

Apports à la connaissance de *Caloscypha fulgens* (Pezizales)

René DOUGOUD

Ascomycete.org, 6 (1) : 5-10.
Mars 2014
Mise en ligne le 15/03/2014



Résumé : des spécificités relatives à *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud., qui ont trait au stipe, au mycélium et aux réactions microchimiques des pigments, sont décrites et illustrées

Mots-clés : Ascomycota, *Caloscyphaceae*, *Caloscypha fulgens*, stipe, mycélium, pigments.

Summary: Specifics of *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud., concerning the stipe, mycelium and microchemical reactions of pigments, are described and illustrated.

Keywords: Ascomycota, *Caloscyphaceae*, *Caloscypha fulgens*, stipe, mycelium, pigments.

Introduction

Caloscypha fulgens s'inscrit parmi les discomycètes qui offrent à la fois beauté et facilité d'identification. À cela s'ajoute des apparitions printanières occasionnelles, voire exceptionnelles dans certains pays, faisant de lui un champignon remarquable et remarqué, puisque les articles faisant état de sa rareté et l'éloge à sa beauté, ne sont pas rares.

Le genre *Caloscypha* a été proposé par BOUDIER (1885) en retenant *Peziza fulgens* Pers., pour espèce-type. Il nous a paru intéressant, s'agissant notamment de l'interprétation des couleurs accordées à l'apothécie, d'en retranscrire ici la description princeps (PERSOON, 1822 : 241) :

46. *fulgens*, *magna sessilis campanulata integra, superne rubra, inferne alba*.
Apparet Majo — Junio, in pinetis prope Neuchatel, colore nitido fulget. Non confundenda cum P. aurantiaca, quae contorta et autumnalis est.

Paradoxalement au fait que *C. fulgens* soit plutôt rare — bien que pouvant croître en quantité certaines années —, mais sans doute à cause de cela, un nombre plutôt important de publications lui a été consacré. Dans un article fouillé, faisant référence à une abondante bibliographie, auprès de laquelle l'intéressé pourra se référer, FRAITURE & NOTTE (2001) ont publié, à partir d'une récolte belge, un article recueillant de riches informations, notamment sur l'écologie et sur l'aire de répartition de cette espèce en Europe, au Canada, aux États-Unis et au Japon. Dans son travail sur les caroténoïdes des discomycètes, ARPIN (1969) a apporté de nombreuses connaissances sur les pigments contenus dans cette espèce. Récemment, une étude phylogénétique de PFISTER *et al.* (2013)¹ a mis en évidence des données séquentielles significativement distinctes entre diverses récoltes de *C. fulgens*, selon leurs lieux géographiques de provenance. Des recherches complémentaires, afin de déterminer si les souches géographiques méritent un statut taxinomique sont encore nécessaires. S'ajoute à cela, comme le relève les auteurs, le fait que *C. fulgens* a été identifié comme agent pathogène de certains conifères et qu'il peut exister des souches distinctes en fonction des espèces d'arbres et de leur répartition. C'est PADEN *et al.* (1978) qui ont reconnu *Geniculodendron pyriforme* comme étant l'anamorphe de *C. fulgens*, après que SALT (1974) eut décrit et établi la relation de cette forme avec l'attaque des graines de certains conifères et les conséquences négatives sur leur germination.

Le printemps 2013, peut-être à la faveur des nombreuses pluies, a été propice à une croissance abondante de *C. fulgens*. Cette aubaine nous a permis de mieux connaître cette espèce et nous permet de mettre en évidence certaines particularités peu connues ou encore ignorées.

Méthode

La description et les observations ont été effectuées à partir de nombreuses apothécies vivantes, observées à la fois sur les lieux de récoltes et en laboratoire. La mise en évidence des stipes et du mycélium a été effectuée après trempage et rinçage des éléments agglomérés, et respectivement à sec. Les coupes et les montages des éléments de la microscopie ont été réalisés dans l'eau distillée, le bleu coton lactique, le Lugol (solution pour microscopie 6260 de Fluka), le réactif de Melzer, le chloral hydraté, selon Moser, l'acide chlorhydrique concentré, l'acide sulfurique à 20 %, la potasse à 10 % et l'ammoniaque à 10 %. Les tests de comportement des pigments ont été réalisés à partir de coupes fines observées immédiatement après le montage. Les mesures ont été effectuées dans l'eau distillée. Les dessins ont été réalisés au crayon, à partir d'un tube à dessiner. Les photographies ont été prises *in situ*, hormis l'apothécie de la forme pseudoalbinique, et en laboratoire.

Partie descriptive

Nous avons choisi de ne décrire que les caractères considérés particuliers à l'espèce et ceux non ou insuffisamment précisés dans la littérature. Les caractères macroscopiques sont mis en évidence au moyen de photographies et une planche de dessins représentant les principaux éléments et caractères microscopiques est proposée. Pour le reste et s'agissant des éléments qu'il nous a été possible de comparer, hormis toutefois les remarques apportées à la suite des auteurs référencés, nous considérons nos récoltes quasi identiques aux descriptions de : BOUDIER (1905-1910 : pl. 319), BREITENBACH & KRÄNZLIN (1981 : 108), DENNIS (1969 : 479, 1981 : 50), DURAND (1902 : 459) — nous n'avons cependant pas relevé de cellules arrondies sur le cortex —, ECKBLAD (1968 : 44) — nous sommes d'accord que la forme des hyphes de l'excipulum ectal ressemble à une *textura epidermoidea*, mais nous n'avons pas relevé d'évolution vers une *textura angularis* et nous n'avons pas mesuré des asques d'un si grand

¹ Parallèlement à la publication de *Kallistoskypha incarnata* (Duvernoy & Maire) Pfister, Agnello, Lantieri & LoBuglio (= *Caloscypha incarnata* Duvernoy & Maire).

diamètre² —, FRAITURE & NOTTE (2001 : 23) — nous n'avons pas trouvé la chair blanche —, GRELET (1976 : 126), KRISTIANSEN (1988 : 105) — nous n'avons pas trouvé de cellules subglobuleuses dans l'excipulum ectal —, MARCHAND (1976 : 184), SCHMID *et al.* (1991 : n° 52) et SEAUVER (1928 et 1942 : 50).



Photo 1. — *Caloscypha fulgens* (Derbali 2013). Apothécies montrant la variation de couleurs, la présence de stipes sur lesquelles l'on voit le mycélium blanchâtre et bleu foncé, y compris dans le substrat qu'il agglomère. Photo : R. Dougoud.

Caractères macroscopiques (photos 1 et 3-6)

Surface du réceptacle variant de jaune orange lavé de vert, à vert à bleu-vert, immuable au froissement. Ces dernières couleurs se situent le plus souvent sur une partie du réceptacle, ordinairement vers la marge, mais elle peut aussi recouvrir entièrement le réceptacle, comme constaté sur une dizaine d'apothécies ayant poussé dans une petite clairière, soit dans un endroit plus éclairé. **Hyménium** de couleur orange, plus foncé que le réceptacle, souvent marqué, çà et là, de petites taches vertes bien délimitées et avec le fond de la cupule souvent taché de vert sous une forme plus diffuse et plus ou moins étendue (photo 3). **Chair** jaune, sur une coupe épaisse, pâissant en séchant ; lavée de jaune sur une coupe mince. **Stipe** rhisomioïde, de 2 à 6,5 mm de diamètre sous la cupule et jusqu'à 35 mm de long, central, jaune pâle, inséré dans le substrat, souvent scindé en plusieurs parties principales, parfois dès le dessous de la cupule, allant s'évasant et d'où partent des ramifications dont les terminaisons mesurent 0,5–1 mm de diamètre (photo 5). **Mycélium** issu des éléments composant le stipe, généralement abondant, agglomérant le substrat, souvent constitué de très nombreuses hyphes bleu foncé et d'hyphes blanchâtres — ces dernières étant translucides lorsque mouillées —, leur présence est visible lorsqu'elles sont agglomérées et mêlées d'hyphes bleu foncé (photos 1, 4, 6). Ces dernières ont toujours été mises en évidence (sous la loupe), cependant elles sont plus ou moins abondantes, selon les exemplaires. Leur présence est parfois si importante qu'elle se révèle macroscopiquement par la couleur qu'elle imprime au substrat aggloméré.

Caractères microscopiques (planche 1, photos 2 et 7)

Asques cylindracés, souvent un peu élargis vers le sommet, issus d'un crochet. **Paraphyses** étroitement cylindracées, souvent fourchues dans la partie supérieure, à paroi typiquement ondulée, à contenu orange, d'aspect granuleux, ne se colorant pas en vert dans l'iode, ou irrégulièrement et faiblement. **Stipe** et ses ramifications, constitués d'un tissu compact, de *textura intricata*, à orientation générale longitudinale, formée d'hyphes à paroi subhyaline, septées, de (5–)9–11,5(–13) µm de diamètre, contenant des pigments jaune pâle, sous la forme de granulations, de guttules réfringentes ou de vacuoles, parfois avec des sections d'hyphes sans pigments. Présence de pigments extracellulaires, sous la forme de guttules jaunes, réfringentes et de quelques hyphes du cortex incrustées par le pigment bleu. **Mycélium** formé d'hyphes mesurant 8–15 µm de diamètre, septées, ramifiées, assez souvent anastomosées, contenant un protoplasme hyalin ou violet, sous la forme de vacuoles ou de granulations (alors probablement résorbées), à paroi cyanophile, lisse ou recouverte de verrues arrondies, de (0,3–)0,8–1,2(–2) µm de diamètre, isolées, régulièrement réparties, cyanophiles, les plus grosses présentes sur les hyphes à gros diamètre (photo 2).

Les pigments sont de deux types. Les coupes exécutées à travers l'hyménium et la chair mettent facilement en évidence le

pigment jaune, omniprésent, constitué de caroténoïdes, ainsi qu'un pigment bleu, plus discret et donc moins nombreux, situé parmi les cellules des endroits du réceptacle et de l'hyménium colorés en bleu-vert ou en vert, ainsi que dans le stipe. C'est ce pigment qui, mêlé aux caroténoïdes et selon son abondance, confère la couleur verte ou bleu-vert. Les caroténoïdes intracellulaires sont présents à la fois dans les paraphyses, sous une forme plus concentrée, motif pour lequel l'hyménium est plus fortement coloré, et dans la presque totalité des cellules composant de la chair (figure 1, 2a, 4-5), y compris dans celles du stipe. Les caroténoïdes sont aussi extracellulaires, présents sous la forme d'abondantes guttules lipidiques, réfringentes, parfois



Photo 2. — *Caloscypha fulgens* (Derbali 2013). Hyphes du mycélium, dans le bleu coton, mettant les verrues en évidence. Photo : V. Ruiz-Badanelli.

² Le diamètre moyen des asques mesurés par les auteurs consultés, et y compris par nous, est de l'ordre 10 µm. Plusieurs auteurs ont relevé et se sont étonnés des différences entre leurs mesures et celles indiquées par ECKBLAD (*op. cit.*). Nous avons lieu de croire que les indications données par ce dernier résultent d'une erreur de transcription. En effet, ECKBLAD décrit : « Spores globose, 6-8 µ in diameter, ... mostly uniseriate, rarely partly biseriate ». Or, avec des ascospores de ce diamètre et des asques de 22–29 µm de diamètre, il devrait y avoir 3 à 4 ascospores placées côte à côte.



Photo 3. — *Caloscypha fulgens* (Derbali 2013). Apothécie mettant en évidence une marge large et fortement colorée de bleu-vert et l'hyménium avec des taches vertes et le fond taché de vert sous une forme plus diffuse. Photo : R. Dougoud.



Photo 4. — *Caloscypha fulgens* forme pseudoalbiniq. Apothécie mettant bien en évidence l'absence de caroténoïdes, mais la présence du pigment bleu, y compris dans le mycélium agglomérant la terre. Leg. J.-P. Hirschy (Le Locle 2009). Photo : F. Consoloni.

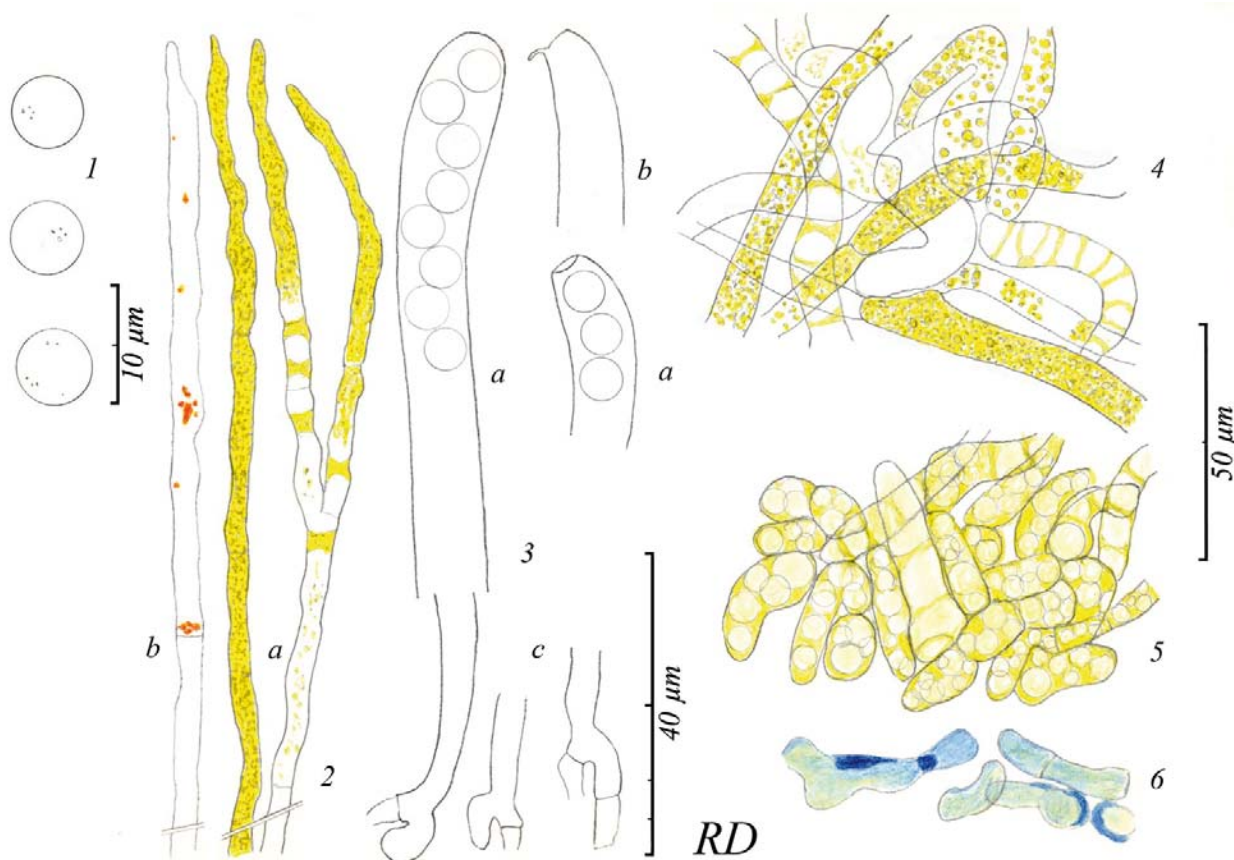


Planche 1. — *Caloscypha fulgens* (Derbali 2013). Éléments dessinés dans l'eau, sauf 2 b.

1) Ascospores. 2) Parties sommitales de paraphyses : a) avec caroténoïdes ; b) dans le chloral hydraté. 3) Asques : a) partie sommitale avant déhiscence ; b) idem après déhiscence ; c) bases avec crochet. 4) Hyphes de l'excipulum médullaire. 5) Hyphes de l'excipulum ectal. 6) Hyphes de l'excipulum ectal, colorés de bleu. Dessin : R. Dougoud.



Photo 5. — *Caloscypha fulgens* (Derbali 2013). Stipe rhisomoïde. Photo : R. Dougoud.



Photo 6. — *Caloscypha fulgens* (Derbali 2013). Stipe recouvert de mycélium blanchâtre (à gauche) et bleu foncé.

de grandes tailles. Le pigment bleu est localisé à trois endroits : 1) dans la partie externe de l'excipulum ectal, sous la forme d'un pigment pariétal recouvrant plus ou moins totalement certaines cellules, leur conférant un aspect bleuté, et intercellulaire, avec ça et là des plaques épaisses, $\times 1-2 \mu\text{m}$ (figure 1, 6) et peut-être également (?) sous la forme de pigment intrapariétal et intracellulaire, 2) dans l'hyménium et le sous-hyménium des parties colorées en vert, soit : a) entre les asques et les paraphyses, dans leur partie supérieure, sous la forme de granulations intercellulaires ou d'amas, parfois volumineux ; b) dans la partie inférieure d'asques et de paraphyses, sous la forme de pigment pariétal ; c) dans le sous-hyménium, entourant certaines cellules, parties de cellules ou des crochets dangardiens, de même que des cellules ou parties de cellules de l'excipulum médullaire contiguës au sous-hyménium, 3) dans des hyphes du mycélium, sous la forme de pigment intracellulaire, de type vacuolaire et protoplasmique.

Pigments caroténoïdes et comportement en milieu d'observation

Le changement de coloration en vert, sous l'action de l'iode, du protoplasme des paraphyses contenant des caroténoïdes, notamment chez certains membres des *Pyronemataceae*, est connu. La réaction est cependant susceptible de varier d'intensité, de ne pas avoir lieu, ou de produire parfois une couleur violette. La réaction violette, obtenue par l'action de l'acide sulfurique est, elle, moins connue et signalée. FRAITURE & NOTTE (2001) décrivent cette coloration chez *C. fulgens*, à partir d'un fragment d'apothécie plongé dans l'acide sulfurique à 50 %. Sur nos récoltes et hormis une faible coloration verte du contenu de quelques paraphyses et de cellules de la chair d'exemplaires conservés une longue période au réfrigérateur,

aucune réaction verte ou violette n'a été relevée sous l'action de l'iode. Quelques rares autres cas de colorations par l'iode ont cependant été observés. FRAITURE & NOTTE (*op. cit.*) indiquent une coloration subtile en « vert japon » du contenu des paraphyses sous l'action du réactif de Melzer et TENA LAHOZ (comm. pers.) a obtenu, dans le Lugol, une réaction plurielle, que nous commentons plus bas (photo 7). Il peut paraître paradoxal qu'une espèce contenant autant de caroténoïdes visibles ne présente pas ou peu de réaction en présence des réactifs iodés. *C. fulgens* est l'une des espèces comprises dans l'étude de ARPIN (1969 : 102) qui en contient le plus grand nombre avec, principalement, 70 % de β -carotène, 8 % de γ -carotène et 8 % de P. 444.

Voici, ci-après, l'explication proposée par cet auteur à la réaction négative des caroténoïdes contenus chez les discomycètes, explication à laquelle nous pensons pouvoir y associer les variations de réactions : « Nous croyons personnellement que la coloration verte obtenue par l'iode n'est pas directement liée à la présence de caroténoïdes, mais bien à la structure chimique et physico-chimique particulière (de nature probablement polyosidique), allant de pair, le plus souvent, avec la présence de caroténoïdes. En effet, les solutions de caroténoïdes soumises à l'action de l'iode (en vue de provoquer une isomérisation catalytique) ne subissent aucun changement de couleur, si ce n'est une lente et progressive diminution d'intensité. Ainsi est-il inexact, à notre point de vue, de conclure formellement à la présence ou à l'absence de caroténoïdes sur la seule foi du verdissement ou du non verdissement des paraphyses sous l'influence de l'iode : ainsi des espèces très fortement caroténoïdes comme *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud., ne donnent pas lieu à un verdissement³ en présence d'iode ».

Les tests de comportement des caroténoïdes de *C. fulgens*, en présence des solutions indiquées ci-après, ont permis les observations suivantes :

³ Dans le texte original, l'auteur indique bleuissement, ce qui d'évidence correspond à une confusion et donc à une erreur.

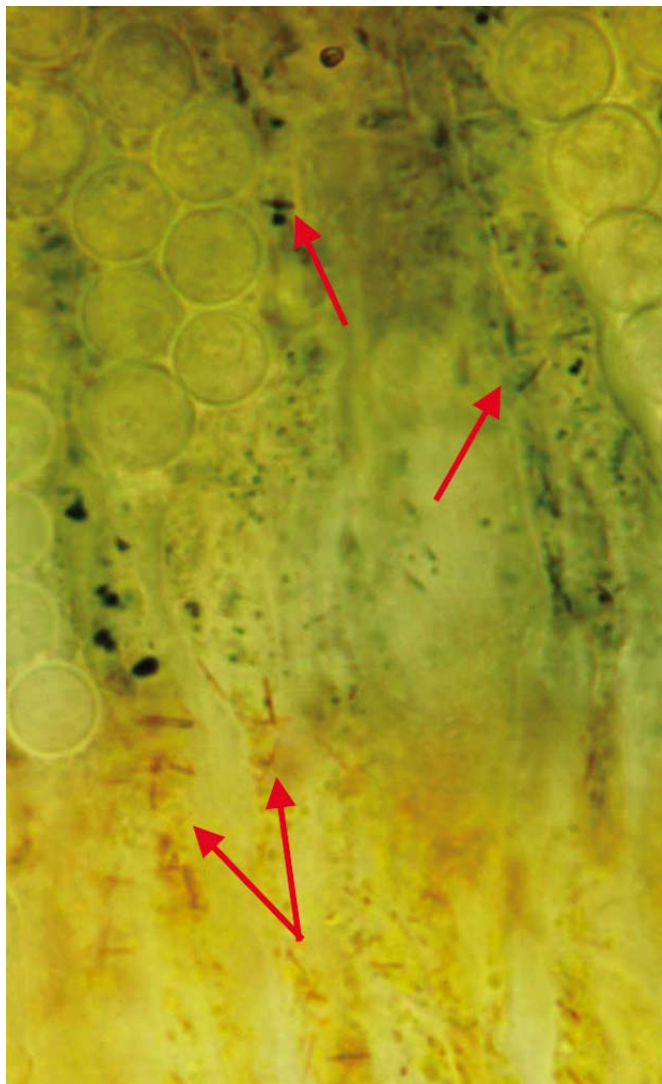


Photo 7. — *Caloscypha fulgens*. Partie sommitale de l'hyménium dans le Lugol. Photo : R. Tena Lahoz.

- Dans le Lugol, les corps lipidiques intra- et extracellulaires ne sont pas dilués. Une coloration verdâtre est seulement apparue dans l'excipulum ectal et dans quelques paraphyses d'exemplaires ayant séjourné 20 jours au réfrigérateur. TENA LAHOZ (comm. pers.) a obtenu une coloration (photo 7) qui révèle les caroténoïdes des paraphyses sous plusieurs formes, celle d'une teinte verdâtre et diffuse du contenu « général » du cytoplasme, celle d'une coloration vert foncé des granulations et, en rouge sombre, des cristaux sous la forme d'aiguilles. De tels cristaux sont décrits par ARPIN (*op. cit.* : 12) comme présents dans les genres *Scutellinia* (Cooke) Lambotte et *Cheilymenia* Boud., mais naturellement colorés de rouge.

- Dans le Melzer, les caroténoïdes, y compris ceux contenus dans les paraphyses, se décolorent en quelques minutes, les corps lipidiques intra- et extracellulaires ne sont pas dilués et conservent une couleur jaunâtre, sans doute imprimée par la présence de l'iode. Décoloration partielle des caroténoïdes sur des exemplaires ayant séjourné 20 jours au réfrigérateur.

- Dans le chloral hydraté, les caroténoïdes contenus dans les paraphyses deviennent rapidement orange, avant de se décolorer entièrement et de diluer tous les corps lipidiques, mais en laissant de typiques granulations plus ou moins éparpillées, orange à rougeâtres (planche 1, 2 b). Tous les caroténoïdes intra- et extracellulaires de la chair se dissolvent et se décolorent, mais assez lentement, entre 5 et 10 min, faisant également disparaître les grosses guttules lipidiques, de sorte que la préparation devient entièrement hyaline (il est nécessaire que le réactif soit suffisant). Constatations identiques, s'agissant des exemplaires ayant séjourné 20 jours au réfrigérateur.

Note : des granulations identiques à celles relevées dans les paraphyses ont été remarquées parmi les cellules de la chair, mais elles proviennent de paraphyses ou de parties de celles-ci emportées lors de la coupe.

De ce qui précède on peut tirer les constatations suivantes : 1) ce n'est pas forcément l'iode qui décolore les caroténoïdes, mais bien plus le chloral hydraté ; 2) la composition ou la concentration en caroténoïdes du protoplasme contenu dans les paraphyses est très vraisemblablement différente de celle dans et à l'extérieur des autres cellules ; 3) l'iode peut, bien que parfois de manière très faible, colorer les caroténoïdes de *C. fulgens* ; 4) la réaction positive des caroténoïdes semble indépendante de la concentration en iode existant entre le réactif de Melzer et le Lugol.

- Dans l'acide chlorhydrique concentré, pas de changement notable ;
- Dans l'acide sulfurique, décoloration partielle des caroténoïdes, y compris ceux contenus dans les paraphyses, alors avec formation de granulations oranges ;
- Dans l'ammoniaque, pas de changement notable ;
- Dans la potasse, pas de changement notable.

Pigment bleu et comportement en milieu d'observation

La présence de ce pigment et sa formation, semble-t-il aléatoire, fortuite, limitée à certains endroits, à certaines cellules du champignon, demeure une énigme. Aucun lien entre sa présence dans le mycélium et dans celle des tissus de la chair n'a été mis en évidence. ARPIN (*op. cit.*) signale avoir relevé ce pigment dans ses analyses chromatographiques et suppose qu'il pourrait être la conséquence d'une oxydation, par l'alumine, de pigments non caroténoïdiques. Il tend à comparer son hypothèse à l'observation de BOUDIER (1905-1910), indiquant que l'extérieur de la coupe se tache de vert bleuâtre par le froissement, soit pas oxydation. Ce genre de coloration au toucher est également signalé par FRAITURE & NOTTE (*op. cit.*). Bien qu'ayant expérimenté la réaction au froissement sur plusieurs apothécies de nos récoltes, aucun changement de couleur n'a jamais été observé, même après une période de latence de plusieurs jours.

De par nos observations, nous sommes convaincus que ce pigment est distinct des caroténoïdes. Il demeure en effet présent chez *C. fulgens* f. *caesiaalba* Gaggianese & Parrettini (1988), soit à l'intérieur de la forme dans laquelle la synthèse des pigments caroténoïdes ne s'est pas réalisée — cas de pseudoalbinisme — (photo 4) et les réactions microchimiques sont différentes :

- dans le Lugol, le pigment se dilue et finit par disparaître ;
- dans le Melzer, le pigment ne se dilue pas ou peu, parfois sa couleur peut même être renforcée ;
- dans le chloral hydraté, le pigment se dilue et finit par disparaître entièrement ;
- dans l'acide chlorhydrique concentrée, coloration du pigment en brun-jaune, laissant, entre les éléments de l'hyménium, surtout, en lieu et place des granulations et amas volumineux décrits plus haut, des amas de cristaux, variant de jaune-brun à bruns, à noirâtres, mais aussi hyalins ;
- dans l'acide sulfurique, décoloration partielle ;
- dans l'ammoniaque, pas de changement notable ;
- dans la potasse, pas de changement notable ;
- dans la potasse, mais, après montage dans le Lugol, coloration du pigment en brun-rouge (TENA LAHOZ, comm. pers.).

Discussion

Les descriptions macroscopiques proposées par les auteurs décrivent, avec raison, en regard à la concentration des caroténoïdes

dans les paraphyses, une couleur plus marquée de l'hyménium, comparée celle du réceptacle, hormis bien sûr, la couleur bleu-vert. Nous avons pour notre part relevé que les réceptacles d'apothécies ayant poussé dans une clairière, soit en présence de plus de lumière, avaient une propension à être plus colorées de bleu-vert et que certaines apothécies, moins exposées, avaient, elles, la marge plus colorée. L'influence de la lumière pourrait également expliquer la coloration verte souvent présente sur fond de la cupule. Bien sûr, la lumière en tant que catalyseur à la formation de ce pigment bleu reste à prouver. Les auteurs décrivent les apothécies comme étant sessiles ou brièvement stipitées. En prenant soin de prélever les apothécies avec une partie du substrat, il a été possible de découvrir un stipe qui, comparativement, peut être aussi long et même dépasser le diamètre de l'apothécie et dont la conformation, sans doute particulière chez les *Pezizales*, nous a conduit à nommer rhisomioïde. DURAND (1902) décrit l'espèce presque sessile ou avec un pied court et épais, attachée dans le sol par une masse jaunâtre de filaments mycéliens qui lie l'ensemble. Il paraît être le seul auteur avec SEAVER (*op. cit.*), à notre connaissance, à avoir décrit le mycélium et son abondance chez cette espèce. Mais ils ne semblent pas avoir observé la présence de filaments mycéliens bleus. Le fait que, selon nos observations, leur densité peut varier fortement, il n'est pas exclu que certains mycéliums en soient dépourvus ou qu'ils aient échappés à la vue, la loupe pouvant être nécessaire à leur observation.

Il apparaît pertinent de mettre en évidence, ainsi qu'en relation, les pigments présents chez *C. fulgens* et son mycélium, avec ceux observés à partir de cultures de son anamorphe. En effet, PADEN *et al.* (1978) décrivent une couleur jaune-orange à orange, ainsi que du bleu-vert grisâtre sur leurs cultures de *Geniculodendron pyriforme*. Ils précisent avoir toujours observé la production d'un pigment bleu-vert, avec cependant plus ou moins d'intensité selon le choix du milieu et indique que EPNERS (1964) a également observé la production de ce pigment, celle-ci étant d'autant plus élevée que la teneur en sucre du milieu de culture avait diminué. DIEKMANN *et al.* (2002 : 17) quant à eux, montrent la photo d'une culture d'hyphes mycéliennes bleues, obtenue sur gélose d'eau, à partir de graines de conifères infectées par *G. pyriforme*, et décrivent le mycélium de *C. fulgens* comme bleu indigo et verruqueux, caractères qui correspondent à nos observations.

Matériel examiné

SUISSE, canton de Fribourg, commune de Marsens, forêt du Derbali, coordonnées 567.027/167.628, alt. 990 m, *leg.* Dougoud, le 24.04.2013, sur sol siliceux, dans l'humus, parmi les aiguilles ou la mousse, sous *Abies alba* et *Picea abies*. Commune d'Ecuvillens, bois à l'Abbé, coordonnées 571.709/177.080, alt. 714 m, *leg.* Dougoud, le 30.04.2013, sur sol siliceux, dans l'humus, parmi les aiguilles ou la mousse, sous *Abies alba* et *Picea abies*.

Remerciements

Nous adressons notre chaleureuse reconnaissance à C. Agnello (I), F. Ayer (CH), M. Bemmann (D), F. Beretta (CH), G. Cacialli (I), E. Evangelisti (F), M. Hairaud (F), F. Valade (F), N. Van Vooren (F) pour leurs apports de publications, au Dr V. Ruiz-Badanelli (CH) pour sa collaboration et la réalisation de la photographie du mycélium, au Dr F. Consolini (CH) pour son autorisation à publier la photographie de la forme pseudoalbinique de *C. fulgens*, ainsi qu'à R. Tena Lahoz (E)

pour ses renseignements et son autorisation à les communiquer, ainsi qu'à publier l'une de ses photographies.

Bibliographie

- ARPIN N. 1969. — Les caroténoïdes des discomycètes : essai chimio-taxinomique. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 38 (supplément) : 1-169.
- BREITENBACH J. & KRÄNZLIN F. 1981. — *Champignons de Suisse*. Tome 1, Les Ascomycètes. Lucerne, Mykologia, 310 p.
- BOUDIER E. 1885. — Nouvelle classification naturelle des Discomycètes charnus, connus généralement sous le nom de Pezizes. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 1 : 97-120.
- BOUDIER E. 1905-1910. — *Icones mycologicae ou Iconographie des champignons de France*. Réédition 1981. Lausanne, Piantanida. 4 vol.
- DENNIS R.W.G. 1969. — Two new British Discomycetes with smooth spherical ascospores. *Kew Bulletin*, 23 (3) : 479-481.
- DENNIS R.W.G. 1981. — *British Ascomycetes*. Vaduz, J. Cramer, 585 p.
- DIEKMANN M., SUTHERLAND J.R., NOWELL D.C., MORALES F.J. & ALLARD G. 2002. — *Pinus spp.* FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm No. 21. http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Pinus_spp_828.pdf [consulté en janvier 2014].
- DURAND E.J. 1902. — Studies in North American Discomycetes. II. Some new or noteworthy species from central and western New York. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 29 (7) : 458-465.
- ECKBLAD F.-E. 1968. — The genera of the operculate discomycetes. A re-evaluation of their taxonomy, phylogeny and nomenclature. *Nytt Magasin for Botanikk*, 15 (1-2) : 1-191.
- EPNERS Z. 1964. — A new psychrophilic fungus causing germination failure of conifer seeds. *Canadian Journal of Botany*, 42 (12) : 1589-1604.
- FRAITURE A. & NOTTE R. 2001. — *Caloscypha fulgens*, un joyau rare de la mycoflore belge. *Revue du cercle de mycologie de Bruxelles*, 1 : 23-36.
- GAGGIANESE E. & PARRETTINI G. 1988. — *Caloscypha fulgens* (Pers.: Fr.) Boud. forma *caesioalba*. Mostra Reggiana del Fungo XIII. *Il Fungo*, 9, suppl. : 22-24.
- GRELET L.-J. 1976 (réédition). — Les discomycètes de France d'après la classification de Boudier. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, nouv. série*, n° spécial 3 : 1-709.
- KRISTIANSEN R. 1988. — *Caloscypha fulgens* (Pers. ex Fr.) Boud. i Skandinavia. *Agarica*, 9 (17) : 105-113.
- MARCHAND A. 1976. — *Champignons du Nord et du Midi*. Tome 4. Perpignan, 263 p.
- PADEN J.W., SUTHERLAND J.R. & WOODS T.A.D. 1978. — *Caloscypha fulgens* (Ascomycetidae, Pezizales): the perfect state of the conifer seed pathogen *Geniculodendron pyriforme* (Deuteromycotina, Hyphomycetes). *Canadian Journal of Botany*, 56: 2375-2379.
- PERSOON C.H. 1822. — *Mycologia Europaea*. Vol. 1. Erlangen, Palm.
- PFISTER D.H., AGNELLO C., LANTIERI A. & LOBUGLIO K.F. 2013. — The *Caloscyphaceae* (Pezizomycetes, Ascomycota), with a new genus. *Mycological Progress*, 12 : 667-674.
- SALT G.A. 1974. — Etiology and morphology of *Geniculodendron pyriforme* gen. et sp. nov., a pathogen of conifer seeds. *Transactions of the British Mycological Society*, 63 (2) : 339-351.
- SEAVER F.J. 1928 et 1942 (réédition 1961). — *The North American Cup-Fungi (Operculates)*. New York, Hafner Publishing, 377 p.
- SCHMID I. & SCHMID H. 1991. — *Ascomyceten im Bild*. Vol. 2. Eching, IHW Verlag, pl. 51-100.



René Dougoud

Route de la Gruyère 19
1700 Fribourg
Suisse
rene.dougoud@bluewin.ch