

Champignons, ancienneté et maturité des forêts

par Anne Villemey¹, Benoît Renaux¹

¹ Conservatoire botanique national du Massif central
Le Bourg
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE
Tél. : 04 71 77 55 65
Courriels : anne.villemey@cbnmc.fr, benoit.renaux@cbnmc.fr
Site Internet : <http://www.cbnmc.fr/>

Résumé : Les champignons représentent une part importante de la biodiversité forestière et jouent des rôles fonctionnels majeurs. Néanmoins, c'est un groupe taxonomique relativement méconnu à cause de la difficulté d'étude qu'ils présentent. Si certaines espèces saproxyliques semblent associées aux stades matures et au bois mort, l'influence de l'ancienneté est moins évidente car peu d'études se sont penchées sur cette question. Les champignons mycorhiziens pourraient être de bons candidats pour indiquer l'ancienneté des forêts car ils réagissent aux propriétés chimiques du sol. Pour le Massif central comme en France, aucune liste d'espèces indicatrices de forêts anciennes n'est encore disponible. D'un point de vue pratique, les relevés mycologiques requièrent un certain nombre de réplicats sur plusieurs années, un temps de laboratoire conséquent et des compétences très importantes. Pour être opérationnel et accessible à un plus grand nombre, il faudrait réfléchir à un outil basé sur des espèces facilement identifiables par des naturalistes non mycologues. Pour conclure, certaines espèces saproxyliques sont associées aux peuplements matures, et il est possible que les champignons, notamment mycorhiziens, soient de bons candidats pour bio indiquer les forêts anciennes. Cependant, les connaissances actuelles nécessitent d'être étoffées par des études spécifiques sur ce sujet pour proposer un outil opérationnel.

Mots-clés : Forêts anciennes – espèces indicatrices – mycologie – mycorhizien – saproxylique

Le CBN Massif central coordonne la réalisation d'une « boîte à outils » spécifique aux **forêts anciennes du Massif central**. Ces outils permettent d'identifier et localiser les forêts anciennes du Massif central, de caractériser leur maturité, leur état de conservation et la biodiversité potentielle qu'elles abritent. Ils sont destinés à donner des éléments factuels pour identifier et hiérarchiser les enjeux locaux en termes de conservation, éclairer les choix de gestion et orienter les actions.

Retrouvez l'ensemble des indicateurs mis au point par le CBN Massif central et ses partenaires, ainsi que les résultats de l'enquête sur les forêts anciennes et matures du Massif central sur notre site internet http://cbnmc.fr/forets_anciennes

Conservatoire Botanique National



Conservatoire Botanique National



Rédaction

Partenaires financiers



Le projet « Outils pour identifier et caractériser les forêts anciennes du Massif central » est cofinancé(e) par l'Union européenne. L'Europe s'engage dans le Massif central avec le fonds européen de développement régional.



Introduction

Les forêts regroupent les trois quart des espèces de champignons inventoriées en France (CORRIOL & HANNOIRE 2011). Les champignons mycorhiziens, qui vivent en symbiose avec différentes espèces de la flore vasculaire, jouent un rôle fondamental au sein des écosystèmes forestiers car ils interviennent dans la nutrition en eau et en minéraux des arbres et des plantes herbacées. Par ailleurs, de nombreuses espèces sont impliquées dans le cycle de décomposition de la matière : les champignons saprotrophes décomposent la litière, et l'humus, les champignons saproxyliques décomposent le bois mort.

Les champignons ont de grandes distances de dispersion car leurs spores produites en très grande quantité sont transportées par le vent. L'apparition de sporophores (ce sont les fructifications que nous appelons « champignons » dans le langage courant) dépend de l'arrivée de spores sur un support favorable, de leur germination et de la rencontre de deux mycéliums¹.

De par leur biologie et leur écologie, les champignons sont sensibles aux essences (HEILMANN-CLAUSEN *et al.* 2005), à la structure du peuplement (ÓDOR *et al.* 2006), au contexte climatique et aux conditions microclimatiques (HEILMANN-CLAUSEN & CHRISTENSEN 2005), à l'évolution du cycle sylvicole, à la gestion forestière (STOKLAND & LARSSON 2011), à la ressource en bois mort (en termes de volume, de type de débris ligneux grossiers, et de stade de décomposition du bois, (HEILMANN-CLAUSEN & CHRISTENSEN 2005; JUNNINEN & KOMONEN 2011; ÓDOR *et al.* 2006; OHLSON *et al.* 1997), à la connectivité des forêts (ABREGO *et al.* 2015; HEILMANN-CLAUSEN & CHRISTENSEN 2005; PENTTILÄ *et al.* 2006), et à la matrice paysagère (SVERDRUP-THYGESON & LINDENMAYER 2003).

En termes de ressources et d'habitat, les champignons saproxyliques dépendent du bois mort, des stades de décomposition, et des microhabitats des arbres ; les champignons mycorhiziens vont être influencés par les propriétés chimiques du sol (COX *et al.* 2010) et l'héritage du cortège du sous-sol, certaines espèces sont sensibles à la présence et la continuité des vieux arbres ; les communautés de champignons saprotrophes varient en fonction des caractéristiques de la litière et de l'humus.

Synthèse des études

Globalement très peu d'études se sont penchées sur le lien entre champignons, ancienneté et/ou maturité des forêts. Ceci s'explique avant tout par le fait que les champignons constituent un groupe mal connu et difficile à étudier à cause de la très grande diversité d'espèces qu'il rassemble (environ 20 000 espèces en Europe), et du caractère à la fois aléatoire et fugace d'apparition des sporophores, qui implique des inventaires répétés dans la saison et sur plusieurs années (VOIRY & GOSSELIN 2012). Le nombre de personnes spécialistes de ce groupe est faible, ce qui réduit automatiquement le nombre d'études réalisées (DAHLBERG *et al.* 2010).

Quelques études s'attachent au lien entre champignons saproxyliques et ancienneté, mais il y a souvent confusion entre maturité, ancienneté et gestion forestière dans les publications. OHLSON *et al.* (1997) ont montré par exemple qu'il n'y a pas de relation entre la présence des espèces de champignons considérées comme indicatrices de forêts « naturelles » à longue continuité et la continuité temporelle réelle des forêts (ancienneté). De même, les longues distances de dispersion des champignons posent question quant à leur caractère indicateur d'ancienneté des forêts (NORDEN & APPELQVIST 2000).

Pour les champignons mycorhiziens, seule une étude sur l'ancienneté des forêts a pu être trouvée (DIEDHIOU *et al.* 2009), celle-ci montre un effet de l'usage ancien des sols sur les espèces présentes *via* les propriétés chimiques du sol (notamment les taux d'azote et de phosphore)². Les auteurs ont notamment mis en évidence une diversité spécifique plus forte sur les sites occupés à la période gallo-romaine (usage agricole et bâtiments), avec en outre des communautés ectomycorhyziennes différentes. Certaines espèces, de l'ordre des Thelephorales en particulier, étaient en outre plus fréquentes sur ces sites d'occupation ancienne (DIEDHIOU *et al.* 2009).

¹ Ensemble de filaments plus ou moins ramifiés formant la partie végétative d'un champignon.

² Voir la synthèse « Sol, patrimoine archéologique et usages anciens » de la boîte à outils forêts anciennes du Massif central.

L'influence de la maturité des peuplements sur la diversité des polypores³ (JUNNINEN & KOMONEN 2011; MARKKANEN & HALME 2012; YLISIRNIÖ *et al.* 2012) et des champignons saproxyliques en général (NORDÉN *et al.* 2004) a été étudié, principalement dans les forêts de résineux du Nord de l'Europe. La diversité des champignons saproxyliques dépend très fortement du volume de bois mort (JUNNINEN & KOMONEN 2011), des débris ligneux fins et grossiers (NORDÉN *et al.* 2004), de la diversité du bois mort et des stades de décomposition (BERGLUND *et al.* 2011), ainsi que de la continuité temporelle de la ressource en bois mort (SVERDRUP-THYGESON & LINDENMAYER 2003). Les champignons saproxyliques seraient plutôt de bons indicateurs de la continuité en bois mort à l'échelle du paysage plutôt que de l'ancienneté locale de la forêt (OHLSON *et al.* 1997, CHRISTENSEN *et al.* 2005).

Pour les champignons mycorrhiziens, les études montrent un lien direct entre la maturité du peuplement et la composition des communautés (KRANABETTER *et al.* 2005; PALFNER *et al.* 2005; WU *et al.* 2013), dû notamment à l'évolution des propriétés du sol avec la sylvigénèse et la disponibilité en lumière.

Listes d'espèces indicatrices et outil opérationnel

Une liste de 21 champignons saproxyliques indicateurs de l'état de conservation des forêts de Hêtre a été mise au point pour l'Europe (CHRISTENSEN *et al.* 2005). Cependant, si certaines espèces de cette liste pourraient être liées à l'ancienneté des forêts, ceci n'a jamais été formellement testé.

Dans le cadre du programme Feder « Vieilles forêts pyrénéennes de Midi-Pyrénées », une liste de champignons saproxyliques indicateurs de vieilles forêts, c'est-à-dire de forêts anciennes et matures peu exploitées, a été développée (CORRIOL & HANNOIRE 2011). Celle-ci résulte d'une analyse bibliographique, de relevés mycologiques en vieilles forêts et d'expertise. Cependant, cette liste n'a pas été conçue pour différencier forêts anciennes et récentes. En effet, les vieilles forêts combinent à la fois ancienneté et maturité, les deux facteurs ne pouvant être séparés.

Une liste d'espèces indicatrices de forêts anciennes est en cours de réalisation pour les Pyrénées (CORRIOL com. pers.), elle sera développée par comparaison de relevés entre forêts anciennes et récentes.

A l'heure actuelle, aucun travail de ce genre n'a été initié pour le Massif central.

A titre indicatif, un indice d'intérêt des communautés fongiques saproxyliques a été développée par (CORRIOL & HANNOIRE 2011) pour les vieilles forêts pyrénéennes. A chaque espèce indicatrice de vieilles forêts, une note 0,5 à 8 points est attribuée :

- RRR-RR, essentiellement dans les vieilles forêts à fort volume de bois mort : 8 points
- RR-R, essentiellement dans les vieilles forêts à fort volume de bois mort : 4 points
- R, essentiellement dans les forêts à fort volume de bois mort : 2 points
- AC-R, mais beaucoup plus fréquent dans les vieilles forêts à fort volume de bois mort : 0,5 point

L'indice correspond à la somme des notes des espèces de la liste présentes sur le site, divisé par le nombre total d'espèces saproxyliques observées, multiplié par 100 :

$$\text{Indice}_{\text{site1}} = \frac{(\text{Note}_{\text{taxon1}} + \text{Note}_{\text{taxon2}} + \dots + \text{Note}_{\text{taxonN}}) \times 100}{\text{Nombre de taxons saproxyliques}_{\text{site1}}}$$

Un indice similaire basé sur le caractère indicateur d'ancienneté des champignons (saproxyliques ou non) pourra être testé lorsqu'une liste d'espèces indicatrices d'ancienneté des forêts sera disponible sur le Massif central.

Protocole de terrain

Les champignons sont généralement difficiles à étudier à cause du caractère fugace et aléatoire de leurs fructifications, ceci est encore plus vrai pour les espèces mycorrhiziennes qui ne sont généralement pas pérennes et dont certaines espèces ne fructifient pas ou forment des sporophores invisibles à l'œil nu. Les

³ Genre de champignons hyménomycètes charnus, dont la plupart des espèces vivent en parasites sur les arbres, par exemple l'Amadouvier.

progrès dans le développement d'outils moléculaires (métabarcoding⁴ d'échantillons de sol) commencent à porter leurs fruits et faciliteront grandement les études mycologiques à l'avenir, néanmoins, les quelques éléments de méthode détaillés ci-dessous concernent les relevés basés sur l'identification des sporophores.

D'un point de vue pratique, il n'existe de pas protocole standardisé largement appliqué (VOIRY & GOSSELIN 2012) comme ce peut être le cas pour d'autres groupes taxonomiques (flore vasculaire, oiseaux ...). Cependant, le retour d'expérience de plusieurs projets réalisés en France sur les champignons indiquent que 2 à 3 passages par an pendant 3 années consécutives est un minimum (VOIRY & GOSSELIN 2012; VOIRY *et al.* 2015). L'aide d'un mycologue local pour avertir des périodes propices à l'apparition des sporophores étant très bénéfique pour fixer les périodes optimales de relevé.

A titre indicatif, on peut envisager de faire 2 à 3 relevés de 0,5 à 1 ha de surface par jour. Pour une journée de terrain, il faut compter 3 jours de laboratoire avec microscope et réactifs chimiques adéquats (CORRIOL com. pers.). Le niveau de compétences est élevé, et il y a peu de professionnels spécialistes de ce groupe (5 à 9 mycologues professionnels en France estimé par DAHLBERG *et al.* 2010 ce qui limite beaucoup l'applicabilité d'un potentiel outil. Toutefois, il est possible de réduire le champ taxonomique (HALME *et al.* 2009) ou d'établir une sous-liste d'espèces indicatrices facilement identifiables par des naturalistes non experts des champignons (CORRIOL com. pers.).

Conclusion

Globalement, les champignons forment un groupe taxonomique très prometteur pour l'identification des forêts anciennes et matures. Certains champignons saproxyliques sont des marqueurs de vieilles forêts (CORRIOL & HANNOIRE 2011) qui cumulent ancienneté et maturité et sont des lieux de la biodiversité forestière. Les champignons saproxyliques seraient plutôt des marqueurs de maturité, mais il est possible que certains permettent d'identifier les forêts anciennes (CORRIOL, étude à venir). Des espèces mycorrhiziennes pourraient être indicatrices d'ancienneté, cependant d'autres études sont nécessaires pour valider cette hypothèse. Pour le Massif central comme pour la France, il n'y a pas aujourd'hui de listes d'espèces indicatrices de forêts anciennes disponibles. Une fois ces listes développées, la mise au point d'un outil opérationnel devra certainement passer par la sélection d'espèces facilement identifiables par des naturalistes non mycologues.

Bibliographie

- ABREGO N., BÄSSLER C., CHRISTENSEN M. & HEILMANN-CLAUSEN J. 2015. Implications of reserve size and forest connectivity for the conservation of wood-inhabiting fungi in Europe. *Biological Conservation* 191, 469–477.
- BERGLUND H., HOTTOLA J., PENTTILÄ R. & SIITONEN J. 2011. Linking substrate and habitat requirements of wood-inhabiting fungi to their regional extinction vulnerability. *Ecography* 34, 864–875.
- CHRISTENSEN M., HEILMANN-CLAUSEN J., WALLEYN R. & ADAMCIK, S. 2005. *Wood-inhabiting Fungi as Indicators of Nature Value in European Beech Forests*. pp. 229–237.
- CORRIOL G. & HANNOIRE C. 2011. *Champignons saproxyliques*. In *Projet FEDER- Forêts Pyrénéennes Anciennes de Midi-Pyrénées*, Bartoli, M., pp. 81–93.
- COX F., BARSOUM N., LILLESKOV E.A. & BIDARTONDO M.I. 2010. Letter: Nitrogen availability is a primary determinant of conifer mycorrhizas across complex environmental gradients. *Ecology Letters* 13, 1103–1113.
- DAHLBERG A., GENNEY D.R. & HEILMANN-CLAUSEN J. 2010. Developing a comprehensive strategy for fungal conservation in Europe: current status and future needs. *Fungal Ecology* 3, 50–64.
- DIEDHIU A.G., DUPOUEY J.-L., BUEE M., DAMBRINE E., LAÜT L. & GARBAYE, J. 2009. Response of ectomycorrhizal communities to past Roman occupation in an oak forest. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 2206–2213.

⁴ Technique récente de taxonomie moléculaire permettant la caractérisation génétique de l'ensemble des espèces présentent dans un échantillon.

- HALME P., KOTIAHO J.S., YLISIRNIÖ A.-L., HOTTOLA J., JUNNINEN K., KOUKI J., LINDGREN M., MÖNKKÖNEN M., PENTTILÄ R., RENVAL P., SIITONEN J. & SIMILÄ M. 2009. Perennial polypores as indicators of annual and red-listed polypores. *Ecological Indicators* 9, 256–266.
- HEILMANN-CLAUSEN J. & CHRISTENSEN M. 2005. Wood-inhabiting macrofungi in Danish beech-forests ? conflicting diversity patterns and their implications in a conservation perspective. *Biological Conservation* 122, 633–642.
- HEILMANN-CLAUSEN J., AUDE E. & CHRISTENSEN M. 2005. Cryptogam communities on decaying deciduous wood – does tree species diversity matter? *Biodiversity and Conservation* 14, 2061–2078.
- JUNNINEN K. & KOMONEN A. 2011. Conservation ecology of boreal polypores: A review. *Biological Conservation* 144, 11–20.
- KRANABETTER J.M., FRIESEN J., GAMMET S. & KROEGER, P. 2005. Ectomycorrhizal mushroom distribution by stand age in western hemlock – lodgepole pine forests of northwestern British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 35, 1527–1539.
- MARKKANEN A. & HALME P. 2012. Polypore communities in broadleaved boreal forests. *Silva Fennica* 46, 317–331.
- NORDEN B. & APPELQVIST T. 2000. Conceptual problems of Ecological Continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 10, 779–791.
- NORDEN B., RYBERG M., GÖTMARK F. & OLAUSSON B. 2004. Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. *Biological Conservation* 117, 1–10.
- ÓDOR P., HEILMANN-CLAUSEN J., CHRISTENSEN M., AUDE E., VAN DORT K.W., PILTAVER A., SILLER I., VEERKAMP M.T., WALLEYN R., STANDOVAR T., VAN HEES A. F. M., KOSEC J., MATOCEC N., KRAIGHER H. & GREBENC T. 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation* 131, 58–71.
- OHLSON M., SÖDERSTRÖM L., HÖRNBERG G., ZACKRISSON O. & HERMANSSON J. 1997. Habitat qualities versus long-term continuity as determinants of biodiversity in boreal old-growth swamp forests. *Biological Conservation* 81, 221–231.
- PALFNER G., CASANOVA-KATNY M.A. & READ D.J. 2005. The mycorrhizal community in a forest chronosequence of Sitka spruce [*Picea sitchensis* Bong. Carr.] in Northern England. *Mycorrhiza* 15, 571–579.
- PENTTILÄ R., LINDGREN M., MIETTINEN O., RITA H. & HANSKI I. 2006. Consequences of forest fragmentation for polyporous fungi at two spatial scales. *Oikos* 114, 225–240.
- STOKLAND J.N. & LARSSON K.-H. 2011. Legacies from natural forest dynamics: Different effects of forest management on wood-inhabiting fungi in pine and spruce forests. *Forest Ecology and Management* 261, 1707–1721.
- SVERDRUP-THYGESON A. & LINDENMAYER D.B. 2003. Ecological continuity and assumed indicator fungi in boreal forest: the importance of the landscape matrix. *Forest Ecology and Management* 174, 353–363.
- VOIRY H. & GOSSELIN F. 2012. Protocoles d'inventaires mycologiques en réserves forestières. Retour d'expérience du réseau Mycologie de l'ONF dans les Réserves biologiques. *Rendez-Vous Techniques ONF* 68–73.
- VOIRY H., ROSE O. & GOSSELIN F. 2015. Le protocole mycologique du programme GNB : cadre méthodologique et retour d'expérience. *Rendez-Vous Techniques ONF* 23–33.
- WU Y.T., WUBET T., TROGISCH S., BOTH S., SCHOLTEN T., BRUELHEIDE H. & BUSCOT F. 2013. Forest Age and Plant Species Composition Determine the Soil Fungal Community Composition in a Chinese Subtropical Forest. *PLoS ONE* 8, e68829.
- YLISIRNIÖ A.-L., PENTTILÄ R., BERGLUND H., HALLIKAINEN V., ISAEVA L., KAUKANEN H., KOIVULA M. & MIKKOLA K. 2012. Dead wood and polypore diversity in natural post-fire succession forests and managed stands – Lessons for biodiversity management in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 286, 16–27.