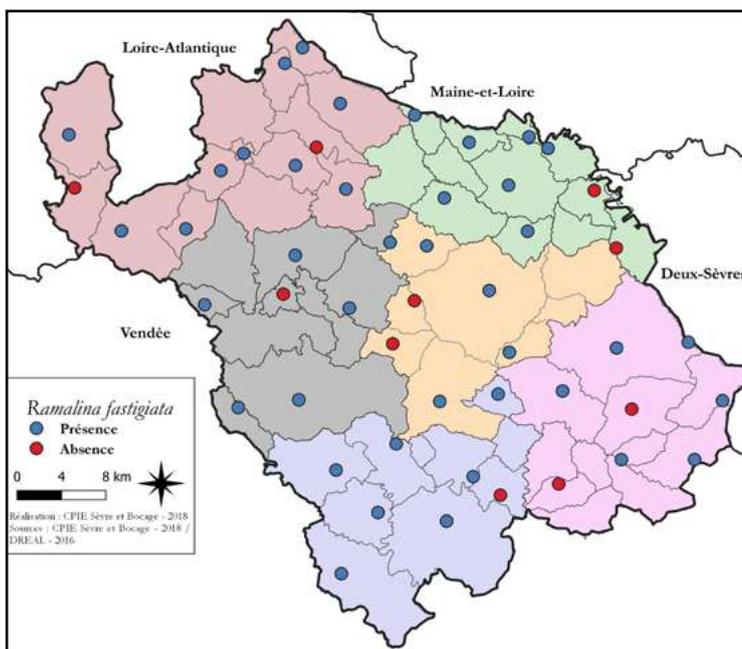
*Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach.

Espèce commune sur l'ensemble de la France, *Ramalina fastigiata* est un lichen fruticuleux, de taille maximale d'environ 5 centimètres. Avec l'aspect d'un buisson, il est aussi reconnaissable par les nombreuses apothécies qui peuvent se trouver aux extrémités des rameaux. Elles sont généralement toutes sur un même plan. Ces apothécies possèdent un disque concave qui devient convexe à maturité. Les lanières de cette espèce sont le plus souvent rondes, plus ou moins aplaties et striées de façon longitudinale. De vert pâle à gris, *Ramalina fastigiata* peut se développer dans différents habitats. On le retrouve sur des écorces de troncs ou de branches aussi bien dans des haies, des parcs ou des forêts claires, peu denses. Elle est présente sur des feuillus, rarement sur des conifères, et dans des endroits assez bien ensoleillés. Dans certains cas, on peut trouver quelques individus sur de la roche. Enfin, le thalle de *Ramalina fastigiata* ne réagit à aucun des réactifs (P-, C-, K- et KC-).

### LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 31,7 %  
Statut sur le PBV : Assez commun  
Contribution spécifique : 4,25 %

*Ramalina fastigiata* est présente sur 40 stations du Pays du Bocage Vendéen, soit 80 % des communes inventoriées. Toutes les communautés de communes possèdent au moins une station où cette espèce n'a pas été identifiée. Espèce assez commune sur le territoire, plus de 50 % des arbres et 31,7 % des faces inventoriées étaient colonisées par ce *Ramalina*, avec un nombre plus important de faces nord. Enfin, en moyenne, 3 arbres sur 5 présentaient l'espèce sur leur écorce lorsque celle-ci était présente sur une station.



### L'INFO EN +

*Ramalina fastigiata* est une espèce nitrotolérante (qui supporte certaines concentrations en azote) mais qui est très sensible à la pollution atmosphérique. Elle fait partie des espèces se développant dans des conditions de pollution faible en dioxyde de soufre (classe F) de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond.



## Ramalina lacera (With.) Laundon

**Famille :**  
Ramalinaceae

**Type de thalle :**  
Fruticuleux

**Statut de conservation en  
France :**  
LC

Espèce de lichen avec un thalle de couleur verte, plus ou moins jaunâtre, *Ramalina lacera* est assez peu commune en France. Présente dans la région méditerranéenne et en Corse, on ne la retrouve pas dans toutes les autres régions françaises. Héminitrophile, supportant donc des concentrations faibles en azote, ce fruticuleux est formé de lobes de forme contournée et disposés en touffe de façon variable. On peut également voir des rides sur la face inférieure du thalle. Ce lichen se développe notamment sur les branchettes des arbres, en bord de route, et quelquefois sur des roches. Cette espèce peut enfin se confondre avec *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach., qui possède néanmoins des lobes moins larges.

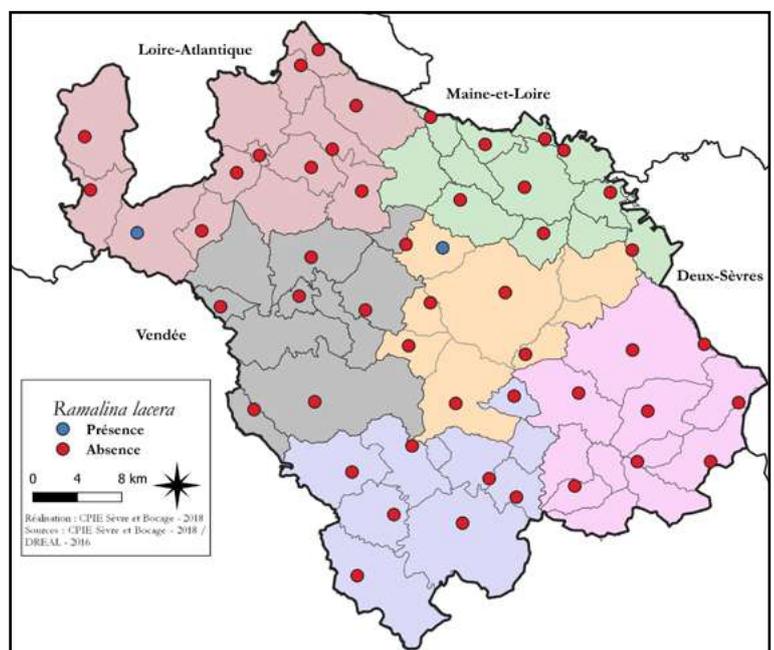
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 1,2 %  
**Statut sur le PBV :** Rare  
**Contribution spécifique :** 0,16 %

Espèce rare sur le Pays du Bocage Vendéen, seulement 12 faces sur les 1000 inventoriées présentaient *Ramalina lacera*. On la retrouve ainsi sur l'écorce de 4 chênes sur la commune de Montreverd dans les Terres de Montaigu, et de deux tilleuls dans le Pays des Herbiers, à Baurepaire. Cette espèce est ainsi très ponctuelle sur le Pays du Bocage Vendéen.

### L'INFO EN +

Comme pour *Ramalina fastigiata*, la médulle de *Ramalina lacera* ne montre aucune réaction positive aux réactifs utilisés en lichénologie. A l'inverse, *Ramalina pollinaria* réagit positivement aux UV sur sa médulle, donnant une couleur fluorescente blanche dans un espace sombre. Ce critère peut permettre de différencier ces deux espèces.



# *Teloschistes chrysophthalmus* (L.) Th. Fr.

Famille :  
*Teloschistaceae*

Type de thalle :  
*Fruticuleux*

Statut de conservation en  
France :  
**NT**



*Teloschistes chrysophthalmus* (L.) Th. Fr.

*Teloschistes chrysophthalmus* est une espèce plus ou moins présente dans la grande majorité de la France, en dehors des zones de hautes montagnes. Elle est assez peu commune dans la région méditerranéenne alors qu'elle est assez commune sur la façade atlantique et assez rare ou rare dans les autres régions françaises. Ce lichen fruticuleux est en forme de buisson dressé entre 1 et 2 centimètres de diamètre. Les lobes se développent sous forme de lanières plates, radialement à partir du centre. La face supérieure du thalle est de couleur jaune-orangé alors que la face inférieure de celui-ci est blanche ou grisâtre, avec souvent des rides longitudinales. Le thalle réagit positivement à la potasse, avec l'apparition d'une couleur pourpre (K+). Ce lichen se retrouve sur l'écorce des branches et rameaux des feuillus dans des endroits ensoleillés. Enfin, *Teloschistes chrysophthalmus* est héminitrophile.

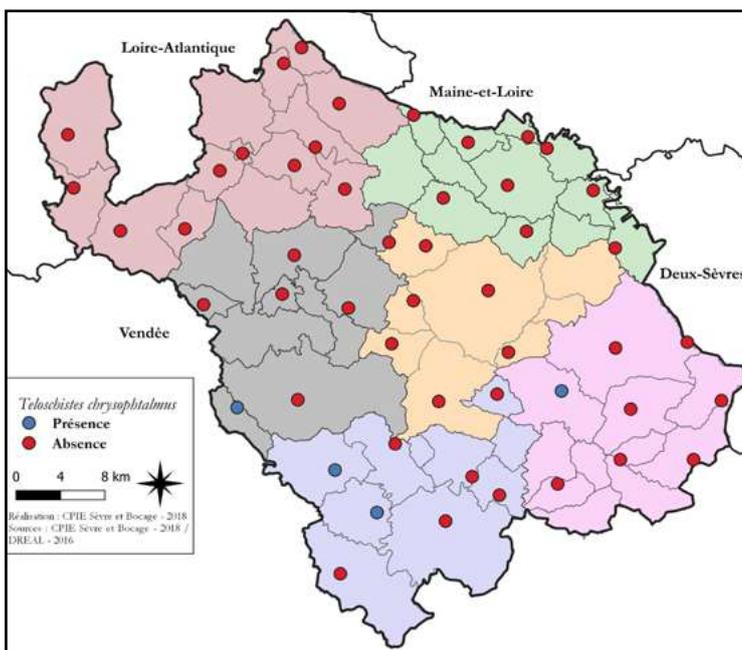
## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 0,6 %

Statut sur le PBV : Très rare

Contribution spécifique : 0,08 %

Cette espèce de lichen fruticuleux a été retrouvée sur 4 stations dans le Pays du Bocage Vendéen. Il s'agit des communes de La Merlatière, du Boupère, de Saint-Hilaire-le-Vouhis et de Saint-Martin-des-Noyers. *Teloschistes chrysophthalmus* fait partie des 10 espèces avec une fréquence rare sur le territoire inventorié. Elle n'était présente que sur un seul arbre dans chaque station, sauf au Boupère où elle a été identifiée sur deux érables.



## L'INFO EN +

Avec les disques de ces apothécies de couleur orange et des fibrilles de la même couleur que le thalle, *Teloschistes chrysophthalmus* ressemble à *Usnea florida* (L.) F.H. Wigg en plus petit et de couleur orange évidemment.



Photo : N.Trividic

## Usnea sp.

**Famille :**  
Parmeliaceae

**Type de thalle :**  
Fruticuleux

**Statut de conservation en France :**  
∅

Avec plus d'une vingtaine d'espèces présentes en France, ce genre de lichen est connu pour former des thalles fruticuleux d'assez grande taille, plutôt difficiles à déterminer. En effet, certaines espèces peuvent posséder des différences morphologiques entre individus. Il est ainsi souvent nécessaire de réaliser des chromatographies sur couche mince pour pouvoir identifier clairement une espèce. Les Usnées sont reconnaissables par la présence d'un thalle avec de longs rameaux fins, buissonnants, plus ou moins dressés, ou en barbes allongées pendantes. Elles sont attachées le plus souvent par un seul point au substrat à partir duquel partent tous les rameaux principaux. Les ramifications sont plus ou moins nombreuses et irrégulières. Le thalle est généralement vert-gris. Certaines espèces peuvent posséder des apothécies, des isidies ou des soralies. Les Usnées se retrouvent sur les écorces des arbres ou sur des roches.

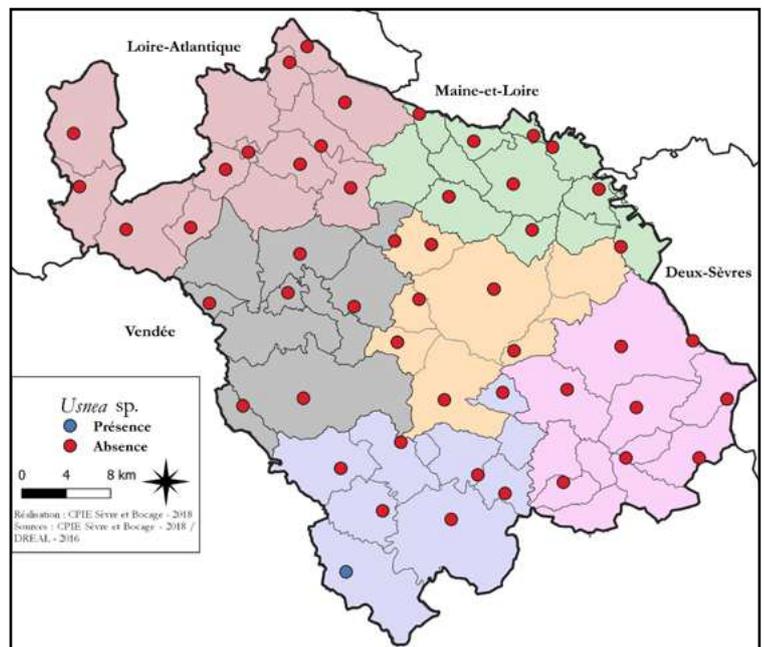
## LES RÉSULTATS DU PROJET

**Fréquence spécifique :** 0,1 %  
**Statut sur le PBV :** Très rare  
**Contribution spécifique :** 0,01 %

Ce taxon a été identifié sur une seule face et il s'agit de la face sud d'un tilleul dans la commune de Bournezeau, dans le Pays de Chantonnay. Avec *Parmelina tilliacea*, ce genre est le taxon le moins identifié dans le Pays du Bocage Vendéen, avec sa présence sur une seule face sur les 1 000 inventoriées.

### L'INFO EN +

Les Usnées se développent principalement dans des zones où la pollution est absente. On les retrouve ainsi en nombre très important dans les forêts, recouvrant parfois l'entièreté de branches d'arbres.



## *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

Famille :  
Teloschistaceae

Type de thalle :  
Foliacé

Statut de conservation en  
France :  
LC

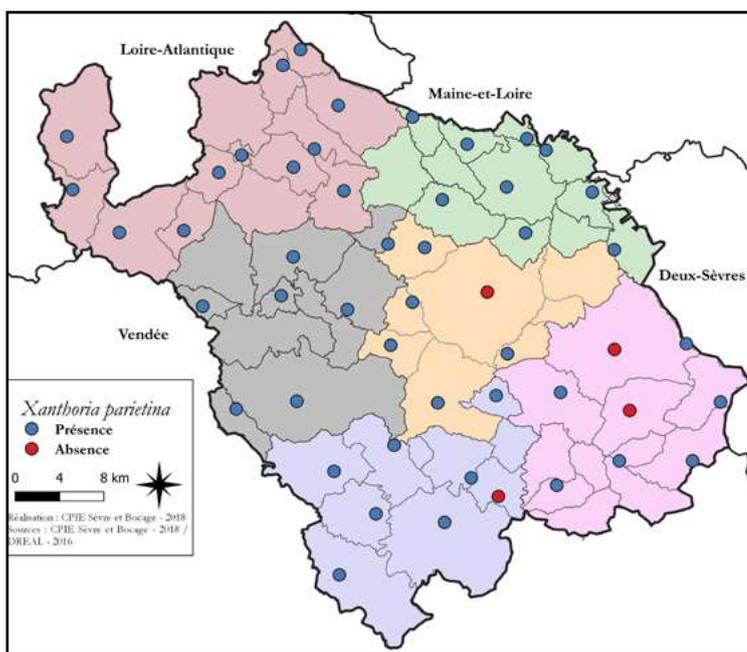


## LES RÉSULTATS DU PROJET

Fréquence spécifique : 73,6 %  
Statut sur le PBV : Commun  
Contribution spécifique : 9,86 %

Espèce commune sur le Pays du Bocage Vendéen, elle a été identifiée sur presque toutes les stations, mises à part 4 communes : Les Herbiers, Sèvremont (La Flocellière), Sigournais et Pouzauges. Cette espèce possède le plus fort pourcentage de colonisation lorsqu'elle a été identifiée sur une station du territoire. Enfin, la totalité des érables, des frênes et des charmes suivis ont sur leur écorce *Xanthoria parietina*.

Espèce très commune sur l'ensemble du territoire français, *Xanthoria parietina* est cependant absente des zones de hautes montagnes. Son thalle, plus ou moins appliqué au substrat, présente des lobes arrondis de 1 à 6 millimètres de large. En fonction de l'ensoleillement, les individus peuvent avoir un thalle de couleur jaune-orange en milieu ensoleillé ou bleuâtre dans des zones plus ombragées. La face inférieure du thalle est blanche, avec quelques rhizines. Ce lichen foliacé développe également de nombreuses apothécies de quelques millimètres de diamètre, avec des disques d'une couleur plus foncée que le reste du thalle. On retrouve *Xanthoria parietina* sur de nombreux substrats (roche acide ou calcaire, écorce d'arbres, tuiles, etc.). C'est l'espèce caractéristique de l'alliance nitrophile *Xanthorion parietinae*, très présente aux abords des routes ou des fermes. Enfin, c'est une espèce de lichen plus ou moins poléotolérante. Elle fait partie des espèces de la classe E de l'échelle de Van Haluwyn et Lerond, correspondant à une pollution moyenne en dioxyde de soufre.



## L'INFO EN +

*Xanthoria parietina* est une espèce nitrophile, qui aime les milieux riches en azote. Par exemple, on peut voir le développement de cette espèce au pied des arbres, aux endroits où les chiens urinent mais également sur les branches d'arbres qui servent de reposoirs pour les oiseaux. C'est ainsi une espèce dite ornithocrophile, qui peut coloniser des milieux riches en fientes d'oiseaux.

# LEXIQUE

**APOTHÉCIE** : appareil reproducteur, en forme de disque ou de coupe largement ouverte.

**BIOSURVEILLANCE** : utilisation d'organismes réactifs à un polluant (bio-indicateur) pour surveiller la qualité d'un environnement.

**CHÉMOTYPE** : groupe d'individus qui diffèrent par la présence ou l'absence d'une ou plusieurs substances chimiques sans qu'il y ait de différences macro ou microscopiques entre-eux.

**CORALLOÏDE** : forme qui ressemble au corail.

**CORTEX** : partie externe qui forme l'enveloppe d'un organe animal ou végétal.

**CORTICOLE** : qui vit dans/sur les écorces.

**CUTICULE** : couche externe qui recouvre et protège les organes aériens des végétaux, des champignons et les organes de certains animaux.

**EPIPHYTE** : qui vit et croît sur d'autres végétaux sans se nourrir à leurs dépens.

**EUTROPHE** : riche en matières nutritives.

**FOLIICOLE** : qui vit dans/sur les feuilles des végétaux.

**HÉLIOPHILE** : qui apprécie l'exposition à la lumière.

**HYPHES** : filaments microscopiques constituant les champignons.

**HYPOTHALLINE** (ligne) : délimitation de certains thalles crustacés.

**ISIDIE** : excroissance du thalle constituée à la fois d'algues et d'hyphes.

**LÉCANORINE** (apothécie) : possédant un rebord thallin.

**LICHÉNICOLE** : qui vit dans/sur les lichens.

**LIGNICOLE** : qui vit dans/sur le bois.

**LIRELLE** : apothécie dont le disque est de forme allongée.

**LOBE** : partie arrondie et saillante d'un organe.

**MACROLICHEN** : lichen de grande taille, déterminable sans utilisation du microscope.

**MACULE** : zone plus pâle du cortex due à un trou dans la couche algale.

**MARGINAL** : situé sur la marge.

**MÉDULLE** : couche interne constituée d'hyphes fongiques.

**MUSCINAL** : se développe sur des mousses.

**MYCOBIONTE** : partenaire fongique de la symbiose lichénique (champignon).

**NITROPHILE** : qui apprécie la présence de nitrates (une forme de l'azote).

**NITROPHOBE** : qui ne supporte pas l'azote en excès.

**OLIGOTROPHE** : pauvre en matières nutritives.

**PÉDICELLÉ** : muni d'une petite tige supportant une structure plus large qu'elle.

**PÉRITHÈCE** : fructification particulière.

**PHOTOBIONTE** : partenaire chlorophyllien de la symbiose lichénique (algue ou cyanobactérie).

**POLÉOSENSIBLE** : sensible à la pollution.

**POLÉOTOLÉRANT** : accepte de se développer dans un milieu pollué.

**PRUINE** : couche cireuse, glauque et légèrement poudreuse, qui recouvre la surface d'un organe, lui conférant un aspect givré ou poussiéreux.

**PSEUDOCYPHELLE** : ouverture du cortex laissant apparaître la médulle.

**PYCNIDE** : fructification particulière.

**RÉVOLUTÉ** : recourbé vers la face inférieure.

**RHIZINE** : organe de fixation de certains thalles.

**SAXICOLE** : se développe sur des substrats rocheux.

**SORALIE** : groupement de sorédies.

**SORÉDIE** : granule constituée d'algues et d'hyphes.

**SPORE** : cellule permettant la reproduction sexuée du champignon.

**STOMATE** : ouverture naturelle sur l'épiderme de la tige ou de la feuille, qui assure des échanges gazeux avec le milieu extérieur.

**SUBSTRAT** : support sur lequel se développe le lichen.

**TAXON** : entité d'êtres vivants regroupés parce qu'ils possèdent des caractères en communs du fait de leur parenté.

**THALLE** : appareil végétatif des lichens.

# ANNEXE 1 :

## LISTE DES TAXONS IDENTIFIÉS PAR STATION INVENTORIÉE ET NOMBRE D'ARBRE SUR LESQUELS L'ESPÈCE EST PRÉSENTE

### LECTURE DU TABLEAU :

Sur les 5 arbres échantillonnés sur la commune des Herbiers, 4 présentent *Arthonia radiata*.

	Sèvremont (La Flo.)	Les Herbiers	La Verrie	Mallièvre	Rochetrejoux	La Bernardière	La Meillaie-T.	Sigournais	Tiffauges	Rocherservière	St-Philbert-de-B.	L'Herbergement	La Rabatelière	La Guyonnière	Bazoges-en-P.	St-Mesmin	Essarts-en-B.
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	-	4	5	4	-	-	4	-	-	-	5	-	-	5	1	4	-
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	4	4	5	5	5	3	4	1	5	2	-	5	5	5	5	4	5
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	-	-	1	-	-	1	2	-	5	5	5	3	3	3	-	-	2
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flavoparmelia</i> sp.	1	5	5	5	5	5	5	-	-	5	-	5	4	4	4	5	4
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	5	-	5
<i>Hypotrachyna</i> sp.	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lecanora</i> sp.	-	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	-	-	2	-	-	3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	-	4	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	4	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	4	-	4	1	1
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	1	-	-	2	-	4	3	-	-	3	-	-	-	1	1	5	-
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Parmotrema</i> sp.	-	5	5	5	5	4	5	-	-	4	1	4	3	2	3	5	2

	Sèvremont (La Flo.)	Les Herbiers	La Verrie	Malléevre	Rochetrejoux	La Bernardière	La Meilleraie-T.	Sigournais	Tiffauges	Rocherservière	St-Philbert-de-B.	L'Herbergement	La Rabatelière	La Guyonnière	Bazoges-en-P.	St-Mesmin	Essarts-en-B.
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	-	4	3	-	5	5	4	-	-	-	3	-	4	5	-	1	5
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	5	-	-	2	1	-	-	3	2	-	-	-	2	-	1	1	-
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	1	3	5	1	5	5	5	-	-	5	-	5	3	5	5	5	5
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	3	4	2	5	-	2
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	3	-	-	-	-	-
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	2	1	2	-	1	3	3	-	-	5	-	-	3	3	5	-	3
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	-	-	-	-	5	-	-	3	5	-	1	5	-	-	4	2	5
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
<i>Punctelia</i> sp.	5	3	5	2	5	5	5	1	5	5	-	5	4	5	5	5	5
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	1	2	3	-	3	5	4	-	1	4	-	5	-	4	3	5	2
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Usnea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	-	-	4	1	5	5	5	-	2	5	1	5	5	4	5	5	5

	Vendrennes	Bournezeau	Ste-Cécile	Montournais	Sèvremont (La Pom.)	Treize-Septiers	Boufféré	Chavagnes-en-P.	Chambretaud	Cugand	Chantonnay	Mouchamps	Chavagnes-I.-R.	Pouzauges	Montréverd	Montaigu	La Copechagn.
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	-	5	5	-	-	-	5	5	-	5	-	-	-	-	-	5	-
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	2	4	3	5	5	5	5	5	5	3	4	5	4	-	4	4	5
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	2	2	1	-	-	-	4	3	2	1	4	-	2	-	3	2	-
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flavoparmelia</i> sp.	1	5	1	5	5	3	5	3	4	5	2	5	-	4	4	5	-
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	4	-	5	5	4	5	5	5	5	1	2	5	5	2	5	5	5
<i>Hypotrachyna</i> sp.	-	-	-	5	-	-	-	2	5	5	-	-	-	-	-	1	-
<i>Lecanora</i> sp.	3	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	-	2	-	-	-	-	-	2	1	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	-	-	-	-	1	5	3	-	3	-	-	1	2	-	-	-	4
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	-	5	-	1	1	-	-	-	1	3	-	2	-	-	1	5	-
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parmotrema</i> sp.	-	5	-	-	2	1	1	2	-	3	-	5	1	-	4	5	-
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	-	-	-	4	2	3	2	3	2	-	5	5	1	-	4	2	5
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Vendrennes	Bournezeau	Ste-Cécile	Montournais	Sèvremont (La Pom.)	Treize-Septiers	Boufféré	Chavagnes-en-P.	Chambretaud	Cugand	Chantonay	Mouchamps	Chavagnes-l.-R.	Pouzauges	Montréverd	Montaigu	La Copechagn.
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	5	1	-	5	3	-	-	5	-	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	2	1	5	-	2	4	5	5	5	5	5	5	-	-	5	5	5
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fürnr.	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürnr.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	3	-	-	5	5	5	5	5	2	1	-	5	2	-	3	3	5
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	1	2	3	5	4	5	5	5	3	2	-	3	2	-	5	2	5
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	5	-	-	1	-	1	-	1	2	-	2	-	4	-	-	-	-
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Punctelia</i> sp.	5	2	1	5	5	5	5	5	5	5	2	5	4	2	5	5	5
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	-	3	1	2	2	-	5	2	5	4	2	3	-	-	5	5	4
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Usnea</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5

	St-Laurent-s.-S.	Mortagne-s.-S.	La Merlatière	La Boissière-d.-M.	La Bruffière	St-Paul-en-P.	La Gaubrefière	St-Fulgent	Mesnard-la-B.	Beaurepaire	St-Aubin-d.-O.	Mortagne (Evrunes)	Le Boupère	St-Germain-d.-P.	St-Hilaire-le-V.	St-Martin-d.-N.
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	1	5	-	-	-	2	-	-	5	5	4	5	-	4	4	-
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5
<i>Coniocarpon cinnabarium</i> DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	-	1	1	2	1	2	-	-	-	2	-	-	1	1	-	3
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flavoparmelia</i> sp.	3	5	5	-	5	4	4	4	2	5	3	5	4	5	5	4
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	2	3
<i>Hypotrachyna</i> sp.	-	5	2	-	5	1	5	1	-	5	3	5	2	-	4	1
<i>Lecanora</i> sp.	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	-	-	-	-	4	-	4	-	5	5	-	3	-	-	1	1
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	-	3	1	-	3	-	1	-	-	1	-	3	1	4	2	-
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parmotrema</i> sp.	3	-	5	-	3	2	4	1	-	3	-	3	4	4	2	2
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	5	-	5	5	4	3	4	5	4	4	4	1	3	5	1	5
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	St-Laurent-s.-S.	Mortagne-s.-S.	La Merlatière	La Boissière-d.-M.	La Bruffière	St-Paul-en-P.	La Gaubrière	St-Fulgent	Mesnard-la-B.	Beaurepaire	St-Aubin-d.-O.	Mortagne (Evrunes)	Le Boupère	St-Germain-d.-P.	St-Hilaire-le-V.	St-Martin-d.-N.
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	-	-	-	-	-	-	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	-	1	5	2	5	4	2	-	4	5	5	3	5	4	4	5
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	-	-	5	-	5	5	5	3	4	5	5	4	5	5	5	1
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	1	-	2	-	2	-	-	5	3	-	3	1	-	3	3	-
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Punctelia</i> sp.	5	5	5	2	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	-	1	5	1	4	5	1	2	-	5	5	4	5	2	4	4
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1
<i>Usnea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

## ANNEXE 2 : NOTES D'EUTROPHISATION ATTRIBUÉES PAR L'INTERFACE DE NIMIS & MARTELLOS (2017)

### LECTURE DU TABLEAU :

Les notes varient de 1 à 5, du moins au plus eutrophe. Les trois couleurs distinguent les taxons considérés comme étant **non-nitrophiles**, **nitrophiles** ou **nitrophiles stricts**.

	Note d'eutrophisation
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	1 – 2 – 3
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	1 – 2 – 3
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	3 – 4
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	3 – 4 – 5
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	1
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	2 – 3 – 4
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	1 – 2 – 3
<i>Flavoparmelia</i> sp.	1 – 2 – 3 / 2 – 3
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	3 – 4 – 5
<i>Hypotrachyna</i> sp.	1 – 2 – 3
<i>Lecanora</i> sp.	1 – 2 – 3
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	1 – 2
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup	2 – 3
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	1 – 2 – 3
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	2 – 3
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	1 – 2 – 3
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	1 – 2 – 3
<i>Parmelina pastilifera</i> (Harm.) Hale	2 – 3
<i>Parmelina tilliacea</i> (Hoffm.) Hale	2 – 3
<i>Parmotrema</i> sp.	1 – 2
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	4 – 5
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	1 – 2
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	1 – 2
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	3 – 4 – 5 / 3 – 4
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	3 – 4
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	4 – 5
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lyngé	2 – 3
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	2 – 3
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	2 – 3 – 4
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	3 – 4
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	3
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	3 – 4
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	4 – 5
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	2 – 3
<i>Punctelia</i> sp.	2 – 3
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	1 – 2
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	1 – 2 – 3
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	2 – 3
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	2 – 3
<i>Usnea</i> sp.	1 – 2 – 3
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	3 – 4

## ANNEXE 3 : POURCENTAGE DES ESSENCES PORTANT LE LICHEN

### LECTURE DU TABLEAU :

Sur l'ensemble des tilleuls que nous avons étudié, 59 % présentaient *Arthonia radiata* (Pers.) Ach.

	Tilleul	Erable	Charme	Frêne	Chêne
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	59	3	0	57	20
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	1	1	0	0	0
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	0	1	0	0	0
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	80	90	100	100	80
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	2	0	0	0	0
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	28	28	20	0	40
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	1	0	0	0	10
<i>Flavoparmelia</i> sp.	70	77	100	43	75
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	57	75	100	100	25
<i>Hypotrachyna</i> sp.	24	23	40	43	25
<i>Lecanora</i> sp.	93	96	100	100	75
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	18	4	0	0	0
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	12	8	0	0	10
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	5	1	0	0	0
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	5	0	0	0	0
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	27	18	0	14	30
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	28	13	20	0	35
<i>Parmelina pastilifera</i> (Harm.) Hale	1	7	0	0	0
<i>Parmelina tilliacea</i> (Hoffm.) Hale	1	0	0	0	0
<i>Parmotrema</i> sp.	46	46	100	0	65
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	44	79	100	86	20
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	0	3	0	0	0
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	16	23	0	0	35
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	71	92	100	100	60
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	1	10	0	0	0
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	1	3	0	0	0
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lyngø	45	68	100	100	15
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	3	14	0	29	20
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	0	4	0	0	0
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	3	0	0	0	0
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	52	54	100	100	60
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	5	7	0	0	15
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	26	37	40	43	0
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	5	6	0	0	0
<i>Punctelia</i> sp.	83	92	100	100	85
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	3	0	0	0	0
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	45	63	100	100	50
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	1	0	0	0	20
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	1	4	20	0	0
<i>Usnea</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	81	100	100	100	55

## ANNEXE 4 : POURCENTAGE DE FACES NORD, SUD, EST OU OUEST OCCUPÉES PAR LE LICHEN

### LECTURE DU TABLEAU :

Sur l'ensemble des faces d'arbres orientées au nord que nous avons étudié, 34,8 % présentaient *Arthonia radiata* (Pers.) Ach.

	Nord	Est	Sud	Ouest
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	34,8	27,2	10,8	13,2
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr.	0	1	0	0
<i>Caloplaca luteoalba</i> (Turner) Th. Fr.	0,4	0,4	0	0
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	68,4	77,2	73,2	67,6
<i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC.	0,4	0	0,8	0
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) Massal.	12,8	13,6	10	7,2
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	0	0,4	0,8	0,4
<i>Flavoparmelia</i> sp.	42	52,4	61,2	58
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) Mayrhofer & Moberg	40,4	50	53,2	50
<i>Hypotrachyna</i> sp.	19,6	15,2	12,8	16,8
<i>Lecanora</i> sp.	74	80	78,4	70,4
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach	9,6	7,2	5,2	4
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) Sandler & Arup	5,6	5,2	4,4	6
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco	1,2	1,2	2	0,4
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco et al.	0	1,2	1,2	0,8
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer.) Nyl.	20	10,8	4,8	12,4
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	9,6	6	7,6	10,8
<i>Parmelina pastilifera</i> (Harm.) Hale	0,4	0,4	1,2	2,4
<i>Parmelina tilliacea</i> (Hoffm.) Hale	0	0	0	0,4
<i>Parmotrema</i> sp.	26,8	22,4	27,6	26
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	28	35,6	40,8	34
<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flot.	0,8	0,4	0	0
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	12	10,4	5,2	7,6
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier / <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	60,4	64,4	71,2	66,8
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnr.	1,6	1,2	1,2	1,2
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.	0	0	0,8	0,8
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lyngø	30,8	33,6	32	29,2
<i>Physcia leptalea</i> (Ach.) DC.	2,8	2,4	7,6	4
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	0	0	0,4	0,8
<i>Physcia tribacia</i> (Ach.) Nyl.	1,6	2	2	2
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	30	34,4	33,6	30,8
<i>Physconia distorta</i> (With.) Laundon	3,2	2,4	3,6	3,6
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	12	15,6	17,2	20
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	1,2	1,2	2	2,8
<i>Punctelia</i> sp.	74,8	75,6	76,4	78
<i>Pyrenula chlorospila</i> Arnold	1,2	0,8	0,4	0,8
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	36,8	33,6	25,2	31,2
<i>Ramalina lacera</i> (With.) Laundon	0,8	1,6	1,6	0,8
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Th. Fr.	0	0,4	1,2	0,8
<i>Usnea</i> sp.	0	0	0,4	0
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	72,8	74,0	74,8	72,8

# BIBLIOGRAPHIE

Air Lichens. (2006). *Réalisation d'un diagnostic de la qualité de l'air autour de l'U.V.E. de Lasse utilisant la bioindication pour l'année 2006*. SIVERT de l'Est-Anjou.

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie). (2016a). *Elus, l'essentiel à connaître sur les PCAET*. 16 p.

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie). (2016b). *PCAET : comprendre, construire et mettre en œuvre*. 172 p.

AFNOR. (2008). *Biosurveillance de l'environnement - Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE)*. NF X43-903. Afnor Normalisation.

Agreste Pays de la Loire. (2017). *Mémento de la statistique agricole*. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

AirPaysdeLaLoire. (2016). *Rapport Annuel 2016 : Qualité de l'air dans les Pays de la Loire*, 56 p.

AirPaysdeLaLoire. (2018). Consulté sur le site : [www.airpl.org](http://www.airpl.org).

APPA (Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique) NPC (Nord-Pas de Calais). (s.d.). *Cartographie régionale lichénique en Nord-Pas de Calais*.

Aptroot A. (2010). *Changes in the epiphytic flora on four Tilia trees in Belgium over 59 years*. *Herzogia*, volume 25, n°1, 39-45.

Association Française de Lichénologie (s.d.). Consulté sur le site : <http://www.afl-lichenologie.fr/>

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. Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, 273-279.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005a). *Morphologie et structure des lichens*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 7-12.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005b). *Reproduction des lichens*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 13-17.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005c). *Notion de champignon lichénisé*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 19-20.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005d). *Physiologie des lichens*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 21-25.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005e). *Ecologie des lichens*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 27-34.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005f). *Lichen, pollution et bioindication*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 39-46.

Asta J., Gavériaux J-P, Sussey J-M. & Van Haluwyn C. (2005g). *Rôles et utilisation des lichens*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, n°178, 47-52.

Bertuzzi S., Davies L., Power S.A. & Tretiach M. (2013). *Why lichens are bad biomonitors of ozone pollution ?* *Ecological Indicators*, volume 34, 391-397.

Bobbink R., Hicks K., Galloway J., Spranger T., Alkemade R., Ashmore M., Bustamante M., Cinderby S., Davidson E., Dentener F., Emmett B., Erisman J.W., Feen M., Gilliam F., Nordin A., Pardo L. & De Vries W. (2010). *Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity : a synthesis*. *Ecological Applications*, volume 20, n°1, 30-59.

Boltersdorf S.H. & Werner W. (2014). *Lichens as a useful mapping tool? – an approach to assess atmospheric N loads in Germany by total N content and stable isotope signature*. *Environmental Monitoring Assessment*, volume 186, n°8, 4767-4778.

Branquinho C., Pinho P., Dias T., Cruz C., Máguas C. & Martins-Loução M. A. (2010). *Lichens transplants at our service for atmospheric NH<sub>3</sub> deposition assessments*. *Biology of Lichens – Symbiosis, Ecology, Environment, Monitoring, Systematics, Cyber Applications*. 103-112.

Bricaud O. (2006). *Aperçu de la végétation lichénique du site de Saint Daumas (Var) et de deux stations de la plaine des Maures*. Association Française de lichénologie.

Bricaud O. (2010). *Les lichens des forêts de la région méditerranéenne française et leur relation avec la continuité écologique des boisements*. Association Française de lichénologie. 118 p.

Bricaud O. & Bauvet C. (2006). *Aperçu de la végétation lichénique du bois de Païolive (Arcdèche). Rapport final*. Association Française de Lichénologie. 48 p.

Cachan P. & Mangenot G. (s.d.). Symbiose. Consulté sur le site : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/symbiose/>.

CEN. (2014). EN 16413 – *Ambient Air – Biomonitoring with lichens – Assessing epiphytic lichen diversity*. Comité Européen de Normalisation, Bruxelles.

Cislaghi C. & Nimis P.L. (1997). *Lichens, air pollution and lung cancer*. *Nature*, volume 387, 463-463.

Clauzade G. & Roux C. (1985) *Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro*. Bulletin de la Société botanique du Centre-ouest, 894 p.

Climat Vendée. (2018). Le climat vendéen. Consulté sur le site : <http://www.climat-vendee.fr/>.

Cobanoglu G. & Sevgi O. (2009). *Analysis of distribution of epiphytic lichens on Cedrus libani in Elmali Research Forest (Antalya, Turkey)*. *Journal of Environmental Biology*, volume 30, n°2, 205-212.

Coghill T. G., Micic R., Kostadinovic L. & Stojnic M. (2015). *Lichens as specific and cost-effective biological indicators of urban carbon monoxide concentration*. *Fresenius Environmental Bulletin*, volume 24, n°12, 4279-4284.

Commissariat général au développement durable. (2015). *Bilan de la qualité de l'air en France en 2014 et principales tendances observées sur la période 2000-2014*. Service de l'observation et des statistiques, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

Conseil départemental 85. (2016). L'Observatoire Départemental de l'Environnement (O.D.E) : L'agriculture vendéenne. Consulté sur le site : <http://www.vendee.fr/>.

Coste C. (2011). *Aperçu de la flore et de la végétation lichéniques de la réserve biologique intégrale du cirque de Madasse (Forêt domaniale du causse Noir, Aveyron)*. Bulletin Soc. Hist. Nat. Toulouse, 25 p.

CPIE Cotentin. (2011). *Les lichens bio-indicateurs de Basse-Normandie : Evaluer la qualité de l'air grâce aux lichens des arbres*.

CPIE Sèvre et Bocage. (2017). *Rapports d'activités 2017 et d'orientation 2018*, 24 p.

Cuny D., Van Haluwyn C. & Davranche L. (2003). *Intégration de la bioindication de la qualité globale de l'air à l'aide des lichens épiphytes dans l'étude « Sentinelles de l'air ». Application au littoral dunkerquois et à l'agglomération lilloise*. APPA Nord-pas-de-Calais & Faculté de Pharmacie de Lille. 59 p.

DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. (2017). *Enquête participative : Lichens forestiers d'Auvergne et du Massif-Central. Résultats d'une mobilisation citoyenne en faveur de la biodiversité*.

Dobson F. S. (2005). *LICHENS, An Illustrated Guide to the British and Irish Species*. The Richmond Publishing Co. Ltd, England.

Dron J., Austruy A., Agnan Y., Ratier A. & Chamaret P. (2016). *Utilisation de la biosurveillance lichénique sur la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer : retour sur trois ans de suivi à l'échelle d'un territoire intercommunal*. Pollution atmosphérique, n°228, 17 p.

Esnault J., Monnat J.-Y. & Roux C. (2016). *Du catalogue des lichens de France aux catalogues régionaux : Basse-Normandie, Bretagne, Pays de la Loire*. E.R.I.C.A., n°29, 21-32.

Esnault J. (2017). Base de données Likarmor, sous Windows.

Feuerer T. & Hawksworth D.L. (2007). *Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions*. Biodiversity Conservation, volume 16, 85-98.

Fрати L., Caprasecca E., Santoni S., Gaggi C., Guttova A., Gaudino S., Pati A., Rosamilia S., Pirintsos S.A. & Loppi S. (2006). *Effects of NO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> from road traffic on epiphytic lichens*. Environmental Pollution, 58-64.

Gaio-Oliveira G., Branquinho C., Máguas C. & Martins-Loução M.A. (2001). *The concentration of nitrogen in nitrophilous and non-nitrophilous lichen species*. Symbiosis, volume 31, 187-199.

Gavériaux J.-P. (1996). *Education à l'environnement : Les lichens et la bioindication de la qualité de l'air, Guide technique à l'usage des professeurs des collèges et des lycées*. CRDP de l'Académie d'Amiens, 53 p.

Giordani P. (2007). *Is the diversity of epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study from Italy*. Environmental Pollution, volume 146, 317-323.

Gombert S. (2000). *Utilisation de la bioindication lichénique dans l'estimation de la qualité de l'air de l'agglomération grenobloise : Etude à différents niveaux d'organisation biologique. Résumé détaillé de la Thèse*. Bulletin d'information de l'Association Française de Lichénologie, volume 25, n°1, 43-52.

Hamilton E.I. (1989). *Chemical Contamination of French Coasts. The results of a Ten Years Mussel Watch*. Marine Pollution Bulletin, volume 20, n°10, 523-528.

Hawksworth D.L. & Rose F. (1970). *Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens*. Nature. 227, 145-148.

James P.W., Hawksworth D.L. & Rose F. (1977). *Lichen communities in the British Isles : a preliminary conspectus*. Lichen Ecology. Editions Seaward, 295 – 413.

Johansson P., Rydin H. & Thor G. (2007). *Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life history traits on ash in southern Sweden*. Ecoscience, volume 14, n°1, 81-91.

Jüriado I., Liira J., Paal J. & Suija A. (2009). *Tree and stand level variables influencing diversity of lichens on temperate broad-leaved trees in boreo-nemoral floodplain forests*. Biodiversity Conservation, volume 18, 105-125.

Lagrandie J. & Stauth S. (2010). *Inventaire des bryophytes et lichens de l'espace naturel sensible du bois d'Ardennes (50). Syndicat mixte des espaces littoraux de la Manche*. 30 p.

- Latkowska E., Chrapusta E., Bober B., Kaminski A., Adamski M. & Bialczyk J. (2015). *Allelopathic effects of epiphytic lichen Hypogymnia physodes (L.) Nyl. colonization on the spruce (Picea abies (L.) Karst.) bark*. *Allelopathy Journal*, volume 35, n°1, 129-138.
- LeBlanc S.C.F. & Sloover J.D. (1970). *Relation between industrialization and the distribution and growth of epi-phytic lichens and mosses in Montreal*. *Canadian Journal of Botany*, n° 48, 1485-1496.
- Llop E., Pinho P., Ribeiro M.C., Pereira M.J. & Branquinho C. (2017). *Traffic represents the main source of pollution in small Mediterranean urban areas as seen by lichen functional groups*. *Environment Science and Pollution Research*, volume 24, n°13, 12016-12025.
- Loppi S. Pirintsos S.A. & De Dominicis V. (1997). *Analysis of the distribution of epiphytic lichens on Quercus pubescens along an altitudinal gradient in a Mediterranean Area (Tuscany, Central Italy)*. *Israel Journal of Plant Sciences*, volume 45, 53-58.
- Loppi S. Pirintsos S.A., Olivieri N. & Pacioni G. (1999). *Distribution of epiphytic lichens on Quercus pubescens along an altitudinal gradient on the adriatic side of Central Italy*. *Studia Geobotanica*, volume 17, 85-90.
- Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R. (2002a). *Identifying deviations from natural diversity of lichen for bioindication purposes. Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, 281-284.
- Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R. (2002b). *A new scale for the interpretation of lichen biodiversity values in the Thyrrenian side of Italy*. *Bibliotheca Lichenologica* volume 82, 237-243.
- Loppi S., Ivanov D. & Boccardi R. (2002c). *Biodiversity of epiphytic lichens and air pollution in the town of Siena (Central Italy)*. *Environmental Pollution*, volume 116, 123-128.
- Loppi S. & Frati L. (2004). *Influence of tree substrate on the diversity of epiphytic lichens : Comparison between Tilia platyphyllos and Quercus ilex (Central Italy)*. *The Bryologist*, volume 107, n°3, 340-344.
- Loppi S. & Frati L. (2006). *Lichen diversity and lichen transplants as monitors of air pollution in a rural area of central Italy*. *Environmental Monitoring and Assessment*, volume 114, 361-375.
- Magnanon S. (2016). *En 2016, le programme CoLiBry prend son envol ! E.R.I.C.A., n°29, 3-4*.
- McCarthy D.P., Craig B. & Brand U. (2009). *Lichen monitoring of urban air quality, Hamilton, Ontario. Developments in Environmental Science*, volume 9, 247-267.
- McDonald L., Van Woudenberg M., Dorin B., Adcock A.M., McMullin R.T. & Cottenie K. (2017). *The effects of bark quality on corticolous lichen community composition in urban parks of southern Ontario*. *Botanique*, volume 95, n°12, 1141-1149.
- Nimis P.L. & Martellos S. (2017). *ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0*. University of Trieste, Dept. of Biology, consulté sur le site : <http://dryades.units.it/italic>.
- Nylander W. (1896). *Les lichens des environs de Paris. ([Reprod.]*). Consulté sur le site : <https://gallica.bnf.fr/>.
- Opdyke M.R., Dolney B.E., Frost L.L. & Roy J.D. (2011). *A study of epiphytic lichen communities in urban and rural environments in SouthWestern Pennsylvania*. *Journal of the Pennsylvania Academy of Science*, volume 85, n°4, 151-158.
- PARTICITAE. (s.d.) *Les lichens et la qualité de l'air. Lichens Go! A consulter sur le site : <http://www.particitae.upmc.fr/fr/participez/suivez-les-lichens.html>*.

Pinho P., Augusto S., Máguas C., Pereira M.J., Soares A. & Branquinho C. (2008a). *Impact of neighbourhood land-cover in epiphytic lichen diversity : Analysis of multiple factors working at different spatial scales*. *Environmental Pollution*, volume 151, 414-422.

Pinho P., Augusto S., Martins-Loução M.A., Pereira M.J., Soares A., Máguas C. & Branquinho C. (2008b). *Causes of change in nitrophytic and oligotrophic lichen species in a Mediterranean climate : Impact of land cover and atmospheric pollutants*. *Environmental Pollution*, volume 154, 380-389.

Pinho P., Dias T., Cruz C., Tang Y.S., Sutton M.A., Martins-Loução M.A., Máguas C. & Branquinho C. (2011). *Using lichen functional diversity to assess the effects of atmospheric ammonia in Mediterranean woodlands*. *Journal of Applied Ecology*, volume 48, 1107-1116.

Pinho P., Martins-Loução M.A., Máguas C. & Branquinho C. (2014). *Calibrating total nitrogen concentration in lichens with emissions of reduced nitrogen at the regional scale*. *Nitrogen Deposition, Critical Loads and Biodiversity*, 217-227.

PRSE (Plan Régional Santé Environnement des Pays de la Loire). (2014). *Chiffres-clé du baromètre santé environnement Pays de la Loire, 2014*. Agence Régionale de la Santé. 5.

Plante&Cité. (2015). *Les lichens : indicateurs environnementaux, fiche de synthèse*.

PRIMEQUAL (Programme de recherche interorganisme pour une meilleure qualité de l'air). (2014). *Agriculture et pollution de l'air. Impacts, contributions, perspectives. Etat de l'art des connaissances*. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie & Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.

Purvis O.W., Chimonides J., Din V., Erotokritou L., Jeffries T., Jones G.C., Louwhoff S., Read H. & Spiro B. (2003). *Which factors are responsible for the changing lichen floras of London? The Science of the Total Environment*, volume 310, 179-189.

QGIS. (2018). Téléchargeable sur le site : <https://www.qgis.org/fr/>.

R. (2018). Téléchargeable sur le site : <https://www.r-project.org/>.

Reynolds C.L., Orhan A.H.Er., Winder L. & Blanchon D.J. (2017). *Distribution and community composition of lichens on mature mangroves (Avicennia marina subsp. Australasica (Walp.) J.Everett) in New Zealand*. *PLoS One*, volume 12, n°6.

Richardson D.H.S. (1992). *Pollution monitoring with lichens*. *Naturalists' Handbooks 19*, Compagny of Biologists Ltd, 76 p.

Roux C. et coll. (2017). *Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine*. Association française de lichénologie, 2ème édition revue et augmentée, 1172 p.

Ruisi S., Zucconi L., Fornasier F., Paoli L., Frati L. & Loppi S. (2005). *Mapping environmental effects of agriculture with epiphytic lichens*. *Israel Journal of Plant Sciences*, volume 53, 115-124.

Ruoss E. (1999). *How agriculture affects lichen vegetation in central Switzerland*. *Lichenologist*, volume 31, 63-73.

Sérusiaux E., Diederich P. & Lambinon J. (2004). *Ferrantia : Les macrolichens de Belgique, du Luxembourg et du Nord de la France : Clés de détermination*. *Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle du Luxembourg*.

Spier L., Van Dobben H. & Van Dort K. (2010). *Is bark pH more important than tree species in determining the composition of nitrophytic or acidophytic lichen floras?* *Environmental Pollution*, volume 158, 3607-3611.

- Stapper N. J. & John V. (2015). *Monitoring climate change with lichens as bioindicators*. *Pollution atmosphérique*, n°226
- Svoboda D. (2007). *Evaluation of the European method for mapping lichen diversity (LDV) as an indicator of environmental stress in the Czech Republic*. *Biologia, Bratislava*, volume 62, n°4, 424-431.
- Svoboda D., Peksa O. & Veselá (2010). *Epiphytic lichen diversity in central European oak forests : Assessment of the effects of natural environmental factors and human influences*. *Environmental Pollution*, volume 158, 812-819.
- Thor G., Johansson P. & Jönsson M.T. (2010). *Lichen diversity and Red-listed species relationships with tree species and diameter in wooded meadows*. *Biodiversity and Conservation*, volume 19, n°8, 2307-2328.
- Tiévant P. (2001). *Guide des lichens, 350 espèces de lichens d'Europe*. Éditions Delachaux et Niestlé.
- Trass H. (1973). *Lichen sensitivity to the air pollution and index of poleotolerance (I.P.)*. *Folia Cryptog Estonica*, volume 3.
- Van Dobben H.F. & Ter Braak C.J.F. (1998). *Effects of atmospheric NH<sub>3</sub> on epiphytic lichens in the Netherlands : the pitfalls of biological monitoring*. *Atmospheric Environment*, volume 32, n°3, 551-557.
- Van Haluwyn C. & Asta J. (2013). *Guide des lichens de France, lichens des arbres*. Éditions Belin.
- Van Haluwyn C. & Lerond M. (1986). *Application d'une nouvelle méthodologie à la cartographie de la pollution atmosphérique de la moitié nord de la France*. Ministère de l'Environnement et de la Recherche, Rapport de fin de contrat n°82, 130 p.
- Vilsholm R.L., Wolseley P., Søchting U. & Chimonides J. (2009). *Biomonitoring with lichens on twigs*. *The Lichenologist*, volume 42, n°2, 1-14.
- Wirth V. (2010). *Ökologische Zeigerwerte von Flechten – erweiterte und aktualisierte Fassung*. *Herzogia* 23, n°2, 229-248.

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Echelle d'estimation de la qualité de l'air d'après Van Haluwyn et Lerond (1986).	p.11
Tableau 2 : Inventaires effectués sur le Pays du Bocage Vendéen.	p.13
Tableau 3 : Echelle utilisée pour la cartographie de la diversité lichénique des stations sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen selon les recommandations de Asta & al., 2002, Loppi & al., 2002a et Loppi & al., 2002b).	p.14
Tableau 4 : Richesse spécifique de chaque ville inventoriée et de chaque communauté de communes.	p.17
Tableau 5 : Fréquence et contribution spécifique de chaque taxon identifié sur le Pays du Bocage Vendéen.	p.18
Tableau 6 : Liste des taxons identifiés sur le Pays du Bocage Vendéen.	p.21
Tableau 7 : Tableau synthétique par territoire.	p.23
Tableau 8 : Tableau synthétique.	p.26
Tableau 9 : Echelle utilisée pour la cartographie de la pollution azotée sur le territoire du Pays du Bocage Vendéen (selon les recommandations de Ruisi et al., 2005, Loppi & Frati, 2006).	p.29
Tableau 10 : Résultats des comparaisons entre essences pour la diversité lichénique par arbres.	p.33

# LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Fonctionnement de la symbiose constituant un lichen.	p. 5
Figure 2 : Thalle lépreux : <i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	p. 6
Figure 3 : Thalle crustacé : <i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) A. Massal.	p. 6
Figure 4 : Thalle foliacé : <i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M.Choisy.	p. 6
Figure 5 : Thalle fruticuleux : <i>Ramalina lacera</i> (With.) J.R. Laundon.	p. 6
Figure 6 : Thalle squamuleux : <i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	p. 6
Figure 7 : Thalle complexe (ou composite) : <i>Cladonia humilis</i> (With.) Laund.	p. 6
Figure 8 : Thalle gélatineux : <i>Blennothallia crispa</i> (Huds.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin.	p. 6
Figure 9 : Apothécies orange foncé de <i>Xanthoria parietina</i> .	p. 7
Figure 10 : Positionnement de la grille sur un tronc (Asta & al., 2002) .	p. 9
Figure 11 : Application du protocole à Chantonnay.	p. 9
Figure 12 : Exemple de fiche de terrain remplie à La Pommeraie-sur-Sèvre.	p.10
Figure 13 : Réaction K+ jaune de <i>Diploicia canescens</i> .	p.12
Figure 14 : Localisation du Pays du Bocage Vendéen et des 6 communautés de communes.	p.13
Figure 15 : Localisation des mailles inventoriées dans le Pays du Bocage Vendéen.	p.13
Figure 16 : Proportion de chaque type de thalle sur l'ensemble des taxons identifiés au cours de l'étude.	p.15
Figure 17 : Nombre moyen de taxons par station en fonction des types de thalles des lichens rencontrés.	p.16
Figure 18 : Estimation de la qualité de l'air sur le Pays du Bocage Vendéen.	p.22
Figure 18a : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Chantonnay.	
Figure 18b : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Mortagne.	
Figure 18c : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Pouzauges.	
Figure 18d : Estimation de la qualité de l'air dans le Pays de Saint Fulgent-les Essarts.	
Figure 18e: Estimation de la qualité de l'air dans le Pays des Herbiers.	
Figure 18f : Estimation de la qualité de l'air des Terres de Montaigu.	
Figure 19 : Diversité lichénique des stations du Pays du Bocage Vendéen et des trois villes.	p.26
Figure 20 : Diversité lichénique des arbres entre le Pays du Bocage Vendéen et la ville.	p.26
Figure 21 : Estimation de la pollution au dioxyde de soufre sur le Pays du Bocage Vendéen.	p.27
Figure 22 : Différence entre une espèce nitrophile et non-nitrophile selon l'échelle d'eutrophisation de Nimis & Martellos (2017).	p.29
Figure 22a : <i>Coniocarpon cinnabarinum</i> DC. est une espèce non-nitrophile.	
Figure 22b : <i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt est une espèce nitrophile.	
Figure 23 : Estimation de la pollution azotée sur le Pays du Bocage Vendéen.	p.30
Figure 24 : Diversité lichénique des arbres en fonction de leur essence.	p.33
Figure 25 : Corrélation négative entre la circonférence et la diversité lichénique des arbres.	p.34
Figure 26 : Corrélation positive entre le recouvrement et la somme des fréquences de chaque orientation inventoriées.	p.34
Figure 27 : Somme des fréquences obtenue pendant les inventaires en fonction des 4 orientations.	p.35

# REMERCIEMENTS

## **Le CPIE remercie :**

Le Conseil Régional et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement des Pays de la Loire pour leur soutien financier.

Robert Boumier, pour son formidable coup de pouce immersif dans le monde de la lichénologie.

Laurent Chabrol (CBN du Massif Central), Jean-Pierre Gavériaux (AFL), Jonathan Signoret (Air Lorraine) et Séverine Stauth (CPIE du Cotentin), pour leurs conseils en amont du projet.

Béatrice Compère (Université de Limoges), Murielle Lencroz (CEN Limousin) et Askolds Vilks (Université de Limoges), pour leur accueil et formation à la reconnaissance des lichens.

Joël Esnault et Jean-Yves Monnat (CBN de Brest), pour leur expertise, leur disponibilité et leur pédagogie.

Nathan Martin (Université de Poitiers), pour la qualité de son travail durant son stage.

Claude Bourget, Willy Maillard et Philippe Uriac, pour les temps d'échanges sur le terrain ou autour d'échantillons.

Françoise Chataigner, Danielle Feurer-Tardif, Bernard Loizeau, Benoît Perrotin, Yves Puaud, Geneviève Rimars, Guy Rimars, Pascal Sachot, Michel Tardif, et plus généralement les membres de la commission environnement du CPIE ainsi que les membres de l'association Natur'avenir, pour leur intérêt et leur aide logistique au cours de la réalisation des inventaires.

Les communes du Pays du Bocage Vendéen qui ont accueilli la réalisation de ces relevés sur leur territoire.

# Estimation de la qualité de l'air du Pays du Bocage Vendéen (85)

Par l'étude des lichens  
épiphytes bio-indicateurs



AVEC LE SOUTIEN DE :



SÈVRE ET BOCAGE