



La lichénofonge des territoires français d'Outre-mer : diversité et amélioration des connaissances actuelles en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe.



Résultats préliminaires des missions 2022

Elise Lebreton



Novembre 2023

Organismes partenaires de l'étude :



LIÈGE
université

www.uliege.be



LA LIBERTÉ DE CHERCHER



www.afl-lichenologie.fr



Parc national
de la Guadeloupe



INSTITUT AGRONOMIQUE
NÉO-CALÉDONIEN

www.guadeloupe-parcnational.fr [www.onf.fr/onf/+/72 \(Guadeloupe\)](http://www.onf.fr/onf/+/72) www.iac.nc



www.patinat.fr



<https://inpn.mnhn.fr/>

Rédaction : Elise Lebreton (doctorante, Université de Liège), sur la base de la mission 2022 en Nouvelle-Calédonie et des missions 2022, en partie 2019 et 2023 pour la Guadeloupe.

Selecture : Antoine Espagnol

Experts mobilisés : Nicolas Magain (Uliege), Emmanuël Sérusiaux (Uliege), Robert Lücking (BGBM Berlin), Damien Ertz (Plantentuin Meise), Fabian Carrionde (IAC), André Aptroot (indépendant), Luca Borgato (Ugent), Antoine Simon (NHM Oslo), Joel Mercado-Díaz (indépendant) et Manuela Dal Forno (BRIT Texas).

Bénévoles mobilisés pour les missions terrain : Antoine Espagnol, Fabian Carrionde, Emilie Ducouret, Damien Brouste, Pierre-Louis Stenger

Référence du rapport : Lebreton E., 2023. La lichenofonge des territoires français d'Outre-mer: diversité et amélioration des connaissances actuelles en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe – Résultats préliminaires des missions 2022. PatriNat (OFB - MNHN - CNRS), Paris, 52 p.

Photo couverture : *Enterographa ducouretiana* Lebreton & Ertz, 2023 ; espèce décrite dans le cadre de ce projet, crédit : D. Brouste (<https://taxref.mnhn.fr/taxref-web/taxa/1031072>)

Résumé du projet : Présents dans tous les écosystèmes terrestres, les lichens forment une part importante de la biodiversité des milieux naturels et anthropisés. Ils restent cependant méconnus dans les régions tropicales et subtropicales comme la Nouvelle-Calédonie et la Guadeloupe. Dans le cadre d'une thèse de doctorat focalisée sur les peuplements foliicoles, une prospection de terrain en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe est une excellente opportunité pour inventorier les lichens présents dans ces territoires. Au cours de deux missions terrain en Janvier et Octobre 2022, 708 spécimens ont été récoltés, dont 431 en Nouvelle-Calédonie et 277 en Guadeloupe. Ces données ont été informatisées sur la plateforme CardObs de l'UMS PatriNat, avec 886 saisies dédiées à ces deux territoires. La moitié des spécimens collectés était des foliicoles, soulignant l'importance de ce trait de vie des lichens dans ces régions. L'identification taxonomique des lichens a été réalisée grâce à une expertise classique, parfois complétée par des analyses ADN dans le cadre de la construction de phylogénies de clades d'intérêt. Les résultats concernent environ 200 espèces pour la Nouvelle-Calédonie et 150 pour la Guadeloupe. Parmi elles, 86 espèces sont signalées pour la première fois dans ces territoires, 49 en Nouvelle-Calédonie, 37 en Guadeloupe. Parmi celles-ci, cinquante sont identifiées comme des espèces nouvelles pour la science, soulignant la richesse de la biodiversité lichénique encore largement inexplorée dans ces régions.

Sommaire

1. Introduction et contexte	6
1.1. Initiation d'un projet d'inventaire en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe	6
1.2. Le projet d'inventaires	8
1.3. Lauréat de l'appel à projet INPN 2022	9
1.4. L'objectif du rapport 2022	9
2. Une pré-mission pour la Nouvelle-Calédonie	9
2.1. Pré-sélection de localités d'intérêts	9
2.2. Formation d'une équipe de bénévoles via iNaturalist	10
2.3. Envoi de colis de spécimens	11
3. De l'inventaire terrain au stockage des spécimens	12
3.1. Localités visitées en 2022	12
3.1.1. Nouvelle-Calédonie	12
3.1.2. Guadeloupe	155
3.2. Méthodes de prélèvement des lichens	200
3.2.1. Collecte des lichens sur feuilles	200
3.2.2. Collecte des lichens sur écorces d'arbres	21
3.2.3. Collecte des lichens sur roches	21
3.2.4. Permis et autorisations de prélèvements	21
3.3. Séchage des spécimens	22
3.4. Le tri des spécimens et leur stockage à Liège	24
3.4.1. Attribution d'un numéro de récolte et stockage de l'ADN	24
3.4.2. Stockage en herbier et encodage des spécimens	25
4. Identification taxonomique des lichens	27
4.1. Résumé des méthodes utilisées	27
4.2. Ressources bibliographiques et collaborations	28
4.2.1. Compilation des données existantes	28
4.2.2. Clés de détermination utilisées	28
4.3. Résumé des analyses effectuées sur les foliicoles	30
4.3.1. Protocole de laboratoire	30
4.3.2. Analyses bio-informatiques	31
5. Résultats préliminaires des inventaires	34
5.1. Données taxonomiques	34
5.1.2. Résumé	34

5.1.3. Niveau d'identification des spécimens	36
5.1.4. Du point de vue du référentiel taxonomique TAXREF	39
5.2. Commentaires sur l'écologie	39
5.3. Données restantes à traiter	42
6. Valorisation des résultats en 2023	42
6.1. Publications scientifiques	42
6.2. Conférences publiques	44
7. Conclusion et perspectives	45
8. Bilan financier.....	47
9. Remerciements.....	48
10. Références citées	49
11. Annexes	52

1. Introduction et contexte

1.1. Initiation d'un projet d'inventaire en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe

La biodiversité des Territoires français d'Outre-Mer (TOMs) est particulièrement riche, variée et comporte de nombreuses espèces qui ne se trouvent nulle part ailleurs dans le monde. En ce qui concerne les plantes, 97 % des espèces endémiques françaises se trouvent dans les TOMs (soit environ 4 000 espèces de plantes vasculaires et de bryophytes selon Véron *et al.*, 2021). Bien que des avancées taxonomiques récentes et significatives aient été réalisées sur la biodiversité des territoires d'Outre-mer (Gargominy *et al.*, 2021), nos connaissances portant sur la fonge restent encore fragmentaires. Une partie de la fonge concerne les champignons lichénisés, appelés plus couramment lichens. Ces champignons symbiotiques sont présents dans tous les écosystèmes terrestres et se développent sur différents substrats : roches, écorces, sols, feuilles etc. (Fig.1) (pour plus d'éléments de contexte sur les lichens, voir Lebreton 2023a). Si l'Association Française de Lichénologie (AFL) a réalisé pour la France métropolitaine un inventaire de référence constamment mis à jour et augmenté dans le Catalogue des Lichens de France (Roux *et coll.* 2020), une démarche d'actualisation et de complémentation des données pour les TOMs mérite d'être réalisée.

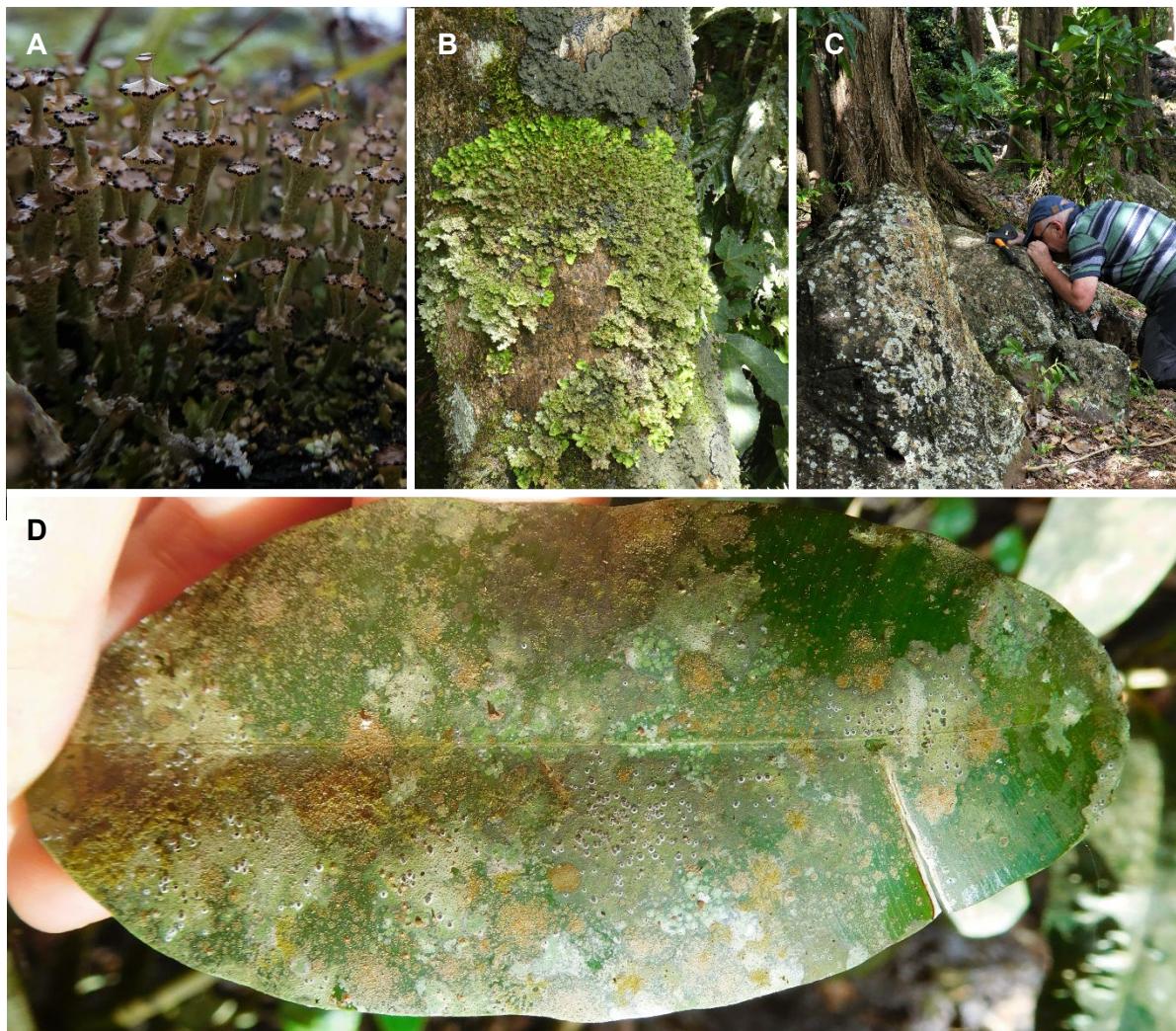


Fig.1. Différents substrats colonisés par les lichens. **A.** Lichen terricole du genre *Cladonia*, colonisant le sol, Nouvelle-Calédonie, Plateau du Dogny. **B.** Lichens corticoles du genre *Pannaria* colonisant un tronc d'arbre, Nouvelle-Calédonie, Réserve de l'Aoupinié. **C.** Lichens du genre *Lecanora* colonisant les roches, Guadeloupe, littoral de Trois-Rivières. **D.** Lichens foliicoles, genre *Byssoloma* colonisant les feuilles d'arbre, Guadeloupe, Vieux-bourg.

Les lichens en Guadeloupe ont fait l'objet d'un bilan bibliographique et de deux nouveaux inventaires en 2008 et 2009 (à l'initiative de l'AFL et du Parc National de Guadeloupe) (Bricaud 2007, 2009). Néanmoins des découvertes continuent d'être effectuées à chaque nouvelle campagne de collecte (Lebreton *et al.*, 2019) (Lebreton & Aptroot, 2020). Environ 1300 espèces de lichens seraient présentes en Guadeloupe (Lücking *et al.*, 2009) mais la lichénofonge actuellement connue s'élève à environ 600 espèces. L'AFL souhaite contribuer à combler cette lacune et a apporté en 2021, un soutien ciblé sur les lichens foliicoles récoltés en Guadeloupe par l'équipe de l'Université de Liège dans le cadre de la thèse d'Elise Lebreton. D'autres TOMs sont très prometteurs en termes de découvertes. C'est le cas de la Nouvelle-Calédonie, qui

est célèbre pour posséder l'un des taux d'endémisme les plus élevés du monde (78,7% selon Véron *et al.*, 2021). Les 30 000 espèces de champignons estimées sur cet archipel de l'Océan pacifique (Eyssartier, 2009) rapportées au millier d'espèces connues (lichénisés et non lichénisés) illustre le déficit de connaissance pour la fonge néo-calédonienne. Bien que la Société Mycologique de Nouvelle-Calédonie (SMNC) existe depuis 2008 et fournit un cadre local pour étudier les champignons, celle-ci n'effectue pas encore de recherches approfondies sur les lichens. Nos connaissances actuelles sur les lichens de Nouvelle-Calédonie reposent avant tout sur des collectes effectuées par des botanistes et opportunément étudiées par des lichénologues (Papong *et al.*, 2014). Nous dénombrons actuellement 815 taxons pour l'archipel dont 70 espèces nouvelles pour la science qui ont été signalées ces 10 dernières années (Papong *et al.*, 2014) (Jørgensen & Gjerde, 2012) (Aptroot, 2014) (Aptroot & John, 2015). Ces chiffres démontrent ainsi le grand potentiel de découvertes pour ce territoire. Dans la continuité des missions de l'AFL, la présente démarche vise à initier un catalogue des lichens ultramarins en complétant l'inventaire des lichens en Guadeloupe et en l'étendant à la Nouvelle Calédonie.

1.2. Le projet d'inventaire, inclus dans une thèse de doctorat

Ce projet s'inscrit dans une thèse de doctorat initiée par Nicolas Magain (professeur à l'Université de Liège) et Emmanuël Sérusiaux (professeur émérite à l'Université de Liège). Le projet de doctorat démarré en Avril 2021, vise à déterminer les conséquences du mode de vie « foliicole » (sur feuille d'arbre vivante) chez les lichens (pour plus de détails, voir Lebreton *et al.*, 2023a). L'étude spécifique des lichens foliicoles bénéficie du soutien financier du Fonds National de la Recherche FNRS-FRIA (Belgique), de l'Association Française de Lichénologie et du Parc national de Guadeloupe dans le cadre de l'appel à projets scientifiques 2021 (pour plus de détails concernant la convention avec le Parc national de Guadeloupe, voir Lebreton 2023a). L'Office National des Forêts de Guadeloupe (ONF) et l'Institut Agronomique Néo-calédonien (IAC) sont partenaires de l'étude. Les prospections de terrain prévues dans le cadre de la thèse étaient initialement focalisées sur les peuplements foliicoles, il a été néanmoins choisi, afin de tirer pleinement parti de cette opportunité, de compléter l'inventaire guadeloupéen et néocalédonien par la collecte d'autres types de lichens.

1.3. Lauréat de l'appel à projet INPN 2022

La demandé budgétaire de 6000€ HT portait sur les frais de mission relatifs à l'envoi et au séjour d'une doctorante (Elise Lebreton) en Nouvelle-Calédonie pendant 15 jours : billets d'avion AR (classe éco), frais d'hébergement et location de voiture. La demande portait également sur du matériel nécessaire au reconditionnement des échantillons d'herbier (envois depuis la Nouvelle-Calédonie, enveloppes, étiquettes, presse). Enfin, le financement d'analyses génétiques pour identifier les taxons "difficiles" et espèces nouvelles pour la science (extractions ADN et séquençage ITS effectués par l'Université de Liège). Avec l'infrastructure du laboratoire universitaire de Liège qui a financé en grande partie les analyses des échantillons et les expertises bénévoles externes (AFL, MNHN, botanistes guadeloupéens, experts internationaux), la contribution dépasse les 20%. (voir 8. Bilan financier)

1.4. L'objectif du rapport 2022

Ce rapport vise à exposer la méthodologie utilisée sur le terrain et en laboratoire au cours de cette étude. Il a également pour objectif de présenter les premiers résultats obtenus à partir des inventaires lichéniques réalisés en Nouvelle-Calédonie et en Guadeloupe. Enfin, un premier bilan est réalisé concernant les retombées de l'étude pour l'amélioration de nos connaissances de la lichénofonge dans les territoires d'Outre-mer.

2. Une pré-mission pour la Nouvelle-Calédonie

2.1. Pré-sélection de localités d'intérêts

La durée de prospection en Nouvelle-Calédonie étant limitée à 20 jours et le projet étant exploratoire, nous avons effectué la démarche de sélectionner les zones susceptibles d'abriter le plus de lichens foliicoles. L'objectif étant d'obtenir du matériel frais nécessaire aux analyses ADN envisagées dans le projet de thèse.

Les seules zones explorées et connues dans la littérature pour abriter des lichens foliicoles en Nouvelle Calédonie sont les forêts humides sempervirentes présentes sur les pentes NE de la Grande Terre et les chaînes de montagnes supérieures (Lücking & Kalb, 2001) (Fig.2).

Table 1: Localities of collections of foliicolous lichens made by Savès (= A₁₋₂), H. S. MacKee (= B₁₋₁₂) and K. & A. Kalb (= C₁₋₂) in New Caledonia between 1886 and 1994.

Code	Locality
[A ₁]	<i>Province Sud</i> : Nouméa, Mont Atso, 1886, <i>Savès</i> .
[A ₂]	<i>Province Sud</i> : Nouméa, i.1887, <i>Savès</i> .
[B ₁]	<i>Province Sud</i> : Route de Yaté, Les Dalmates, 150 m, forêt humide, ii.1976, <i>MacKee</i> .
[B ₂]	<i>Province Nord</i> : Koné, Mont Tanji (pente sud), 700 m, forêt humide, vii.1976, <i>MacKee</i> .
[B ₃]	<i>Province Nord</i> : Mont Panié, 1000 m, forêt humide, ix.1978, <i>MacKee</i> .
[B ₄]	<i>Province Nord</i> : Vallée de la Ni, 100 m, forêt humide, xii.1981, <i>MacKee</i> .
[B ₅]	<i>Province Nord</i> : Mé Aoui, Contrefort Ouest, 700 m, forêt humide, iii.1983, <i>MacKee</i> .
[B ₆]	<i>Province Sud</i> : Ouenarou, 150 m, forêt humide, x.1987, <i>MacKee</i> .
[B ₇]	<i>Province Sud</i> : Tonghoué, 50 m, forêt secondaire, iii.1988, <i>MacKee</i> .
[B ₈]	<i>Province Sud</i> : Col D'Amieu, 550 m, forêt, ix.1990, <i>MacKee</i> .
[B ₉]	<i>Province Sud</i> : Yaté, 150 m, forêt humide, ii.1991, <i>MacKee</i> .
[B ₁₀]	<i>Province Sud</i> : Route de Yaté, Les Dalmates, 300 m, forêt humide, vi.1991, <i>MacKee</i> .
[B ₁₁]	<i>Province Sud</i> : Pic Noir (à l'Ouest de la Table Unio), 550 m, forêt humide, vi.1991, <i>MacKee</i> .
[B ₁₂]	s. loc., s. dat., <i>MacKee</i> .
[C ₁]	<i>Province Sud</i> : Monts Koghis-Dumbéa, 15 km NNE of Nouméa, 22°14'S, 166°30'E, 550 m, tropical rainforest with <i>Cryptocarya macrocarpa</i> , <i>Bureavella wakere</i> , <i>Hernandia cordigera</i> and <i>Cyathea intermedia</i> , viii.1994, <i>Kalb & Kalb</i> .
[C ₂]	<i>Province Sud</i> : Parc Provincial de la Rivière Bleue, 60 km NE of Nouméa, 22°08'S, 166°42'E, 180 m, tropical rainforest with <i>Agathis lanceolata</i> , <i>A. ovata</i> , <i>Montrouziera cauliflora</i> and <i>Pandanus</i> sp., viii.1994, <i>Kalb & Kalb</i> .

Fig.2. Localités où des lichens foliicoles ont été identifiés d'après Lücking & Kalb (2001).

Une première approche visait à retourner sur les localités historiques de récoltes. Néanmoins, certaines zones nécessitent aujourd’hui des autorisations particulières de récoltes (exemple : le Mont Panié). C'est pourquoi, nous avons restreint notre prospection à des parcelles appartenant au Gouvernement de Nouvelle-Calédonie et/ou à la Province Nord et Sud de Nouvelle-Calédonie. Les demandes ont été effectuées conjointement avec l’Institut Agronomique Néo-calédonien (IAC) via le Dr. Fabian Carriconde. Au total, 24 localités potentiellement intéressantes à visiter dans le cadre de la mission ont été proposées.

2.2. Formation d'une équipe de bénévoles via iNaturalist

En attendant l’obtention des permis de récoltes, procédure impliquant plusieurs mois d’attente, la préparation du terrain a été effectuée par une équipe de bénévoles : Emilie Ducouret (référente terrain), Damien Brouste et Pierre-Louis Stenger.

Cette équipe a été formée à distance par l’équipe de Liège, pour apprendre à repérer les lichens sur le terrain, via des réunions en visioconférence régulières. Un projet participatif dédié à la recherche de lichens foliicoles en Nouvelle-Calédonie a été créé par Damien Brouste (Fig 3).



Fig.3. Bordereau du projet iNaturalist, voir <https://www.inaturalist.org/projects/lichens-foliicoles-de-nouvelle-caledonie>

Ainsi, cette plateforme permettait aux participants d'envoyer les photos et les localités correspondant à leurs observations. Les experts pouvaient alors faire des propositions d'identifications et indiquer s'ils s'agissaient bien de lichens ou non (Fig 4). Cette méthode, basée sur la science participative nous a grandement aidé à prioriser les localités à explorer dans le cadre de notre mission.

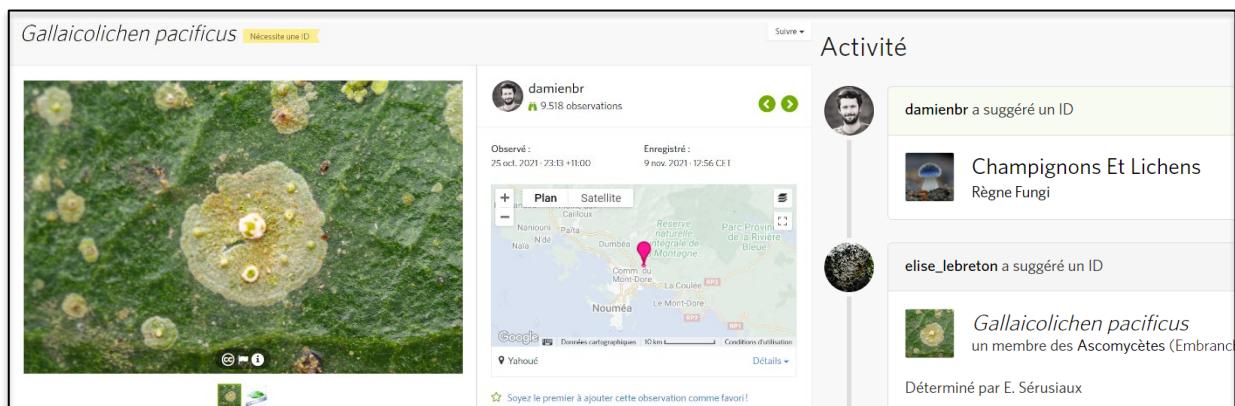


Fig. 4. Damien Brouste a posté sur iNaturalist la photo d'un énigmatique lichen foliicole qu'il a observé à Yahoué en Octobre 2021. Son observation nous a permis de retourner sur les lieux un an après, de retrouver ce lichen et de faire une découverte qui sera prochainement publiée dans un journal scientifique à portée internationale.

2.3. Envoi de colis de spécimens

Une fois les permis de récoltes obtenus, il a été demandé à l'équipe terrain (Damien, Emilie, Pierre-Louis) de procéder à la récolte et à l'envoi de spécimens. L'objectif était d'augmenter l'effort d'échantillonnage et de savoir s'il était possible de démarrer les extractions ADN nécessaires à la thèse sur ce matériel. Malheureusement, en raison du temps nécessaire à l'envoi et la réception des colis, les spécimens nous

parvenaient trop vieux pour que l'ADN puisse être exploitable (taux de réussite faible pour un investissement financier important).

3. De l'inventaire terrain au stockage des spécimens

3.1. Localités visitées en 2022

3.1.1. Nouvelle-Calédonie

La mission terrain a eu lieu du 30 Octobre au 20 Novembre 2022 (22 jours) et les récoltes ont été effectuées dans 25 localités situées pour la plupart dans des forêts humides sempervirentes de moyenne à haute altitude (Fig 5 & 7) (Tableau 1).

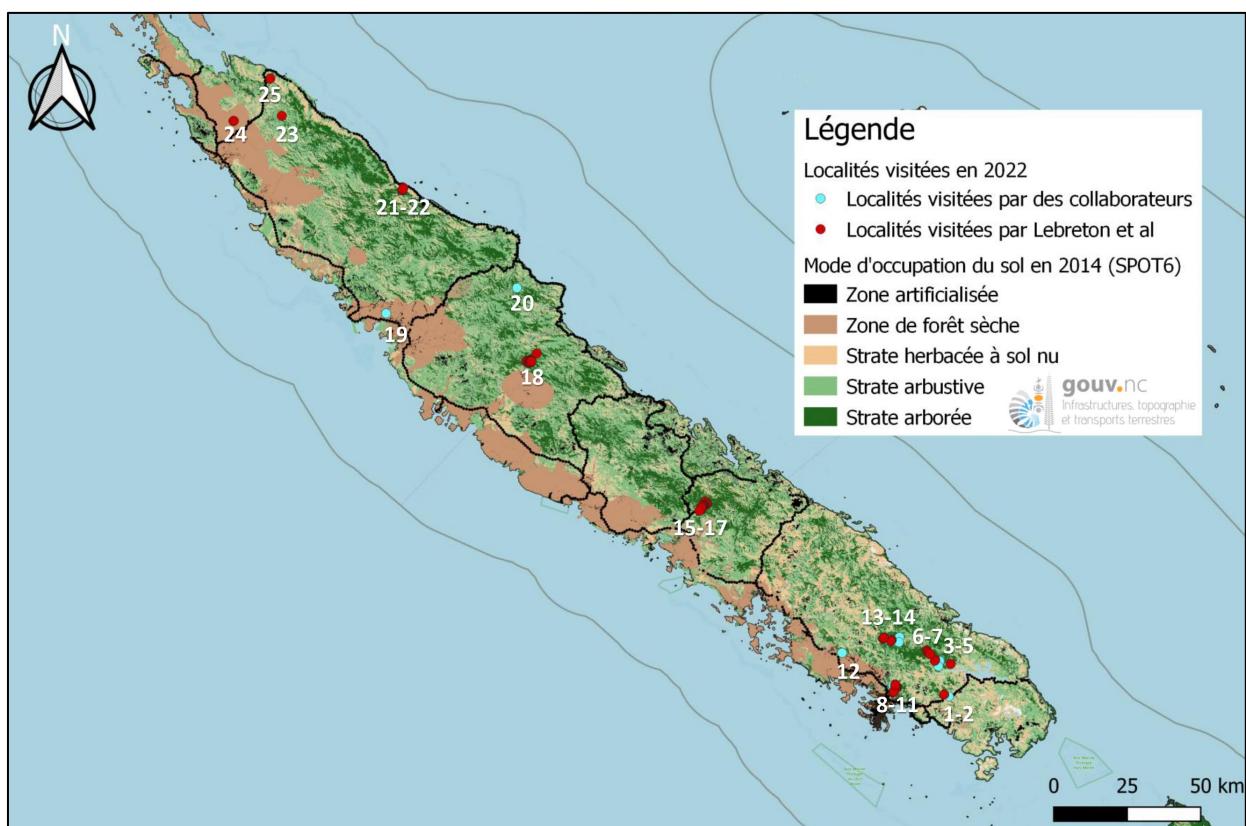


Fig.5. Carte des localités visitées en Nouvelle-Calédonie et mode d'occupation du sol sur la base de données géographique du gouvernement de Nouvelle-Calédonie (<https://dittt.gouv.nc/>)

Tableau 1. Résumé des localités visitées en Nouvelle-Calédonie

Code carte	Localité	Altitude (m)	Date	Coordonnées GPS (centroïde de la zone)	Récolteurs et/ou accompagnants	Code station dans CardObs
1	<i>Province Sud:</i> Mont Dore, along route de Yaté, E of Les Dalmates	166	23/10/2022	-22.208, 166.685	A. Simon	NC_AS-178-2022
2	<i>Province Sud:</i> Mont Dore, sentier partant de la route de Yaté vers Mouirange, patch de forêt entouré de maquis, le long de la rivière Ya	166	18/11/2022	-22.202, 166.669	E. Lebreton, A. Lespagnol & F. Carriconde	NC-715-2022 / NC-716-2022
3	<i>Province Sud:</i> Parc Provincial de la riviere Bleue, au niveau de la piste de la riviere bleue, au départ du sentier des cagou	169	04/11/2022	-22.109, 166.691	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-608-2022
4	<i>Province Sud:</i> Parc provincial de la rivière bleue, forêt sur le sentier de dipodyum au-dessus de l'intersection vers la forêt du mois de mai	170-270	15/07/2022 17/04/2022	-22.116, 166.651	E. Ducouret	NC_PPRB-2-170422 / NC_PPRB-4-170422 / NC_PPRB-6-150722
5	<i>Province Sud:</i> Parc Provincial de la Rivière bleue, piste des nono	170-180	15/07/2022 16/07/2022	-22.101, 166.656	E. Ducouret	NC_PPRB-5-150722 / NC_PPRB-7-160722
6	<i>Province Sud:</i> Parc Provincial de la Rivière bleue, camp Pétroglyphe et départ du sentier de la source	170-210	04/11/2022	-22.098, 166.639	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-601-2022 -> NC-606-2022
7	<i>Province Sud:</i> Parc Provincial de la Rivière Bleue, sentier de la Grande Cascade en direction de la zone de l'affluent première corne du diable	250-350	03/11/2022	-22.071, 166.614	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-591-2022 -> NC-598-2022
8	<i>Province Sud:</i> Dumbéa, Monts Koghis, sentier des fougères, juste après la guérite	350-550	12/10/2021 01/11/2022 19/11/2022	-22.177, 166.508	D. Brouste, E. Lebreton, A. Lespagnol, A. Simon & P. Bourdeau	NC-koghis-3-2022 -> NC-koghis-16-2022 / NC-702-2022
9	<i>Province Sud:</i> Dumbéa, Monts Koghis, sentier du tour des sommets direction le Pic Malaoui, en passant par la vallée des Houps	550-750	19/11/2022	-22.181, 166.511	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-703-2022 -> NC-713-2022
10	<i>Province Sud:</i> Dumbéa, Monts koghis, sentier du tour des sommets au niveau de la grande cascade	530-550	01/11/2022	-22.172, 166.508	E. Lebreton, A. Lespagnol, A. Simon & P. Bourdeau	NC-580-2022 -> NC-583-2022 / NC-koghis-cascade-1-2022 / NC-koghis-cascade-2-2022

11	<i>Province Sud</i> : Mont-Dore, sentier de randonnée du Pic Malaoui par Yahoué, ascension dans la forêt avant le maquis	120-270	02/11/2022	-22.195, 166.501	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-koghis-14-2022 / NC-584-2022 -> NC-590-2022
12	<i>Province Sud</i> : Païta, Mont Mou, départ du sentier autour du captage d'eau	400	22/05/2022	-22.075, 166.332	D. Brouste & E. Ducouret	NC-MMOU_1_220522
13	<i>Province Sud</i> : Yaté, forêt le long de la piste de la Ouinné	670-770	30/04/2022 07/05/2022 06/11/2022	-22.0367, 166.494	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & D. Brouste	NC_OUINE_1_300422 -> NC_OUINE_4_300422 / NC-624-2022 -> NC-633-2022
14	<i>Province Sud</i> : Païta, piste des Dzumac, le long de la piste de la Ni jusqu'au départ du sentier du Mont Ouin	890-920	06/11/2022	-22.029, 166.469	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & D. Brouste	NC-609-2022 -> NC-623-2022
15	<i>Province Sud</i> : Saraméa, du jardin privé entourant l'hôtel Evasion jusqu'au départ de l'ascension du plateau du Dogny, arbres isolés le long du chemin, anthropisé	100-300	09/11/2022 10/11/2022	-21.629, 165.865	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-634-2022 -> NC-637-2022 / NC-658-2022 / NC-659-2022
16	<i>Province Sud</i> : Saraméa, sentier menant vers le plateau du Dogny	520-780	10/11/2022	-21.620, 165.870	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-638-2022 -> NC-645-2022
17	<i>Province Sud</i> : Saraméa, sur le plateau du Dogny	900-1000	10/11/2022	-21.617, 165.882	E. Lebreton & A. Lespagnol	NC-648-2022 -> NC-657-2022
18	<i>Province Nord</i> : zone entre Ponérihouen et Poya, départ d'un sentier non balisé pour rejoindre la piste des Antennes jusqu'au Mont Aoupinié	650-890	11/11/2022 12/11/2022	-21.181, 165.298	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret, D. Brouste & M. Deuss	NC-660-2022 -> NC-684-2022 / NC_ponérihouen-1&2-2022
19	<i>Province Nord</i> : Koné, Massif du Koniambo, Vallée de la Confiance, foliicolous in lowland rainforest, along the river	266	12/12/2022	-21.029, 164.821	A. Simon	NC-koné-1-2022
20	<i>Province Nord</i> : Poindimié, sentier longeant la rivière Amoa entre le lieu-dit Saint Thomas et Saint Michel	15	28/05/2022	-20.951, 165.255	E. Ducouret	NC_PDMI_1_280522
21	<i>Province Nord</i> : Hienghène, sentier des roches de la Ouaième, vers la crête des roches de la Ouaième, premier passage de forêt après le maquis	377	15/11/2022	-20.641, 164.878	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & M. Deuss	NC-701-2022
22	<i>Province Nord</i> : Hienghène, sentier menant vers le Hélampowan, forêt de nuage	680-730	15/11/2022	-20.647, 164.876	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & M. Deuss	NC-695-2022 -> NC-700-2022
23	<i>Province Nord</i> : Ouégoa, sentier en direction du Mandjélia, au niveau d'un creek formé par la rivière Iade	40	14/11/2022	-20.418, 164.476	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & M. Deuss	NC-689-2022
24	<i>Province Nord</i> : Koumac, vallée des palmiers, terrain privé, le long d'un petit ruisseau	80-90	13/11/2022	-20.434, 164.315	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & M. Deuss	NC-685-2022 -> NC-687-2022
25	<i>Province Nord</i> : Pouébo, sentier en direction du Col d'Amos, patch de forêt restant au milieu du maquis	580	14/11/2022	-20.302, 164.437	E. Lebreton, A. Lespagnol, E. Ducouret & M. Deuss	NC-692-2022 / NC-693-2022

Sous Cardobs, 138 stations ont été définies, correspondant à des sous-localités du Tableau 1. Par exemple, pour la zone des « monts Koghis, sentier du tour des sommets », 29 stations ont été enregistrées sur la plateforme CardObs.

3.1.2. Guadeloupe

La mission terrain en Guadeloupe a été effectuée du 18 Janvier au 1^{er} Février 2022 (15 jours) et les récoltes ont été effectuées dans 28 localités (Fig 6 & 7) (Tableau 2). La majorité d'entre elles se trouvaient en zone de cœur de parc.

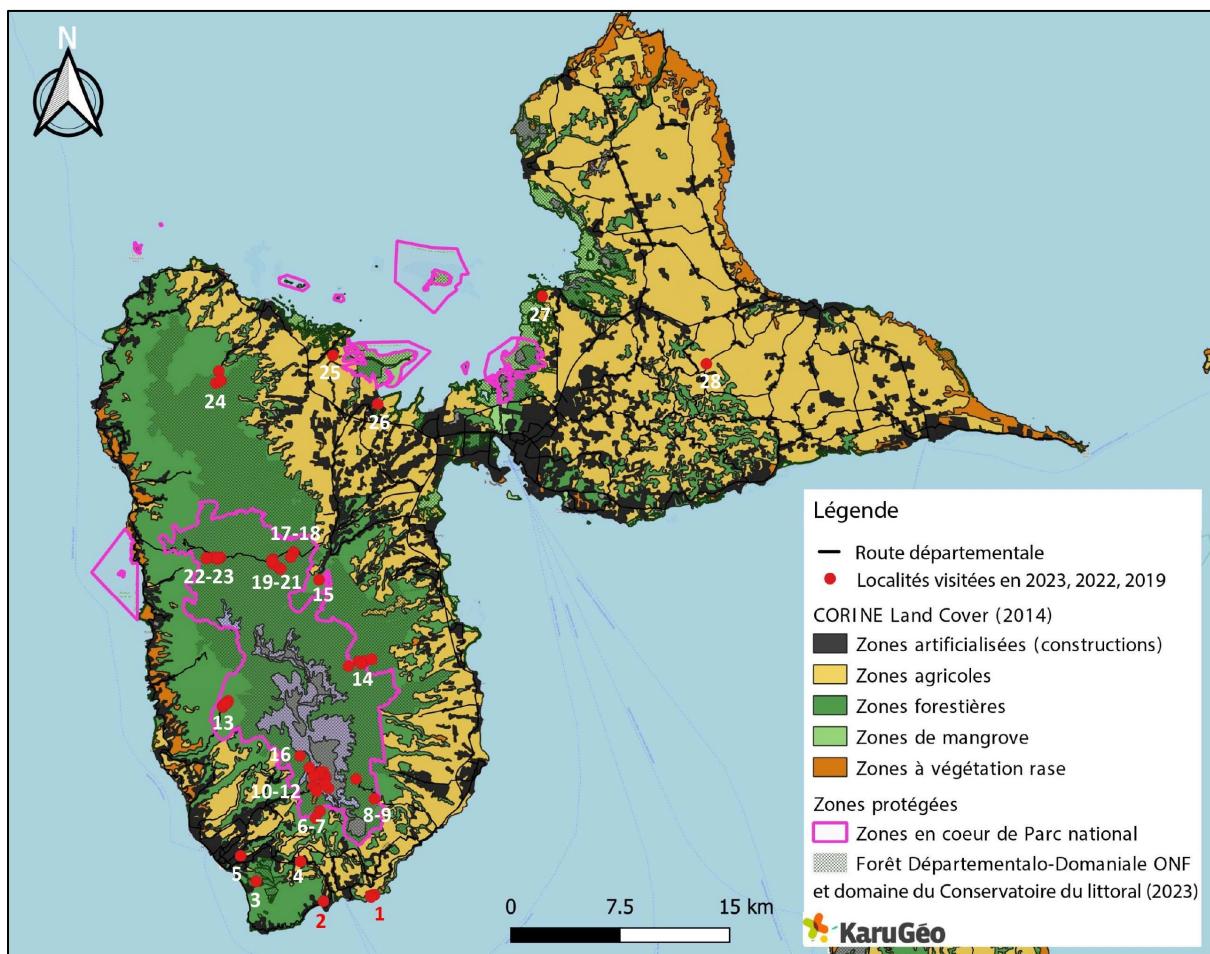


Fig. 6. Carte des localités visitées en Guadeloupe et mode d'occupation du sol sur la base de données géographique de l'Etat, le Conseil régional et le Conseil départemental.

(https://www.karugeo.fr/accueil/catalogue_de_donnees)

Tableau 2. Localités visitées en Guadeloupe

Code carte	Localité	Altitude (m)	Date	Coordonnées GPS (centroïde de la zone)	Récolteurs et/ou accompagnants	Code station dans CardObs
1	Basse-Terre: Trois-rivières, du Parking de la trace d'Acomat jusqu'à l'embouchure de la rivière La Coulisse	3-20	22/01/2022	-61.628, 15.970	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL220122_1 -> GUAD_EL220122_6
2	Basse-Terre: Trois rivières, le long de la rivière Grande Anse, sur <i>Mangifera indica</i> en terrasse alluviale	10	04/03/2019	-61.660, 15.966	E. Lebreton & R. Poncet (projet GALIFO)	GUAD_GALGMI1
3	Basse-Terre: Gourbeyre, Observatoire volcanique du Houelmont	400	23/01/2022	-61.703, 15.978	E. Sérusiaux & N. Magain	GUAD_EL230122_3
4	Basse-Terre: Gourbeyre, dans la petite ravine Blanche qui rejoint la rivière Grande Anse	230	25/03/2020 21/04/2023	-61.675, 15.991	E. Lebreton & A. Lespagnol	GUAD_EL250320_1 / GUAD_EL210423_1
5	Basse-Terre: Gourbeyre, en descendant vers la grande ravine constituant la rivière Galion, chemin privé	100	02/04/2023	-61.713, 15.994	E. Lebreton, A. Lespagnol & G. Lespagnol	GUAD-724-2023
6	Basse-Terre: Gourbeyre, sentier menant aux bassins bleu, rochers dans la rivière	580	23/01/2022	-61.666, 16.018	E. Sérusiaux & N. Magain	GUAD_EL230122_2
7	Basse-Terre: Gourbeyre, sentier menant à la cascade parabole par les bassins bleus, le long de la rivière	650	16/04/2023	-61.663, 16.022	E. Lebreton, A. Lespagnol, G. Lespagnol, T. Lespagnol	GUAD-758-2023 / GUAD-759-2023
8	Basse-Terre: Capesterre-Belle-Eau, Grand Etang, au niveau du chemin de descente vers le grand étang en partant du parking	420	25/01/2022	-61.628, 16.029	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL250122_3
9	Basse-Terre: Capesterre-Belle-Eau, le long du sentier menant à la deuxième chute du carbet, en débutant par le parking du bassin paradis	600	25/01/2022	-61.640, 16.041	E. Lebreton, N. Magain & L. Procopio	GUAD_EL250122_2
10	Basse-Terre: Saint-Claude, Massif de la Soufrière, Chemin le pas du roi, allant de la forêt des bains jaunes jusqu'à la savane à mulet	1050-1100	20/01/2022	-61.665, 16.035	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL200122_1 / GUAD_EL200122_2
11	Basse-Terre: Saint-Claude, massif de la Soufrière, sur la route asphaltée menant à la savane à mulet	1090	01/04/2023	-61.667, 16.037	E. Lebreton	GUAD-718-2013

12	<i>Basse-Terre: Saint-Claude, Massif de la Soufrière, en passant par la Citerne puis le tour du volcan par le Col de L'Echelle et le chemin des Dames</i>	1100-1300	20/01/2022 01/04/2023 10/04/2023	-61.659, 16.038	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL200122_3 -> GUAD_EL200122_6 / GUAD-719-2023 -> GUAD-739-2023
13	<i>Basse-Terre: Vieux-habitants, vers l'habitation la Grivelière, sentier de la cascade Paradis, le long de la rivière</i>	250-280	22/01/2022 28/01/2022 13/04/2023	-61.723, 16.088	E. Lebreton, A. Lespagnol, G. Lespagnol, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL220122_8 / GUAD_EL280122_1 -> GUAD_EL280122_4 / GUAD-753-2023 -> GUAD-756-2023
14	<i>Basse-Terre: Goyave, sentier des chutes moreau, roches dans la rivière</i>	250-320	26/01/2022 19/04/2023	-61.645, 16.111	E. Lebreton, A. Lespagnol, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL260122_1 -> GUAD_EL260122_3 / GUAD_EL190423_1 / GUAD_EL190423_2
15	<i>Basse-Terre: Petit-bourg, début de la trace Meward, entre la grande rivière Goyave et la rivière la lézarde</i>	250	30/01/2022	-61.663, 16.164	E. Lebreton & S. Tribout	GUAD_EL300122_4
16	<i>Basse-Terre: Saint-Claude, sentier d'interprétation de Matouba</i>	1000-1100	30/01/2022	16.058, -61.671	E. Sérusiaux & N. Magain	GUAD_NM300122_1 -> GUAD_NM300122_3
17	<i>Basse-Terre: Route de la Traversée, Aire de pique-nique St Jean située en face du parking de la maison de la forêt, de l'autre côté de la route.</i>	160-220	24/01/2022 01/04/2023	-61.680, 16.181	E. Lebreton, A. Lespagnol, G. Lespagnol, T. Lespagnol, M. Béthancourt, S. Tribout, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL240122_2 / GUAD_EL240122_3 / GUAD_EL010423_1
18	<i>Basse-Terre: Route de la Traversée, sentier menant à la cascade écrevisse sur le bord de la rivière St Jean</i>	170	24/01/2022 01/04/2023	-61.681, 16.178	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL240122_1
19	<i>Basse-Terre: Route de la Traversée, Bras David, Maison de la forêt, sentier de découverte (petite boucle), après le pont en bois</i>	220-250	27/01/2022	-61.692, 16.173	E. Lebreton, N. Magain, M. Hélion, J. Briche & E. Sérusiaux	GUAD_EL270122_1 / GUAD_EL270122_2
20	<i>Basse-Terre: Route de la Traversée, rivière Quiock, au départ du sentier près de la rivière</i>	210-240	27/01/2022 10/04/2023	-61.693, 16.176	E. Lebreton, A. Lespagnol, N. Magain, M. Hélion, J. Briche & E. Sérusiaux	GUAD_ES270122_1 / GUAD_ES270122_3 / GUAD-767-2023
21	<i>Basse-Terre: Route de la Traversée, aire de pique-nique Corossol</i>	250	27/01/2022	-61.688, 16.170	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_ES270122_1(1) / GUAD_ES270122_5
22	<i>Basse-Terre: Route de la Traversée, mamelle Petit Bourg sentier menant au sommet</i>	560-720	21/01/2022	-61.728, 16.177	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL210122_5 -> GUAD_EL210122_9
23	<i>Basse-Terre: Route de la traversée, sentier vers le sommet de la mamelle Pigeon</i>	700-770	21/01/2022	-61.735, 16.177	E. Lebreton, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_EL210122_4 / GUAD_EL210122_6(2)

24	<i>Basse-Terre: Sainte-Rose, Sofaia, le long du sentier menant au saut des trois cornes</i>	250-290	29/01/2022 03/04/2023	-61.726, 16.285	E. Lebreton, A. Lespagnol, G. Lespagnol, T. Lespagnol, S. Tribout, M. Béthencourt, M. Hélion, A. Chauchoy, L. Procopio, N. Magain & E. Sérusiaux	GUAD_Perso_Lebreton_2022_1 / GUAD_Perso_Lebreton_2022_2 / GUAD_EL290122_1 -> GUAD_EL290122_3
25	<i>Basse-Terre: Sainte-Rose, Morne rouge, forêt à <i>Pterocarpus officinalis</i> sur <i>heteropterys platyptera</i>, semi ombragé</i>	0-2	06/03/2019	-61.654, 16.301	E. Lebreton & R. Poncet (projet GALIFO)	GUAD_MRLGHP3
26	<i>Basse-Terre: Baie-Mahault, Lamentin, Forêt à <i>Pterocarpus officinalis</i>, dans une trouée de lumière</i>	0-2	06/03/2019	-61.626, 16.271	E. Lebreton & R. Poncet (projet GALIFO)	GUAD_LLGPH2
27	<i>Grande-Terre: Morne-à-l'Eau, Vieux-bourg, clairière pâturée thermophile, sur <i>Calophyllum calaba</i></i>	0-2	05/03/2019	-61.520, 16.337	E. Lebreton & R. Poncet (projet GALIFO)	GUAD_VBLGCC2
28	<i>Grande-Terre: Le Moule, Gascon-Bories, pâture mésotherme, lisière forestière, pleine lumière sur <i>Calophyllum calaba</i></i>	50	05/03/2019	-61.416, 16.296	E. Lebreton & R. Poncet (projet GALIFO)	GUAD_GBLGCC1



Fig. 7. Localités visitées en 2022. A, C & E. Nouvelle Calédonie. B, D & F. Guadeloupe
A-B. Végétation rase de très haute altitude (1000 m alt). **A.** Plateau du Dogny, Nouvelle-Calédonie **B.** Pentes du volcan de la Soufrière, Guadeloupe. **C-D.** Forêts sempervirentes humides de moyenne-haute altitude (600-700 m alt.) **C.** Sentier menant au plateau du Dogny, Nouvelle Calédonie. **D.** Sentier menant au sommet de la Mamelle Pigeon, Guadeloupe. **E-F.** Forêts de basse-moyenne altitude (100-200 m alt.) **E.** Mouirange, patch de forêt entouré de maquis, le long de la rivière Ya

3.2. Méthodes de prélèvement des lichens

La détermination des lichens, directement sur le terrain ou via des photos, ne peut aboutir que rarement à une identification au niveau de l'espèce. En effet, l'identification des lichens avec une précision maximale n'est possible qu'avec des coupes microscopiques (ex. mesure des spores au microscope) et nécessite parfois des analyses chimiques et génétiques en complément. C'est pourquoi la collecte de spécimens ne pouvait être évitée dans ce projet. La plupart des collectes ont été effectuées le long des sentiers de randonnées. La collecte de spécimens a pu parfois nécessiter de s'éloigner des sentiers d'un maximum de 10 mètres, mais la plupart du temps nous restions sur les sentiers aménagés.

Les espèces concernées par le projet de thèse poussent essentiellement sur les feuilles. Pour l'objectif d'inventaire des lichens, des spécimens ont également été collectés sur écorce d'arbre, roche et sol.

3.2.1. Collecte des lichens sur feuilles

Sur le terrain, les essences d'arbres les plus riches visuellement en lichens ont été sélectionnées. La plupart du temps, cela concernait des plantules de sous-bois, en attente d'un chablis pour percer. La collecte sur des arbres récemment tombés au sol (chablis) a été privilégiée par rapport à des arbres vivants. La communauté d'organismes foliicoles atteint une diversité optimale lorsque les feuilles sont anciennes et prêtes à tomber au sol, c'est pourquoi nous ne prélevions jamais de jeunes feuilles (celles qui sont essentielles au développement de la plante hôte). Une seule feuille d'arbre a été collectée pour un arbuste comportant moins de 50 feuilles, et 1-10 feuilles ont été collectées pour un arbre (ou végétal avec un port buissonnant) mature avec une grande densité de feuilles (+ 100 feuilles). Le ratio était donc d'environ 5-10 % de feuilles collectées sur un individu/arbre. Environ 800-1000 feuilles d'arbres au total ont été prélevées sur 25 localités en Nouvelle-Calédonie, et environ 1000-1200 feuilles sur 28 localités en Guadeloupe. Les feuilles ont été détachées à la main, parfois au sécateur pour les plus coriaces ou filamenteuses (*Pandanus sp.* pour la Nouvelle-Calédonie, *Anthurium sp.* pour la Guadeloupe).

3.2.2. Collecte des lichens sur écorces d'arbres

Certains lichens corticoles poussent de manière lâche sur le substrat et leur collecte nécessite simplement de les détacher à la main (lichens fruticuleux ou foliacés). Néanmoins, d'autres espèces se développent en s'agrippant plus ou moins à la surface et sont difficiles à collecter sans enlever une couche du substrat (lichens crustacés). C'est pourquoi ces lichens ont été délicatement décrochés de l'écorce à l'aide d'un petit couteau (de type opinel). Ainsi, seule une partie du tissu mort de l'arbre (le périderme) a été décrochée avec le lichen en veillant à ne pas toucher aux tissus vivants du support. Pour cette raison, de nombreuses espèces de palmiers et de fougères ont été exclues de la récolte de lichens en raison du risque de blessure (écorce trop fine). Les macro-lichens peuvent mesurer environ 15 cm de diamètre, c'est pourquoi une partie de l'individu a été prélevé (5x5 cm) permettant ainsi au lichen de se régénérer.

3.2.3. Collecte des lichens sur roches

Une fois ces lichens repérés à la loupe, et après vérification que la pierre ne porte pas de symboles particuliers, les spécimens ont été décrochés au marteau et au burin. Le prélèvement consiste à produire de petits éclats de pierre. Nous avons de cette manière "gratté" sur quelques cm la surface de la roche. La récolte de ces lichens était très anecdotique, en particulier en Nouvelle-Calédonie en raison des contraintes liées au transport du matériel et des spécimens (poids important).

3.2.4. Permis et autorisations de prélèvements

Les spécimens ont été collectés avec le permis n° 395- 2022/ARR/DDDT pour la Province Sud de Nouvelle-Calédonie et n° 609011-18/2022/JJC pour la Province Nord de Nouvelle-Calédonie. Les récoltes dans la réserve de l'Aoupinié bénéficient d'une autorisation coutumière délivrée par Denis Meandu-Poveu (tribu Gohapin) et Christophe Sandoz (tribu Goa).

Les spécimens collectés en Guadeloupe bénéficient des suivants : permis PNG n° 2022-03 pour la zone de cœur de Parc National Guadeloupe et le permis ONF AB/____/Foncier (2.25) (en cours d'édition).

➤ **Liens vers les formulaires ou contacts pour les demandes de permis :**

Parc National de la Guadeloupe, <https://www.guadeloupe-parcnational.fr/fr/le-parc-national-de-la-guadeloupe/reglementation/prelevements-vocation-scientifique>

Office National des Forêts Guadeloupe,

<https://lannuaire.service-public.fr/guadeloupe/guadeloupe/3bcc60b5-00e9-43b0-bff3-a1abb2c93d4d>

Province Sud de Nouvelle-Calédonie,

<https://www.province-sud.nc/catweb/app/demarches/autorisation-de-collecte-de-ressources-naturelles>

Province Nord de Nouvelle-Calédonie,

<https://www.province-nord.nc/demarches/autorisation-travaux-collecte-concernant-les-especes-sauvages>

Pour toutes ces démarches, il est fortement conseillé de s'associer avec des scientifiques présents sur place.

3.3. Séchage des spécimens

Sur le terrain, chaque spécimen récolté a été mis dans un sachet type alimentaire (kraft) où toutes les informations relatives à la station ont été notées au stylo indélébile.

Pour les spécimens les plus fragiles ou pour les saxicoles (les pierres déchirant l'enveloppe) des boîtes en plastique, préremplies avec des billes de silicagel ont été utilisées. Tous les soirs, une étape de tri des spécimens récoltés durant la journée a été effectuée (Fig 8).

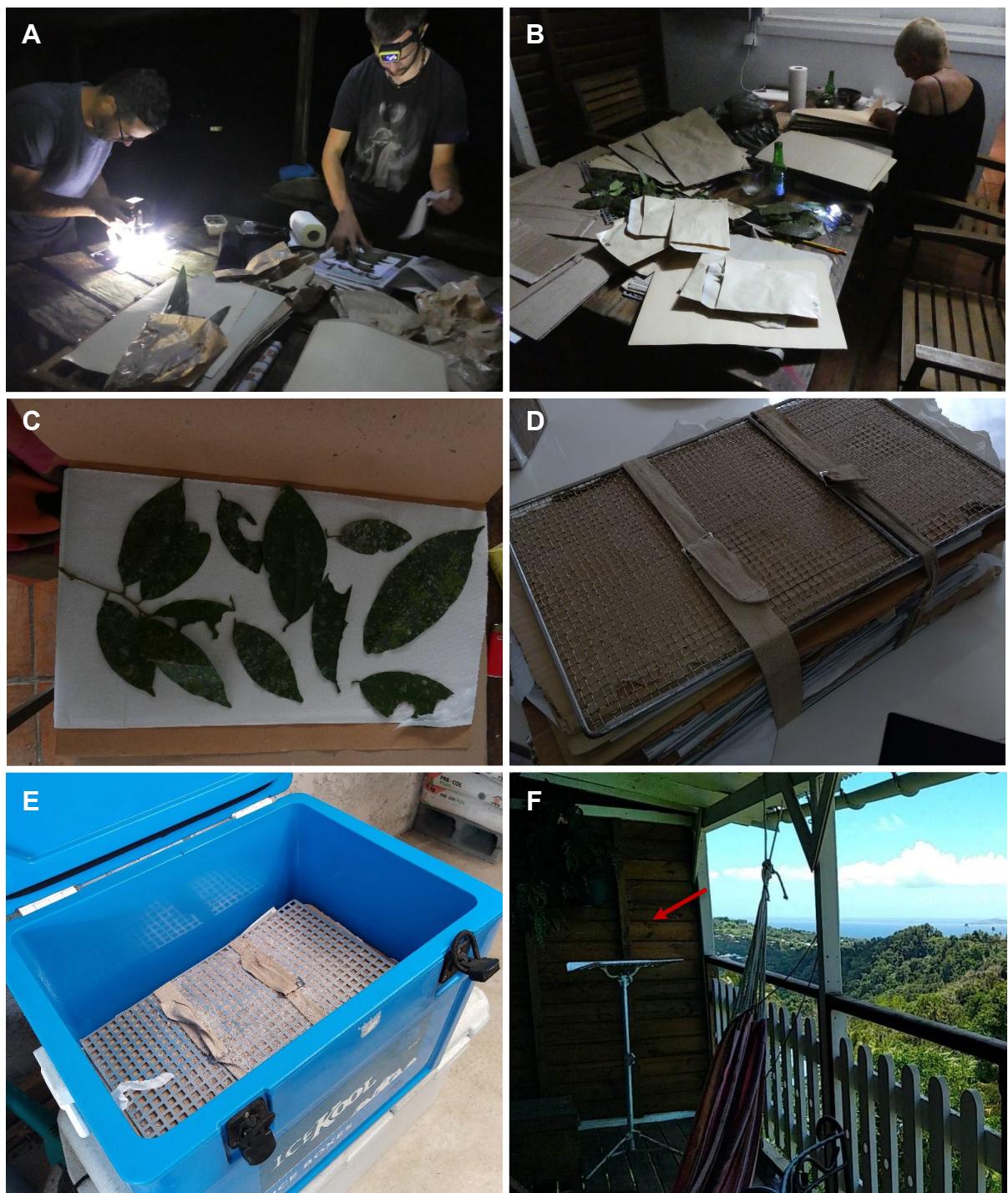


Fig. 8. Méthodologie de séchage des lichens folioïques. **A-B.** Tri des lichens folioïques après le terrain, la nuit. **A.** Damien Brouste photographie les lichens folioïques pendant qu'Antoine Lespagnol procède à l'installation des feuilles dans la presse botanique, campement de chasseur de l'Aoupinié, Nouvelle-Calédonie. **B.** Sylvaine est en train de placer les feuilles récoltées la journée dans les dossiers, chez l'habitant à Gourbeyre, Guadeloupe. **C-D.** Stockage des spécimens dans la presse botanique. **C.** Vue de l'intérieur d'un dossier. **D.** Vue de la presse botanique contenant les dossiers. **D-E.** Séchage des spécimens. **D.** En condition très humide, les spécimens sont stockés dans une glacière remplie de 5kg de billes de

silicagel, Nouvelle-Calédonie. **E.** Le retour quotidien chez l'habitant permet l'entreposage de la presse botanique dans un endroit sec et aéré, ici sur la terrasse chez l'habitant, Guadeloupe.

L'étape de séchage est contraignante surtout pour les lichens foliicoles. En effet, un séchage en cuve, à chaud, des feuilles n'était pas envisageable car un brusque changement de température entraîne le décollement des thalles de lichens. Le séchage doit être réalisé à température ambiante, dans une presse botanique et prend généralement une à trois semaines. Les feuilles ont été disposées dans des dossiers doublés de papier absorbant (sopalin) avant d'être placées dans la presse botanique. Si un retour en habitation est envisagé chaque soir comme c'était le cas en Guadeloupe, la presse botanique peut être entreposée sous une climatisation ou dans un endroit sec et ventilé. Une partie de la mission en Nouvelle-Calédonie nécessitait de camper en forêt durant plusieurs jours dans des conditions d'humidité extrême. Afin de limiter le risque de moisissure du matériel, les spécimens ont été stockés dans une grande glacière remplie de 5 kg de billes de silicagel. Un contrôle quotidien et minutieux du séchage est nécessaire car le risque de moisissure du matériel est très présent. Les papiers absorbants des dossiers étaient remplacés quotidiennement.

Le séchage des lichens corticoles et saxicoles n'était pas aussi contraignant. Ceux-ci étaient laissés dans leur sachet de prélèvement avec des billes de silicagel et sans surveillance particulière.

3.4. Le tri des spécimens et leur stockage à Liège

3.4.1. Attribution d'un numéro de récolte et stockage de l'ADN

De retour de mission, les spécimens ont été observés un à un avec une loupe binoculaire afin de procéder à leur étiquetage et la préparation des extractions ADN.

Pour les lichens non-foliicoles, des tubes eppendorf de 1.5 ml ont été remplis d'environ 1 cm² du spécimen concerné et conservés au congélateur en attendant le démarrage des manipulations de laboratoire.

Pour les foliicoles, le tri s'effectue en plusieurs étapes en raison de la dégradation rapide de leur ADN (dans les trois mois suivant la récolte) (Fig 9). Les feuilles ont été observées une à une avec une loupe binoculaire afin d'isoler un lot prioritaire de spécimens pour l'ADN. Les spécimens sont sélectionnés selon plusieurs critères. Les plus importants sont la taille et la qualité du spécimen. Il faut que celui-ci soit assez grand, avec de nombreuses structures reproductrices afin de devenir un spécimen de référence pour la morphologie et l'ADN de l'espèce.

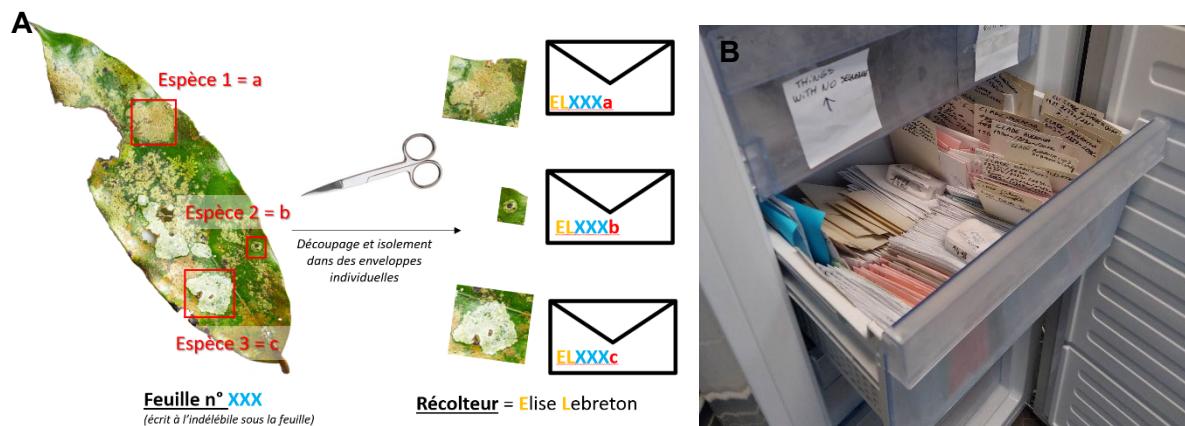


Fig. 9. A. Tri et attribution d'un code à chaque spécimen. **B.** Conservation des spécimens (et de leur ADN) dans des enveloppes au congélateur à -20°C.

Les spécimens foliicoles sont isolés dans des enveloppes individuelles. Un code leur est attribué, celui-ci est formé des deux premières lettres du nom récolteur, du numéro de la feuille, puis d'une lettre minuscule suivant l'alphabet.

Exemple : EL1760a correspond à un spécimen (ou espèce a) collecté sur la feuille n°1760 par Elise Lebreton. EL1760b correspond à un second spécimen (espèce b) qui colonise la même feuille que EL1760a. Dans CardObs ce code a été retrancrit dans le champ «SOURCE_COLLECTION» et «REMARQUES». Les enveloppes sont ensuite mises au congélateur à -20°C degrés en attendant d'être réexaminées au laboratoire.

3.4.2. Stockage en herbier et encodage des spécimens

Une fois que la procédure de conservation de l'ADN au congélateur a été effectuée – en tubes eppendorf pour les non-foliicoles, en enveloppe pour les foliicoles –

l'encodage des spécimens dans les plateformes herbier et CardObs peut être effectuée.

Pour illustrer la démarche, voici un exemple avec EL2127 correspondant à un spécimen de *Dictyonema* corticole de Nouvelle-Calédonie (Fig 10).

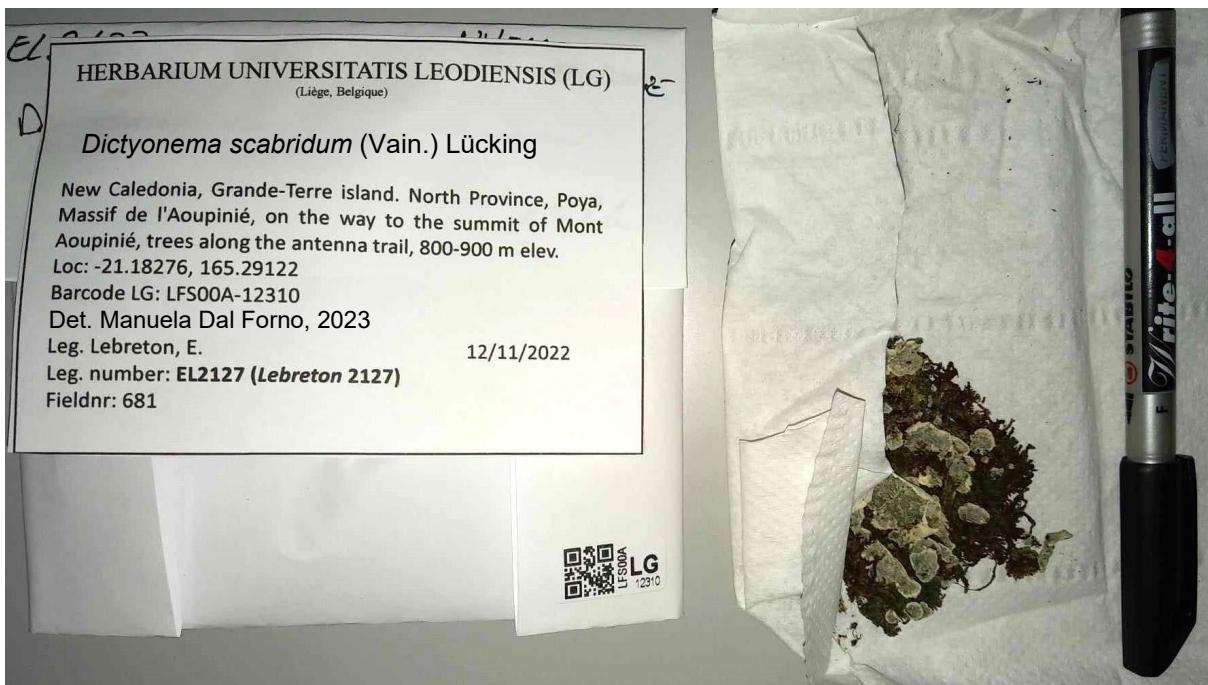


Fig. 10. Photographie du spécimen EL2127 et de l'enveloppe dans laquelle il est conservé à Liège.

Un code barre de l'herbier LG est collé en bas à droite de l'enveloppe. Le QR code renvoie à la base de données de l'herbier de Liège où le numéro de récolte (leg. number) et le code barre herbier renvoient à une donnée de localité et une identification taxonomique. Le lien entre cette base de données et CardObs est effectuée via ces deux informations (numéro de récolte + code barre herbier). Dans CardObs, le numéro de récolte figure dans la colonne « SOURCE_COLLECTION » et le code barre herbier dans la colonne « SOURCE_UNIT ». Un double du spécimen est obligatoirement effectué pour l'herbier PC, NOU ou GUAD dans le cas d'une espèce nouvelle pour la science (holotype déposé à PC, isotypes à NOU ou GUAD et LG). Pour les autres spécimens c'est au cas par cas, car il est nécessaire d'avoir un spécimen suffisamment abondant pour être partagé et un renforcement du personnel pour assurer cette importante charge de travail.

4. Identification taxonomique des lichens

4.1. Résumé des méthodes utilisées

Dans le cadre du projet, 5 paramètres ont été mesurés afin d'obtenir le maximum de précision dans le processus d'identification des lichens collectés (Fig 11) (pour plus de détails sur les différentes méthodes utilisées voir Lebreton 2023a).

La description d'une espèce nouvelle de lichen passe obligatoirement par l'obtention des données sur 3 paramètres : Macroscopie, Microscopie et Chimie (la chimie peut être évitée pour des cas très particuliers). Il est à noter que les données moléculaires sont de plus en plus plébiscitées par les revues scientifiques.

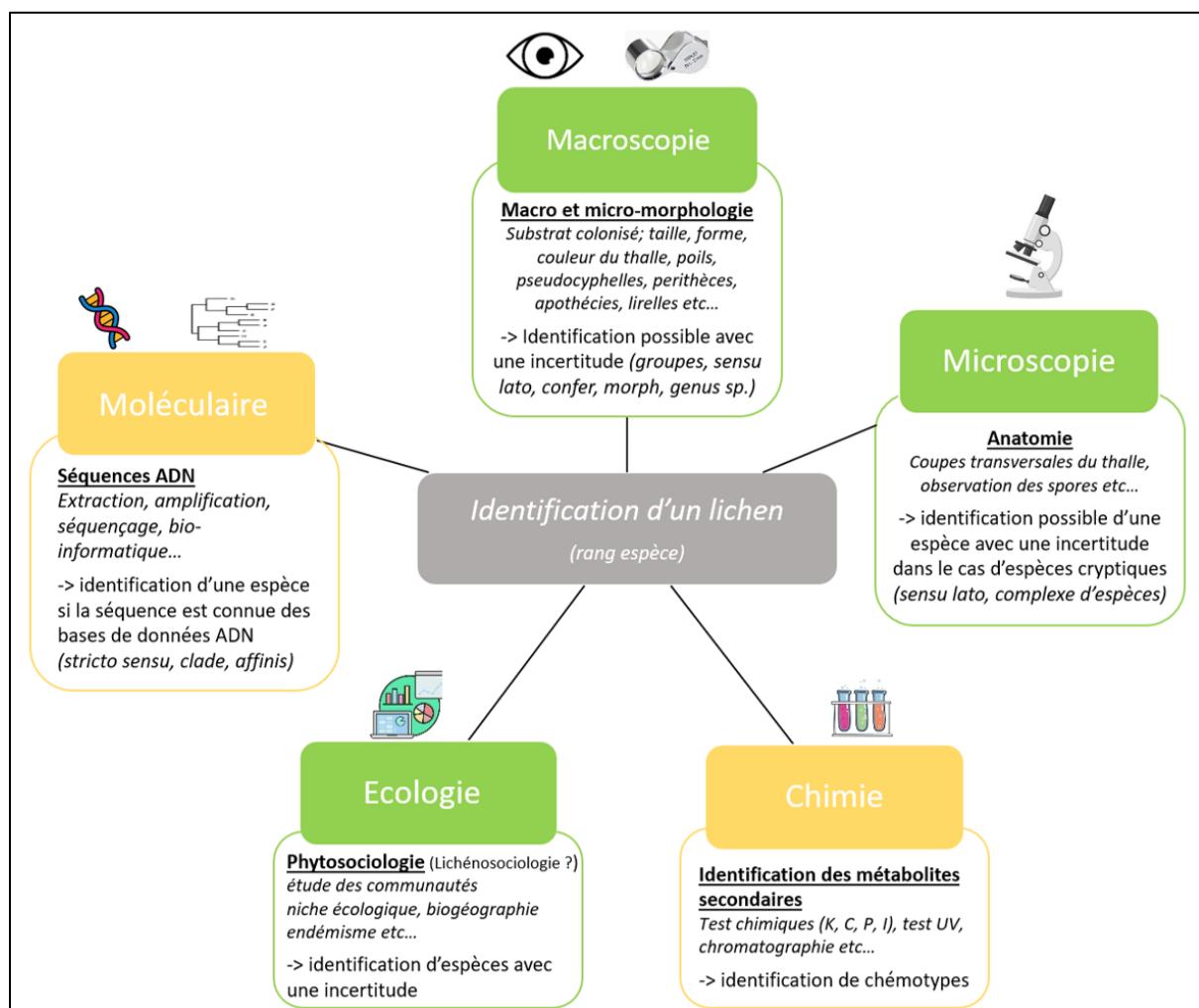


Fig. 11. Schéma des différents paramètres à prendre en compte pour identifier une espèce de lichen avec un maximum de précision. En vert : paramètres facilement accessibles. En jaune : paramètres peu accessibles car nécessitant l'accès à un laboratoire.

Plusieurs expressions placées entre le nom de genre et de l'espèce ont été utilisées dans le présent rapport. La signification de ces expressions, parfois latines, pouvant varier selon les auteurs, nous clarifions dans l'annexe 1 l'usage qu'il en a été fait dans la présente étude. Elles se rapportent à la précision de l'identification fournie pour chaque spécimen.

4.2. Ressources bibliographiques et collaborations

4.2.1. Compilation des données existantes

Une checklist des lichens présents en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe a été réalisée sur la base de précédents travaux de compilation de bibliographie.

Pour la Nouvelle-Calédonie : Lücking & Kalb (2001), McCarthy, P.M. (2023)

Pour la Guadeloupe : Bricaud (2007, 2009), Øvstedral (2009), Lücking (2008).

4.2.2. Clés de détermination utilisées

La détermination des lichens foliicoles a été effectuée principalement à partir des clés de détermination de Santesson (1952) et Lücking (2008). Pour les lichens corticoles et saxicoles de Guadeloupe et Nouvelle-Calédonie, il n'existe actuellement pas d'ouvrage exhaustif portant sur l'identification des lichens dans ces territoires. C'est pourquoi une partie du travail consistait à rechercher des clefs de détermination de lichens susceptibles d'être applicables à la Guadeloupe et la Nouvelle-Calédonie. Par exemple des publications portant sur les lichens d'Amérique du Sud, Australie ou Nouvelle-Zélande...

Les nombreuses ressources bibliographiques utilisées pour identifier les spécimens ont été compilées dans une base de données et indiquées sur les déterminavit, qui ont été imprimés et glissés dans chaque enveloppe (Fig 12).

342.
Cryptothecia cf. chameleensis Herrera-Camp., Bautista & Lücking, (Lebreton 283b)

Trentepohlioid, on bark. Thallus greenish-white, crustose, smooth, continuous. Ascigerous areas white, conspicuous, irregular. Paraphyses branched, clear. Ascus 80,88x41,40 um. 8 spore per ascus. Ascospore hyaline, oblong, submuriform; 27,19x11,39 um 4-7 longitudinal transverse x 0-2 vertical; TLC not necessary in the key and specimen too small for that. Determined with Herrera-Campos et al. 2019. Cf because in this specimen, the spores are a little larger and there are only 0-2 vertical transversals (instead of 0-3); and the ascigerous zone is less prominent.

Det. E. Lebreton & L. Borgato (Belgium 12/2021)

343.

Pyrenula cerina Eschw. (Lebreton 357)

Trentepohlioid, on bark. Thallus orange, with yellow pseudocyphellae, crustose, smooth, continuous. Perithecia black, rounded, with apical ostiole, isolated, immersed to slightly erumpent. Excipulum carbonized. Paraphyses simple, hymenium clear. 8 spore per ascus; brown when mature, ellipsoid, distoseptate; 20,82x9,33 um, 3 septate. Determined with Aptroot, (2012).

Det. L. Borgato & E. Lebreton (Belgium, 12/2021)

Fig. 12. Deux exemples de determinavits créées dans le cadre du projet sur les lichens de Guadeloupe.

Certains groupes taxonomiques réputés “difficiles” ont nécessité l'aide de collègues et d'experts comme le Dr. André Aptroot (lichénologue indépendant, Pays-bas) que nous avons accueilli à Liège en Octobre 2022. Nous avons organisé des journées de travail hebdomadaires pendant environ trois mois avec le collègue doctorant et lichénologue Luca Borgato (Université de Ghent) pour travailler spécifiquement sur les spécimens de Guadeloupe.

Les lichens de la famille des Gomphillaceae et les foliicoles ont été expertisés en Janvier 2023 dans le cadre de la visite du Prof Robert Lücking (Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin) à Liège (<https://bec-lab.github.io/blog>). Ce travail préliminaire a été complété par des collaborations avec le Prof Damien Ertz organisées en Mars 2023, puis en Août 2023 au Jardin Botanique de Meise (Bruxelles). Enfin, la visite de Dr. Antoine Simon (NHM Oslo) en Septembre 2023 a permis de revoir l'identification de quelques macrolichens de Nouvelle-Calédonie dans le cadre d'une collaboration autour du projet FRAME - Fungal Research in the Age of Museomic Exploration: revisiting historical lichen collections (pour plus d'infos sur cette collaboration voir Lebreton et al., 2023a)

Pour permettre l'identification de genres peu étudiés, des échanges ont eu lieu avec des experts qui ont pu fournir une aide à l'identification de quelques spécimens. C'est le cas des Drs. Joel Mercado-Diaz pour les lichens du genre *Sticta* (lichénologue indépendant, Puerto Rico) et Manuela Dal Forno (BRIT, Texas) pour les lichens du genre *Cora* et *Dictyonema*. Un colis de spécimens sera prochainement envoyé aux

Etats Unis dans le cadre notamment de la description d'une espèce nouvelle pour la science.

4.3. Résumé des analyses effectuées sur les foliicoles

4.3.1. Protocole de laboratoire

L'obtention de séquences ADN sur les lichens corticoles et saxicoles a été effectuée en partant du protocole d'extraction de Cubero (1999). Les étapes de laboratoire et bio-informatiques sont illustrées dans Lebreton (2023a) avec l'exemple d'une phylogénie des espèces du genre *Sticta* en Guadeloupe.

L'obtention de séquences ADN sur les lichens foliicoles diffère en raison de leur taille très réduite (les foliicoles mesurant de 2 mm à 1 cm) et de la dégradation rapide de leur ADN. La méthode de directe PCR a été privilégiée pour ces raisons (Fig 13). Cette méthode nécessite l'emploi de kits d'extraction et d'amplification onéreux mais présentant l'avantage de pouvoir obtenir une séquence ADN à partir de 0,5 mm de spécimen (contre 1 cm² pour la méthode classique). Deux kits ont été utilisés : le kit Sigma-Aldrich REDExtract-N-Amp Plant PCR et le kit Thermo Scientific™ Phire™ Plant Direct PCR, en suivant la procédure détaillée dans le manuel accompagnant les kits. Deux locus ADN ont été ciblés, le mtSSU et nuLSU avec le même programme PCR et de séquençage que décrit dans Xavier-Leite *et al.* (2022). Les produits PCR ont été visualisés par électrophorèse sur un gel d'agarose à 2%, purifiés avec ExoSAP-IT™ (protocole IT PCR Clean-up) et séquencés par la société Macrogen® (Maastricht, Pays-Bas).

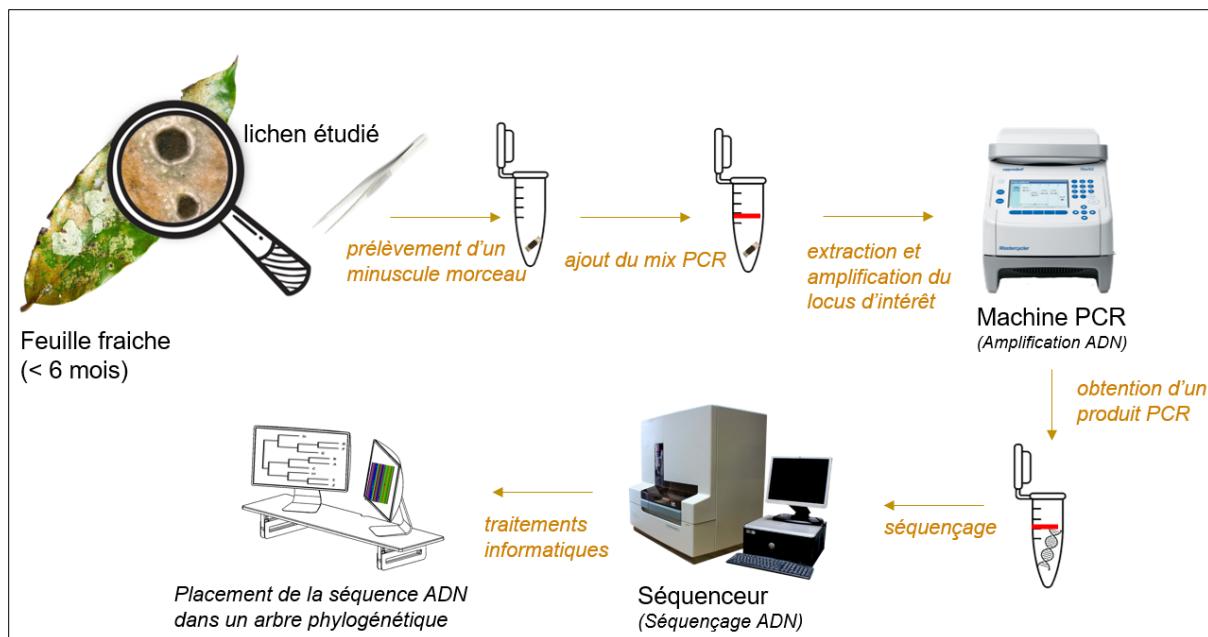


Fig 13. Résumé du protocole de directe PCR utilisé pour les lichens foliicoles

4.3.2. Analyses bio-informatiques

Les analyses bio-informatiques qui ont été utilisées et faisant suite au séquençage sont communes à tous types de lichens. Les séquences brutes nous ont été envoyées par Macrogen® afin que nous puissions les éditer. Les séquences ont été assemblées avec le programme Geneious Prime version 2022.2.2 (Biomatters, Auckland, Nouvelle-Zélande) puis ont ensuite été soumises à une recherche blast dans GenBank à l'adresse <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> afin d'écarter toute contamination potentielle.

Après confirmation des séquences nouvellement générées comme membres de la famille étudiée (correspondance entre le phénotype et le résultat du blast), un ensemble de données de séquences a été rassemblé et extrait de GenBank. L'objectif était de placer les taxons nouvellement séquencés dans une phylogénie plus large de la famille étudiée. Des accessions de lichens appartenant à une autre famille ont été sélectionnées à partir de la bibliographie afin de constituer un outgroup. Toutes les séquences du jeu de données ont été alignées avec le programme MAFFT version 7 en ligne (Katoh *et al.*, 2019) et l'alignement a été vérifié manuellement avec le programme Mesquite version 2023.3.81 (Maddison & Maddison, 2023). Les régions ambiguës peuvent être délimitées à l'aide de la version en ligne de Gblocks version 0.91b (Castresana 2000) à l'adresse <http://phylogeny.lirmm.fr/>, ce qui permet de tenir

compte des positions manquantes dans les blocs finaux. La délimitation des régions ambiguës a été soigneusement vérifiée manuellement.

L'arbre phylogénétique a été produit avec différentes méthodes (ex. bayésienne ou maximum de vraisemblance), avec différents modèles (ex. GTRCAT) et paramètres.

Une fois testés, tous ces détails ont été implémentés sur le portail en ligne du CIPRES (Miller *et al.*, 2010), permettant la création d'un fichier .tree, visualisables avec le programme FigTree (Rambaut, 2018) (Fig 14).

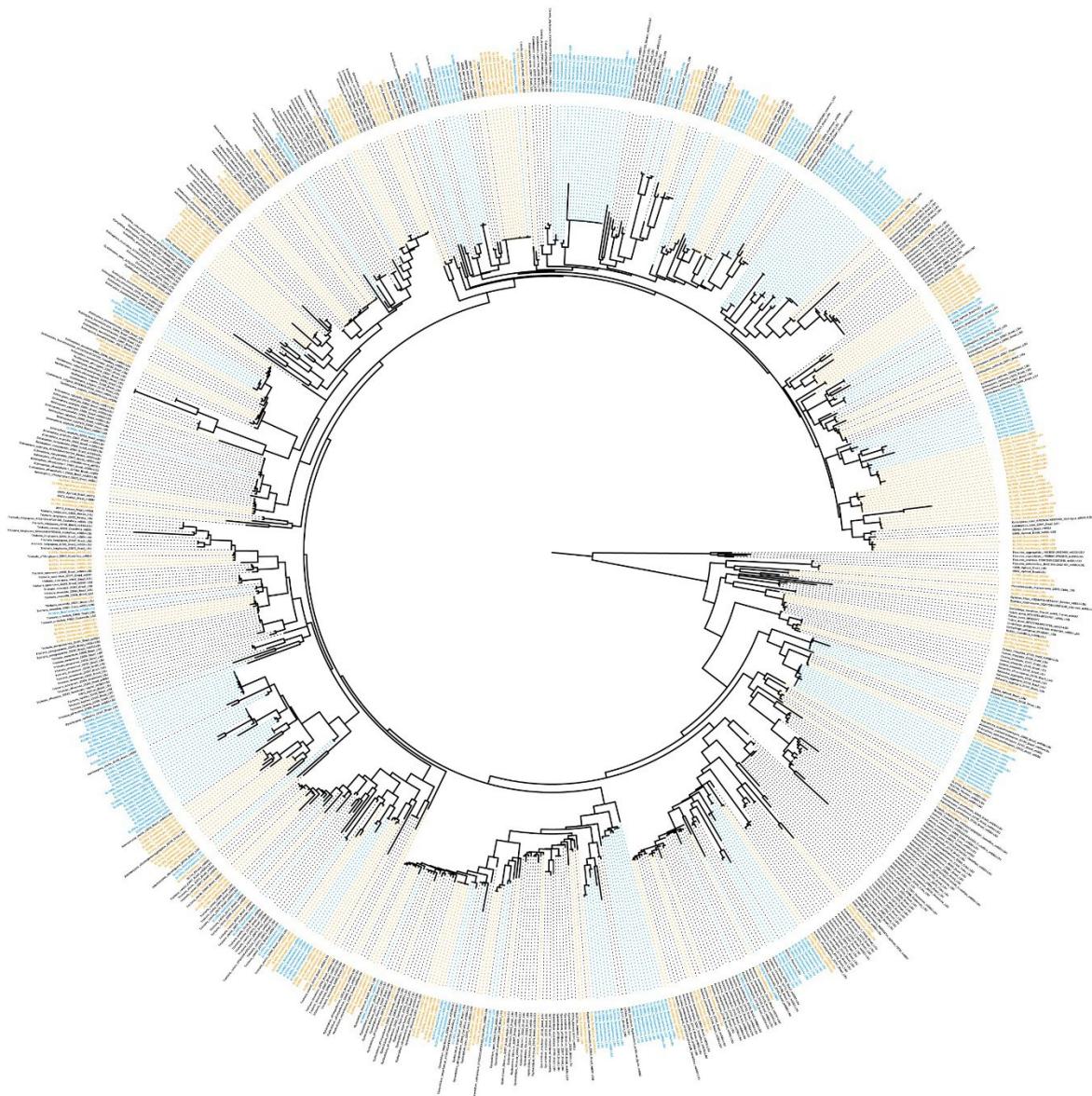


Fig. 14. Arbre phylogénétique arrondi de la famille des Gomphillaceae (773 accessions, 427 produites dans le cadre du projet de doctorat). En bleu, figurent les séquences provenant des spécimens récoltés en Nouvelle-Calédonie et en orange les séquences provenant des spécimens récoltés en Guadeloupe. En noir, figurent les séquences téléchargées de la base de données GenBank.

Les résultats issus du séquençage ADN seront publiés sous forme d'articles scientifiques dans le cadre de la thèse de doctorat qui sera défendue en 2025.

5. Résultats préliminaires des inventaires

5.1. Données taxonomiques

5.1.2. Résumé

Au total, 708 spécimens ont été récoltés durant la mission en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe (Tableau 3). La mission en Nouvelle-Calédonie était plus longue de 5 jours en comparaison avec la Guadeloupe, ce qui nous a permis de récolter davantage de spécimens (en particulier les lichens corticoles). Les heures passées à récolter des lichens en Nouvelle-Calédonie étaient plus nombreuses puisque nous avons dormi sur site durant la moitié du séjour.

L'effort d'échantillonnage était concentré sur les lichens foliicoles afin de répondre aux objectifs de la thèse. Ce type écologique de lichens concernait la moitié de nos récoltes dans les deux territoires. Néanmoins, le nombre de spécimens foliicoles est en réalité complètement sous-estimé. En effet, une seule feuille d'arbre peut être colonisée par des dizaines de taxons. Dans le cadre du dépouillement des feuilles récoltées, seuls les lichens de la famille des Gomphillaceae ont été isolés et séquencés. Il reste donc des centaines de milliers de spécimens à extraire de ces récoltes qui sont conservées dans des cartons à l'Institut de Botanique de l'Université de Liège. Pour ce qui concerne les autres types écologiques tels que les corticoles et saxicoles, ceux-ci ont tous été enregistrés dans CardObs et encodés dans la plateforme de l'herbier de Liège.

Tableau 3. Résumé des données taxonomiques pour les deux territoires.

	Nouvelle-Calédonie	Guadeloupe
Nombre de localités	25	28
Nombre de stations CardObs (<i>nombre de points GPS</i>)	137	75
Nombre de spécimens récoltés	431	277
Proportion des spécimens selon le support colonisé	53% foliicoles 37% corticoles 7% saxicoles 4% autres	51% foliicoles 26% corticoles 18% saxicoles 6% autres
Nombre d'espèces (familles, genres)	~ 200 (29, 48)	~150 (22, 63)
Nouveautés départementales (<i>dont espèces nouvelles pour la science</i>)	49 (31)	37 (19)

* *foliicoles* = sur feuille d'arbre vivante, **corticole* = sur écorce d'arbre, * *saxicole* = sur roche, * *autres* = sol, bryophytes etc...

Parmi les 350 à 400 taxons dénombrés ci-dessus, 49 sont nouveaux pour la Nouvelle-Calédonie et 37 sont nouveaux pour la Guadeloupe. Le nombre d'espèces identifiées comme nouvelles pour la science est au nombre de 50 espèces et concerne en grande partie des espèces de la famille des Gomphillaceae. Le chiffre de 19 espèces nouvelles pour la Guadeloupe est impressionnant compte tenu de la bibliographie existante sur les lichens des néotropiques, en particulier pour les Gomphillaceae. En effet, cette famille a été largement étudiée en Amérique du Sud, une thèse de doctorat leur étant dédiée (Xavier-Leite et al., 2018). En Guadeloupe, les Gomphillaceae ont été étudiés, avec la description de 4 espèces nouvelles et l'établissement d'une checklist (Sérusiaux, 1998). Nous partions avec l'apriori selon lequel le nombre de nouveautés serait limité et que les taxons seraient communs à ce qu'on peut trouver en Amérique du Sud. Ces chiffres viennent renforcer l'idée d'une biodiversité lichénique unique aux Caraïbes.

La liste des espèces déterminées et leur lieu de récolte associé est disponible sur la plateforme CardObs. Une extraction sous format Excel est jointe à ce présent rapport.

5.1.3. Niveau d'identification des spécimens

Parmi les centaines de relevés dépouillés, la moitié des spécimens récoltés en Nouvelle-Calédonie a pu être identifiée au rang d'espèce tandis que 80% d'entre eux ont été identifiés en Guadeloupe (Fig 15). Cette différence peut s'expliquer par la difficulté de trouver des clefs de détermination pour les lichens paléotropicaux comparativement aux lichens néotropicaux, mieux étudiés. Une autre piste pourrait également être l'existence de collaborations entre différents projets pour la Nouvelle-Calédonie, à contrario de la Guadeloupe. En effet, un effort d'échantillonnage a été fait en Nouvelle-Calédonie pour d'autres projets comme le projet FRAME porté par Antoine Simon et qui concerne les Lobariaceae, Coccocarpiaceae et Pannariaceae. On peut également citer le projet en cours sur la phylogénie des *Dictyonema*, porté par Dr. Manuela Dal Forno. Une partie des spécimens est donc actuellement en cours d'identification par des experts de ces genres/familles.

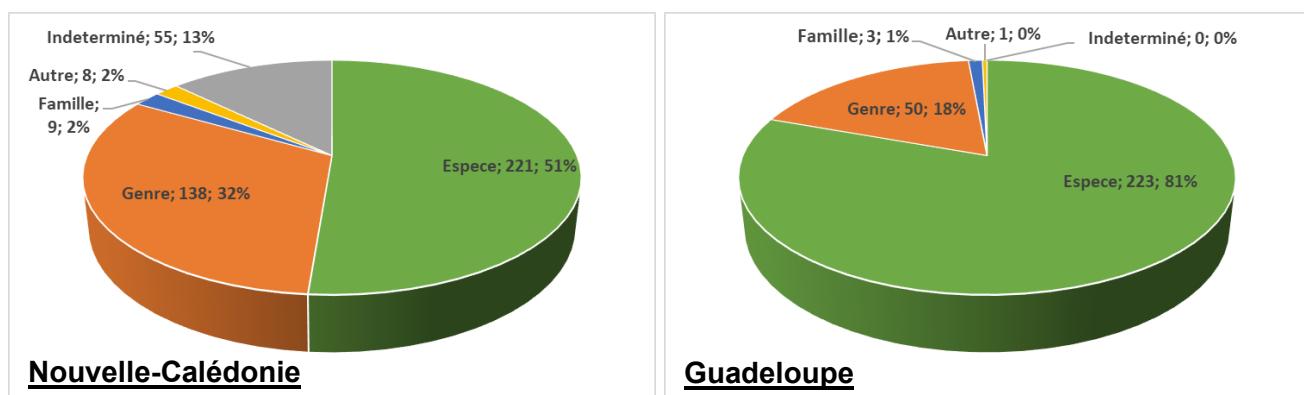


Fig. 15. Proportion des spécimens identifiés de la famille, du genre et de l'espèce ainsi que du nombre de spécimens restants à identifier.

Au total, 444 spécimens ont été identifiés au rang d'espèce, 188 au niveau générique, 12 au niveau de la famille, 9 dans la catégorie « autre » (cela peut être par exemple, un ordre comme « Pyrenulales »).

Des spécimens restent indéterminés, c'est le cas de 55 d'entre eux, uniquement en Nouvelle-Calédonie, et ce pour diverses raisons. Soit en raison de leur caractère « indéterminable » (absence d'apothécies...), soit en lien avec des difficultés inhérentes à l'identification des lichens : taxons méconnus, difficulté à trouver la bibliographie ...

Parmi les spécimens déterminés au rang d'espèce et du genre, la répartition par famille est assez claire puisque ce sont essentiellement des lichens de la famille des Gomphillaceae qui ont été récoltés et identifiés (Tableau 4). Cela s'explique par l'existence du projet de thèse en cours et portant spécifiquement sur la production d'une phylogénie de cette famille (révision de la famille Gomphillaceae). Ces Gomphillaceae ont donc été identifiés en priorité via, notamment, des données moléculaires (Fig 14).

D'autres familles ont été ciblées comme les Graphidaceae car c'est une famille de lichens connue pour avoir un taux d'endémisme très élevé sous les tropiques induisant un potentiel de découvertes élevé. De nouvelles séquences ADN de cette famille sont régulièrement publiées sur GenBank, annonçant de futures études et venant s'ajouter aux nombreux travaux déjà réalisés. Cela offre une perspective prometteuse pour l'identification future de ces spécimens.

Il est à remarquer, dans le cas où l'on récolte des lichens d'une famille ou d'un genre nécessitant une révision, tels que les lichens du genre *Arthonia* dans les néotropiques, qu'une identification avec certitude des spécimens récoltés est presque impossible en l'état actuel de nos connaissances. Ceux-ci peuvent rester sans identification en herbier pendant des années. Dans le cadre de la partie « inventaire » en Nouvelle-Calédonie, les lichens faisant partie de ces « casse-têtes taxonomiques » ont été volontairement exclus car l'objectif était de pouvoir identifier un maximum de spécimens récoltés en 2022-2023. Les révisions ne peuvent être effectuées qu'en échantillonnant un grand nombre de spécimens appartenant au genre/famille concernée, comme pour les Gomphillaceae dont la révision nécessite un travail sur plusieurs années (thèse).

Tableau 4. Nombre de spécimens et d'espèces par famille, collections 2022

Famille	Nouvelle-Calédonie		Guadeloupe	
	nb spécimens	nb espèces	nb spécimens	nb espèces
Acarosporaceae	0	0	1	1
Arthoniaceae	2	2	3	3
Baeomycetaceae	0	0	2	1
Cladoniaceae	3	3	0	0
Coccocarpiaceae	7	1-8	2	1-2
Coenogoniaceae	3	1-3	0	0
Collemataceae	1	1	7	2-7
Dictyonema et Cora	8	3	2	2
Gomphillaceae	213	89	196	87
Graphidaceae	30	29	21	19
Gyalectaceae	1	1	0	0
Haematommataceae	1	1	0	0
Icmadophilaceae	1	1	0	0
Lecanoraceae	0	0	1	1
Letrouitiaceae	13	1-13	0	0
Lobariaceae	24	1-24	8	3-8
Malmideaceae	1	1	0	0
Megalosporaceae	3	1	0	0
Monoblastiaceae	0	0	3	3
Pannariaceae	8	1-8	1	1
Parmeliaceae	0	0	3	1-3
Peltigeraceae	8	4	0	0
Physciaceae	2	2	2	2
Pilocarpaceae	3	3	5	3
Porinaceae	11	3	3	3
Pyrenulaceae	1	1	0	0
Ramalinaceae	4	2	3	2
Roccellaceae	4	4	5	4
Sphaerophoraceae	2	2	0	0
Stereocaulaceae	2	2	0	0
Strigulaceae	1	1	0	0
Teloschistaceae	0	0	3	2
Thelenellaceae	0	0	1	1
Thelocarpaceae	0	0	2	1
Trapeliaceae	5	1	0	0
Tremellaceae	1	1	0	0
Trypetheliaceae	5	3-5	0	0
Verrucariaceae	0	0	1	1
Total	357	166 - 219	275	144 - 157

5.1.4. Du point de vue du référentiel taxonomique TAXREF

Tous les genres ont été reconnus par TAXREF et certains constituent de nouvelles occurrences pour le département de la Guadeloupe avec le genre *Allographa*, *Chapsa*, *Linhartia*, *Pseudochapsa* et *Stegobolus*.

Cent quinze taxons ne possèdent pas de CD_NOM sur TAXREF car ils constituent pour la plupart des espèces nouvelles et des nouveautés départementales. Des exceptions sont néanmoins à noter pour 14 d'entre eux comme *Gallaicolichen pacificus* qui a déjà été signalé en Nouvelle Calédonie par Sérusiaux & Lücking (2007). Pour la Guadeloupe, les cas concernés sont *Aderkomyces couepiae* Bat., 1961, *Diorygma antillarum* (Vain.) Nelsen, Lücking & Rivas Plata, 2012, *Echinoplaca campanulata* Kalb & Vezda, 2000, *Gomphillus hyalinus* (Pat.) Lücking, Kalb & Vezda, 2007 (nom de référence de *Gomphillus ophiosporus* CD_NOM = 1021981), *Gyalideopsis cochlearifera* Lücking & Sérus., 1998, *Lecanora legalloana* Elix & Øvstedal, 2007, *Pertusaria flavens* Nyl., 1869, *Rubrotricha subhelminthospora* Lücking, 2005 (nom de référence de *Tricharia subhelminthospora*, CD_NOM = 807994) et *Phyllobaeis imbricata* (Hook.) Kalb & Gierl, 1993.

5.2. Commentaires sur l'écologie

De par leur développement sur les feuilles persistantes, les peuplements folioïques constituent l'un des groupes écologiques les plus atypiques parmi les lichens. Leurs faibles dimensions font qu'ils passent très facilement inaperçus. Ils montrent des capacités de dispersion considérables, associées à une dynamique très rapide puisque leur cycle de vie dépend de celui de la feuille qu'ils colonisent (Lücking 2008). Ces qualités leur permettent de coloniser des substrats à faible durée de vie, comme les feuilles, arbustes, lianes et frondes de fougères. Les analyses ADN, effectuées dans le cadre du projet de doctorat, ont révélé, qu'en Guadeloupe, les cortèges d'espèces colonisant les roches de rivières sont les mêmes que ceux retrouvés sur feuilles d'arbres (Lebreton 2023b). Les roches étant soumises dans ces milieux à des crues soudaines, ils constituent pour les lichens des substrats éphémères au même titre que les feuilles d'arbre.

Les lichens foliicoles constituent le type écologique de lichens tropicaux dont la distribution et l'écologie sont les mieux connues, notamment dans les néotropiques grâce au travail de Lücking (2008). En Guadeloupe, Bricaud (2009) a décrit les groupements d'espèces foliicoles présents dans les séries xérophiles, mésophiles et hygrophiles. Nous avons constaté l'absence de lichens foliicoles dans des localités où nous pensions les trouver en abondance. C'est le cas dans la zone de Capesterre (Grand Etang, Seconde chute du Carbet, Troisième chute du Carbet et Cascades de la rivière Carmichael), les stations de Saint-Claude (Bains Jaunes, Sentier du Matouba) et le secteur situé le long de la route de la Traversée (à Morne Louis). Toutes ces localités comportent une végétation et une humidité ambiante suffisante pour le développement de lichens foliicoles, pourtant elles se sont avérées pauvres en espèce, voire orphelines en 2022. Ces lichens semblent répondre à toute une gamme de conditions biotiques et abiotiques qu'il est difficile d'appréhender sur le terrain sans matériel de mesure.

En Nouvelle-Calédonie, la colonisation des feuilles par les lichens est optimale dans les forêts humides de moyenne et haute altitude (400 – 800 m alt). On peut néanmoins les observer, même à très basse altitude où des espèces tout à fait originales peuvent se développer près des rivières ou creeks, comme *Enterographa ducouretiana* collectée dans la forêt entourant le Col de Mouirange (cf. Tableau 1, code carte 2). Sur le terrain, nous avons pu constater que certaines essences d'arbre sont plus abondamment colonisées que d'autres. C'est le cas, par exemple, du célèbre *Amborella trichopoda* dont les lichens semblent particulièrement apprécier le rôle de support joué par les feuilles. Cette observation du nombre important d'épiphylles sur *Amborella* avait été mentionnée par Rice *et al.* (2013). L'étude réalisée sur les cortèges foliicoles de très basse altitude (0 – 50 m) en Guadeloupe suggère statistiquement un effet essence d'arbre au niveau de la composition en espèces qui n'est pas constaté en termes de nombre d'espèces (Lebreton *et al.*, 2019).

Toutes ces observations terrain effectuées en 2022 devraient être étayées par des analyses statistiques qui ne pourront être réalisées qu'une fois la collection entièrement identifiée. Dans le cadre des travaux réalisés en 2022, ce ne sont que les lichens de la famille des Gomphillaceae qui ont fait l'objet d'une étude approfondie, soit 171 espèces.

5.3. Données restantes à traiter

Hormis les milliers de spécimens foliicoles qu'il faut encore isoler de leurs feuilles, tous les spécimens collectés sur écorce d'arbre, roche, sol de Nouvelle-Calédonie et de Guadeloupe, récoltés en 2022, ont été saisis dans CardObs pour un total cumulé de 708 saisies. L'encodage des spécimens récoltés dans le cadre de missions antérieures en Guadeloupe (missions 2017, 2019, 2020 et 2023) est en cours sous CardObs. Actuellement, 886 saisies ont été effectuées. Chaque saisie se rapporte à un spécimen récolté et conservé dans une enveloppe avec l'attribution d'un code barre herbier LG.

Dans le cadre de l'actualisation de la checklist en Guadeloupe, l'objectif à moyen terme est également d'encoder des occurrences d'herbier datant de 1995 (mission d'Emmanuel Sérusiaux à la Guadeloupe, matériel non identifié) et 2010 (mission de Damien Ertz à la Guadeloupe, matériel non identifié). Et enfin, d'encoder les données issues de la bibliographie comme Øvstedal (2009), Bricaud (2007, 2009).

6. Valorisation des résultats en 2023

6.1. Publications scientifiques

Dans le cadre des missions 2022 à la Guadeloupe et en Nouvelle-Calédonie, une publication a déjà vu le jour pour décrire une des nombreuses espèces nouvelles identifiées (Lebreton *et al.*, 2023b) (Fig 16). Une seconde espèce nouvelle pour la Guadeloupe fera l'objet d'une publication en février 2024 dans la revue Cryptogamie-Mycologie (Ertz & Lebreton, 2024 - article accepté par la revue en Novembre 2023).



Phytotaxa 609 (3): 247–252
<https://www.mapress.com/pt/>
Copyright © 2023 Magnolia Press

Article

ISSN 1179-3155 (print edition)
PHYTOTAXA 
ISSN 1179-3163 (online edition)

<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.609.3.8>

***Enterographa ducouretiana* sp. nov. (lichenized Ascomycota, Roccellaceae), a new foliicolous species from New Caledonia**

ELISE LEBRETON^{1*}, FABIAN CARRICONDE², DAMIEN BROUSTE³, ANTOINE LESPAGNOL⁴, PIERRE-LOUIS STENGER⁵, EMMANUEL SÉRUSIAUX⁶ & DAMIEN ERTZ⁷

Fig. 16. *Enterographa ducouretiana* sp.nov a vu le jour le 24 Août 2023 et inaugure la série des lichens prochainement décrits dans le cadre des missions réalisées en 2022.

Notons également la parution d'un article dans le prochain Bulletin de l'Association Française de Lichénologie qui paraîtra en Décembre 2023 (Lebreton *et al.*, 2023a) et la publication prochaine du rapport technique concernant la convention passée entre l'Université de Liège et le Parc National de la Guadeloupe (Lebreton 2023a) (Fig 17 & 18).

L'Association française de lichénologie apporte son soutien à une thèse de doctorat portant sur les lichens des collectivités et départements français d'outre-mer

Élise LEBRETON¹, Emmanuël SÉRUSIAUX² et Nicolas MAGAIN³

¹ Doctorante, Biologie, Évolution, Conservation, Centre de recherche Inbios, Université de Liège, Quartier Vallée 1, Chemin de la Vallée 4, B-4000 Liège, Belgique.

² Directeur de thèse, chargé de cours, Biologie, Evolution, Conservation, Centre de recherche Inbios, Université de Liège, Quartier Vallée 1, Chemin de la Vallée 4, B-4000 Liège, Belgique.

³ Co-directeur de thèse, professeur émérite, Biologie, Evolution, Conservation, Centre de recherche Inbios, Université de Liège, Quartier Vallée 1, Chemin de la Vallée 4, B-4000 Liège, Belgique.

Auteur pour correspondance: elise.lebreton@uliege.be

Résumé. Organismes régulièrement inventoriés en France métropolitaine, les lichens restent peu étudiés dans les territoires français d'outre-mer (absence de catalogue de référence). Cette communication relate la genèse d'une thèse sur les lichens foliicoles des régions tropicales et subtropicales et, en particulier, sur la famille des *Gomphillaceae* (*Ascomycota, Graphidales*). Notre projet de thèse, soutenu en partie par l'AFL, vise à comprendre comment leur mode de vie sur support éphémère pourrait influencer leur évolution. Cette étude met en œuvre des missions de collectes dans divers territoires d'outre-mer (Guadeloupe et Nouvelle-Calédonie) ainsi que des collaborations internationales.

Mots clés : thèse ; foliicoles ; *Gomphillaceae* ; tropiques ; taxonomie ; phylogénie.

The Association Française de Lichénologie (French Lichenology Association) supports a PhD on the lichens from french overseas collectivities and departments.

Abstract. Although frequently inventoried in mainland France, lichens remain poorly studied in french overseas territories (lack of reference catalog). This paper describes a PhD thesis on foliicolous lichens in tropical and subtropical areas, with a focus on family *Gomphillaceae* (*Ascomycota, Graphidales*). Our PhD thesis project supported in part by the AFL, aims to understand how their lifestyle on ephemeral substrates might influence their evolution, in terms of diversification and substitution rates. Two field trips (to Guadeloupe and New Caledonia) were carried out while international collaborations extended the sampling to other geographical areas.

Keywords : thesis ; foliicolous ; *Gomphillaceae* ; tropics ; taxonomy ; phylogeny.

Fig. 17. Article accepté pour figurer dans le prochain bulletin de l'Association Française de Lichénologie (Lebreton et al., 2023a)

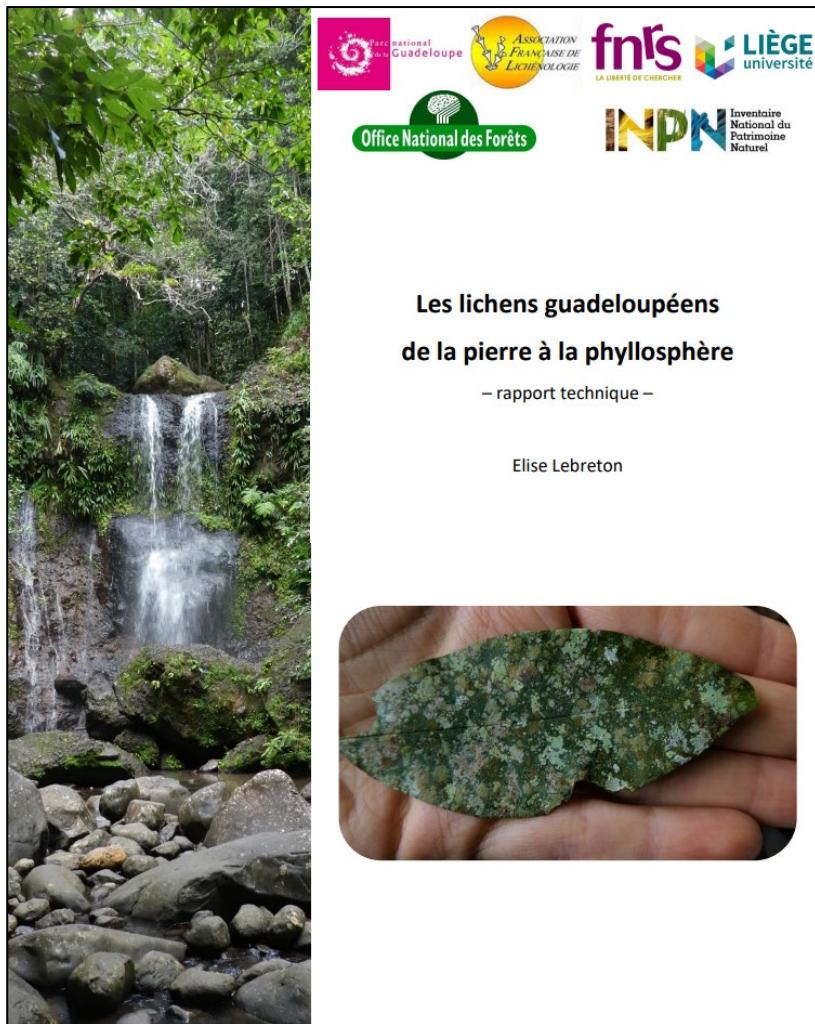


Fig. 18. Page de garde du rapport technique sur l'inventaire mené en Guadeloupe de 2017 à 2023 (Lebreton 2023a)

6.2. Conférences publiques

Une conférence sur le projet a été donnée dans le cadre de l'assemblée générale de l'Association Française de Lichénologie en Février 2023 et plus récemment une visio-conférence tout public dans le cadre d'un webinaire organisé par le Parc National de Guadeloupe (PNG) en Novembre 2023 (Fig 19) (Lebreton 2023b). Cette dernière a été enregistrée et sera visionnable sur Youtube et/ou le site internet de l'Association Française de Lichénologie. Une interview du PNG a suivi cette conférence et a été publiée ici : <https://www.guadeloupe-parcnational.fr/fr/actualites/la-tete-dans-les-lichens>

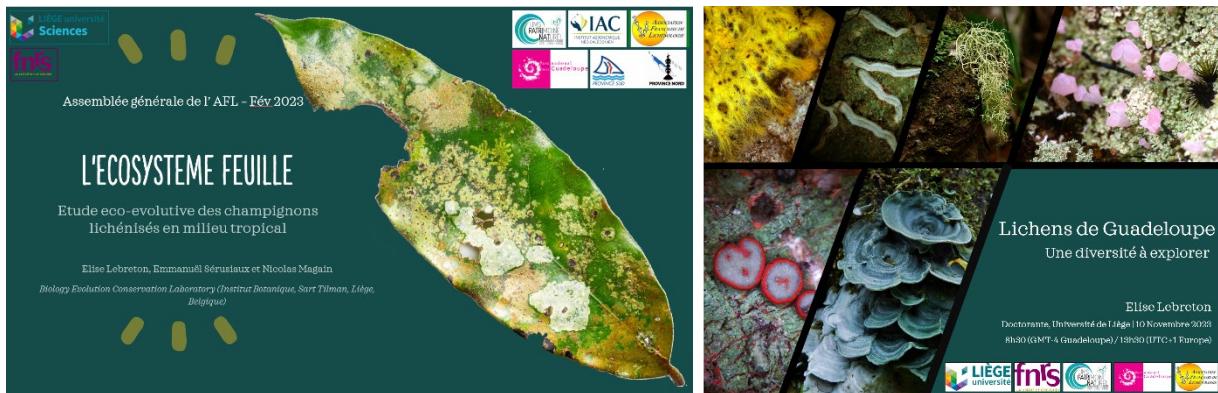


Fig. 19. Deux conférences données en 2023 sur le projet de doctorat et des inventaires réalisés en Nouvelle-Calédonie et Guadeloupe (Lebreton 2023c)



Fig. 20. Diaporama de la conférence lors de l'AMPEE6 - congrès sur l'écologie et l'évolution des plantes, qui a eu lieu au Jardin Botanique de Meise (Belgique)

7. Conclusion et perspectives

Le présent rapport offre une vue détaillée sur l'évolution des travaux au cours de l'année 2022-2023, mettant en lumière le nombre significatif de découvertes taxonomiques réalisées. Cette avancée majeure jette les bases nécessaires pour aborder des questions liées à l'écologie des lichens. Cette première phase du projet, portant plus particulièrement sur l'identification des récoltes effectuées en 2022, témoigne de l'ampleur du travail réalisé et renforce la nécessité d'approfondir nos investigations dans ces territoires.

Les prochains résultats seront consignés sur la plateforme CardObs au fur et à mesure de l'exploitation des spécimens récoltés. Cette démarche permettra à terme de faire émerger des tendances statistiques pertinentes en matière d'écologie des lichens. Il est nécessaire de poursuivre les identifications, en particulier de la collection des foliicoles non déterminés, afin d'assurer une base exhaustive à notre analyse.

L'ampleur des découvertes effectuées suscite notre motivation pour envisager une étude à plus grande échelle, sur d'autres localités, ou bien pour poursuivre l'extraction ADN du matériel déjà récolté. Toutes ces analyses moléculaires nécessitent un budget conséquent mais nécessaire à la résolution de problèmes taxonomiques (en raison du nombre élevé d'espèces cryptiques) ou dans le cadre de description d'espèces nouvelles. Ces outils ouvrent la voie à des perspectives de recherche plus vastes et enrichissantes.

Citons, par exemple, la prochaine publication d'une espèce nouvelle du genre *Mazosia* pour la science, collectée en Guadeloupe (Ertz & Lebreton, 2024). Sans le recours à des analyses moléculaires, nous aurions décrit cette espèce comme un genre nouveau car la combinaison des caractères morphologiques est tout à fait originale. Cette découverte va permettre d'élargir le concept morpho-anatomique d'un genre connu de lichens.

Les extractions ADN ont également permis de mettre en évidence une nouvelle écologie des Gomphillaceae sur les roches de rivière en Guadeloupe. En effet, dans ces conditions particulières, les lichens ne développent pas les structures sexuées nécessaires pour pouvoir être identifiés avec certitude sur base morphologique (Lebreton 2023b).

Nous avons également été en mesure d'obtenir l'ADN de *Gallaicolichen pacificus* de Nouvelle-Calédonie, dont la position dans la classification des champignons lichénisés et non lichénisés est actuellement *incertae sedis*. Le manuscrit étant tout juste soumis (pas encore accepté par la revue) nous nous gardons de dévoiler le résultat de cette découverte dans le présent rapport.

La thèse en cours, prévue pour être défendue en 2025, englobera la publication des résultats de la phylogénie des Gomphillaceae et de leurs algues associées sur plusieurs territoires français d'Outre-mer. De plus, des collaborations fructueuses sont à prévoir. À moyen et long terme, la publication d'une checklist des lichens de

Nouvelle-Calédonie avec le Dr. Antoine Simon et son équipe. À plus court terme, la publication de la checklist actualisée des lichens de Guadeloupe avec Luca Borgato et le Dr. Damien Ertz.

Enfin, notre contribution à la nouvelle phylogénie des *Cora* et *Dictyonema* avec l'équipe de Dr. Manuela Dal Forno et à la phylogénie des Arthoniales du Dr. Damien Ertz peut également être citée.

En conclusion, cette année a été marquée par des avancées significatives, jetant les bases d'une compréhension approfondie de la diversité lichénique, tout en ouvrant la voie à des projets ambitieux et collaboratifs.

8. Bilan financier

La demande budgétaire portait sur les frais de mission relatifs à l'envoi et au séjour d'une doctorante (Elise Lebreton) et d'un technicien pour le travail de terrain (Antoine Espagnol – attaché scientifique honoraire Université de Liège) en Nouvelle-Calédonie pendant 15 jours : billets d'avion AR (classe éco), frais d'hébergement et location de voiture. La demande portait également sur le financement d'analyses génétiques pour identifier les taxons "difficiles" et espèces nouvelles pour la science (extractions ADN et séquençage ITS effectués par l'Université de Liège). La moitié du subside a été investie dans un billet d'avion et l'autre moitié dans le séquençage des spécimens récoltés en Nouvelle-Calédonie (Tableau 5).

Tableau 5 : Subside INPN – Relevé des dépenses du 09/09/2022 au 05/09/2023

N° facture	Code facture	Date facture	Fournisseur	Nature de la dépense (nombre spécimens)	Montant
1	AFFR001724 8013	09/09/2022	AIRFRANCE	Billet d'avion A/R - Nouvelle-Caledonie	2 927,42 €
2	ECI00033446	27/03/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	478 €
3	ECI00033447	27/03/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	478 €
4	ECI00047554	18/08/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	478 €
5	ECI00047395	17/08/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	64,80 €
6	ECI00043129	13/07/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	97,20 €
7	ECI00043359	14/07/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	478 €
8	ECI00043358	14/06/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	478 €
9	ECI00042637	09/06/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	478 €
10	ECI00052880	31/08/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	32.4 €
11	ECI00053280	05/09/2023	MACROGEN EUROPE - Maastricht	Séquençage ADN	10.8 €
Total					6 000,62 €

Au total la contribution du subside INPN au projet Guadeloupe et Nouvelle-Calédonie s'élève à 20% de la dépense totale. Les autres dépenses ont été couvertes par les fonds propres de l'AFL, le Parc National de Guadeloupe (Appel à projets scientifiques 2021) et les fonds propres de l'Université de Liège (Tableau 6). En Nouvelle-Calédonie, les frais de la vie sur place ont été considérablement réduits grâce à l'aide de l'équipe bénévole (Emilie Ducouret et Damien Brouste) qui nous ont hébergé et prêté un 4x4 pour les sentiers difficiles.

Tableau 6 : Résumé des dépenses totales pour le projet

Laboratoire				Terrain Nouvelle-Calédonie (22j)		Terrain Guadeloupe (15j)	
Petit matériel	Kit d'extraction	Purification	Séquençage	Billets d'avion 2 pers	Frais sur place	Billets d'avion 2 pers	Frais sur place
500 €	6000 €	1000 €	10 423 €	5002,8 €	2629,3 €	1103 €	3410 €

Grand total coût du projet = 30 068 €

9. Remerciements

Ce projet n'aurait pas pu avoir lieu sans le soutien financier du FRIA F.R.S. - FNRS (frs-fnrs.be - crédit n°1.E.087.21F), du Parc National de Guadeloupe (guadeloupe-parcnational.fr - convention de subvention n°2021-34, appel à projets scientifiques), de l'Association Française de Lichénologie (afl-lichenologie.fr - don) et de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel - Paris (inpn.mnhn.fr - appel à projets INPN 2022 pour la contribution à la connaissance naturaliste), avec le soutien de PatriNat (OFB, CNRS, MNHN). Nous tenons à remercier l'ONF Guadeloupe et l'IAC (Institut Agronomique Néo-Calédonien) pour le soutien scientifique apporté au projet.

Merci à mes deux directeurs de thèse, Drs Nicolas Magain et Emmanuël Sérusiaux pour avoir initié le projet de thèse et pour la confiance qu'ils m'accordent tant dans la réalisation de celle-ci et dans d'autres projets annexes. Merci à Emmanuël pour m'avoir montré les Gomphillaceae sur rochers de rivière en Guadeloupe et Nicolas pour l'assistance dans leur récolte. Tâche qui s'est avérée bien compliquée en raison de la dureté du granit, de la forme arrondie et parfaitement lisse de ces pierres.

Merci aux autres personnes qui nous ont aidé en Guadeloupe. Merci avant tout à Antoine Lespagnol et sa maman Sylvaine pour avoir supporté - moi et les lichens - depuis maintenant 7 ans. Tous les amis de Sylvaine, Lynch, Eddy etc... qui prennent toujours soin de nous, qui nous nourrissent et s'assurent qu'on soit détendus et heureux en Guadeloupe. Merci à l'Association Gwada Botanica, ainsi qu'à Alain Chauchoy, Lilian Procopio et Mike Hélon, pour leur assistance précieuse dans l'identification des arbres porteurs de lichens.

De nombreuses personnes ont apporté leur aide en Nouvelle-Calédonie, et nous tenons à exprimer notre gratitude envers chacune d'entre elles. Tout d'abord, nous souhaitons chaleureusement remercier l'équipe de bénévoles qui a grandement facilité les démarches administratives pour l'obtention des permis de récolte et l'organisation de la mission scientifique. Un grand merci à Emilie Ducouret, Dr. Matthias Deuss, Damien Brouste, Pierre-Louis Stenger et Dr. Fabian Carrionde. Notre reconnaissance va à Philippe Bourdeau, Président de la Société Mycologique de Nouvelle-Calédonie, pour ses conseils et son accompagnement lors de notre mission dans les Monts Koghis. Nous tenons à remercier Dr. David Bruy, conservateur de l'herbier NOU, pour avoir mis à notre disposition des presses botaniques, indispensables pour le séchage des lichens foliicoles.

Nous nous considérons extrêmement chanceux de pouvoir compter sur les Drs André Aptroot, Robert Lücking et Damien Ertz, lichénologues impliqués dans ce projet pour l'aide à la détermination des lichens récoltés et conseils avisés. Merci à Luca Borgato, pour nos samedis de foliicolie ! j'en profite pour remercier les Drs Antoine Simon, Manuela Dal Forno et Joel Mercado-Díaz pour leur aide ponctuelle dans la détermination de certains lichens. Tous ces échanges autour de projets annexes à ma thèse permettent à chaque fois de me surpasser dans mon travail.

Enfin, nous tenons à remercier Dr. Joël Boustie de l'Université de Rennes et Président de l'Association Française de Lichénologie, pour son soutien continu dans notre projet de recherche.

10. Références citées

- Aptroot A. & John V. 2015. An historical lichen collection from New Caledonia. *Herzogia* 28(2), 307–321.
- Aptroot A. 2014. Two new genera of Arthoniales from New Caledonia and the Solomon Islands, with the description of eight further species. *The Bryologist* 117(3), 282–289.
- Bricaud O. 2007. Mise en place d'une démarche exploratoire de la végétation lichénique du Parc national de la Guadeloupe. *Rapport technique de l'Association Française de Lichénologie*, 30 p.
- Bricaud O. 2009. Prospection de la végétation lichénique du Parc national de la Guadeloupe et de sa zone périphérique : résultats de la prospection 2009 des groupements foliicoles, phase III. *Rapport technique de l'Association Française de Lichénologie*, 30 p.
- Castresana J. 2000. Selection of conserved blocks from multiple alignments for their use in phylogenetic analysis. *Molecular biology and evolution* 17, 540–552.

Cubero O. F., Crespo A. N. A., Fatehi J., & Bridge P. D. 1999. DNA extraction and PCR amplification method suitable for fresh, herbarium-stored, lichenized, and other fungi. *Plant Systematics and Evolution* 216(3), 243–249.

Ertz D. & Lebreton E. 2024. A new corticolous species of *Mazosia* (Roccellaceae, Arthoniales) from Guadeloupe, remarkable by its byssoid thallus. *Cryptogamie-Mycologie, in press*

Eyssartier G. 2009. Mission d'introduction à un inventaire mycologique de Nouvelle-Calédonie. *Rapport de mission Cirad*, mars-avril 2009, 10 p.

Gargominy O., Tercerie S., Régnier C. Ramage, T. Dupont, P. Daszkiewicz P. & Poncet L. 2021. TAXREF v15, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. *Rapport UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN)*, 63 p.

Jørgensen P. M. & Gjerde I. 2012. Notes on some pannariaceous lichens from New Caledonia. *Cryptogamie, Mycologie* 33(1), 3–9.

Katoh K., Rozewicki J. & Yamada KD. 2019. MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in bioinformatics* 20, 1160–1166.

Lebreton E., Leblond S. & Poncet R. 2019. Etude spatio-temporelle des lichens foliicoles de basse altitude en Guadeloupe à partir des collectes de Casimir Le Gallo. *Mémoire de master, UMS Patrinat*, 93 p.

Lebreton E. & Aptroot A. 2020. *Enterographa serusiauxii*, a new foliicolous lichen species from Guadeloupe. *Plant and Fungal Systematics* 65(1): 131–133.

Lebreton E., 2023a. Les lichens en guadeloupéens : de la pierre à la phyllosphère. *Rapport technique de l'Association Française de Lichénologie*, Fontainebleau, 59 p.

Lebreton E. 2023b. Lichens de Guadeloupe : une diversité à explorer. [Conférence] *Webinaire du Parc National de la Guadeloupe*, 10 Nov. 2023, Saint-Claude. vidéo hébergée sur youtube.

Lebreton E., Sérusiaux E & Magain N. 2023a. L'Association Française de Lichénologie apporte son soutien à une thèse de doctorat portant sur les lichens des collectivités et départements français d'Outre-mer. *Bulletin de l'Association Française de Lichénologie*, 48(2), 135–144.

Lebreton E., Carriconde F., Brouste D., Espagnol A., Stenger PL., Sérusiaux E. & Ertz D. 2023b. *Enterographa ducouretiana* sp. nov. (lichenized Ascomycota, Roccellaceae), a new foliicolous species from New Caledonia. *Phytotaxa* 609(3), 247–252.

Lücking R. 2008. Foliicolous lichenized fungi. *Flora Neotropica Monography* 103, 1–867.

Lücking R., Rivas Plata E., Chaves J. L., Umaña L., & Sipman H. J. 2009. How many tropical lichens are there... really? *Bibliotheca Lichenologica* 100, 399–418.

Lücking R. & Kalb K. 2001. New Caledonia, foliicolous lichens and island biogeography. *Bibliotheca Lichenologica*, 78, 247–274.

Santesson, R. (1952). Foliicolous lichens. 1. A revision of the taxonomy of the obligately foliicolous, lichenized fungi. *Symbolae Botanicae Upsalienses* 12(1), 1–560.

Maddison W. P. & Maddison D. R. 2023. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.81 <http://www.mesquiteproject.org>

McCarthy P. M. 2023. Checklist of the Lichens of Australia and its Island Territories. Australian Biological Resources Study, Canberra. Version 7 March 2023. <http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/introduction.html>

Miller M. A., Pfeiffer W. & Schwartz T. 2010. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE), 14 Nov. 2010, New Orleans, LA*, 1–8.

Øvstedal D. O. 2010. The lichens of Guadeloupe, French Antilles. *University of Bergen*, 225 p.

Papong K. B., Lücking R., Kraichak E., Parnmen S., Konrat M. & Lumbsch H. T. 2014. Twenty-three new species in the lichen family Graphidaceae from New Caledonia Ostropales, Ascomycota. *Phytotaxa*, 189(1), 204–231.

Rambaut A. 2018. FigTree v 1.4.4. Available from: <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/> (accessed: January 2023)

Rice D. W., Alverson A. J., Richardson A. O., Young G. J., Sanchez-Puerta M. V., Munzinger J., Barry K., Boore J. L., Zhang Y., Depamphilis C.W., Knox E.B. & Palmer, J. D. 2013. Horizontal transfer of entire genomes via mitochondrial fusion in the angiosperm *Amborella*. *Science*, 342(6165), 1468–1473.

Roux C. et coll. 2020. Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine. 3e édition revue et augmentée (2020). *Association française de lichénologie (A.F.L.)*, Fontainebleau, 1769 p.

Sérusiaux E. & Lücking R. 2007. *Gallaicolichen*, a new genus of foliicolous lichen with unique diaspores. Lichenological Contributions in Honour of David Galloway. *Bibliotheca Lichenologica* 95, 509–516.

Sérusiaux E. 1998. Notes on the Gomphillaceae (lichens) from Guadeloupe (West Indies), with four new species of Gyalideopsis. *Nova Hedwigia* 67(3-4), 381–402.

Véron S., Rodrigues-Vaz C., Lebreton E., Ah-Peng C., Boulet V., Chevillotte H., ... & Muller S. 2021. An assessment of the endemic spermatophytes, pteridophytes and bryophytes of the French Overseas Territories: towards a better conservation outlook. *Biodiversity and Conservation* 30(7), 2097–2124.

Xavier-Leite A. B., Cáceres, M.E.S., Aptroot A., Moncada B., Lücking R. & Goto B. T. 2022. Phylogenetic revision of the lichenized family Gomphillaceae (Ascomycota: Graphidales) suggests post-K–Pg boundary diversification and phylogenetic signal in asexual reproductive structures. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 168, 107380.

Xavier-Leite A. B. 2018. Revisão da família Gomphillaceae (Ascomycota liquenizado): filogenia, sistemática e evolução. *Thèse de doctorat, - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências*, Brésil, 254 p.

11. Annexes

Annexe 1 : Glossaire des expressions utilisées dans cette étude pour nommer les espèces.

Ces expressions sont placées entre le nom de genre et de l'espèce.

cf. = *confer*

Cette expression signifie que le spécimen est proche morphologiquement de l'espèce, mais ne colle pas à 100% avec la diagnose (par exemple des spores légèrement plus grandes que la description).

s. lat. = *sensu lato*

Cela expression signifie que le concept de l'espèce est « au sens large ». C'est un groupe de plusieurs espèces possédant le même nom de genre et d'espèces car ils sont indifférenciables sur la base de la morphologie seule. Beaucoup de spécimens d'herbier et d'inventaires naturalistes (n'ayant pas accès aux analyses en laboratoire) sont concernés par cette abréviation.

aff. = affinis

Cette expression signifie que le spécimen est morphologiquement proche de l'espèce (voir elle ne peut pas être différenciée), mais les analyses ADN indiquent que c'est une espèce différente. L'emploi de *aff* peut signifier que c'est une espèce nouvelle pour la science mais que les caractères phénotypiques (morphologie) ne sont pas suffisants pour la différencier d'une autre espèce.

s. str. = sensu stricto

Cette expression est utilisée ici pour indiquer l'exclusion de taxons similaires (indifférenciables sur base morphologique, différenciable sur base moléculaire) qui sont associés à ce nom. Dans une phylogénie, le *s.str.* serait appliqué aux spécimens dont la séquence est identique à la séquence de l'holotype.

clade

Ce terme se rapporte à la nomenclature cladistique et elle est utilisé dans les analyses phylogénétiques pour désigner un groupe d'organismes qui comprend un ancêtre commun et tous ses descendants. L'identification des clades est essentielle pour comprendre les relations évolutives entre les différentes espèces et groupes taxonomiques. Les membres d'un clade partagent un lien évolutif unique et forment une branche distincte dans un arbre phylogénétique.

Annexe 2 : Liste des nouvelles mentions pour la Nouvelle-Calédonie (pour Guadeloupe voir Lebreton 2023a).

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Aderkomyces spec-nova-1</i> | 7. <i>Calenia aff-depressa-spec-nova-1</i> |
| 2. <i>Aderkomyces spec-nova-2</i> | 8. <i>Calenia aff-depressa-spec-nova-2</i> |
| 3. <i>Aderkomyces spec-nova-4</i> | 9. <i>Calenia aff-depressa-spec-nova-3</i> |
| 4. <i>Aulaxina opegraphina</i> Fée, 1825 | 10. <i>Calenia aff-depressa-spec-nova-4</i> |
| 5. <i>Aulaxina quadrangula</i> (Stirt.) R. Sant,
1952 | 11. <i>Calenia spec-nova-2</i> |
| 6. <i>Aulaxina spec-nova</i> | 12. <i>Calenia spec-nova-4</i> |

13. *Dictyonema scabridum* (Vain.) Lücking, 2013
14. *Echinoplaca furcata* Sérus., 1989
15. *Echinoplaca incrustatociliata* Sérus., 1997
16. *Echinoplaca leucotrichoides* (Vain.) R. Sant., 1952
17. *Echinoplaca spec-nova-3*
18. *Echinoplaca spec-nova-4*
19. *Echinoplaca spec-nova-5*
20. *Echinoplaca spec-nova-6*
21. *Echinoplaca spec-nova-7*
22. *Echinoplaca spec-nova-8*
23. *Echinoplaca spec-nova-9*
24. *Echinoplaca spec-nova-12*
25. *Echinoplaca tetrapla* (Zahlbr.) Lücking, 2001
26. *Enterographa ducouretiana* Lebreton & Ertz, 2023
27. *Gyalectidium aff microcarpum* (Vezda) Lücking, Sérus. & Vezda, 2001
28. *Gyalectidium aff-verruculosum-spec-nova*
29. *Gyalectidium radiatum* Lücking, G. Thor & Tat. Matsumoto, 2000
30. *Gyalectidium spec-nova-1*
31. *Gyalectidium spec-nova-2*
32. *Gyalectidium spec-nova-4*
33. *Gyalectidium spec-nova-5*
34. *Gyalectidium verruculosum* Sérus., 2001
35. *Gyalideopsis cochlearifera* Lücking & Sérus., 1998
36. *Gyalideopsis spec-nova-2*
37. *Gyalideopsis spec-nova-6*
38. *Gyalideopsis spec-nova-7*
39. *Lecanactis aff. abietina* (Ehrh. ex Ach.) Körb., 1855
40. *Malmidea granifera* (Ach.) Kalb, Rivas Plata & Lumbsch, 2011
41. *Musaespora spec-nova*
42. *Pseudocypsellaria neglecta* (Müll. Arg.) H. Magn., 1940
43. *Pseudocypsellaria spec-nova*
44. *Pyrenula luteopruinosa* Etayo & Aptroot, 2003
45. *Rubrotricha albostrigosus-spec-nova*
46. *Tricharia aff substipitata* Vězda, 1979
47. *Tricharia demoulinii* Sérus., 1984
48. *Tricharia elegans* Sérus., 1984
49. *Tricharia spec-nova*

Voir guide d'utilisation : <http://spn.mnhn.fr/formation-cardobs/Guide-utilisation-CardObs-3-0.pdf>

Annexe 3 : Tables Station et Relevés dans CardObs

A. Extrait - table Station

CD_STATION	CODE_C_NOM	CD_INS	COMMUNE	CD_DEPARTEME	SITUATION	LONGITUDE	LATITUDE	X LAMBERT	Y LAMBERT	X LAMBERT	Y LAMBERT	S_X_UTM	Y_UTM	ZONE	PREC	ALTITI	DATE	RECOLTEUR	DATE_CREA	Sources de la donnée	Procédure de géoloc	
2052505	GUAD5	GUAD-724-2023	97109	Gourbeyre	D1	Guadeloupe	Gourbeyre, e	-61.713899	15.994573	-6364003	1634871	-6305892	6112654	6E+05	1768760	20N	10	104	02/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2052503	GUAD4	GUAD_EL210423_1	97109	Gourbeyre	D1	Guadeloupe	Gourbeyre, d	-61.675634	15.991078	-6361126	1631179	-6303041	6108960	6E+05	1768399	20N	10	228	21/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2052501	GUAD14	GUAD_EL190423_2	97114	Goyave	D1	Guadeloupe	Goyave, sent	-61.638546	16.113948	-6346786	1638510	-6288711	6116203	6E+05	1782019	20N	10	276	19/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées calculé
2052498	GUAD14	GUAD_EL190423_1	97114	Goyave	D1	Guadeloupe	Goyave, sent	-61.63431	16.1142	-6346410	1638158	-6288337	6115849	6E+05	1782050	20N	10	251	19/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2052497	GUAD17	GUAD_EL010423_1	97118	Petit-Bourg	D1	Guadeloupe	Petit-Bourg, I	-61.680008	16.180743	-6344138	1647939	-6286026	6125591	6E+05	1789381	20N	61		01/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Cercle ou polygone c
2052496	GUAD20	GUAD-767-2023	97118	Petit-Bourg	D1	Guadeloupe	Petit-Bourg, I	-61.693601	16.176438	-6345665	1648769	-6287545	6126425	6E+05	1788895	20N	10	214	10/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2052495	GUAD7	GUAD-759-2023	97124	Saint-Claud	D1	Guadeloupe	Gourbeyre, s	-61.663538	16.022317	-6357256	1632807	-6299175	6110565	6E+05	1771864	20N	10	649	16/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2052494	GUAD7	GUAD-758-2023	97124	Saint-Claud	D1	Guadeloupe	Gourbeyre, s	-61.663227	16.022179	-6357242	1632767	-6299162	6110525	6E+05	1771849	20N	10	643	16/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2052492	GUAD13	GUAD-756-2022	97134	Vieux-Habit	D1	Guadeloupe	Vieux-habita	-61.725234	16.085957	-6356581	1643762	-6298451	6121484	6E+05	1778863	20N	10	256	13/04/2023	LEBRETON EI 24/11/2023	Données personnelles	Coordonnées réelles
2050142	NC2	NC-716-2022	98817	Mont-Dore	TA	Province Sud	Mont Dore, s	166.66991	-22.2027	14195836	15983798	14424958	20188548	7E+05	7543788	58S	10	250	18/11/2022	LEBRETON EI 13/11/2023	(Données personnelles)	Coordonnées réelles
2050141	NC2	NC-715-2022	98817	Mont-Dore	TA	Province Sud	Mont Dore, s	166.66979	-22.20256	14195821	15983763	14424943	20188512	7E+05	7543804	58S	10	244	18/11/2022	LEBRETON EI 13/11/2023	(Données personnelles)	Coordonnées réelles
2050140	NC9	NC-713-2022	98805	Dumbéa	TA	Province Sud	Dumbéa, Mc	166.50963	-22.18263	14207949	15953930	14436470	20158625	7E+05	7546183	58S	10	575	19/11/2022	LEBRETON EI 13/11/2023	(Données personnelles)	Coordonnées réelles
2050139	NC9	NC-711-2022	98805	Dumbéa	TA	Province Sud	Dumbéa, Mc	166.51149	-22.18148	14207552	15954130	14436079	20158831	7E+05	7546309	58S	10	648	19/11/2022	LEBRETON EI 13/11/2023	(Données personnelles)	Coordonnées réelles
2050138	NC9	NC-709-2022	98805	Dumbéa	TA	Province Sud	Dumbéa, Mc	166.51378	-22.18133	14207298	15954511	14435833	20159214	7E+05	7546323	58S	10	750	19/11/2022	LEBRETON EI 13/11/2023	(Données personnelles)	Coordonnées réelles

Champs personnalisés créés :

1. Sources de la donnée ; liste déroulante [Bibliographie;Herbier;Données personnelles;Base de données;Herbier dans la bibliographie] -> Permet de caractériser la source de la donnée
2. Procédure de géolocalisation ; liste déroulante [Coordonnées réelles;Niveau administratif réel;Coordonnées calculées;Cercle ou polygone dessinés;Niveau administratif déduit] -> Méthode employée pour géolocaliser la station
3. Commentaires sur la géolocalisation ; texte -> Informations complémentaire sur la procédure de géolocalisation
4. Transmission des données ; texte -> Informations sur la personne et ou l'organisme ayant fourni la donnée. Ce champ est utilisé pour remercier le fournisseur

B. Extrait – table Relevés

CD_RELEVE	CD_STATION	DETERMINATEUR	CD_NOM	CD_REF	CD_REF_	NOM_CITE	LB_NO	LB_AUTEUR	FAMILLE	ORDRE	CLASSE	EMBRANCHE	REGNE	SOURCE_INS	SOURCE_COI	SOURCE_UNIT	GENBANK_ID	Micro-habitat	Redétermina		
5136379	2052505	LEBRETON Elise				<i>Asterothyrium microsporum</i> R.Sant., 1952			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2365a	ICS00A-12229			feuille_arbre	false		
5136366	2052501	LEBRETON Elise	807769	807769	807769	<i>Arthotheliopsis trichariooides</i> (Kalb & Vězda) Lücking, Sérv. Arthott (Kalb & Vězda)			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2368d				feuille_arbre	false		
5136364	2052501	LEBRETON Elise	807780	807780	807780	<i>Aulaxina minuta</i> R.Sant., 1952			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2368c				feuille_arbre	false		
5136373	2052501	LEBRETON Elise	807992	807992	807992	<i>Tricharia longispora</i> Kalb & Vězda, 1988			Trichar	Kalb & Vězda, 1988	Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2368h				feuille_arbre	false
5136371	2052501	LEBRETON Elise				<i>Tricharia aff-vainioi-1</i>			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2368g				feuille_arbre	false		
5136344	2052498	LEBRETON Elise				<i>Gyalideopsis submonospora</i> Lücking & W.R. Buck, 2007			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2377a	UDS00A-12267			ecorce_arbre	false		
5136343	2052497	LEBRETON Elise	807710	807710	807710	<i>Aderkomyces heterellus</i>			Aderko (Stirt.) Lücking, Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2374				ecorce_arbre	false		
5136335	2052495	LEBRETON Elise	841843	841843	841843	<i>Gyalideopsis vulgaris</i> (Müll.Arg.) Lücking, 1997			Gyalide (Müll.Arg.) Lücking, Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2346a				feuille_arbre	false		
5136330	2052494	LEBRETON Elise				<i>Echinoplaca lucernifera</i> Kalb & Vezda, 1988			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL2348a				feuille_arbre	false		
5136200	2052477	LUECKING Robert				<i>Gyalectidium spec-nova-7</i>			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL1599a	NDS00A-12260			feuille_arbre	false		
5136146	2052473	LUECKING Robert				<i>Echinoplaca spec-nova-10</i>			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL693b	FFS00A-12304			feuille_arbre	false		
5136142	2052473	LUECKING Robert				<i>Gyalectidium spec-nova-7</i>			Gomphillace	Ostropales	Lecanoromy	Ascomycota	Fungi	Université de EL685a				feuille_arbre	false		
5123357	2050113	SIMON Antoine				<i>Pseudocyphellarria spec-nova</i>						Ascomycota	Fungi	Université de EL2123	UNV00A			ecorce_arbre	false		
5123373	2050115	DAL FORNO Manuela				<i>Dictyonema aff scabridum</i> (Vain.) Lücking, 2013						Agaricomycetidae	Basidiomycota	Fungi	Université de EL2126	IFS00A-12307			ecorce_arbre	false	

Champs personnalisés créés :

1. Code herbier LG (doublon de colonne « Source_Unit ») -> code barre herbier attribué au specimen
2. Notes de détermination -> Informations brutes, complémentaires sur la détermination du taxon (= determinavit)
3. Code herbier PC
4. Code herbier GUA
5. Code autre herbier
6. Micro-habitat ; liste déroulante [sol;litiere;roche;bois mort;ecorce_arbre vivant;feuille_arbre vivant; bryophytes; lichenicole;divers] -> Information sur le support du spécimen
7. Commentaires sur le micro-habitat -> Informations brutes, complémentaires sur le support du taxon
8. Espèce étiquette première dét.-> Espèce mentionnée sur l'étiquette de la première détermination
9. Nom du déterminateur première dét.-> Nom du déterminateur de la première détermination
10. Redétermination [à cocher ou non] -> Plusieurs noms sont associés à un specimen ou si la validité taxonomique a été vérifiée

Numéro de récolte

Code barre herbier