

UNE NOUVELLE RÉCOLTE DU RARE *MYCENA CHLORINOSMA* (*AGARICALES, MYCENACEAE*) EN FRANCE

Jonathan CAZABONNE¹, Hervé COCHARD², Hervé GRUYTA³ et Patricia JARGEAT³

Résumé

Le rare *Mycena chlorinosma* Singer (*Agaricales, Mycenaceae*) a été trouvé lors d'un travail d'inventaire mycologique dans le bois de Pouciquot, situé sur le campus de l'université de Toulouse (France). Cette récolte constitue la huitième mention connue de cette espèce en France (métropole et outre-mer), la troisième en France métropolitaine. Une description et des photographies macro- et microscopiques de la récolte sont données. La position phylogénétique de cette espèce, basée sur les marqueurs ITS et 28S, est présentée et les espèces les plus proches sont comparées. Cette analyse moléculaire montre que notre récolte s'apparente à *Mycena discobasis* et met aussi en évidence la difficulté de délimiter les espèces de mycènes de la section *Exornatae*.

Abstract

The rare *Mycena chlorinosma* Singer (*Agaricales, Mycenaceae*) was found during a mycological inventory work in the 'bois de Pouciquot', located on the campus of the University of Toulouse (France). This collection is the 8th known mention of this species in France (mainland and overseas), and the 3rd mention in the French mainland. A description and macro-microphotographs of the collection are given. The phylogenetic position of this species, based on the ITS and 28S markers, is presented and the closest species are compared. This molecular analysis shows that our collection is related to *Mycena discobasis* and put forward difficulties with species delineation in *Exornatae* section.

Mots-clés : phylogénie, biodiversité, taxinomie, espèces exotiques.



INTRODUCTION

LA RÉCOLTE présentée dans cet article a été réalisée au cœur du bois de Pouciquot, situé sur le campus de l'université Paul-Sabatier à Toulouse, en Haute-Garonne (figure 1). Ce bois relictuel de seize hectares, situé en milieu urbain, au bord du canal du Midi, s'est en partie développé sur le site de l'ancienne pépinière du botaniste vaclusien Henri Gaussen. On y note la présence d'essences exotiques comme le cyprès chauve, *Taxodium distichum* (*Pinales, Cupressaceae*). Cette zone abrite une faune reptilienne et batracienne riche et diversifiée, ainsi que de

¹ 9, avenue de Moussac, F-12250 Lauras. cazabonne.jonathan@gmail.com

² Laboratoire de physique et physiologie intégratives de l'arbre en environnement fluctuant (PIAF), UMR 547, INRAe Auvergne Rhône-Alpes, TSA 60026, 1, impasse Amélie-Murat, F-63178 Aubière CEDEX. herve.cochard@inrae.fr

³ Laboratoire Évolution et Diversité biologique (EDB), UMR 5174, université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse CEDEX 9. patricia.jargeat@univ-tlse3.fr, herve.gryta@univ-tlse3.fr.

nombreux habitats terrestres et aquatiques remarquables pour une zone urbaine (POTTIER, 2018). Par conséquent, le statut de ZNIEFF Continentale de type 1 lui a été attribué en 2010. Depuis, cette zone est entretenue de manière ponctuelle et raisonnée. Les débris végétaux et arbres morts ne sont pas déblayés et pourrissent sur place, ce qui permet le développement de champignons décomposeurs et l'installation d'insectes xylophages. Depuis 2014, des inventaires et suivis mycologiques sont réalisés par les étudiants et les enseignants.

C'est dans ce cadre qu'un mycène (récolte JCFR001) présentant des caractères remarquables, tels qu'un chapeau visqueux, une odeur de chlore et un disque à la base du pied, a été observé. Il poussait, solitaire, sur une souche d'arbre en décomposition. Après un premier examen macro- et microscopique, *Mycena chlorinosma* Singer s'est révélé être l'hypothèse la plus plausible pour nommer notre récolte. En effet, la taille des spores invalidait l'hypothèse de *Mycena moseri* Robich et Carassai, une confusion possible (EYSSARTIER et ROUX, 2011).

Mycena chlorinosma appartient à la section *Exornatae* Maas Geest. qui comprend à ce jour douze espèces : *M. chlorophos* (CHEW et coll., 2013 ; CHEW et coll., 2015 ; CANALES et coll., 2021), *M. deeptha* (CHEW et coll., 2015 ; CANALES et coll., 2021), *M. discobasis* (CANALES et coll., 2021), *M. illuminans* (CANALES et coll., 2021), *M. interrupta* (DESIJARDIN et coll., 2010 ; CANALES et coll., 2021), *M. yangsupensiae* (SEOK et coll., 2015) intégrées à la section avec des arguments morphologiques et moléculaires, et *M. chlorinosma* (DESIJARDIN et coll., 2010), *M. fumosa* (ARAVINDAKSHAN et MANIMOHAN, 2013), *M. margarita* (syn. *M. subepipterygia*) (DESIJARDIN et coll., 2010), *M. moseri*, *M. rhenana* (DESIJARDIN et coll., 2007), et *M. singdha* (ARAVINDAKSHAN et MANIMOHAN, 2013), intégrées à la section uniquement sur des arguments morphologiques.

Cette section est caractérisée par des espèces essentiellement tropicales, à chapeau relativement petit, présentant un disque à la base du pied (base discoïde), un épicutis gélatineux composé d'hyphes terminales « en brosse » (présence de diverticules ou excroissances cylindriques, plus ou moins longs), un pied sec (non gélatineux), des spores amyloïdes, des cystides marginales fusiformes (MAAS GEESTERANUS, 1991) et des boucles en forme de « médaillon » (boucles amples) ou non (DESIJARDIN et coll., 2010). De plus, ces espèces sont généralement bioluminescentes. *Mycena chlorinosma*, observé pour la première fois en 1936 par R. Singer dans une serre chaude de Saint-Pétersbourg, est considéré comme très rare. Il n'est mentionné que sept fois en France, dont deux fois en France métropolitaine, selon les données consultables sur Fongifrance (ADONIF, 2021). La première récolte en métropole a été effectuée par Marcel Josserand, en mars 1932, dans la grande serre du parc urbain de la Tête-d'Or à Lyon (69), sur du bois mort au sol. La seconde est datée de novembre 1999 et a été effectuée par Pierre-Arthur Moreau dans la commune d'Hyères (département du Var). Les spécimens ont été récoltés sur une branche pourrie d'*Eucalyptus* sp. (*Myrtales*, *Myrtaceae* ; ROUX, 2006). Cinq observations de *M. chlorinosma* sont documentées en France d'outre-



Fig. 1.— Bois de Pouciquot. À gauche, vue de l'extérieur, depuis le cours Rosalind-Franklin. À droite, vue aérienne, avec indication du « sentier nature » (Google Earth).



Fig. 2. — *Mycena chlorinosma* Singer. Carpophore solitaire, sur bois de feuillus tombé au sol, sur le sentier nature du bois Pouciquot, campus de l'université Paul-Sabatier à Toulouse (Haute-Garonne, France), le 11 juin 2021, récolte n° JCFR001 dans l'herbier personnel de Jonathan Cazabonne.

mer. En Guadeloupe, deux récoltes ont été effectuées en août 2008 (regroupement de données) dans les communes de Capesterre-Belle-Eau et Petit-Bourg (jardin de Valombreuse). Cette espèce a été revue par Régis Courtecuisse sur ces mêmes sites en août 2010 (Capesterre-Belle-Eau) et août 2011 (Petit-Bourg). En Martinique, une récolte a été réalisée au Morne-Rouge en août 2008 (regroupe-

ment de données). *Mycena chlorinosma* est également mentionné en Amérique du Sud (Mexique, Argentine, Costa Rica, Colombie, Porto Rico), en Amérique du Nord et en Afrique (Global Biodiversity Information Facility⁴, 2021).

Comme il était très surprenant de retrouver *M. chlorinosma* à Toulouse, des analyses plus détaillées, morphologiques et moléculaires, ont été réalisées pour confirmer cette détermination. Un fragment de carpophore a été envoyé à Guillaume Eyssartier pour vérification et une analyse phylogénétique a été réalisée. Cette récolte est donc ici complètement décrite macro- et micro-morphologiquement et sa position phylogénétique est présentée.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une description macroscopique a été réalisée en se basant à la fois sur un carpophore frais et sur un spécimen séché. La photo macroscopique a été prise *in situ* (fig. 2). Le diamètre du chapeau indiqué dans la description est le diamètre projeté (JOSSEAND, 1983, p. 237). Les caractères microscopiques ont été décrits à partir de matériel séché monté entre lame et lamelles dans une solution aqueuse de potasse (KOH) à 3 %, de rouge congo ammoniacal à 1 % et de réactif de Melzer.

Des mesures ont été réalisées sur différents éléments microscopiques (spores, basides, cystides et hyphes) avec le logiciel PIXIMETRE version 5.10 (HENRIOT et CHEYPE, 2020). Les mesures sporales ont été réalisées sur 43 spores prélevées sur les lames et en haut du pied, et sont données en micromètres (μm). Elles comprennent les valeurs extrêmes mesurées, encadrant les moyennes en italique. Si une dimension minimale ou maximale n'apparaît qu'une seule fois dans les mesures sporales, elle est en conséquence placée entre parenthèse. Le quotient Q de la longueur par la largeur suit les mêmes conventions de notation. Sur les planches de dessins microscopiques (fig. 4), la barre d'échelle représente 10 μm .

Pour les analyses moléculaires, l'ADN total a été extrait à l'aide du WIZARD® total DNA purification kit (Promega) selon les préconisations du fournisseur. La région ITS (« Internal Transcribed Spacer ») de l'ADN ribosomal (ADNr) a été amplifiée par PCR à l'aide des amorces ITS1F et ITS4B (GARDES et BRUNS, 1993), selon le protocole décrit par JARGEAT et coll. (2010). Une portion de l'ADN codant pour la région 28S (« nuclear ribosomal Large Subunit, nr-LSU ») de l'ADNr a été amplifiée avec les amorces LROR et LR7 (VILGALYS et HESTER, 1990), selon le même protocole, mais avec une température d'hybridation des amorces de 60° C.

Les produits PCR ont été séquencés par Eurofins Genomics (Ebersberg, Allemagne). Les séquences sont disponibles dans Genbank (n^{os} d'enregistrement : OK239705 et OK239706 pour ITS, OK239707 pour 28S).

Des séquences d'espèces représentatives du genre *Mycena* et de la section *Exornatae* ont été obtenues par BLASTn sur la plateforme NCBI (ALTSCHUL et coll.,

⁴ <https://www.gbif.org/species/7243577>

1990⁵). Les séquences ont été éditées avec le logiciel BioEdit version 7.2 (HALL, 1999), puis alignées avec le logiciel MAFFT intégré à Geneious, version 9.1.8. Une analyse phylogénétique a été réalisée avec PHYML 3.0 (GUINDON et GASCUEL, 2003) en utilisant le modèle d'évolution GTR avec 100 bootstraps. Un arbre phylogénétique a été construit, puis édité avec MEGA X (KUMAR et coll., 2018).

RÉSULTATS

L'analyse phylogénétique de l'ITS et du 28S (ribosomal Large Subunit LSU) combinés regroupe quatre espèces de la section *Exornatae* : *Mycena discobasis*, *M. interrupta*, *M. chlorophos* et *M. deeptha* (fig. 5), mais aussi un spécimen australien identifié comme étant *M. carmeliana* (section *Sacchariferae*). Le spécimen toulousain se retrouve avec toutes les récoltes de *M. discobasis*, espagnoles et africaines.

Cette analyse montre également qu'un spécimen brésilien a sans doute été mal identifié (*M. chlorophos* FTB3), puisque sa séquence est identique à celle de *M. deeptha* DM334g.

De plus, le clade contenant *M. illuminans* et *M. indigotica* se positionne en clade-frère de la section *Amictae*.

Description

Mycena chlorinosma Singer

Rev. mycol. [Paris], 2 (5), p. 232 (1937)

Numéro Mycobank : 260537.

Synonymes : *Mycena chlorinosma* Singer, 1937 ; *M. chlorinosma* var. *macrospora* Singer, *Beih. Nova Hedwigia*, 29, p. 119 (1969).

Position systématique : ordre *Agaricales*, famille *Mycenaceae*, section *Exornatae*.

Chapeau de 15 mm de diamètre par 1–1,5 mm de haut, hémisphérique à parabolique, avec une dépression centrale plus ou moins circulaire, translucide, régulièrement strié radialement, à stries partant du disque, s'étendant jusqu'à la marge ; revêtement rendu visqueux par une pellicule facilement séparable et couvrant toute la surface du chapeau, blanc à la marge, avec des teintes crème à marron selon l'éclairage, devenant marron clair, puis marron foncé vers le centre, délimitant un disque marron sombre.

Lames adnées échancrées, blanchâtres à gris pâle, voire blanc délavé, prenant des teintes jaunâtres, jaune délavé à crème brunâtre avec des reflets jaune pâle en cours de déshydratation, assez serrées (41 lames en tout, espacées de 0,3–0,4 mm), non anastomosées et sans lamellules.

⁵ <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

Pied de $13 \times 1-1,5$ mm, central, entièrement pruineux (pruine blanche), translucide ; base du pied subtilement courbée, brunâtre à rouille, à pruine devenant plus rare, marquée par un disque blanchâtre et pruineux ; mycélium blanc, peu abondant.

Chair très mince, pâle, assez translucide ; forte odeur de chlore, d'eau de Javel, devenant moins puissante, mais toujours présente en séchant ; odeur ravivée après réhydratation. Luminescence non observée.

Spores (peut-être pas assez matures) mesurant (5) $5,5-6,5$ (7,6) \times (3) $3,2-3,9$ (4,3) μm , $Q = (1,4) 1,5-1,9$ (2), $n = 43$, lisses, elliptiques à largement elliptiques, hyalines, nettement amyloïdes (pl. I, fig. C).

Basides bouclées, de (16) $20-22,9$ (23,5) \times (5,8) $6-6,8$ (7) μm , claviformes, tétrasporiques, à stérigmates allant de $1,8 \mu\text{m}$ à $5 \mu\text{m}$ de long (pl. I, fig. J).

Arête des lames stérile, portant des cystides extrêmement regroupées par paquet de moins de 9-10, mesurant (27,1) $30,7-47,5$ (55,6) \times (9,1) $11-14,7$ (15,7) μm , hyalines, avec une paroi de $0,78$ à $0,85 \mu\text{m}$ d'épaisseur, largement à moyennement fusiformes, certaines vésiculeuses, sublancéolées, parfois également légèrement fusiformes-clavées, très rarement avec un étranglement subapical laissant penser à une cystide utrifforme au sens de Romagnesi (JOSSEAND, 1983, p. 385), la majorité d'entre elles avec un rostre plus ou moins développé, rarement courbé ou fourchu, de (2,4) $3-6,4$ (7,8) \times (1,9) $2,6-4$ (4,1) μm (pl. I, fig. E à H). Cystides faciales absentes.

Trame lamellaire plus ou moins régulière, nettement dextrinoïde (rouge vineux pâle), hyaline, à médiostate assez entériforme, avec des hyphes de $6-24 \mu\text{m}$ de diamètre ; sous-hyménium nettement rameux (pl. I, fig. K).

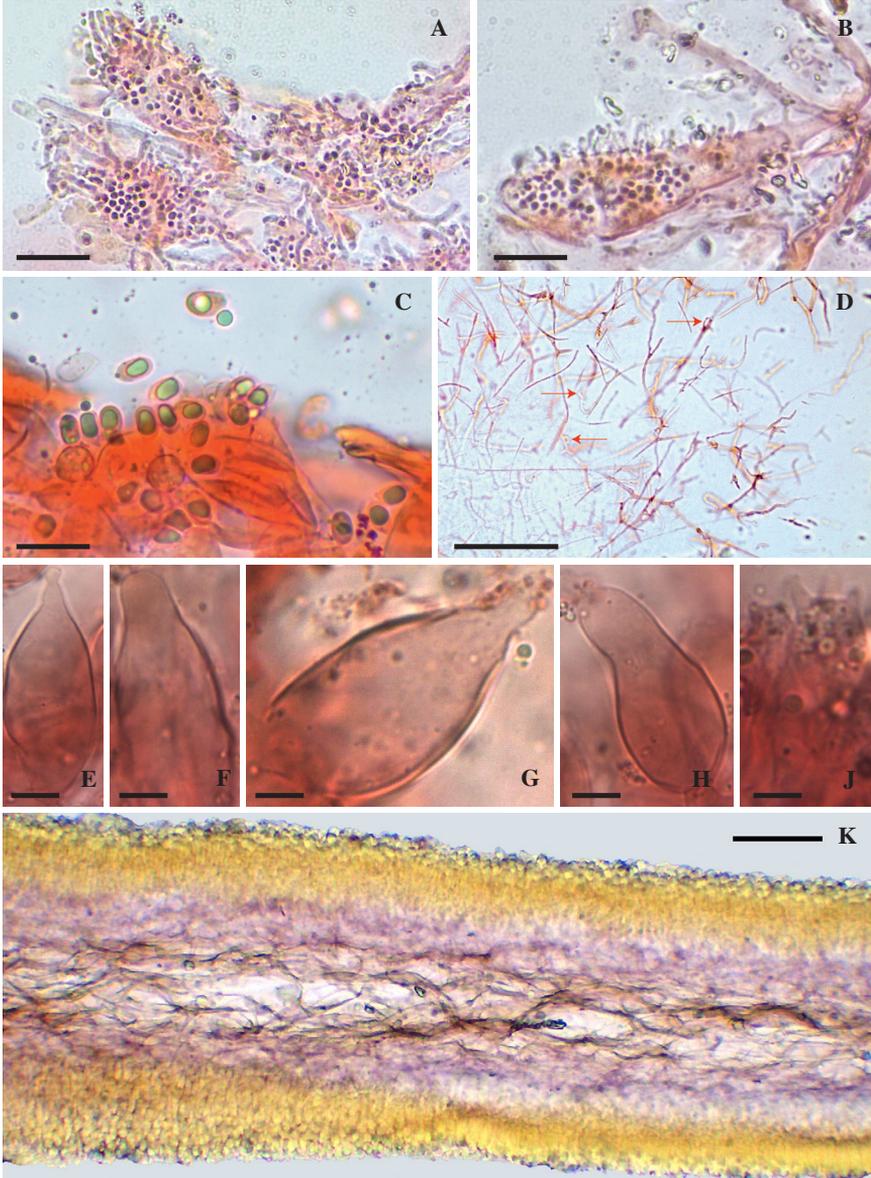
Épicutis formé d'hyphes hyalines gélatinisées, à paroi mince, avec de nombreuses saillies latérales en forme d'épines, allant de 3-4 jusqu'à 16-17 μm de long ; échinides hyalines, à paroi mince, en forme de brosse, à diverticules remarquablement longs ; identiques sur l'ensemble du chapeau, clavées à légèrement clavées, $36,7-57 \times 3,7-14,5 \mu\text{m}$ (pl. I, fig. A, B et D).

Revêtement du pied formé d'un enchevêtrement d'hyphes grêles, de (1,6) $2,1-8$ (11,6) μm d'épaisseur, à paroi fine à très fine, hyalines ; cystides (45,1) $53,9-75,1$ (83,5) \times (13) $13,6-17,7$ (18,4) μm , clavées à fusiformes, certaines pouvant être légèrement lagéniformes à col court, oblongues ou cylindriques, presque toujours avec un rostre court et simple ($2-2,5 \mu\text{m}$ de long), hyalines, à paroi mince.

Boucles présentes partout, souvent « en forme de médaillon », très amples.

Habitat et récolte : France, région Occitanie, département de la Haute-Garonne, sur le sentier nature du bois de Pouciquot, situé sur le campus de l'université Paul-Sabatier à Toulouse, sur morceau de bois de feuillus tombé au sol. La récolte a été effectuée le 11 juin 2021 à une altitude de 146,64 m, sur la parcelle 838/

PLANCHE I



Mycena chlorinosma (JCFR001). — **A, B.** Hyphes terminales de l'épicutis en forme de brosse (échelle : 10 µm). **C.** Spores (échelle : 10 µm). **D.** Hyphes de l'épicutis. Les flèches rouges pointent sur des boucles amples typiques (échelle : 100 µm) ; **E à H.** Cystides de l'arête des lames (échelle : E à G, 3,5 µm ; H, 5,5 µm) ; **J.** Baside (échelle : 5 µm) ; **K.** Trame lamellaire dextrinoïde (échelle : 150 µm). Photographies A à D et K de Guillaume Eyssartier, et E à J de Jonathan Cazabonne.

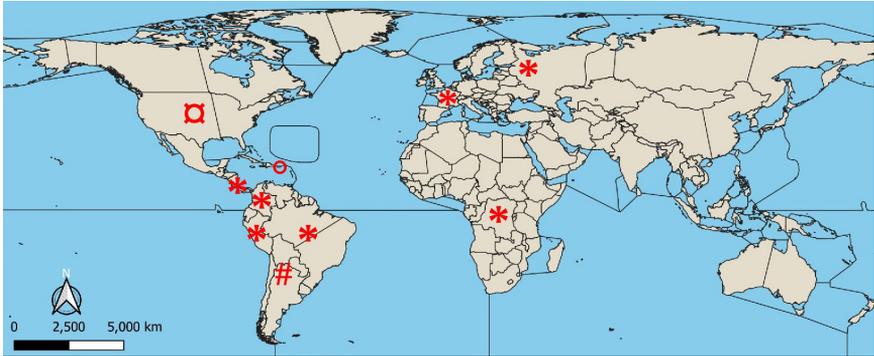


Fig. 3. — Carte de la distribution mondiale de *Mycena chlorinosma* réalisée avec le logiciel QGIS. Les signes « *, ⊠, °, # » désignent respectivement un seul pays, l'Amérique du Nord, l'ensemble constitué par Porto Rico, la Martinique et la Guadeloupe, et l'ensemble constitué de la Bolivie, de l'Argentine et du Chili.

BE/009 (source Géoportail), aux coordonnées GPS suivantes : 43° 33' 36,4" N 1° 28' 27,1" E. La récolte est conservée dans l'herbier personnel de Jonathan Cazabonne, sous le numéro JCFR001. Un fragment est également conservé dans l'herbier personnel de Guillaume Eyssartier, avec le numéro GE21.051.

Distribution mondiale (fig. 3) : *Mycena chlorinosma* est mentionné au Mexique (DIAZ-BARRIGA et coll., 1988 ; CHACÓN et GUZMÁN, 1997 ; GOMEZ-HERNANDEZ et coll., 2012 ; VARELA et GIFUENTES, 1979 ; GBIF, 2021⁶), en Amérique du Nord (SINGER, 1982 ; BATES et coll., 2018 ; GBIF, 2021⁷), au Costa Rica (GBIF, 2021⁸), en Argentine (GBIF, 2021⁹), au Brésil (GBIF, 2021¹⁰), en république démocratique du Congo (GBIF, 2021¹¹), au Chili (LAZO, 1971 ; 1983 ; 2001 ; GBIF, 2021¹²), en Colombie (GBIF, 2021¹³), en Bolivie (SINGER, 1976), à Porto Rico (SANTANA, 1997¹⁴), en France (Adonif¹⁵ ; ROUX, 2006 ; EYSSARTIER et ROUX, 2017) et en Russie (SINGER, 1937).

⁶ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=MX&taxon_key=7243577

⁷ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=US&taxon_key=7243577

⁸ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=CR&taxon_key=7243577

⁹ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=AR&taxon_key=7243577

¹⁰ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=BR&taxon_key=7243577

¹¹ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=CD&taxon_key=7243577

¹² https://www.gbif.org/occurrence/search?country=CL&taxon_key=7243577

¹³ https://www.gbif.org/occurrence/search?country=CO&taxon_key=7243577

¹⁴ <https://facultyweb.cortland.edu/NeoTropicalFungi/index.asp>

¹⁵ <https://fungibase.adonif.fr>

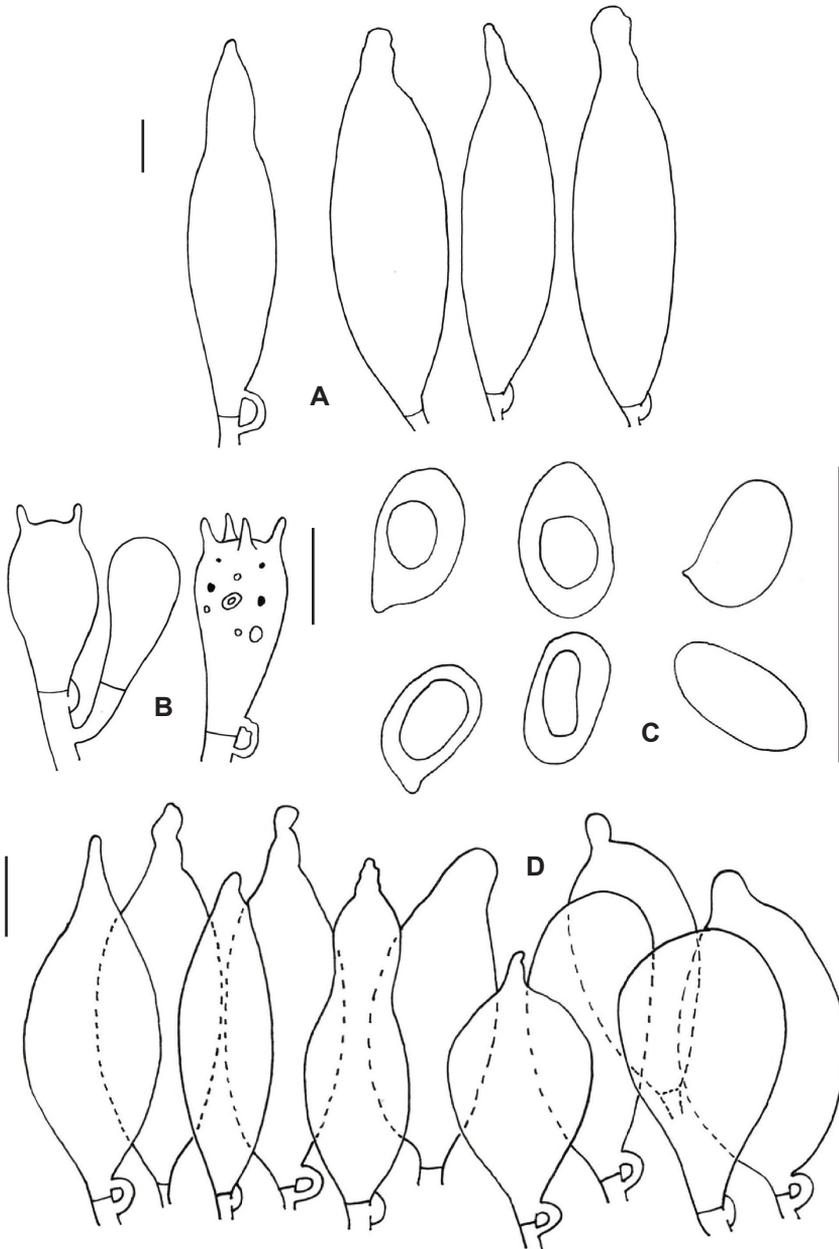


Fig. 4. — *Mycena chlorinosma* Singer (récolte JCFR001). **A.** Cystides de la surface du pied. **B.** Basides. **C.** Spores. **D.** Cystides de l'arête des lames (les barres d'échelle représentent 10 μ m).

DISCUSSION

Le mycène JCFR001 récolté à Toulouse présente tous les caractères morphologiques de *M. chlorinosma*. Cependant, il s'avère génétiquement identique à des récoltes identifiées comme étant *M. discobasis*. Ce résultat est particulièrement surprenant car, selon la clé de détermination de DESJARDIN et coll. (2010), *Mycena discobasis* est l'espèce morphologiquement la plus éloignée de *M. chlorinosma*. En effet, *M. discobasis* est caractérisé par un chapeau entièrement blanc à blanc grisâtre et, surtout, par des spores imposantes, mesurant $8,5-11 \times 6-7,5 \mu\text{m}$, alors que notre récolte présente un chapeau crème brunâtre et des spores nettement plus petites ($5,5-6,5 \times 3,2-3,9 \mu\text{m}$). Ce dernier caractère est toutefois à prendre avec précaution car les spores de notre récolte n'ont pas été mesurées à partir de sporée.

Par ailleurs, la description macro- et microscopique de notre récolte correspond aussi en grande partie à la nouvelle description de *M. margarita* (DESJARDIN et coll., 2010) : un chapeau brun-gris avec une marge plus pâle, des cystides marginales fusoides de $30-60 \mu\text{m}$ de long (JCFR001 : $30,7-47,5 \mu\text{m}$) avec une petite prolongation apicale, un pied sec à un peu visqueux (JCFR001 : pied sec et pruneux), une forte odeur de chlore, un disque basal cupulé, et la partie basale du pied plus pigmentée (JCFR001 : cette hétérogénéité pigmentaire est plus visible quand le matériel est sec). Les spores de notre récolte ($5,5-6,5 \times 3,2-3,9 \mu\text{m}$) sont légèrement plus petites que celles de *M. margarita* ($6-8,5 \times 4-5,5 \mu\text{m}$). Aucune bioluminescence n'a été décelée.

Une récolte identifiée sous le nom de *M. margarita* a été effectuée par Miguel A. Delgado¹⁶, dans la province de Galice en Espagne, en septembre 2021¹⁷. L'identification s'appuie notamment sur la taille des spores ($5,7-6,7 \times 4-4,4 \mu\text{m}$) et les taille et forme des cystides marginales ($38,1-54,1 \times 13,3-18,5 \mu\text{m}$). Cependant, l'identification de cette récolte a été corrigée et le nom de *M. discobasis* a été proposé après analyse morphologique (observation de spores plus grandes) et moléculaire (CANALES et coll. 2021). Les séquences (n^{os} d'enregistrement dans Genbank : MW881031 et MW762807) sont identiques à celles de notre récolte (fig. 5). De plus, contrairement à notre récolte, de « simples » boucles ainsi que des diverticules bien plus courts ont été observés sur la récolte de Miguel A. Delgado. Il est important de préciser que, à notre connaissance, le matériel-type de *M. discobasis* de Métrod (PC) n'a pas été révisé. Conservé en flacon dans un liquide de conservation, il n'est pas exploitable pour une analyse ADN.

Se pose donc la question de la délimitation morphologique des différentes espèces de la section *Exornatae*, la clé de détermination de DESJARDIN et coll. (2010) étant essentiellement basée sur la taille des spores. L'état de maturité des spores peut grandement varier selon la zone où elles sont prélevées (lames, haut du

¹⁶ <http://pescaysetas.blogspot.com/>

¹⁷ <http://herve.cochard.free.fr/Mycena/Mycena%20margarita.htm>

pied ou sporée). Afin d'obtenir des résultats non biaisés, il est donc important que les mesures soient réalisées sur des spores mûres, obtenues grâce à des sporées.

De plus, nos résultats viennent alimenter la discussion autour d'une possible synonymie entre *Mycena chlorinosma*, *M. margarita* et *M. discobasis* qui ne sera résolue que par le séquençage des types. En attendant, une première analyse de séquences générées par Brian Perry (université de Californie) suggère que *M. margarita* serait une espèce génétiquement différente de *M. chlorinosma* (Perry, comm. pers.). Cette analyse et nos résultats phylogénétiques suggèrent une éventuelle synonymie entre *M. chlorinosma* et *M. discobasis*, qui nécessiterait un regroupement de ces deux taxons et une interprétation du taxon résultant. La taille des spores, ainsi que les caractères macroscopiques de *M. discobasis*-*M. chlorinosma*, seraient alors bien plus variables qu'initialement décrits. Une autre hypothèse serait que les spécimens dont les séquences figurent dans GenBank ont été identifiés à tort comme étant *M. discobasis*, d'autant plus que les séquences MH414554 et MH414555 sont rapportées à *M. aff. discobasis*.

Le nom *Mycena chlorinosma* étant prioritaire (SINGER, 1937) sur *M. discobasis* (MÉTROD, 1949), et nos spécimens présentant tous les caractères morphologiques de *M. chlorinosma* (taille des spores, odeur de chlore en particulier), ce nom a été retenu pour notre récolte.

D'autre part, notre analyse phylogénétique basée sur des caractères moléculaires révèle que la section *Exornatae* pourrait être plus riche en espèces qu'on ne l'admet actuellement. En effet, un spécimen identifié comme appartenant à l'espèce australienne *M. carmeliana* Grgur., actuellement placée dans la section *Sacchariferae* Kühner (GRGURINOVIC, 2003 ; BOUGHER, 2009) sur des arguments morphologiques, se retrouve au sein de la section *Exornatae* dans notre phylogénie (séquence MK278390, fig. 5). *Mycena carmeliana*, à l'instar d'autres espèces de la section *Sacchariferae* comme l'espèce africaine *Mycena bhuglooi* ROBICH et HAUSKNECHT (CANALES et coll., 2021), partage des caractères morphologiques avec les espèces de la section *Exornatae*, comme un disque basal, des spores ellipsoïdes, des cystides fusiformes et une distribution tropicale. *Mycena fumosa*, une autre espèce australienne également placée dans la section *Sacchariferae*, trouverait sa place plutôt dans la section *Exornatae* selon ARAVINDAKSHAN et MANIMOHAN (2013) et une étude comparative plus poussée entre *M. bhuglooi*, *M. carmeliana* et *M. fumosa* est suggérée par ROBICH et HAUSKNECHT (2009) pour éclaircir leur position taxinomique. L'espèce martiniquaise *Mycena alboradiata* Miersch et Rodel, décrite dans la section *Sacchariferae*, aurait sans doute aussi sa place dans la section *Exornatae* car la trame de son hyménophore est dextrinoïde (CANALES et coll., 2021). Enfin, contrairement aux résultats de CANALES et coll. (2021), *M. illuminans* n'appartient pas à la section *Exornatae* selon notre analyse. Comme énoncé par CHEW et coll. (2013, 2015), jusqu'à ce que d'autres membres de ces sections soient inclus dans des études phylogénétiques, le placement taxinomique de *M. illuminans* restera incertain. Il en est de même pour l'espèce

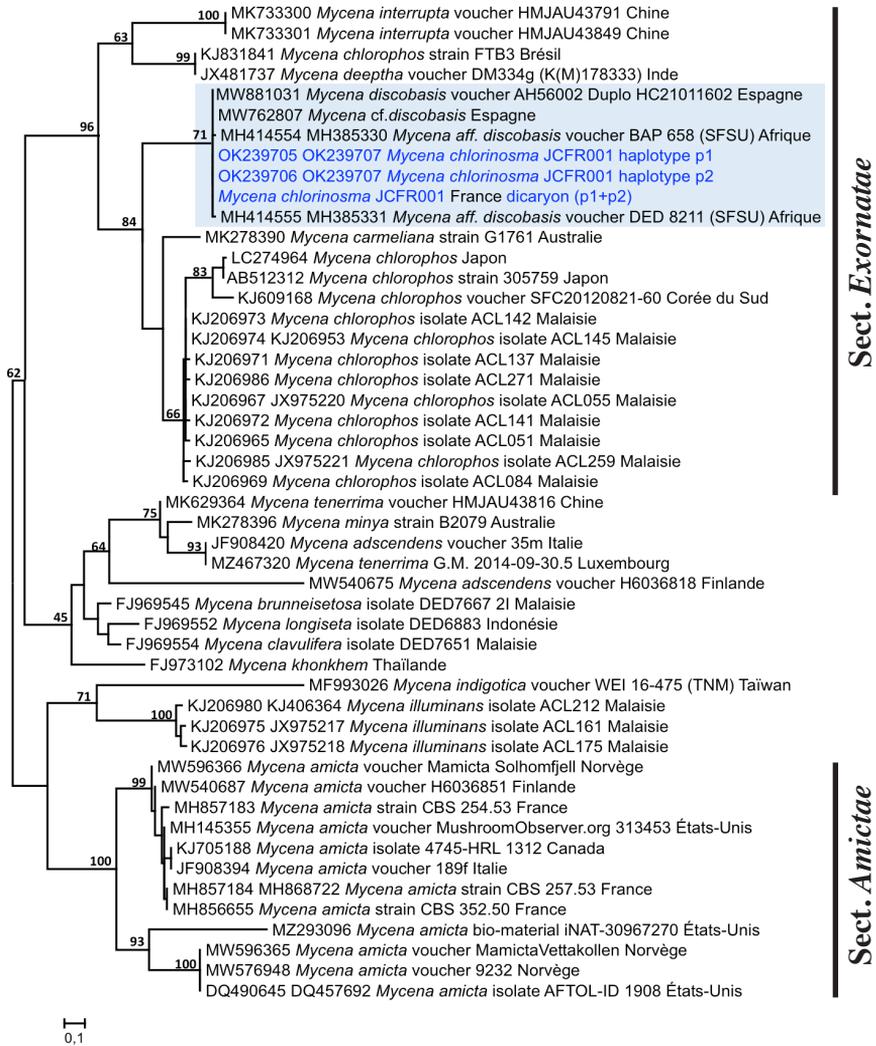


Fig. 5. — Analyse phylogénétique PhyML réalisée avec les marqueurs ITS et 28S (LSU) combinés, à l'aide du logiciel Geneious (version 9.1.8). Lorsqu'il y a deux numéros d'enregistrement, le premier correspond à l'ITS, le deuxième au 28S.

porioïde taïwanaise *Mycena indigotica*, phylogénétiquement très proche de *Mycena illuminans* (WEI et KIRSCHNER, 2019).

Les espèces de la section *Exornatae* ont une répartition très large, avec une prédominance pantropicale (DESJARDIN et coll., 2010, ARAVINDAKSHAN et MANIMOHAN, 2012). Des représentants de cette section sont retrouvés sur tous

les continents, excepté l'Antarctique, mais *M. rhenana* (originale d'Europe), *M. chlorinosma*, *M. chlorophos* et *M. margarita-M. discobasis* (récolte espagnole) sont les seuls représentants de la section à avoir été observés en Europe (RUBIO et coll., 2018 ; CANALES et coll., 2021). Dès 1977, Singer émettait déjà l'hypothèse que des espèces comme *Galerina nana* (Petri) Kühner et *M. chlorinosma* avaient sans aucun doute été introduites dans les serres et jardins européens, en provenance des régions tropicales et subtropicales d'Amérique. La présence de *M. chlorinosma* à Toulouse pourrait donc être liée aux collections d'essences exotiques plantées par H. Gaussen sur le campus de l'université.

Pour conclure, il est actuellement difficile de délimiter les espèces de la section *Exornatae*, mais aussi celles des sections proches. Les caractères retenus semblent insuffisants pour identifier les récoltes et la répartition géographique de toutes ces espèces, qui passent souvent inaperçues du fait de leur petite taille, est sans doute sous-estimée. La présence d'espèces tropicales rares en Europe, et en l'occurrence en France, pose toutefois la question de leur intégration dans des programmes de protection de la fonge, tels que les listes rouges (DESPREZ-LOUSTAU et coll., 2010).

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Guillaume Eyssartier pour son expertise sur notre récolte et son travail de relecture. Un grand merci est également adressé à Dennis E. Desjardin et Brian Perry pour leur collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

- ADONIF. 2021. — <https://fongibase.adonif.fr/>
- ALTSCHUL, S. F., W. GISH, W. MILLER, E. W. MYERS et D. J. LIPMAN. 1990. — Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biol.*, 215, p. 403-410.
- ARAVINDAKSHAN, D. M., et P. MANIMOHAN. 2013. — A new species of *Mycena* sect. *Exornatae* and some taxonomic observations. *Mycosphere*, 4 (1), p. 146-150.
- BATES, S. T., N. M. ANDREW et Macrofungi Collections and Microfungi Collections Consortia. 2018. — The protochecklist of North American nonlichenized Fungi. *Mycologia*, 110 (6), p. 1222-1348.
- BOUGHER, N. L. 2009. — Two intimately co-occurring species of *Mycena* section *Sacchariferae* in south-west Australia. *Mycotaxon*, 108 (1), p. 159-174.
- CANALES, M. P., M. VILLAREAL et J. M. MARINEZ. 2021. — Primer registro de *Mycena discobasis* Métrod (*Agaricales*, *Mycenaceae*) en Europa. *Rev. Soc. Gadit. Hist. Nat.*, 15, p. 31-37.
- CHACÓN, S., et GUZMÁN. 1997. — Observaciones ecológicas y biogeográficas. Sobre los hongos del jardín botánico. Y del parque ecológico de Xalapa, Veracruz, México. *Cryptog., Mycol.*, 18 (4), p. 333-348.

- CHEW, A. L., Y. S. TAN, D. E. DESJARDIN, M. Y. MUSA et V. SABARATNAM. 2013. — Taxonomic and phylogenetic re-evaluation of *Mycena illuminans*. *Mycologia*, 105 (5), p. 1325-1335.
- CHEW, A. L., D. E. DESJARDIN, Y. S. TAN, M. Y. MUSA et V. SABARATNAM. 2015. — Bioluminescent fungi from Peninsular Malaysia — a taxonomic and phylogenetic overview. *Fungal Divers.*, 70 (1), p. 149-187.
- DESJARDIN, D. E., M. CAPELARI et C. V. STEVANI. 2007. — Bioluminescent *Mycena* species from São Paulo, Brazil. *Mycologia*, 99 (2), p. 317-331.
- DESJARDIN, D. E., B. A. PERRY, D. J. LODGE, C. V. STEVANI et E. NAGASAWA. 2010. — Luminescent *Mycena*: new and noteworthy species. *Mycologia*, 102 (2), p. 459-477.
- DESPREZ-LOUSTAU, M. L., R. COURTECUISSÉ, C. ROBIN, C. HUSSON, P.-A. MOREAU, D. BLANCARD, M.-A. SELOSSE, B. LUNG-ESCARMANT, D. PIOUS et I. SACHE. 2010. — Species diversity and drivers of spread of alien fungi (*sensu lato*) in Europe with a particular focus on France. *Biol. Invasions*, 12, p. 157.
- DIAZ-BARRIGA, H., F. GUEVARA-FEFER et R. VALENZUELA. 1988. — Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. *Acta Bot. Mex.*, 2, p. 21-44.
- EYSSARTIER, G., et P. ROUX. 2011. — *Le guide des champignons : France et Europe*. Belin, Paris, 1151 p.
- GARDES, M., et T. D. BRUNS. 1993. — ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.*, 2 (2), p. 113-118.
- GOMEZ-HERNANDEZ, M., G. WILLIAMS-LINERA, R. GUEVARA et J. L. LODGE. 2012. — Patterns of macromycete community assemblage along an elevation gradient: options for fungal gradient and metacommunity analyses. *Biodivers. Conserv.*, 21, p. 2247-2268.
- GRGURINOVIC, C. A. 2003. — *The genus Mycena in South Eastern Australia*. Fungal Diversity Press. 329 p.
- GUINDON, S., et O. GASCUEL. 2003. — A simple, fast and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Syst. Biol.*, 52, p. 696-704.
- HALL, T. A. 1999. — *BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT*. *Nucleic Acids Symp.*, sér., 41, p. 95-98.
- HENRIOT, A., et J. L. CHEYPE. 2020. — Piximètre : La mesure de dimensions sur images. Version 5.10 R 1541.
- JARGEAT, P., F. MARTOS, F. CARRICONDE, H. GRYTA, P.-A. MOREAU et M. GARDES. 2010. — Phylogenetic species delimitation in ectomycorrhizal fungi and implications for barcoding: the case of the *Tricholoma scalpturatum* complex (*Basidiomycota*). *Mol. Ecol.*, 19, p. 5216-5230.
- JOSSERAND, M. 1983. — *La description des champignons supérieurs*. 2^e éd. entièrement refondue. Encyclopédie mycologique, n° XXXVII, éd. Lechevalier, Paris, 338 p.
- KUMAR, S., G. STECHER, M. LI, C. KNYAZ et K. TAMURA. 2018. — MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Mol. Biol. Evol.*, 35, p. 1547-1549.
- LAZO, W. 1971. — Contribution à l'étude des macromycètes du Chili. 1. Les champignons de Pumanque 2. Espèces nouvelles pour le Chili. *Lejeunia*, nouvelle série, n° 61, 30 p.

- LAZO, W. 1983. — Introducción al estudio de los hongos superiores II. *Bol. Micol.*, 1 (2), p. 77-119.
- LAZO, W. 2001. — *Hongos de Chile: Atlas micológico*. Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Ouvrage électronique de 309 p.
- MAAS GEESTERANUS, R. A. 1991. — Conspectus of the Mycenas of the Northern Hemisphere. XV, Sections *Hiemales* and *Exornatae*. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch.*, 94 (1), p. 81-102.
- MÉTROD, G. 1949. — *Les Mycènes de Madagascar* (Mycena, Corrugaria, Pterospora). Pro-drome à une flore mycologique de Madagascar, 3, 146 p.
- POTTIER, G. 2018. — *Bois de Pouciquot, ZNIEFF continentale de type 1*. Inventaire national du patrimoine naturel. Muséum national d'histoire naturelle, 6 p.
- ROBICH, G., et A. HAUSKNECHT. 2009. — *Mycena bhuglooi*, a new species of section *Sacchariferae* (Agaricales, Tricholomataceae) from Mauritius (Africa). *Österr. Z. Pilzk.*, 18, p. 7-14.
- ROUX, P. 2006. — *Mille et un champignon*. Éd. Roux, Sainte-Sigolène (France).
- RUBIO, E., S. CORRAL et J. M. COSTA. 2018. — *Mycena chlorophos*, una especie tropical o subtropical, recolectada en Galicia. *Bol. Soc. Micol. Madrid*, 42, p. 91-97.
- SANTANA, B. O. 1997. — Agaricales (Basidiomycota: Holobasidiomycetes) *del bosque estatal Monte Guilarte en Adjuntas, Puerto Rico*. Université de Puerto Rico, Mayaguez.
- SEOK, S. J., Y. J. JIN, K. B. YOO, S. B. HONG, S. W. KWON, S. J. KIM et J. S. KIM. 2015. — Notes on the new species of genus *Mycena* in Korea. *Korean J. Mycol.*, 43 (4), p. 224-230.
- SINGER, R. 1937. — Notes sur quelques Basidiomycètes. 3^e série. *Rev. mycol.* [Paris], 2 (5), p. 226-242.
- SINGER, R. 1976. — Marasmieae (*Basidiomycetes – Tricholomataceae*). *Flora neotropica*, Monogr. 17, 347 p.
- SINGER, R. 1977. — Amerikanische und asiatische Agaricales, die in Europa und Nordafrika vorkommen. *Zeitschr. Pilzk.*, 43 (2), p. 119-130.
- SINGER, R. 1982. — *Hydropus* (*Basidiomycetes-Tricholomataceae-Myceneae*). *Flora neotropica*, Monogr. 32, 144 p.
- VARELA, L., et J. CIFUENTES. 1979. — Distribucion de algunos macromicetos en el norte del estado de Hidalgo. *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 13, p. 75-88.
- VILGALYS, R., et M. HESTER. 1990. — Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *J. Bacteriol.*, 172 (8), p. 4238-4246.
- WEI, C. L., et R. KIRSCHNER. 2019. — A new *Mycena* species with blue basidiomata and poroid hymenophore from Taiwan. *Mycoscience*, 60 (1), p. 10-13.