



Réserve Naturelle

SABOT DE FROTEY



Etude des
champignons

2010

Photographie de couverture : Corniche calcaire, à proximité du rocher en forme de sabot.

Cliché : Daniel Sugny.



Le rocher en forme de sabot, emblème de la réserve.

© L.G.



Ophrys bourdon.

© D.S.



Héliantheme des Apennins.

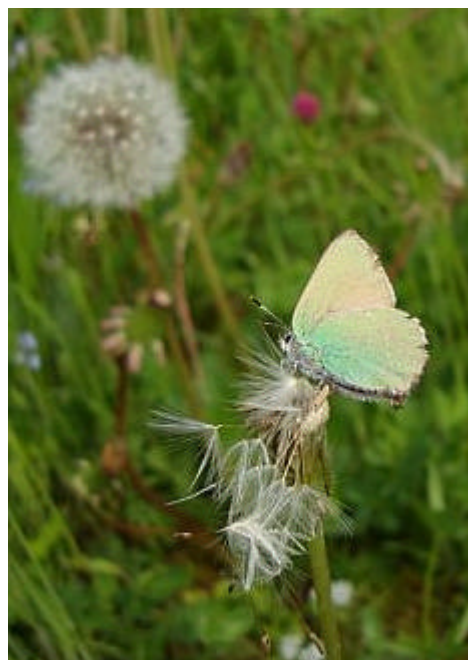
© L.G

Etude des champignons de la Réserve Naturelle du Sabot de Frotey-lès-Vesoul (Haute-Saône)

Société Mycologique du Pays de Montbéliard

Synthèse rédigée par Daniel SUGNY

Décembre 2010



Clichés D.Verdier

**Imprimé par LOOS & COMPAGNIE,
21, Avenue de l'Helvétie - 25200 - Montbéliard.**

Sommaire

- 1 - Introduction, p. 5
- 2 - Synthèse des principaux résultats de l'étude, p. 6
- 3 - Clichés d'espèces remarquables de la Réserve Naturelle, p.7
- 4 - Généralités sur les pelouses sèches calcaires, p. 8
- 5 - Présentation du site, p. 8
 - 5.1 - Localisation, p. 8
 - 5.2 - Climat local, p. 9
 - 5.3 - Présentation globale, p. 9
 - 5.4 - Principales étapes de l'évolution du site depuis 1810, p.10
 - 5.5 - Intérêt du site sur le plan floristique, p.10
 - 5.6 - Géologie, géomorphologie, pédologie, p.10
 - 5.7 - Gestion du site, p. 11
- 6 - Étude des champignons du site, p. 15
 - 6.1 - Déroulement de l'étude, p. 15
 - 6.2 - Option retenue et intérêt scientifique, p.15
 - 6.3 - Méthodologie, p.15
 - 6.4 - Différents types d'habitats hébergeant des champignons, p.21
 - 6.5 - Résultats et interprétation, p.29
- 7 - Intérêt du site et gestion des habitats, p. 98
- 8 - Conclusion, p. 99
- 9 - Bibliographie, p. 100
- 10 - Annexes, p.101

1- Introduction.

Les pelouses calcaires, si chères aux botanistes pour leur richesse en orchidées par exemple, semblent être, à première vue, des habitats particulièrement défavorables aux champignons, à cause de leur fort déficit hydrique estival et leur niveau trophique généralement faible (oligotrophie). Cette première impression, qui peut être confortée au premier abord par une poussée fongique capricieuse et d'une durée très courte, laisse place, lorsque l'on a l'opportunité d'explorer ces milieux en fin d'automne et sur plusieurs années, à un sentiment d'émerveillement et d'inconnu devant les multitudes de champignons parmi lesquels se trouvent de très belles et rares espèces de notre flore. Cette opportunité, les membres de la Société Mycologique du Pays de Montbéliard l'ont eue de 2007 à 2010, en conduisant cette étude confiée par l'Association de gestion de la Réserve du Sabot de Frotey et financée par la **D.R.E.A.L.** de Franche-Comté. Des membres de plusieurs sociétés mycologiques ou d'histoire naturelle franc-comtoises et alsaciennes ont participé à plusieurs sorties, apportant une aide précieuse à la **S.M.P.M.** La richesse des relevés, tant sur le plan botanique que mycologique, est liée à la complémentarité des équipes de prospection et nous tenons à remercier ici chacune des personnes ayant apporté sa contribution à l'étude.

2007 a été une année préparatoire et les trois années suivantes ont permis la réalisation de l'étude, le nombre total de sorties ayant été de **26**. Les données recueillies sur le terrain ont été complétées par quelques informations trouvées dans la littérature, permettant ainsi de présenter **570 espèces fongiques**. Grâce à la présence de Hugues Pinston (Conservateur de la Réserve, salarié L.P.O. Franche-Comté) à chacune des sorties ou presque, l'étude a été enrichie d'une façon considérable, l'ensemble des observations réalisées au cours des sorties (flore, faune et écologie) étant noté sur les comptes rendus. Nous tenons à le remercier sincèrement pour l'accueil qu'il a réservé à chacun des membres des équipes de prospection et pour la façon dont il a su nous faire aimer la R.N. en nous expliquant les raisons des travaux réalisés. Un très grand merci également pour le repérage des "carrés" lors des inventaires, ce qui nous a permis le plus souvent de nous consacrer plus complètement aux espèces observées et à leur écologie.

Conduite de l'étude et validation des données

Les personnes suivantes ont participé à l'étude :

Pour la S.M.P.M. : Madeleine Baudot, Gérard et Françoise Bouget, Gaston Busson, Jean-Pierre Chevrolet, Bernard Dollé, Jean & Lucienne Edelmayer, Michel Gaillardet, Laurent et Nadine Galliot, Jacques Ghirardi, Jean Hernandez, Jean-Marie & Anne-Marie Richard, Daniel & Roselyne Sugny, Bernadette Thouvenot et Claude Villani - **Pour la S.B.M.E.V.** : Jacqueline Ancel, Christine Even, Jean-Claude Frigerio, Claude Girard, Nicole Jeannenez, Jean-Pierre Gresset, Eric Lecorney, Pierre Orsat, Serge Rousset, Gabrielle et Lucien Vuillemin - **Pour la S.H.N.D.** : Jean-Marc et Sylviane Moingeon, Gilbert & Annie Moyne - **Pour la S.H.N.P.M.** : Mariane Baldacci, Nicole et Daniel Raithouze - **Pour la S.M.L.E.** : Bernard et Régine Bresson, Marc Joly et son épouse, Aurélien Paris - **Pour l'A.M.B.D.** : Christian Frund - **Pour la S.M.H.R.** : Jacques Grandhay - **Pour la S.M.H.V.** : Catherine et Patrick Laurent - **Pour la L.P.O. Franche-Comté** : Hugues Pinston.

Les relevés sur le terrain ont été réalisés le plus souvent par Bernard Dollé, Michel Gaillardet et Daniel Sugny. Les clichés *in situ* ont été pris le plus souvent par Laurent Galliot, Michel Gaillardet, Daniel Sugny et Daniel Verdier. La détermination des champignons a été réalisée principalement par Laurent Galliot et Daniel Sugny, celle des plantes par Marc Joly, Hugues Pinston et Serge Rousset, celle des animaux par Hugues Pinston.

La validation des données et la synthèse de l'étude ont été réalisées par Daniel Sugny.

2 – Synthèse des principaux résultats de l'étude.

- Grande richesse fongique : **570** espèces de champignons,
- **10** principaux types d'habitats hébergeant des champignons,
- Diversité fongique (nombre d'espèces à l'hectare) égale à **5, 78**,
- Indice de représentativité : **Ir = 0,5** => échantillonnage représentatif,
- Sur les **10** espèces les plus abondantes de la R.N., **7** vivent dans les pelouses sèches ou très sèches,
- Beaucoup d'espèces remarquables :
 - ❑ **28** présentent un caractère méditerranéen ou atlantique,
 - ❑ **3** sont très rares en France,
 - ❑ **46** sont nouvelles pour la mycoflore franc-comtoise,
 - ❑ **64** sont nouvelles pour la mycoflore haut-saônoise,
 - ❑ **142** font partie des champignons les plus rares ou menacés de Franche-Comté,
- Indice patrimonial de la R.N. égal à **86**, correspondant à un haut niveau du fait d'un grand nombre d'espèces rares et spécifiques des milieux secs,
- Spectre biologique des zones boisées égal à **1,12** et traduisant un bon équilibre entre les champignons mycorhiziens et les saprophytes,
- Bon équilibre biologique des différents habitats de la R.N.,
- Bon niveau global de naturalité du site (présence de nombreuses espèces très sensibles à sensibles aux nitrates),
- Présence d'espèces emblématiques ou patrimoniales dans les habitats les plus typés de la R.N. qui sont :
 - ❑ les fourrés à buis et les pierriers,
 - ❑ les pelouses calcaires semi-arides à très sèches,
 - ❑ Les zones boisées ou les pins isolés dans les pelouses sèches,
- Cortège fongique des pins s'exprimant au mieux lorsque les arbres sont en situation héliophile et thermophile,
- Importance majeure des symbioses arbres/champignons pour les essences implantées dans les zones les plus arides de la R.N.,
- 2 espèces de champignons à surveiller d'un point de vue phytosanitaire.

3 - Clichés d'espèces remarquables de la Réserve Naturelle.



Entoloma incanum, emblématique des pelouses sèches calcaires.

© L.G.

Lactarius semisanguifluus, thermophile subméditerranéen.



© D.S.

Clitocybe meridionalis, espèce des conifères méditerranéo-atlantiques, nouvelle pour le nord-est de la France.



© D.S.

4 - Généralités sur les pelouses sèches calcaires.

Les pelouses sèches calcaires s'épanouissent sur des pentes sèches ou encore sur des plateaux calcaires au sol riche en composés alcalins mais pauvre en humus. Elles sont identifiables au premier coup d'œil dès que la sécheresse de l'été a fait jaunir l'herbe maigre qui les recouvre, le sol étant peu profond et la roche affleurant même à certains endroits. Ces pelouses apparaissent parfois aussi sur le sol dénudé de nouvelles carrières d'exploitation du calcaire. Leur point commun avec les pelouses sur sable tient au fait que la roche calcaire sur laquelle elles se développent, parcourue de nombreuses fissures, est très poreuse et ne retient pas l'eau. La couche d'humus est peu épaisse, les conditions sont quasi-steppiques: chaleur, aridité, pauvreté en éléments nutritifs disponibles pour les espèces végétales (azote, phosphore). Les plantes qui y vivent supportent ces paramètres et il n'est donc pas étonnant de retrouver certaines espèces que l'on rencontre plus communément dans le sud de la France, sous un climat méditerranéen ou encore montagnard. C'est pourquoi ces pelouses sont généralement d'une grande richesse botanique, avec des plantes rares dont de nombreuses espèces d'orchidées.

Issues d'une exploitation traditionnelle par pâturage extensif ou parfois fauche unique annuelle, les pelouses sèches calcaires ont toujours été vouées à l'élevage, et plus particulièrement à celui des moutons. Mais aujourd'hui ces milieux risquent de disparaître dans la foulée des troupeaux de moutons. En effet, les conditions particulières maintenues par un pâturage régulier permettent à une faune et une flore spécifiques d'occuper ces espaces d'herbes rases. Faute de pâturage, ces biotopes sont peu à peu envahis par les hautes herbes, puis colonisés par des ligneux pionniers tels les prunelliers ou les buis. Ainsi les milieux se ferment peu à peu, provoquant à terme la disparition de la plupart des animaux et des plantes héliophiles qui les occupaient. La sauvegarde de ces espaces ouverts permet de maintenir cette biodiversité. De plus, ces habitats sont propices à de multiples activités telles que promenade, découverte de la nature, chasse, élevage, etc. et constituent des éléments de diversité paysagère qui contribuent à la qualité du cadre de vie et à l'intérêt touristique d'une commune ou d'un territoire.

5 - Présentation du site.

5.1- Localisation.

"La Réserve Naturelle du Sabot de Frotey" se situe intégralement sur la commune de Frotey-lès-Vesoul (1500 habitants environ), dans le département de la Haute-Saône. Il convient dès maintenant de souligner sa proximité immédiate avec la ville de Vesoul (18 000 habitants environ), chef-lieu du département. Le site du Sabot est situé sur la bordure nord de la région naturelle dite des plateaux de Vesoul, avant la retombée de la dépression liasique qui annonce la dépression périvosgienne. Cette situation se traduit localement à l'ouest de la réserve par une falaise calcaire faisant saillie au-dessus de l'ample plaine du Durgeon. La limite nord tournée aussi vers le Durgeon présente une pente assez forte mais sans corniche. Située au sein de la région des plateaux elle-même, la limite naturelle sud du site est donc moins évidente à identifier, mais pourrait être située au niveau de la vallée de la Colombine (à 600 m au sud de la limite administrative de la réserve), d'axe est-ouest, assez fortement marquée dans le paysage. A l'échelle de la partie calcaire du département, il faut remarquer que c'est la seule vallée qui entaille aussi vigoureusement le plateau. A l'est, les limites sont mollement marquées dans le paysage par deux combes. Nous trouvons d'une part au nord-est la Combe au Siron (dont le flanc oriental se trouve hors des limites de la réserve), d'autre part au sud-est la Combe Freteuille (à environ 250 m au-delà des limites de la réserve). La limite orientale naturelle du site pourrait inclure le plateau situé au-delà de la Combe au Siron (limite administrative de la réserve), occupé en partie par l'aérodrome de Frotey-Comberjon. En ce qui concerne les voies de communication, la réserve est encadrée à l'ouest et au nord par la Route

Nationale 57 (Nancy-Besançon) parallèle à la voie ferrée Paris-Bâle, au sud par la Route Nationale 19 (Paris-Bâle). Il n'existe heureusement aucun axe routier proche de la limite est (nord-est) de la réserve. L'encerclement n'est donc pas complet.

5.2 - Climat local.

Pour définir le climat du site du Sabot, nous utiliserons les données de la station météorologique de Frotey-lès-Vesoul (Météorologie nationale), sur le site de l'aérodrome proche de la réserve. Les précipitations moyennes annuelles sont d'environ 900 mm (pour la période 1961-90) et de 975 mm (pour la période 1995-2004). Les moyennes mensuelles (1995-2004) varient entre un printemps (mars à mai) moins arrosé (73,5 mm) que l'été (juillet-août-septembre : 82,3 mm) et surtout que l'automne (octobre à décembre : 97,2 mm), mais arrosé à peu près comme l'hiver (janvier-février : 72,2 mm). La température moyenne annuelle est de 10,5°C (1961-90) et de 10,9°C (1995-2004) avec une amplitude thermique maximale de 16,7°C (entre janvier et juillet pour 1961-90) et de 17,7°C (entre janvier et août pour 1995-2004). La température maximale (1995-2004) a été de 37,6°C le 12-8-2003, face au minimum qui a été de -13,3°C le 30-12-1996, d'où une amplitude maximale observée de 50,9°C. Une bande assez étroite allant du secteur de Vesoul à Pesmes au sud-ouest est la plus chaude du département avec 15,8°C de température maximale moyenne annuelle. La comparaison de l'évapotranspiration potentielle (ETP) des plantes avec la moyenne mensuelle des précipitations permet de constater que, de mai à septembre, l'ETP est supérieure aux précipitations, indiquant que la "réserve utile du sol" fortement sollicitée se vide et peut conduire à un déficit hydrique que les plantes doivent tolérer. Ce phénomène est sans doute particulièrement marqué sur la partie sommitale de la corniche calcaire fracturée, au sol très mince et orientée face à la colline vésulienne de la Motte. En effet, celle-ci joue le rôle d'écran partiel contre les vents d'ouest humides. Le versant de la colline du Sabot regardant Vesoul est, en revanche, tourné directement vers les vents moins humides du sud-ouest, dominants sur le site. Les vents d'est, actifs aussi, expliquent la fraîcheur de la dépression de la Combe au Siron.

5.3 - Présentation globale.

La Réserve Naturelle du Sabot de Frotey, créée en 1981, s'étend sur une superficie d'environ 98,5 ha sur la commune de Frotey-lès-Vesoul (70). Elle occupe un plateau calcaire un peu bombé (culminant à 342 m), datant du Bajocien moyen, terminé à l'ouest par une falaise haute de 40 m dominant la plaine du Durgeon. C'est la forme d'un gros rocher dominant un piton détaché de la falaise par l'érosion qui a valu son nom au site et sa fréquentation touristique ancienne (classement du rocher en 1913). La juxtaposition, exceptionnelle en Haute-Saône, de ce plateau orienté au sud et d'une corniche orientée ouest/sud-ouest, occupés par une végétation secondaire (après défrichement ancien) de type pelouse sèche (*Mesobromion* et *Xerobromion*), riche en espèces animales et végétales thermophiles traduisant en outre diverses influences biogéographiques, notamment bourguignonnes, a justifié la mise en réserve de ce site, menacé par les conséquences de l'abandon des pratiques traditionnelles de pâturage ovin et bovin, et par l'extension de l'agglomération de Vesoul (plus de 30 000 habitants pour la communauté de communes).

La topographie et la composition pédologique du sol expliquent l'installation de divers habitats naturels. Ces derniers sont composés de pelouses sèches sur pente faible, issues d'anciennes pratiques pastorales extensives, de fourrés d'aubépines, de prunelliers et de boisements de pins noirs d'Autriche. Ces derniers, introduits à l'origine, se sont naturalisés sur le site et coloniseraient l'ensemble des pelouses sèches sans les interventions régulières des gestionnaires de la réserve.

5.4 - Principales étapes de l'évolution du site depuis 1810.

Depuis 1810 au moins jusque vers 1969, la plus grande partie (30 ha) de l'actuelle pelouse communale jusqu'à la falaise fit l'objet d'un pâturage communautaire ovin-bovin surveillé par un berger communal, puis à partir du début du 20ème siècle par des enfants ou des adultes. Le reste du site fut longtemps cultivé en de multiples petites parcelles, céréales et vignes, avant une lente régression (de 1810 à 1950) au profit de la prairie, des vergers ou des friches. Une première atteinte à la pratique séculaire du pâturage itinérant fut l'introduction de pins en 1874 sur 2 ha par la commune vers le bord de la corniche, malgré l'opposition des usagers les plus pauvres. La disparition du pâturage traditionnel vers 1969 a induit une extension rapide du buis et des pins noirs, suivant un processus de fermeture avant le retour à la forêt qui pouvait laisser craindre une banalisation de la flore et de la faune du site.

5.5 - Intérêt du site sur le plan floristique.

Si les espèces ou habitats vraiment exceptionnels sont absents du site, il apparaît une bonne diversité et richesse globale. Ainsi, outre une flore liée aux faciès bien ensoleillés de la corniche, telle que l'Hélianthème des Apennins (*Helianthemum apenninum*), la Mélisse ciliée (*Melica ciliata*) et le Baguenaudier (*Colutea arborescens*), l'intérêt du site réside dans un complexe de pelouses sèches plus ou moins buissonneuses, favorables à la présence de populations abondantes et diversifiées d'Orchidées (notamment le genre *Ophrys*) et de Laïches (*Carex sp.*).

5.6 - Géologie, géomorphologie, pédologie.

5.6.1- Géologie.

La vallée du Durgeon est établie sur les marnes du Lias moyen, puis nous trouvons plus à l'est un talus du Lias supérieur dominé par la corniche calcaire du Jurassique moyen abritant le site du Sabot. Le socle de la corniche date du Bajocien inférieur (calcaire à entroques) puis l'on trouve des calcaires à Polypiers du Bajocien moyen (complexe calcaire et marno-calcaire), principale formation rencontrée sur le plateau de la réserve. Une des nombreuses failles des plateaux de Vesoul affecte le site du Sabot (B.R.G.M., 1970). Celle-ci d'axe sud, sud-ouest/nord, nord-est passe à environ 100 m au sud du cimetière de Frotey (visible au niveau du parking de la R.N.19) puis le chemin montant à l'aérodrome suit à peu près son tracé. Elle abaisse les terrains de la pointe sud de la réserve.

5.6.2 - Géomorphologie.

Le site, assez bien individualisé dans le paysage, se présente globalement comme une plateforme bombée et dissymétrique puisque plus redressée dans sa moitié ouest. Ainsi, vers l'ouest la pente est rapidement coupée par la corniche calcaire. Vers le nord sa limite en direction de la vallée du *Durgeon* est beaucoup moins marquée, réduite à une pente assez forte cependant. Vers l'est on descend encore beaucoup plus doucement vers la *Combe au Siron* et la *Combe Freteuille*. Enfin, au sud, la corniche et le plateau s'abaissent aussi très progressivement vers la vallée de la *Colombine*, qui entaille nettement cet ensemble (au niveau du vieux village de Frotey) un peu au-delà des limites de la réserve. Cette situation n'est bien visible que grâce à la photographie aérienne de 1951 qui révèle que la N.19 (tracée après la dernière guerre sur cette section et jouant le rôle d'une première déviation de Frotey) entaille la corniche (moins vigoureuse vers le sud) et la pointe sud du plateau du Sabot. En conséquence, cette pointe sud isolée s'est urbanisée assez rapidement et forme

désormais un ensemble avec le vieux village. Quelques éléments du site méritent d'être soulignés. Ainsi, **la corniche** calcaire marque fortement le paysage, au moins lorsqu'elle est observée par le haut ou depuis la R.N. 19.

La **Combe au Siron** marque la limite nord-est de la réserve. On observe une dépression plus ou moins marquée, d'axe grossièrement nord-ouest/sud-est, séparant le plateau bombé du *Sabot* (342 m) de la butte de l'aérodrome (environ 362 m). Cet axe est barré en deux points par des ressauts de terrain importants, le premier au niveau d'un chemin agricole, le second à environ 250 m au sud-est de ce dernier, au niveau de la cote I.G.N. 317 m de la carte 1/25000, après une vaste doline (issue d'un effondrement souterrain). Cet ensemble est donc de structure assez complexe bien que ne concernant que le Bajocien moyen (le plateau de l'aérodrome appartient au Bajocien supérieur). Au sud du second ressaut de terrain se trouve un **gouffre**, parfois partiellement inondé. Quant au sens de la circulation souterraine actuelle à partir de ce gouffre, seules des expériences de coloration permettraient de savoir s'il se fait vers *la Colombine* (donc vers le sud), facilité par la présence de la faille existante (cf. carte géologique au 1/50000), ou s'il se fait vers *le Durgeon* (vers le nord).

5.6.3 - Pédologie.

On peut distinguer trois familles principales de sols sur la réserve : la première rassemble des sols bruns calcaires (de 20 à 120 cm de profondeur) dispersés sur la réserve. La deuxième famille compte des sols bruns calciques (de 20 à 40 cm d'épaisseur) situés en particulier sur le versant ouest (pelouses calcicoles communales). La troisième famille est faite de sols bruns souvent superficiels (20-25 cm) parfois humifères (40 cm) ou colluviaux (> 55 cm), localisés vers les prairies de l'est de la réserve, sur le versant nord et sur le secteur des "Pins Rénet" du plateau. Trois autres familles mineures rassemblent quelques sols non analysés (zones pierreuses des "lavières", zones de remblais de l'ancienne carrière-décharge et abords perturbés de l'ex-ferme du *Sabot*).

5.7- Gestion du site.

La gestion orientée par le plan de gestion s'inscrit dans un schéma général. Hors les surfaces ouvertes entretenues, il existe des friches de transition vers le taillis (après abandon ou au contraire après réouverture de corridors depuis 2003), des zones de feuillus (60 ans max. environ) sur quelques hectares et des plantations de pins noirs (2 ha de 1874, 1 ha de 1927 et leur extension spontanée sur 5 ha environ, mêlée de feuillus et de buis). Le pâturage ovin extensif est pratiqué sur 32 ha de pelouses sèches calcicoles (surtout communales) depuis 2000, avec 20 à 60 brebis entre début avril et fin octobre, et déplacements des animaux entre 5 parcs dans un ordre et une durée volontairement irréguliers selon les années. Ce pâturage est parfois couplé ou remplacé par de la fauche tardive vers mi-juillet qui est pratiquée depuis 1992 sur quelques hectares de pelouses communales du plateau (sans aucun amendement). Des petites parcelles (privées, < 1 ha) de pelouses sèches (plus ou moins amendées jadis) sont fauchées vers fin juin depuis 1996. Une parcelle privée (< 2 ha) est pâturée par un cheval du printemps à l'automne depuis une dizaine d'années. Environ 10 ha de prairies mésophiles (privées) à l'est de la Réserve (« Combe au Siron ») sont fauchées deux fois par an, engraisées (fumier, engrais minéraux) puis pâturées par des bovins à l'automne. Environ 10 ha de pelouses (privées) sont intensivement pâturés toute l'année par caprins, ovins et porcins, au détriment de la diversité fongique.

Le maintien de l'ouverture du milieu est assuré mais au détriment de la diversité floristique. Quatre zones (privées) sont encore cultivées (céréales), dont trois petites (< 1 ha chacune) au sud sans engrais ni pesticide. Depuis 1988 des actions réfléchies de réouverture sont menées au profit des zones de pelouses enrichies.

Le site et les équipes de prospection en images







6 - Étude des champignons du site.

6.1 - Déroulement de l'étude.

La Société Mycologique du Pays de Montbéliard et ses partenaires ont réalisé de 2008 à 2010 une étude des champignons sur l'ensemble du territoire de la réserve (environ 100 hectares), projet (opération SE1 de l'objectif 1) figurant au plan de gestion 2006-2010.

La durée de l'étude a été de trois années, compte-tenu de la surface à cartographier et de la phénologie capricieuse des champignons. En effet, beaucoup d'espèces poussent de façon sporadique et peuvent ne pas fructifier pendant une ou deux années, le mycélium étant pourtant toujours présent dans la station. Les champignons présentent donc des périodes d'apparition fluctuant de façon importante en fonction des conditions climatiques. Un programme de prospections a été mis en place sur 2008, 2009 et 2010 avec quelques sorties préliminaires en 2006 et 2007 hors cadre d'étude *stricto sensu*.

Le nombre de prospections a été de 6 par an en moyenne, soit 18 pour les 3 années. Ces sorties ont été réparties au mieux tout au long de l'année en fonction des conditions météorologiques et des périodes les plus favorables à la poussée fongique. Pour ne pas porter préjudice à l'intégrité des différents habitats de la réserve, le nombre de participants pour chacune des sorties a été limité (4 à 6 personnes le plus souvent).

6.2 - Option retenue et intérêt scientifique.

L'option retenue en accord avec le conservateur de la réserve est celle de l'étude conjointe des macromycètes et des micromycètes. L'étude des macromycètes est destinée à caractériser les mycètes les plus visibles de la mycoflore de la réserve (champignons à lames, bolets et gros ascomycètes principalement). Elle permet de caractériser les différents écotopes et de mettre en évidence les espèces caractéristiques des principaux milieux. En ajoutant à l'étude de base, celle des micromycètes parasites des plantes (oïdiums, rouilles, charbons, petits ascomycètes et champignons imparfaits), l'étude permet de préciser l'état sanitaire des plantes de la réserve et donne des indications intéressantes sur les microclimats locaux. Pour la réserve, l'un des principaux objectifs de l'étude visait la mise en évidence d'espèces spécifiques aux pelouses sèches, qui figurent parmi les plus rares ou menacées de Franche-Comté. La connaissance de ces champignons devrait permettre d'ajouter un élément de diagnostic écologique, jusqu'alors méconnu sur la réserve. Pour la S.M.P.M., le principal intérêt de l'étude réside dans l'enrichissement de la cartographie régionale et la perspective de mieux connaître les champignons des pelouses sèches et des pins.

6.3 - Méthodologie.

6.3.1 - Indice d'abondance des populations fongiques (IA).

Les indices d'abondance correspondent aux meilleurs relevés sur les 3 années d'observations. Ils permettent de bien caractériser l'abondance des champignons dans des conditions de poussées favorables. Les observations ont été notées suivant le carroyage habituel de la réserve (50 m x 50 m) et les indices d'abondance, calculés pour une surface ramenée à 25 m², ont été estimés selon les critères suivants :

- de 1 à 9 => **A1**
- de 10 à 49 => **A2**
- de 50 à 99 => **A3**
- de 100 à 199 => **A4**
- de 200 à 500 => **A5**

6.3.2 - Répartition des populations fongiques dans les différents habitats.

La répartition géographique des espèces fongiques dans les différents milieux de la R.N. correspond au nombre de carrés (50 m x 50 m) dans lesquels les espèces ont été observées au moins une fois. Ainsi une espèce observée dans 15 carrés sera plus répandue qu'une autre, présente dans 12 carrés. La carte ci-après indique les grands types de milieux de la R.N. et les carrés permettant le repérage des stations à l'aide d'un système de coordonnées alphanumériques.

6.3.3 - Fréquence d'apparition des populations fongiques.

La fréquence caractérise les cycles de fructification des espèces et correspond au nombre de sorties au cours desquelles les espèces ont été observées.

6.3.4 - Modes de vie (statuts trophiques) des champignons.

Pour l'indication des modes de vie, les catégories sont les suivantes :

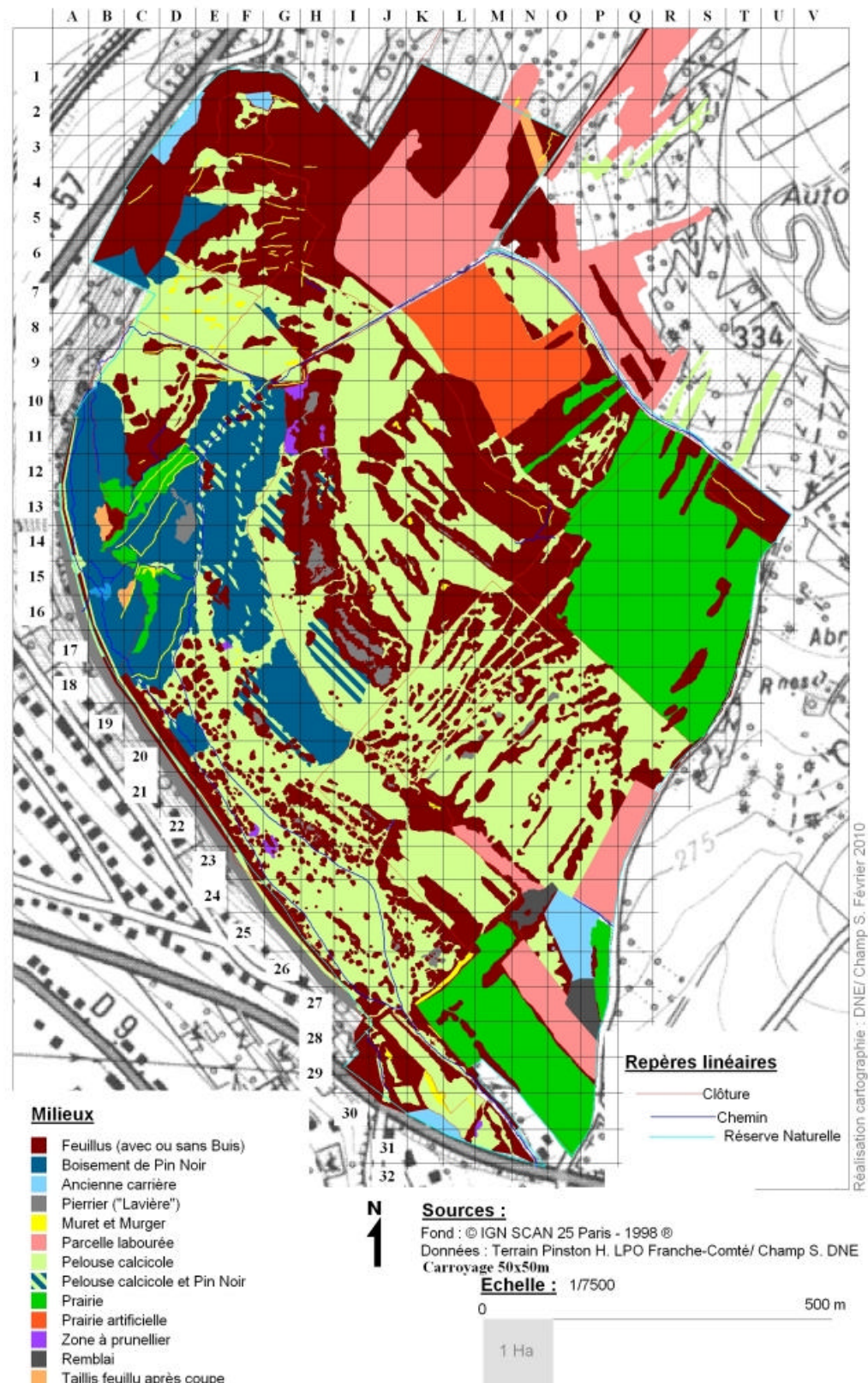
- **Espèces ectomycorhiziennes (EcM)** : champignons dits « supérieurs » dont le mycélium est rattaché au système racinaire d'arbres ou arbustes pour former une association à bénéfices réciproques (symbiose).
- **Espèces parasites (P)** : champignons ne se développant que sur des hôtes vivants et se nourrissant aux dépens des feuilles, rameaux, branches ou troncs.
- **Espèces saproparasites (SP)** : champignons évoluant d'abord en parasite mais pouvant ensuite poursuivre leur développement après la mort de l'hôte.
- **Espèces saprophytes (S)** : champignons se nourrissant de l'humus à divers stades de décomposition (espèces humicoles, détriticoles, litiécoles, foliicoles, herbicoles, etc.).
- **Espèces saprolignicoles (SL)** : champignons se développant seulement sur des substrats ligneux morts (souches, troncs, branches, rameaux).
- **Espèces saprophytes coprophiles (SC)** : champignons se développant sur des excréments animaux.
- **Espèces associées aux mousses (Mo)** : champignons associés à certaines espèces de mousses.

6.3.5 – Catégories de menace.

Les catégories de menace indiquées pour certaines espèces sont celles qui figurent dans la brochure (**Liste Rouge**) sur les champignons rares ou menacés de Franche-Comté (GALLIOT & SUGNY, 2005). Elles sont les suivantes :

- ✓ Catégorie 0 : Espèces potentiellement éteintes,
- ✓ Catégorie 1 : Espèces en danger critique d'extinction,
- ✓ Catégorie 2 : Espèces en danger,
- ✓ Catégorie 3 : Espèces vulnérables,
- ✓ Catégorie 4 : Espèces potentiellement menacées,
- ✓ Catégorie 5 : Préoccupation mineure.

Les grands types de milieux



Carte de la R.N. avec grands types de milieux et carroyage

6.3.6 – Fidélité des espèces fongiques par rapport aux habitats de la R.N.

L'expression de la fidélité des espèces par rapport aux différents habitats est mentionnée selon les critères suivants :

Espèce élective : Une espèce est élective d'un habitat donné si elle est spécifique de ce type d'habitat et donc absente des autres habitats.

Espèce préférentielle : une espèce est préférentielle d'un habitat donné si elle est présente dans plusieurs habitats mais préfère nettement celui-ci. Une espèce est préférentielle d'une essence donnée si elle peut être associée à plusieurs essences mais préfère nettement celle-ci.

Espèce patrimoniale : une espèce patrimoniale est une espèce à la fois liée à un habitat peu répandu et elle-même rare dans cet habitat.

Espèce parapluie : une espèce parapluie est une espèce représentative d'un groupe d'espèces ayant les mêmes préférences écologiques.

Espèce emblématique : une espèce emblématique est une espèce parapluie qui croît dans un habitat à forte valeur écologique et susceptible d'héberger des champignons rares ou vulnérables. Elle est à mettre en avant comme élément du patrimoine écologique régional.

6.3.7 - Espèces bio-intégratrices des pelouses.

De nombreuses espèces de champignons dits "supérieurs", sont de bons bio-intégrateurs de l'équilibre biologique des sols car les populations sont très sensibles aux perturbations de leur habitat. Parmi les espèces des pelouses, celles du sous-genre *Hygrocybe* et quelques autres de même sensibilité biologique figurent parmi les meilleurs bio-intégrateurs car elles disparaissent rapidement des sites enrichis en sulfates, en phosphates, et surtout en nitrates. La sensibilité à l'azote étant une caractéristique propre à chaque espèce, la présence ou l'absence d'un certain nombre d'espèces peut fournir un indice de la qualité écologique des sols.

Pour permettre un suivi de l'évolution de la qualité biologique des sols, les catégories suivantes d'espèces fongiques bio-intégratrices seront utilisées :

A : Espèces **très sensibles** aux nitrates (disparaissent dès la moindre présence de nitrates).

B : Espèces **sensibles** aux nitrates (disparaissent très rapidement en présence de nitrates).

C : Espèce **nitratoclines** (apparaissent quand les doses de nitrates dans le sol sont modérées).

D : Espèces **nitratophiles** (apparaissent quand les doses de nitrates dans le sol sont importantes).

E : Espèces à tendance **rudérale** ou fréquentant les lieux **anthropisés**.

6.3.8 - Spectre biologique des zones boisées.

De nombreuses espèces de champignons dépendent d'essences forestières spécifiques car leur mycélium forme des ectomycorhizes avec les racines des arbres pour des échanges à bénéfices réciproques. Or, ce délicat équilibre est gravement perturbé par tout apport de nutriments provenant de la pollution atmosphérique. Les apports d'azote dans le sol, par exemple, empêchent les champignons mycorhiziens d'entrer en symbiose avec les racines des arbres, surtout dans les forêts implantées sur des sols pauvres et acides. C'est ainsi que certaines espèces mycorhiziennes très spécialisées cèdent du terrain à des espèces qui le sont moins, d'où un recul local de leurs populations. C'est pourquoi le suivi de l'évolution du **spectre biologique mycologique** (rapport du nombre d'espèces mycorhiziennes / nombre d'espèces saprophytes) dans les forêts est un bon indicateur de la santé des écosystèmes forestiers car il permet de mesurer l'impact des apports d'azote sur les mycorhizes.

6.3.9 - Indice patrimonial (**Ip**) du site.

L'indice patrimonial (COURTECUISSÉ & LECURU, 2002) permet de hiérarchiser différents milieux sur le plan de leur valeur patrimoniale fongique. Dans le cas de cette étude, il pourra servir à comparer ce type de milieu à d'autres. L'indice patrimonial du site sera calculé selon la méthode suivante :

A - Compter le nombre d'espèces en Liste Rouge pour chaque catégorie de menace,

B - Attribuer les points suivants aux différentes catégories de menace :

- ✓ Catégorie 0 : 6 points
- ✓ Catégorie 1 : 5 points
- ✓ Catégorie 2 : 4 points
- ✓ Catégorie 3 : 3 points
- ✓ Catégorie 4 : 2 points
- ✓ Catégorie 5 : 1 point

C - Multiplier le nombre d'espèces de chaque catégorie par le nombre de points correspondant.

D - Additionner les chiffres obtenus pour chaque catégorie => poids patrimonial brut (PPb).

E - Diviser le PPb par le nombre de centaines d'espèces répertoriées => Indice Patrimonial (Ip)

A titre d'exemple, examinons le cas d'une tourbière dans laquelle 300 espèces ont été répertoriées et dont 48 figurent sur la Liste Rouge régionale.

Catégories	Nb d'espèces en Liste Rouge	Nombre de points	Résultats
0	3	6 pts	18 pts
1	0	5 pts	0 pt
2	13	4 pts	52 pts
3	14	3 pts	42 pts
4	8	2 pts	16 pts
5	10	1 pt	10 pts
	48		PPb = 138 pts

$$\text{Indice patrimonial } \mathbf{Ip} = \frac{138}{3} = \mathbf{46}$$



6.3.10 - Indice de représentativité (**Ir**) du site.

Les espèces rencontrées une seule fois au cours de la période d'étude peuvent être des espèces rares ou d'apparition éclectique mais un nombre important d'espèces vues une seule fois peut signifier une pression d'échantillonnage trop faible par rapport à la diversité globale du site. Le calcul de l'indice de représentativité, selon une méthode proposée par Pierre-Arthur Moreau dans sa thèse sur l'analyse écologique et patrimoniale des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord (MOREAU, 2002), permet d'évaluer la puissance de l'échantillonnage. La formule est la suivante :

$Ir = 1 - (\text{Nombre d'espèces vues une seule fois} / \text{Nombre total d'espèces})$.

L'interprétation de cet indice peut être faite selon les valeurs du tableau ci-dessous :

Indice de représentativité : Ir	Evaluation de l'échantillonnage
$Ir < 0,30$	Non significatif
$0,31 < Ir < 0,40$	Insuffisant
$0,41 < Ir < 0,60$	Représentatif
$Ir > 0,60$	Exhaustif



La ville de Vesoul vue depuis la R.N. du Sabot de Frotey.

© D.S.

6.4 - Différents types d'habitats hébergeant des champignons.

Habitat n°1 - Fourrés à Buis et pierriers calcaires (Code CORINE 31.82).

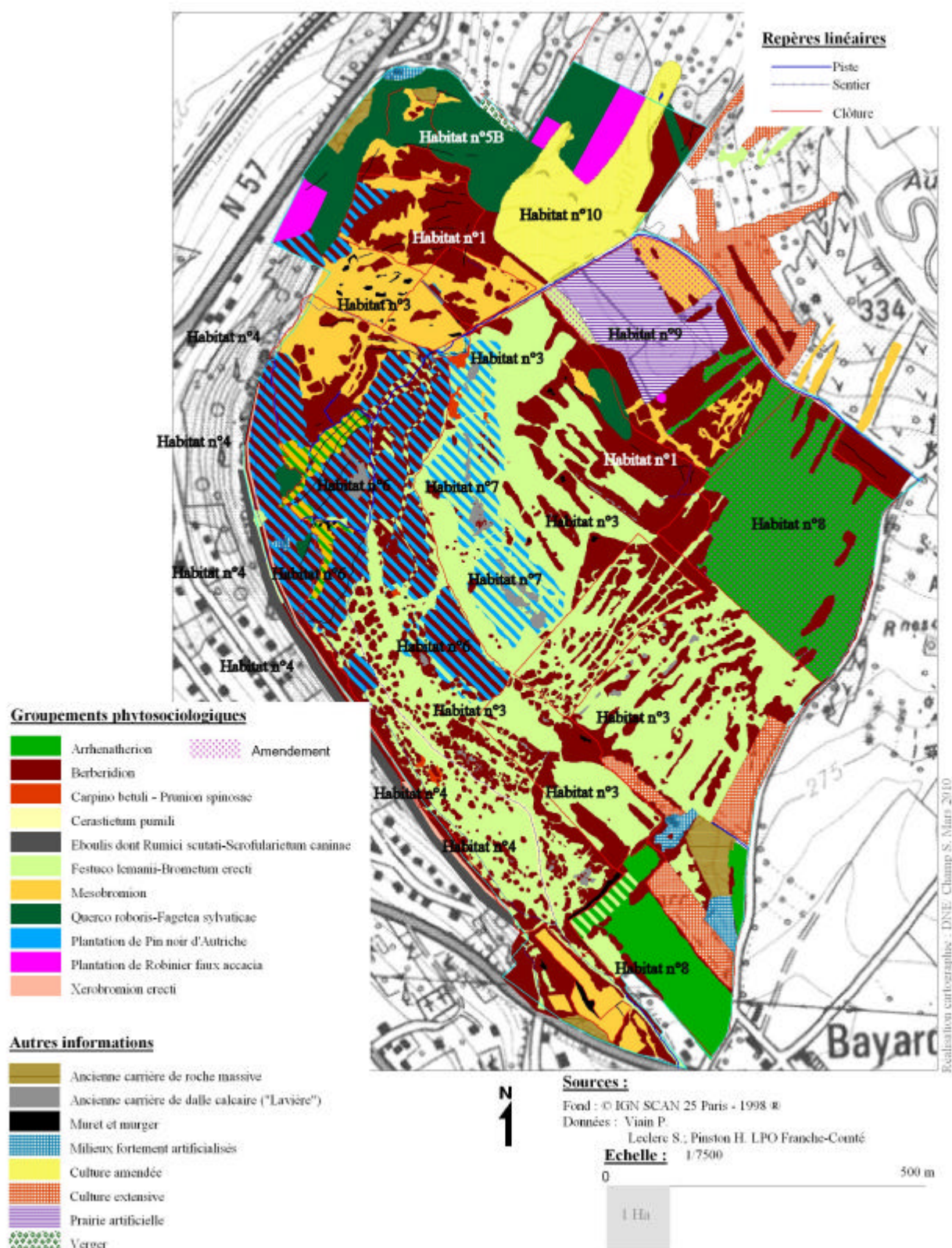
Les fourrés à Buis (*Buxus sempervirens*), en brun sur la carte de la R.N., couvrent plusieurs hectares en buissons et haies dispersés. Ils sont situés principalement sur le rebord de la corniche et sur les sols squelettiques du plateau, avec une prédominance sur le versant regardant Vesoul. Ainsi, le buis ponctue la pelouse à brome du versant ouest sous forme de buissons âgés relativement stables alors que sa dynamique est plus forte sur les secteurs de pelouse à brachypode. Enfin, les fourrés les plus denses et les plus vastes se trouvent à la périphérie ou directement sur les pierriers et "murgers". Couvrant plusieurs hectares, ces pierriers calcaires horizontaux à faiblement bosselés sont issus de l'extraction ancienne (antérieure à 1860) de « laves », d'où leur nom de « lavières ». Ce type de milieu est colonisé d'un mélange, selon les cas, d'orophytes (*Sedum album*), d'espèces de pelouses (*Bromus erectus*, *Teucrium chamaedrys*, *Hieracium pilosella*, *Euphorbia cyparissias*), d'ourlet (*Aquilegia vulgaris*, *Digitalis lutea*) ou de différentielles de groupements d'éboulis (*Hellebora foetidus*, *Linaria striata*). Des plantes arbustives de fourrés peuvent s'y installer, telles l'Epine-vinette (*Berberis vulgaris*), le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Prunellier (*Prunus spinosa*), le Troène (*Ligustrum vulgare*) et surtout le Buis (*Buxus sempervirens*), très dynamique au détriment de toutes les autres espèces. Quelques essences ligneuses s'adaptent très bien à ce type d'habitat, telles le Pin noir (*Pinus nigra*), le Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) et surtout le Frêne élevé (*Fraxinus exelsior*). Associées sur le terrain avec des pelouses sèches calcaires, les formations calcicoles dominées par le Buis correspondent à des fourrés xéro-thermophiles des stations sèches et chaudes. Elles appartiennent aux manteaux calcicoles xérophiles à caractère subméditerranéen. Ce groupement quasi-monospécifique est rattachable à l'alliance du **Berberidion**.

Habitat n°2 - Fourrés médio-européens sur sol fertile (Code CORINE 31.81).

Fourrés de *Prunus spinosa*, *P. mahaleb*, *Rosa* subsp., *Cornus mas* (très rare ici) *C. sanguinea*, *Sorbus aria*, *Crataegus* subsp., *Lonicera xylosteum*, *Rhamnus catharticus*, *Clematis vitalba*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana*, *Rubus* subsp., *Malus sylvestris*, *Euonymus europaeus* et *Corylus avellana*. Ces fourrés couvrent plusieurs hectares. Ce milieu, non repéré sur la carte car trop dispersé, se rapporte principalement au **Prunetalia**.

Habitat n°3 - Pelouses calcaires semi-arides (Code CORINE 34.32).

La pelouse calcicole à Brome et Brachypode, en vert clair et jaune foncé sur la carte de la R.N., recouvre encore une grande partie du plateau du Sabot et constitue un ensemble floristiquement riche. C'est la présence de ce milieu qui a justifié en grande partie le décret de protection qui lui fut accordé. Il s'agit de formations méso-xérophiles dominées par des graminées pérennes, colonisant des sols calcaires peu profonds, avec *Bromus erectus*, *Brachypodium pinnatum*, *Koeleria pyramidata*, *Festuca lemanii*, *Briza media*, *Carex caryophyllea*, *C. flacca*, ***Gentianella ciliata*** (caractéristique du *Mesobromion* et rare en Haute-Saône, cette plante est typique des pelouses à orchidées dont la protection est prioritaire dans la R.N.), *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Ranunculus bulbosus*, *Sanguisorba minor*, *Cirsium acaule*, *Potentilla neumanniana*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *pseudovulneraria*, *Galium verum*, *Hippocrepis comosa*, *Helianthemum nummularium*, *Thymus praecox*, *Salvia pratensis*, *Linum catharticum*, *Scabiosa columbaria*, *Centaurea scabiosa*, *Viola hirta*, *Plantago media* et *Primula veris*, et de nombreuses orchidées telles que *Ophrys apifera* type *apifera* et type *jurana*, *O. fuciflora*, *O. insectifera*, *Himantoglossum hircinum*, *Anacamptis morio* et *pyramidalis*, *Orchis militaris* et *Gymnadenia conopsea*. Ce milieu, qui couvre environ 50 ha sur la Réserve, se rapporte principalement à l'alliance du **Mesobromion** (association du ***Festuco lemanii-Brometum erecti***).



Carte de la R.N. avec les différents types d'habitats hébergeant des champignons

Habitat n°4 - Corniche et pelouses calcaires très sèches (Code CORINE 34.33).

Cet ensemble correspond à la juxtaposition d'une corniche exposée à l'ouest/sud-ouest et d'un plateau karstique faiblement incliné au sud. Cette particularité confère à cette zone un microclimat sec et chaud atypique par rapport à la plupart des zones adjacentes. En bordure de corniche croissent des plantes xérophiles de la R.N., telles que *Colutea arborescens*, le Baguenaudier, un arbuste de répartition sud-européenne souvent associé aux lisières de chênaies pubescentes dans le Midi de la France. On y trouve aussi *Quercus x streimi*, un hybride entre le Chêne sessile et le Chêne pubescent, typique des chênaies thermoxérophiles. Le faux Merisier (*Prunus mahaleb*), affectionne également les abords de corniche tandis que les dalles dénudées les mieux exposées hébergent *Sedum album*, *Sedum acre* et *Helianthemum apenninum*, l'Hélianthème des Apennins, une plante de type méditerranéo-atlantique.

Les pelouses xériques qui se sont développées sur les sols bruns calciques les plus superficiels hébergent des graminées pérennes et de nombreuses plantes telles que *Acinos arvensis*, *Allium sphaerocephalon*, *Arabis hirsuta*, *Bromus erectus*, *Carex halleriana*, *Melica ciliata*, *Brachypodium pinnatum*, *Helianthemum apenninum*, *Hippocrepis comosa*, *Linum tenuifolium*, *Neotia ustulata*, *Ononis spinosa* var. *procurrens*, *Orchis anthropophorum*, *Potentilla neumanniana*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa columbaria*, *Seseli montanum* et *Teucrium chamaedrys*. Ce milieu semble se rapporter en quelques points à l'aile la plus sèche et la plus thermophile des pelouses calcicoles de notre région, c'est-à-dire à l'alliance du **Xerobromion**.

Habitat n°5 - Bois clairs de feuillus (Code CORINE 42.271).

Habitat n°5A - Chênaies-charmaies xérophiles sur calcaire.

Ce milieu est composé de bois clairs et de bosquets bas caractéristiques des sols calcaires superficiels, avec *Quercus petraea*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana*, *Primula veris*, *Viola hirta*, *Mercurialis perennis* et *Orchis mascula*. Ce milieu couvre de nombreuses zones de la Réserve mais n'est pas repéré sur la carte car trop dispersé. Il se rapporte au **Carpinion betuli**.

Habitat n°5B - Chênaies-charmaies mésophiles sur calcaire.

Au nord de la réserve et dans quelques zones de loupes argileuses situées dans sa partie est, (en vert foncé sur la carte de la R.N.), le sol est moins sec et a favorisé l'implantation de *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Euonymus europaeus*, *Sambucus nigra* et parfois *Fagus sylvatica*. Ce milieu, se rapporte principalement au **Querco roboris-Fagetae sylvaticae**.

Quelques pins noirs d'Autriche (*Pinus nigra*) sont disséminés dans ce type d'habitat ainsi que des peupliers trembles (*Populus tremula*) et bouleaux verruqueux (*Betula pendula*), qui se sont implantés sur les sols les plus profonds. Quelques plantations de *Robinia pseudoaccacia* sont accolées ou mêlées à ces formations, elles seront considérées comme appartenant au même type d'habitat.

Habitat n°6 - Boisements de pins noirs d'Autriche (Code CORINE 83.3112).

Le **Pin noir d'Autriche** (*Pinus nigra*), semé sur la Réserve en 1874 (2 ha sur la corniche) puis 1927 (1 ha sur le plateau) s'est étendu spontanément pour atteindre environ 9 ha vers 1995 en formations denses à diffuses. Il est naturalisé sur les roches superficielles à structure compartimentée ainsi que sur les pentes à faible profondeur de sol et les versants à faible réserve en

eau. Le pin noir présente un port élancé au sein des peuplements. On peut distinguer deux formations d'âge inégal, repérées en bleu sur la carte de la R.N. :

La première borde la corniche aux abords immédiats du *Rocher du Sabot*, avec des arbres âgés de plus de 130 ans. La structure peu dense de ces pins aujourd'hui adultes, hauts de plus de 25 m et au houppier devenu sommital, a permis le développement spontané non seulement d'une strate arbustive feuillue, dont le Cerisier de Sainte-Lucie (*Prunus mahaleb*), mais aussi d'une strate arborescente encore jeune (chênes sessiles à la forme tortueuse, charmes, frênes, tilleuls et quelques hêtres).

La seconde formation, située plus à l'est, est encore en pleine évolution, avec des arbres âgés de 35 à 80 ans environ. Elle montre une structure assez dense sous laquelle se maintient une strate souvent dense d'arbustes, très dominée par le buis installé à l'origine sur les "murgers". Cette dynamique n'a subi aucune intervention humaine, aucune éclaircie n'ayant été effectuée dans les pins. Seuls des couloirs sinueux ont été réalisés en 2007 pour préparer une première exploitation.

Habitat n°7 - Pins noirs et sylvestres isolés dans les pelouses (Code CORINE 83.3112)

La présence de nombreux pins noirs d'Autriche en dehors des deux zones de boisement, surfaces qui lui furent jadis dévolues, illustre bien la forte capacité d'essaimage de cette espèce dans la réserve, au détriment d'écosystèmes tels que la pelouse calcicole ou les groupements thermophiles de la corniche. Doté d'un système racinaire important mais superficiel, avec de longues racines latérales bien ramifiées, le Pin noir se naturalise facilement. Il exprime son optimum en pleine lumière, d'où un port rapidement étalé en situation isolée.

En comparaison, le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), connu comme très dynamique sur les rares pelouses marnicoles de Haute-Saône, ne compte qu'une quinzaine d'individus spontanés disséminés dans les pelouses calcicoles de la réserve. Il possède un système racinaire profond construit autour d'une racine principale très forte et des racines latérales bien ramifiées. Tous les pins sylvestres de la réserve ont plusieurs décennies et sont parfois installés sur des pentes légèrement humides et/ou proches de petites zones argileuses. Ils sont surveillés et ne constituent pas une menace pour les pelouses. Plusieurs ont séché depuis 2003.

Habitat n°8 - Prairies à fourrage des plaines (Code CORINE 38.2)

Ce milieu, représenté en vert clair sur la carte de la R.N., correspond à des prairies à fourrage mésophiles bien drainées (et donc «séchardes»), fertilisées pour celles situées à l'est de la R.N. (8 ha), non fertilisées pour celles à la pointe sud (2,5 ha), avec *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Heracleum sphondylium*, *Daucus carota*, *Crepis biennis*, *Knautia arvensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Trifolium dubium*. Ce milieu se rapporte principalement à l'**Arrhenatherion**.

Habitat n°9 - Prairies artificielles (Code CORINE 81.1)

Ce milieu, en violet sur la carte de la R.N., correspond à une prairie sèche améliorée (semée fin 2002) couvrant environ 3 ha au nord-est de la Réserve sur sol moyennement profond à profond (50 cm à 1m).

Habitat n°10 - Parcelles cultivées (Code CORINE 82.3)

Il faut distinguer la parcelle de 4 ha environ au nord de la Réserve avec pesticides et engrais (maïs en 2009) des 3 petites parcelles du sud (2 ha environ au total) extensives, sans engrais ni pesticide. Cet habitat est représenté en jaune clair.

Quelques clichés des principaux habitats.



Habitat n° 1 - Fourré à buis.



Habitat n° 2 - Fourré médio-européen.



Habitat n° 3 - Pelouse calcaire semi-aride.



Habitat n° 3 - Pelouse calcaire semi-aride.



Habitat n° 4 - Corniche.



Habitat n° 4 - Pelouse calcaire très sèche.



Habitat n° 5B - Chênaie-charmaie mésophile.



Habitat n° 5A - Chênaie-charmaie xérophile.



Habitat n° 6 - Boisement de pins noirs âgés de plus de 130 ans.



Habitat n° 6 - Boisement de pins noirs âgés de 35 à 80 ans.



Habitat n° 7 - Pin isolé dans pelouse sèche.



Habitat n° 9 - Prairie artificielle.

6.5 - Résultats et interprétation.

6.5.1 - Diversité, abondance, chorologie et phénologie.

6.5.1.1 - Diversité fongique.

L'étude nous a permis de répertorier **570** espèces de champignons sur l'ensemble du territoire de la R.N. Ce chiffre est à mettre en parallèle avec les **402** plantes ligneuses et herbacées observées sur le même secteur. Il montre l'importance de la prise en compte de la mycoflore dans l'évaluation du patrimoine végétal des sites et de la qualité biologique des sols, pour une meilleure gestion globale des milieux.

Calcul de la diversité aréale :

La diversité aréale représente le nombre d'espèces à l'hectare (VAESKEN, 2010).

La superficie de la R.N. étant de 98,5ha, sa **diversité aréale** est de : $570 : 98,5 = 5,78$.

La comparaison avec d'autres études conduites en Franche-Comté montre que la diversité aréale de la R.N. est d'un niveau élevé. En effet, pour la Réserve biologique intégrale en forêt de Chaux, d'une superficie de 150 ha (CAILLET & SIMERAY, 2003), cette valeur est de $381 : 150 = 2,54$ et pour la Réserve Naturelle du Ravin de Valbois (CAILLET, 1998), dont la superficie est d'environ 335 ha, elle est de $265 : 335 = 0,79$. Notons que ces deux études ont été réalisées par inventaire de placettes représentatives des différents habitats et que seuls les macromycètes ont été pris en compte. Le fait que l'étude des champignons de la R.N. du Sabot ait porté sur l'ensemble de sa superficie et concerne à la fois les macromycètes et les micromycètes explique en partie les différences. La valeur de diversité aréale de la R.N. du Sabot montre une **importante diversité fongique** semblant traduire une activité biologique élevée de la plupart des habitats de la R.N.

6.5.1.2 - Indice de représentativité (**Ir**).

$Ir = 1 - (\text{Nombre d'espèces vues une seule fois} / \text{Nombre total d'espèces})$.

Sur les **570** espèces observées au cours de l'étude, 284 n'ont été vues qu'une seule fois. L'indice de représentativité **Ir** est de : $1 - (284 : 570) = 1 - 0,5 = 0,5$.

Cet indice indique que l'échantillonnage peut être considéré comme représentatif puisque **Ir** est compris entre 0,41 et 0,60. Les données enregistrées au cours des 4 années d'étude ne permettent pas d'obtenir une liste de taxons s'approchant de l'exhaustivité mais suffisent pour caractériser correctement le site sur le plan fongique.

➤ Indice de représentativité : **Ir = 0,5** => échantillonnage représentatif.

6.5.1.2 – Abondance, répartition et fréquence des champignons de la R.N.

Espèces les plus abondantes : **IA** = Indice d'abondance.

Espèces	IA	Nb carrés	Nb sorties	Habitats
<i>Clitocybe senilis</i>	A5	13	6	4
<i>Clitocybe collina</i>	A4	5	3	3, 4
<i>Lepista panaeola</i>	A4	24	7	3, 4
<i>Mycena flavoalba</i>	A4	15	7	3, 4, 5A
<i>Agaricus xanthodermus</i>	A4	24	7	3, 4
<i>Agaricus xanthodermus</i> var. <i>meleagroides</i>	A4	21	4	1, 3, 4
<i>Hebeloma sinapizans</i>	A4	32	7	5A, 5B, 6
<i>Hygrophorus chrysodon</i>	A4	8	3	5A
<i>Lepista nebularis</i> var. <i>nebularis</i>	A4	24	7	1, 5A, 6
<i>Mycena olivaceomarginata</i>	A4	9	4	3, 4
<i>Phellodon niger</i>	A4	3	3	6, 7

Espèces les plus répandues : **Nb carrés** où les espèces ont été observées au moins une fois.

Espèces	Nb carrés	Nb sorties	IA	Habitats
<i>Hebeloma sinapizans</i>	32	7	A4	5A, 5B, 6
<i>Lactarius semisanguifluus</i>	31	9	A2	6, 7
<i>Collybia dryophila</i>	27	7	A3	1, 2, 5A, 5B, 6
<i>Suillus granulatus</i>	26	9	A3	6, 7
<i>Lactarius sanguifluus</i>	25	9	A2	6, 7
<i>Lepista nebularis</i> var. <i>nebularis</i>	24	7	A4	1, 5A, 6
<i>Lepista panaeola</i>	24	7	A4	3, 4
<i>Agaricus xanthodermus</i>	24	7	A4	3, 4
<i>Agaricus xanthodermus</i> var. <i>meleagroides</i>	21	4	A4	1, 3, 4
<i>Hypholoma fasciculare</i>	19	7	A2	2, 5A, 5B, 6
<i>Suillus collinitus</i>	16	5	A3	6, 7

Espèces les plus fréquentes : **Nb de sorties** au cours desquelles les espèces ont été observées.

Espèces	Nb sorties	Nb carrés	IA	Habitats
<i>Lactarius sanguifluus</i>	9	25	A2	6, 7
<i>Lactarius semisanguifluus</i>	9	31	A2	6, 7
<i>Suillus granulatus</i>	9	26	A3	6, 7
<i>Agaricus xanthodermus</i>	7	27	A4	3, 4
<i>Hebeloma sinapizans</i>	7	32	A4	5A, 5B, 6
<i>Hypholoma fasciculare</i>	7	19	A2	2, 5A, 5B, 6
<i>Lepista nebularis</i> var. <i>nebularis</i>	7	24	A4	1, 5A, 6
<i>Lepista panaeola</i>	7	24	A4	3, 4
<i>Lycoperdon perlatum</i>	7	16	A1	1, 5A, 6
<i>Mycena flavoalba</i>	7	15	A4	3, 4, 5A
<i>Strobilurus tenacellus</i>	7	13	A2	6
<i>Vascellum pratense</i>	7	17	A2	3, 4, 8
<i>Collybia dryophila</i>	7	27	A3	1, 2, 5A, 5B, 6

Observations suite à analyse des trois tableaux précédents :

Sur les 10 espèces les plus abondantes de la R.N., 7 vivent principalement dans les pelouses sèches ou très sèches.

Clitocybe senilis est l'espèce la plus abondante de la R.N. Elle est, de plus, élective des pelouses calcaires très sèches (habitat n°4).

Agaricus xanthodermus, *Hebeloma sinapizans*, *Lepista nebularis* var. *nebularis* et *Lepista panaeola* font partie des espèces qui sont à la fois les plus répandues, les plus fréquentes et les plus abondantes de la R.N.

Collybia dryophila, *Lactarius semisanguifluus* et *Lactarius sanguifluus* font partie des espèces qui sont à la fois les plus répandues et les plus fréquentes de la R.N.

Agaricus xanthodermus var. *meleagroides* fait partie des espèces qui sont à la fois les plus abondantes et les plus répandues de la R.N.

Mycena flavoalba fait partie des espèces qui sont à la fois les plus abondantes et les plus fréquentes de la R.N.



Clitocybe senilis

© D.S.



Agaricus xanthodermus

© M.G.



Hebeloma sinapizans

© D.S.



Lepista panaeola

© L.G.



Lactarius sanguifluus

© D.S.

6.5.1.3 - Incidence des conditions météorologiques sur les poussées fongiques.

Le tableau ci-dessous permet de visualiser le nombre d'espèces observées dans la R.N. au cours des sorties pendant les 4 années de prospection. Il met aussi en évidence le nombre d'espèces ayant produit plus de 50, 100 ou 400 spécimens de champignons.

Année	2007					2008						2009						2010					
Mois	4	6	7	9	10	4	5	6	9	10	11	4	5	9	10	11	4	5	8	9	10	11	
Nb espèces	33	18	23	23	44	27	10	25	88	100	82	39	26	57	141	65	26	32	26	84	136	110	
50 ex									6	6	2			2	6	4	1			2	2	1	
100 ex															2	6			1	1	1	1	
400 ex																2							

Analyse des relevés :

Globalement, les relevés montrent que la période la plus favorable à la fructification du plus grand nombre d'espèces se situe entre septembre et novembre, avec un pic en octobre. Une analyse plus fine de nos relevés montre que la plupart des champignons spécifiques des pelouses sèches fructifient de la mi-octobre à la mi-novembre si l'automne est suffisamment doux et pluvieux.

2007, hiver très doux avec deux brèves périodes froides en décembre et janvier. Forte chaleur et sécheresse en avril puis humidité en mai-juin. Forte humidité et fraîcheur l'été, surtout en août. Automne ensoleillé mais sec, épisode de gel modéré (-5°C) une semaine en novembre avant redoux, puis gel plus fort (-10°C) à la mi-décembre.

- ⇒ Le manque d'humidité en octobre explique le faible nombre d'espèces observées. Une sortie en novembre aurait certainement permis d'observer d'autres espèces, c'est pourquoi nous avons réalisé des sorties en novembre au cours des 3 années suivantes.

2008, année particulièrement humide, avec beau temps limité à février, fin juin et juillet. Mois d'août peu ensoleillé et excédentaire de 85% en précipitations par rapport aux normales. Automne humide et frais, avec arrivée de la neige le 23 novembre et gelées en décembre.

- ⇒ La fructification des mycéliums de septembre à novembre a été favorisée par l'été pluvieux et l'automne doux et pluvieux. En septembre, nous avons observé 88 espèces dont 6 ont produit plus de 50 exemplaires. En octobre, 100 espèces ont été répertoriées parmi lesquelles 6 ont produit plus de 50 spécimens. A noter de très belles poussées vers la fin du mois dans les buxais mêlées de feuillus. Enfin, 82 espèces ont été observées en novembre parmi lesquelles 2 ont produit plus de 50 exemplaires.

2009, temps froid en janvier-février puis relativement doux, suivi d'un printemps estival et d'un été globalement sec et chaud qui se prolonge jusqu'à fin septembre. Octobre faiblement pluvieux et novembre pluvieux et doux, cette douceur persistant jusqu'à la mi-décembre. Deuxième quinzaine de décembre pluvieuse ou froide.

- ⇒ L'année est particulièrement sèche et chaude d'avril à octobre, et cette sécheresse prolongée génère un stock important de matière organique non décomposée. Une chute brutale des températures début octobre et des pluies d'automne abondantes provoquent la reprise de l'activité des mycéliums qui trouvent beaucoup de nutriments à leur disposition dans le sol. Ces conditions exceptionnelles nous permettent d'observer 141 espèces de champignons en octobre, parmi lesquelles 6 produisent plus de 50 spécimens et 2 plus de 100. En novembre, 65 espèces sont encore observées, dont 6 produisent plus de 100 exemplaires et 2 plus de 400, ce qui est tout à fait exceptionnel.

2010, hiver long et froid suivi d'un mois d'avril ensoleillé mais frais. Mai et juin pluvieux, juillet très chaud et orageux. Août assez pluvieux avec des températures fraîches pour la saison, se prolongeant jusqu'à la mi-septembre. Automne plutôt doux jusqu'à la mi-novembre.

- ⇒ La poussée fongique estivale a commencé très tôt, dès fin juin, et s'est poursuivie à un très bon niveau durant tout l'été. Les conditions automnales plutôt douces ont favorisé la poursuite des fructifications, induisant de très nombreuses observations en octobre et novembre, avec la découverte de plusieurs nouvelles espèces dans la R.N. L'arrivée brusque du froid et de la neige vers le 20 novembre a entraîné la fin de la production de sporophores.

6.5.2 - Espèces nouvelles pour la France, la région ou le département.

Les espèces suivantes semblent, d'après les informations en possession de la S.M.P.M., nouvelles au niveau national, régional ou départemental. La répartition est la suivante :

6.5.2.1 - 3 espèces très rares au niveau national :

Erysiphe arcuata, première récolte française,

Mycena maurella, seconde récolte française,

Clitocybe meridionalis, nouvelle pour le nord-est de la France.

6.5.2.2 - 46 espèces nouvelles pour la mycoflore franc-comtoise :

Agaricus xanthoderma var. *meleagroides*, *Antrodia macra*, *Ascochyta coluteae*, *Athelia fibulata*, *Athelopsis lacerata*, *Bolbitius incarnatus*, *Calyprella griseopallida*, *Cercospora ononidicola*, *Chloroscypha sabinae*, *Clitocybe phaeophthalma* var. *gibboides*, *Clonostachys buxi*, *Conocybe moseri* var. *moseri*, *Coprinopsis cinereofloccosa*, *Cortinarius epsomensis* f. *epsomensis*, *Cortinarius sericeus* var. *globovosporus*, *Entoloma sericeonitens*, *Entoloma sericeum* var. *cinereo-opacum*, *Galerina autumnalis* var. *angusticystis*, *Galerina calyptrata*, *Galerina vittiformis* var. *pachyspora*, *Hyponectria buxi*, *Lepiota josserandii*, *Lepista fasciculata*, *Limacella ochraceolutea*, *Microthyrium macrosporum*, *Mycena pura* f. *violacea*, *Mycosphaerella buxicola*, *Peniophora nuda*, *Peniophora proxima*, *Phellinus ribis* f. *crataegi*, *Phomopsis stictica*, *Phyllosticta badhamii*, *Phyllosticta digitalis*, *Phyllosticta himantoglossi*, *Phyllosticta ligustri*, *Phyllosticta rubicola*, *Phyllosticta sphingina*, *Psathyrella clivensis*, *Psilocybe subcoprophila*, *Pucciniastrum agrimoniae*, *Scytinostroma odoratum*, *Septoria digitalis*, *Skeletocutis subincarnata*, *Trechispora cohaerens*, *Uromyces trifolii-repentis* var. *fallens*, *Uromyces valerianae*.

6.5.2.3 - 64 espèces nouvelles pour la mycoflore haut-saônoise :

Basidioidendron cesiocinereum, *Cercospora circumscissa*, *Cercospora microsora*, *Cinereomyces lindbladii*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Clitocybe gyrans*, *Conocybe siennophylla*, *Coprinus marculentus*, *Coprobria granulata*, *Cortinarius arenatus*, *Cortinarius azureovelatus*, *Cortinarius casimiri*, *Cortinarius intermedius*, *Cortinarius sertipes*, *Cortinarius subelegantior*, *Cortinarius vaginatopus*, *Cystoderma superbum*, *Cystolepiota seminuda*, *Dendrothele alliacea*, *Entoloma clandestinum*, *Entoloma juncinum*, *Entoloma longistriatum* var. *longistriatum*, *Entoloma papillatum*, *Entoloma sericeoides*, *Eutypa flavovirens*, *Fuligo leviderma*, *Galerina camerina*, *Galerina hypnorum*, *Grandinia arguta*, *Grandinia granulosa*, *Hemitrichia serpula*, *Hygrocybe conica* var. *chloroides*, *Hygrocybe ortoniana*, *Hygrocybe paraceracea*, *Hyphodontia detritica*, *Hypoxylon serpens*, *Hysterium angustatum*, *Lactarius deliciosus*, *Lamproderma atrosporum* var. *atrosporum*, *Lepiota pseudohelvelloidea*, *Lycoperdon lividum*, *Marasmius collinus*, *Megalocystidium luridum*, *Melanoleuca graminicola*, *Melanoleuca subbrevipes*, *Microsphaera hedwigii*, *Mycena ammoniaca*, *Mycena nucicola*, *Mycena pseudopicta*, *Oxyporus populinus*, *Phaeotellus griseopallidus*, *Pholiota highlandensis*, *Phyllactinia mali*, *Phyllosticta buxina*, *Ramaria gracilis*, *Russula maculata*, *Russula sanguinaria* var. *confusa*, *Russula teneropus*, *Septoria ebuli*, *Skeletocutis carneogrisea*, *Sphaeropsis visci*, *Thectogonia ligustri*, *Vuilleminia cystidiata*.

Toutes ces espèces nouvelles enrichissent l'inventaire régional et montrent l'intérêt d'étudier ce type de milieu hors du commun.

Clichés d'espèces nouvelles pour la région ou le département.



Clitocybe phaeophthalma var. *gibboides*

© M.G.



Lepiota josserandii

© L.G.



Pucciniastrum agrimoniae

© D.S.



Clitocybe gyrans

© L.G.



Cortinarius olivellus

© L.G.



Marasmius collinus

© D.S.

6.5.3 - Analyse patrimoniale

L'analyse patrimoniale, introduite par le professeur Régis Courtecuisse en 1997, sert à évaluer la valeur patrimoniale d'un site donné à partir de la liste rouge de la région considérée. Elle permet de comparer cette valeur à celle d'autres sites de la même région et ainsi de pouvoir classer les sites selon leur valeur patrimoniale. C'est un outil mis à la disposition des gestionnaires de milieux naturels. La liste rouge de référence est la brochure sur les champignons rares ou menacés de Franche-Comté (SUGNY, 2004). Cependant, la mise en évidence de nombreuses espèces nouvelles pour la région au cours de l'étude (de 2007 à 2010) et répondant aux critères de la liste rouge a permis d'enrichir la liste des champignons rares ou menacés de Franche-Comté.

6.5.3.1 - Liste des champignons rares ou menacés de la R.N.

Catégorie 0 : Espèces potentiellement éteintes : 1 espèce.

Floccularia luteovirens, observé le 20 octobre 1956 dans les pelouses les plus sèches du Sabot de Frotoy (seule station franc-comtoise connue) mais non mentionné depuis cette date et non retrouvé lors de l'étude. Il est à craindre que cette espèce soit vraiment éteinte en Franche-Comté.

Catégorie 1 : Espèces en danger critique d'extinction : 3 espèces.

Camarophyllopsis foetens, *Clitocybe collina* et *Stropharia albonitens*.

Catégorie 2 : Espèces en danger : 80 espèces.

Agaricus xanthodermus var. *meleagroides*, *Antrodia macra*, *Ascochyta coluteae*, *Bolbitius incarnatus*, *Bovista plumbea*, *Calyprella griseopallida*, *Chloroscypha sabinae*, *Clavaria vermicularis*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Clitocybe phaeophthalma* var. *gibboides*, *senilis*, *meridionalis*, *Clonostachys buxi*, *Conocybe moseri* var. *moseri*, *Cortinarius epsomiensis* f. *epsomiensis*, *sericeus* var. *globovosporus*, *Crinipellis scabella*, *Cuphophyllus cereopallidus*, *cereopallidus* f. *bisporiger* et *colemannianus*, *Dermoloma* sp., *Entoloma carneogriseum*, *clandestinum*, *incanum*, *infula* var. *chlorinosum*, *juncinum*, *longistriatum*, *papillatum*, *prunuloides*, *pseudocoelestinum*, *pseudoturci*, *sericellum*, *sericeoides*, *sericeonitens*, *sericeum* var. *cinereo-opacum* et *serrulatum*, *Erysiphe arcuata*, *Galerina calyptrata* et *vittiformis* var. *pachyspora*, *Hygrocybe calciphila*, *ceracea*, *cinereifolia*, *euoflavescens*, *forficata* var. *streptopus*, *obrussea*, *ortoniana*, *paraceracea*, *persistens*, *persistens* var. *langei*, *pseudoconica*, *reae* et *tristis*, *Hyponectria buxi*, *Langermania gigantea*, *Lepiota josserandii*, *Lepista fasciculata*, *panaeola* et *personata*, *Limacella ochraceolutea*, *Lycoperdon lividum*, *Marasmius buxi* et *collinus*, *Melanoleuca pseudorasilis*, *Microthyrium macrosporum*, *Mycena aurantiomarginata*, *maurella* et *olivaceomarginata*, *Mycosphaerella buxicola*, *Peniophora proxima*, *Phaeotellus griseopallidus*, *Phomopsis stictica*, *Phyllosticta badhamii*, *digitalis*, *himantoglossi* et *sphingina*, *Pseudonectria rousseliana*, *Puccinia buxi*, *Russula sanguinaria* var. *confusa*, *Septoria digitalis* et *Tulostoma brumale*.

Catégorie 3 : Espèces vulnérables : 39 espèces.

Agaricus campestris var. *squamulosus*, *squamulifer*, *xanthodermus* var. *lepiotoides*, *Boletus depilatus*, *Bovista nigrescens*, *Calocybe gambosa*, *Clavulinopsis corniculata* et *helvola*, *Clitocybe gyrans*, *Coprinopsis cinereofloccosa*, *Cortinarius vaginatopus* et *xanthophyllus*, *Cuphophyllus pratensis*, *russocoriaceus* et *virgineus*, *Cystoderma superbum*, *Dichomitus campestris*, *Entoloma clypeatum*, *Galerina autumnalis* var. *angusticystis*, *Geoglossum cookeianum*, *Hygrocybe chlorophana* et *chlorophana* var. *aurantiaca*, *conica*, *conica* var. *chloroides*, *obrussea*, *psittacina* et *quieta*, *Hygrophorus hedrychii* et *latitabundus*, *Mycena nucicola*, *Peniophora nuda*, *Psathyrella clivensis*, *Psilocybe subcoprophila*, *Scytinostroma odoratum*, *Skeletocutis subincarnata*, *Stropharia coronilla*, *Trechispora cohaerens* et *Trichoglossum hirsutum*.

Catégorie 4 : Espèces potentiellement menacées : 13 espèces.

Agaricus campestris, *Amanita lividopallescens*, *Hydnum repandum*, *Lactarius deliciosus*, *sanguifluus* et *semisanguifluus*, *Lyophyllum semitale*, *Melanoleuca subbrevipes*, *Mycena pseudopicta*, *Polyporus mori*, *Ramaria gracilis*, *Russula torulosa* et *Tricholoma psammopus*.

Catégorie 5 : Préoccupation mineure : 6 espèces.

Entoloma nitidum, *Galerina stylifera*, *Gymnopilus spectabilis*, *Lycoperdon mammiforme*, *Lyophyllum immudum* et *Russula maculata*.

6.5.3.2 - Indice patrimonial de la R.N.

Catégories	Nb d'espèces en Liste Rouge	Nombre de points	Résultats
0	1	6 pts	6 pts
1	3	5 pts	15 pts
2	80	4 pts	320 pts
3	39	3 pts	117 pts
4	13	2 pts	26 pts
5	6	1 pt	6 pts
	142		PPb = 490 pts

$$\text{Indice patrimonial } \mathbf{Ip} = \frac{490}{5,7} = \mathbf{86}$$

PPb 5 centaines d'espèces répertoriées

Nous n'avons pas d'éléments de comparaison permettant de situer l'indice patrimonial de la R.N. par rapport à celui d'autres sites francs-comtois. Toutefois, cette valeur semble d'un très bon niveau par rapport à celle de sites d'autres régions. Le nombre impressionnant d'espèces rares ayant comme habitat préférentiel les pelouses sèches induit une forte proportion de taxons classés en catégorie 2 de menace, ce qui influe fortement sur la valeur globale de l'indice.

Clichés d'espèces parmi les plus rares ou menacées (catégorie 1)



Clitocybe collina

© L.G.



Camarophylloopsis foetens

© J.M.M.



Stropharia albonitens

© L.G.

6.5.4 - Analyse fonctionnelle

Les champignons établissent des relations spécifiques avec leur milieu. L'analyse fonctionnelle consiste à estimer le fonctionnement de cet écosystème (VAESKEN, 2010). D'une façon générale, les saprotrophes dégradent la matière organique préformée et la mettent à disposition pour d'autres organismes, les parasites régulent les populations et les mycorhiziens permettent aux végétaux de résister aux pressions environnementales. L'évaluation du spectre biologique des zones boisées, la mise en évidence des espèces bio-intégratrices des pelouses et la recherche des liens entre les champignons, les plantes et les habitats aident à une meilleure compréhension du rôle joué par la flore fongique. Ces différents aspects de l'analyse fonctionnelle sont présentés ci-après.

6.5.4.1 - Répartition des espèces de champignons par mode de vie.

Types de modes de vie	S	SL	EcM	P	Mo	SC	SP	Symb.	Total
Nombres d'espèces fongiques	231	171	103	53	4	4	3	1	570
Pourcentage / nombre total d'espèces	40	30	18	10	0,7	0,7	0,5	0,1	100

Sur les 569 espèces de champignons répertoriées dans la R.N. :

- ✓ 40% se nourrissent de l'humus à divers stades de décomposition,
- ✓ 30% se développent sur du bois mort,
- ✓ 18% forment des ectomycorhizes avec des arbres ou des arbustes,
- ✓ 10% vivent en parasite sur des feuilles, rameaux, branches ou troncs.

6.5.4.2 - Spectre biologique mycologique des zones boisées.

Le rapport du nombre d'espèces ectomycorhiziennes / nombre d'espèces saprophytes dans les zones boisées (habitats 5A, 5B, 6 et 7) est de : $134 / 120 = 1,12$. Ce chiffre montre un très bon équilibre entre les espèces mycorhiziennes et les espèces saprophytes humicoles car le spectre est proche de 1. Les écosystèmes forestiers de la R.N. semblent en bonne santé d'un point de vue fongique.

6.5.4.3 - Répartition des espèces de champignons par type d'habitat.

Types d'habitat	5A	6	3	2	5B	1	4	7	8	9	10
Nombres d'espèces fongiques	160	158	120	94	87	75	58	43	14	8	1

Sur l'ensemble des espèces de champignons répertoriées dans la R.N. :

- ✓ 160 ont été observées dans les chênaies-charmaies xérophiles (5A),
- ✓ 158 dans les boisements de pins noirs d'Autriche (6),
- ✓ 120 dans les pelouses semi-arides (3),
- ✓ 94 dans les fourrés de type *Prunetalia* (2),
- ✓ 87 dans les chênaies-charmaies mésophiles (5B),
- ✓ 75 dans les fourrés à buis et pierriers calcaires (1),
- ✓ 58 près de la corniche ou dans les pelouses calcaires très sèches (4),
- ✓ 43 sous les pins noirs et sylvestres isolés dans les pelouses (7),
- ✓ 23 dans les prairies ou dans les parcelles cultivées (8, 9 et 10).

⇒ Les zones boisées, les pelouses semi-arides et les fourrés de type *Prunetalia* hébergent le plus grand nombre d'espèces.

6.5.4.4 - Espèces bio-intégratrices des pelouses.

Catégories	A	B	C	D	E
Nombre d'espèces fongiques	20	24	12	15	22

Espèces en catégorie A (très sensibles aux nitrates)

Camarophyllopsis foetens, *Clavaria acuta*, *vermicularis*, *Cuphophyllus cereopallidus* et *cereopallidus* f. *bisporiger*, *Cuphophyllus colemannianus* et *russocoriaceus*, *Dermoloma* sp., *Entoloma carneogriseum*, *incanum*, *longistriatum*, *papillatum*, *prunuloides*, *pseudoturci* et *serrulatum*, *Geoglossum cookeianum*, *Hygrocybe chlorophana* var. *aurantiaca*, *Stropharia ochrocyanea* et *pseudocyanea*, *Trichoglossum hirsutum*.

Espèces en catégorie B (sensibles aux nitrates)

Calocybe gambosa, *Cuphophyllus niveus*, *niveus* f. *roseipes*, *pratensis* et *virginus*, *Entoloma infula* var. *chlorinosum*, *Hygrocybe calciphila*, *ceracea*, *chlorophana*, *cinereifolia*, *conica*, *conica* var. *chloroides*, *euroflavescens*, *forficata* var. *streptopus*, *obrussea*, *ortoniana*, *paraceracea*, *persistens*, *persistens* var. *langei*, *pseudoconica*, *psittacina*, *quieta*, *reae* et *tristis*.

Espèces en catégorie C (nitratoclines)

Clitocybe collina, *dealbata* et *gyrans*, *Cystolepiota seminuda*, *Lepiota cristata* et *josserandii*, *Lepista nuda*, *panaeola*, *personata* et *sordida*, *Macrolepiota rhacodes* var. *bohémica*, *Phaeotellus griseopallidus*.

Espèces en catégorie D (nitratochantes)

Agaricus campestris, *xanthoderma*, *xanthoderma* var. *leptoides* et var. *melaegroides*, *Bolbitius incarnatus*, *Conocybe lactea*, *Coprinus disseminatus*, *Lepiota cristata* et *josserandii*, *Leucoagaricus cinerascens* et *leucothites*, *Marasmius oreades*, *Psathyrella candolleana*, *Psilocybe subcoprophila*, *Vascellum pratense*.

Espèces en catégorie E (tendance rudérale ou fréquentant les lieux anthropisés)

Agaricus xanthoderma, *xanthoderma* var. *leptoides* et var. *melaegroides*, *Clitocybe collina*, *Conocybe filaris*, *Coprinus lagopides*, *Cystolepiota bucknallii* et *seminuda*, *Echinoderma asperum*, *Inocybe cincinnata*, *Langermania gigantea*, *Lepiota cristata*, *josserandii* et *pseudohelvello*, *Lepista sordida*, *Lyophyllum fumosum*, *Macrolepiota rhacodes* var. *bohémica*, *Macrocystidia cucumis*, *Melanoleuca brevipes* et *kuehneri*, *Stropharia caerulea* et *Tubaria romagniana*.

Interprétation des résultats :

- La présence dans les pelouses de la R.N. d'un nombre important d'espèces très sensibles ou sensibles aux nitrates indique un bon niveau global de naturalité du site.
- Le pâturage des pelouses par les moutons induit la présence de déchets azotés qui favorise la venue d'espèces nitratochantes à nitratochantes, mais les petits bois où dominent les robiniers faux accacia favorisent également la venue d'espèces nitratochantes. En effet, la litière produite par cet arbre est très riche en azote tandis que son système racinaire stabilise le sol et l'enrichit également en azote.

- La proximité de la ville de Vesoul et la fréquentation de la R.N. par les visiteurs favorisent l'implantation d'espèces à tendance rudérale qui sont souvent nitratoclines ou nitratophiles.
- ⇒ Une évaluation périodique des espèces fongiques des différentes catégories permettrait de suivre l'évolution de la qualité biologique des sols des pelouses. En effet, à niveau de population équivalent, une augmentation du nombre d'espèces des catégories A et B traduirait une amélioration de l'équilibre biologique des pelouses. A l'inverse, une diminution du nombre d'espèces de ces catégories traduirait une détérioration de cet équilibre. De même, une étude périodique des populations de champignons des catégories C, D et E permettrait de suivre l'impact de la présence des moutons sur la qualité des sols pour affiner au besoin le système de rotation du pâturage dans différents secteurs de la R.N.



Cuphophyllus cereopallidus (catégorie A)

© D.S.



Calocybe gambosa (catégorie B)

© D.S.



Clitocybe dealbata (Catégorie C)

© L.G.



Coprinus disseminatus (catégorie D)

© D.S.



Macrolepiota rhacodes var. *bohémica* (catégorie E) © L.G.

6.5.4.5 - Répartition des espèces de champignons par plante.

Tableau récapitulatif des plantes ayant des liens avec les champignons. Les espèces d'arbres ou d'arbustes ectomycorhizogènes sont indiquées en caractères gras.

Modes de vie des champignons	S	SL	EcM	P	Mo	SC	SP	Symbiose	Nb d'espèces fongiques liées à chaque plante
Espèces de plantes									
<i>Acer campestre</i>	3	12		1					16
<i>Acer pseudoplatanus</i>				1					1
<i>Agrimonia eupatoria</i>				1					1
<i>Allium sphaerocephalon</i>				1					1
Arbres feuillus divers	2	13	3						18
<i>Berberis vulgaris</i>				1					1
<i>Betula pendula</i>		6	3						9
<i>Buxus sempervirens</i>	40	12		7			1		60
<i>Carpinus betulus</i>	12	20	23	1			1		57
<i>Clematis vitalba</i>		1							1
<i>Colutea arborescens</i>				1					1
<i>Cornus sanguinea</i>	1	4		1	1				7
<i>Corylus avellana</i>	17	39	18	1					75
<i>Crataegus monogyna</i>	7	30		2			1	1	41
<i>Digitalis lutea</i>				2					2
<i>Euonymus europaeus</i>		4		1					5
<i>Fagus sylvatica</i>	2	7	1						10
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	7		2					10
<i>Galium album</i>				1					1
<i>Hedera Helix</i>				3					3
<i>Himantoglossum hircinum</i>				1					1
<i>Juglans regia</i>				1					1
<i>Juniperus communis</i>	2								2
<i>Ligustrum vulgare</i>		1		2					3
<i>Melilotus albus</i>				1					1
<i>Ononis spinosa</i> var. <i>procurens</i>				1					1
<i>Pinus nigra</i>	71	55	52		1		1		180
<i>Pinus sylvestris</i>	2	2	11						15
<i>Plantago lanceolata</i>				1					1
<i>Poaceae</i> (graminée)	1								1
<i>Populus tremula</i>	4	13	8	1					26
<i>Prunus avium</i>		2		1					3
<i>Prunus padus</i>		1							1
<i>Prunus spinosa</i>	3	9		1					13
<i>Pyrus communis</i>				1					1
<i>Quercus petraea</i>	4	16	10				1		31
<i>Quercus robur</i>	2	4	3						9
<i>Quercus x streimi</i>		3	3	1					8
<i>Ranunculus bulbosus</i>				1					1
<i>Rhamnus cathartica</i>	1								1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3	8		1			1		13
<i>Rosa canina</i>		5		1					6

<i>Rubus fruticosus</i> aggr.				4					4
<i>Salix caprea</i>		2							2
<i>Sambucus ebulus</i>				1					1
<i>Sambucus nigra</i>		2							2
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1								1
<i>Tilia cordata</i>		1							1
<i>Tilia platyphyllos</i>	1	5	8	1					15
<i>Trifolium medium</i>				2					2
<i>Valeriana officinalis</i> subsp. <i>repens</i>				1					1
<i>Viburnum lantana</i>	1	7		2	1				11
<i>Viscium album</i>				1					1
<i>Vitis vinifera</i>				1					1
<i>Zea mays</i>				1					1

Bilan des observations :

- Parmi les 55 sortes de plantes ayant des liens avec des champignons, 13 espèces d'arbres ou arbustes peuvent former des ectomycorhizes avec des macromycètes. Nous n'avons cependant observé des champignons ectomycorhiziens que sous 11 d'entre elles.
- Les espèces d'arbres ayant le cortège fongique global le plus important sont, dans l'ordre : ***Pinus nigra***, puis ***Corylus avellana***, suivis de ***Buxus sempervirens*** et ***Carpinus betulus***.

Une espèce remarquable :

Hebeloma sinapizans est le taxon calcicole qui forme des ectomycorhizes avec le plus d'essences de la R.N., qu'il s'agisse de feuillus ou de conifères. Nous l'avons observé sous *Pinus nigra*, *Quercus petraea*, *Corylus avellana*, *Pinus sylvestris*, *Carpinus betulus* et *Tilia platyphyllos*.

6.5.4.6 - Répartition des champignons ectomycorhiziens par type d'habitat pour chaque espèce d'arbre hôte.

Généralités sur les ectomycorhizes et leur mode de fonctionnement.

Les ectomycorhizes, associations de champignons dits "supérieurs" avec des arbres et arbustes, jouent un rôle fondamental dans l'adaptation de ces derniers à leur milieu. Dans ce type de relations, le mycélium forme des manchons autour des racelles de l'hôte arboré ou arbustif et pénètre dans les racines, en se confinant aux espaces intercellulaires. Les champignons améliorent ainsi la recherche de l'eau et des sels minéraux du sol dont les arbres ont besoin. En retour, les arbres transmettent à leurs hôtes fongiques une partie des sucres (hydrates de carbone) qu'ils produisent par photosynthèse. En outre, les ectomycorhizes protègent les racines-hôtes contre diverses agressions dont les micro-organismes du sol et améliorent la réponse des arbres au stress hydrique. Mais l'un des principaux intérêts de ce type d'association à bénéfices réciproques réside dans la diversité des partenaires fongiques potentiellement disponibles (FORTIN & *al.*, 2008) : chaque espèce de champignon ayant des conditions de croissance et de vie très précises, l'arbre pourra assurer sa survie en s'associant à un maximum d'espèces différentes. Les champignons xérophiles seront efficaces par temps sec, tandis que les psychrophiles prendront le relais par temps froid. L'arbre pourra ainsi résister à des conditions très variables, bien au-delà de ses propres limites. Notons également que les sucres produits par la photosynthèse affluent vers les racines des arbres à la fin de l'été et au début de l'automne, les parties aériennes n'ayant plus besoin d'énergie pour grandir. Ces sucres favorisent alors le développement des racines et le fonctionnement des mycorhizes, c'est pourquoi les fructifications de la majeure partie des champignons ectomycorhiziens sont produites à l'automne (SUGNY, 2010).

Intérêt particulier des ectomycorhizes dans les zones les plus arides de la R.N.

L'un des plus grands intérêts des ectomycorhizes dans l'adaptation des arbres et arbustes aux milieux secs est le rabattement de l'eau par le mycélium des champignons vers le système racinaire des arbres. Ce phénomène est d'une importance majeure pour les arbres et arbustes ectomycorhizogènes implantés dans les zones les plus arides de la R.N., surtout au cours des périodes de grande sécheresse.

6.5.4.6.1 - Champignons liés à *Betula pendula*.

Les 3 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Betula pendula* sont *Amanita vaginata*, *Hebeloma crustuliniforme* et *Hygrophorus hedrychii*, dans l'habitat 5B.

Une espèce remarquable :

Hygrophorus hedrychii : cette espèce, dont le nom français est «hygrophore du bouleau», est spécifique du bouleau. Elle n'est répertoriée actuellement que dans 10 départements français dont celui de Haute-Saône. Sa grande rareté en Franche-Comté a induit sa classification en catégorie 3 dans la liste des espèces rares ou menacées.

6.5.4.6.2 - Champignons liés à *Carpinus betulus*.

Les 23 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Carpinus betulus* sont réparties dans 5 types d'habitat et appartiennent à 9 genres différents. Les genres ***Boletus***, ***Cortinarius*** et ***Tricholoma*** sont les mieux représentés.

Types d'habitat	1	5A	5B	6	7
Genres					
<i>Boletus</i>		2	1	1	1
<i>Cortinarius</i>	1	7	5		
<i>Hebeloma</i>		1	1	1	
<i>Hydnum</i>		1			
<i>Hygrophorus</i>		1			
<i>Inocybe</i>		1	1		
<i>Lactarius</i>		1			
<i>Russula</i>		1			
<i>Tricholoma</i>		2	2	1	

Quelques espèces remarquables :

Boletus depilatus, observé deux fois en fin d'été, après des fortes chaleurs, dans une charmaie sur sol caillouteux, sec, superficiel. Ce bolet forme des mycorhizes avec les charmes, les noisetiers et les tilleuls en terrain sec et calcaire. Il figure en catégorie 3 (espèces vulnérables) dans le catalogue des champignons rares ou menacés de Franche-Comté.

Cortinarius vaginatopus, observé la première fois en lisière ouest des "Pins Rénet", sous un chêne, puis une seconde fois sous un charme, en lisière d'un bosquet de charmes et noisetiers, en F2. Ce magnifique cortinaire, caractérisé par un chapeau d'une belle teinte bleu violet, un stipe muni d'un bulbe marginé enveloppé par une volve membraneuse blanche, a pour habitat les terrains calcaires dans des stations thermophiles. Cette espèce a été signalée pour la première fois en Franche-Comté le 6 octobre 1984, à Besançon, au Grand Désert du quartier Bregille, par Michel Caillet et Gilbert Moyne. Elle croissait sous chênes rabougris et frênes en mélange, dans une zone de pelouse sèche calcaire envahie par les buis et peuplée de boqueteaux de feuillus.



Boletus depilatus

© D.S.



Cortinarius vaginatopus

© D.S.



Hygrophorus hedrychii

© D.S.

6.5.4.6.3 - Champignons liés à *Corylus avellana*.

Les 18 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Corylus avellana* sont réparties dans 6 types d'habitat et appartiennent à 10 genres différents. Les genres ***Amanita***, ***Cortinarius*** et ***Inocybe*** sont les mieux représentés.

Genres	Types d'habitat	1	2	4	5A	5B	6
<i>Amanita</i>					1	3	
<i>Boletus</i>					1		
<i>Cortinarius</i>		1			2	2	2
<i>Hebeloma</i>					2		
<i>Inocybe</i>			2		2		2
<i>Laccaria</i>					1		1
<i>Lactarius</i>					1	1	
<i>Limacella</i>				1	1		1
<i>Russula</i>						1	
<i>Tricholoma</i>					1	1	1

Une espèce remarquable :

Amanita lividopallescens, associée à des noisetiers, dans des bois clairs de feuillus mêlés de quelques pins noirs, dans des zones de plaquages argileux. Cette amanite préfère les terrains lourds et à pH élevé, de 6,2 à 7,2 (marnes, argiles, alluvions). Elle figure en catégorie 4 (espèces potentiellement menacées) dans le catalogue des champignons rares ou menacés de Franche-Comté.

6.5.4.6.4 - Champignons liés à *Fagus sylvatica*.

La seule espèce ectomycorhizienne observée sous hêtre est ***Hygrophorus eburneus***, dans l'habitat 5B. Cet arbre est peu présent dans la R.N. et n'héberge que l'un de ses plus fidèles compagnons symbiotiques, l'hygrophore blanc d'ivoire, commun dans presque tous les habitats où le hêtre est présent.



Amanita lividopallescens

© D.S.

6.5.4.6.5 - Champignons liés à *Pinus nigra*.

Les 52 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Pinus nigra* sont réparties dans 8 types d'habitat et appartiennent à 13 genres différents. Les genres *Inocybe*, *Lactarius* et *Tricholoma* sont les mieux représentés.

Types d'habitat	1	2	3	4	5A	5B	6	7
Genres								
<i>Amanita</i>							1	
<i>Boletus</i>			1		2	1		1
<i>Chroogomphidius</i>							1	1
<i>Cortinarius</i>				1	1	1	4	
<i>Hebeloma</i>				1	1	1	3	
<i>Hygrophorus</i>							1	1
<i>Inocybe</i>		2		2	2		9	1
<i>Laccaria</i>					1		2	
<i>Lactarius</i>		1			1	1	6	5
<i>Limacella</i>				1	1		1	
<i>Russula</i>			1				3	3
<i>Suillus</i>							2	2
<i>Tricholoma</i>	3		2		1	1	9	6

Quelques espèces remarquables :

Boletus luridus var. *queletiformis*, sous pin isolé, en bordure de sentier, dans une zone thermophile. Cette variété, calcicole comme le type, semble encore plus thermophile que ce dernier.

Hebeloma hiemale, lié à des feuillus ou à des conifères, dans des stations ouvertes et thermophiles. Cet hébélome semble rare en Franche-Comté.

Hygrophorus latitabundus, sous pin isolé dans une pelouse sèche. Peu commun en Franche-Comté, ce taxon est toujours lié aux pins en terrain calcaire et croît de l'étage collinéen à l'étage montagnard. Il est beaucoup plus fréquent en zone méditerranéenne, sous *Pinus nigra* subsp. *nigra* et *Pinus pinea*.

Lactarius deliciosus, presque toujours observé dans les pelouses sous les pins isolés ou en lisière des pinèdes. Ce lactaire est inféodé aux pins et croît sur sols calcaires ou neutro-calcaires, drainés à secs.

Russula sanguinaria var. *confusa*, sous pin isolé, dans la pelouse pâturée à chevaux, en G9. Cette forme complètement blanche de russule sanguine est nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Tricholoma imbricatum, sous pins noirs isolés, en terrain calcaire acidifié en surface par la litière d'aiguilles ou décalcifié superficiellement. Ce taxon est toujours lié aux conifères, surtout pins sylvestres, sur sol assez acide à acide.

Tricholoma psammopus, dans la zone la plus thermophile de la R.N., sous pin noir, dans un massif de buis. Ce tricholome assez rare préfère les pinèdes et les mêlezins calcaires.



Pinus nigra : rameau et cônes en maturation, aiguilles, cônes matures.

Photo Benoît Dollé

6.5.4.6.6 - Champignons liés à *Pinus sylvestris*.

Les 11 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Pinus sylvestris* sont réparties dans 4 types d'habitat et appartiennent à 5 genres différents. Les genres *Hebeloma*, *Lactarius* et *Suillus* sont les mieux représentés.

Genres	Types d'habitat	5A	5B	6	7
<i>Hebeloma</i>		2	2	2	
<i>Inocybe</i>					1
<i>Lactarius</i>				2	2
<i>Russula</i>				1	1
<i>Suillus</i>				2	2

Quelques espèces remarquables :

Lactarius semisanguifluus, fructifiant souvent au niveau de l'extrémité des racines, sous pin isolé dans les pelouses ou en lisière des pinèdes. Ce taxon thermophile subméditerranéen est un spécialiste de la combinaison pin-calcaire-station chaude

Lactarius sanguifluus, croissant souvent au niveau de l'extrémité des racines, sous pin isolé dans les pelouses ou en lisière des pinèdes. Ce lactaire est toujours lié aux pins en terrain calcaire. C'est une espèce thermophile subméditerranéenne.



Pinus sylvestris : rameau et cônes en maturation, aiguilles, cônes matures. Photo Benoît Dollé



Tricholoma psammopus

© L.G.



Hygrophorus latitabundus

Photo Roger Morel Fourrier



Tricholoma imbricatum

© D.S.

6.5.4.6.7 - Champignons liés à *Populus tremula*.

Les 8 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Populus tremula* sont réparties dans 5 types d'habitat et appartiennent à 6 genres différents. Le genre ***Cortinarius*** est le mieux représenté.

Genres	Types d'habitat	1	5A	5B	6	7
<i>Cortinarius</i>		1	2	2	1	
<i>Hebeloma</i>			1	1	1	
<i>Inocybe</i>			1	1		
<i>Lactarius</i>			1	1		1
<i>Leccinum</i>			1	1		
<i>Russula</i>			1	2		

Quelques espèces remarquables :

Russula teneropus, dans la pelouse, au niveau des jeunes racines d'un peuplier tremble. Cette rare espèce, liée le plus souvent au tremble, est nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Lactarius zonarius, dans une pelouse, au niveau des racines d'un tremble, dans une zone argileuse. Ce lactaire est une espèce thermophile qui croît sous feuillus en terrain calcaire ou argilo-calcaire.

6.5.4.6.8 - Champignons liés à *Quercus petraea*.

Les 10 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Quercus petraea* sont réparties dans 5 types d'habitat et appartiennent à 6 genres différents. Les genres ***Boletus*** et ***Cortinarius*** sont les mieux représentés.

Genres	Types d'habitat	1	5A	5B	6	7
<i>Boletus</i>			3			1
<i>Cortinarius</i>		1	2	1		
<i>Hebeloma</i>			1	1	1	
<i>Inocybe</i>			1			
<i>Lactarius</i>			1			
<i>Russula</i>			1			

Quelques espèces remarquables :

Boletus radicans, en lisière de bois clairs de feuillus. Ce bolet calcicole et thermophile est beaucoup plus commun dans le Midi de la France que dans nos régions.

Boletus satanas, en lisière de bois clairs de feuillus, parmi les graminées. Ce taxon calcicole strict et thermophile croît sous chênes, charmes et noisetiers, dans les prés-bois, les taillis de feuillus, souvent du milieu de l'été jusqu'en automne, après les périodes de fortes chaleurs.

Lactarius acerrimus, à la lisière d'un bois clair de feuillus, parmi les graminées. Cette espèce, calcicole à acidophile et thermophile, croît sous les chênes dans les prés-bois et les taillis de feuillus. Elle a été observée dans la même station que *Boletus satanas*.

6.5.4.6.9 - Champignons liés à *Quercus robur*.

Les 3 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Quercus robur* sont réparties dans 3 types d'habitat et appartiennent à 2 genres différents, les genres ***Cortinarius*** et ***Russula***.

Types d'habitat	1	5A	5B
Genres			
<i>Cortinarius</i>		2	1
<i>Russula</i>	1		

Une espèce remarquable :

Russula maculata, non loin d'un pin noir, en relation avec les racines du chêne. Cette belle russule croît dans les forêts de feuillus, en stations thermophiles, sous *Quercus* et *Fagus*, plus rarement sous d'autres feuillus, sur sols secs, ensoleillés, sur roche calcaire. Elle est nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

6.5.4.6.10 - Champignons liés à *Quercus x streimi*.

Les 3 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Quercus x streimi* sont réparties dans 2 types d'habitat et appartiennent à deux genres différents. En effet, deux espèces de cortinaire ont été observées dans l'habitat n°4 tandis qu'une espèce de lactaire a été répertoriée dans l'habitat n°5A.

Quelques espèces remarquables :

Cortinarius sericeus var. ***globovosporus*** Chevassut & Henry, sous *Quercus x streimi*, à proximité de la corniche, en C18. Chapeau 20-55 mm, convexe à plan convexe, brunâtre sombre à brun grisâtre, maculé de noirâtre, palissant à brun fauve, fibrilleux à marge plus claire, voilé par la cortine blanchâtre. Lames brunâtres à brun fauvâtre ou isabelle, peu serrées. Stipe 45-60 x 8-14 mm, cylindrique, fauve, brunissant à noircissant à partir de la base, fibrilleux, plein. Chair à odeur mêlée de rave et de géranium. Spores 7-9 x 5-6 µm nettement verruqueuses, globuleuses. Cette espèce rare, qui semble nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise, croît sous feuillus et conifères, dans des habitats thermophiles. La première récolte de ce taxon plutôt méridional a été faite en novembre 1979, dans les environs de Montpellier.

Cortinarius xanthophyllus, sous *Quercus x streimi*, dans une zone thermophile, à proximité d'un massif de Buis. Ce taxon à tendance thermo-calcicole est toujours lié à des feuillus.

6.5.4.6.11 - Champignons liés à *Tilia platyphyllos*.

Les 8 espèces ectomycorhiziennes observées sous *Tilia platyphyllos* sont réparties dans 5 types d'habitat et appartiennent à 4 genres différents. Les genres ***Boletus*** et ***Cortinarius*** sont les mieux représentés.

Types d'habitat	3	5A	5B	6	7
Genres					
<i>Boletus</i>	1	1	1		1
<i>Cortinarius</i>		4	1		
<i>Hebeloma</i>		1	1	1	
<i>Hygrophorus</i>		1			

Le genre *Tilia* est le seul représentant en France de la famille des *Tiliaceae* (ordre des Malvales) qui comprend des arbres, arbustes et rares plantes herbacées, originaires des régions tempérées à tropicales. Georges Becker signalait avec justesse que la plupart des champignons ectomycorhiziens étaient liés aux arbres dits sociaux, c'est-à-dire capables de former par eux-mêmes des peuplements complets et sans mélange. Or, sous nos latitudes, le tilleul ne forme jamais ce type de peuplement. Pourtant un cortège fongique ectomycorhizien l'accompagne parfois, surtout dans des stations calcaires et thermophiles telles que celles de la R.N., au cours des étés chauds, dans des conditions se rapprochant donc de celles de ses régions d'origine.

Nous avons observé les taxons suivants sous *Tilia platyphyllos* : ***Boletus luridus*** et sa variété ***queletiformis***, ***Cortinarius anomalus***, ***hinuleus***, ***infractus*** et ***subelegantior***, ***Hebeloma sinapizans*** et ***Hygrophorus chrysodon***, ce dernier étant remarquable par l'exubérance de ses fructifications le 14 novembre 2009. En effet, après un été très sec et chaud, plusieurs centaines d'exemplaires de ce taxon sont apparus dans différentes zones de la R.N., uniquement sous *Tilia platyphyllos*. Cet hygrophore calcicole croît le plus souvent dans des stations thermophiles, sous feuillus ou conifères, avec une préférence pour les sapins et les hêtres. C'est la première fois que nous le voyons sous tilleul, et en si grande quantité.



Hygrophorus chrysodon

© L.G.

6.5.4.6.12 - Remarque importante concernant les essences ectomycorhizogènes.

Certaines espèces ectomycorhiziennes fructifient à des distances allant jusqu'à 15 ou 20 m du tronc de leur arbre hôte, ce qui paraît surprenant au premier abord. Mais comme l'indique Christophe Drénou dans l'ouvrage intitulé "Les racines, face cachée des arbres" (DRENOU, 2006), les racines superficielles sont souvent plus longues que l'arbre n'est haut, en sol non contraignant. Il est donc naturel par exemple que des champignons ectomycorhiziens soient observés à 20 m du tronc de pins noirs isolés mesurant 15 m de hauteur, cette espèce possédant de longues racines superficielles bien ramifiées.



Russula teneropus

© D.S.



Lactarius zonarius

© D.S.



Cortinarius xanthophyllus

© M.G.

6.5.4.7 - Présentation du cortège fongique des différents types d'habitats.

6.5.4.7.1 - Mycoflore des fourrés à Buis et des pierriers.

Habitat n°1, 75 espèces.

Le Buis (*Buxus sempervirens*), arbuste endomycorhizien, ne peut s'associer à aucune espèce fongique ectomycorhizienne, c'est pourquoi seules des espèces saprophytes, profitant d'un humus particulier, proche des humus prairiaux, peuvent se développer sur le sol des buxaies pures. Mais ce milieu est précieux car il constitue un refuge pour des espèces tardives, lorsque les champignons des pelouses et des bosquets de feuillus commencent à disparaître du fait des premiers froids.

Parmi les macromycètes saprophytes emblématiques des fourrés à Buis, nous avons observé *Marasmius buxi*, qui croît sur les feuilles mortes parfois encore attachées aux rameaux, et *Peniophora proxima*. Cette dernière espèce forme une croûte rose-orangé bien visible sur les branches mortes encore dressées des vieux buis dans la zone la plus thermophile de la R.N. Mais des espèces de taille supérieure croissent volontiers dans les buxaies. Ainsi les hygrophores suivants ont été répertoriés dans ce type de milieu : *Hygrocybe quieta*, *obrussea*, *reae* et *Cuphophyllus virgineus*.

D'autres espèces des prairies, souvent disparues des pelouses fertilisées voisines, se réfugient également dans les massifs de Buis. Citons les espèces suivantes, identifiées au cours de l'étude : *Clavulinopsis corniculata* et *laeticolor*, *Entoloma hebes* et *sericeonitens*, *Geoglossum cookeianum*, *Lepiota josserandii* et *Trichoglossum hirsutum*. L'analogie de composition des humus entre la prairie et les arbres sempervirents comme le Buis peut expliquer de manière cohérente cet apparent « transfert » d'habitat. On y trouve également quelques espèces plutôt forestières en mélange, des espèces réputées peu communes mais apparemment favorisées par ce couvert particulier. A titre d'exemple, *Camarophyllopsis foetens*, *Cystoderma superbum* et une espèce appartenant au genre *Dermoloma* ont été trouvés dans ce type d'habitat.

Les feuilles de Buis hébergent toutes sortes de micromycètes parasites dont le plus commun est *Puccinia buxi*, la rouille du Buis. Mais l'étude a permis également de mettre en évidence des espèces beaucoup moins communes telles que *Hyponectria buxi* et *Pseudonectria rousseliana*. Ce dernier a été observé dans sa forme imparfaite (anamorphe) qui peut devenir dangereuse pour les rejets de Buis si la « maladie » se répand.

Le Buis partage souvent son habitat avec des chênes, des charmes et des noisetiers dont la présence apporte des espèces mycorhiziennes qui ne semblent pas contrariées par le couvert dense du buis. Nous avons ainsi trouvé dans ce type de milieu *Russula maculata*, sous *Quercus robur*, *Cortinarius lividoviolaceus* sous *Carpinus betulus* et *Cortinarius duracinus* sous *Corylus avellana*.

Dans le même biotope que le Buis croissent également des arbustes tels que l'Epine-vinette (*Berberis vulgaris*) ou le Troène (*Ligustrum vulgare*) qui hébergent des micromycètes particuliers. A titre d'exemple, nous avons observé *Puccinia graminis* ssp. *graminis* sur *Berberis vulgaris* et *Thecogonia ligustri* sur *Ligustrum vulgare*. Notons que *Puccinia graminis* ssp. *graminis*, la Rouille du blé, commence son cycle sur l'Epine-vinette et le poursuit sur des graminées comme le blé.

Les pierriers calcaires moussus et envahis par les buis hébergent quelques espèces peu banales telles que *Hygrocybe fornicata* var. *streptopus* et *Calyprella griseopallida*. Des plantes herbacées parasitées par des micromycètes fréquentent les zones plus dénudées des pierriers, ce qui nous a permis de récolter, par exemple, *Septoria digitalis* sur *Digitalis lutea*, dans une ancienne "lavière".

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des fourrés à Buis et des pierriers :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Camarophyllopsis foetens</i> (E)	1	A2	1	A
<i>Clavulinopsis corniculata</i> (P)	1	A1	3	
<i>Clavulinopsis laeticolor</i> (P)	2	A1	2	
<i>Cortinarius duracinus</i> (P)	2	A3		
<i>Cystoderma superbum</i> (P)	1	A1	3	
<i>Dermoloma spec.</i> (E)	1	A1	2	A
<i>Entoloma sericeonitens</i> (P)	1	A1	2	
<i>Geoglossum cookeianum</i> (P)	1	A2	3	A
<i>Hygrocybe fornicata</i> var. <i>streptopus</i> (E)	7	A2	2	B
<i>Lepiota josserandii</i> (P)	1	A1		C+E
<i>Marasmius buxi</i> (E)	1	A2	2	
<i>Peniophora proxima</i> (E)	3	A1	2	
<i>Russula maculata</i> (P)	1	A1	5	
<i>Septoria digitalis</i> (P)	1	A1		

Quelques espèces remarquables :

Calyprella griseopallida, parmi les mousses humides, près d'un murger, dans une buxaie adulte mêlée d'aubépine, sous couvert de *Pinus nigra*, en D16. Ce basidiomycète fort rare, dont la position taxinomique est encore incertaine, n'a été récolté jusqu'alors que dans quelques départements français. L'espèce semble au moins nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Camarophyllopsis foetens, dans la litière sous les buis. Cette rare espèce, qui se réfugie sous les buis ou dans les taillis gramineux de charmes et noisetiers disparaît dès la moindre présence de nitrates. C'est pourquoi elle ne peut être observée dans des pelouses sèches que si elles sont complètement naturelles, c'est-à-dire sans apport d'engrais ni fumure animale.

Clavulinopsis corniculata, dans un massif de buis, parmi les mousses. C'est une espèce rare qui pousse dans les prairies et pelouses maigres, non amendées. Elle trouve refuge dans les buxaies qui sont préservées des fumures animales.

Clavulinopsis laeticolor, en lisière de pinède, parmi les mousses, sous *Pinus nigra*, et dans un massif de buis, parmi de petites mousses. Cette rare espèce semble avoir une préférence pour les pelouses moussues des lisières de forêts, dans des stations thermophiles.

Cystoderma superbum, dans la litière de feuilles, sous buis. La seule récolte comtoise connue jusqu'alors a été réalisée par le célèbre mycologue François Hétier, à Chapois dans le Jura, le 3 novembre 1907. La récolte du Sabot de Frotey est donc très intéressante car elle montre que le taxon est toujours présent en Franche-Comté. Il est nouveau pour la mycoflore haut-saônoise.

Entoloma sericeonitens (P.D. Orton) Noordeloos. Un seul exemplaire en D16, parmi les mousses, les aiguilles de *Pinus nigra* et les débris ligneux de *Crataegus monogyna*, dans une buxaie adulte mêlée d'aubépine, sous couvert de *Pinus nigra*. Chapeau 27 mm, conico-convexe, gris brunâtre à brun roussâtre, légèrement fibrilleux, strié par transparence jusqu'au disque, peu charnu. Lames ventruées, émarginées à sublibres, brun rosâtre à arête entière et concolore. Stipe 70 x 2 mm, cylindrique, concolore au chapeau, cassant, nettement strié. Chair mince sans odeur ni saveur particulière. Spores 8,5-10,8 x 7,4-8,2 µm, hétérodiamétriques, à 5-6 angles. Basides 20-40 x 7-11 µm, bouclées. Cystides non observées. Cutis formé d'hyphes parallèles larges de 2-8 µm à pigment incrustant. Présence de quelques boucles. Cette espèce semble nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Hygrocybe fornicata* var. *streptopus, parmi les mousses, surtout dans les jeunes massifs de buis, sur sol caillouteux recouvert de mousses, dans les zones les plus thermophiles. Cette espèce, typique des buxaies et des pelouses sèches ou maigres, semble préférer les zones les plus pauvres et les plus chaudes de la R.N.

Lepiota josserandii, dans un massif de buis (un seul spécimen). Cette espèce nitratocline très toxique est globalement assez rare mais peut être localement abondante dans les jardins et les endroits fumés. Elle est nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Marasmius buxi, sur les feuilles mortes parfois encore attachées aux rameaux, dans la zone la plus thermophile de la R.N., d'octobre à mai si le temps est humide. Cette espèce, dont les chapeaux ne mesurent pas plus de 4 mm de diamètre, est un macromycète saprophyte emblématique des fourrés à buis.

Peniophora proxima, sur branches sèches et cortiquées de buis, dans la buxaie âgée située dans la zone la plus thermophile de la R.N. Cette espèce strictement buxicole forme une croûte rose-orangé bien visible sur les branches mortes encore dressées des vieux buis. Elle est emblématique des fourrés à buis et n'avait pas encore été signalée en Franche-Comté à notre connaissance.

Septoria digitalis, parasite sur feuilles de *Digitalis lutea*, en I14, dans une ancienne "lavière". Ce micromycète, observé sur une plante peu commune en Franche-comté, est lui-même rare puisqu'il s'agit de la première récolte comtoise.



Peniophora proxima

© D.S.



Geoglossum cookeianum

© J.M.M.



Hygrocybe fornicata var. *streptopus*

© D.S.

6.5.4.7.2 - Mycoflore des fourrés médio-européens.

Habitat n°2, 94 espèces.

De même que les buxaies, les fourrés d'arbustes se rapportant au **Prunetalia** hébergent peu de champignons ectomycorhiziens. On y trouve seulement quelques espèces liées à des noisetiers, comme **Inocybe geophylla** et sa variété **lilacina**. Quelques espèces fongiques telles que **Entoloma clypeatum** forment des mycorhizes d'un autre type avec des arbres ou arbustes de la famille des Rosacées. Nous avons observé ce taxon le long d'une haie d'aubépine (*Crataegus monogyna*). Mais la plupart des espèces rencontrées vivent en parasite, en saprophyte ou en saprolignicole. Les parasites sont principalement des micromycètes observés sur les feuilles des arbustes et des arbres, telle la Rouille grillagée (**Gymnosporangium sabinae**) qui fructifie sur les feuilles de jeunes poiriers sauvages. Cette espèce provoque des pertes considérables dans les vergers car les fruits sont atrophiés. Pour les saprophytes humicoles, les principales espèces répertoriées font partie des genres **Clitocybe**, **Collybia**, **Lepiota**, **Morchella** et **Mycena**. Quant aux saprolignicoles, ils sont très nombreux et appartiennent à toutes sortes de genres tels que **Antrodia**, **Mycena**, **Peniophora**, **Polyporus**, **Stereum** et **Trametes**.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des fourrés médio-européens :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR
Antrodia malicola (P)	2	A1	
Dichomitus campestris (E)	3	A1	3
Entoloma sericellum (P)	2	A1	2
Microsphaera hedwigii (E)	1	A1	
Pulcherricium caeruleum (E)	5	A2	

Quelques espèces remarquables :

Dichomitus campestris, toujours observé sur bois mort de noisetier. Cette espèce, peu commune au niveau régional, affecte les fourrés de feuillus situés à l'étage collinéen dans des stations bien exposées.

Entoloma sericellum, en lisière de buisson, dans les mousses humides, sous noisetier. La cuticule lisse et soyeuse, les lames espacées d'un rose délicat et le stipe immaculé caractérisent bien ce taxon des lieux humides ou maigres qui croît souvent parmi les mousses et les graminées mais aussi sur la terre nue des bois clairs.

Microsphaera hedwigii, parasite biotrophe sur plantules de viorne lantane (*Viburnum lantana*). Les feuilles de viorne lantane adulte sont très rarement parasitées, c'est pourquoi nous avons dirigé nos observations sur de jeunes plantules aux feuilles moins coriaces et donc plus vulnérables aux attaques des micromycètes parasites. Cette espèce est nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Pulcherricium caeruleum, observé sur bois mort de fusain d'Europe, noisetier et aubépine. Ce magnifique champignon de teinte bleu-nuit intense croît sur toutes sortes de bois mort de feuillus, dans les haies. Il a été observé à plusieurs reprises dans des zones différentes de la R.N., toujours dans des haies ou en bordure des chemins, dans des lieux bien éclairés. Les fructifications de l'une des récoltes étaient résupinées dans les zones décortiquées et formées de petits chapeaux dans les zones cortiquées et moussues. Il semble que la présence de mousses ait favorisé la formation des pseudo-chapeaux en fournissant un support un peu spécial que le champignon a utilisé pour croître de façon inhabituelle.



Entoloma sericellum

© D.S.



Pulcherricium caeruleum

© D.S.

6.5.4.7.3 - Mycoflore des pelouses calcaires semi-arides.

Habitat n°3, 120 espèces.

Les pelouses sèches calcaires recouvrent une grande partie du plateau du Sabot et hébergent de très nombreuses espèces fongiques qui vivent en saprophyte de l'humus. Les principaux genres représentés sont les genres *Cuphophyllus*, *Entoloma*, *Hygrocybe*, *Lycoperdon*, *Melanoleuca*, *Mycena* et *Stropharia*, avec une nette prédominance des genres *Hygrocybe* et *Entoloma*. De nombreux spécimens croissent aux environs immédiats des massifs de buis qui ponctuent les pelouses dans les zones les plus thermophiles. La plupart des plantes sont très saines mais quelques-unes hébergent des micromycètes parasites souvent très spécifiques. Ces derniers s'attaquent principalement aux plantes affaiblies ou aux plantules. C'est ainsi que nous avons observé des Erysiphales (oïdiums) tels que *Erysiphe trifolii* sur *Trifolium medium* et *Melilotus albus*, ainsi que *Erysiphe aquilegiae* var. *ranunculi* sur *Ranunculus bulbosus*. Parmi les Urédinales (Rouilles), citons *Puccinia punctata* sur *Galium album*. Enfin, parmi les champignons du groupe des Imparfais (Deutéromycètes), nous avons déterminé *Septoria ebuli* sur *Sambucus ebulus* et *Phyllosticta himantoglossi* sur de nombreux spécimens d'*Himantoglossum hircinum*.

Ces pelouses sont souvent d'une richesse fongique exceptionnelle en octobre-novembre, jusqu'aux premières gelées, avec des espèces très spécifiques fructifiant parfois de façon exceptionnelle. Ce biotope est donc à la fois d'une très grande richesse sur le plan botanique et sur le plan fongique, ce qui justifie totalement le décret de protection qui lui fut accordé.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des pelouses calcaires semi-arides :

Les espèces mentionnées ci-dessous ont été observées uniquement dans l'habitat n°3.

Espèces fongiques	Nb carrés	CA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Clitocybe dealbata</i> (P)	8	A2		C
<i>Cuphophyllus colemannianus</i> (E)	1	A1	2	A
<i>Entoloma carneogriseum</i> (E)	2	A1	2	A
<i>Entoloma clandestinum</i> (P)	1	A1	2	
<i>Entoloma papillatum</i> (E)	3	A1	2	A
<i>Hygrocybe cinereifolia</i> (P)	2	A1	2	B
<i>Hygrocybe conica</i> (P)	3	A1	3	B
<i>Hygrocybe obrussea</i> (E)	5	A1	3	B
<i>Hygrocybe ortoniana</i> (P)	1	A1	2	B
<i>Hygrocybe paraceracea</i> (E)	1	A1	2	B
<i>Lycoperdon mammiforme</i> (P)	1	A1	5	
<i>Melanoleuca kuehneri</i> (P)	5	A1		E
<i>Mycena aetites</i> (E)	2	A2		
<i>Psathyrella clivensis</i> (P)	1	A1		
<i>Stropharia pseudocyanea</i> (P)	2	A1		A

Quelques espèces remarquables :

Clitocybe dealbata, dans des zones bien exposées des pelouses sèches. Cette espèce toxique héliophile et graminicole est souvent présente dans les pelouses sèches franc-comtoises.

Cuphophyllus colemannianus, caractérisé entre-autres par ses lames remarquablement inter-veinées. Il affectionne particulièrement les pelouses calcicoles du *Mesobromion*.

Entoloma clandestinum (Fr.) Noordeloos, (1 ex), en N16, dans la pelouse sèche. Chapeau 15 mm, conico-convexe, papillé, brun sépia à brun grisâtre en séchant, lisse, glabre, à marge légèrement striée par transparence. Lames adnées-émarginées, gris brunâtre à brun rosé à arête entière concolore. Stipe 45 x 1,5 mm, concolore, légèrement pruineux au sommet à base tomenteuse. Odeur et saveur banales. Spores 8-10 x 6-7,5 µm, à 6 sommets. Basides 27-45 x 7-14 µm, bouclées. Cystides non observées. Cutis arrangé en hyphes parallèles large de 3-10 µm, à pigment incrustant. Présence de quelques boucles. Cette espèce semble nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Entoloma papillatum (Bres.) Dennis, dans une prairie non amendée, parmi les mousses, près de buis. Cette espèce, qui vit dans les lieux herbeux non amendés tels les talus et certaines prairies, fut récoltée pour la première fois en Franche-Comté le 5 novembre 1951 par François Margaine et Paul Maillot à Hérimoncourt (25). Chapeau diamètre 20 mm, conique campanulé, hygrophane, avec une papille très nette au centre, brun olivacé par temps humide, gris brun clair par le sec. Odeur légèrement herbacée et saveur douce, non farineuse. Espèce non encore répertoriée en Haute-Saône.

Hygrocybe cinereifolia, dans la pelouse sèche pâturée. Cet hygrocybe dont les lames sont grises dès le jeune âge n'est pas très rare dans les pelouses des bords de routes et les pelouses sèches moussues. Dans les régions du littoral, ce taxon des milieux secs croît dans les pelouses dunaires.

Hygrocybe ortoniana, dans une pelouse naturelle moussue, en lisière d'une formation à buis. Cette espèce, qui croît le plus souvent parmi les mousses dans des pelouses plus ou moins acidiphiles, est nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Hygrocybe paraceracea, dans une pelouse moussue en lisière de pinède à *Pinus nigra*. Cet hygrocybe est proche de *H. ceracea* mais de dimensions supérieures : Chapeau jusqu'à 4,5 cm de diamètre, stipe 5-7 x 0,6 - 0,8 cm, tous deux d'aspect cireux, à peine lubrifié, d'un beau jaune vif lumineux uniforme. L'espèce croît le plus souvent dans les pelouses moussues ou les prés-bois et taillis herbeux.

Melanoleuca kuehneri, dans plusieurs zones de la R.N., toujours dans les pelouses sèches. Ce taxon à tendance rudérale croît volontiers dans les stations herbeuses des jardins et des parcs mais aussi dans les pelouses sèches ou mésophiles.

Psathyrella clivensis, près d'un massif de buis, dans une pelouse caillouteuse, en I13. Cette jolie psathyrelle a une préférence pour les prairies calcaires. Elle est plutôt estivale dans des stations non thermophiles mais a été observée au printemps dans la R.N., sans doute du fait d'un réchauffement précoce du sol. L'espèce est nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Chapeau mesurant 10 à 25 mm, plus pâle vers la marge qui est longuement striée. Lames blanches à crème pâle à l'état jeune. Stipe à base bulbilleuse, recouvert de fibrilles blanches sur toute la longueur. Spores sans pore germinatif, 7,5-11 x 4-6 µm.

Stropharia pseudocyanea, dans la pelouse sèche pâturée. Cette espèce rudérale a pour habitat les prairies naturelles, les pelouses sèches, les dunes, les lisières. Elle est courante dans le *Mesobromion*, qui est probablement son optimum écologique, selon Corriol (CORRIOL, 2001).

Orchidées et champignons dans les pelouses sèches.

Les nombreuses orchidées observées dans les pelouses calcaires semi-arides de la R.N. (dont *Ophrys apifera* type *apifera* et type *jurana*, *O. fuciflora*, *O. insectifera*, *Himantoglossum hircinum*, *Anacamptis morio* et *pyramidalis*, *Neotinea ustulata*, *Orchis militaris* et *Gymnadenia conopsea*) ne pourraient pas vivre sans la présence de certaines espèces de champignons. En effet, de manière générale, les orchidées produisent des graines de taille très réduite qui ne peuvent pas stocker assez de réserves pour assurer leur germination. Elles ont donc recours à une aide extérieure, celle de champignons microscopiques du sol appartenant aux genres ***Thanatephorus***, ***Ceratobasidium***,

Tulasnella*, *Sebacina, qui sont des basidiomycètes. Des connexions se mettent en place entre le mycélium des champignons et les racines des orchidées et une relation de type symbiotique se met en place entre les deux partenaires. Chacun, dans cette relation, trouve un bénéfice : l'orchidée, grâce au mycélium du champignon, puise dans le sol l'eau et les éléments minéraux dont elle a besoin et le champignon récupère dans les racines des substances carbonées (sucres et vitamines) qu'il ne sait pas synthétiser. La symbiose orchidée-champignon peut être permanente ou saisonnière. Selon l'importance du rôle nutritif joué par le champignon, l'orchidée sera dépourvue de chlorophylle, peu chlorophyllienne ou véritablement photosynthétique. Notons que la symbiose ne persiste pas forcément chez la plante adulte et ne joue bien souvent qu'un rôle mineur chez les orchidées chlorophylliennes.



Cuphophyllus colemannianus

© J.P.C.



Hygrocybe cinereifolia

© D.S.



Entoloma carneogriseum

© D.S.



Stropharia pseudocyanea

© D.S.



Mycena aetites

© D.S.

6.5.4.7.4 - Mycoflore de la corniche et des pelouses calcaires très sèches.

Habitat n°4, 58 espèces.

Le microclimat sec et chaud qui caractérise la corniche et le plateau incliné au sud est à l'origine du développement d'une flore fongique très particulière sur les sols les plus superficiels.

L'une des espèces emblématiques des milieux chauds et très secs est un gastéromycète nommé ***Tulostoma brumale***, le tulostome d'hiver. Nous l'avons observé dans une zone où la roche a été dénudée par les sangliers. ***Limacella ochraceolutea*** figure aussi parmi les champignons des milieux thermo-xériques, nous en avons observé deux stations sous pin noir, avec des feuillus à proximité, dans des zones thermophiles. En bordure de corniche, quelques feuilles de Baguenaudier (*Colutea arborescens*) hébergent un micromycète parasite nommé ***Ascochyta coluteae***. Cet arbuste étant rare en Franche-Comté, les champignons qui lui sont liés sont également des raretés.

Au sud de la R.N., dans les cailloux du sentier, la présence de ***Phaeotellus griseopallidus*** confirme l'existence d'un microclimat sec et chaud tandis que les pelouses xériques hébergent des champignons saprophytes humicoles appartenant aux genres ***Agaricus***, ***Bovista***, ***Clitocybe***, ***Cuphophyllus***, ***Entoloma***, ***Galerina***, ***Hygrocybe*** et ***Lepista***. Les champignons qui vivent dans ce type de pelouses croissent souvent à proximité de fourrés à Buis, donc dans les zones les plus thermophiles.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) de la corniche et des pelouses très sèches

Les espèces mentionnées ci-dessous ont été observées uniquement dans l'habitat n°4.

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Agaricus xanthodermus</i> var. <i>lepiotoides</i> (E)	1	A4		D et E
<i>Ascochyta coluteae</i> (E)	1	A1		
<i>Bolbitius incarnatus</i> (E)	1	A1	2	D
<i>Bovista plumbea</i> (P)	1	A1	2	
<i>Clitocybe gyrans</i> (P)	1	A1		C
<i>Clitocybe senilis</i> (E)	7	A5	2	
<i>Cortinarius sericeus</i> var. <i>globovosporus</i> (E)	1	A1	2	
<i>Cortinarius xanthophyllus</i> (E)	1	A1		
<i>Cuphophyllus cereopallidus</i> (P)	1	A1	2	A
<i>Cuphophyllus cereopallidus</i> f. <i>bisporiger</i> (P)	1	A1	2	A
<i>Entoloma hebes</i> (P)	3	A1		
<i>Entoloma pseudocoelestinum</i> (E)	1	A1	2	A
<i>Entoloma pseudoturci</i> (P)	1	A2	2	A
<i>Entoloma sericeum</i> (P)	1	A1		
<i>Floccularia luteovirens</i> (E)	1	?	0	
<i>Galerina laevis</i> (P)	1	A1		
<i>Hygrocybe conica</i> var. <i>chloroides</i> (P)	1	A1	2	B
<i>Hygrocybe pseudoconica</i> (P)	3	A1	2	B
<i>Lepista personata</i> (P)	8	A2	2	C
<i>Mycena maurella</i> (E)	1	A1	2	
<i>Phaeotellus griseopallidus</i> (P)	1	A1	2	C
<i>Tulostoma brumale</i> (E)	2	A1	2	

Quelques espèces remarquables :

Cortinarius sericeus var. ***globovosporus*** et ***Limacella ochraceolutea***, décrits précédemment.

Agaricus xanthodermus var. ***lepiotoïdes***, souvent en troupes de dizaines d'individus, parfois jusque sous les buis. Cette espèce à tendance rudérale, caractérisée par des chapeaux concentriquement diffractés en écailles régulières, a en effet une préférence pour les lisières de forêts ou les prairies. Elle est nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Ascochyta coluteae, parasite sur feuilles de *Colutea arborescens*, près du « Sabot », au bord de la corniche (A15). Ce micromycète, observé sur une plante rare en Franche-comté, est lui-même rare puisqu'il s'agit de la première récolte comtoise.

Bolbitius incarnatus, Hongo, dans la pelouse sèche (3 exemplaires récoltés en G22 dans l'herbe parmi les chaumes sur sol riche fumé par les excréments de moutons).

Chapeau 12-23 mm, conique plus ou moins mamelonné, brun rose carné, à brun vineux, légèrement ocracé par détersion au disque, lisse, glabre, humide à marge entière, un peu ondulée et non striée. Lames blanchâtres à légèrement ocracées, étroites, ventruées. Stipe 30-45 mm, cylindrique, blanchâtre, pruineux au sommet, légèrement floconneux sur une grande partie de la surface. Chair blanchâtre, à odeur et saveur banales. Spores 11,2-13,8 (14,5) x 7-8,8 µm, ellipsoïdales. Cheilocystides 25-48 x 8-13(17) µm, variables, cylindro-lagéniformes à clavées ou subutriciformes, parfois capitées. Cette espèce nous vient du Japon et a été signalée pour la première fois en Italie dans les années 90. Elle est fort rare en France et semble au moins nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Clitocybe gyrans, dans une pelouse amendée par les moutons. Cette rare espèce a surtout pour habitat les prairies ou les prés-bois subalpins plus ou moins amendés. Elle semble nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Clitocybe senilis, dans les pelouses les plus sèches et thermophiles de la R.N. Une fructification fabuleuse a eu lieu en fin d'automne 2009 (200 spécimens répartis dans 2 cercles parfaits de 3 et 4 m de diamètre, plus un grand cercle de 8 m de diamètre comportant environ 500 exemplaires). Cette espèce préfère des stations herbeuses xériques et calcaires, affectionne les pelouses et les prés-bois très secs. Nos relevés montrent que ce champignon est électif des pelouses calcaires très sèches. Comme il est, de plus, le plus abondant de la R.N, en voici une description : Chapeau 4-7 cm, infundibuliforme, à revêtement feutré ou aranéeux puis gercé concentriquement, brun grisâtre alutacé. Lames arquées ou pentues, ocracées puis gris sale. Stipe, 3-4 x 0,3-0,6 cm, égal ou clavé, grisâtre sous les fibrilles argentées. Chair blanchâtre, odeur farineuse mêlée de flouze. Spores elliptiques, 4,5-6,5 x 3-3,5 µm. **Ce taxon est le plus caractéristique des pelouses calcaires très sèches de la R.N.**

Entoloma pseudocoelestinum, dans la pelouse sèche, en terrain aride. Cette espèce, qui préfère le *Xerobromion*, croît toujours dans les zones arides des pelouses sèches calcaires ou dans des lieux herbeux arides.

Floccularia luteovirens, observée le 20 octobre 1956 dans les pelouses les plus sèches du Sabot de Frotey (certainement les plus xériques, donc habitat n°4). Cette espèce à affinités steppiques, très rare au niveau national, croît dans les pelouses très sèches calcaires et thermophiles. Elle figure parmi les espèces emblématiques des pelouses sèches du Bollenberg, par exemple. Nous aurions bien aimé la rencontrer au cours de l'étude...

Lepista personata, le plus souvent en fin d'automne, parfois au printemps, généralement dans les zones pâturées des pelouses sèches, parfois en lisière des massifs de buis. Cette magnifique espèce est en très grande régression en Franche-Comté du fait de la raréfaction des pelouses naturelles. Elle

préfère les sols secs, superficiels, même graveleux, incultes ou légèrement amendés, de préférence calcaire. Plutôt collinéenne dans la région, elle prend un peu de hauteur dans les stations situées en zone méridionale puisque l'un de nous (D.S.) l'a déjà observée dans les Alpes-Maritimes, à 1200 m d'altitude.

Mycena maurella Robich (1992), dans la pelouse sèche, dans une zone de terre aérée par les lombrics, parmi les graminées, sur débris herbacés ou ligneux enterrés (3 ex en G22), le 13 novembre 2010. Cette espèce extrêmement rare, de publication assez récente (1992), croît généralement sur aiguilles, écorces ou feuilles en décomposition, en terrain sableux, dans les pinèdes du littoral maritime. Elle n'était connue jusqu'alors que d'Italie (une dizaine de récoltes) et de France (1 seule récolte, dans les Bouches-du-Rhône, en 1999). **La récolte du Sabot constitue donc la seconde récolte française de l'espèce.** Les pelouses sèches de la R.N. exposées au sud-ouest, l'été pluvieux et l'aération du sol par les vers de terre ont sans doute créé des conditions favorables à sa venue en Franche-Comté en 2010. Chapeau 12-20 mm, conique campanulé, mamelonné, brun noirâtre, plus foncé au centre et s'éclaircissant vers la marge en brun pâle à blanchâtre, glabre, luisant. Stipe 1,5-2,5 x 45-55 mm, cylindrique mais légèrement élargi vers le haut, creux, moiré, pâle en haut, gris brun plus bas, radicant, la pseudo-racine mesurant jusqu'à 15 mm de longueur. Lames assez espacées, un peu ventrues, ascendantes mais décurrentes par une petite dent, blanchâtre à gris clair. Présence de nombreuses lamellules. Basides bisporiques ou tétrasporiques, claviformes, avec des stérigmates longs de 5 à 7 mm. Spores 9-12 x 7,5-8 µm pour les basides bisporiques, 8,5-9 x 7-7,5 µm pour les tétrasporiques. Cheilocystides 20-45 x 4-6 µm, sinueuses, parfois claviformes. Pleurocystides semblables aux cheilocystides, 20-38 x 4-5 µm.

Phaeotellus griseopallidus, dans les cailloux du sentier, au sud de la réserve, près d'une haie de prunelliers, en situation héliophile. Cette rare espèce, classée en catégorie 2 (espèce en danger) sur la liste des champignons rares ou menacés de Franche-Comté, croît au bord des routes, dans les pelouses sableuses ou sèches, les bords sableux des routes ou des rivières. La seule autre récolte enregistrée de Franche-Comté a été faite dans la Réserve naturelle du Ravin de Valbois, sur les berges herbeuses du ruisseau de Valbois (CAILLET, 1998).

Tulostoma brumale, dans un pré pâturé, à proximité d'un pierrier, dans une zone où la roche calcaire a été dénudée par les boutis des sangliers. Ce taxon, classé en catégorie 2 sur la liste des champignons rares ou menacés de Franche-Comté, est une espèce emblématique et caractéristique des pelouses sèches calcaires où il croît dans les endroits pierreux les plus dénudés.

Nota : l'espèce a déjà été observée sur la corniche lors d'une sortie de la SHNPM, le 23 mai 1993 (communication personnelle de Daniel Sugny avec un membre de la SHNPM). Les spécimens étaient situés à environ 100 m du Sabot lui-même, dans la partie sommitale de la pelouse sèche.



Clitocybe senilis © L.G.



Agaricus xanthodermus var. *lepiotoides*

© D.S.



Mycena maurella – Seconde récolte française.

© D.S.



Bolbitius incarnatus

© L.G.



Phaeotellus griseopallidus

© S.R.



Tulostoma brumale

© L.G.

6.5.4.7.5 - Mycoflore des pelouses calcaires semi-arides à très sèches.

Espèces observées dans l'habitat n°3 et dans l'habitat n°4, 19 espèces.

Parmi les champignons répertoriés dans les pelouses de la R.N., certains vivent aussi bien dans les pelouses semi-arides que dans les pelouses très sèches (*Mesobromion* et *Xerobromion*). Ils ont donc un spectre écologique plus étendu que les espèces propres aux habitats 3 ou 4 et peuvent s'adapter aux spécificités de l'un comme de l'autre. Les principaux genres représentés sont les suivants : *Agaricus*, *Clitocybe*, *Crinipellis*, *Entoloma*, *Hygrocybe*, *Lepista*, *Lycoperdon*, *Marasmius*, *Mycena* et *Stropharia*.

Espèces fongiques préférentielles (P) ou électives (E) des pelouses semi-arides à très sèches :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Agaricus squamulifer</i> (P)	2	A1		
<i>Agaricus xanthodermus</i> (P)	21	A4		D et E
<i>Ag. xanthodermus</i> var. <i>meleagroides</i> (E)	17	A4		D
<i>Clitocybe collina</i> (E)	3	A4	1	C et E
<i>Crinipellis scabella</i> (E)	3	A2	2	
<i>Entoloma incanum</i> (E)	5	A2	2	A
<i>Entoloma longistriatum</i> (E)	2	A1	2	A
<i>Entoloma prunuloides</i> (P)	2	A1	2	A
<i>Entol. sericeum</i> var. <i>cinereo-opacum</i> (E)	3	A1	2	
<i>Entoloma serrulatum</i> (E)	2	A2	2	A
<i>Hygrocybe calciphila</i> (E)	5	A2	2	B
<i>Hygrocybe persistens</i> var. <i>langei</i> (E)	3	A1	2	B
<i>Lepista fasciculata</i> (E)	2	A2		
<i>Lepista panaeola</i> (E)	20	A4	2	C
<i>Lycoperdon lividum</i> (E)	2	A1		
<i>Marasmius collinus</i> (E)	5	A2	2	
<i>Mycena flavoalba</i> (P)	9	A5		
<i>Mycena olivaceomarginata</i> (E)	6	A4	2	
<i>Stropharia coronilla</i> (P)	13	A2	3	

Quelques espèces remarquables :

Agaricus xanthodermus, dans de nombreux carrés des pelouses sèches exposées au sud, jusqu'en bordure des buis. Cette espèce à tendance rudérale vit dans les lisières de forêts et dans les prairies. Elle est largement polymorphe et semble très sensible aux variations climatiques, dont l'ensoleillement. Cependant, les variétés *leptotoides* et *meleagroides* semblent bien caractérisées et différentes du type.

Agaricus xanthodermus* var. *meleagroides, souvent en troupes de dizaines d'individus parfois sous les buis, dans les pelouses thermophiles. Cette rare espèce, dont le chapeau initialement blanc se recouvre peu à peu de squamules fuligineuses ou noirâtres, semble nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Clitocybe collina, souvent en ronds de sorcière dans le parc à mouton. Cette espèce héliophile graminicole, rudérale ou thermophile, aime les pelouses sèches calcaires pâturées. C'est un taxon nitrato-rudéral favorisé par la présence des excréments de moutons.

Entoloma incanum, dans des pelouses sèches exposées au sud. Nous attendions depuis longtemps la rencontre avec ce superbe entolome, qui se distingue par des couleurs éclatantes vert-bleu, notamment au niveau du stipe. Son chapeau est peu déprimé, striolé, vert olive tendre ou légèrement bleuté. Les lames sont blanchâtres ou à reflets olivâtres. C'est l'une des espèces emblématiques des pelouses sèches calcaires, avec *Tulostoma brumale*, également observée au Sabot. Ce taxon est parfois présent dans le *Mesobromion*, mais il est plus abondant dans le *Xerobromion*.

Entoloma prunuloides, dans les pelouses non amendées. Cette espèce, qui vit dans les pelouses naturelles et parfois les forêts claires, ne supporte pas la moindre présence de nitrate. C'est l'un des taxons emblématiques des milieux naturels.

Entoloma sericeum* var. *cinereo-opacum, dans la pelouse moussue, près de massifs de buis. Cette variété, préférée des pelouses sèches ou maigres, se différencie du type par un chapeau brun foncé à brun noirâtre, non strié même par temps humide et un stipe brun foncé. Elle semble nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Hygrocybe calcephila, le plus souvent observé dans les pelouses, parmi les mousses, en lisière des massifs de buis. Cet hygrocybe typique des pelouses calcaires naturelles croît jusqu'en zone alpine, aussi bien dans le *Mesobromion* que dans le *Xerobromion*.

Lepista fasciculata, parmi les graminées, près de massifs de buis, en touffes de nombreux spécimens connés. L'espèce ressemble à ***Lepista panaeolus*** mais pousse en touffe. Chapeau 30-60 mm, brun pâle, à marge nettement enroulée. Lames courtement mais nettement décurrentes. Stipe 50-80 x 8-15 mm, blanchâtre rayé de fibrilles gris pâle. Saveur douce, odeur faible, agréable. Ce taxon est nouveau pour la mycoflore comtoise.

Lepista panaeola, souvent en lignes sinueuses ou en cercles dans de nombreuses zones de pelouses, jusqu'en lisière de pinède ou près des massifs de Buis. Selon Corriol, elle préfère les pelouses du *Mesobromion* (CORRIOL, 2001).

Lycoperdon lividum, près de massifs de buis, dans la pelouse xéro-calcaricole, mais aussi dans les pelouses sèches. Ce taxon croît surtout dans les prés secs bien exposés, aux endroits chauds, mais aussi dans les clairières herbeuses.

Marasmius collinus, dont la principale station est située dans une pelouse thermophile à *Bromus erectus* ayant été occupée par des moutons, principalement en 2002 et 2003. Les principales plantes de cette station sont *Teucrium chamaedrys*, *Briza media*, *Linum catharticum*, *Brachypodium pinnatum* et *Trifolium medium*.

Ce taxon peu commun aime les prairies sèches calcaires et les pelouses thermophiles, voire les buxaies. Il fructifie par exemple dans les pelouses sèches du Bollenberg (HERTZOG, 2008) et dans de vieilles buxaies des Pyrénées Atlantiques (CORRIOL, 2006).

Marasmius collinus est caractérisé par un stipe creux et fragile, une odeur peu prononcée ou peu agréable. Il est beaucoup moins commun que son sosie '*Marasmius oreades*' qui possède un stipe plein, dur et fibreux, très résistant, et une odeur agréable, très aromatique. De plus, *Marasmius oreades* forme des ronds de sorcière (cercles ou lignes sinueuses d'un vert plus foncé à cause d'un enrichissement en azote par le mycélium du champignon) alors que *Marasmius collinus* n'en forme pas. Enfin, *Marasmius collinus* a une nette tendance calcicole alors que son sosie semble indifférent à la nature du sol.



Agaricus xanthodermus var. *meleagroides*

© L.G.



Entoloma sericeum var. *cinereo-opacum*

© D.S.



Hygrocybe calcephila

© B. T.



Entoloma prunuloides

© L.G.



Lepista fasciculata

© D.S.



Agaricus squamulifer

© D.S.

6.5.4.7.6 - Mycoflore des bois clairs de feuillus.

Habitat n°5, 247 espèces.

6.5.4.7.6.1 - Mycoflore des chênaies-charmaies xérophiles.

Habitat n°5A, 160 espèces.

Dans les bois clairs et les boqueteaux des chênaies-charmaies xérophiles, caractéristiques des sols calcaires superficiels, les espèces fongiques observées appartiennent principalement aux genres *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius* et *Hygrophorus*. Les charmaies hébergent des champignons spécifiques comme *Hygrophorus lindtneri* var. *carpini* mais aussi *Boletus depilatus*, très préférentiel de cette essence et *Cortinarius vaginatopus*, rare espèce xéro-thermophile. *Clitocybe geotropa* affectionne également les bois clairs de charmes mêlés de frênes et de noisetiers. Ce milieu héberge aussi *Cortinarius infractus*, que nous avons observé en relation avec des chênes et des tilleuls. *Boletus radicans* et *satanas* fructifient le plus souvent dans les pelouses, en lisière des bois clairs, de même que *Boletus luridus* qui s'associe volontiers aux charmes, aux tilleuls, aux chênes et aux pins dans la R.N. Les noisetiers ont un cortège fongique varié, avec comme espèces remarquables *Amanita lividopallescens*, *Dichomitus campestris* et *Steccherinum ochraceum*. *Cortinarius vagnetii* a été observé dans des zones de feuillus mêlés de quelques pins tandis que *Clavulinopsis helvola* affectionne les clairières, dans les zones moussues. Fin 2009, suite à des conditions météorologiques très particulières, les tilleuls ont hébergé des centaines de spécimens d'*Hygrophorus chrysodon* dans différentes zones de la réserve.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des chênaies-charmaies xérophiles :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR
<i>Amanita lividopallescens</i> (E)	2	A1	4
<i>Boletus radicans</i> (E)	2	A2	
<i>Boletus satanas</i> (E)	2	A1	
<i>Cortinarius vaginatopus</i> (E)	2	A1	2
<i>Erysiphe arcuata</i> (E)	1	A1	2
<i>Hygrophorus chrysodon</i> (P)	7	A4	
<i>Hygrophorus lindtneri</i> var. <i>carpini</i> (P)	1	A1	
<i>Lactarius acerrimus</i> (P)	1	A1	
<i>Steccherinum ochraceum</i> (P)	6	A3	

Quelques espèces remarquables :

Amanita lividopallescens, *Boletus depilatus*, *radicans* et *satanas*, *Cortinarius vaginatopus*, *Hygrophorus chrysodon* et *Lactarius acerrimus*, déjà signalés précédemment.

Hygrophorus lindtneri var. *carpini*, sous un jeune charme, dans un taillis. Cette espèce fréquente les bois secs, avec une préférence pour les taillis argilo-calcaires de charmes, de chênes et de bouleaux.

Steccherinum ochraceum, avec des fructifications résupinées sur bois mort tombé au sol ou tenant encore à l'arbre de noisetier et charme. L'espèce a été observée une seule fois avec des chapeaux, sur l'écorce moussue d'un chêne pourrissant encore debout.

Erysiphe arcuata U. Braun, V.P. Heluta & S. Takam (2006), observé le 25-09-2010 sur les feuilles d'un jeune charme rabougri, dans une zone héliophile et thermophile, près de la corniche, non loin du rocher en forme de sabot. Cléistothèces diamètre 70-120 µm, avec 12 à 25 fulcres par cléistothèce. Fulcres hyalins à paroi mince, 0 à 1 fois septés, lisses, longs de 130 à 260 µm, larges de 5 à 6 µm, parfois géniculés, avec parfois des extrémités dilatées. Asques par 4 à 6, sessiles à faiblement stipités. Spores ellipsoïdes-ovoïdes, oblongues, 19-22 x 9-12 µm. Herbier DS-5403.10.09.25. Ce taxon, de publication récente, a été récolté pour la première fois à Kiev, en Ukraine, le 26 octobre 2005 (holotype), sur *Carpinus betulus* (PASTIRCAK et al., 2008). Suite à une communication personnelle de Daniel Sugny avec le docteur Uwe Braun, **il s'avère que les spécimens du Sabot de Frotey-lès-Vesoul constituent la première récolte française de l'espèce** sous sa forme téléomorphe (stade de reproduction sexuée). Cette découverte ne peut que renforcer le statut patrimonial de la R.N.

6.5.4.7.6.2 - Mycoflore des chênaies-charmaies mésophiles.

Habitat n°5B, 87 espèces.

Dans les zones boisées les moins sèches, les chênes rouvres (*Quercus robur*) hébergent des cortinaires dont ***Cortinarius suillus***, peu commun, tandis que les rares hêtres de la R.N. forment des ectomycorhizes avec ***Hygrophorus eburneus*** qui leur est souvent fidèle. ***Cystolepiota seminuda*** fructifie parfois dans la litière des peuplements de chênes mêlés de quelques hêtres ou sous les aubépines. ***Lactarius pyrogalus*** fréquente souvent les bosquets de noisetiers, étant inféodé à cet hôte, alors que le minuscule ***Mycena nucicola***, qui se développe sur coques de noisettes enterrées, semble beaucoup plus rare. ***Tricholoma scalpturatum*** croît souvent sous charmes et noisetiers, ses hôtes symbiotiques préférés. Les zones argileuses qui conservent un peu d'humidité permettent le développement de raretés telles ***Clitocybe phaeophthalma*** var. ***gibboides***, observé sous trembles et noisetiers, parmi les mousses humides. Les troncs dépérissants de *Populus tremula* sont souvent garnis des consoles d'un polypore inféodé à cette essence, ***Inonotus rheades***, tandis que deux espèces ectomycorhiziques du tremble l'accompagnent parfois : ***Lactarius zonarius*** et la très rare ***Russula teneropus***. Enfin, les quelques genévriers communs présents sur le site hébergent parfois un minuscule discomycète stipité nommé ***Chloroscypha sabina*** qui vit sur les aiguilles mortes tenant encore aux rameaux.

Enfin, les bois où dominent les robiniers faux-acacia favorisent la venue d'espèces nitrophiles telles que ***Macrolepiota rhacodes*** var. ***bohemica***. Dans le même type d'habitat, ***Auricularia auricula-judae*** garnit de ses fructifications en forme d'oreilles les troncs dépérissants de robiniers, d'aubépines et de sureaux noirs.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des chênaies-charmaies mésophiles :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Auricularia auricula-judae</i> (P)	8	A2		
<i>Cystolepiota seminuda</i> (P)	4	A1		C & E
<i>Hygrophorus hedrychii</i> (E)				
<i>Lactarius pyrogalus</i> (E)	2	A2		
<i>Lactarius zonarius</i> (P)	3	A1		
<i>Macrolepiota rhacodes</i> var. <i>bohemica</i> (P)	2	A2		C & E
<i>Russula teneropus</i> (E)				
<i>Tricholoma scalpturatum</i> (E)	7	A2		

Quelques espèces remarquables :

Hygrophorus hedrychi, ***Lactarius zonarius*** et ***Russula teneropus***, déjà signalés précédemment.

Auricularia auricula-judae, sur troncs dépérissants de sureau noir, robinier faux-accacia, aubépine et fusain d'Europe. Les spécimens sont le plus souvent disposés en grand nombre sur les troncs, jusqu'à 3 m de hauteur.

Chloroscypha sabinae, sur aiguilles mortes tenant encore aux rameaux de *Juniperus communis*. Ce minuscule discomycète courtement stipité croît sur les aiguilles vivantes ou mortes de *Juniperus communis* et *sabinae*. Les apothécies sont gélatineuses, vert olive foncé à noir et mesurent 2 à 0,5 mm de diamètre. L'espèce, nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise, est mentionnée sur la liste des macromycètes connus en Suisse mais sans observation depuis 1968. Elle n'est donc peut-être pas très commune en France...ou plus probablement tellement discrète qu'elle passe le plus souvent inaperçue.

Clitocybe phaeophthalma, en K10 sous *Pinus nigra* isolé dans un bois clair assez humide de feuillus, dans la litière d'aiguilles. Cette espèce toxique, dont l'odeur très forte rappelle celle des plumes mouillées, croît dans les litières des feuilles, souvent en lisière des forêts de feuillus ou au bord des chemins et fossés. Elle est assez polymorphe et fructifie habituellement en groupes mais parfois en petites touffes et n'est pas très fréquente.

Clitocybe phaeophthalma* var. *gibboides, en K10 sous trembles et noisetiers, parmi les mousses humides. Cette variété, observée dans le même secteur que le type et le même jour, a une couleur et une stature rappelant celle de *Clitocybe gibba* mais sans l'odeur cyanique de ce dernier et avec un chapeau plus charnu et un stipe à base plus ou moins clavée. L'espèce semble nouvelle pour la mycoflore franc-comtoise.

Cystolepiota seminuda, parmi les feuilles ou les aiguilles, sous *Crataegus monogyna* et *Pinus nigra*, dans une station fraîche. Cette petite lépiote à tendance hygrophile croît dans les lieux rudéralisés sur sols argilo-calcaires. Elle semble nouvelle pour la mycoflore haut-saônoise.

Inonotus rheades, sur troncs dépérissants de *Populus tremula*. Ce rare polypore ne croît dans notre région que sur *Populus tremula*. Il se développe généralement sur bois mort, plus rarement en parasite de faiblesse sur troncs dressés ou branches pendantes.

Macrolepiota rhacodes* var. *bohémica, dans une pelouse un peu rudéralisée et sous frêne et robinier dans un bois clair rudéralisé. Ce taxon apparaît souvent en troupes dans des lieux rudéralisés tels que jardins, parcs et prairies grasses.

Mycena nucicola, sur coques de noisettes enterrées, dans un chemin moussu ouvert en 2007 et traversant un boqueteau de noisetiers, charmes, aubépines et érables champêtres. Cette minuscule espèce possède un chapeau qui mesure à peine 3 mm de diamètre et petit disque à la base du stipe. Ce taxon est nouveau pour la mycoflore haut-saônoise.



Boletus satanas

© D.S.



Tricholoma scalpturatum

© J.M.M.



Lactarius pyrogalus

© J.M.M.



Auricularia auricula-judae

© L.G.



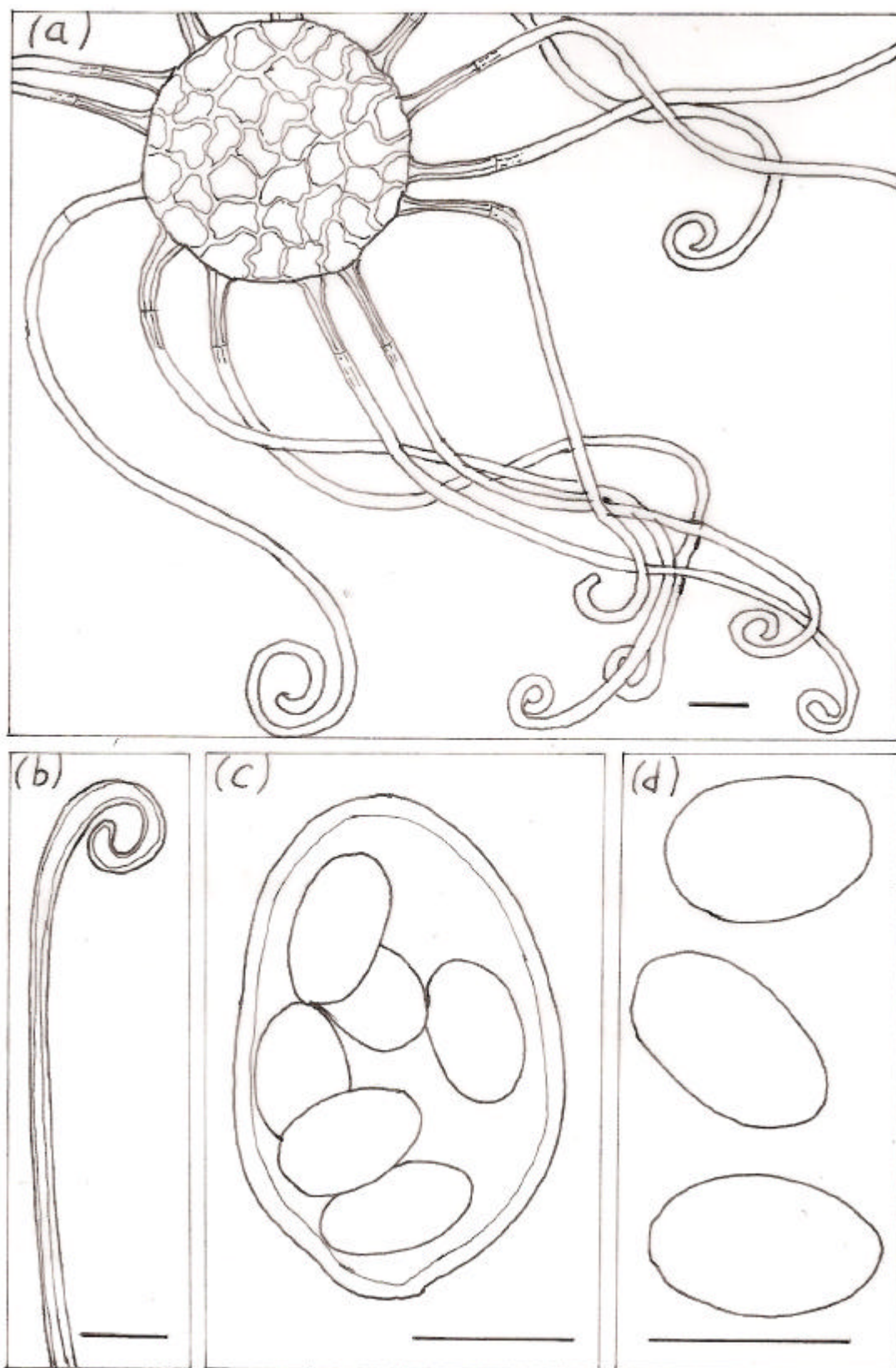
Lactarius acerrimus

© D.S



Mycena nucicola

© D.S.



Erysiphe arcuata U. Braun, V.P. Heluta & S. Takam (2006)

Première récolte française de l'espèce sous sa forme téléomorphe

(a) cleistothèses et fulcres.

(b) extrémités des fulcres ; (c) asques ; (d) ascospores.

Barre d'échelle = 20 μm .

6.5.4.7.7 - Mycoflore des boisements de Pins noirs d'Autriche.

Habitat n°6, 158 espèces.

La formation de Pins noirs (âgés de plus de 130 ans) qui bordent la corniche aux abords immédiats du *Rocher du Sabot* est assez riche en espèces fongiques du fait de sa structure peu dense. La plupart des champignons ectomycorhiziques observés à l'intérieur de ce massif sont liés aux pins et appartiennent principalement aux genres *Inocybe*, *Lactarius*, *Russula* et *Tricholoma*. Parmi les taxons les plus typiques, citons *Hebeloma hiemale*, *Inocybe nitidiuscula*, *Lactarius rufus* et *chrysorrheus*, *Phellodon niger*, *Russula sanguinaria* et *torulosa*, *Tricholoma equestre* et *sejunctum* var. *coniferarum*. A noter la présence du rare *Tricholoma psammopus* dans trois secteurs de la buxaie la plus thermophile, associé à *Pinus nigra*, et celle encore plus remarquable de *Limacella ochraceolutea*, dans des zones où les pins sont proches de feuillus. La fonge saprophyte humicole de cette pinède âgée est également bien représentée avec de nombreuses espèces appartenant aux genres *Calvatia*, *Collybia*, *Lepista*, *Lycoperdon* et *Mycena*. *Calocybe gambosa* a été observé uniquement dans cette formation, au bord de la corniche, sur sol moussu, sous *Pinus nigra*, favorisé par les substances sucrées produites par cet arbre mellifère (présence de miellat sur les parties aériennes). Le bois mort tombé au sol ou enterré est dégradé par toute une cohorte d'espèces dont *Gymnopilus penetrans*, *Trichaptum abietinum*, *Paxillus atrotomentosus* et *Ramaria gracilis*. Les aiguilles de pins sont décomposées par de petites espèces dont *Mycena aurantiomarginata*. Enfin, les lisières bordées de pelouses sèches hébergent quelques belles colonies de macromycètes associés aux pins tels *Lactarius semisanguifluus* et *Russula sanguinaria*. L'autre formation de Pins noirs, située plus à l'est, est constituée d'arbres âgés de 35 à 80 ans environ. L'intérieur du massif possède une structure dense sous laquelle se maintient une strate arbustive nettement dominée par le Buis qui n'est pas très favorable au développement des macromycètes. Mais quelques couloirs aménagés ou mini-pelouses ont permis l'installation d'espèces saprophytes telles que *Lepista nebularis* var. *nebularis*, *Lepista nuda*, *Mycena galopus* et *Scleroderma areolatum*. Les chemins de débardage permettent la croissance d'espèces telles que *Cystolepiota bucknallii* qui aiment les zones plus ou moins rudéralisées. Les zones moussues les plus fraîches hébergent des espèces comme *Cystoderma amianthinum*, ce type de biotope leur convenant parfaitement. Dans les mêmes zones, *Strobilurus tenacellus* croît sur les cônes de pins au printemps. Les lisières de cette pinède hébergent une mycoflore très diversifiée, surtout quand les racines des pins peuvent s'épanouir dans les pelouses. On y observe des espèces ectomycorhiziennes telles que *Russula sanguinaria* et *torulosa*, *Suillus collinitus*, *Tricholoma saponaceum* et *sejunctum* var. *coniferarum*. Ces bordures sont également propices à la venue d'espèces saprophytes telles que *Calvatia excipuliformis*, *Clavulina cristata*, *Clitocybe meridionalis* ou *Lepiota pseudohelveola*, qui croissent dans l'herbe en profitant de la présence des pins.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des boisements de pins noirs d'Autriche :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Clitocybe meridionalis</i> (E)	3	A2	2	
<i>Chroogomphus rutilus</i> (E)	10	A3		
<i>Hebeloma hiemale</i> (E)	2	A1		
<i>Limacella ochraceolutea</i> (P)	2	A1	2	
<i>Mycena aurantiomarginata</i> (P)	1	A2		
<i>Phellodon niger</i> (E)	2	A2		
<i>Russula sanguinaria</i> (P)	7	A2		
<i>Russula torulosa</i> (P)	4	A2	4	
<i>Tricholoma psammopus</i> (P)	3	A2	4	
<i>Tricholoma sejunctum</i> var. <i>coniferarum</i> (P)	4	A2		

Quelques espèces remarquables :

Hebeloma hiemale*, *Russula torulosa* et *Tricholoma psammopus, déjà signalés précédemment.

Chroogomphus rutilus, associé à de très nombreux Pins noirs, surtout dans les lisières herbeuses bordant les chemins. Cette espèce suit fidèlement le Pin dans quasiment tous les habitats où il se trouve.

Clitocybe meridionalis (M. Bon) P. Roux, (6 ex) sous *Pinus nigra*, parmi les mousses, dans une pinède claire à *Pinus nigra* mêlés d'aubépines, en D16. Egalement 10 ex. en L15, en lisière de pinède à *Pinus nigra* avec buis en sous-étage, dans la pelouse moussue près d'un massif de buis. Une troisième station en J15, dans une zone de pelouse où des pins noirs ont été coupés en 2008.

Chapeau diamètre 2-4 (6) cm, infundibuliforme, à marge légèrement enroulée chez les petits spécimens, costulée chez les spécimens les plus grands. Revêtement velouté à feutré, beige rosâtre pâle par le sec, brun ochracé roussâtre à l'état humide, à peine bistré au centre. Réaction à la potasse subnulle sur la cuticule des spécimens frais mais brun rouge sur exemplaires secs. Lames arquées-décourbées, crème. Stipe 2-4 x 0,3-0,8 cm, subégal ou clavé, légèrement fibrilleux de blanc sur fond concolore au chapeau. Chair pâle à odeur cyanique et saveur douce. Spores 7,5-10 x 4-5 µm, elliptiques à tendance larmiforme.

⇒ Cette très rare espèce croît le plus souvent sous conifères méditerranéo-atlantiques et a été trouvée au Sabot de Froty des conditions de vie qui lui conviennent, à l'instar de *Lactarius sanguifluus* ou *L. semisanguifluus*. Sa venue dans une station où les pins étaient présents 2 ans auparavant indique certainement que l'espèce s'est développée sur des restes ligneux de *Pinus nigra* (son habitat de prédilection) et a été favorisée par la situation de la station qui est devenue encore plus thermophile suite à la coupe des pins. Les seules stations françaises connues de l'espèce sont situées dans les Pays-de-Loire et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. **Elle est de toutes façons nouvelle pour le quart nord-est de la France.**

Cystolepiota bucknallii, sur un chemin de débardage. Cette petite lépiote à odeur caractéristique de soufre pousse dans les bois clairs de feuillus ou mixtes, les taillis, les lisières ou les bords de chemins rudéralisés. Elle est peu répandue et peu fréquente dans la région.

Limacella ochraceolutea P. D. Orton, sous pin noir et à proximité d'un vieux chêne situé à environ 6 m sur la roche affleurante de la corniche, en A15, et sous pin noir avec noisetiers et merisiers à proximité, en C10. Cette espèce croît dans des stations thermophiles, sous feuillus parfois mêlés de conifères, en terrain à tendance acide. La découverte de ce taxon au Sabot peut s'expliquer par la nature thermophile de la station, l'acidité du sol au pied des pins, cette essence étant très acidifiante, et la présence de feuillus ectomycorhizogènes tels que chênes et noisetiers à proximité. Nous considérons que cette espèce est patrimoniale, car elle est à la fois liée à un habitat peu répandu et elle-même rare dans cet habitat. Ce taxon rare est connu dans différents pays d'Europe dont la France où il n'est répertorié pour l'instant que dans 11 départements. Il a déjà été observé dans la plaine d'Alsace, près de Colmar, et dans des stations thermophiles de la plaine du Rhin supérieur, mais il est nouveau pour la mycoflore franc-comtoise.

Phellodon niger, parmi les mousses, dans la pinède la plus âgée. Ce champignon peu commun en Franche-Comté vit dans les bois de conifères purs ou mêlés de feuillus.



Limacella ochraceolutea

© D.S.



Chroogomphus rutilus

© D.S.



Phellodon niger

© D.S.



Ramaria gracilis

© D.S.



Russula sanguinaria

© D.S.



Clitocybe meridionalis

© P.L.

6.5.4.7.8 - Mycoflore des Pins noirs et Pins sylvestres isolés dans les pelouses.

Habitat n°7, 43 espèces.

La présence de nombreux pins noirs isolés ou en petits groupes en dehors des deux zones de boisement de cette espèce est très favorable à celle d'un cortège fongique composé particulièrement de taxons ectomycorhiziens tels que *Boletus luridus*, *Chroogomphus rutilus*, *Hygrophorus latitabundus*, *Lactarius semisanguifluus*, *sanguifluus* et *deliciosus*, *Suillus collinitus* et *granulatus*, *Tricholoma fracticum*, *imbricatum* et *terreum*. En effet, grâce à ses longues racines latérales bien ramifiées, le Pin noir peut héberger de nombreuses colonies fongiques dans les pelouses sèches. Exprimant son optimum en pleine lumière, avec un port rapidement étalé en situation isolée, cet arbre possède son cortège fongique optimum dans les pelouses calcicoles sèches et thermophiles de la R.N. Des raretés comme *Russula sanguinaria* var. *confusa* et *Boletus luridus* var. *queletiformis* ont été observées dans ce type d'habitat.

Les rares pins sylvestres de la réserve sont disséminés dans les pelouses calcicoles ou installés sur des loupes argileuses. Leur système racinaire profond, construit autour d'une racine principale très forte et de racines latérales bien ramifiées, permet l'installation d'une mycoflore symbiotique très spécialisée dont les espèces les plus fidèles sont *Lactarius semisanguifluus* et *sanguifluus* ainsi que *Russula torulosa*.

Quelques espèces saprophytes de l'humus ont été observées sous les pins isolés dans les pelouses, telles *Echinoderma asperum*, *Melanoleuca pseudorasilis* et *Lepiota cristata*, cette dernière espèce croissant dans les zones plus ou moins rudéralisées.

Enfin, les souches et branches mortes de pins tombées au sol sont décomposées par de très nombreuses espèces fongiques dont *Gymnopilus penetrans* et *spectabilis*, *Tricholomopsis rutilans*, *Paxillus panuoides*, *Gloeophyllum abietinum* et *Neolentinus adhaerens*, ce dernier étant habituellement montagnard.

Genres les mieux représentés : *Lactarius*, *Russula*, *Suillus* et *Tricholoma*.

Espèces fongiques préférentielles des pins noirs et sylvestres isolés dans les pelouses :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR
<i>Boletus luridus</i> (P)	7	A1	
<i>Hygrophorus latitabundus</i> (E)	1	A2	
<i>Lactarius deliciosus</i> (E)	2	A1	
<i>Lactarius semisanguifluus</i> (E)	28	A2	
<i>Lactarius sanguifluus</i> (E)	15	A2	4
<i>Melanoleuca pseudorasilis</i> (P)	2	A1	2
<i>Suillus collinitus</i> (E)	16	A3	
<i>Suillus granulatus</i> (E)	21	A3	
<i>Tricholoma fracticum</i> (E)	9	A2	
<i>Tricholoma imbricatum</i> (E)	1	A2	
<i>Tricholoma terreum</i> (P)	12	A2	

Quelques espèces remarquables : *Boletus luridus* var. *queletiformis*, *Hygrophorus latitabundus*, *Lactarius deliciosus*, *semisanguifluus*, *sanguifluus*, *Russula sanguinaria* var. *confusa*, *Tricholoma imbricatum*, déjà signalés précédemment.

Gymnopilus spectabilis, sur une souche de *Pinus nigra*, en K10. Cette espèce, qui fructifie sur bois mort de feuillus et conifères, montre une prédilection pour les régions à climat doux. Elle est fréquente sur le littoral atlantique alors qu'elle est très occasionnelle en Franche-Comté.

Melanoleuca pseudorasilis, sous *Pinus nigra*, près d'un massif de buis. Cette rare espèce croît sous pins et épicéas, en terrain sableux le plus souvent.

Suillus collinitus, présent dans de nombreux secteurs bien exposés de la R.N. Ce bolet lié aux pins à 2 aiguilles a des tendances thermophiles et atlantiques.

Suillus granulatus, largement répandu dans la R.N. fructifie au niveau des jeunes racines des pins, jusque vers les massifs de buis. Ce bolet, lié aux pins à 2 aiguilles avec une nette préférence pour les pins sylvestres, croît sur sol calcaire à légèrement acide.

Tricholoma fracticum, le plus souvent dans des zones exposées au sud, jusqu'en lisière des massifs de buis, parmi les mousses. Ce taxon est lié aux conifères parfois mêlés, avec une nette préférence pour les pins, surtout les pins sylvestres. Tendance calcicole thermophile.

Tricholoma terreum, surtout dans la pelouse sommitale et dans les zones de prés-bois. Ce taxon est préférentiel des forêts et taillis de conifères en terrain calcaire, avec une nette préférence pour les pins.

- **Observations :**

- ❑ l'étude nous a permis de comparer les cortèges fongiques des pinèdes avec ceux des milieux ouverts. Il apparaît très clairement que la fonge liée au Pin sylvestre et au Pin noir d'Autriche s'exprime au mieux lorsque les arbres sont en situation héliophile et thermophile, qui est également la plus favorable à la croissance des arbres. En outre, les champignons ectomycorhiziens y sont les plus nombreux et souvent spécifiques de leurs hôtes chlorophylliens. Nous pensons que ce phénomène peut s'expliquer de la façon suivante : les racines des pins isolés dans les pelouses ont à leur disposition un volume de terre à explorer par arbre plus important que dans les zones boisées. Les racines latérales peuvent se ramifier plus librement, n'étant pas gênées dans leur développement par celles de leurs congénères. Les arbres sont donc dans un environnement plus favorable en situation isolée que lorsqu'ils sont groupés, formant par conséquent plus de mycorhizes, signe qu'ils ont trouvé la biocénose la plus favorable.
- ❑ Si les arbres s'adaptent généralement à des biotopes particuliers grâce à des facteurs génétiques appropriés, il est important de ne pas sous-estimer le rôle des mycorhizes dans leur adaptation à certains milieux. Dans le cas des pins noirs d'Autriche, la tolérance des arbres à la présence de calcaire actif dans le sol n'est pas toujours sous le contrôle génétique de la plante elle-même, mais peut être conférée par la symbiose ectomycorhizienne. En effet, de jeunes pins noirs d'Autriche insuffisamment mycorhizés plantés en terrain calcaire présentent les symptômes classiques de la chlorose calcaire (jaunissement des aiguilles, carence en fer et mauvaise assimilation de l'azote). Mais ils retrouvent une nutrition et une croissance normales lorsqu'ils s'associent à des champignons ectomycorhiziens, surtout si ces derniers leur sont propres, comme c'est le cas pour les espèces du genre *Suillus* (CLEMENT et al., 1977). On peut expliquer le phénomène ainsi : Grâce à la présence des mycorhizes, les champignons drainent le calcium présent dans le sol et le font précipiter sous des formes peu solubles. Les pins se trouvent alors dans des conditions de faible teneur en calcium qui favorisent l'absorption de l'azote par les racines.

Ces observations illustrent parfaitement les deux phrases suivantes de Georges Becker (BECKER, 1956) :

- "Les arbres ne trouvent leurs conditions parfaites, en dehors des questions de terrains et de climat, que là où leurs champignons ectomycorhiziens trouvent aussi les leurs."
- "Plus un arbre héberge de champignons ectomycorhiziens, et parmi ceux-ci plus il en héberge de ceux qui lui sont propres, plus grandes sont les chances pour qu'il se trouve dans la biocénose la plus favorable."



Neolentinus adhaerens – Détail de l'arête des lames.

© L.G.



Gymnopilus spectabilis

© D.S.



Lactarius deliciosus

© D.S.



Suillus collinitus

© D.S.



Tricholoma fracticum

© L.G.

6.5.4.7.9 - Mycoflore des prairies à fourrage des plaines.

Habitat n°8, 14 espèces.

Les prairies à fourrage mésophiles bien drainées hébergent quelques espèces saprophytes humicoles qui croissent également dans les pelouses sèches semi-arides (habitat n°3) telles que *Marasmius oreades*, *Vascellum pratense*, *Stropharia melasperma*, *Leucoagaricus leucothites* et *Clitocybe dealbata*. D'autres espèces fongiques n'ont été observées que dans cet habitat, telles *Conocybe lactea* et *Stropharia albonitens*. La plupart des champignons croissant dans ce milieu sont nettement nitrato-philes à cause de la présence des moutons et bovins.

Espèces fongiques électives (E) ou préférentielles (P) des prairies à fourrage des plaines :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Conocybe lactea</i> (E)	1	A1		D
<i>Leucoagaricus leucothites</i> (P)	4	A1		D
<i>Marasmius oreades</i> (P)	9	A2		D
<i>Stropharia albonitens</i> (E)	1	A1	1	
<i>Stropharia melasperma</i> (E)	3	A1		

Conocybe lactea, dans les pelouses pâturées par les moutons. Le conocybe laiteux est assez commun en été et en automne dans les prairies et les pelouses, avec une préférence pour les pelouses amendées du fait de sa nature nitrato-phile.

Stropharia albonitens, dans les pelouses pâturées par les moutons. Le strophaire blanc-soyeux croît dans les milieux herbeux tels que prairies, pâturages ou clairières. C'est une espèce rare.

Stropharia melasperma, dans les pelouses pâturées par les moutons. Le strophaire à spores foncées est une espèce peu commune qui affecte les stations herbeuses enrichies en matière organique.

6.5.4.7.10 - Mycoflore des prairies artificielles.

Habitat n°9, 8 espèces.

La prairie, semée fin 2002 sur une zone de céréales, couvre environ 3 ha au nord-est de la R.N. sur sol moyennement profond à profond. Elle héberge peu d'espèces fongiques actuellement mais pourrait, au fil du temps, devenir plus riche sur le plan fongique si l'équilibre biologique de l'humus se stabilise et si la pression du pâturage reste très modérée (pâturage bovin automnal).

Dans cette prairie, nous n'avons observé qu'*Hygrocybe chlorophana* et sa variété *aurantiaca*, ainsi que quelques spécimens de *Coprinus plicatilis* et de *Tubaria conspersa*.

Espèces fongiques préférentielles (P) des prairies à fourrage des plaines :

Espèces fongiques	Nb carrés	IA	LR	Caractère bio-intégrateur
<i>Hygrocybe chlorophana</i>	3	A1	3	B
<i>Hygr. chlorophana</i> var. <i>aurantiaca</i>	2	A1	3	B

Quelques espèces remarquables :

Hygrocybe chlorophana, l'hygrophore jaune soufre, croît dans les prés, les taillis ou les lisières herbeuses des forêts.

Hygrocybe chlorophana var. *aurantiaca* croît dans les mêmes habitats que le type.

6.5.4.7.11 - Mycoflore des parcelles cultivées.

Habitat n° 10, 1 espèce.

Ces parcelles n'ont pas été souvent prospectées au cours de l'étude, l'accent étant porté essentiellement sur les habitats non cultivés. Quoi qu'il en soit, ce type de milieu est peu favorable à la venue des champignons, à l'exception d'espèces nitrophiles qui peuvent s'installer au cours d'une saison si des engrais azotés sont utilisés. La mycoflore des parcelles cultivées est toujours pauvre en nombre d'espèces, l'équilibre biologique de l'humus étant sans cesse perturbé. La seule espèce observée dans ce type d'habitat de la réserve est le charbon du maïs, *Ustilago maydis*, qui se développe sur les inflorescences de la plante. Quelques plants seulement étaient parasités, sans doute les plus faibles.



Conocybe lactea

© L.G.



Stropharia melasperma

© L.G.



Marasmius oreades

© D.S.



Hygrocybe chlorophana

© D.S.

6.5.5 - Bilan des espèces les plus remarquables de chaque habitat.

Le tableau ci-dessous présente, pour chaque milieu, les espèces fongiques les plus remarquables en matière de fidélité, selon les critères définis dans le chapitre « Méthodologie ». On y trouve les espèces emblématiques et patrimoniales des milieux les plus typés, les taxons électifs mentionnés précédemment et les espèces « parapluie », représentatives de groupes de champignons ayant les mêmes préférences écologiques.

Habitats	Espèces fongiques les plus remarquables de la R.N.
1 Buis	Elective : <i>Hygrocybe fornicata</i> var. <i>streptopus</i> . Patrimoniales : <i>Camarophyllopsis foetens</i> , <i>Dermoloma spec.</i> Parapluies : <i>Hygrocybe quieta</i> , <i>Clavulinopsis corniculata</i> , <i>Entoloma hebes</i> . Emblématiques : <i>Marasmius buxi</i> , <i>Peniophora proxima</i> .
2 Fourrés (<i>Prunetalia</i>)	Electives : <i>Dichomitus campestris</i> , <i>Microsphaera hedwigii</i> , <i>Pulcherricium caeruleum</i> . Parapluie : <i>Inocybe geophylla</i> .
3 Pelouses semi-arides	Electives : <i>Mycena aetites</i> , <i>Entoloma carneogriseum</i> , <i>papillatum</i> , <i>Hygrocybe obrussea</i> , <i>paraceracea</i> . Parapluies : <i>Cuphophyllus colemannianus</i> , <i>Entoloma prunuloides</i> .
4 Pelouses très sèches et corniche	Electives : <i>Agaricus xanthodermus</i> var. <i>lepiotoides</i> , <i>Clitocybe senilis</i> , <i>Entoloma pseudocoelestinum</i> . <i>Cortinarius xanthophyllus</i> et <i>sericeus</i> var. <i>globovosporus</i> . Patrimoniales : <i>Ascochyta coluteae</i> , <i>Mycena maurella</i> , <i>Bolbitius incarnatus</i> .
3 et 4 Pelouses semi-arides à très sèches	Electives : <i>Agaricus xanthodermus</i> var. <i>meleagroides</i> , <i>Clitocybe collina</i> , <i>Crinipellis scabella</i> , <i>Entoloma longistriatum</i> , <i>serrulatum</i> , <i>sericeum</i> var. <i>cinereo-opacum</i> , <i>Hygrocybe persistens</i> var. <i>langei</i> , <i>Lycoperdon lividum</i> , <i>Marasmius collinus</i> . Patrimoniales : <i>Lepista fasciculata</i> . Parapluies : <i>Hygrocybe calciphila</i> , <i>Lepista panaeola</i> . Emblématiques : <i>Entoloma incanum</i> , <i>Tulostoma brumale</i> .
5A Chênaies- charmaies xérophiles	Electives : <i>Amanita lividopallescens</i> , <i>Boletus radicans</i> , <i>Boletus satanas</i> . Patrimoniales : <i>Cortinarius vaginatopus</i> , <i>Erysiphe arcuata</i> .
5B Chênaies- charmaies mésophiles	Electives : <i>Lactarius pyrogalus</i> , <i>Tricholoma scalpturatum</i> , <i>Inonotus rheades</i> . Patrimoniales : <i>Hygrophorus hedrychii</i> , <i>Russula teneropus</i> .

Habitats	Espèces fongiques les plus remarquables
6 Boisements de pins noirs d'Autriche	Electives : <i>Chroogomphus rutilus</i> , <i>Hebeloma hiemale</i> , <i>Phellodon niger</i> , <i>Russula sanguinaria</i> , <i>Russula torulosa</i> . Patrimoniales : <i>Clitocybe meridionalis</i> , <i>Limacella ochraceolutea</i> .
7 Pins isolés dans les pelouses	Electives : <i>Hygrophorus latitabundus</i> , <i>Lactarius deliciosus</i> et <i>sanguifluus</i> . <i>Suillus collinitus</i> et <i>granulatus</i> , <i>Tricholoma fracticum</i> et <i>imbricatum</i> . Patrimoniales : <i>Russula sanguinaria</i> var. <i>confusa</i> . Emblématique : <i>Lactarius semisanguifluus</i> .
8 Prairies à fourrage des plaines	Electives : <i>Conocybe lactea</i> , <i>Stropharia albonitens</i> et <i>melasperma</i> .
9 Prairies artificielles	Parapluies : <i>Hygrocybe chlorophana</i> et <i>chlorophana</i> var. <i>aurantiaca</i> .
10 Parcelles cultivées	Elective : <i>Ustilago maydis</i> .

Quelques clichés d'espèces emblématiques ou patrimoniales



Entoloma incanum, espèce emblématique.

Cliché J.M.M.



Lactarius semisanguifluus, espèce emblématique. © L.G.



Tulostoma brumale, espèce emblématique. © B.T.



Mycena maurella, espèce patrimoniale. © D.S.



Russula teneropus, espèce patrimoniale. .

© D.S.



Cortinarius vaginatopus, espèce patrimoniale. .

© D.S.

Plantes et champignons à caractère méditerranéen ou atlantique

Suite à la mise en évidence de nombreuses espèces fongiques thermophiles ou préférantes des climats doux, il est intéressant de faire le bilan, pour les habitats concernés, des plantes et des champignons à caractère méditerranéen ou atlantique.

Habitat n°1, qui appartient aux manteaux calcicoles xérophiles à caractère subméditerranéen : *Buxus sempervirens*, *Clavunilopsis laeticolor*, *Hygrocybe fornicata* var. *streptopus*, *Marasmius buxi* et *Peniophora proxima*.

Habitats n°3 & 4, qui appartiennent aux alliances du **Mesobromion**, du **Festuco lemanii-Brometum erecti** et du **Xerobromion** : *Agaricus xanthodermus* var. *lepiotoides* et *meleagroides*, *Ascochyta coluteae*, *Clitocybe senilis*, *Colutea arborescens*, *Cortinarius sericeus* var. *globovosporus* et *xanthophyllus*, *Gentianella ciliata*, *Helianthemum apeninum*, *Hygrocybe cinereifolia*, *Lycoperdon lividum*, *Marasmius collinus*, *Melica ciliata*, *Mycena maurella*, *Orchys spec.*, *Ophrys spec.*, *Phaeotellus griseopallidus*, *Prunus mahaleb*, *Quercus xstreimi*, *Stropharia pseudocyanea* et *Tulostoma brumale*. Notons que *Buxus sempervirens* est omniprésent dans ces deux habitats.

Habitat n°5A : *Boletus radicans* et *satanas*, *Cortinarius vaginatopus*.

Habitat n°6 : *Clitocybe meridionalis*, *Hygrophorus latitabundus*, *Lactarius deliciosus*, *semisanguifluus* et *sanguifluus*, *Limacella ochraceolutea*.

Habitat n°7 : *Gymnopilus spectabilis* et *Suillus collinitus*.

Bilan du nombre d'espèces par habitat :

	Habitat n°1	Habitats n°3 & 4	Habitat n°5A	Habitat n°6	Habitat n°7
Nombre d'espèces	4	13	3	6	2

- Les habitats n°3 & 4 hébergent le plus grand nombre d'espèces de champignons à caractère méditerranéen ou atlantique,
- L'habitat n°6, qui héberge 6 espèces fongiques à caractère méditerranéen ou atlantique, est également très représentatif du phénomène,
- Au total, **28 espèces de champignons à caractère méditerranéen ou atlantique** ont été recensées dans la R.N.

7 – Intérêt du site et gestion des habitats.

Le site présente un très grand intérêt au niveau de la mycoflore, principalement du fait de la présence des pelouses sèches mais aussi des pins et des zones thermophiles de la corniche, sans oublier les zones de feuillus qui ont permis de faire des observations très intéressantes. Les nombreuses espèces peu communes, rares ou nouvelles pour la région ou le département témoignent de l'intérêt majeur du site de la R.N. sur le plan fongique.

Au niveau des **pelouses**, la gestion actuelle de la R.N. nous semble optimale en ce qui concerne la biodiversité. En effet :

- la fauche estivale unique et/ou le pâturage ovin extensif des pelouses sèches permettent la préservation d'une mycoflore riche et diversifiée,
- la restauration des pelouses sèches par coupe d'arbustes ou abattage de pins et la réouverture de clairières par suppression de buissons permettent de maintenir et même d'accroître la richesse biologique caractéristique de la R.N.,
- la réouverture ou ouverture de corridors écologiques dans des zones d'anciennes pelouses envahies par les pins et les buis permet de rétablir une communication entre des secteurs de pelouses et donc de favoriser le retour ou la venue d'une flore et d'une faune de pelouse sèche, vocation prioritaire de la R.N (PINSTON et *al.*, 2005 à 2009).

Au niveau des zones boisées, le contrôle assuré par les gestionnaires de la R.N. permet de limiter la progression des pins noirs qui, sans cela, envahiraient à terme l'ensemble du territoire. Le choix de conserver des pins isolés dans les pelouses restaurées constitue aussi une grande source de richesse sur le plan fongique, en particulier pour les champignons ectomycorhiziens. Les boisements de pins noirs sont également intéressants pour les champignons si les arbres ne sont pas trop serrés, car une mycoflore diversifiée s'y développe, à l'intérieur et dans les lisières.

C'est pourquoi la réouverture progressive de la zone des pins du plateau (« Pins Rénet » âgés de 30 à 80 ans) amorcée en 2007 au profit d'un retour à la structure antérieure de pelouse ponctuée de massifs de buis et de quelques pins va dans le bon sens. En effet, c'est l'un des rares milieux de la R.N. qui est actuellement peu favorable à la venue des champignons. Cette opération devrait créer une nouvelle dynamique de colonisation par les espèces herbacées et fongiques.

D'un point de vue phytosanitaire, on pourra prêter attention à 2 espèces de champignons :

- a) ***Armillaria mellea***, l'armillaire couleur de miel, observée sur souches et bois dégradé de *Robinia pseudoacacia*, *Crataegus monogyna*, *Carpinus betulus* et *Quercus petraea* dans les carrés C11, N12, C13, V13 et S21, mais qui peut devenir un destructeur d'arbres affaiblis qu'il parasite tout d'abord puis tue petit à petit en adoptant un mode de vie saprophyte. Ce champignon est donc à surveiller dans les zones les plus humides de la R.N. où il pourrait occasionner des dégâts importants.
- b) ***Volutella buxi* = *Pseudonectria rousseliana*** stade ***Volutella***, un micromycète qui vit en parasite sur les rejets de *Buxus sempervirens* et peut devenir un agent de dépérissement en cas de forte contamination. Ce champignon pourrait éventuellement servir à limiter l'extension des buis de façon naturelle dans certains secteurs de la R.N. On prêterait cependant attention à son extension éventuelle.

8 - Conclusion

Cette étude, menée de 2007 à 2010, a permis de montrer la grande richesse fongique (570 espèces) de la Réserve naturelle du Sabot de Frotey. Elle aura aidé également à mieux comprendre le rôle fonctionnel des champignons qui vivent dans ce type de milieux et leur valeur patrimoniale.

La prise en compte des modes de vie, répartition et écologie des espèces a servi à souligner les particularités des différents habitats. Pour chacun d'eux, les espèces remarquables ont été mises en évidence, beaucoup d'entre elles étant rares ou vulnérables en Franche-Comté.

L'analyse des différentes catégories de taxons bio-intégrateurs des pelouses et le calcul du spectre biologique des zones boisées montrent que les écosystèmes de la R.N. sont en bonne santé.

La gestion mise en oeuvre depuis 1988 pour limiter la progression des pins noirs et favoriser la biodiversité semble très proche de l'optimum, aussi seuls quelques conseils de gestion sont indiqués. Enfin, on veillera à la surveillance de deux espèces de champignons.

En conclusion, les espèces rares au niveau national, celles qui le sont pour la Franche-Comté ou la Haute-Saône et les nombreux champignons peu communs ou rares témoignent de l'intérêt majeur de la R.N. sur le plan fongique et conforte l'intérêt de la protection nationale de ce site remarquable.



Rond de sorcière souligné par une couronne de cérâste des champs.

© D.S.

9 - Bibliographie

BECKER G., 1956 - *Observations sur l'écologie des champignons supérieurs*. Thèse présentée à la faculté des sciences de Besançon. Imprimerie P. Carrère, Rodez, 130 p.

CAILLET M., 1998 - *Etude des macromycètes de la Réserve Naturelle du ravin de Valbois* pour le compte de Doubs Nature Environnement, 39 p.

CAILLET M., SIMERAY J., 2003 - Recherches sur la sociologie des macromycètes de la réserve biologique intégrale en forêt domaniale de Chaux (Franche-Comté, France). *Documents mycologiques*, 32 (127,128) : 15-35.

CLEMENT A., GARBAYE J., LE TACON F., 1977 - Importance des ectomycorhizes dans la résistance au calcaire du Pin noir (*Pinus nigra nigricans*). *Oecologie Plantarum*, 12 (2) 111-131.

CORRIOL G., 2001 - Notes mycologiques sur les pelouses sèches calcicoles. *Bull. Féd. Mycol. Dauphiné-Savoie*, 160 : 13-31.

CORRIOL G., 2006 - La vieille buxaie du Candau d'Escurès (Arette, Pyrénées atlantiques), un site mycologique de grand intérêt. *Bull. Soc. Mycol. du Béarn*, 112 : 8-9.

COURTECUISSÉ R., 2000 - Inventaire mycologique de la Région Nord-Pas-de-Calais. 2ème édition, *hors-série du Bull. Soc. Mycol. Nord de la France*. 118 p.

COURTECUISSÉ R., 2000 - Etude mycologique de dix sites gérés par le conservatoire des sites naturels du Nord et du Pas-de-Calais. Année 1998 (et suivantes). Rapport suite à une convention d'étude passée le 11 septembre 1998 entre le conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais et la Société Mycologique du Nord de la France, Lille, 77 p.

COURTECUISSÉ R., LECURU C., 2002 - Analyse de la fonge du parc du Mémorial Canadien de Vimy (Pas-de-Calais), France, p.3-16. *Bull. Soc. Mycol. Nord de la France* 71/72.

COURTECUISSÉ R., LECURU C., 2006 - Inventaire mycologique de la Région Nord-Pas-de-Calais. 3ème édition. *Bull. Soc. Mycol. Nord de la France* 79/80, 210 p.

COURTECUISSÉ R., LECURU C., MOREAU P.-A., 2005 - Les espèces "déterminantes" du Nord-Pas-de-Calais, p.55-75. *Bull. Soc. Mycol. Nord de la France* 78 (2).

DRENOU C., 2006 - Les racines, face cachée des arbres. Paris, Institut pour le développement forestier, 335 p.

FORTIN J.A., PLENCHETTE C., PICHE Y., 2008 - *Les mycorhizes, la nouvelle révolution verte*. Edit. Quae, Versailles, 131 p.

GALLIOT L., SUGNY D., 2005 - *Catalogue des champignons de Franche-Comté*. Musée de Montbéliard, 112 p.

HERTZOG P., 2008 - Aspect de la mycoflore du Bollenberg et plus particulièrement de ses pelouses calcaires. *Bull. Soc. Mycol. Haut-Rhin*. Hors Série, 97 p.

MOREAU P.-A., 2002 - Analyse écologique et patrimoniale des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord. Thèse soutenue le 13 décembre 2002 devant l'Université de Savoie.

PASTIRCAK M., PASTIRCAKOVA K., SHIROYA Y., TAKAMATSU S., 2008 - European Hornbeam Powdery Mildew *Erysiphe arcuata* in Slovakia. *J. Phytopathology* 156, 597-601 (2008).

PINSTON H., 2006 - *Réserve naturelle du Sabot de Frotey-lès-Vesoul (Haute-Saône). Plan de gestion 2006-2010*. Association de gestion de la Réserve du Sabot, L.P.O. Franche-Comté, 142 p. + 12 cartes et 14 annexes.

PINSTON H., VIAIN P., COUSSEMENT G., MAILLOT F., 2005 à 2009 - Bilan des activités et du suivi scientifique de la Réserve Naturelle du Sabot de Frotey. 5 publications annuelles éditées par l'association de gestion de la R.N., la L.P.O. de Franche-Comté et la DIREN de Franche-Comté.

SUGNY D., 2004 - *Les champignons rares ou menacés de Franche-Comté*. Observatoire régional de l'environnement de Franche-Comté. Besançon, 44 p.

SUGNY D., 2010 - Le rôle des champignons dans la vie terrestre. *Bull. Soc. Hist. Nat. du Pays de Montbéliard*, 2010 : 77-84.

VAESKEN H., 2010 - Contribution à l'inventaire mycologique d'une partie de la Forêt domaniale de Rihoult-Clairmarais (62, Pas-de-Calais, France) : Les environs du Rostat et le Long-chêne. *Bull. Soc. Mycol. Nord Fr.* 87: 12-32 (2010) Lille.

10 - Annexes

- Une version informatique de l'étude,
- Un fichier Excel comprenant toutes les espèces observées dans la réserve, avec, pour chacune d'elles, des observations sur son écologie,
- Un CD contenant l'ensemble des clichés pris sur le site.



Coucher de soleil vu depuis la R.N., le dernier jour de prospection.

© D.S.



S.M.P.M.



PRÉFET
DE LA RÉGION
FRANCHE-COMTÉ

D.R.E.A.L. Franche-Comté