

INVENTAIRES DES CRYPTOGAMES (BRYOPHYTES, LICHENS, CHAMPIGNONS) SUR LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE MARTELAGE DE BETCHAT (ARIEGE)



Marta INFANTE, Clothier COSTE & Gilles CORRIOL
Décembre 2019

Photos page de garde : vue d'une placette (photo CBNPMP/MI), lichens fruticuleux du genre *Cladonia* sur tronc décortiqué de châtaigner au sol (photo CBNPMP/CC), *Roridomyces roridus*, petit champignon décomposeur de la litière à pied inclus dans une gaine visqueuse caractéristique, sur fond de la bryophyte terricole *Fissidens taxifolius* (photo CBNPMP/GC).

INTRODUCTION

La présente étude examine la richesse en bryophytes, lichens et champignons (organismes communément admis sous le terme de « cryptogames » par opposition aux « phanérogames », les plantes vasculaires) de deux placettes situées dans les "Petites Pyrénées", considérées comme représentatives des forêts gérées les plus répandues dans cette région. Ces forêts sont soumises à l'exploitation forestière, mais peuvent encore cacher des valeurs insoupçonnées.

Les placettes sont situées sur la commune de Betchat, mais sont accessibles depuis La-Bastide-du-Salat. Dans les deux placettes, chacun des arbres a été numéroté et identifié ; elles sont très proches l'une de l'autre, mais dans des conditions topographiques et d'orientation différentes.

L'étude des cryptogames complète celle d'autres inventaires réalisés en parallèle sur les plantes vasculaires et des groupes d'animaux, dans les mêmes placettes.

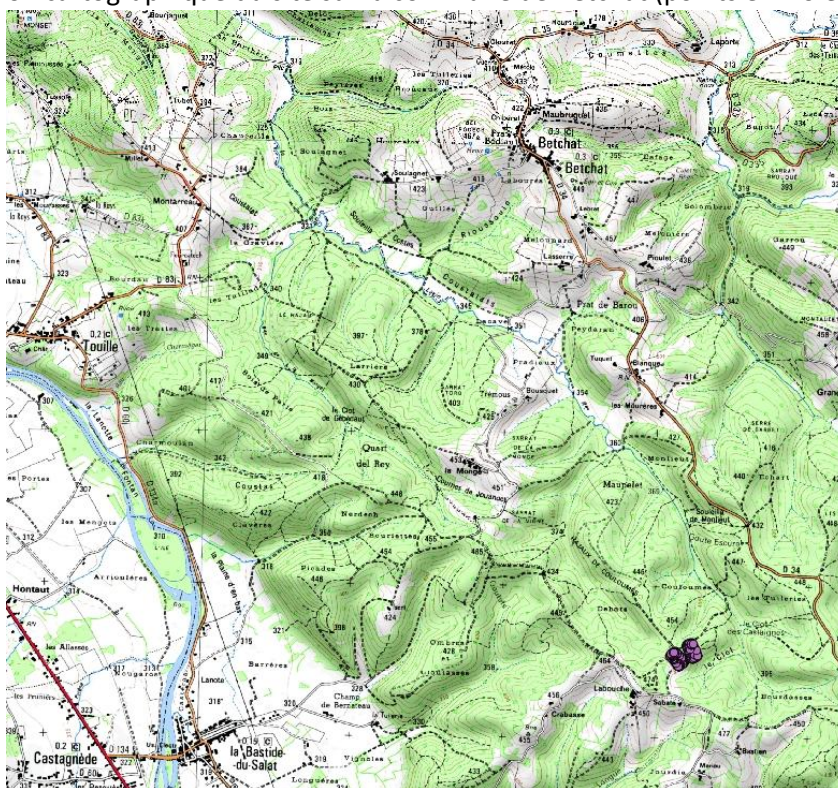
SITE d'ETUDE

Le dispositif expérimental de martelage (marteloscope) est constitué de deux placettes rectangulaires disjointes d'une superficie de 1 ha chacune, dans une forêt gérée pour l'exploitation de bois, sur la commune de Betchat (Ariège) au sein du Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises.

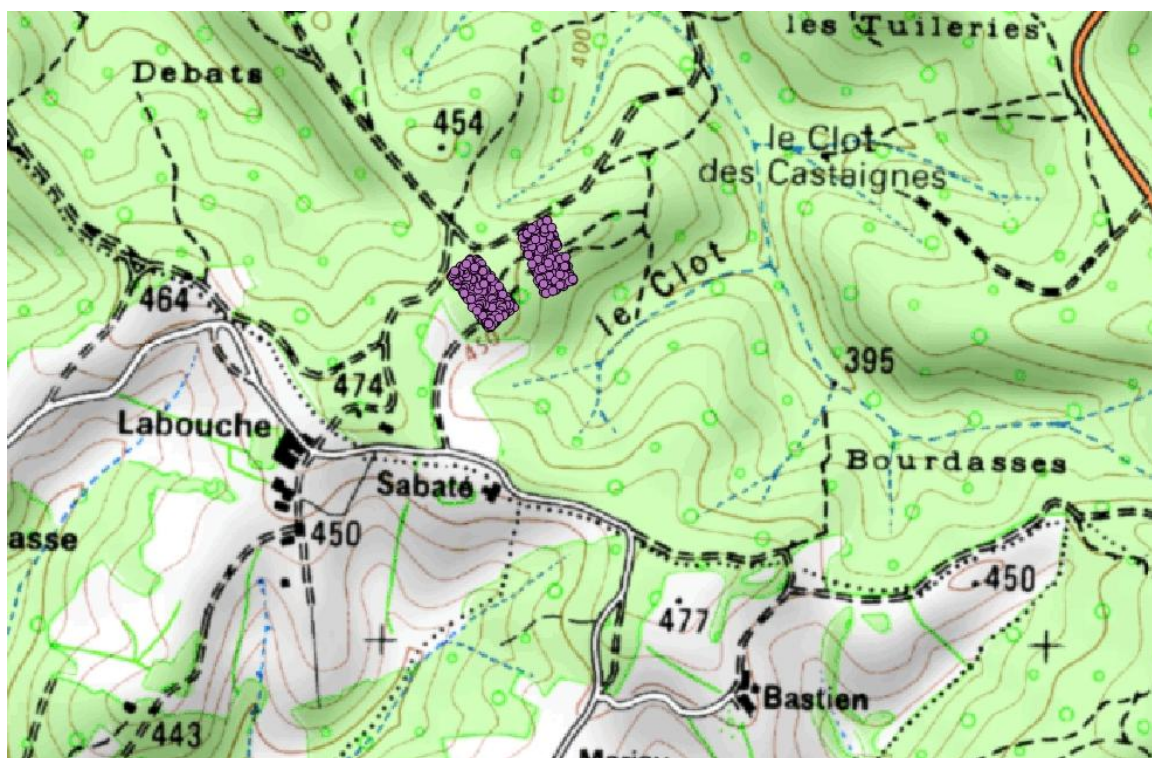
Le peuplement forestier est constitué d'une chênaie-hêtraie à châtaigner et charme, de l'étage collinéen sous influence atlantique à une altitude autour de 450 m.

Le sol riche en bases, à humus actif (mull), est développé sur des flysch marno-gréseux de l'Albo Cénomannien.

Localisation cartographique du site sur la commune de Betchat (points en violet) :



Délimitation cartographique des placettes (arbres pointés en violet) :



Placette 1 (la plus à l'ouest)

Coordonnées des 4 angles (WGS84 en décimales de degrés) :

N 43.06134 ; E 1.0.504

N 43.06211 ; E 1.02430

N 43.06167 ; E 1.02549

N 43.06233 ; E 1.02478

Placette 2 (à l'est)

Coordonnées des 4 angles :

N 43.06279 ; E 1.02564

N 43.06186 ; E 1.02601

N 43.06287 ; E 1.02617

N 43.06203 ; E 1.02656

Les deux placettes ont été inventoriées séparément.

La placette la plus occidentale, que nous appellerons **placette-1 (W)**, est située dans une zone presque plate sans orientation bien définie. Plus de 500 arbres ont été dénombrés, appartenant à 18 espèces, mais dont la majorité sont des chênes sessiles, suivis de loin par des châtaigniers, et enfin des hêtres et des merisiers. Cette placette a une proportion plus élevée de jeunes arbres, avec des diamètres inférieurs à 20 cm ; du bois pourri est présent, mais aussi des diamètres faibles.

La placette la plus à l'est, que nous appellerons **placette-2 (Est)**, est située au sommet d'une vallée orientée au sud-est. Son effectif en nombre d'arbres en moindre, environ 300, dont environ 40% sont des chênes sessiles, suivis de loin par les châtaigniers, les hêtres et les merisiers, sans négliger la vingtaine d'érables champêtres détectés. Les arbres dont le diamètre est inférieur à 20 cm sont encore majoritaires, mais dans une moindre mesure que dans la placette 1 ; et avec une proportion plus importante de gros arbres, plus précisément 10 dépassant 50 cm, par rapport aux trois de la placette 1.

On peut donc dire *a priori* que la placette 2 a un degré de maturité plus élevé que la placette 1.

EXPERTISE

L'expertise pour la description des communautés de cryptogames des placettes du dispositif de martelage expérimental de Betchat a été confiée par le Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises au Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées.

Les experts mobilisés par le Conservatoire sont les suivants.

Marta Infante Sánchez : bryophytes

Clother Coste : lichens et champignons lichénicoles

Gilles Corriol : autres champignons

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 : BRYOPHYTES.....	6
I. Méthodologie.....	6
II. Résultats.....	7
II.1 Liste globale d'espèces.....	7
II.2 Bryophytes épiphytes.....	8
II.3 Bryophytes du bois mort.....	9
II.4 Bryophytes du sol.....	10
III Espèces d'intérêt patrimonial.....	11
IV Conclusions.....	13
CHAPITRE 2 : LICHENS.....	14
I. Méthodologie.....	14
I.1 Prospections.....	14
I.2 Champ taxonomique d'étude.....	14
I.3 Détermination, herbier, banque d'images.....	14
I.4 Données brutes et évaluation patrimoniale.....	14
II. Résultats.....	15
II.1 Aspect de la végétation lichénique.....	15
II.2 La flore lichénique.....	16
III. Interprétations.....	18
CHAPITRE 3 : CHAMPIGNONS.....	20
I. Méthodologie.....	20
I.1 Prospections.....	20
I.2 Champ taxonomique d'étude.....	20
I.3 Détermination, herbier, banque d'images.....	20
I.4 Données brutes et évaluation patrimoniale.....	20
II. Résultats.....	21
II.1. Inventaire des espèces observées par compartiment écologique.....	21
II.2. Répartition des effectifs par placettes.....	24
III. Interprétations.....	25
III.1. Echantillonnage.....	25
III.2. Analyse écologique et mycocoenologique.....	25
III.3. Intérêt patrimonial.....	27
IV. Conclusion.....	29

CHAPITRE I : BRYOPHYTES

I. Méthodologie

Pour l'étude des bryophytes épiphytes (c'est-à-dire ceux qui se développent sur les arbres), on a choisi un certain nombre d'arbres qui comprenaient la majorité des espèces et des classes d'âge (selon le diamètre du tronc) ; de même pour les troncs pourrissants sur le sol (tableaux 1 et 2).

Au total, 19 arbres (10 et 9 respectivement dans les placettes 1 et 2) appartenant à cinq espèces d'arbres (*Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Ulmus glabra* et *Acer campestre*) ; quatre arbustes (non numérotés dans les placettes) (2 et 2 respectivement) appartenant à trois espèces (*Crataegus monogyna*, *Ilex aquifolium* et *Corylus avellana*) ont été sélectionnés. Trois pièces de bois mort ont été sélectionnées (2 + 1 respectivement dans les placettes 1 et 2).

Placette 1 (W)	Nombre d'arbres	Nombre de relevés
<i>Quercus petraea</i>	4	6
<i>Fagus sylvatica</i>	2	2
<i>Prunus avium</i>	4	5
<i>Crataegus monogyna</i>	1	1
<i>Ilex aquifolium</i>	1	1
Bois pourri	2	2
	10+2+(2)	13+2+(2)

Tableau 1. Placette-1 (W)

Placette-2 (Est)	Nombre d'arbres	Nombre de relevés
<i>Quercus petraea</i>	6	11
<i>Fagus sylvatica</i>	1	2
<i>Ulmus glabra</i>	1	2
<i>Acer campestre</i>	1	3
<i>Corylus avellana</i>	2	2
Bois pourri	1	1
	9+1+(1)	18+2+(1)

Tableau 2. Placette-2 (Est)

Au total, 38 inventaires ont été réalisés pour les épiphytes (17 + 21 respectivement sur les placettes), en tenant compte des bases et troncs (voir table en Annexe).

Pour les bryophytes du sol, leur présence a simplement été notée là où elles ont été observées.

II. Résultats

II.1 Liste globale d'espèces

Dans les deux placettes étudiées, un total de **26** taxons a été trouvés (Tableau 3) : 21 épiphytes, 4 sur du bois mort et 4 sur le sol. Parmi elles, **16** ont été trouvés dans la placette 1 et **19** dans la placette 2. Les hépatiques sont très rares, seulement quatre (15%) : *Calypogeia arguta* (terricole), *Frullania dilatata*, *Metzgeria furcata* et *Radula complanata* (épiphytes).

Liste globale de taxons	Substrat	placette 1	placette 2
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	Epiphyte	0	1
<i>Alleniella complanata</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	Epiphyte	0	1
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	Bois pourri	1	0
<i>Calypogeia arguta</i> Nees et Mont.	Sol argileux	1	0
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) Brid.	Epiphyte	0	1
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	Epiphyte-Bois pourri	1	0
<i>Eurhynchium striatum</i> (Schreb. ex Hedw.) Schimp.	Epiphyte-Bois pourri-Sol	1	1
<i>Exsertotheca crispa</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	Epiphyte	0	1
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	Sol argileux	1	1
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	Epiphyte	1	1
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Schimp.	Epiphyte	0	1
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	Epiphyte-Bois pourri	1	0
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>filiforme</i> Brid.	Epiphyte	1	1
<i>Isothecium alopecuroides</i> (Lam. ex Dubois) Isov.	Epiphyte	1	1
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	Epiphyte-sol	1	0
<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F.Weber & D. Mohr	Epiphyte	0	1
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr. var. <i>sciuroides</i>	Epiphyte	1	1
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	Epiphyte	1	1
<i>Orthotrichum</i> sp.	Epiphyte	1	0
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	Sol argileux	0	1
<i>Pulvigerella lyellii</i> (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra (<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Taylor)	Epiphyte	0	1
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	Epiphyte	1	1
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Nieuwl.	Epiphyte	0	1
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	Epiphyte	0	1
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	Epiphyte	1	1
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz	Epiphyte	1	0

Tableau 3- Liste globale de bryophytes¹.

¹ La nomenclature est actualisée et quelques noms récemment synonymisés sont entre parenthèse.

II.2 Bryophytes épiphytes

Au total, **21** bryophytes épiphytes ont été détectées dans les deux placettes (tableau 5).

Dans la placette-1 (W), **12** bryophytes se sont trouvées comme épiphytes. Par espèce d'arbre, il faut noter qu'aucun épiphyte n'a été détecté sur *Fagus sylvatica* (trop jeunes) ou *Ilex aquifolium*. **11** taxons ont été trouvés sur le chêne sessile, une espèce pour laquelle un effort d'échantillonnage plus important a été fait car c'était l'espèce dominante dans la placette. Les relevés de chêne sessiles contiennent jusqu'à 5 bryophytes. (Tableau 4).

Dans la placette 2 (Est), **17** bryophytes se sont révélés être des épiphytes. Par espèce d'arbre, dans cette placette, 6 bryophytes ont été trouvées sur hêtre (qui présente ici des spécimens adultes) et **12** taxons ont été trouvés sur chêne sessile. Les inventaires atteignent jusqu'à 4 bryophytes (Tableau 4).

Placette 1 (W)	Nombre d'arbres	Nombre de relevés	Nombre de bryophytes	Nbre. de bryophytes par relevé
<i>Quercus petraea</i>	4	6	11	1-5
<i>Fagus sylvatica</i>	2	2	0	0
<i>Prunus avium</i>	4	5	6	1-3
<i>Crataegus monogyna</i>	1	1	1	0-1
<i>Ilex aquifolium</i>	1	1	0	0
Placette-2 (Est)	Nombre d'arbres	Nombre de relevés	Nombre de bryophytes	Nbre. de bryophytes par relevé
<i>Quercus petraea</i>	6	11	12	0-4
<i>Fagus sylvatica</i>	1	2	6	3-4
<i>Ulmus glabra</i>	1	2	5	1-4
<i>Acer campestre</i>	1	3	2	1-2
<i>Corylus avellana</i>	2	2	2	1

Tableau 4. Bryophytes épiphytes par placette et essence forestière.

En résumé, la placette-2 montre la plus grande richesse en bryophytes épiphytes ; par espèce, les épiphytes du chêne sessile sont les plus nombreuses dans les deux placettes.

L'abondance de chacune bryophyte épiphyte dans chaque placette, mesurée en nombre d'arbres occupés dans chaque placette, est indiquée au tableau 5.

Hypnum cupressiforme var. *filiforme* et *Isothecium alopecuroides* sont les espèces les plus abondantes globalement et dans la placette-2. Dans la placette-1, *Frullania dilatata* et *Ulota crispa* sont les plus abondants. Seules 8 des 21 espèces sont présentes dans les deux placettes.

Epiphytes	Placette-1	Placette-2	Espèces communes
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	0	2	
<i>Alleniella complanata</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	0	3	
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) Brid.	0	1	
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	1	0	
<i>Eurhynchium striatum</i> (Schreb. ex Hedw.) Schimp.	2	2	partagé
<i>Exsertotheca crispa</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	0	2	
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	4	2	partagé
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Schimp.	0	1	
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>filiforme</i> Brid.	2	5	partagé
<i>Isoetecium alopecuroides</i> (Lam. ex Dubois) Isov.	2	4	partagé
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	1	0	
<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F.Weber & D. Mohr	0	1	
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr. var. <i>sciuroides</i>	2	1	partagé
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	1	1	partagé
<i>Orthotrichum</i> sp.	1	0	
<i>Pulviger a lyellii</i> (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra (<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Taylor)	0	2	
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	2	2	partagé
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Nieuwl.	0	2	
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	0	1	
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	3	2	partagé
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz	2	0	

Tableau 5. Abondance de bryophytes épiphytes dans les placettes.

II.3 Bryophytes du bois mort

Le bois mort dans les placettes est peu abondant, les pièces mortes ont un diamètre assez faible (<25 cm). Cela limite grandement les espèces qui peuvent s'y établir et y survivre. Seulement 5 espèces ont été trouvées sur le bois (Tableau 6).

Aucune lignicole obligatoire, considérée comme des indicateurs de la maturité de la forêt, n'a été trouvée dans aucune des placettes; presque toutes les espèces sont des espèces opportunistes, capables de se développer dans une large gamme de substrats.

Liste bryophytes du bois pourri	
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	Espèce terricole
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	Espèce opportuniste
<i>Eurhynchium striatum</i> (Schreb. ex Hedw.) Schimp.	Espèce opportuniste
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	Espèce opportuniste
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	Espèce opportuniste

Tableau 6. Liste d'espèces sur bois pourri.

II.4 Bryophytes du sol

Les bryophytes sont rares sur le sol, à cause de la litière de feuilles et du lierre qui bénéficient de la nature relativement ouverte du couvert forestier. Seules cinq espèces au total ont été détectées, trois dans chaque placette (tableau 7), et une seule (*Fissidens taxifolius*) est commune aux deux.

Il faut également noter que la plupart de ces espèces sont des espèces terricoles et non humicoles, celles dernières qui dénotent un degré de maturité plus élevé d'une forêt.

Liste des bryophytes du sol	Placette 1	Placette 2
<i>Calypogeia arguta</i> Nees et Mont.	1	Terricole
<i>Eurhynchium striatum</i> (Schreb. ex Hedw.) Schimp.		1 Humicole
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	1	1 Terricole
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	1	Humicole
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.		1 Terricole

Tableau 7. Liste d'espèces du sol.

III Espèces d'intérêt patrimonial

Aucune des espèces détectées ne bénéficie d'un statut de protection juridique et ne figure sur les listes de bryophytes déterminantes des ZNIEFF. En ce qui concerne la liste rouge des bryophytes de l'ancienne région Midi-Pyrénées, seul *Homalia trichomanoides* (placette 2) est inscrite dans la catégorie NT, « Quasi Menacée ».

En ce qui concerne les espèces indicatrices de vieilles forêts, une des listes les plus utilisées est celle de Rose (1992), qui a été élaborée pour l'Angleterre². Une seule des espèces qu'il indique comme "Seulement trouvé dans les vieilles forêts" a été détectée dans les placettes, *Zygodon rupestris* dans la placette 1 ; cependant, cette espèce est bien distribuée dans notre région et peut ne pas être particulièrement représentative dans ce cas.

Rose (1992) inclut dans sa catégorie de "espèces habituellement présentes dans les forêts anciennes" les neuf espèces suivantes détectées dans les placettes: *Anomodon viticulosus* (placette 2), *Alleniella complanata* (placette 2), *Eurhynchium striatum* (placettes 1 et 2), *Homalia trichomanoides* (placette 2), *Isothecium alopecuroides* (placettes 1 et 2), *Leptodon smithii* (placette 2), *Pulviger a lyellii* (placette 2), *Radula complanata* (placettes 1 et 2) et *Thamnobryum alopecurum* (placette 2). Elles ont toutes été détectées dans la placette 2, ce qui souligne la première impression de plus grande maturité indiquée dans la méthodologie ; alors que dans la placette 1, seules trois de ces espèces ont été trouvées.

Cependant, l'importance des conditions d'humidité dans la répartition des bryophytes et donc leur lien avec les conditions climatiques, rend difficile, voir impossible, l'établissement d'indicateurs universels des vieilles forêts ou de leur maturité, en particulier chez les épiphytes. Au niveau régional, des études locales de forêts anciennes (Infante Sánchez, 2011³, 2019⁴) dans les Grands Causses et la plaine et piémont pyrénéen pourraient apporter un peu plus de lumière, puisque des listes locales de bryophytes à forte valeur indicatrice potentielle ont été produites pour les bryophytes, de préférence sur la base de leur stratégie de cycle de vie et des caractéristiques de reproduction qui pourraient influencer leur dispersion. Ces listes comprennent les espèces pérennes ou itinérantes à longue durée de vie ; dioïques et sans reproduction asexuée spécialisée ; sciaphiles et hygrophiles-mésophiles, autant de caractéristiques qui les désignent comme des indicateurs de la stabilité des forêts matures, car leur réinstallation serait très difficile.

A Betchat, les espèces qui répondent à cette définition présentes sont les 10 suivantes: *Anomodon viticulosus* (placette 2), *Dicranum scoparium* (placette 1), *Exsertotheca crista* (placette 2), *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *Cupressiforme* (placette 1), *Hypnum cupressiforme* var. *filiforme* Brid. (placettes 1 et 2), *Isothecium alopecuroides* (placettes 1 et 2), *Kindbergia praelonga* (placette 1), *Plagiomnium undulatum* (placette 2), *Thamnobryum alopecurum* (placette 2), *Thuidium tamariscinum* (placette 2).

Seules trois de ces espèces sont communes avec la liste de Rose (1992)⁵. Toutefois, sept d'entre elles se trouvent dans la placette 2 et seulement quatre dans la placette 1, ce qui permet également de conclure à une maturité plus élevée dans la placette 2, tout comme avec Rose (1992).

Pour les espèces strictement lignicoles, considérées comme des indicateurs de la maturité forestière, il faut rappeler ici qu'aucune n'a été retrouvée.

² ROSE F. 1992 — Temperate forest management: its effects on bryophyte and lichens floras and habitats. In: Bates J.W., Farmer A.M., editors. *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Oxford : Clarendon Press. 887 p.

³ INFANTE SANCHEZ M. 2011 — *Inventaire des écosystèmes forestiers remarquables du Parc naturel régional des Grands Causses. Etude des bryophytes*. CBNPMP – Conservatoire Botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées, 75 p.

⁴ INFANTE SANCHEZ M. 2019 — *Bryophytes des vieilles forêts de la plaine et du piémont de midi-pyrénées. Rapport réalisé dans le cadre de l'Inventaire et caractérisation des noyaux de vieilles forêts de plaine. Pour une continuité de la trame forestière entre Pyrénées et Massif Central* – Conservatoire botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées, 30 p + annexes.

⁵ ROSE (1992), *loc. cit.*

Liste globale de taxons	placette 1	placette 2	Liste rouge Midi-Pyrénées	Indicateurs locaux vieilles forêts	Rose (1992)
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	0	X		3	commonly found
<i>Alleniella complanata</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	0	X			commonly found
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	X	0			
<i>Calypogeia arguta</i> Nees et Mont.	X	0			
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) Brid.	0	X			
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	X	0		3	
<i>Eurhynchium striatum</i> (Schreb. ex Hedw.) Schimp.	X	X			commonly found
<i>Exsertotheca crispa</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	0	X		3 +	
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	X	X			
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	X	X			
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Schimp.	0	X	NT		commonly found
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	X	0		3	
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>filiforme</i> Brid.	X	X		3	
<i>Isoetecium alopecuroides</i> (Lam. ex Dubois) Isov.	X	X		3 +	commonly found
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	X	0		3 ++	
<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F.Weber & D. Mohr	0	X			commonly found
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr. var. <i>sciuroides</i>	X	X			
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	X	X			
<i>Orthotrichum</i> sp.	X	0			
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	0	X		3 ++	
<i>Pulvigerella lyellii</i> (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra (<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Taylor)	0	X			commonly found
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	X	X			commonly found
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Nieuwl.	0	X		3 +	commonly found
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	0	X		3 +	
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	X	X			
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz	X	0			only found

Tableau 8. Distribution d'espèces indicatrices de vieille forêt ou de maturité à Betchat.

IV Conclusions

L'étude de deux placettes permanentes dans la commune de Betchat a permis de dresser une liste de 26 taxons comprenant des épiphytes, de bois mort et de sol. La majorité correspond à des mousses, avec seulement 4 hépatiques.

Parmi eux, 21 ont été trouvés comme épiphytes, sur les bases ou bien sur les troncs des arbres. Le chêne sessile est l'essence forestière qui maintient le plus grand nombre de bryophytes, mais il faut noter qu'elle est aussi la majoritaire.

Des différences entre les placettes ont été observées, la placette 2 (Est) étant la plus riche en espèces de bryophytes (19 contre 16 pour la placette 1), avec des recouvrements de bryophytes plus importants.

Seules deux bryophytes sont abondantes globalement: *Hypnum cupressiforme* var. *filiforme* et *Isothecium alopecuroides*.

Il existe également des différences entre les placettes en ce qui concerne les épiphytes, la placette 2 (Est) étant encore la plus riche en espèces (17 contre 12 pour la placette 1). Plus précisément, seule une minorité d'épiphytes (8 sur 21 au total) a été trouvée sur les deux placettes, renforçant l'hétérogénéité de ces deux placettes.

Le bois mort n'est pas très abondant, et il est également dominé par des espèces à caractère opportuniste, capables de se développer dans une large gamme de substrats. Aucune espèce lignicole stricte (considéré comme un indicateur de la maturité de la forêt) n'a été détectée.

Les bryophytes du sol sont rares, seulement cinq au total, et parmi celles-ci, trois espèces sont terricoles inféodées aux sols ouverts et perturbés, ce qui peut indiquer un faible degré de maturité.

Aucune des espèces détectées ne bénéficie d'un statut de protection juridique et ne figure sur les listes de bryophytes déterminantes des ZNIEFF. En ce qui concerne la liste rouge des bryophytes de l'ancienne région Midi-Pyrénées, seul *Homalia trichomanoides* (placette 2), est inscrite dans la catégorie NT, « Quasi Menacée ».

Selon la liste de Rose (1992)⁶ pour l'Angleterre, dix espèces peuvent être considérées comme indicatives ou typiques des forêts anciennes et matures ; selon les listes disponibles localement (Infante Sánchez 2011, 2019)⁷, dix espèces (ne coïncidant pas pour la plupart avec celles de Rose (1992)) peuvent être considérées comme un indicateur potentiel. Cependant dans les deux cas, c'est la placette 2 qui compte le plus grand nombre d'espèces indicatrices, ce qui renforce l'impression de la plus grande maturité de cette placette.

En résumé, selon leur bryoflore, les deux placettes présentent un manque de maturité, en particulier pour les bryophytes du bois mort et du sol ; et pour les bryophytes épiphytes, un meilleur état et une maturité plus élevée sont indiqués dans la placette 2 (Est).

Les inventaires réalisés sur les arbres et les pièces de bois mort donnent une description de l'état actuel des placettes et constituent une base qui pourra être réexaminée à l'avenir pour évaluer l'évolution des deux placettes au sein du Parc Régional des Pyrénées Ariégeoises.

V Annexes

Sont fournis sous forme de fichier Excel séparé les résultats des relevés détaillés des bryophytes épiphytes et terricoles : 2019_Marteloscope_Bryophytes_CBNPMP_Annexe.xls

⁶ Rose (1992), *loc. cit.*

⁷ INFANTE SANCHEZ (2011, 2019), *loc. cit.*

CHAPITRE II : LICHENS

I. Méthodologie

I.1. Prospections

Une journée de prospection lichénologique a été réalisée sur les deux placettes du Marteloscope. Les lichens et les communautés lichéniques ont été recherchés par cheminement en zigzag longitudinalement aux deux placettes. Des prélèvements raisonnés d'espèces ont été réalisés et insérés dans des enveloppes papiers sur lesquelles sont indiquées toutes les caractéristiques locales de la niche écologique. Pour optimiser les résultats, le choix des niches écologiques est fait selon leur diversité afin de multiplier le nombre d'espèces potentielles tout en conservant l'homogénéité écologique du site. Les lichens saxicoles et terricoles sont absents sur les deux placettes. de fait seuls les lichens corticoles ou lignicoles ont été étudiés. Au laboratoire tous les échantillons collectés sont étudiés sous la loupe binoculaire et le microscope pour observer les éléments nécessaires à la détermination des taxons. Des réactions colorées habituellement utilisées en lichénologie ont également été réalisées.

I.2. Champ taxonomique d'étude

Tous les cryptogames présents sur les échantillons récoltés et examinés sous la loupe binoculaire ont été étudiés. Ce travail permet donc de déterminer les lichens, les champignons lichénicoles et ceux des ascomycètes non lichénisés habituellement étudiés par les lichénologues. Les autres cryptogames tels que les bryophytes (présent travail) et les algues n'ont pas été déterminés.

I.3. Détermination, herbier, banque d'images

Les échantillons déterminés sont conservés dans les enveloppes de récoltes avant leur intégration potentielle dans l'herbier de Coste. Quelques clichés ont été pris sur les sites afin d'illustrer la station écologique, les photos apparaissent dans le présent rapport.

I.4. Données brutes et évaluation patrimoniale

Les données recueillies au cours de ce travail seront saisies dans la base de données du Conservatoire Botanique National des Pyrénées. L'évaluation patrimoniale des taxons observés est réalisée avec le Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine⁸.

⁸ Roux C. *et al.* 2017 — Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine. 2e édition revue et augmentée. Association française de lichénologie, 1581 p.

II. Résultats

II.1 Aspect de la végétation lichénique

La végétation lichénique des deux placettes est très homogène. Les lichens des roches, des sols étant inexistant, seuls les lichens corticoles ont été étudiés. Trois aspects de cette végétation lichénique : la végétation lichénique des écorces rugueuses et crevassées (y compris les branches de faible diamètre), celle des écorces lisses et enfin celle des troncs morts +/- décortiqués.

II.1.a Végétation des écorces rugueuses

Deux types de végétation lichénique observés : groupements photophiles et groupements sciaphiles.

Groupements photophiles : tous les troncs d'arbres des placettes

Tous les troncs +/- rugueux des deux placettes sont colonisés par les taxons appartenant à l'ordre des *Hypogymnietalia physodo-tubulosae* Barkman 1958 dont deux communautés peuvent être observées. Le *Flavoparmelieta-Parmotremetum perlatae* Delzenne et Géhu 1977 (**Fig. 1**) fréquent à l'étage collinéen +/- chaud (limite de l'étage planitiaire avec une température moyenne annuelle de 11.8°C) sur les parties sèches des troncs et l'*Hypotrachinetum afroevoluto-Parmotremetum perlatae* Delzenne et Géhu 1977 sur les parties plus humides des troncs. *Flavoparmelia caperata* et *Parmotrema perlata* sont les plus représentatifs des placettes ; *F. caperata* disparaît au profit de *Hypotrachyna afroevoluta* lorsque l'humidité augmente (très localisée sur les placettes). Lorsque les apports en substances azotées sont plus importantes les troncs peuvent être colonisés par le *Chrysotrichetum candelaris* Mattick 1937 (**Fig. 2**) ou le *Lecanoretum conizaeoidis* Barkman 1958 si le niveau de nitrification est élevé.

Sur les branches de faible diamètre (inf. à 10 cm) on retrouve toutes les espèces citées précédemment auxquelles il faut ajouter des taxons nettement nitrophiles tels que *Xanthoria parietina*, des taxons très fréquents partout en France comme *Evernia prunastri*, *Hypogymnia sulcata*, *H. physodes* et bien évidemment *Flavoparmelia caperata* et *Parmotrema perlata*.

Groupements sciaphiles : localisés à la base des troncs, aux conditions écologiques sévères en termes de luminosité.

Tous les taxons observés sont à ranger dans la classe des *Opegraphetea vulgatae* Bricaud 1996 (**Fig. 3**) tels que *Opegrapha vulgata*, *Porina aenea*, *Opegrapha varia*, *Dendrographa decolorans*, *Bacidina phacodes* pour les principaux. Une seule communauté a été clairement observée c'est l'*Acrocordietum gemmatae* Barkman 1958 (**Fig. 4**) dont *Acrocordia gemmata* est le plus représentatif avec *Bacidia rubella*.

II.1.b Végétation des écorces lisses

Les écorces lisses sont colonisées de manière très fragmentaire par des taxons +/- sciaphiles appartenant au *Graphidion scriptae* Oschner 1928. La communauté présente partout sur les deux placettes correspond au *Graphidetum scriptae* Oschner 1928 très appauvri du fait du manque de maturité des arbres. Plus sciaphiles encore et tout aussi localisé le site héberge un peuplement à *Arthonia spadicea* très appauvri ainsi qu'à la base des troncs l'*Opegraphetum rufescentis* Klement 1955. Les taxons sont de fait les plus représentatifs sont *Graphis scripta*, *Arthonia radiata*, *Opegrapha rufescens*, *Arthonia spadicea*, *Arthonia atra*.

II.1.c Les lichens des troncs morts décortiqués

Plusieurs aspects de la végétation cryptogamique peuvent être observés : dominance d'ascomycètes libres non lichénisés, des groupements de lichens soit très en croûtes soit sous forme de thalles complexes tel que le genre *Cladonia*. Il convient de noter que les communautés lichéniques des troncs rugueux et photophiles (*Flavoparmelieta-Parmotremetum perlatae* (**Fig. 5**) entre autre) peuvent envahir les groupements lignicoles grâce à leur importante capacité de dispersion. On notera par ailleurs la présence sur les troncs morts et décortiqués d'*Usnea glabrescens*.

- **Ascomycètes non lichénisés** observation d'importants peuplements à *Hysterium* : *H. pulicare*, *H. angustatum*, *Oedohytrium insidens*, *Hysterobrevium smilacis* (**Fig. 6**).

- **Lichens à thalle crustacé** uniquement représenté par *Trapeliopsis flexuosa*.

- **Lichens à thalle complexe** principalement des lichens du genre *Cladonia* (**Fig. 7**) : *Cladonia squamosa*, *C. coniocraea*, *C. macilenta*, *C. pyxidata*, *C. ramulosa*, *C. parasitica* et de nombreuses squamules stériles indéterminées et P+ (rouge).

II.2 La flore lichénique

La liste des espèces présentée ci-dessous correspond aux taxons collectés et déterminés en laboratoire ainsi que ceux facilement déterminables sur le terrain. Les espèces précédées d'un astérisque correspondent aux champignons lichénicoles.

Acrocordia gemmata (Ach.) A. Massal.
Alyxoria lichenoides (Pers.) Cl. Roux morpho. *lichenoides*
Alyxoria varia (Pers.) Ertz et Tehler
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins et Scheid.
Arthonia atra (Pers.) A. Schneid.
Arthonia radiata (Pers.) Ach.
Arthonia spadicea Leight.
Arthopyrenia cerasi (Schrad.) A. Massal.
Bacidia rubella (Hoffm.) A. Massal.
Bacidina phacodes (Körb.) Vězda
Buellia disciformis (Fr.) Mudd f. *disciformis*
Caloplaca ferruginea (Huds.) Th. Fr.
Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schuler
Chrysothrix candelaris (L.) J. R. Laundon
Cladonia chlorophaea (Flörke ex Sommerf.) Spreng.
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.
Cladonia macilenta Hoffm. chémomorfo. *macilenta*
Cladonia parasitica (Hoffm.) Hoffm.
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.
Cladonia ramulosa (With.) J. R. Laundon
Cladonia squamosa Hoffm. var. *squamosa*
Cladonia subulata (L.) F. H. Wigg. chémomorfo. *subulata*
Cladonia verticillata (Hoffm.) Schaer.
Coenogonium pineti (Schrad. ex Ach.) Lücking et Lumbsch
Dendrographa decolorans (Turner et Borrer ex Sm.) Ertz et Tehler morpho. *decolorans*
Evernia prunastri (L.) Ach. chémo. *prunastri*
Flavoparmelia caperata (L.) Hale
Graphis scripta (L.) Ach.
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.
Hypotrachyna afrorevoluta (Krog et Swinscow) Krog et Swinscow
Lecanora chlarotera Nyl. subsp. *chlarotera* f. *chlarotera*
Lecanora conizaeoides Nyl. ex Cromb. morpho. *conizaeoides*
Lecanora strobilina (Spreng.) Kieff.
Lecanora symmicta (Ach.) Ach.
Lecidella elaeochroma (Ach.) M. Choisy chémomorfo. *elaeochroma*
Lepra albescens (Huds.) Hafellner morpho. *albescens*
Lepra amara (Ach.) Hafellner var. *amara*
Lepraria incana (L.) Ach.
**Lichenonium lecanorae* (Jaap) D. Hawksw.
Melanelixia fuliginosa (Fr. ex Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw.
Melanelixia subaurifera (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. et Lumbsch
Micarea elachista (Körb.) Coppins et R. Sant.
Opegrapha niveoatra (Borrer) J. R. Laundon

Opegrapha vulgata (Ach.) Ach.
Parmelia saxatilis (L.) Ach. s. l.
Parmelia sulcata Taylor s. l.
Parmelina pastillifera (Harm.) Hale
Parmotrema arnoldii (Du Rietz) Hale
Parmotrema perlatum (Huds.) M. Choisy
Pertusaria leioplaca DC.
Pertusaria pertusa (Weigel) Tuck.
Phaeophyscia hirsuta (Mereschk.) Essl.
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg
Physcia adscendens H. Olivier
Physcia clementei (Turner) Lyngbe
Physcia leptalea (Ach.) DC.
Physcia tenella (Scop.) DC.
Physconia distorta (With.) J. R. Laundon var. *distorta*
Porina aenea (Wallr.) Zahlbr.
**Pronectria oligospora* subsp. *octospora* (Etayo) Cl. Roux
Punctelia jeckeri (Roum.) Kalb
Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog
Ramalina farinacea (L.) Ach. chémomorpho. *farinacea*
Ramalina lacera (With.) J. R. Laundon
Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins et P. James
Usnea glabrescens (Nyl. ex Vain.) Vain. ex Räsänen var. *glabrescens*
**Vouauxiella lichenicola* (Linds.) Petr. et Syd.
Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr.
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. subsp. *parietina*
Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Rieber

III. Interprétations

De toute évidence les deux placettes sont très similaires pour ce qui est de la flore et de la végétation lichéniques, si bien que la liste des taxons présentée ci-dessus intègre les deux zones d'études. Cette végétation observée est très classique à cet étage bioclimatique et au peuplement forestier de ce type. Il convient de noter que la végétation lichénique est bien présente et diversifiée mais très peu mature. Cependant les taxons polluotolérants-envahissants sont inexistant ce qui laisse penser à une dynamique favorable pour les communautés lichéniques qui pourront se spécialiser, sachant par ailleurs qu'une végétation lichénique développée et mature est parfaitement corrélée avec une biodiversité élevée.

Du point de vue floristique le nombre de taxons observé dans ce travail est relativement faible. Ce qui est tout à fait normal dans la mesure où il n'existe sur les deux placettes que les lichens corticoles situés dans des conditions écologiques très homogènes. De manière générale l'absence de lichens saxicoles calcifuges ou calcicoles, muscicoles, terricoles, follicoles, le manque de diversité des niches écologiques favorables à la diversité lichénique et enfin le manque de naturalité et de maturité des deux placettes sont les facteurs limitant considérablement le catalogue des lichens des deux sites. Des prospections supplémentaires pourraient être organisées afin de compléter cette liste.



Fig. 1 - Le *Flavoparmelieto-Parmotremetum perlatae* Delzenne et Géhu 1977.



Fig. 2 - Le *Chrysochlorium candelaris* Mattick 1937



Fig. 3 - *Opegraphetea vulgatae* Bricaud 1996



Fig. 4 - *Acrocordietum gemmatae* Barkman 1958



Fig. 5 - Le *Flavoparmelieto-Parmotremetum perlatae* sur tronc d'arbre mort.



Fig. 6 - Exemple de groupements à *Hysterium*.



Fig. 7 - Exemple de groupements lignicoles à *Cladonia*.

CHAPITRE III : CHAMPIGNONS

I. Méthodologie

I.1. Prospections

Deux passages sur le terrain avaient été envisagés pour ce travail, mais les conditions météorologiques ont contraint un seul passage. En effet, le sol est resté très sec jusque fin octobre et le froid est arrivé vers mi-novembre, ce qui a laissé une fenêtre temporelle pour la poussée des champignons assez étroite.

Les placettes ont été toutes les deux prospectées le 12 novembre 2019. Elles ont bénéficié chacune d'une prospection intensive menée à deux (Gilles Corriol & Laure Sirère), 3 heures durant. Cette prospection a consisté à parcourir les placettes dans leur longueur sous forme d'aller-retour sur des bandes parallèles d'un bout à l'autre de façon à les couvrir intégralement. Les carpophores de champignons ont été recherché au sol, dans la litière, sur et sous les fragments de bois mort au sol et sur les écorces des arbres vivants.

La quantité de récoltes effectuées a été importante et a mobilisé tous le temps initialement prévu pour la détermination au laboratoire.

Il est à noter toutefois que les espèces précoces dont l'optimum phénologique se situe en en été ou début d'automne, notamment mycorhiziques, dont la placette bénéficie probablement d'une bonne potentialité, n'ont pas pu être observées cette année 2019.

I.2. Champ taxonomique d'étude

L'étude a porté principalement sur tous les champignons détectés sur le terrain, mais les litières n'ont pas fait l'objet d'un examen minutieux de détection des micro-ascomycètes. Un tel inventaire demanderait un effort de prospection et de détermination bien plus considérable.

En revanche, tous les Basidiomycètes et Ascomycètes non lichens⁹ détectés ont été prélevés pour identification.

I.3. Détermination, herbier, banque d'images

La détermination des espèces a été réalisée en partie sur le terrain et en partie au laboratoire, avec un microscope équipé d'un objectif à immersion, des réactifs macro- et microchimiques nécessaires et une large littérature spécialisée.

Les récoltes intéressantes et/ou problématiques disponibles en quantité et en qualité suffisantes ont été mises en herbier pour constitution d'une collection de référence. Pour cela les échantillons ont été lentement séchés à 35°C à l'aide d'un dessiccateur puis aussitôt placés en sachets hermétiques. Ils sont ensuite congelés avant d'être déposés à l'herbier BBF au CBNPMP. Les références des échantillons figurent dans les résultats.

Des photographies numériques ont été réalisées, principalement pour quelques espèces complexes, à des fins de détermination et d'archivage.

I.4. Données brutes et évaluation patrimoniale

L'ensemble des données produites a été saisi et cartographié dans la base de données du CBNPMP.

L'évaluation patrimoniale des taxons rencontrés s'appuie sur le travail d'état des lieux mené par le CBNPMP depuis 2003 et qui a abouti en 2014 à la publication de la liste rouge des champignons menacés en Midi-Pyrénées¹⁰. La base de données du CBNPMP, ainsi que notre expertise, ont permis de compléter cette évaluation.

⁹ Voir chapitre II de cette étude pour l'inventaire des Ascolichens.

¹⁰ CORRIOL G. (coord.) 2014 — Liste rouge des champignons de Midi-Pyrénées. *Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées*, 20 p. <http://cbtnpmp.blogspot.com/2015/11/liste-rouge-champignons-midi-pyrenees.html>

II. Résultats

II.1. Inventaire des espèces observées par compartiment écologique

Le catalogue des 123 espèces observées ci-dessous est trié selon le type nutritif des espèces et donc selon leur rôle écologique dans l'écosystème forestier.

Les types retenus sont les suivants :

- symbiotiques par voie d'ectomycorhize (ecmyc, avec une indication du taxon hôte) ;
- saprotrophe de litière (sapr litière) ;
- saprotrophe humicoles (sapr humicoles) ;
- saprotrophes lignicoles (sapr lignicoles) ;
- saprotrophes corticoles (sapr corticoles)
- parasite (par myco, une seule espèce, parasite de champignon).

Dans le même tableau sont indiqués les statuts au regard de la liste rouge des espèces menacées de champignons de Midi-Pyrénées (DD = données insuffisantes ; NT = proche des critères de menace). « New » indique dans cette colonne que les espèces en question n'ont pas été évaluées, généralement du fait que leur présence dans la région était inconnue en 2014 à l'époque de la réalisation de la liste rouge¹¹. En dernière colonne, on trouvera le numéro d'herbier des récoltes conservées.

Nom des taxons	Placette 1	placette 2	Statut trophique	Statut LR MP	N°herbier
<i>Amanita pantherina</i> (de Candolle : Fr.) Krombholz f. <i>pantherina</i>	X	X	ecmyc Fagaceae		GC19111215
<i>Clitopilus prunulus</i> (Scop. : Fr.) Kummer	X	X	ecmyc large		
<i>Cortinarius lebretonii</i> Quélet	X	X	ecmyc Fagaceae		
<i>Hebeloma sacchariolens</i> Quélet	X	X	ecmyc large		
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet ex Fr.) Gillet	X	X	ecmyc Fagaceae		GC19111216
<i>Hygrophorus discoxanthus</i> (Fr.) Rea	X	X	ecmyc Fagaceae		
<i>Laccaria affinis</i> (Singer) M. Bon	X	X	ecmyc large		
<i>Laccaria amethystina</i> (Hudson ? Kummer) Cooke	X	X	ecmyc large		
<i>Megacollybia platyphylla</i> (Pers. : Fr.) Kotlaba & Pouzar	X	X	sapr humicole		
<i>Mycena pura</i> (Pers. : Fr.) Kummer	X	X	sapr humicole		
<i>Clitocybe metachroa</i> (Fr. : Fr.) Kummer	X	X	sapr litière		
<i>Collybia butyracea</i> (Bull. : Fr.) Kummer	X	X	sapr litière		
<i>Marasmiellus ramealis</i> (Bull. : Fr.) Singer	X	X	sapr litière		
<i>Marasmius epiphyllodes</i> (Rea) Saccardo & Trotter	X	X	sapr litière		
<i>Marasmius hudsonii</i> (Pers. : Fr.) Fr.	X	X	sapr litière		
<i>Mycena vitilis</i> (Fr.) Quélet	X	X	sapr litière		
<i>Botryobasidium asperulum</i> (D.P. Rogers) Boidin	X	X	sapr lignicole	DD	GC19111230 GC19111234
<i>Daedaleopsis tricolor</i> (Bull. : Fr.) Bondarzew & Singer	X	X	sapr lignicole		
<i>Dasyscyphella nivea</i> (R. Hedwig) Raitviir	X	X	sapr lignicole		
<i>Exidia truncata</i> Fr. : Fr.	X	X	sapr lignicole		
<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (Dicks. : Fr.) Lévillé	X	X	sapr lignicole		

¹¹ CORRIOL G., HANNOIRE C., & HAMDI E. 2014 – Réalisation de la liste rouge d'espèces menacées de champignons en Midi-Pyrénées selon la méthodologie UICN – Rapport final. Conservatoire botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées, 212 p.

	Placette 1	placette 2	Statut trophique	Statut LR MP	N°herbier
Nom des taxons					
Hypholoma fasciculare (Huds. : Fr.) Kummer	X	X	sapr lignicole		
Mycena haematopus (Pers. : Fr.) Kummer	X	X	sapr lignicole		
Mycena inclinata (Fr.) Quélet	X	X	sapr lignicole		
Panellus stipticus (Bull. : Fr.) P. Karsten	X	X	sapr lignicole		
Peniophora quercina (Pers. : Fr.) Cooke	X	X	sapr lignicole		GC19111236
Stereum hirsutum (Willdenow : Fr.) S.F. Gray	X	X	sapr lignicole		
Stereum ochraceoflavum (Schw.) J.B. Ellis	X	X	sapr lignicole		
Trametes versicolor (L. : Fr.) Lloyd	X	X	sapr lignicole		
Cortinarius dionysae R. Henry	X		ecmyc Fagaceae		GC19111222
Cortinarius olivaceofuscus Kühner	X		ecmyc Carpinus	DD	GC19111209
Cortinarius Sect. Biforme	X		ecmyc Fagaceae	New	GC19111202
Cortinarius Sect. Duracini	X		ecmyc Fagaceae	New	GC19111201
Cortinarius trivialis f. fuscus (Gillet) Rob. Henry	X		ecmyc Fagaceae		GC19111221
Entoloma nidorosum (Fr.) Quélet	X		ecmyc large		
Hebeloma pseudofragilipes Beker, Vesterh. & U. Eberh	X		ecmyc large	New	GC19111226
Hebeloma radicosum (Bull. : Fr.) Ricken	X		ecmyc Fagaceae		
Inocybe griseolilacina J.E. Lange	X		ecmyc large		
Lactarius azonites (Bull.) Fr.	X		ecmyc Fagaceae		
Lactarius quietus (Fr. : Fr.) Fr.	X		ecmyc Quercus		
Russula atropurpurea (Krombholz) Britzelmayer	X		ecmyc Fagaceae		
Russula chloroides var. trachyspora (Romagnesi) Sarnari	X		ecmyc Fagaceae		
Russula graveolens var. megacantha (Romagnesi) ex M. Bon	X		ecmyc Fagaceae	New	GC19111224
Russula purpurea Gillet	X		ecmyc Fagaceae	New	GC19111225
Tricholoma acerbum (Bull. : Fr.) Quélet	X		ecmyc Fagaceae		
Tricholoma ustaloides Romagnesi ex Romagnesi	X		ecmyc Fagaceae		
Entoloma atlanticum Tassi	X		sapr humicole	DD	GC19111208
Lycoperdon perlatum Pers. : Pers.	X		sapr humicole		
Macrolepiota fuliginosa (Barla) M. Bon	X		sapr humicole		
Macrolepiota mastoidea (Fr. : Fr.) Singer	X		sapr humicole		
Tephrocybe rancida (Fr. : Fr.) Donk	X		sapr humicole		
Tricharina fibrillosa (Currey) Chin S. Yang & Korf	X		sapr humicole	DD	GC19111212
Mycena filopes (Bull. : Fr.) Kummer	X		sapr litière		
Rutstroemia sydowiana (Rehm) W.L. White	X		sapr litière	New	GC19111211
Botryobasidium laeve (J. Eriksson) Parmasto	X		sapr lignicole		GC19111228
Calocera cornea (Batsch : Fr.) Fr.	X		sapr lignicole		
Diatrypella quercina (Persoon) Cooke	X		sapr lignicole		GC19111210
Ditiola peziziformis (Léveillé) Reid	X		sapr lignicole		GC19111223
Elaphocephala iocularis Pouzar	X		sapr lignicole	New	GC19111231
Endoperplexa septocystidita (Hauerslev) P. Roberts	X		sapr lignicole	New	GC19111231
Exidia recisa (Ditmar : Fr.) Fr.	X		sapr lignicole		
Gloeoporus dichrous (Fr. : Fr.) Bresadola	X		sapr lignicole	DD	GC19111227

	Placette 1	placette 2	Statut trophique	Statut LR MP	N°herbier
Nom des taxons					
Microsebacina fugacissima (Bourdot & Galzin) P. Roberts	X		sapr lignicole	DD	GC19111231
Mycena epipterygia (Scop. : Fr.) S.F. Gray	X		sapr lignicole		
Mycena polygramma (Bull. : Fr.) S.F. Gray	X		sapr lignicole		
Phlebia fuscoatra (Fr. : Fr.) K.K. Nakasone	X		sapr lignicole		GC19111229
Phlebia merismoides (Fr. : Fr.) Fr.	X		sapr lignicole		
Phlebia rufa (Pers. : Fr.) M.P. Christiansen	X		sapr lignicole		
Phlebia tremellosa (Schrad. : Fr.) K.K. Nakasone & H.H. Burdsall	X		sapr lignicole		
Phlebiella vaga (Fr. : Fr.) P. Karsten	X		sapr lignicole		
Phyllotopsis nidulans (Pers. : Fr.) Singer	X		sapr lignicole		
Plicaturopsis crispa (Pers. : Fr.) D.A. Reid	X		sapr lignicole		
Ramaria stricta (Pers. : Fr.) Quélet	X		sapr lignicole		
Steccherinum ochraceum (Pers. ex J.F. Gmel.) Gray	X		sapr lignicole		
Tremella mesenterica Retz. : Fr.	X		parasit myco		
Boletus impolitus Fr.		X	ecmyc Fagaceae		
Clavulina coralloides (L. : Fr.) J. Schröter		X	ecmyc large		
Cortinarius Sect. Glaucopodes		X	ecmyc Fagaceae	New	GC19111203
Cortinarius cf. castaneoides Peck		X	ecmyc Fagaceae	New	GC19111207
Cortinarius fulvoflocosus Bidaud & Reumaux prov.		X	ecmyc Fagaceae	New	GC19111206
Cortinarius infractus (Pers. : Fr.) Fr.		X	ecmyc Fagaceae		
Cortinarius rufoolivaceus (Pers. : Fr.) Fr.		X	ecmyc Fagaceae		
Hebeloma theobrominum Quadraccia		X	ecmyc large	DD	GC19111204
Helvella crispa (Scopoli) Fries		X	ecmyc Fagaceae		
Inocybe personata Kühner		X	ecmyc large	DD	GC19111219
Inocybe petiginosa (Fr. : Fr.) Gillet		X	ecmyc large		
Lactarius blennius (Fr. : Fr.) Fr.		X	ecmyc Fagus		
Lactarius pallidus Pers. : Fr.		X	ecmyc Fagus		
Russula urens Romell ex Singer		X	ecmyc Carpinus	NT	GC19111213
Tricholoma squarrulosum Bresadola		X	ecmyc Fagaceae		GC19111214
Tricholoma ustale (Fr. : Fr.) Kummer		X	ecmyc Fagaceae		
Lepiota subgracilis Kühner ex Wasser		X	sapr humicole		
Lycoperdon molle Pers. : Pers.		X	sapr humicole		
Melanoleuca polioleuca (Fr. : Fr.) Kühner & R. Maire		X	sapr humicole		
Mycena diosma Krieglsteiner & Schwöbel		X	sapr humicole		
Mycena galopus (Pers. : Fr.) Kummer		X	sapr humicole		
Pholiotina aeruginosa (Romagnesi) Moser ex M. Bon		X	sapr humicole	NT	
Rhodocybe gemina f. subvermicularis (R. Maire) M. Bon		X	sapr humicole		GC19111213
Stropharia caerulea Kreisel		X	sapr humicole		
Collybia peronata (Bolt. : Fr.) Kummer		X	sapr litière		
Macrotyphula juncea (Alb. & Schw. : Fr.) Berthier		X	sapr litière	DD	
Marasmius rotula (Scop. : Fr.) Fr.		X	sapr litière		
Mycena speirea (Fr. : Fr.) Gillet		X	sapr litière		

	Placette 1	placette 2	Statut trophique	Statut LR MP	N°herbier
Nom des taxons					
Roridomyces roridus (Scop. : Fr.) Rexer		X	sapr litière		
Setulipes quercophilus (Pouzar) Antonín		X	sapr litière		
Tubaria conspersa (Pers. : Fr.) Fayod		X	sapr litière		
Hemimycena cephalotricha (Josserand) Singer		X	sapr corticole	DD	GC19111205
Mycena meliigena (Berk. & Cooke) Saccardo		X	sapr corticole		
Rimbachia neckerae (Fr.) Redhead		X	sapr corticole	New	GC19111220
Antrodia malicola (Berk. & Curt.) Donk		X	sapr lignicole		GC19111235
Ascocoryne cylichnium (Tulasne) Korf		X	sapr lignicole		
Bjerkandera adusta (Willdenow : Fr.) P. Karsten		X	sapr lignicole		
Chlorociboria aeruginascens (Nylander) Kanouse ex C.S. Ramamurthi, Korf & L.R. Batra		X	sapr lignicole		
Coniophora puteana (Schum. : Fr.) P. Karsten		X	sapr lignicole		
Crepidotus cesatii (Rabenhorst) Saccardo		X	sapr lignicole		
Crepidotus mollis (J.C. Sch. : Fr.) Kummer		X	sapr lignicole		
Galerina autumnalis (Peck) A.H. Smith & Singer		X	sapr lignicole		
Guepiniopsis buccina (Pers. : Fr.) Kennedy		X	sapr lignicole		
Mycena abramsii (Murrill) Murrill		X	sapr lignicole		GC19111217
Mycena galericulata (Scop. : Fr.) S.F. Gray		X	sapr lignicole		
Schizopora paradoxa (Schrad. : Fr.) Donk		X	sapr lignicole		
Stereum subtomentosum Pouzar		X	sapr lignicole		
Xenasma pruinatum (Patouillard) Donk		X	sapr lignicole	DD	GC19111233

II.2. Répartition des effectifs par placette

	Placette 1	Placette 2	Cumul des deux	En commun aux deux placettes	Exclusivement vu sur Placette 1	Exclusivement vu sur Placette 2
Nb total d'espèces inventoriées	75	77	123	29	46	48
En pourcentage du total	61%	63%	100%	24%	37%	39%
Nb d'espèces ectomycorhiziques	25	24	41	8	17	16
Nb d'espèces saprotrophes de litière	8	13	15	6	2	7
Nb d'espèces saprotrophes humicoles	8	10	16	2	6	8
Nb d'espèces saprotrophes lignicoles	32	27	47	13	20	14
Nb d'espèces saprotrophes corticoles	0	3	3	0	0	3
Nb d'espèces parasites	1	0	1	0	1	0
Ratio mycorhiziques / saprotrophes sol	1,56	1,04	1,32			

III. Interprétations

III.1. Echantillonnage

Au préalable à l'interprétation des résultats, il faut s'interroger sur la qualité de l'échantillonnage.

En valeur absolue, il est certain que le nombre d'espèces observées ne représente qu'une faible proportion de l'inventaire réel des champignons présents sur les placettes. Un tel résultat est inévitable sur la base d'une seule date de prospection sur une seule année. En écosystème forestier tempéré, on évalue, pour une interprétation approfondie, la nécessité d'inventaires répartis sur trois années avec quatre passages à des dates différentes chaque année¹².

Compte-tenu de la proximité stationnelle et des peuplements forestiers comparables, sur les deux placettes ; on peut s'appuyer sur le double échantillonnage effectué à la même date pour évaluer la représentativité de l'inventaire. En effet, 24% des espèces inventoriées ont été observées simultanément sur les deux placettes ce qui n'est pas négligeable et présume d'une poussée satisfaisante à la date de l'observation. L'indice de représentativité calculé selon la formule proposée par Moreau¹³ en considérant l'inventaire des deux placettes comme deux inventaires différents sur le même site donne $I_r = 1 - (\text{nb d'espèces observées une seule fois} / \text{nb d'espèces total}) = 1 - 29/123 = 0,76$, soit un score élevé. Il faut relativiser toutefois compte-tenu du faible nombre de relevés (2) et de l'unique date d'observation correspondant à une phénologie tardi-automnale.

Evaluation de la qualité de l'inventaire :

Inconnu	non significatif	partiel superficiel	partiel interprétable	poussé	très poussé
---------	------------------	---------------------	-----------------------	--------	-------------

III.2. Analyse écologique et mycocoenologique

Les limites de l'échantillonnage étant posées, on peut tenter une interprétation écologique des données disponibles et quelques extrapolations.

Pour ce faire, il est important de considérer un certain nombre d'éléments des stations étudiées. Tout d'abord, la composition en espèces ectomycorhizogènes. Celles repérées, dans l'ordre décroissant de représentation sur les placettes sont : *Quercus (petraea + robur)*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus* (ce dernier intéressant, car en limite sud de son aire de répartition). Les champignons mycorhiziques potentiellement présents sont soit des espèces liées spécifiquement ou préférentiellement au hêtre (ex : *Lactarius pallidus*), soit spécifiquement aux chênes (ex : *Lactarius quietus*), soit au Fagaceae (ex : *Hebeloma sinapizans*), soit au charme (ex : *Cortinarius olivaceofuscus*), soit au noisetier (aucune observée), ou encore à large spectre (ex : *Clitopilus prunulus*).

Ensuite, il faut considérer les caractéristiques stationnelles du site. Ici, les substrats de nature alcaline, la forte activité biologique du sol et une relative thermophilie liée à la latitude, à la faible altitude et à la capacité calorifique de la roche-mère carbonatée, sont autant de facteurs favorables à la diversification des espèces, particulièrement mycorhiziques, mais également saprotrophes terricoles (humus et litière).

Un autre facteur à considérer est l'ancienneté de l'état boisé qui joue sur la continuité de la dynamique des populations et communautés fongiques. La forêt concernée se trouve au cœur du « Bois de Betchat » figurant déjà sur la carte de Cassini et peut donc être considérée comme ancienne.

Enfin, les caractéristiques structurelles du peuplement forestier, notamment l'âge et la taille des arbres, la représentation des dendromicrohabitats, ainsi que la quantité et la qualité du bois mort

¹² MOREAU P.-A., DAILLANT O., CORRIOL G., GUEIDAN C. & COURTECUISSÉ R. 2002 — RENECOFOR - Inventaire des champignons supérieurs et des lichens sur 12 placettes du réseau et dans un site atelier de l'INRA/GIP ECOFOR - Résultats d'un projet pilote (1996-1998). Éditions Office national des forêts, Département recherche et développement, 142 p

¹³ MOREAU P.-A. 2002. — Analyse écologique et patrimoniales des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord. Thèse Univ. De Savoie.

sont des paramètres importants pour l'établissement des communautés de champignons, notamment lignicoles et sapro-humicoles.

Le cortège d'espèces mycorhiziques observé est taxonomiquement diversifié, avec une bonne diversité générique : *Amanita*, *Boletus*, *Clavulina*, *Clitopilus*, *Cortinarius*, *Helvella*, *Entoloma*, *Hebeloma*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Russula*, *Tricholoma*. Il accueille tant des espèces classiques à large spectre écologique (ex : *Lactarius pallidus*, *Hebeloma sacchariolens*, *Helvella crispa* ...), que des espèces à exigence écologiques plus étroites (*Cortinarius dionysae*, *C. fulvofloccosus*, *C. olivaceofuscus*, *Russula urens*, *Tricholoma acerbum*, *T. squarrulosum*, *T. ustaloides*...). En sus, il est notable d'observer un nombre conséquent d'espèces beaucoup plus rares ou méconnues (dans le genre *Cortinarius*). Tous ces éléments suggèrent une riche communauté fongique ectomycorhizique, dont il est probable que nous n'ayons détecté qu'un échantillon, que l'on peut mettre en relation avec des peuplements forestiers naturels à composition dendrologique complète pour la station forestière, avec le sol riche en base, le climat doux et enfin l'ancienneté de l'état boisé. On peut en particulier mettre en relation avec ce dernier paramètre la diversification du genre *Cortinarius*, en particulier sous-genre *Phlegmacium* (*C. dionysae*, *C. rufolivaceus* et *Cortinarius* sect. *Glaucopodes*). La diversification du genre *Russula* et la présence de taxons peu fréquentes (*Russula graveolens* var. *megacantha*, *R. purpurea*, *R. urens*) va également dans ce sens, tout en notant que ce genre étant globalement de phénologie précoce, il est probablement particulièrement sous-échantillonné ici. L'habitat forestier est potentiellement favorable à l'accueil d'espèces de bolets thermophiles à phénologie estivale, potentialité confortée par l'observation d'un carpophore en fin de vie de *Boletus impolitus*. D'un point de vue dynamique, le cortège d'espèces mycorhiziques observé se montre fonctionnellement diversifié avec des espèces pionnières (genres *Laccaria*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Clavulina*) et des dryades (parmi les *Russula*, *Cortinarius* notamment). Cela illustre une certaine jeunesse du peuplement forestier en lien avec l'exploitation forestière, mais également une certaine continuité de celui-ci déjà évoquée.

Le cortège d'espèces saprotrophes humicoles illustre la richesse en bases du sol et son activité biologique élevée, sans eutrophisation excessive, à travers en particulier des espèces comme *Lepiota subgracilis*, *Pholiotina aeruginosa*, *Rhodocybe gemina subvermicularis*, *Tephrocybe rancida*, *Tricharina fibrillosa* auxquels on peut ajouter le saprotrophe de litière *Macrotiophula juncea*. Seule *Stropharia caerulea* pourrait être un signe d'une eutrophisation localisée.

Le cortège d'espèces saprotrophes de la litière, composée d'espèces colonisant les petits fragments de matière organique morte récemment (limbes, pétioles, brindilles...). La plupart des espèces observées sont à large spectre écologique, à l'exception notable de deux spécialistes observés sur les deux placettes, *Marasmius epiphyllloides* sur feuilles de Lierre et *M. hudsonii*, sur feuilles de Houx. Ce dernier est un indicateur intéressant par son exigence de litière épaisse de Houx, donc en lien avec une certaine continuité forestière, et d'une forte humidité atmosphérique, ici propre aux influences océaniques. *Rustroemia sydowiana*, lié aux pétioles des feuilles de chênes est une espèce méconnue.

Malgré une recherche attentive sur et sous les fragments de bois morts déposés sur le sol, le cortège d'espèces lignicoles et plus largement saproxyliques est fort limité et restreint pour la plupart à des espèces assez banales, hormis quelques espèces discrètes et mal connues. Cela est à mettre en relation avec un stock réduit de bois mort sur les parcelles étudiées. Le calcul de l'indice d'intérêt saproxylique sur la base de cet inventaire partiel, selon l'outil mis au point au Conservatoire botanique¹⁴, donne $I = 0,8$ ce qui est très faible.

La comparaison des inventaires des deux placettes montre de grandes similitudes, avec un effectif global et un nombre d'espèces mycorhiziques presque identique. On observe une légère différence dans la distribution des espèces saprotrophes entre les catégories lignicoles et terricoles (humus + litière), mais cette différence mériterait confirmation sur la base d'un échantillon de relevés plus important. Le spectre biologique¹⁵ calculé comme le ratio du nombre d'espèces mycorhiziques sur les saprotrophes du sol (voir tab.) s'en ressent, mais reste élevé dans les deux cas, en lien avec une faible maturité du peuplement forestier.

¹⁴ CORRIOL G. & HANNOIRE C. in BARTOLI M. et al. 2011 — Forêts pyrénéennes anciennes de Midi-Pyrénées. Rapport d'étude 2008-2011. EIP, CBNPMP, CRPF MP, p. 81-93 + annexe 13, actualisé 2018.

¹⁵ Moreau et al. (2002), loc. cit., p. 18

III.3. Intérêt patrimonial

Seules deux espèces observées, *Pholiotina aeruginosa* et *Russula urens*, sont inscrites dans une catégorie de menace de la liste rouge de Midi-Pyrénées, toutes deux en catégorie NT (proche des critères de menace). La première est une espèce saprotrophe humicole basophile, la seconde une espèce mycorrhizique carpino-préférente des terrains lourds et riches en bases.

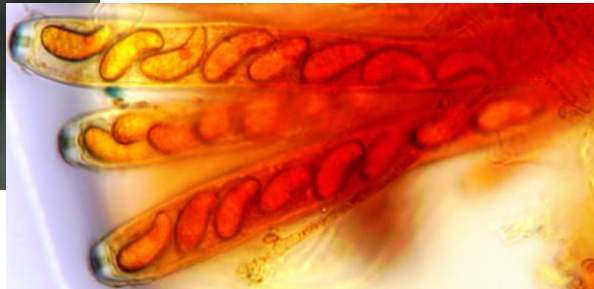
Ce travail a aussi été l'occasion d'inventorier des espèces méconnues au niveau régional soit par leur rareté, soit par leur défaut d'observation ou de détermination. On notera en particulier six espèces nouvelles pour la région, à savoir *Cortinarius fulvofloccosus*, *Elaphocephala iocularis*, *Endoperplexa septocystidiata*, *Rimbachia neckerae*, *Russula purpurea*, *Rutstroemia sydowiana*, ainsi que onze espèces évaluées DD (à déficit de connaissance) dans la liste rouge régionale en 2014, dont *Botryobasidium asperulum*, *Cortinarius olivaceofuscus*, *Entoloma atlanticum*, *Hemimycena cephalotricha*, *Inocybe personata*, *Microsebacina fugacissima* et *Tricharina fibrillosa*, espèces pour lesquelles on dispose moins de 10 données.

Enfin, quatre espèces du genre *Cortinarius* ont résisté à tous nos efforts de détermination y compris avec l'aide de l'un des meilleurs spécialiste du genre. Il n'est pas impossible que nous soyons ici en présence d'espèces actuellement non décrites.



Rutstroemia sydowiana dont il s'agit de la première observation régionale, est un petit Ascomycète qui pousse dans la litière au sol, sur le pétiole des feuilles mortes de chênes.

Ci-dessous : ses pores de forme caractéristique, en virgule, et ses asques à orifice apical réactif à l'iode.

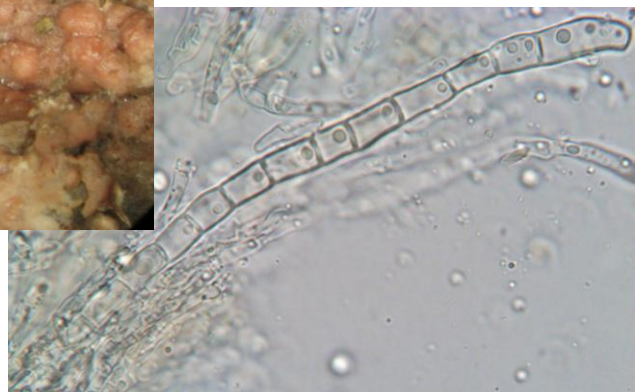


Ce majestueux cortinaire (espèce mycorhizique) de la section *Glauropodes* ne correspond à aucune espèce décrite.



Dans ce champignon lignicole résupiné, se cache en réalité trois espèces différentes : *Microsebacina fugacissima*, dont une seule récolte aveyronnaise datant de 1915 était rapporté pour Midi-Pyrénées, *Elaphocephala iocularis* et *Endoperplexa septocystidiata*, toutes deux nouvelles pour Midi-Pyrénées, seule cette dernière étant visible à l'œil nu.

Longue cystide multiseptée à paroi épaisse, caractéristique au microscope de *Endoperplexa septocystidiata*.



IV. Conclusion

En conclusion, ce travail bien que partiellement interprétable, resterait largement à compléter pour disposer d'une connaissance représentative des champignons des parcelles étudiées, en multipliant les observations sur plusieurs années, tel que cela a pu être réalisé sur les parcelles de suivi des forêts gérées du Réseau Renecofor.

Les communautés fongiques observées mettent en lumière un intéressant cortège d'espèces ectomycorhiziques, potentiellement diversifié et accueillant des espèces rares ou mal connues, à mettre en lien avec les caractéristiques stationnelles et l'ancienneté de l'habitat forestier, un élément à préserver durablement. Les communautés saproxyliques en revanche se montrent pauvres, en lien avec la faible maturité des peuplements et la rareté du bois mort en forêt.

La connaissance des communautés de litière et corticoles mériteraient d'être complétée en lien avec les caractéristiques du climat local et la continuité de la couverture forestière.

Remerciements

A Laure Sirère (CBNPMP) pour sa participation à la prospection sur le terrain et son aide à la saisie des relevés et Carole Hannoire (CBNPMP) pour le calcul de l'indice saproxylique.

A André Bidaud pour son avis sur plusieurs récoltes de cortinaires et Gérard Trichies pour son aide dans la détermination des hétérobasidiomycètes résupinés des genres *Microsebacina*, *Endoperplexa* et *Elaphocephala*.