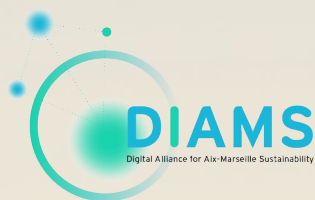


AIRWALK : Sur les traces des mesures de la qualité de l'air

Annabelle Austruy



BUREAU *GR 2013*
DES GUIDES





Le présent rapport est publié sous licence CC-BY-ND

Les données, les interprétations et les images présentes dans ce rapport sont la propriété de l'Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions et de ses partenaires, le Bureau des Guides GR2013 et l'artiste Côme Di Méglio, libres d'accès et d'utilisation à condition de citer les références du rapport et d'indiquer la source des données, photos, et graphiques ("Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions - Fos sur Mer").

Il ne sera pas apporté de modifications à la version originale du rapport à des fins de diffusion. L'Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions ne pourra être tenu responsable de toute interprétation réalisée par un tiers et qui n'est pas explicitement détaillée dans ce rapport.

Pour citer ce rapport :

Annabelle Austruy. AIRWALK : Sur les traces de la mesure de la qualité de l'air – Rapport d'activité. Institut Écocitoyen pour la Connaissance des Pollutions, 2022.

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à ce projet.

Dans un premier temps, nous adressons nos remerciements à la Métropole Aix-Marseille-Provence et ses partenaires, porteurs de l'appel à projet européens DIAMS, une des source de financement de ce projet.

Un grand merci aux citoyens ayant participé aux randonnées.

Nous remercions, enfin, l'ensemble des partenaires du projet : le Bureau des Guides du GR2013 et l'artiste Côme Di Méglio

Table des matières

I. Introduction.....	6
II. Méthode.....	8
II.1. Sélection des tracés.....	9
II.2. Bioindication lichénique de la qualité de l'air.....	10
II.3. Utilisation du capteur DIAMS.....	13
II.4. Ecole de l'air.....	13
II.5. « Conversations marchées ».....	14
III. Restitution et production.....	15
III.1. Description des placettes lichéniques.....	15
III.2. Présentation du manuel « Inspiration lichénique ».....	18
III.3. Participation et bilan des randonnées.....	19
III.4. Co-production et partenariat.....	24
IV. Conclusions.....	26
V. Références bibliographiques.....	27
Annexe 1 : Relevé de bioindication lichénique – Aix-en-Provence (AIX).....	28
Annexe 2 : Relevé de bioindication lichénique – Le Tholonet (THO).....	33
Annexe 3 : Relevé de bioindication lichénique – Marseille-Fontobscure (MRS).....	40
Annexe 4 : Relevé de bioindication lichénique – Marseille-La Barasse (BAR).....	45
Annexe 5 : Relevé de bioindication lichénique – Martigues-Lavéra (LAV).....	51
Annexe 6 : Relevé de bioindication lichénique – Martigues-Couronnes (COU).....	55
Annexe 7 : Relevé de bioindication lichénique – Saint-Julien-les-Martigues (JUL).....	60
Annexe 8 : Relevé de bioindication lichénique – Cabriès (CBS).....	65
Annexe 9 : Relevé de bioindication lichénique – Vitrolles (VIT).....	72

Index des Figures

Figure 1 : Tracé du GR2013, des parcours de randonnée définis et positionnement des placettes lichéniques sélectionnées pour le projet AIRWALK.....	8
Figure 2 : Schéma sur la sensibilité des lichens à la qualité de l'air.....	11
Figure 3 : Méthode de relevé de bioindication sur le terrain.....	12
Figure 4 : Capteur DIAMS de PM10, 2,5 et 1 fourni par TeraSensor.....	13
Figure 5 : Indice de pureté atmosphérique (IPA) et Valeur de diversité lichénique (VDL) calculés pour chaque station d'étude. Les couleurs des histogrammes correspondent au type d'environnement de la station.....	17
Figure 6 : Illustration du manuel inspiration lichénique produit dans le cadre du projet AIRWALK pour accompagner les randonnées.....	18
Figure 7 : Photos de la randonnée « Hydratation ».....	20
Figure 8 : Evolution des données atmosphériques (PM10, 2,5 et 1) au cours de la journée de randonnée « Consommation » à travers le territoire marseillais.....	21
Figure 9 : Photos de la randonnée « Consommation ».....	22
Figure 10 : Photos de la randonnée « Combustion ».....	23
Figure 11 : Photos de la randonnée « Digestion ».....	24

Index des Tableaux

Tableau 1 : Liste des stations de bioindication lichénique réparties sur les 4 tracés de randonnées sélectionnés sur le GR2013.....	10
Tableau 2 : Liste des espèces lichéniques rencontrées dans les différentes stations et fréquence d'apparition.....	11

I. Introduction

La qualité de l'air est un enjeu majeur du développement des territoires, compte tenu du lien entre les expositions aux polluants atmosphériques et l'état de santé des populations. Définir une stratégie d'amélioration de la qualité de l'air pour assurer des mesures de prévention efficaces des émissions atmosphériques nécessite de disposer d'une connaissance à la fois adaptée aux spécificités locales et partagée par tous. Or, cette connaissance repose en grande partie sur la mesure des paramètres de la qualité de l'air, cruciale à la fois pour les décideurs et aménageurs, mais aussi pour les citoyens, afin que tous les acteurs participent aux changements que demande la transition écologique.

Du point de vue des citoyens, la mesure de la qualité de l'air pose la question de sa signification et de sa compréhension. En effet, même s'il existe des seuils d'exposition, les mesures instrumentales peuvent être difficiles à interpréter par le grand public sans être complétées par d'autres approches leur donnant un sens concret. Il est donc nécessaire d'accompagner le développement technologique, pour la mesure des paramètres atmosphériques, d'actions d'appropriation de la connaissance, à une échelle de compréhension portant sur les sources, la composition des expositions et les effets. Ainsi, l'utilisation des techniques de biosurveillance de la qualité de l'air en complément des mesures instrumentales permet, d'une part, de former le citoyen à l'observation de l'environnement et à son interprétation sur la qualité de l'air et, d'autre part, de visualiser les impacts de cette pollution atmosphérique sur le vivant.

Pour répondre à ces attentes, l'Institut Ecocitoyen pour la Connaissance des Pollutions (IECP) en partenariat avec le Bureau des Guides du GR2013 (BG2013) et l'artiste Côme Di Meglio proposent, dans le cadre de l'Appel à projet DIAMS porté par la Métropole Aix-Marseille-Provence, le projet intitulé « AIRWALK : sur les traces de la qualité de l'air ». Ce projet se fixe plusieurs objectifs. D'une part, il propose de sensibiliser le grand public à la signification de la mesure de la qualité de l'air suivant deux axes de travail : (i) la mise en perspective de la mesure instrumentale des PM₁₀, 2,5 et 1 à l'aide du capteur DIAMS dans une connaissance élargie de la pollution atmosphérique, en abordant la question des sources, mélange de polluants et des réponses biologiques et (ii) la valorisation de la mesure instrumentale à travers une observation concrète et visualisable de la pollution de l'air dans l'environnement à l'aide de la biosurveillance lichénique. D'autre part, ce projet a pour but de développer la connaissance des expositions atmosphériques sur le territoire métropolitain et leurs effets sur le vivant. Ainsi, il s'attachera à étudier la faisabilité de

rapprochement des données issues de différentes méthodes de mesure (instrumentale et biologique) et permettra de compléter le réseau citoyen de biosurveillance actuel mis en place sur le territoire métropolitain par l'IECP en tenant compte d'un nombre exhaustif de contextes environnementaux.

Pour répondre à ces objectifs, AIRWALK consiste à concevoir et réaliser pour le grand public des randonnées thématiques sur la pollution atmosphérique, en reliant des mesures instrumentales de PM à des observations de biodiversité lichénique, considérées comme bioindicatrices de la qualité de l'air. Les participants à ces randonnées embarqueront un capteur DIAMS – représentant un moyen technologique de mesure – et feront étape au niveau de placettes lichéniques réparties sur le tracé de la randonnée. Au cours de ces étapes, des discussions seront initiées et animées par les organisateurs, depuis le sujet de la mesure de la composition de l'air jusqu'à celui des effets de la pollution sur le vivant. Une telle approche permettra aux citoyens de mettre en perspective la mesure instrumentale des PM10 en visualisant concrètement les conséquences des expositions sur les milieux.

II. Méthode

Les parcours de randonnée proposés dans le projet AIRWALK, au nombre de quatre, empruntent le GR2013, dont le tracé suit les pourtours de l'Etang de Berre (boucle ouest) et du massif de l'Etoile (boucle est) (Figure 1). Issu de la capitale européenne de la culture, le GR2013 est un sentier métropolitain de grande randonnée conçu avec des « artistes-marcheurs » du BG2013 qui invite à marcher là où on ne randonne habituellement pas. Ce sentier traverse des zones industrielles, urbaines, rurales et agricoles, proposant une rare diversité de milieux. Le BG2013 organise et anime des excursions, et en assure la gestion.



Figure 1 : Tracé du GR2013, des parcours de randonnée définis et positionnement des placettes lichéniques sélectionnées pour le projet AIRWALK

Le GR2013 comporte des stations d'observation lichénique appartenant au réseau de biosurveillance de la qualité de l'air développé par l'IECP. En lien avec Aix-Marseille Université (AMU), l'IECP mène depuis 2012 des travaux de recherche sur les questions liées à la pollution atmosphérique à partir de ce réseau de biosurveillance établi sur l'ensemble du territoire

métropolitain. Cette action a produit une cartographie des cumuls d'expositions aux polluants atmosphériques et de leurs impacts sur la biodiversité (Dron et al., 2016 ; Ratier et al., 2018). Des citoyens volontaires formés aux méthodes d'observations participent à cette biosurveillance de la qualité de l'air en réalisant chaque année des suivis de biodiversité lichénique sur près de 20 stations (Observatoire citoyen de l'environnement - VOCE).

Pour la réalisation du projet AIRWALK, il s'agit de compléter l'équipement du GR2013 en matière de capacité de biosurveillance, en dotant le GR2013 de 4 stations lichéniques supplémentaires. Les résultats de cette caractérisation sont intégrés à l'ensemble des données issues de 5 stations sélectionnées dans le réseau de biosurveillance actuel de l'IECP et traversées par le GR2013 pour produire une connaissance globale en bioindication de la qualité de l'air sur le tracé du GR2013. L'analyse des résultats prévoit *in fine* de rapprocher les mesures de PM10 réalisées par le capteur DIAMS à cette connaissance.

II.1. Sélection des tracés

Quatre parcours ont été tracés entre les placettes des relevés lichéniques choisies par l'IECP (Figure 1) :

- Tracé 1 : Hydratation - 11,5 km (Aix-en-Provence – Le Tholonet)
- Tracé 2 : Combustion - 12 km (Martigues-Lavéra – Martigues-Couronnes)
- Tracé 3 : Digestion - 13 km (Cabriès – Vitrolles)
- Tracé 4 : Consommation - 14,5 km (Marseille-La Barasse - Marseille-Fontobscure)

Les placettes lichéniques sont réparties en des situations variées du territoire métropolitain au long du GR2013 et chaque parcours cherche à relier des stations de natures différentes (urbaines, naturelles, agricoles, industrielles).

Les marches sont proposées à un public de randonneurs de tous âges. La longueur moyenne des parcours est comprise entre 11 et 15 km environ sur terrain facile. Dans le cadre du programme, les clubs de randonnée locaux ont été sollicités pour participer aux développements de cette programmation (via la FFRP et son comité départemental).

Les marches sont guidées par le BG2013. Le guide propose une feuille de route de la journée renseignant les participants sur les modalités de la marche et fournissant l'ensemble des informations utiles aux préparatifs de la journée. Les participants sont invités à se rendre sur les lieux en transports collectifs.

La journée de marche propose un parcours à la journée, reliant une placette de relevés lichéniques à une autre, en envisageant le territoire sous l'angle de l'observation des lichens. Des haltes sont prévues au long du parcours pour en raconter leurs histoires.

Un feuillet (ou carnet de marche) est produit par le Bureau des guides pour commenter (i) le parcours de la journée, (ii) les 4 ou 5 haltes prévues au long du trajet ainsi que (iii) les placettes d'observations lichéniques proposées.

Tout au long de la marche une série d'actions sont proposées aux randonneurs :

- des observations proposées par l'artiste Côme Di Meglio,
- des mesures scientifiques réalisées le long du trajet avec les capteurs DIAMS mis à disposition des publics dans le cadre du programme lancé par la métropole AMP.

Lors des haltes des informations sont apportées sur la prise de mesure et les caractéristiques des lieux. Ces informations viennent ainsi compléter les données atmosphériques récoltées et disponibles via l'application à l'issue de la session.

II.2. Bioindication lichénique de la qualité de l'air

Tableau 1 : Liste des stations de bioindication lichénique réparties sur les 4 tracés de randonnées sélectionnés sur le GR2013 (en vert les nouvelles stations définies pour le projet AIRWALK)

Stations	Stations	Date de relevé	Type	Longitude	Latitude
LAV	Martigues-Lavéra	01/09/15	Industriel	5,02766667	43,38408333
AIX	Aix-en-Provence	05/07/17	Urbain	5,44825000	43,52097222
COU	Martigues-Couronnes	19/04/18	Urbain	5,04972222	43,33583333
MRS	Marseille-Font Obscure	20/12/18	Urbain	5,40080556	43,31676667
VIT	Vitrolles	11/01/19	Urbain	5,25077778	43,44763889
THO	Le Tholonet	06/05/21	Naturel	5,54531300	43,52562800
BAR	Marseille-La Barasse	01/07/21	Naturel	5,55325300	43,26697500
CBS	Cabries	23/06/21	Agricole	5,32227400	43,46734600
JUL	Saint-Julien-les-Martigues	30/06/21	Agricole	5,10083800	43,37740600

L'IECP a développé et mis en œuvre la biosurveillance lichénique sur près de 25 stations réparties sur le pourtour de l'Etang de Berre et le Golfe de Fos depuis 2012, ce qui a mis en évidence des contrastes marqués en termes d'imprégnation comme de biodiversité lichénique, selon la localisation géographique des sites d'étude (Dron et al., 2016 ; Ratier et al., 2018). Comme présenté précédemment, 9 stations de biosurveillance lichénique sont définies sur le tracé du GR2013 pour ce projet dont 4 nouvelles stations ont été investiguées (Tableau 1). La sélection des nouvelles placettes implique un repérage des sites d'observation (nombre d'arbres, essences présentes, inclinaison des supports), et leur caractérisation en termes de biodiversité lichénique. Un relevé de diversité lichénique consiste à réaliser un inventaire de la flore lichénique, c'est-à-dire à déterminer les différentes espèces présentes et leurs fréquences d'apparition. Les données d'abondance et de diversité lichénique acquises au cours de ces relevés permettent de calculer différents indices renseignant sur la qualité de l'air correspondante. Il s'agit d'une méthode de biosurveillance atmosphérique, aujourd'hui reconnue pour l'évaluation de la qualité de l'air en Europe (Directive 2008/50/EC10), qui informe sur la santé environnementale d'un milieu donné et renseigne sur la qualité de l'air. Elle met en œuvre des organismes indicateurs, dans le cas présent le lichen, pour mesurer l'effet des polluants atmosphériques sur l'environnement. On parle alors de bioindication lichénique. En effet, le lichen, résultant d'une association symbiotique entre une algue et un champignon, est un bioindicateur atmosphérique reconnu et pertinent de par ses spécificités biologiques (grande longévité, organisme ubiquiste, absence de racines, se nourrissant exclusivement des nutriments de l'air et sensible aux polluants atmosphériques). La capacité de tolérance des lichens à la pollution de l'air est fonction de l'espèce considérée. Celle-ci est souvent décrite en fonction des types de lichens, les lichens dits crustacés sont considérés comme les plus tolérants, les lichens fruticuleux sont généralement les plus sensibles (Figure 2).

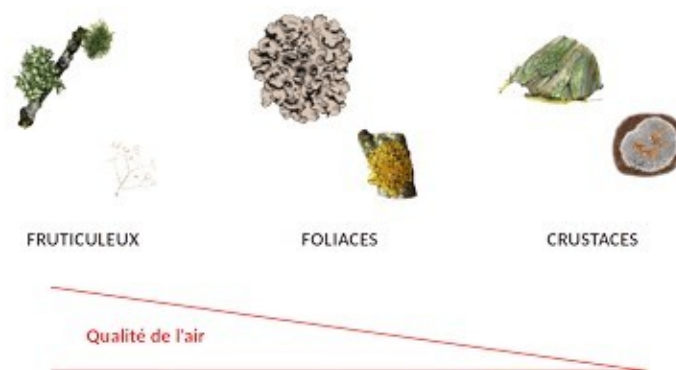


Figure 2 : Schéma sur la sensibilité des lichens à la qualité de l'air

Le relevé lichénique est réalisé selon un protocole d'échantillonnage défini par la norme européenne EN 16413. Il s'effectue sur 10 arbres, exclusivement des feuillus, en diversifiant les espèces d'arbres (phorophytes) afin d'améliorer la représentativité de la diversité lichénique. Le plan d'échantillonnage est fonction de la superficie de la placette et de la distribution des arbres à l'intérieur de celle-ci. Les arbres choisis doivent avoir une circonférence du tronc supérieur à 50 cm et une inclinaison maximale de 20 °. Le relevé est effectué sur les quatre faces de chaque arbre à l'aide d'une grille d'observations composée de cinq mailles de 10 x 10 cm superposées verticalement (Figure 3).

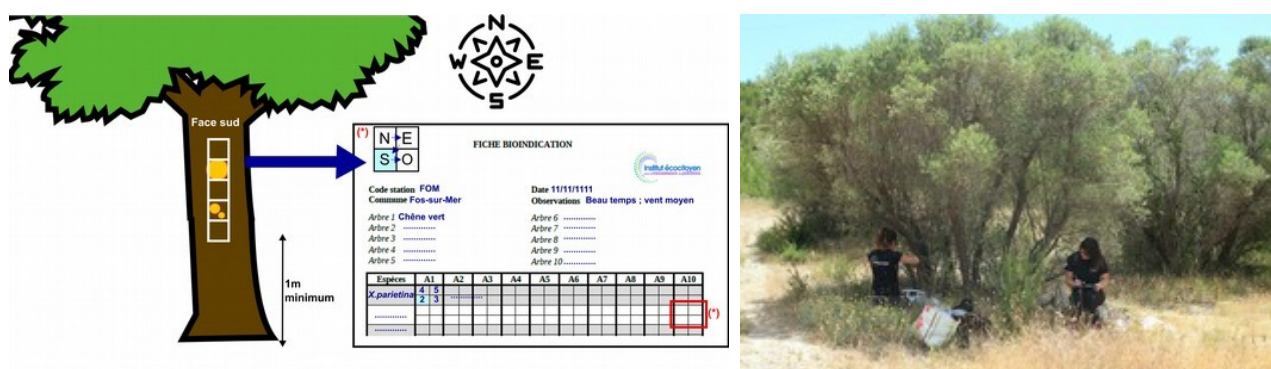


Figure 3 : Méthode de relevé de bioindication sur le terrain (© IECP)

Les espèces lichéniques ne pouvant pas être identifiées avec certitude sur le terrain sont récoltées au couteau et conservées dans un sac en plastique. Une vérification est réalisée en laboratoire par des observations à la loupe binoculaire, voire au microscope pour caractériser les structures reproductrices.

Des guides de détermination de référence (Van Haluwyn et al., 2009 ; Dobson, 2011 ; Tiévant, 2011) sont utilisés avec des clés de détermination se basant sur des critères morphologiques. Pour compléter la détermination, des tests chimiques sont utilisés pour provoquer des réactions colorées selon les composés présents dans les lichens.

Le traitement des données de diversité et d'abondance lichénique est réalisé par le calcul d'indices de pollution et notamment l'Indice de Pureté Atmosphérique (IPA) et la Valeur de Diversité Lichénique (VDL). L'IPA se calcule à partir du nombre, de la fréquence et de la valeur écologique des espèces rencontrées dans une station et renseigne sur le niveau de pollution de l'air, de très faible (IPA > 100) à très élevé (IPA < 20). La VDL est basée sur la somme des fréquences des

espèces lichéniques rencontrées sur une placette et illustre plus spécifiquement l'abondance lichénique de chaque station.

II.3. Utilisation du capteur DIAMS

Le capteur DIAMS a été fourni par Tera SENSOR pour le projet DIAMS (Figure 4).

Il permet la mesure de la pollution atmosphérique particulaire et possède un détecteur à particules pour les PM10, 2,5 et 1.

Les mesures sont réalisées en continu tout au long du parcours de randonnée par un ou plusieurs randonneurs. Tous les participants à la randonnée sont ainsi formés à son utilisation. A travers les mesures instrumentales, des échanges et discussions sont menés pour permettre aux participants de s'approprier la mesure et améliorer leur connaissance sur les pollutions atmosphériques en abordant la question des sources, mélange de polluants et impact de la qualité de l'air sur la biodiversité illustrée par les lichens.

L'ensemble des données enregistrées par le capteur DIAMS au format csv sont traitées et présentées sous forme graphique et sous forme cartographique montrant l'évolution de la qualité de l'air tout au long du parcours de randonnée.



Figure 4 : Capteur DIAMS de PM10, 2,5 et 1 fourni par TeraSensor

II.4. Ecole de l'air

Ce processus école consiste à transférer aux Guides du GR2013 et à l'artiste Côme Di Meglio la connaissance lichénique (identification, caractérisation des placettes, état des lieux sur la

contamination et les effets des polluants de l'air sur la biodiversité lichénique), afin qu'ils puissent assurer l'animation des discussions auprès du grand public. Au moyen d'une action collective réunissant le BG2013 et l'IECP, les types d'actions et les outils mobilisables en ces lieux ont été déterminés placette par placette. Des moyens de communication issus d'un processus artistique ont été élaborés pour servir de support d'échange lors des randonnées.

L'Ecole de l'Air précise le mode d'animation de la participation citoyenne, en engageant une réflexion autour du dispositif de mesure et de la connaissance : quelles sont les caractéristiques des placettes, pour quelles raisons les placettes ont été choisies, que peut-on en apprendre ou encore, comment sont-elles équipées et environnées.

II.5. « Conversations marchées »

Les discussions sur la pollution de l'air sont conduites par les Guides du BG2013 et l'artiste Côme Di Meglio, formés pour cela par l'IECP à travers l'« Ecole de l'Air ».

Le BG2013 développe depuis plusieurs années des formats de balades et des outils associant sensibilisation aux paysages par le partage de ses "histoires" et transmission de connaissances. A partir d'écritures narratives, ces formes ou outils conçus avec des artistes fabriquent ou racontent des histoires écologiques et sociales, associant ainsi observations et informations scientifiques, perception sensible et mise en récit contextualisée.

Les randonnées associent des thématiques environnementales à une narration des lieux et leur traversée physique. Elles convoquent à la fois le sens de l'observation du marcheur mais également son imagination, un apprentissage fondé sur l'expérience située, le développement du regard par l'écoute des histoires *in-situ* que peuvent porter un paysage. Les balades associent des thématiques environnementales à une narration des lieux et leur traversée physique.

Ainsi, les quatre randonnées ont été produites sur le modèle des « Conversations marchées », en précisant la relation entre une exposition atmosphérique et un effet écotoxique, tout en impliquant et en sensibilisant les citoyens dans l'acquisition de données environnementales.

III. Restitution et production

III.1. Description des placettes lichéniques

Des fiches de présentation de la diversité lichénique ont été produites pour chaque placette et sont présentées dans les Annexes 1 à 9.

Tableau 2 : Liste des espèces lichéniques rencontrées dans les différentes stations et fréquence d'apparition (en beige les lichens crustacés, en vert les lichens foliacés et en bleu les lichens fruticuleux).

Espèces	To	LAV	COU	AIX	MRS	VIT	THO	CBS	BAR	JUL
<i>Acrocordia gemmata</i>	2	0,160	0,135							
<i>Amandinea punctata</i>	3	0,065		0,050		0,050	0,220	0,125	0,205	0,430
<i>Anisomeridium bifforme</i>	2			0,075			0,015	0,050		
<i>Arthonia punctiformis</i>	1		0,400							
<i>Arthonia radiata</i>	2				0,200			0,060	0,040	
<i>Arthopyrenia punctiformis</i>	2	0,760			0,045	0,320				0,425
<i>Buellia griseovirens</i>	2			0,110		0,115	0,070			
<i>Caloplaca cerina</i>	2					0,080				
<i>Caloplaca ferruginea</i>	2		0,190				0,005		0,545	0,010
<i>Caloplaca luteoalba</i>	2	0,145	0,280	0,020	0,265	0,065				
<i>Candelaria concolor</i>	2		0,040	0,200	0,340	0,120	0,115	0,215	0,170	
<i>Chrysothrix candelaris</i>	2	0,025	0,095			0,070	0,210	0,075	0,025	0,035
<i>Cliostomum griffithii</i>	3						0,040	0,015	0,030	
<i>Diploicia canescens</i>	3			0,010	0,010			0,115		
<i>Evernia prunastri</i>	2			0,005			0,085	0,080		
<i>Flavoparmelia caperata</i>	1			0,020		0,010	0,260	0,190	0,065	
<i>Graphis scripta</i>	2					0,180				0,075
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	2	0,365	0,240	0,710	0,290	0,660	0,485	0,405	0,980	0,465
<i>Hypogymnia physodes</i>	2						0,040	0,030		
<i>Lecanora carpinea</i>	2		0,100	0,150	0,080	0,030	0,090	0,055	0,025	
<i>Lecanora chlarotera</i>	2		0,080	0,035	0,035	0,015	0,015	0,040	0,240	0,020
<i>Lecanora expallens</i>	3					0,015		0,020		
<i>Lecanora horiza</i>	2		0,075			0,015	0,295			
<i>Lecidella elaeochroma</i>	2			0,175	0,250	0,135	0,400	0,085	0,170	

<i>Lepraria incana</i>	3						0,035	0,385		0,210
<i>Melanelixia subaurifera</i>	2							0,120		0,025
<i>Opegrapha atra</i>	2		0,075		0,035		0,190	0,615		0,255
<i>Parmelia sulcata</i>	2						0,250	0,095		
<i>Parmelina tiliacea</i>	1						0,180	0,020		0,015
<i>Parmotrema perlatum</i>	1						0,115			
<i>Pertusaria amara</i>	2						0,050			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	3		0,160	0,790	0,580	0,250	0,385	0,100	0,585	0,205
<i>Physcia adscendens</i>	2	0,285	0,485	0,195	0,595	0,235	0,960	0,930	0,665	0,205
<i>Physcia aipolia</i>	2						0,685	0,020	0,240	
<i>Physcia biziana</i>	2	0,090	0,035	0,490	0,280	0,475			0,725	
<i>Physcia tenella</i>	2									0,095
<i>Physconia grisea</i>	3			0,090		0,250	0,015	0,045	0,035	
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	2						0,110			
<i>Porina aenea</i>	2								0,455	
<i>Punctelia borreri</i>	2					0,005			0,010	
<i>Punctelia subrudecta</i>	2						0,140	0,160		
<i>Pyrrhospora querneae</i>	2									0,130
<i>Ramalina farinacea</i>	1						0,035			0,015
<i>Sticta sylvatica</i>	2						0,030			
<i>Teloschiste chrysophthalmus</i>	2									0,005
<i>Xanthoria candelaria</i>	2	0,010	0,035		0,030				0,005	
<i>Xanthoria parietina</i>	2	0,315	0,710	0,425	0,530	0,335	0,420	0,305	0,960	0,045
Richesse spécifique		10	16	17	15	21	30	26	20	18
Abondance		2,22	3,14	3,55	3,57	3,43	5,95	4,36	6,18	2,67

To : Indice de toxitolérance relatif à la sensibilité de l'espèce à la pollution atmosphérique (1 : faible tolérance ; 3 : tolérance élevée)

Richesse spécifique = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

D'un point de vue floristique, cette étude a permis d'identifier 47 taxons sur l'ensemble des 9 placettes réparties sur le territoire de la MAMP et associées à ce projet dont 24 lichens crustacés, 21 foliacés et 3 fruticuleux (Tableau 2). Les espèces les plus représentées sont *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina* et *Hyperphyscia adglutinata*, foliacés toxitolérants, nitrophiles et héliophiles, très présents en zone urbanisées et anthropisées. À noter la présence d'espèces caractéristiques du domaine méditerranéen : *Physcia biziana*, *Xanthoria parietina* ou *Amandinea punctata*. Les

lichens crustacés sont les plus représentés sur l'ensemble des stations exceptées à Aix-en-Provence (AIX), Le Tholonet (THO), Cabries (CBS) et Marseille-La Barasse (BAR) où une majorité de lichens foliacés est observée.

La richesse spécifique (Tableau 2) montre une diversité très dépendante du contexte environnemental, faible en zone industrielle (LAV - 10 espèces), modérée en zone urbainsée (entre 15 et 21 espèces) et très élevée en zone naturelle notamment au Tholonet (THO - 30 espèces). De même, l'abondance mesurée sur chaque placette suit les même évolutions, avec une faible abondance relevée en milieu industriel (LAV - 2,22) et une abondance très élevée enregistrée sur les parcelles naturelles (THO et BAR respectivement 5,95 et 6,18). Cette distribution semble confirmer l'impact des émissions anthropiques et notamment industrielles sur la diversité et l'abondance des lichens.

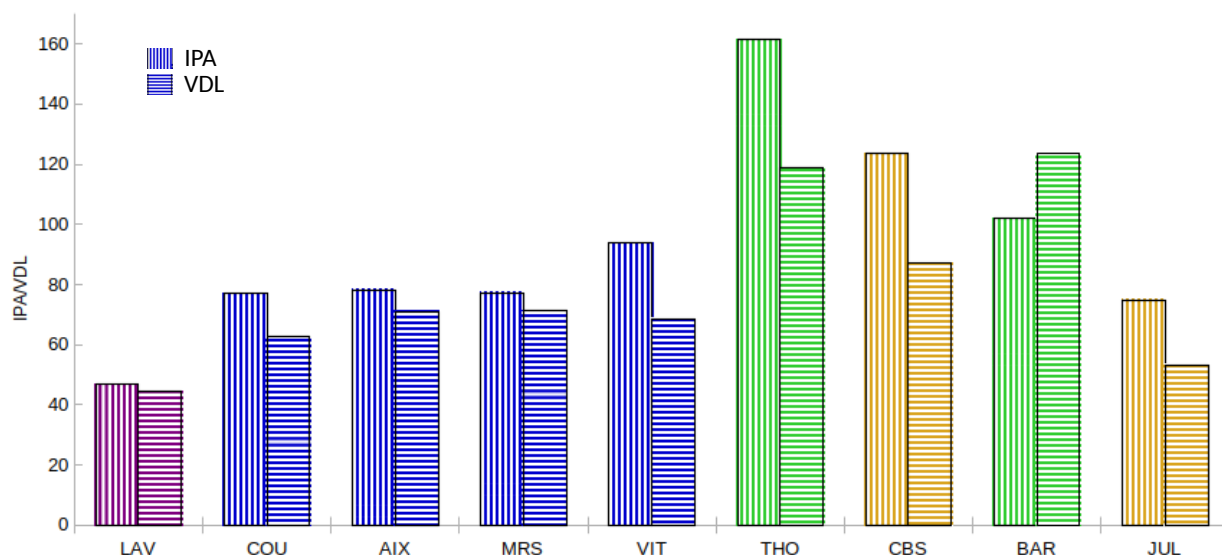


Figure 5 : Indice de pureté atmosphérique (IPA) et Valeur de diversité lichénique (VDL) calculés pour chaque station d'étude. Les couleurs des histogrammes correspondent au type d'environnement de la station (violet : industriel ; bleu : urbain ; ocre : agricole ; vert : naturel)

L'IPA (Figure 5) mesuré sur les différentes placettes varie de 46,8 (LAV), indiquant une qualité de l'air médiocre, à 161,3 relevé au Tholonet (THO) et traduisant une très bonne qualité de l'air. Des variations similaires sont observées pour la VDL avec cependant une gamme de valeur moins importante (de 44,4 à LAV à 123,5 à BAR). A noter, que la plus forte valeur de VDL est relevée à

Marseille-La Barasse (BAR) présentant la plus forte valeur d'abondance alors que l'IPA le plus élevé est enregistré au Tholonet (THO) qui présente la plus importante richesse spécifique. Il est à noter un indice relativement faible à la station JUL au regard du contexte agricole de la zone (culture d'olivier et vignoble). Ce résultat pourrait être la conséquence de l'influence industrielle de Lavéra situé à proximité.

Ces indices traduisent d'une qualité de l'air fortement dépendante des niveaux d'anthropisation des territoires et mettent en avant l'impact des émissions anthropiques sur la communauté lichénique, confirmant sa qualité de bioindicateur d'impact.

III.2. Présentation du manuel « Inspiration lichénique »

Le manuel « Inspirations lichéniques » (Figure 6), produit et conçu par l'artiste Côme Di Méglio, permet d'accompagner des marches animées par le BG2013 et l'IECP le long du GR2013 entre les placettes lichéniques. D'un format léger, il peut s'emporter partout. Il a aussi vocation à servir lors de n'importe quelle excursion, et contexte, en ville comme dans des zones peu anthropisées.



Figure 6 : Illustration du manuel inspiration lichénique produit dans le cadre du projet AIRWALK pour accompagner les randonnées (<https://issuu.com/bureaudesguidesgr2013/docs/lichen25okok>).

Il invite à entrer dans le savoir scientifique qui accompagne l'étude du lichen, par une approche poétique, sensible, esthétique. Ce manuel guide le marcheur dans une autre lecture du paysage,

en devenant attentif aux indices environnants de facteurs de pollution, en lien avec la diversité lichénique. Cette approche crée une corrélation entre le macrocosme des infrastructures humaines, et le microcosme du lichen.

A travers des dessins de contemplation et d'observation ; une introduction au fonctionnement du lichen ; des premiers pas dans la distinction entre grandes familles de lichens permettant d'évaluer la qualité de l'air, ce manuel crée un premier intérêt scientifique et donne envie d'aller plus loin dans la connaissance des lichens, et la corrélation avec les activités humaines.

III.3. Participation et bilan des randonnées

Un bilan sur l'organisation, la participation et les observations de chacune des quatre randonnées est présentée ci-dessous.

Randonnée « Hydratation »

La randonnée « Hydratation » s'est déroulée le 03/06/2022 entre Aix-en-Provence (station AIX) et le Tholonet (station THO) sous un temps partiellement nuageux et un faible vent accompagné de quelques gouttes en début de randonnée. 12 personnes ont participé à cette randonnée à travers le territoire aixois et le Massif de la Sainte-Victoire.

La placette lichénique dans le parc Jourdan au départ de Aix (station AIX) présente une diversité et une abondance d'espèces lichéniques modérées traduisant une qualité de l'air moyenne (IPA = 77,0) (Annexe 1). Au contraire, une richesse spécifique élevée est relevée sur la placette THO à l'arrivée de la randonnée indiquant une très bonne qualité de l'air dans le secteur (IPA = 146,8, plus de deux fois supérieur à celui mesuré à la station AIX).

Malgré le fonctionnement de deux capteurs DIAMS en continu tout au long de la randonnée, aucune donnée atmosphérique ne peut être présentée, l'application DIAMS ayant semble-t-il rencontré un problème lors de l'enregistrement de ces données.

Tout au long de la randonnée, à travers le Parc naturel urbain (PNU) créée à Aix-en-Provence en 2018 au bord des rives de la Torse puis sur les pentes du Massif de la Sainte-Victoire, des haltes autour de la biodiversité lichénique (identification, observation) ont été réalisées, comme illustrées dans la Figure 7, pour transmettre la connaissance sur cette communauté d'espèces, son fonctionnement, son histoire et son utilisation en biosurveillance.



Figure 7 : Photos de la randonnée « Hydratation » (© IECP)

Randonnée « Consommation »

La randonnée « Consommation » s'est déroulée le 01/07/2022 à Marseille entre le Parc de Fontobscur (station MRS) et les hauteurs de La Barasse à l'entrée du Parc National des Calanques (station BAR) sous un temps ensoleillé et un faible vent. Comme pour la première randonnée, 11 personnes ont participé à cette randonnée à travers les territoires urbains de la ville de Marseille. La placette lichénique située dans le parc de Fontobscur au départ de la randonnée (station MRS) présente une diversité et une abondance d'espèces lichéniques proches de celle relevée à la station AIX et illustrant la diversité lichénique en milieu urbain (IPA = 71,1) (Annexe 3). Au contraire, une richesse spécifique élevée est enregistrée sur la placette BAR à l'arrivée de la randonnée indiquant une pollution de l'air très faible dans ce secteur moins urbanisé (IPA = 101,5). Comme pour la première randonnée, deux capteurs DIAMS ont fonctionné en continu tout au long de la randonnée. Dans l'impossibilité de télécharger au format csv les données atmosphériques enregistrées au cours de la randonnée à partir de l'application et le site internet DIAMS, le suivi des données atmosphériques, non cartographiées, est présenté dans la Figure 8 sous la forme graphique telle que proposée par l'application. La lecture des résultats ne permet pas de dégager beaucoup d'informations exploitables sans la cartographie précise des mesures. Cependant, des niveaux de fond relativement élevés sont observés pendant la phase de déplacement en transport en commun (d'une durée d'environ 1 h avant et après la rando), notamment dans le bus et métro

empruntés pour accéder au départ de la randonnée. Ce résultat met en évidence la mauvaise qualité de l'air intérieur notamment dans les enceintes ferroviaires souterraines comme relevé par AtmoSud dans une campagne réalisée dans le métro marseillais en 2021 (AtmoSud, 2021). Les pics observés tout au long de la randonnée peuvent être en partie la conséquence de frottements consécutifs à la marche (capteur fixé sur le sac à dos), mais nous pouvons noter une plus grande concentration de pics et un niveau de fond légèrement plus élevé au début de la randonnée au cours duquel des zones urbaines denses ont été traversées (Le Merlan, La Rose, ...).



Figure 8 : Evolution des données atmosphériques (PM10, 2,5 et 1) au cours de la journée de randonnée « Consommation » à travers le territoire marseillais. Les heures indiquées en abscisse sont erronées (capture d'écran à partir de l'application DIAMS).

Tout au long de la randonnée, des haltes autour de la biodiversité lichénique (histoire, identification, observation, fonctionnement) ont été réalisées, comme illustrées dans la Figure 9, pour transmettre la connaissance sur cette communauté d'espèce, son fonctionnement, son histoire et son utilisation en biosurveillance. Ce parcours a aussi permis de découvrir une partie de l'histoire et de l'aménagement de la ville de Marseille.



Figure 9 : Photos de la randonnée « Consommation » (© IECP)

Randonnée « Combustion »

La randonnée « Combustion » s'est déroulée le 01/10/2022 entre Martigues-Lavéra (station LAV) et Martigues-Couronne (station COU) sous un temps partiellement ensoleillé et un faible vent. 30 personnes ont participé à cette randonnée à travers le massif de la Nerthe.

La placette lichénique au départ de Lavéra présente une diversité et une abondance d'espèces lichéniques très faible, avec le plus faible nombre d'espèces relevé sur une placette (10 espèces), traduisant une qualité de l'air dégradée (IPA = 44,6) (Annexe 5). Une richesse spécifique plus élevée est relevée sur la placette COU (16 espèces) à l'arrivée à la plage du Verdon à Couronne indiquant une meilleure qualité de l'air dans le secteur (IPA = 72,8) (Annexe 6). Cette biodiversité lichénique relevée à la station COU considérée comme une station urbaine met en avant une qualité de l'air modérée comme souvent enregistrée en milieu urbain.

Malgré le fonctionnement de deux capteurs DIAMS en continu tout au long de la randonnée, aucune donnée atmosphérique ne peut être présentée, l'application DIAMS ayant semble-t-il rencontré un problème lors de l'enregistrement de ces données.

Tout au long de la randonnée, à travers le Massif de la Nerthe et la plaine de Saint-Julien et Saint-Pierre, nous avons traversé les cités ouvrières de la pétrochimie, une décharge publique, une vaste plaine agricole ainsi qu'un massif boisé traversé par le feu. Comme lors des précédentes randonnées, des haltes autour de la biodiversité lichénique (identification, observation) ont été

réalisées, comme illustrées dans la Figure 10, pour transmettre la connaissance sur cette communauté d'espèces, son fonctionnement, son histoire et son utilisation en biosurveillance.



Figure 10 : Photos de la randonnée « Combustion » (© Bureau des Guides GR2013)

Randonnée « Digestion »

La randonnée « Digestion » s'est déroulée le 19/11/2022 entre le Bassin du Réaltor (station CAB) et Vitrolles (station VIT) sous un temps ensoleillé avec un fort Mistral. 30 personnes ont participé à cette randonnée à travers le massif de l'Arbois.

La placette lichénique au départ de Cabriès au bord du bassin du Réaltor montre une diversité et abondance lichénique élevée (26 espèces et abondance de 4,36) indiquant une bonne qualité de l'air dans ce secteur (IPA = 119,7) (Annexe 8). Une richesse spécifique moins élevée est relevée sur la placette lichénique située à Vitrolles (station VIT - 21 espèces) à l'arrivée de la randonnée indiquant une qualité de l'air légèrement dégradée (IPA = 86,7).

Malgré le fonctionnement de trois capteurs DIAMS en continu tout au long de la randonnée, aucune donnée atmosphérique ne peut être présentée, l'application DIAMS ayant semble-t-il rencontré un problème lors de l'enregistrement de ces données.

Tout au long de la randonnée, au départ du réservoir du Réaltor, lac artificiel de 70 Ha environ et à travers le Massif de l'Arbois et ses plaines agricoles, nous sommes passés à proximité des vestiges du camp militaire américain, avons longé le centre de stockage des déchets et traversé le vallon de Valbacol où serpente le ruisseau de la Frescoule pour atteindre Vitrolles. Comme lors des

précédentes randonnées, des haltes autour de la biodiversité lichénique (identification, observation) ont été réalisées, comme illustrées dans la Figure 11, pour transmettre la connaissance sur cette communauté d'espèces, son fonctionnement, son histoire et son utilisation en biosurveillance.



Figure 11 : Photos de la randonnée « Digestion » (© Bureau des Guides GR2013)

III.4. Co-production et partenariat

Ce projet a permis de renforcer le partenariat entre l'IECP et le BG2013 ainsi que de lancer une première collaboration avec l'artiste Côme Di Méglio dont le travail est accès sur la sculpture et la création d'espace à travers la matière.

Le programme AIRWALK a été mise en oeuvre à partir de plusieurs étapes d'échanges et de réflexion entre les partenaires.

La première étape consistait à la détermination des communautés lichéniques des différentes placettes d'étude sélectionnées pour le programme. Elle a été réalisée sous forme d'atelier terrain au cours desquels les agents de l'IECP étaient accompagnés de volontaires de l'Observatoire

Citoyen de l'Environnement (VOCE) et des guides du BG2013 permettant de transmettre les techniques de relevés à tous les participants à ces ateliers.

De même, l'Ecole de l'Air créée dans le cadre de ce programme a permis de former les guides à la biosurveillance lichénique mais aussi de concevoir des outils de communication tels qu'un livret produit pour chaque randonnée, le manuel d'« Inspirations lichéniques » illustré pour accompagner les conversations marchées lors des randonnées ou encore des fiches de présentation de la diversité lichénique par placette (Annexes 1 à 9).

Enfin, des journées de repérage du parcours ont été effectuées par le BG2013 et Côme Di Méglio en lien avec leur connaissance du territoire et la localisation des placettes lichéniques.

L'ensemble de ce travail a permis de concevoir 4 marches à destination d'un large public et animées par l'artiste Côme Di Méglio, l'IECP et le BG2013. L'organisation de ces randonnées a été mise en place suivant le modèle de conversations marchées définies par le BG2013 sur la thématique de la qualité de l'air et de ses déterminants (sources, expositions, effets). Ces randonnées ont permis de traverser des territoires très diversifiés (parc et zone naturelle, territoire industriel, urbain, ou agricole) à l'image des environnements remarquables présents sur la Métropole Aix-Marseille-Provence.

Cette collaboration entre les différents partenaires a abouti à l'émergence de nouveaux projets et notamment :

- un prototypage d'un programme pour l'Ecole Buissonnière mise en œuvre par le BG2013,
- la conception d'une œuvre d'hospitalité sur le GR2013 par l'artiste Côme Di Méglio,
- l'intégration de nouveaux volontaires à l'Observatoire citoyen de l'environnement porté par l'IECP (VOCE) et notamment sur l'action VOCE-lichen,
- la mise en œuvre d'un programme de recherche autour de l'environnement de l'Etang de Berre financé par la Fondation de France et regroupant le BG2013 et l'IECP.

IV. Conclusions

Le programme AIRWALK a porté sur la réalisation de randonnées au long du GR2013 pour marcher le nez au vent et saisir ce qu'il y a dans l'air que nous respirons. Guidés par l'artiste Côme Di Méglio, les guides du BG2013 et avec l'aide des scientifiques de l'IECP, ce projet a donné l'occasion d'apprécier la qualité de l'air par une série de mesures scientifiques complétées par l'observation des lichens. Mesures instrumentales et observations lichéniques ont ainsi ponctué nos journées de marche sur le sentier à travers l'aire métropolitaine.

Une telle approche a permis aux citoyens randonneurs de mettre en perspective la mesure instrumentale en visualisant concrètement les conséquences des expositions sur les milieux. Étapes par étapes, des discussions ont été initiées et animées par les différents intervenants, depuis le sujet de la mesure de la composition de l'air jusqu'à celui des effets de la pollution sur le vivant.

Par ailleurs, ce travail a complété le réseau de mesure de biosurveillance lichénique de l'IECP sur le territoire AMP de quatre nouvelles placettes et ainsi apporté une meilleure connaissance de la flore lichénique méditerranéenne et des zones du territoire les plus impactées par la pollution de l'air. De plus, ce projet a incité plusieurs participants à intégrer le réseau VOCE porté par l'IECP pour participer à l'action VOCE-lichen pour laquelle ils sont formés à une méthode adaptée de relevés de diversité lichénique leur permettant de réaliser annuellement un relevé sur la placette de leur choix, les données intégrant ensuite les études et suivis scientifiques de l'IECP.

V. Références bibliographiques

AFNOR-CEN : Biosurveillance à l'aide de lichens - Évaluation de la diversité des lichens épiphytes, norme NF EN 16413, 2012.

AtmoSud (2021). Qualité de l'air intérieur du métro de Marseille . Rapport d'étude, 64 p.

Dobson, F. S. (2011). Lichens: An illustrated Guide to the British and Irish Species.

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. 2268-3798.

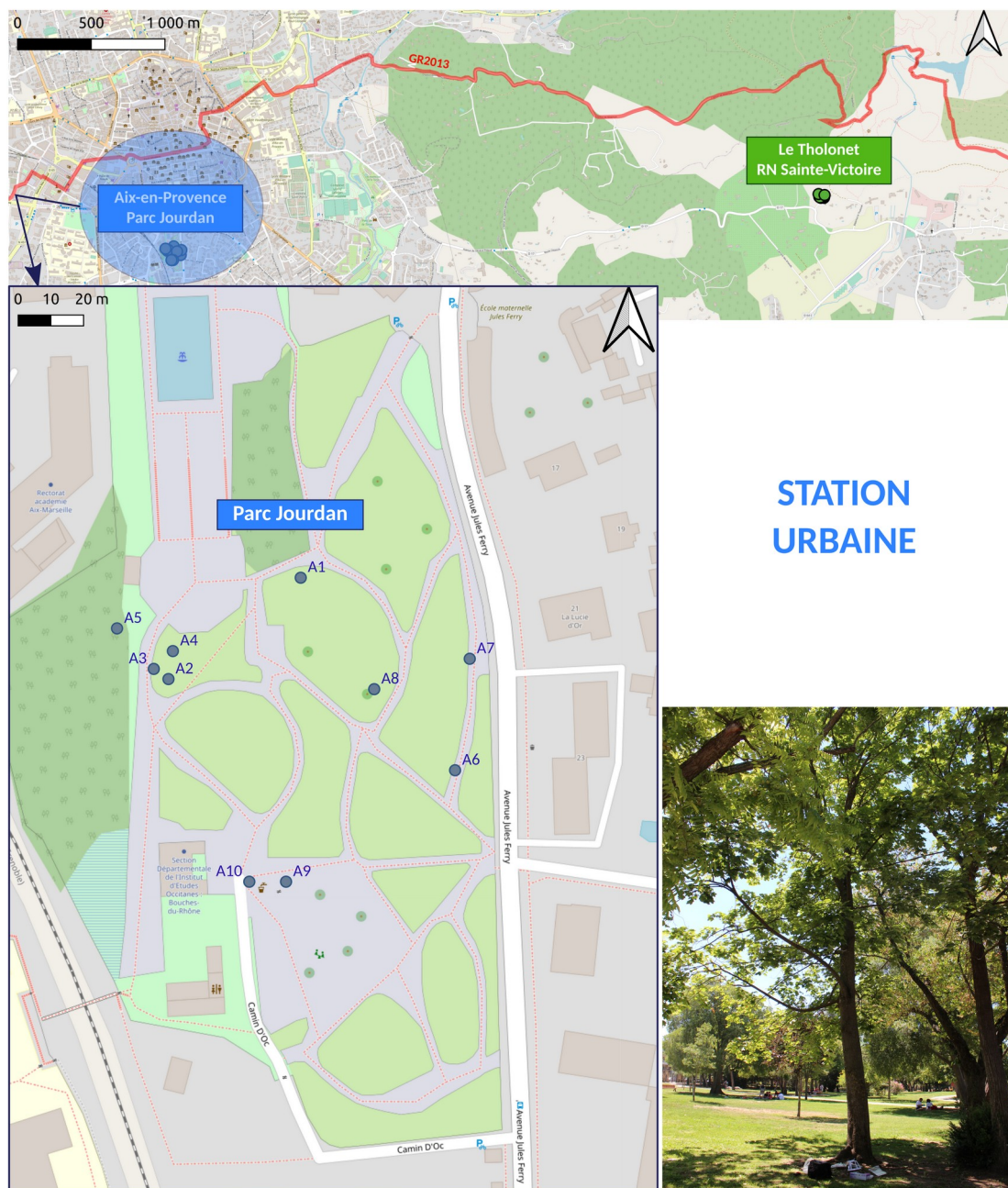
Ratier, A., Dron, J., Revenko, G., Austruy, A., Dauphin, C. E., Chaspoul, F., & Wafo, E. (2018). Characterization of atmospheric emission sources in lichen from metal and organic contaminant patterns. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9), 8364-8376.

Tiévant, P. (2011). Guide des lichens: 350 espèces de lichens d'Europe. Delachaux et Niestlé.

Van Haluwyn, C., Asta, J., Gavériaux, JP. (2009). Guide des lichens de France : lichens des arbres, Paris, Belin, 231 p.

ANNEXE 1 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - AIX-EN-PROVENCE (AIX)

Parc Jourdan



Cartographie de la station AIX et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 1 érable (A1)
- ✓ 4 frênes (A2, A3, A8, A9)
- ✓ 3 charmes (A4, A5, A10)
- ✓ 2 mûriers platanes (A6, A7)

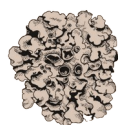
Méthode de relevé



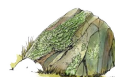
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station AIX	17	3,55	77,0	71,0
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

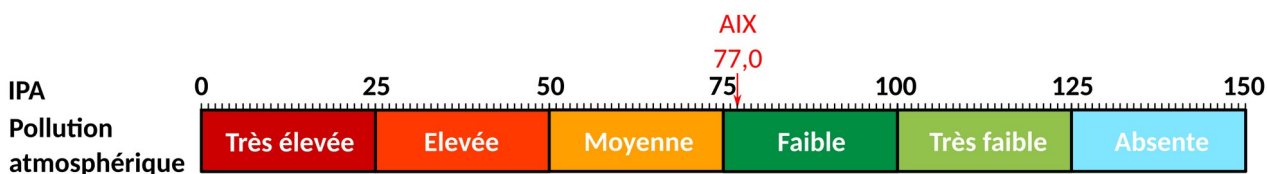
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 0,6 mm)
Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 5 % (A2, A3, A9)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Anisomeridium bifforme

Thalle blanchâtre
Périthèces noirs (\varnothing 0,3 - 1,2 mm)
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 7,5 % (A1, A2, A3)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Buellia griseovirens

Thalle grisâtre peu visible
Apothécies lécidéines noires rares (\varnothing 0,3 - 1,2 mm), sorédié
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 11 % (A1, A2, A3, A5)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca luteoalba

Thalle gris-blanc
Apothécies lécidéines oranges (\varnothing 0,3 - 0,5 mm)
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Très faible - 2 % (A10)
Présents sur 20 stations (30 au total) de la MAMP



Diploicia canescens

Thalle gris blanchâtre
Apothécies lécidéines brun/noires (\varnothing 0,3 - 0,9 mm), sorédié
Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 1 % (A4)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse (\varnothing 0,5 - 1,5 mm)
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 15 % (A2, A3, A4, A10)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlarotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (Ø 0,5 - 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 3,5 % (A1, A3, A4, A10)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecidella elaeochroma

Thalle gris ± verdâtre
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,3 - 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 17,5 % (A2, A3, A5, A7, A10)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candalaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (Ø 0,4 - 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne - 20 % (A1, A2, A5, A8, A9)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Flavoparmelia caperata

Thalle : face supérieure vert pâle / face inférieure foncée
Apothécies lécanorines brun-rouges très rares (Ø < 8,0 mm), sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 2 % (A5, A9)
Présents sur 15 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 0,5 - 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée - 71 % (tous les arbres sauf A2)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 1,0 - 1,5 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très élevée - 79 % (tous les arbres)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle – cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires rares (\varnothing 1,5 – 2,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Faible – 19,5 % (A1, A2, A3, A5, A6, A7, A10)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia biziana

Thalle : face supérieure gris pâle pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing 1,5 – 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 49 % (tous les arbres sauf A4)

Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Physconia grisea

Thalle : face supérieure gris pâle à brúnatre pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses rares (\varnothing 1,0 – 3,0 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Faible – 9 % (A2, A6, A7)

Présents sur 13 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 42,5 % (tous les arbres)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

FRUTICULEUX



Evernia prunastri

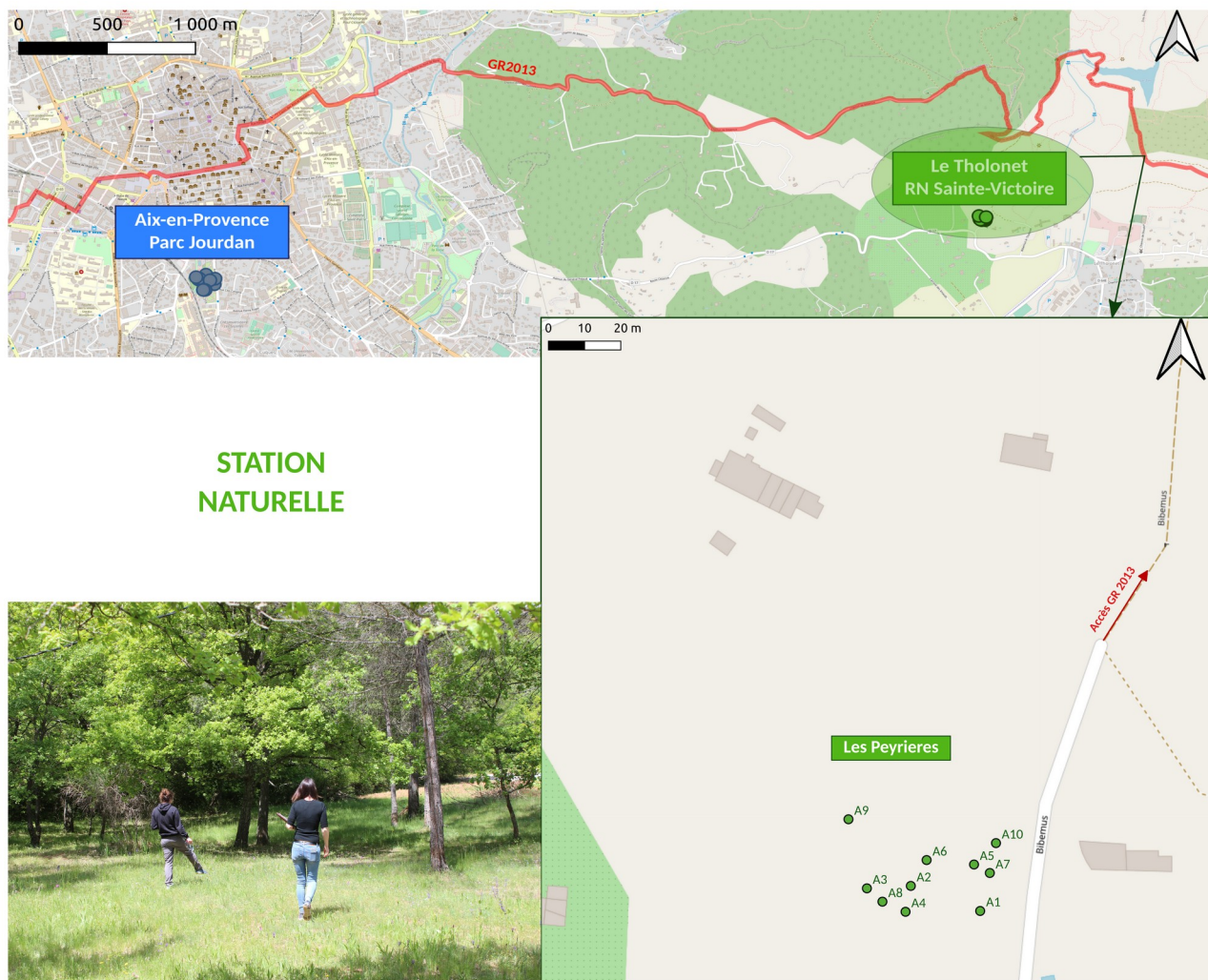
Thalle : face supérieure vert jaunâtre à grisâtre / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brun rougeâtres très rares (\varnothing 2,0 – 10,0 mm), sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air

Abondance station : Très faible – 0,5 % (A10)

Présents sur 6 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 2 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - LE THOLONET (THO) RN Sainte-Victoire



Cartographie de la station THO et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 9 chênes pédonculés (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10)
- ✓ 1 charme commun (A9)

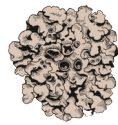
Méthode de relevé



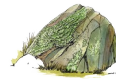
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station THO	30	5,95	146,8	118,9
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

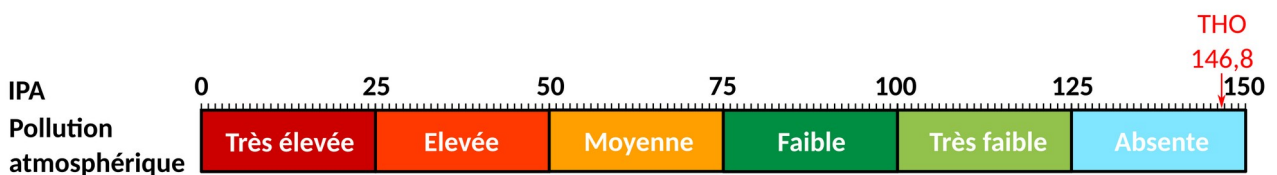
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,2 - 0,6 mm)

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne - 22 % (tous les arbres sauf A7 et A9)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Anisomeridium bifforme

Thalle blanchâtre
Périthèces noirs (Ø 0,3 - 1,2 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 1,5 % (A2, A7)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Buellia griseovirens

Thalle grisâtre peu visible
Apothécies lécidéines noires rares (Ø 0,3 - 1,2 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 7 % (A5, A8, A9)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca luteoalba

Thalle gris-blanc
Apothécies lécidéines oranges (Ø 0,3 - 0,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Très faible - 0,5 % (A6)
Présents sur 20 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne - 21 % (A2, A3, A4, A5, A6, A8, A10)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Cliostomum griffithii

Thalle granuleux à verruqueux gris à gris-bleuâtre
Apothécies beiges à brunes rares (Ø 0,2 - 0,6 mm), présence de pycnides

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Très faible - 4 % (A1, A3, A4, A9, A10)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse (Ø 0,5 – 1,5 mm)

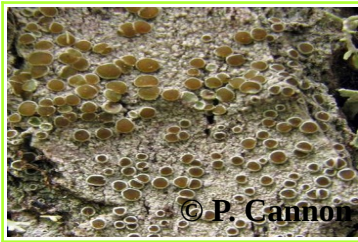
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 9 % (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A10)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlarotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (Ø 0,5 – 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible – 1,5 % (A5, A7)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora horiza

Thalle blanc blanchâtre plus ou moins granuleux
Apothécies lécanorines brun-rougeâtres (Ø 0,4 – 1 mm)

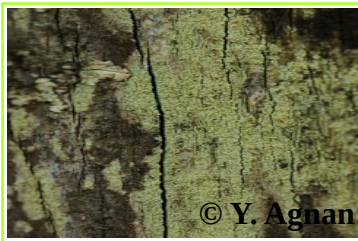
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 29,5 % (tous les arbres)
Présents sur 4 stations (30 au total) de la MAMP



Lecidella elaeochroma

Thalle gris ± verdâtre
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,3 – 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 40 % (tous les arbres sauf A1 et A7)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Lepraria incana

Thalle gris-vert lépreux
Apothécies absentes, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 3,5 % (A4, A6, A8, A10)
Présents sur 14 stations (30 au total) de la MAMP



Opegrapha atra

Thalle gris blanchâtre légèrement farineux
Lirelles noires (Ø 0,3 – 2 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 19 % (tous les arbres sauf A2 et A8)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP



Pertusaria coccodes

Thalle gris-blanc gris-vert à gris-brun
Apothécies noires très rares (Ø 1,0 – 1,5 mm), isidié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 5 % (A1, A2, A10)
Présents sur 1 station (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candelaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (\varnothing 0,4 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 11,5 % (A5, A6, A7, A9)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Flavoparmelia caperata

Thalle : face supérieure vert pâle / face inférieure foncée
Apothécies lécanorines brun-rouges très rares (\varnothing < 8,0 mm), sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 26 % (tous les arbres sauf A7)
Présents sur 15 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 48,5 % (tous les arbres sauf A4 et A5)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Hypogymnia physodes

Thalle : face supérieure gris bleuâtre / face inférieure noire sans rhizine
Apothécies lécanorines brun rougeâtres rares (\varnothing 2,0 – 7,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophobe
Abondance station : Très faible – 4 % (A3, A4, A9, A10)
Présents sur 2 stations (30 au total) de la MAMP



Parmelia sulcata

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing < 2,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 25 % (tous les arbres)
Présents sur 3 stations (30 au total) de la MAMP



Parmelina tiliacea

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines brun-rougeâtres rares (\varnothing < 7,0 mm), isidié

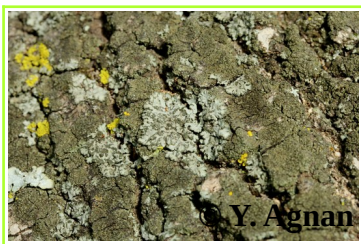
Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 18 % (A1, A4, A5, A6, A8, A9, A10)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Parmotrema perlatum

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure noire avec des rhizines au centre
Apothécies lécanorines brunâtres rares (\varnothing < 7,0 mm), sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 11,5 % (A1, A4, A5, A6, A8, A9, A10)
Présents sur 3 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres (\varnothing 1,0 – 1,5 mm) rares, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 38,5 % (tous les arbres sauf A1 et A2)

Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle – cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires (\varnothing 1,5 – 2,0 mm) rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très élevée – 96 % (tous les arbres)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia aipolia

Thalle : face supérieure gris bleuâtre / face inférieure blanchâtre à gris brun pâle
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing < 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Elevée – 68,5 % (tous les arbres)

Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP



Physconia grisea

Thalle : face supérieure gris pâle à brunnâtre pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing 1,0 – 3,0 mm) rares, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très faible – 1,5 % (A3, A10)

Présents sur 13 stations (30 au total) de la MAMP



Pleurosticta acetabulum

Thalle : face supérieure brun vert foncé / face inférieure brun avec rhizines
Apothécies lécanorines brunâtres (\varnothing < 1,5 cm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air

Abondance station : Faible – 11 % (A1, A2, A3, A6, A9, A10)

Présents sur 3 stations (30 au total) de la MAMP



Punctelia subrudecta

Thalle : face supérieure gris bleuté pruineuse / face inférieure brun plus clair au centre
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air

Abondance station : Faible – 14 % (A1, A2, A3, A5, A6, A7, A10)

Présents sur 6 stations (30 au total) de la MAMP



Sticta sylvatica

Thalle : face supérieure gris-brun foncé / face inférieure brun plus foncé au centre
Apothécies lécidéines brun-noires très rares ($\varnothing < 4,0$ mm), isidié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 3 % (A3, A4)
Présents sur 1 station (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges ($\varnothing < 4,0$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne - 42 % (tous les arbres sauf A3)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

FRUTICULEUX



Evernia prunastri

Thalle : face supérieure vert jaunâtre à grisâtre / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brun rougeâtre ($\varnothing 2,0 - 10,0$ mm) très rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 8,5 % (A1, A4, A6, A8, A9)
Présents sur 6 stations (30 au total) de la MAMP

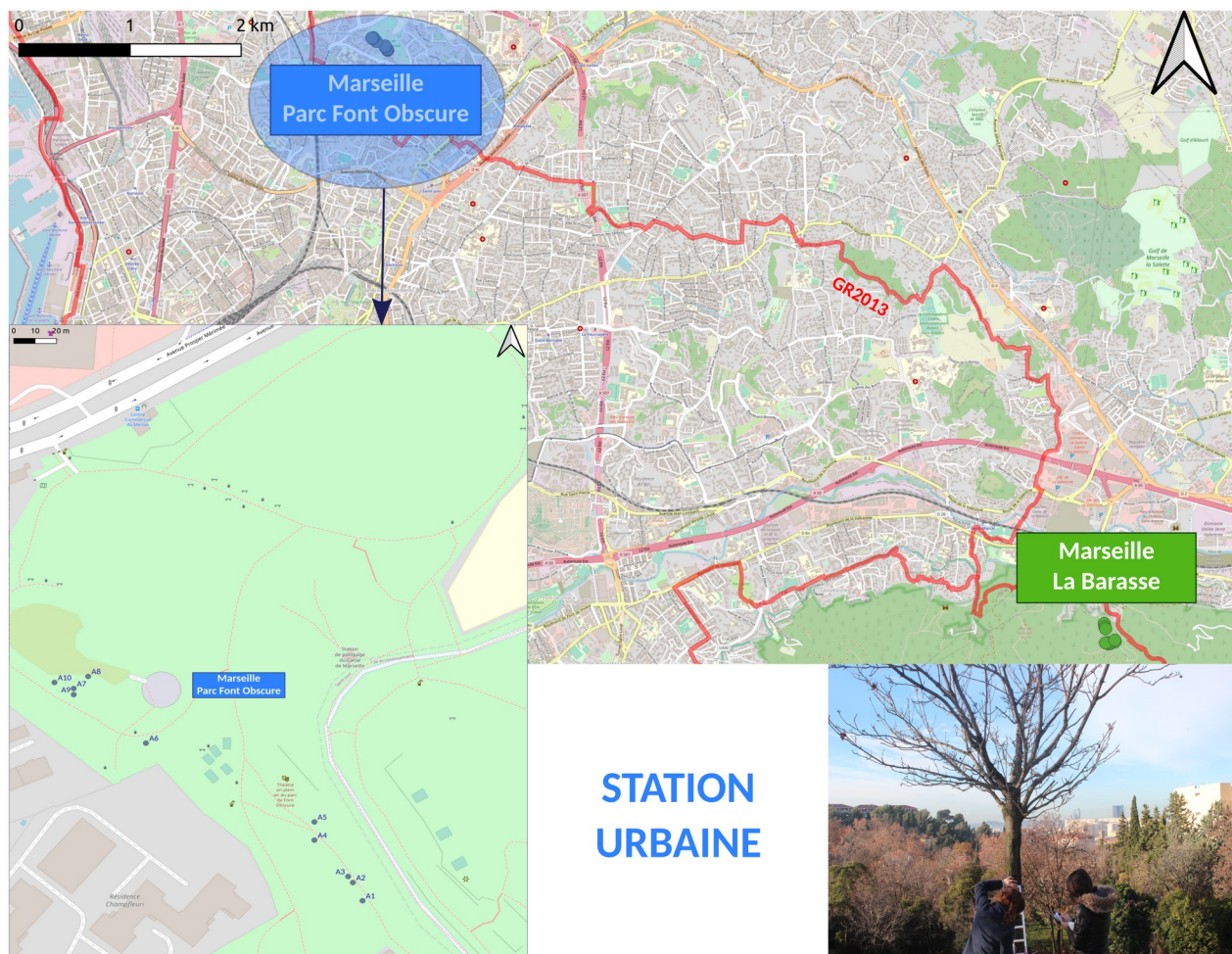


Ramalina farinacea

Thalle : gris vert à vert jaunâtre sur les 2 faces
Apothécies lécidéines très rares, sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 3,5 % (A2, A3, A10)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 3 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - MARSEILLE (MRS) Parc de Font Osbcure



Cartographie de la station MRS et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 4 érables
- ✓ 6 micocouliers de Provence

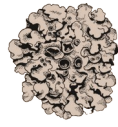
Méthode de relevé



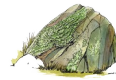
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station MRS	15	3,57	74,1	71,3
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

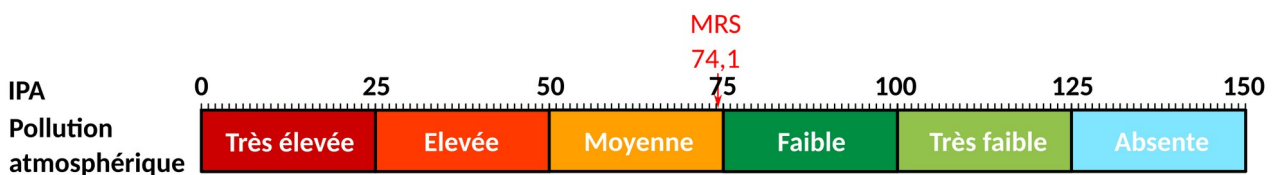
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Arthonia radiata

Thalle gris blanchâtre plus ou moins brunâtre mince
Lirelles noires ($\varnothing < 1,5$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne - 20 % (tous les arbres)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Arthopyrenia punctiformis

Thalle grisâtre à peine visible
Périthèces noirs ($\varnothing 0,1 - 0,3$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 4,5 % (A4, A5, A6)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca luteoalba

Thalle gris-blanc
Apothécies lécidéines oranges ($\varnothing 0,3 - 0,5$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Moyenne - 26,5 % (A1, A3, A4, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 20 stations (30 au total) de la MAMP



Diploicia canescens

Thalle gris blanchâtre
Apothécies lécidéines brun/noires ($\varnothing 0,3 - 0,9$ mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 1 % (A2, A3)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse ($\varnothing 0,5 - 1,5$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 8 % (A1, A2, A3, A4, A5)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlorotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges ($\varnothing 0,5 - 1,5$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 3,5 % (A3)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecidella elaeochroma

Thalle gris ± verdâtre
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,3 - 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne - 25 % (tous les arbres sauf A2)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Opegrapha atra

Thalle gris blanchâtre légèrement farineux
Lirelles noires (Ø 0,3 - 2 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 3,5 % (A4, A6, A7, A9)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candalaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (Ø 0,4 - 1,0 mm), sorédié

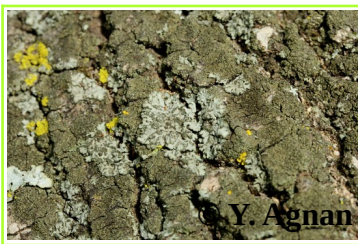
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne - 34 % (tous les arbres sauf A3)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 0,5 - 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne - 29 % (A3, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres (Ø 1,0 - 1,5 mm) rares, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée - 58 % (tous les arbres sauf A8)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle - cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires (Ø 1,5 - 2,0 mm) rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée - 59,5 % (tous les arbres)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia biziana

Thalle : face supérieure gris pâle pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing 1,5 – 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 28 % (tous les arbres)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria candelaria

Thalle : face supérieure jaune orangé / face inférieure gris pâle
Apothécies lécanorines oranges très rares (\varnothing 0,5 – 1,5 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très faible – 3 % (A1, A2, A7)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 53 % (tous les arbres sauf A5 et A6)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 4 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - MARSEILLE (BAR)
La Barasse



Cartographie de la station BAR (La Barasse – Marseille) et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 10 robiniers faux accacias

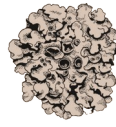
Méthode de relevé



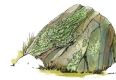
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station BAR	20	6,18	101,5	123,5
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

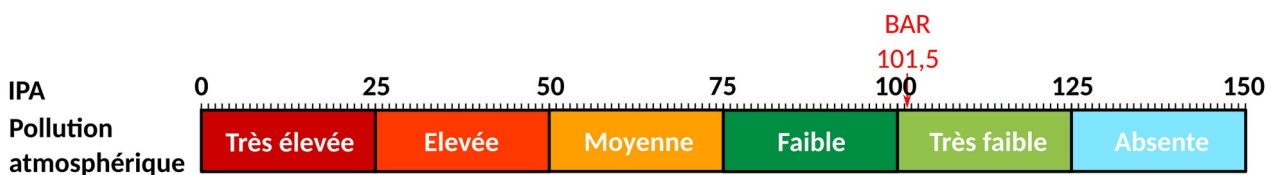
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 0,6 mm)

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne - 20,5 % (A1, A4, A5, A6, A7, A8, A10)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Arthonia radiata

Thalle gris blanchâtre plus ou moins brunâtre mince
Lirelles noires (\varnothing < 1,5 mm)

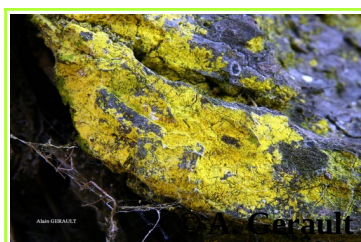
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 4 % (A2, A6, A7)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca ferruginea

Thalle grisâtre
Apothécies lécidéines brun-rouges (\varnothing 0,3 - 2,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Elevée - 54,5 % (tous les arbres sauf A10)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 2,5 % (A1, A5)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Cliostomum griffithii

Thalle granuleux à verruqueux gris à gris-bleuâtre
Apothécies beiges à brunes rares (\varnothing 0,2 - 0,6 mm), présence de pycnides

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Très faible - 3 % (A2, A8, A10)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse (\varnothing 0,5 - 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 2,5 % (A8, A10)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlarotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (Ø 0,5 – 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne – 24 % (tous les arbres)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecidella elaeochroma

Thalle gris ± verdâtre
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,3 – 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 17 % (tous les arbres sauf A5 et A6)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP

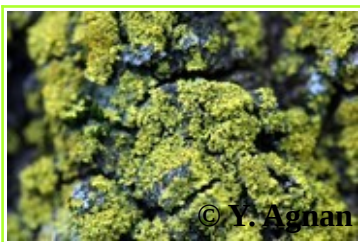


Porina aenea

Thalle brun-grisâtre à verdâtre
Périthèces noirs (Ø 0,1 – 0,3 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 45,5 % (tous les arbres sauf A10)
Présents sur 1 station (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candelaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (Ø 0,4 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 17 % (tous les arbres sauf A2 et A3)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Flavoparmelia caperata

Thalle : face supérieure vert pâle / face inférieure foncée
Apothécies lécanorines brun-rouges très rares (Ø < 8,0 mm), sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 6,5 % (A4, A5, A9, A10)
Présents sur 15 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très élevée – 98 % (tous les arbres)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres (\varnothing 1,0 – 1,5 mm) rares, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée – 58,5 % (tous les arbres)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle – cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires (\varnothing 1,5 – 2,0 mm) rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée – 66,5 % (tous les arbres)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia aipolia

Thalle : face supérieure gris bleuâtre / face inférieure blanchâtre à gris brun pâle
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing < 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 24 % (A1, A2, A6, A9, A10)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia biziana

Thalle : face supérieure gris pâle pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing 1,5 – 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée – 72,5 % (tous les arbres)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Physconia grisea

Thalle : face supérieure gris pâle à brunnâtre pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses rares (\varnothing 1,0 – 3,0 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très faible – 3,5 % (A1, A3, A7, A8, A10)
Présents sur 13 stations (30 au total) de la MAMP



Punctelia borreri

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure brun foncée plus claire à la périphérie
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 1,0 % (A10)
Présents sur 14 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria candelaria

Thalle : face supérieure jaune orangé / face inférieure gris pâle
Apothécies lécanorines oranges très rares (\varnothing 0,5 - 1,5 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très faible - 0,5 % (A3)

Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

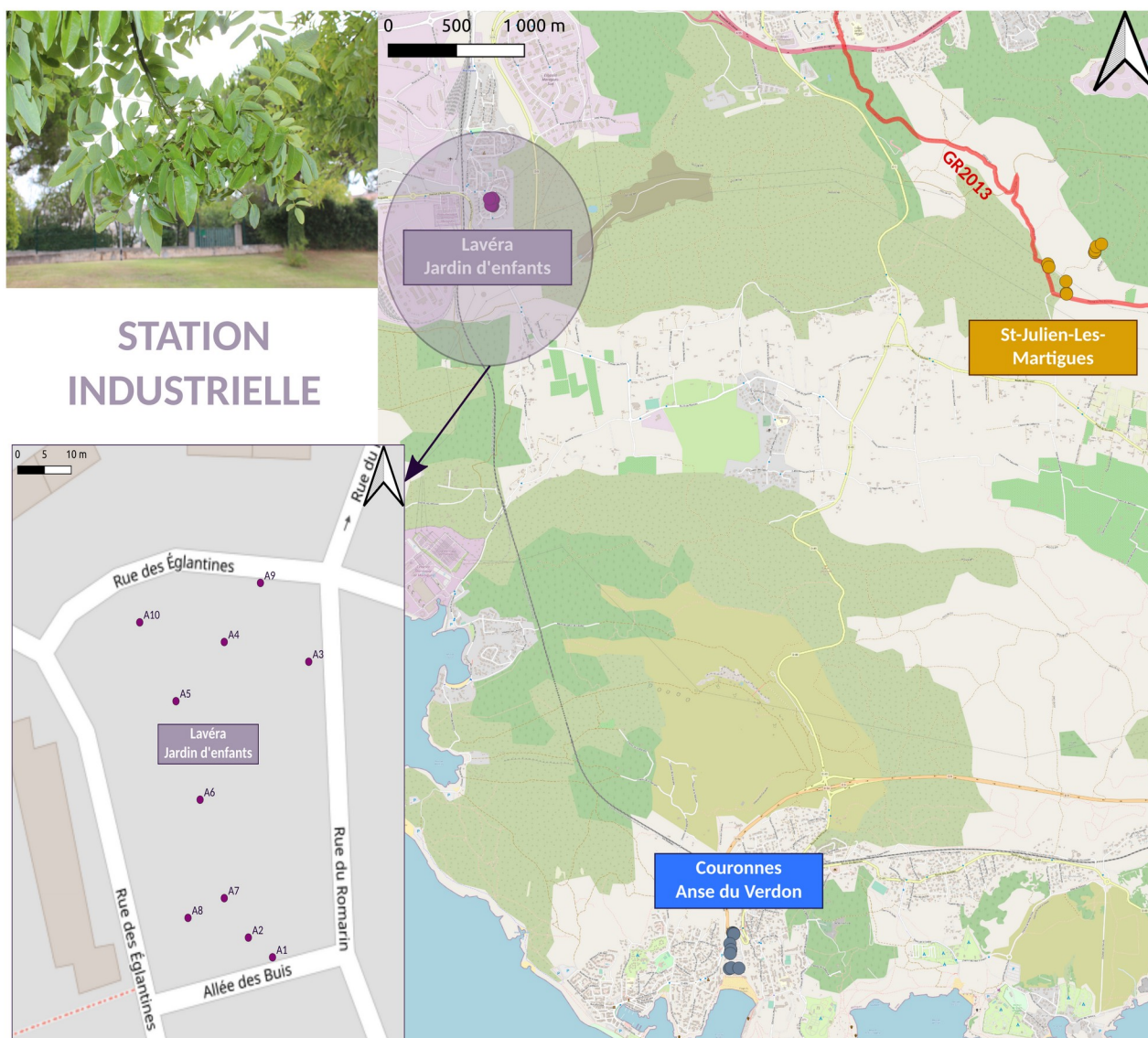
Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très élevée - 96 % (tous les arbres)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 5 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - LAVERA (LAV)
Jardin public



Cartographie de la station LAV et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 8 robiniers faux-acacias (A1, A2, A3, A5, A7, A8, A9, A10)
- ✓ 1 murier noir (A4)
- ✓ 1 sophora du Japon (A6)

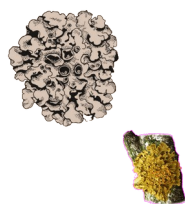
Méthode de relevé



1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station LAV	10	2,22	44,6	44,4
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

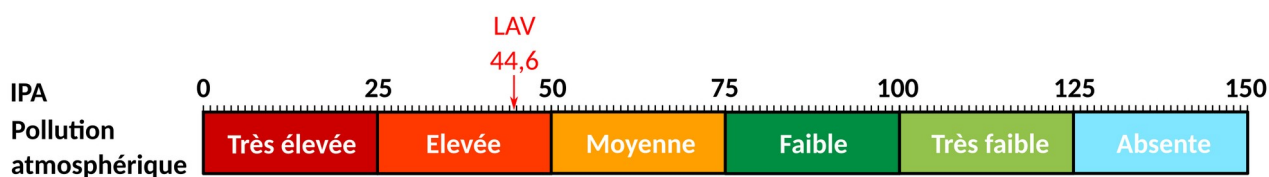
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Acrocordia gemmata

Thalle gris blanchâtre
Périthèces noirs (Ø 0,5 – 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 16 % (A7, A8)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,2 - 0,6 mm)

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 6,5 % (A1, A3, A4, A6, A7)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Arthopyrenia punctiformis

Thalle grisâtre à peine visible
Périthèces noirs (Ø 0,1 – 0,3 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très élevée – 76 % (tous les arbres sauf A4)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca luteoalba

Thalle gris-blanc
Apothécies lécidéines oranges (Ø 0,3 – 0,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Faible – 14,5 % (A3, A9, A10)
Présents sur 20 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible – 2,5 % (A1, A8)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 36,5 % (tous les arbres)

Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle – cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires rares (\varnothing 1,5 – 2,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 28,5 % (tous les arbres sauf A7 et A8)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia biziana

Thalle : face supérieure gris pâle pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing 1,5 – 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Faible – 9 % (tous les arbres sauf A5 et A8)

Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria candelaria

Thalle : face supérieure jaune orangé / face inférieure gris pâle
Apothécies lécanorines oranges très rares (\varnothing 0,5 – 1,5 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très faible – 1 % (A1)

Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

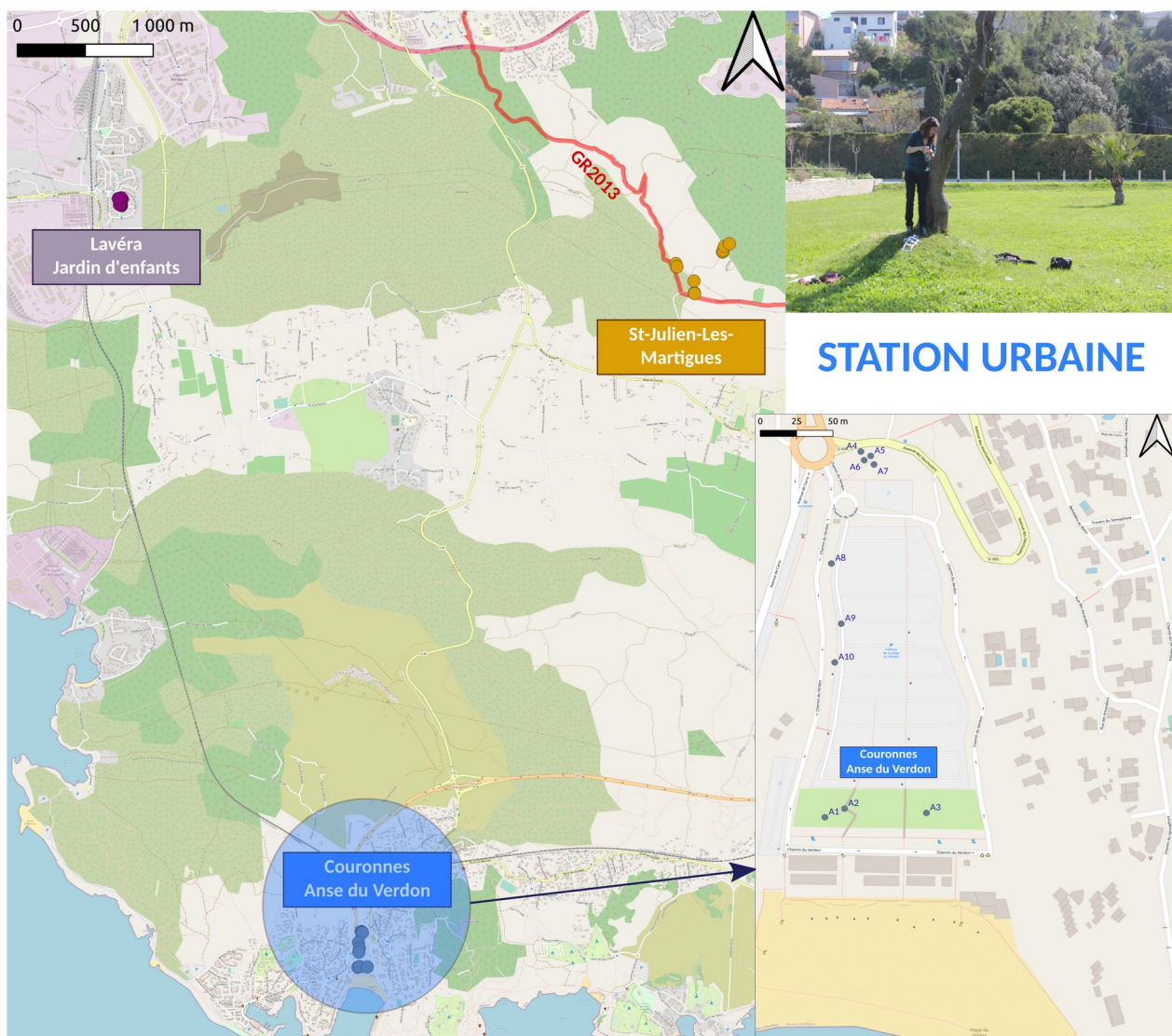
Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 31,5 % (tous les arbres sauf A4 et A8)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 6 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - MARTIGUES-COURONNES (COU) Anse du Verdon



Cartographie de la station COU et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 6 tamaris communs (A1, A2, A3, A4, A5, A6)
- ✓ 4 margousiers (A7, A8, A9, A10)

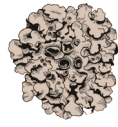
Méthode de relevé



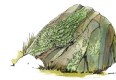
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station COU	16	3,14	72,8	62,7
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

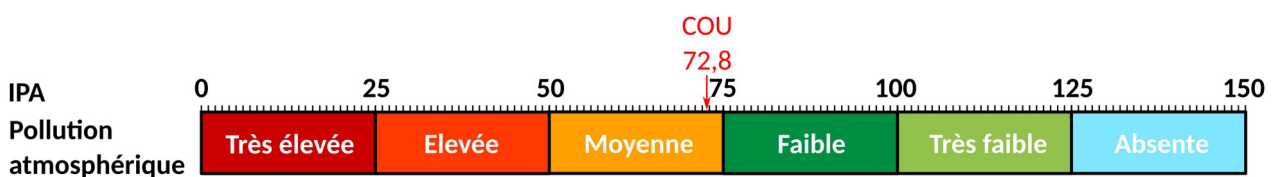
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 0,6 mm)

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 13,5 % (A1, A2, A3, A5, A8, A9)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Arthonia punctiformis

Thalle grisâtre à peine visible
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 1,2 mm)

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne - 40 % (tous les arbres sauf A1)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca ferruginea

Thalle grisâtre
Apothécies lécidéines brun-rouges (\varnothing 0,3 - 2,0 mm)

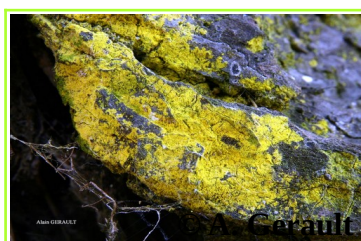
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Faible - 19 % (A1, A2, A3, A4, A5)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca luteoalba

Thalle gris-blanc
Apothécies lécidéines oranges (\varnothing 0,3 - 0,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Moyenne - 28 % (A1, A3, A4, A5, A7, A10)
Présents sur 20 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 9,5 % (A1, A2, A4)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse (\varnothing 0,5 - 1,5 mm)

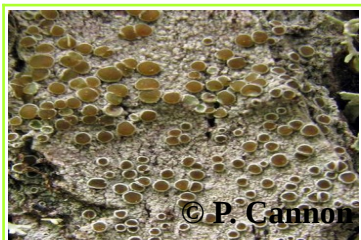
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 10 % (A1, A2, A3)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlarotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (Ø 0,5 – 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 8 % (A3, A6, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora horiza

Thalle blanc blanchâtre plus ou moins granuleux
Apothécies lécanorines brun-rougeâtres (Ø 0,4 – 1 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 7,5 % (A3, A5, A7)
Présents sur 4 stations (30 au total) de la MAMP



Opegrapha atra

Thalle gris blanchâtre légèrement farineux
Lirelles noires (Ø 0,3 – 2 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 7,5 % (A2, A3, A4, A8, A9, A10)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candelaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (Ø 0,4 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible – 4 % (A1, A2, A3, A4)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 24 % (A1, A2, A4, A5, A7)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 1,0 – 1,5 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Faible – 16 % (A1, A6, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle – cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires rares (\varnothing 1,5 – 2,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne – 48,5 % (tous les arbres sauf A8 et A9)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia biziana

Thalle : face supérieure gris pâle prumineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes prumineuses (\varnothing 1,5 – 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très faible – 3,5 % (A2, A3, A5, A7)

Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria candelaria

Thalle : face supérieure jaune orangé / face inférieure gris pâle
Apothécies lécanorines oranges très rares (\varnothing 0,5 – 1,5 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Très faible – 3,5 % (A1, A6)

Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

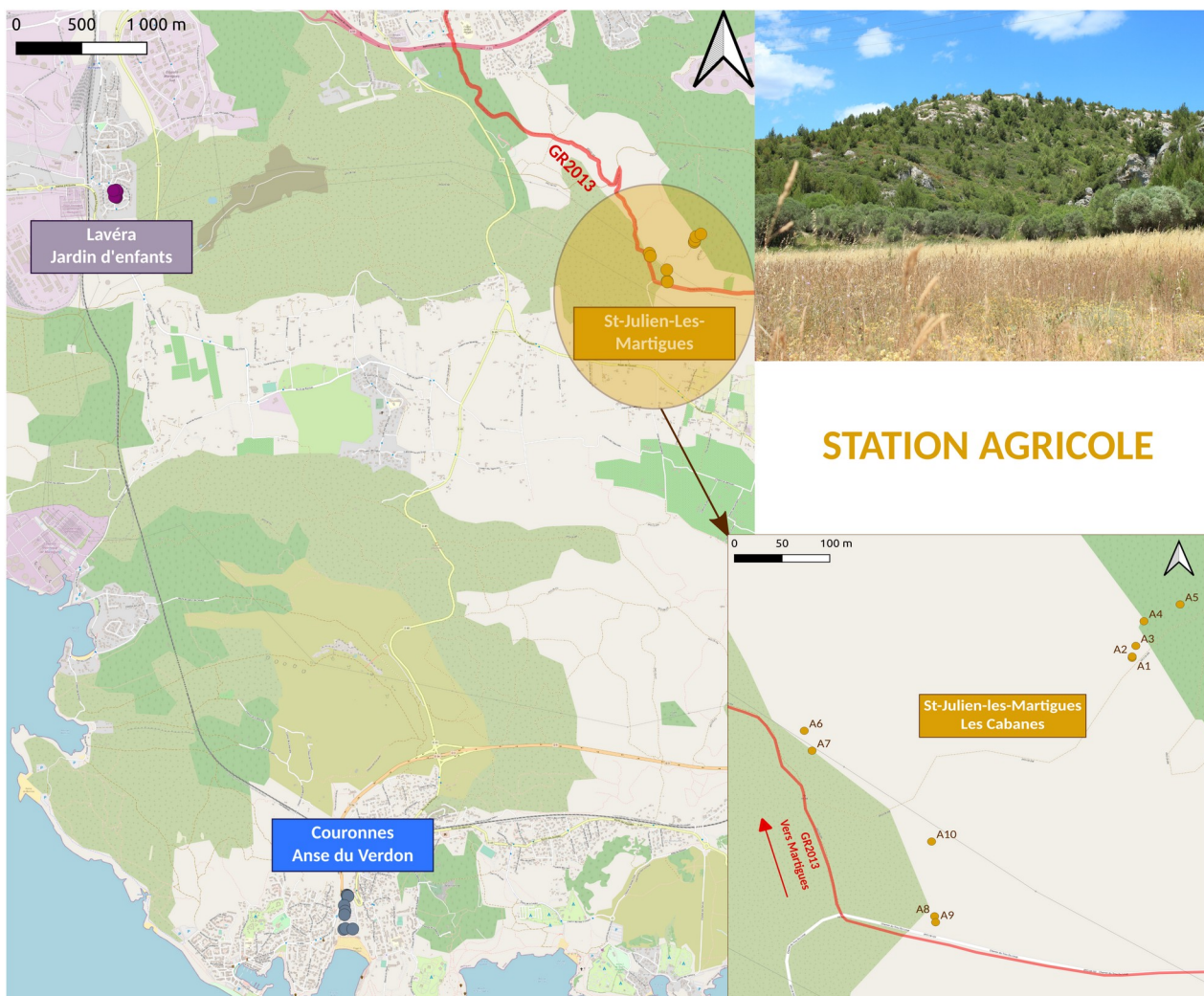
Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Elevée – 71 % (tous les arbres)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 7 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - SAINT-JULIEN-LES-MARTIGUES (JUL) Les Cabanes



Cartographie de la station JUL et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 7 chênes verts (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7)
- ✓ 3 oliviers (A8, A9, A10)

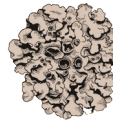
Méthode de relevé



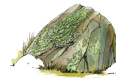
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station JUL	18	2,67	73,7	53,3
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

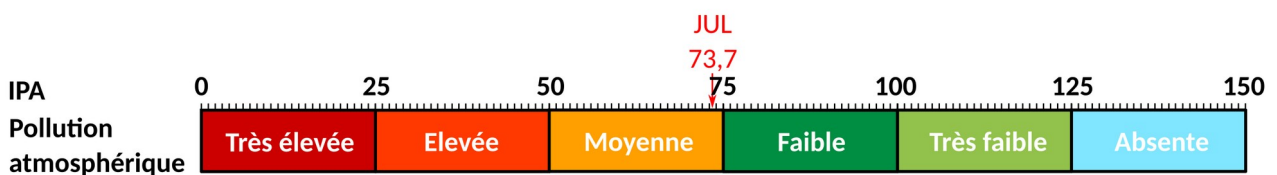
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 0,6 mm)

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne - 43 % (tous les arbres sauf A2 et A3)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Arthopyrenia punctiformis

Thalle grisâtre à peine visible
Périthèces noirs (\varnothing 0,1 - 0,3 mm)

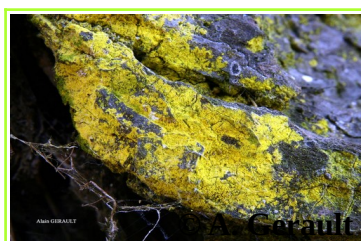
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne - 42,5 % (A2, A3, A5, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca ferruginea

Thalle grisâtre
Apothécies lécidéines brun-rouges (\varnothing 0,3 - 2,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Très faible - 1 % (A8, A10)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 3,5 % (A2, A6)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Graphis scripta

Thalle blanchâtre à gris verdâtre
Lirelles noires

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Faible - 7,5 % (A3, A4)
Présents sur 8 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlarotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (\varnothing 0,5 - 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible - 2 % (A8, A10)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lepraria incana

Thalle gris-vert lépreux
Apothécies absentes, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 21 % (tous les arbres sauf A6 et A8)
Présents sur 14 stations (30 au total) de la MAMP



Opegrapha atra

Thalle gris blanchâtre légèrement farineux
Lirelles noires (Ø 0,3 – 2 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 25,5 % (A1, A2, A3, A4, A5, A8, A9)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP



Pyrrhospora quernea

Thalle jaune verdâtre épais granuleux
Apothécies rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 13 % (A6, A7)
Présents sur 1 station (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (Ø 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 46,5 % (tous les arbres sauf A6 et A7)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Melanelixia subaurifera

Thalle : face supérieure brun terne / face inférieure brun foncé à noire
Apothécies lécanorines très rares, isidié

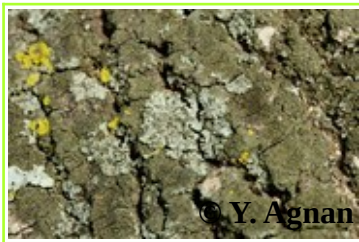
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 2,5 % (A1)
Présents sur 2 stations (30 au total) de la MAMP



Parmelina tilacea

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines rares (Ø < 7,0 mm), isidié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 1,5 % (A1)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing 1,0 - 1,5 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne - 20,5 % (A2, A3, A4, A5, A9)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle - cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires rares (\varnothing 1,5 - 2,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne - 20,5 % (A1, A2, A3, A4, A5, A8, A9)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia tenella

Thalle : face supérieure gris blanchâtre - cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires pruneuses rares (\varnothing < 2,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Faible - 9,5 % (A1, A2, A4, A5, A9)
Présents sur 1 station (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très faible - 4,5 % (A4, A5, A8, A10)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

FRUTICULEUX



Ramalina farinacea

Thalle : gris vert à vert jaunâtre sur les 2 faces
Apothécies lécidéines très rares, sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 1,5 % (A1)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



Teloschistes chrysophthalmus

Thalle : face supérieure jaune d'or / face inférieure jaune pâle
Apothécies lécanorines oranges

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 0,5 % (A4)
Présents sur 4 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 8 : RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - CABRIÈS (CBS)

Bassin du Réaltor



Cartographie de la station CBS et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 10 chênes verts

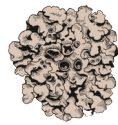
Méthode de relevé



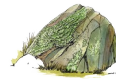
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station CBS	26	4,36	119,7	87,1
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

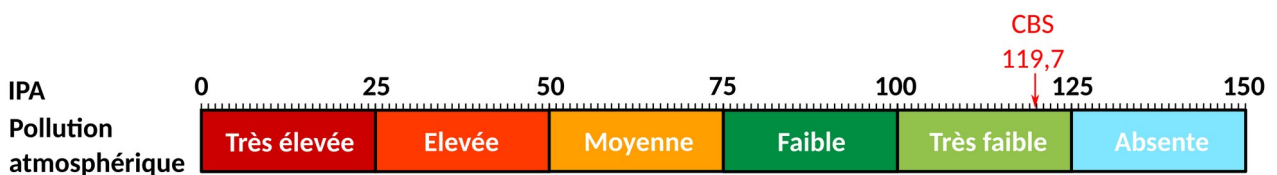
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 0,6 mm)

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 12,5 % (A2, A7, A8, A9)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Anisomeridium bifforme

Thalle blanchâtre
Périthèces noirs (\varnothing 0,3 - 1,2 mm)

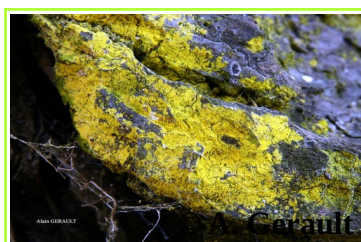
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 5 % (A4, A8, A10)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Arthonia radiata

Thalle gris blanchâtre plus ou moins brunâtre mince
Lirelles noires (\varnothing < 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 6 % (A2 A3, A5, A6, A9)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 7,5 % (A2, A3, A9, A10)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Cliostomum griffithii

Thalle granuleux à verruqueux gris à gris-bleuâtre
Apothécies beiges à brunes rares (\varnothing 0,2 - 0,6 mm), présence de pycnides

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Très faible - 1,5 % (A1, A8)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Diploicia canescens

Thalle gris blanchâtre
Apothécies lécidéines brun/noires (\varnothing 0,3 - 0,9 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 11,5 % (A2, A3, A5, A8)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse (Ø 0,5 – 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 5,5 % (A1, A4, A9)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlarotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (Ø 0,5 – 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible – 4 % (A4, A7, A9)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora expallens

Thalle gris jaunâtre à gris verdâtre
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 2 % (A2, A6, A8)
Présents sur 2 stations (30 au total) de la MAMP



Lecidella elaeochroma

Thalle gris ± verdâtre
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,3 – 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 8,5 % (A3, A7, A9, A10)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Lepraria incana

Thalle gris-vert lépreux
Apothécies absentes, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne – 38,5 % (tous les arbres)
Présents sur 14 stations (30 au total) de la MAMP



Opegrapha atra

Thalle gris blanchâtre légèrement farineux
Lirelles noires (Ø 0,3 – 2 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Elevée – 61,5 % (tous les arbres sauf A9)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candalaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (\varnothing 0,4 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Moyenne – 21,5 % (A3, A5, A6, A7, A8, A10)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Flavoparmelia caperata

Thalle : face supérieure vert pâle / face inférieure foncée
Apothécies lécanorines brun-rouges très rares (\varnothing < 8,0 mm), sorédié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 19 % (tous les arbres sauf A4 et A9)
Présents sur 15 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 40,5 % (tous les arbres)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Hypogymnia physodes

Thalle : face supérieure gris bleuâtre / face inférieure noire sans rhizine
Apothécies lécanorines brun rougeâtres rares (\varnothing 2,0 – 7,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophobe
Abondance station : Très faible – 3 % (A1, A2, A5)
Présents sur 2 stations (30 au total) de la MAMP



Melanelixia subaurifera

Thalle : face supérieure brun terne / face inférieure brun foncé à noire
Apothécies lécanorines très rares, isidié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 12 % (tous sauf A4 et A7)
Présents sur 2 stations (30 au total) de la MAMP



Parmelia sulcata

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing < 2,0 mm), sorédié

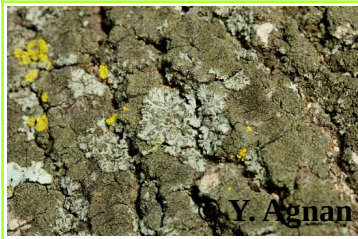
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 9,5 % (A1, A2, A3, A5, A6, A8, A10)
Présents sur 3 stations (30 au total) de la MAMP



Parmelina tiliacea

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines brun-rougeâtres rares ($\varnothing < 7,0$ mm), isidié

Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible - 2 % (A3, A6, A8)
Présents sur 7 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres ($\varnothing 1,0 - 1,5$ mm) rares, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Faible - 10 % (A1, A2, A3, A5, A9)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle - cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires ($\varnothing 1,5 - 2,0$ mm) rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très élevée - 93 % (tous les arbres)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia aipolia

Thalle : face supérieure gris bleuâtre / face inférieure blanchâtre à gris brun pâle
Apothécies lécanorines brunes pruineuses ($\varnothing < 2,5$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très faible - 2 % (A4, A8)
Présents sur 12 stations (30 au total) de la MAMP



Physconia grisea

Thalle : face supérieure gris pâle à brúnatre pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses ($\varnothing 1,0 - 3,0$ mm) rares, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Très faible - 4,5 % (A1, A3, A4, A5, A7, A10)
Présents sur 13 stations (30 au total) de la MAMP



Punctelia subrudecta

Thalle : face supérieure gris bleuté pruineuse / face inférieure brun plus clair au centre
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 16 % (A1, A2, A3, A5, A6, A9, A10)
Présents sur 6 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges ($\varnothing < 4,0$ mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne - 30,5 % (tous les arbres)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP

FRUTICULEUX



Evernia prunastri

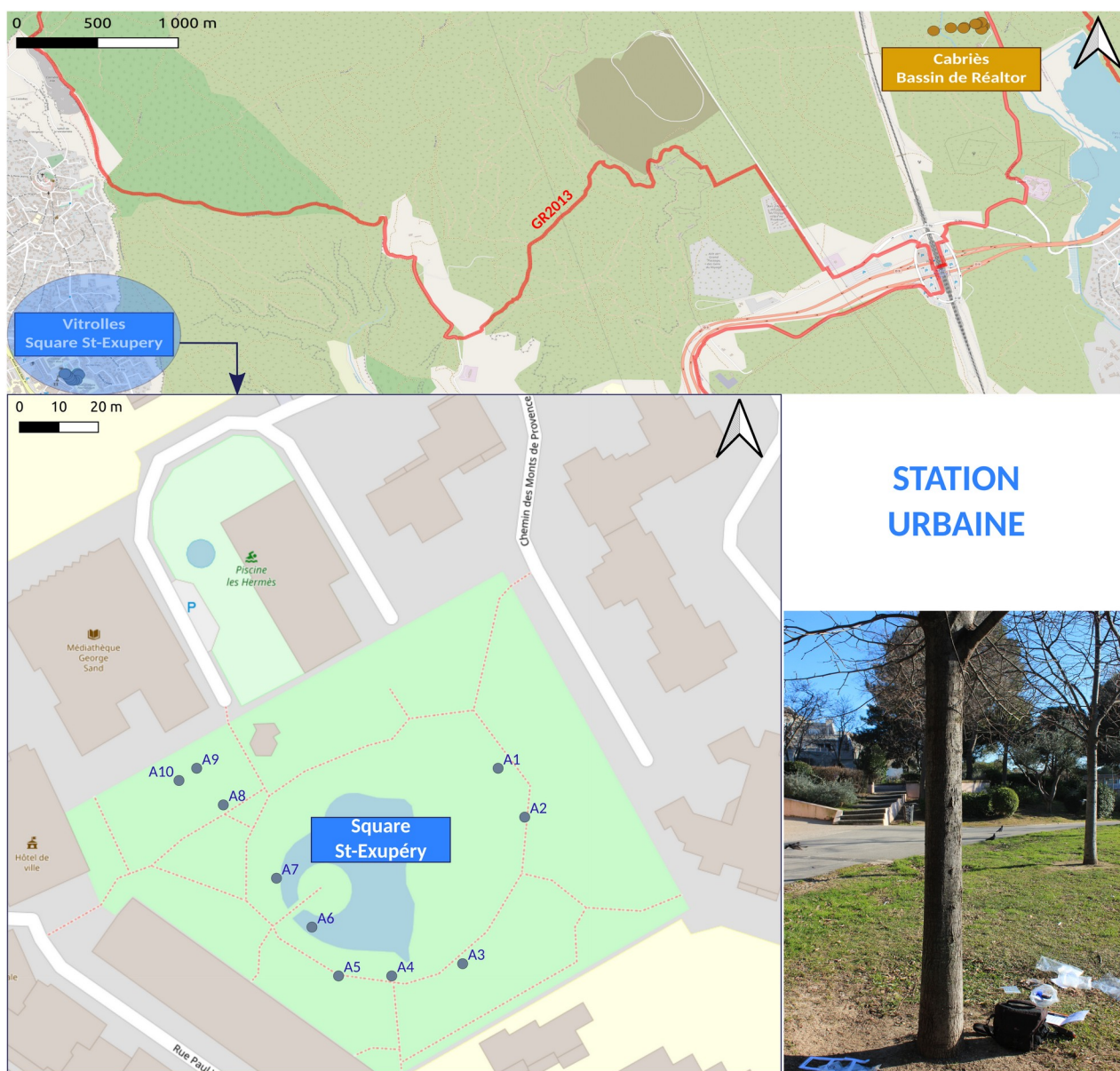
Thalle : face supérieure vert jaunâtre à grisâtre / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brun rougeâtre (\varnothing 2,0 – 10,0 mm) très rares, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air

Abondance station : Faible - 8 % (A1, A2, A3, A5, A6, A9, A10)

Présents sur 6 stations (30 au total) de la MAMP

ANNEXE 9 - RELEVÉ de BIOINDICATION LICHENIQUE - VITROLLES (VIT) Square Saint-Exupéry



Cartographie de la station VIT et localisation sur le tracé de randonnée

Essences d'arbres sélectionnées

- ✓ 1 frêne (A1)
- ✓ 1 érable (A2)
- ✓ 2 tilleuls (A3, A7)
- ✓ 3 charmes (A4, A5, A6)
- ✓ 3 micocouliers (A8, A9, A10)

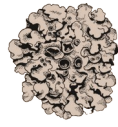
Méthode de relevé



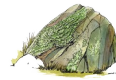
1 grille de relevé de 5 mailles
 10 arbres par station (150 cm de hauteur)
 4 faces de l'arbre
 =
 Estimation de chaque espèce lichénique / 200



FRUTICULEUX



FOLIACES



CRUSTACES

Qualité de l'air

Diversité et abondance lichénique

	Diversité	Abondance	IPA	VDL
Station VIT	21	3,43	86,7	68,6
AMP*	57	3,84	79,6	76,7

Diversité = Nombre d'espèces présentes

Abondance = Somme des fréquences

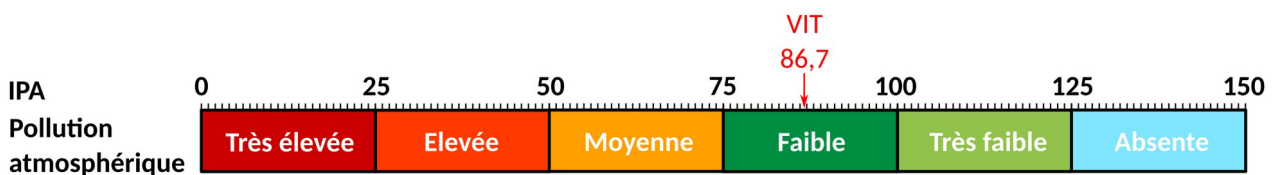
IPA = Indice de pureté atmosphérique

VDL = Valeur de diversité lichénique

*Diversité exprimée en nombre d'espèces totales relevées sur l'ensemble du territoire AMP. Abondance, IPA et VDL exprimées en valeur moyenne

Qualité de l'air

Détermination de la qualité de l'air à partir des relevés de diversité et d'abondance lichénique permettant de calculer des indices de qualité de l'air (VDL, IPA)



Espèces lichéniques rencontrées

CRUSTACÉS



Amandinea punctata

Thalle blanc / gris clair / gris-vert
Apothécies lécidéines noires (\varnothing 0,2 - 0,6 mm)
Tolérance forte à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 5 % (A2, A5)
Présents sur 24 stations (30 au total) de la MAMP



Arthopyrenia punctiformis

Thalle grisâtre à peine visible
Périthèces noirs (\varnothing 0,1 - 0,3 mm)
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Moyenne - 32 % (A1, A2, A4, A5, A6, A7)
Présents sur 10 stations (30 au total) de la MAMP



Buellia griseovirens

Thalle grisâtre peu visible
Apothécies lécidéines noires rares (\varnothing 0,3 - 1,2 mm), sorédié
Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible - 11,5 % (A2, A3, A6, A10)
Présents sur 5 stations (30 au total) de la MAMP



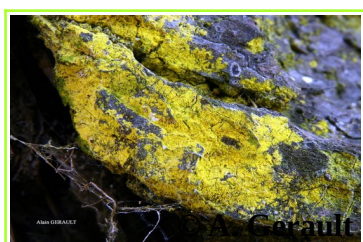
Caloplaca cerina

Thalle gris-blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 2 mm)
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 8 % (A1)
Présents sur 8 stations (30 au total) de la MAMP



Caloplaca luteoalba

Thalle gris-blanc
Apothécies lécidéines oranges (\varnothing 0,3 - 0,5 mm)
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Faible - 6,5 % (A2, A6)
Présents sur 20 stations (30 au total) de la MAMP



Chrysothrix candelaris

Thalle lépreux mince jaune vif
Apothécies non observées, sorédié
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible - 7 % (A3)
Présents sur 11 stations (30 au total) de la MAMP



Graphis scripta

Thalle blanchâtre à gris verdâtre
Lirelles noires

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophobe
Abondance station : Moyenne – 18 % (A1, A3, A4, A9)
Présents sur 8 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora carpinea

Thalle gris-blanc / blanc-vert
Apothécies lécanorines brun-orangé, pruineuse (Ø 0,5 – 1,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible – 3 % (A1, A2)
Présents sur 17 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora chlorotera

Thalle gris clair / gris-vert
Apothécies lécanorines brun-rouges (Ø 0,5 – 1,5 mm)

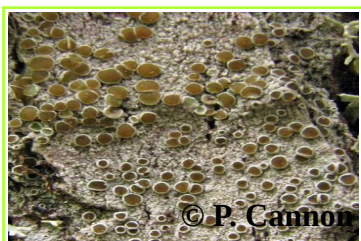
Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Très faible – 1,5 % (A5, A6)
Présents sur 26 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora expallens

Thalle gris jaunâtre à gris verdâtre
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 1,5 % (A2)
Présents sur 2 stations (30 au total) de la MAMP



Lecanora horiza

Thalle blanc blanchâtre plus ou moins granuleux
Apothécies lécanorines brun-rougeâtres (Ø 0,4 – 1 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 1,5 % (A1, A2)
Présents sur 4 stations (30 au total) de la MAMP



Lecidella elaeochroma

Thalle gris ± verdâtre
Apothécies lécidéines noires (Ø 0,3 – 1,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air
Abondance station : Faible – 13,5 % (A1, A2, A4, A6, A7, A8)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP

FOLIACÉS



Candalaria concolor

Thalle : face supérieure jaune / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécidéines jaune-orangées rares (\varnothing 0,4 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air, nitrophile
Abondance station : Faible – 12 % (A4, A5, A6, A9, A10)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Flavoparmelia caperata

Thalle : face supérieure vert pâle / face inférieure foncée
Apothécies lécanorines brun-rouges très rares (\varnothing < 8,0 mm), sorédié

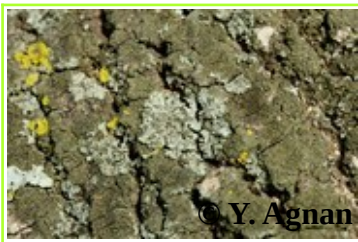
Tolérance faible à la pollution de l'air
Abondance station : Très faible – 1 % (A6)
Présents sur 15 stations (30 au total) de la MAMP



Hyperphyscia adglutinata

Thalle : face supérieure gris verdâtre / très appliqué au substrat
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing 0,5 – 1,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Elevée – 66 % (tous les arbres sauf A9)
Présents sur 28 stations (30 au total) de la MAMP



Phaeophyscia orbicularis

Thalle : face supérieure gris verdâtre / face inférieure noire avec des rhizines
Apothécies lécanorines bleu noirâtres rares (\varnothing 1,0 – 1,5 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 25 % (A3, A6, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 25 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia adscendens

Thalle : face supérieure gris pâle – cils marginaux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines noires rares (\varnothing 1,5 – 2,0 mm), sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 23,5 % (A5, A6, A7, A8, A9, A10)
Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP



Physcia biziana

Thalle : face supérieure gris pâle pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses (\varnothing 1,5 – 2,5 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile
Abondance station : Moyenne – 47,5 % (tous les arbres sauf A1 et A7)
Présents sur 23 stations (30 au total) de la MAMP



Physconia grisea

Thalle : face supérieure gris pâle à brúnatre pruineux / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines brunes pruineuses rares (\varnothing 1,0 – 3,0 mm), sorédié

Tolérance forte à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne - 25 % (A1, A2, A4, A5, A6, A8, A10)

Présents sur 13 stations (30 au total) de la MAMP



Punctelia borrieri

Thalle : face supérieure gris bleuté / face inférieure brun foncée plus claire à la périphérie
Apothécies non observées, sorédié

Tolérance moyenne à la pollution de l'air

Abondance station : Très faible - 0,5 % (A6)

Présents sur 14 stations (30 au total) de la MAMP



Xanthoria parietina

Thalle : face supérieure jaune verdâtre à orangé / face inférieure blanchâtre
Apothécies lécanorines oranges (\varnothing < 4,0 mm)

Tolérance moyenne à la pollution de l'air / nitrophile

Abondance station : Moyenne - 33,5 % (tous les arbres)

Présents sur 30 stations (30 au total) de la MAMP