

Trimmatothelopsis versipellis
**Malkovro de kreskolokoj en Finistero (Francio),
kladogeneza loko kaj taksonomiaj konsekvencoj**

far Cécile GUEIDAN*, Jean-Yves MONNAT**,
Pere NAVARRO-ROSINÉS*** kaj Claude ROUX****

Traduko el la franca en Esperanton far C. R. de la artikolo: *Trimmatothelopsis*: Découverte de stations dans le Finistère (France), position phylogénétique et conséquences taxonomiques (ĉi-bultene, p. 47)

*Department of Life Sciences, Natural History Museum, Cromwell road, SW7 5BD Londres, Royaume-Uni. Nuna adreso: CSIRO-NRCA, Australian National Herbarium, GPO Box 1600, CANBERRA ACT 2601, Australio; retadreso: Cecile.Gueidan@csiro.au

** Penn ar Run Izella, F — 29770 GOULIEN; retadreso: jymm_par@no-log.org.

*** Departament de Biologia Vegetal (Botànica), Institut de Recerca en Biodiversitat (IRBio), Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Diagonal 643, ES-08028 BARCELONA, España. retadreso: pnavarro@ub.edu

**** 390 chemin des Vignes vieilles, F — 84120 MIRABEAU; retadreso: claude.roux21@wanadoo.fr

Resumé: *Trimmatothelopsis versipellis*: découverte de plusieurs localités dans le Finistère (France), position phylogénétique et conséquences taxonomiques.— *La découverte, en 2013, de nouvelles stations de Trimmatothelopsis versipellis, dans le Finistère, nous a permis de donner une meilleure description de cette espèce, de comprendre son écologie et d'en analyser l'ADN. L'analyse phylogénétique de cette espèce et de plus de 30 espèces d'Acarosporaceae montre que T. versipellis appartient bien à cette famille, mais qu'il est éloigné de Polysporina subfuscescens (qui est hétérogène) et du genre*

Myriospora. Il appartient au même clade que deux espèces morphologiquement et anatomiquement très distinctes, Thelocarpella gordensis et Acarospora rhizobola. En conséquence, le genre Trimmatothelopsis est maintenu (avec la seule espèce T. versipellis), de même que le genre Thelocarpella (également monospécifique), tandis qu'Acarospora rhizobola, qui doit être exclu des Acarospora, appartient probablement à un nouveau genre. T. versipellis est enfin comparé avec trois espèces de Melanophloea dont la position taxonomique est controversée.

Resumo: *La malkovro en 2013 de novaj kreskolokoj de Trimmatothelopsis versipellis en Finistero, ebligis al ni liveri pli bonan priskribon de ĉi tiu specio, kompreni ĝian ekologion kaj analizi ĝian DNA. La kladika analizo de ĉi tiu specio kaj de pli ol 30 specioj de Acarosporaceae evidentigas, ke T. versipellis ja apartenas al ĉi tiu familio, sed ke ĝi malproksimas de Polysporina subfuscescens (kiu estas heterogena) kaj de la genro Myriospora. Ĝi samkladas kiel du specioj morfologie*

kaj anatomie tre diferencaj, Thelocarpella gordensis kaj Acarospora rhizobola. Konsekvence, la genro Trimmatothelopsis plu uzendas (kun la sola specio T. versipellis), same kiel la genro Thelocarpella (ankaŭ unuspecia), dum Acarospora rhizobola, ekskludenda el la genro Acarospora, versajne apartenas al nova genro. Ni fine komparas T. versipellis kun tri specioj de Melanophloea, kies taksonomia loko estas diskutata.

Abstract: *Trimmatothelopsis versipellis*: discovery of several localities in the department of Finistère (France), phylogenetic placement and taxonomic consequences.— *The discovery of several new localities of Trimmatothelopsis versipellis in the department of Finistère in 2013 allowed us to better describe this species, to understand its ecology and to analyze its DNA. A phylogenetic analysis including this species and 30 other Acarosporaceae shows that T. versipellis clearly belongs to this family, but is not related to Polysporina subfuscescens (which is heterogeneous) nor to the genus Myriospora. It belongs to the*

same clade than two morphologically and anatomically very distinct species, Thelocarpella gordensis and Acarospora rhizobola. As a result, the genus Trimmatothelopsis is maintained (with a single species, T. versipellis), as well as the genus Thelocarpella (also monospecific), whereas Acarospora rhizobola, which has to be excluded from Acarospora, most probably belongs to a new genus. T. versipellis is also compared with three species of Melanophloea for which the taxonomic placement is still debated.

Enkonduko

La genro *Trimmatobelopsis*, kiu ampleksas nur unu specion, *T. versipellis*⁽¹⁾, ĝis nun konatan nur per la holotipo, estis ĵus taksonomie traktata laŭ tri interpretoj:

1 – ĝi apartenas al la genro *Myriospora*:

a) ĉu ĝi samspecies al *Myriospora rhagadiza* (Nyl.) K. Knudsen et L. Arcadia (syn. *A. scyphulifera* Vain.): ROUX k NAVARRO–ROSINÉS (2002, sub *Acarospora versipellis*; 2011, sub *Trimmatobelopsis versipellis*);

b) ĉu ĝi parencas al *Myriospora rhagadiza*: ROUX 2007 (sub *Acarospora versipellis*), ARCADIA k KNUDSEN (2011, sub *Myriospora versipellis* (Nyl.) K. Knudsen et L. Arcadia);

2 – ĝi apartenas al ne determinata likeno senfrukta, parazitita far *Polysporina subfuscescens* (Nyl.) K. Knudsen et Kocourk.: WESTBERG k WEDIN, 2011.

La morfologia kaj anatomia studo de ROUX k NAVARRO–ROSINÉS (2011) evidentigis, ke nur la interpretoj 1a kaj 1b estis verŝajnaj, sed iliaj konkludoj estis tamen necertaj, ĉar ne bazitaj sur DNA-analizo, tial ke neniu alia specimeno de *Trimmatobelopsis versipellis* ol la holotipo (tre malnova kaj sufiĉe malgranda) estis havebla.

La malkovro far unu el ni (J.–Y. M) de novaj kreskolokoj de *T. versipellis*, el kiuj unu liveris sufiĉe abundan materialon, ebligis kompari per la molekulara kladiko ĉi tiun specion kun *Polysporina subfuscescens*, kun du specioj de *Myriospora* kaj kun kelkaj aliaj specioj de *Acarosporaceae*. Ĉi tiu komparo alportis surprizajn rezultojn.

Metodoj

Mikroskopaj kaj statistikaj metodoj

Sekcaĵoj kaj mikroskopaj preparaĵoj mane faritaj kaj observitaj en akvo, akva solvaĵo de kalia hidroksido (je 5 %), duobla lugolo, laktofenolo kaj laktofenola kotonbluo, per fotona mikroskopo (maksimuma pligrandigo de $\times 1500$). Desegnoj faritaj per desegnotubo. Mezurado de morta materialo enakve observita. Koncerne la dimensiojn de la anatomiaj elementoj, inter aliaj sporoj, averaĝo indikita kursive, absolute ekstremaj valoroj interkrampe, ekstremaj valoroj post forigo de 10 % de la plej grandaj kaj de la plej malgrandaj valoroj kuŝas inter la averaĝa kaj la absolute ekstremaj valoroj. Mezuro de la parafizoj vs (vastasence) en ilia

(1) *Trimmatobelopsis antarctica* C. W. Dodge estu ekskludita el *Trimmatobelopsis* kaj nomata *Oevstedalia antarctica* (C. W. Dodge) Ertz et Diederich, genro unuspecia kun necertaj taksonomiaj afinecoj (ERTZ k DIEDERICH, 2004).

apekso kaj je ĉirkaŭ 1/3 super ilia bazo. La mezuroj de la himeni-alto inkludas la epitecion.

Kladogenezaj metodoj

Molekulara analizo de du specimenoj de *Trimmatobelopsis versipellis* (CR25921 kaj CR25922), de du specimenoj de *Polysporina subfuscescens* (CR26058 kaj CR26059) kaj de du specimenoj de *Thelocarpella gordensis* (CR22826 et CR25858). Elpreno de la materialo (askuoj kaj talo) malsuper stereomikroskopo per razklingo kaj demeto de ĝi sur puran paperfolion. Materialo de ĉiu specimeno poste transmitita en sterilan provtubon de 0,5 ml. Post aldono de 150 μ l da ekstrakt-bufro (natria dodecilsulfato je 2 %) en la provtubon, homogenigo de la solvaĵo per plasta pistilo sterila. Ricevo de la genara DNA per ekstrakt-protokolo, bazita sur la uzo de la solvanto fenol-kloroformo (ZOLAN k PUKKILA, 1986), modifita laŭ GUEIDAN k al. (2007).

Kontrolo de la koncentriteco kaj de la kvalito de la DNA per elektroforeza ĝelo. Uzo de du diluaĵoj (1/10 et 1/100) por la amplifo de ĉiu specimeno. Aldono de 1 μ l de la DNA-diluaĵo al la jena miksaĵo: 1,5 μ l da amplif-bufro $10 \times \text{NH}_4$ (Bioline, Londono, Britio), 1,5 μ l da MgCl_2 (50 mM), 0,5 μ l da dNTP (100 mM), 1 μ l de ĉiu prajmo, 0,5 μ l da DNA-polimerazo Bio-line BioTaq (5 U μ l⁻¹) kaj 18 μ l da akvo, por totala volumeno de 25 μ l. Amplifo de la DNA per PĈR-maŝino Techne TC-4000 (Bibby Scientific Ltd, Stone, Britio) aŭ Mastercycler (Eppendorf, Hamburgo, Germanio).

Amplifo de du molekularaj indikiloj: 1) la intergenaj transskribitaj sekvencoj 1 kaj 2 kaj la regiono 5.8S de la geno de la nukleoribosoma RNA (ITS); 2) la malgranda regiono de mitokondri-ribosoma RNA (mtSSU). La tabelo 1 priskribas la prajmojn kaj la amplif-programojn. Purigo kaj sekvencado de la produktoj de la amplifo en la Laboratorio de Sekvencado de la Naturhistoria Muzeo en Londono kaj en la Laboratorio de Sekvencado de la Nacia Universitato de Aŭstralio (ACRF Biomolecular Resource Facility, Kanbero). Sekvencoj kunmetitaj kaj eldonitaj per la programo Sequencher 4.8 (Gene Codes Corporation, Ann Arbor, MI, USA). ITS-sekvencoj ne uzataj en la kladika analizo, sed deponitaj en la datenbanko GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) por estonta referenco. Aldono de la ricevitaj sekvencoj de mtSSU kiel novaj donitaĵoj haveblaj en Genbank. La tabelo 2 indikas la numerojn de la novaj sekvencoj en GenBank. Vicigo de la sekvencoj de mtSSU per Mesquite v. 3.01 (MADDISON k MADDISON, 2014). Forigo el la donitaĵoj de la regionoj kun ambigua vicigo. En la kladika analizo, uzo de la principo de maksimuma verŝajneco per la programo RAxML VI-HPC v. 7.4.4 (STAMATAKIS k al., 2005, 2008), kiel realigita en la TTT-ejo Cipres (<http://www.phylo.org>; MILLER k al., 2010). Elektro de la evolu-modelo GTRCAT. Ricevo de la fidvaloroj per butstrapa analizo de 1 000 replikaĵoj. Uzo de la programo PAUP* v. 4.0b (SWOFFORD, 2002) por videbligado de la kladogramo; depono de la responda donitaro en la datenbanko TreeBase (ID 16490).

Nomenclature

La terminareto de la apoteci-elementoj sekvas tiun de Roux k al. (2011b), konceptitan por la genro *Aspicilia* sed aplikeblan ankaŭ al *Acarospora* kaj similaj genroj.

La nomoj de taksonoj kaj de ties aŭtoroj sekvas la publikaĵon de Roux k kunlab-oj (2014) koncerne la likenojn, *Tela Botanica* koncerne la vaskulplantojn.

Tabelo 1. Prajmoj kaj kondiĉoj de amplifo, uzataj por la sekvencado de la molekularaj indikiloj ITS kaj mtSSU.

Geno	Prajmo	Referenco pri la prajmo	Komenca denaturigo	Denaturigo	Hibridigo	Plilongigo	Fina plilongigo	Nombro de cikloj
ITS	ITS1F	GARDES k BRUNS (1993)	94°C	94°C	53°C	72°C	72°C	35
	ITS4	WHITE k al. (1990)	5 min	1 min	1 min	2 min	7 min	
mtSSU	mtSSU1	ZOLLER k al. (1999)	94°C	94°C	52°C	72°C	72°C	35
	mtSSU3R	ZOLLER k al. (1999)	3 min	1 min	1 min	1,5 min	7 min	

Tabelo 2. Informoj pri la specimenoj, uzataj en la molekulara analizo: numero de kolekto, herbario, loko kaj numeroj de GenBank.

Taksonoj	Kolektnumero (herbario)	Loko	mtSSU	ITS
<i>Polysporina subfuscescens</i>	CR26058 (MARSSJ)	Francio, Alpes-Maritimes, Entraunes	KM879329	KM879334
<i>Polysporina subfuscescens</i>	CR26059 (MARSSJ)	Francio, Morbihan, Penquerhoët	KM879330	KM879333
<i>Thelocarpella gordensis</i>	CR22826 (MARSSJ, holotipo)	Francio, Vaucluse, col de Gordes	KM879331	KM879337
<i>Thelocarpella gordensis</i>	CR25858 (MARSSJ)	Francio, Drôme, Montbrison-sur-Lez	KM879332	KM879338
<i>Trimmatothelopsis versipellis</i>	CR25921 (MARSSJ)	Francio, Finistère, Plogoff	KM879327	KM879336
<i>Trimmatothelopsis versipellis</i>	CR25922 (MARSSJ)	Francio, Finistère, Plogoff	KM879328	KM879335

La novaj kreskolokoj de *Trimmatothelopsis versipellis*

De marto 2013 ĝis aŭgusto 2014, kvin kreskolokojn de *Trimmatothelopsis versipellis* (tab. 3) malkovris unu el ni (J.-Y. M) en Bretonio, sur la klifoj de tri komunumoj de Kabo Sizun en Finistero.

Malkovritaj la 26an de marto 2013 sur la suda marbordo de Kabo Sizun, la du kreskolokoj de Kerudavel (komunumo Plogoff) situas ambaŭflanke de profunda kreko (fig. 1 kaj 2). La du estas preskaŭ ekskluzive rokaj kaj formas malmulte klinajn surfacojn super la klifo, kiun ili plilongigas. Ilin interrompas fendetoj kaj humoriĉaj kovraĵoj, kie la fanerogamoj (tab. 4) tre maldensas. Ili evidente estas la plej vastaj kaj la plej riĉaj: la areoj de la roksurfacoj okupitaj de *Trimmatothelopsis* ampleksas centojn da m² dum tiuj de la tri aliaj kreskolokoj nur kelkajn dm².

La tri aliaj kreskolokoj troviĝas sur la norda marbordo de Kabo Sizun. Tiu de Kernot 1 (komunumo Cléden-Cap-Sizun), trovita la 28an de aŭgusto 2014 (fig. 3), okupas ĉirkaŭ trionon da m² sur la supra flanko, preskaŭ horizontala, de rokbloko kuŝanta sur la supro de klifo ĉe krutaĵo de 40 m super la maro. Ankaŭ ĉi tiu kreskoloko estas preskaŭ ekskluzive roka.

La du lastaj kreskolokoj, Kernot 2 (komunumo Cléden), trovita la 29an de septembro 2014 je ĉirkaŭ 110 m de Kernot 1 (fig. 4), kaj Breneur (komu-

numo Goulien), trovita la 7an de aŭgusto 2014 (fig. 5), situas sur izolaj slaboj sine de adlitoralaj herbejoj, kie plejkovras festukoj (*Festuca rubra* k *F. huonii*). *Trimmatothelopsis* tie okupas tre malgrandajn areojn.

Preter la diferencoj en la topografio kaj en la tute apuda ĉirkaŭaĵo de la lokoj kun *Trimmatothelopsis*, evidentiĝas kelkaj konstantoj pri la ekologio de la specio.

La ĝis nun konataj kreskolokoj entute apartenas al la adlitorala etaĝo. En Kabo Sizun, kie la klifoj, kia ajn ilia ĝenerala orientiĝo, estas pleje elmetataj al la ega violento de la atlantikaj ventoj kaj huloj, la deklivoj estas regule balaataj far la marŝaŭmoj kaj eĉ laŭokaze submetataj al ondegaj ĝis altitudoj de 30 aŭ 40 m super la marnivelo, kelkfoje eĉ pli.

Spite al la esploroj *Trimmatothelopsis* ne estis trovita en la supralitorala etaĝo. Malsupren ĝi ĉesas ĉeesti iom super la lastaj *Caloplaca marina*; supren ĝi nur esceptokaze kunestas kun *Protoparmelia montagnei*, kiu aperas (kaj povas abundi) iom super *Trimmatothelopsis*.

En la studitaj kreskolokoj, ĝi do okupas strion, kiu povas ampleksi dekkvinon da metroj kaj en kiu tre ĝenerale plejkovras *Pertusaria pluripuncta*. La specioj asociitaj kun *Trimmatothelopsis* kuŝas en la tabelo 5.

La superregado de la lokaj orientiĝoj al sudo estas frapa (tab. 3). Escepte de la kreskoloko Kernot 1, ĉiamaniere horizontala en tre elmetita situo, en kiu neniu orientiĝo superregas, ĉi tiu observo veras por la

kreskolokoj Kernot 2 kaj Breneur, kvankam situantaj en la nordorientiĝaj klifoj de Kabo Sizun.

Kvankam la taloj povas kolonii deklivojn de 0 ĝis 90°, ili plej ofte kreskas sur deklivoj de 20 ĝis 40°. Krome se ili sufiĉe regule loĝas la horizontalajn surfacojn, ili nur esceptokaze kreskas sur la subvertikalaj. Neniu specimeno estis observita sur supravertikalaj surfacoj, eĉ sur la apenaŭ supravertikalaj, malgraŭ tiu-celaj esploroj.

Pro tiuj ĉi tiuj konstatoj rilataj al la orientiĝo kaj al la elmetiĝo, oni povas konkludi, ke la nun konataj populacioj vivas en kondiĉoj tre elmetataj al ventoj, marŝaŭmoj, pluvoj, lumo kaj eĉ suno.

Koncerne al la naturo de la substrato (tab. 3), ĝi konsistas el petroj riĉaj je silico: trondjemito (kun 71% da SiO₂) kaj leŭkogranitoj (kun 73% da SiO₂) laŭ BARRIÈRE k al. (1985). Aliflanke se ĉiuj taloj de la kreskoloko Breneur situas sur rok surfacoj submetataj

	Kerudavel 1	Kerudavel 2	Kernot 1	Kernot 2	Breneur
Substrato	leŭkogranito	leŭkogranito	trondjemito	trondjemito	trondjemito
Surfaco	100 m ²	≥ 500 m ²	0,3 m ²	0,02 m ²	0,04 m ²
Ĝenerala orientiĝo	S	S	N	E	N
Loka orientiĝo	USU	SSE	—	S	SU
Deklivo	0–70°	0–90°	0–30°	30°	25°
Altitudo	20–30 m	20–30 m	40 m	25 m	20 m

Tabelo 3. Ĝeneralaj karakteroj de la kvin kreskolokoj de *Trimmatobelopsis versipellis* en Kabo Sizun.

Taksono	Kerudavel 1	Kerudavel 2	Kernot 1	Kernot 2	Breneur
<i>Agrostis stolonifera</i>	×	×			
<i>Armeria maritima</i>	×	×	×		×
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i>			×		
<i>Calluna vulgaris</i>				×	
<i>Crithmum maritimum</i>	×	×	×		
<i>Cytisus scoparius</i> var. <i>prostratus</i>				×	
<i>Dactylis glomerata</i>				×	×
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>gummifer</i>	×	×			
<i>Erica cinerea</i>				×	
<i>Eupatorium cannabinum</i>					×
<i>Festuca huonii</i>	×	×		×	
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>pruinosa</i>	×	×	×		×
<i>Leontodon saxatilis</i>	×	×			
<i>Leucanthemum vulgare</i>					×
<i>Lotus corniculatus</i>	×	×			×
<i>Plantago coronopus</i>	×	×	×	×	
<i>Rosa spinosissima</i>					×
<i>Rubus</i> gr. <i>fruticosus</i>					×
<i>Sedum anglicum</i>					×
<i>Silene uniflora</i>					×
<i>Spergula rupicola</i>			×		
<i>Teucrium scorodonia</i>					×
<i>Ulex europaeus</i>	×	×			
<i>Viola riviniana</i>					×

Tabelo 4. Fanerogamoj asociitaj kun la kreskolokoj de *Trimmatobelopsis versipellis* (nomenklaturado laŭ *Tela Botanica*).

Taksono	Kerudavel 1	Kerudavel 2	Kernot 1	Kernot 2	Bremeur
<i>Acarospora subrufula</i>			×		
<i>Amandinea pelidna</i>			×		
<i>Anaptychia runcinata</i>	×	×	×	×	o
<i>Aspicilia leproscens</i>			×		
<i>Buellia stellulata</i>				×	
<i>Candelariella aurella</i>					×
<i>Candelariella vitellina</i>		×	×	×	o
<i>Catillaria chalybeia</i>	×	×	×		
<i>Diploschistes caesioplumbeus</i>	×	×			
<i>Hydropunctaria maura</i>	×	×	o		
<i>Lecanora actophila</i>	×	×			
<i>Lecanora campestris</i>	×	×	×		
<i>Lecanora dispersa</i>			×		
<i>Lecanora gangaleoides</i>			×	×	o
<i>Lecanora intricata</i>				×	o
<i>Lecanora fugiens</i> vs	×		×		
<i>Lecanora oyensis</i>	×	×	o		
<i>Lecanora sulphurea</i>	×	×	×		
<i>Lecidella asema</i> var. <i>elaeochromoides</i>				×	
<i>Ochrolechia androgyna</i>	×		o		
<i>Ochrolechia parella</i>	×	×	×	×	
<i>Opegrapha conferta</i>	×				
<i>Pertusaria pluripuncta</i>	×	×	×	×	
<i>Pertusaria pseudocorallina</i>	×	×		×	o
<i>Polysporina simplex</i>	×			×	
<i>Protoparmelia montagnei</i>				×	
<i>Ramalina cuspidata</i>	×	×	×		
<i>Ramalina siliquosa</i>				×	
<i>Rhizocarpon richardii</i> subsp. <i>constrictum</i>	×	×	×	×	o
<i>Rinodina aspersa</i> subsp. <i>atrocineria</i>				×	×
<i>Rinodina luridescens</i>	×	×	×	×	
<i>Solenopsora vulturienis</i>			×		
<i>Tephromela atra</i> var. <i>atra</i>	×	×	×	×	o
<i>Toninia mesoidea</i>			×		
<i>Xanthoparmelia conspersa</i>	×	×		×	o
<i>Xanthoparmelia pulla</i>	×	×	o		o
<i>Xanthoparmelia verruculifera</i>				×	o
<i>Xanthoria aureola</i>	×	×	×	×	

Tabelo 5. Likenoj asociitaj kun *Trimmatothelopsis versipellis* (nomenklaturu laŭ Roux k al. 2014).
 × : en la samaj ekologiaj kondiĉoj; o : en malsamaj ekologiaj kondiĉoj.

al nedaŭraj elfluetoj, tia situo, sen esti escepta, ne ja estas regula. En elfluetejoj *Trimmatothelopsis* ĉiam estas kvazaŭ sola. Oni do povas dedukti, ke la specio facile eltenas la intensajn elfluetojn eventuale iom daŭrajn, sed ne bezonas ilin.

Fine la hazarda malkovro en aŭgusto kaj septembro 2014 de tri novaj kreskolokoj pensigas, ke *Trimmatothelopsis versipellis* estas probable sufiĉe disvastiĝinta sur la marbordo de Kabo Sizun, kies klifoj etendiĝas, kun la samaj petroj, laŭ kvindeko da kilometroj. Ĉi tiu likeno ĝis nun preteratentiĝis pro sia nekulfrapeco kaj pro sia granda ŝajna simileco (sen lupea observo) al *Polysporina simplex* tre abunda en tiaj habitatoj.

Komparo kun la tipa kreskoloko

La sola alia konata kreskoloko de *Trimmatothelopsis versipellis* estas tiu de la holotipo (neniam retrovita de post ĝia malkovro far BRIN en 1876, sed ĉu ĝi estis vere reserĉata?). Laŭ la teksto de la etikedo kaj laŭ la originala diagnozo (vidu pli poste la parton Priskribo

de *Trimmatothelopsis versipellis*) ĝia kreskoloko troviĝas en la departemento Maine-et-Loire, La Renaudière, sur tegolo de forlasita tegmento.

Ekzistas pluraj « La Renaudière » en Maine-et-Loire, sed nur unu komunumo, je ĉirkaŭ 40 km oriente de Nanto kaj malpli ol 10 km de la orienta ekstremo de la departemento Loire-Atlantique. Nu la tajdoj de Atlantiko almontas laŭ Luaro trans Nanto, ĝis Ancenis, kie la diferenco de la akvonivelo inter alta tajdo kaj malalta tajdo estas ankoraŭ de 1 m (6 m en Nanto). Iom sude de La Renaudière troviĝas la rivero Moine, sub-enfluanto de Luaro (tra la rivero Nanta Sèvre), kiu, same kiel la tuta loka reto el riveroj, submetiĝas al maraj influoj pro la tajdoj.

Laŭ la magraj informoj de la literaturo, la kreskoloko de la holotipo estas do notinde diferenca de la kreskolokoj en Finistère, ĉar ĝi ne estas marborda (kvankam probable submetata al la influoj de la tajdoj). La habitato sur tegolo estas evidente duaranga, sed indikas,



Figuro 1. Kreskoloko Kerudavel 1.



Figuro 2. Kreskoloko Kerudavel 2.



Figuro 3. Kreskoloko Kernot 1.



Figuro 4. Kreskoloko Kernot 2.

ke la specio ne devige kreskas sur acidaj petroj (kiel en Finistère), ĉar la tegoloj estas nekalkaj sed malmulte acidaj.

Se la indikoj de la etikedo kaj de la diagnozo ne estas eraraj, oni allasu, ke la ekologio de la specio estas pli vasta ol tiu, kiun oni povas dedukti de la malkovro de la kreskolokoj en Finistère (vidu pli poste la parton Priskribo de *Trimmatothelopsis versipellis*, Ekologio, disvastiĝo). Aliaj specioj limiĝintaj je la marbordo en Finistère povas malproksimiĝi de ĝi, kiam la temperaturaj kaj humidaj kondiĉoj estas favoraj. Ekzemple *Pertusaria pluripuncta*, regule asociita kun *Trimmatothelopsis versipellis* en Finistère, en la Mediteranea Regiono, povas malproksimiĝi de la marbordo kaj renkontiĝi en la etaĝoj termo- kaj malsupra mez-mediterranea (ĝis 430 m altitude en la Sierra del Cabo de Gata, Almerio, Andaluzio: EGEA k LLIMONA, 1994, sub *Pertusaria gallica*); *Ramalina siliquosa* kaj *Anaptychia runcinata*, ĉeestas kaj sur la marbordo kaj sur enlandaj altaĵoj: la unua povas renkontiĝi ĝis Sarthe (apud Le Mans, je ĉirkaŭ 150 km de la marbordo), la dua lokloke ĝis centoj da kilometroj de la marbordo (esceptokaze pli malproksime, ĝis 200 km en la departemento Haute-Vienne) kaj 1150 m altitude.

Memkompreneble reserĉado de *Trimmatothelopsis* en Maine-et-Loire kaj en Loire-Atlantique nepras.

Priskribo de *Trimmatothelopsis versipellis*

Trimmatothelopsis versipellis (Nyl.) Zschacke, *Rabenh. Kryptogamen-Flora*, **9**, 1(1): 593 (1934). **Baz.** *Verrucaria versipellis* Nyl., *Flora*, **60**: 230 (1877).



Figuro 5. Kreskoloko Breneur.

Loko laŭ la teksto de la etikedo de la holotipo, H, holotipo! (studita far P. NAVARRO-ROSINÉS kaj C. ROUX): [Francio,] *Maine-et-Loire, La Renaudière, sur un toit abandonné*. [Kol.] BRIN, 1876.

Loko laŭ la originale diagnozo (NYLANDER, 1877): *Supra tegulas lateritias vetustas in Gallia occidentalis, Maine-et-Loire, ad pagum La Renaudière* (BRIN).

Sinonimoj

≡ *Trimmatothele versipellis* (Nyl.) Zahlbr., in Engler et Prantl, *Natür. Pflanzenfam.*, **1**(1): 56 (1903).

≡ *Endocarpon versipellis* (Nyl.) H. Olivier, *Lichens de l'ouest et du nord-ouest de la France*, **2**: 237 (1902).

≡ *Endopyrenium versipellis* (Nyl.) Boistel, *Nouvelle flore des lichens*, **2**: 264 et 267 (1903).

≡ *Acarospora versipellis* (Nyl.) Cl. Roux et Nav.-Ros., *Bull. Soc. linn. Provence*, **53**: 152 (2002).

≡ *Myriospora versipellis* (Nyl.) K. Knudsen et L. Arcadia, *Opuscula Philolichenum* **11**: 24 (2012).

Priskribo

La sekvanta priskribo, morfologia kaj anatomia, baziĝas sur la holotipo (vidi ĉi-supre) kaj sur la specimenoj de du kreskolokoj malkovritaj en Finistère (Kerudavel, komunumo Plogoff, kaj Kernot 1, komunumo Cléden-Cap-Sizun). Ĉar pluraj anatomiaj desegnoj troviĝas en ROUX k NAVARRO-ROSINÉS (2011: fig. 1–7) kaj unu foto de la holotipo en WESTBERG k WEDIN (2011), ni ilustras ĉi tiun parton per makro- kaj mikro-fotoj neeldonitaj kaj per desegnoj pri la konidiujoj ĝis nun nekonataj. Kontraŭe ni ĉi-poste donos detalan priskribon de la specio, kiu kompletigas kaj laŭnecese korektas la priskribon de ROUX k NAVARRO-ROSINÉS (2011). La sola grava korekto koncernas la kolorojn de la talo kaj de la apotecioj, kiuj, laŭ la abunda freŝa materialo kolektita, estas nekontesteble karbonigraj, dum ROUX k NAVARRO (2011) taksis la talon de kaŝtane bruna ĝis nigrete bruna kaj la apoteciojn brune nigretaj. Grava aldono estas la priskribo de la piknidioj ĝis nun nekonataj.

Trimmatothelopsis versipellis estas karakterizata de **talo** (fig. 6–8) konsistanta el skvametoj [0,5–2 (2,7) × 0,3–1,5(2) mm; diko : 0,2–0,4 mm, sen kalkuli kun la apotecioj portataj de la talo] supraflanke unue ebenaj aŭ konveksetaj, poste fruet-evolue en formo de verukoj (enhavantaj apoteciojn po unu aŭ kelkaj, kiuj okupas la tuton aŭ la preskaŭ tuton de ĉiu skvameto), pli-malpli disaj aŭ interproksimaj, karbonigraj, malbrilaj, kelkafoje kovritaj de cianobakterioj de la genro *Gloeocapsa* (kun tegaĵo bruna aŭ ruĝa), ĝenerale iom malglataj; randumo nigra; malsupra flanko de nigra (apud la rando) ĝis helegkolora (en la centro). La plej junaj skvametoj observitaj (ebenaj aŭ konveksetaj) jam enhavas unu aŭ kelkajn apoteciojn aŭ piknidiojn,

tute entalajn, desupre ne aŭ ne tre videblajn. Post la disvolviĝo de la apotecioj, estas malfacile limdifini la parton (malsupran), kiu apartenas al la talo, disde tiu (supra), kiu apartenas al la apotecio (fig. 8). **Supra talkortiko** kun morta (aŭ epinekra) tavolo nula aŭ tre maldika (4–13 μm), kovranta la vivan parton (je 20–40 μm alta) konsistanta el: (1) pigmenta tavolo (je ĉirkaŭ 5–8 μm dika) malhele bruna (kelkafoje iom ruĝete), el unu tavolo de bone videblaj ĉeloj kun parieto bruna (ĉeloj de 5–7,5 \times 2–4,5 μm , inklude la parieton 0,5–1 μm dikan; pigmento amorfa per fotona mikroskopo; kamero de 3,5–5,5 \times 1–3 μm); (2) senkolora tavolo (20–30 μm dika), de sklero-ĝis prozo-plektenkima, el pluraj tavoloj de malgrandaj ĉeloj ne tre videblaj, tre densaj, rondaj aŭ longformaj (2–8 \times 2–4,5 μm , inkl. la parieton 1–1,5 μm dikan; kamero de 1–5 \times 0,5–1,5 μm). **Alga tavolo** (je ĉirkaŭ 60–100 μm alta), regula, sed lokloke interrompita de hifofaskoj perpendiklaj al talsupraĵo; algo protokokeca, kun ĉeloj globaj aŭ iom longformaj, de 5,5–15,5 \times 5–13 μm . **Medolo** maldika, ne tre videbla. **Flanka kaj malsupra kortiko**

maldika, ne tre videbla (kovranta la randumon kaj la periferian parton de la malsupra flanko de la skvametoj), konsistanta el kelkaj tavoloj de ĉeloj (3,5–7 μm diametraj, inkl. la parieton 1–2 μm dikan; kamero de 1–3 \times 2–4 μm) havantaj parieton malhele brunan (pigmento amorfa per fotona mikroskopo; la malsupra kortiko malaperas en la centra parto de la skvametoj, kie la medolo senpere adheras al la substrato.

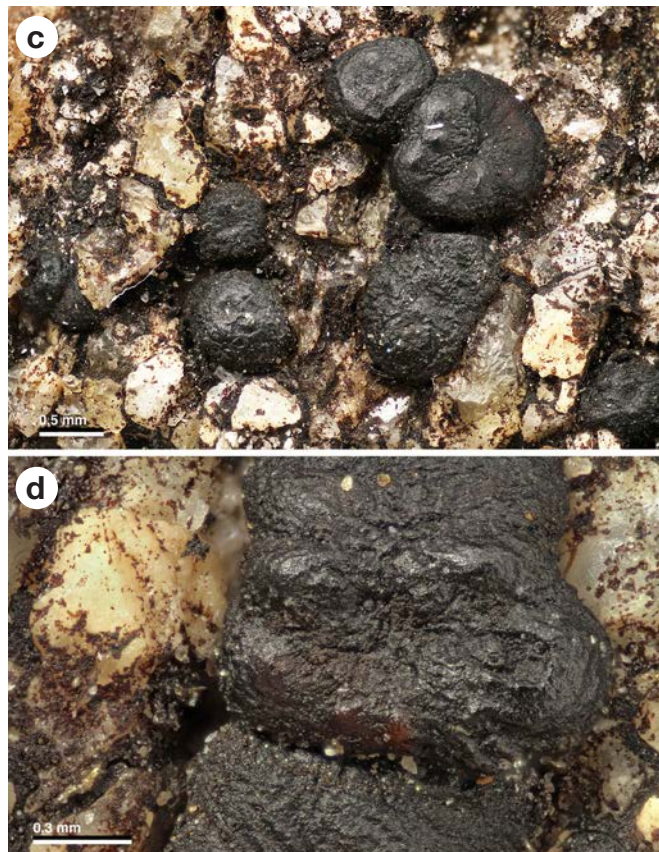
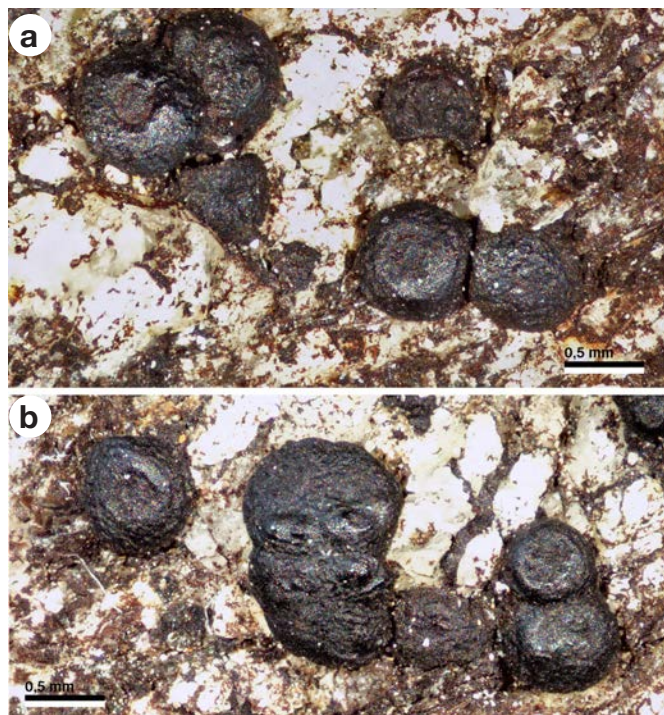
Apotecioj (fig. 7–9) 0,4–0,8 mm diametraj, 1–5(6)–opaj en la skvametoj, karbonigraj, unue periteciformaj kaj tute entalaj, poste samnivelaj kun la talo kaj fine elstaraj sed grandparte aŭ tute entenitaj de sia ekstera parto taldevena (tala randaĵo aŭ pli precize pseŭdoamfitecio), aspiciliecaj, rondaj, sed ofte malmulte malfermaj, ĝenerale okupantaj la tuton aŭ la preskaŭan tuton de la skvameto; pro formo kaj disvolviĝo, la pseŭdoamfitecio povas esti nomata ankaŭ fruktodona veruko; **disko** (0,15–0,5 mm diametra) karbonigra, malbrila, konkaveta aŭ ebena, glata aŭ iom malglata, kelkafoje kun umbo samkolora al la disko; **randaĵo** karbonigra, ofte iom malpli malbrila ol la disko,



Figuro 6. Surterena foto de *Trimmatothelopsis versipellis* (kreskoloko Kerudavel).

sufiĉe dika (0,15–0,4 mm), pli-malpli elstara, glata aŭ malglata. **Epitecio** sufiĉe malhele bruna; **himenio** senkolora, (130)150–230 μm alta, I+ (unue blua poste ruĝeta), KI+ (blua); **subhimenio** ĉirkaŭ 45–60 μm alta, I+ (unue blua poste ruĝeta), KI+ (blua), konsistanta el asko- kaj parafiz-donaj elementoj; **propra randajo** (= pseŭdoparatecio) kaj **hipotecio** interkontinua, I-, KI-; **pseŭdoparatecio** plej superaparte ĉirkaŭ 70–80 μm dika, malhele bruna, konsistanta el du tavoloj de brune pigmentitaj ĉeloj, relative grandaj kaj dis-

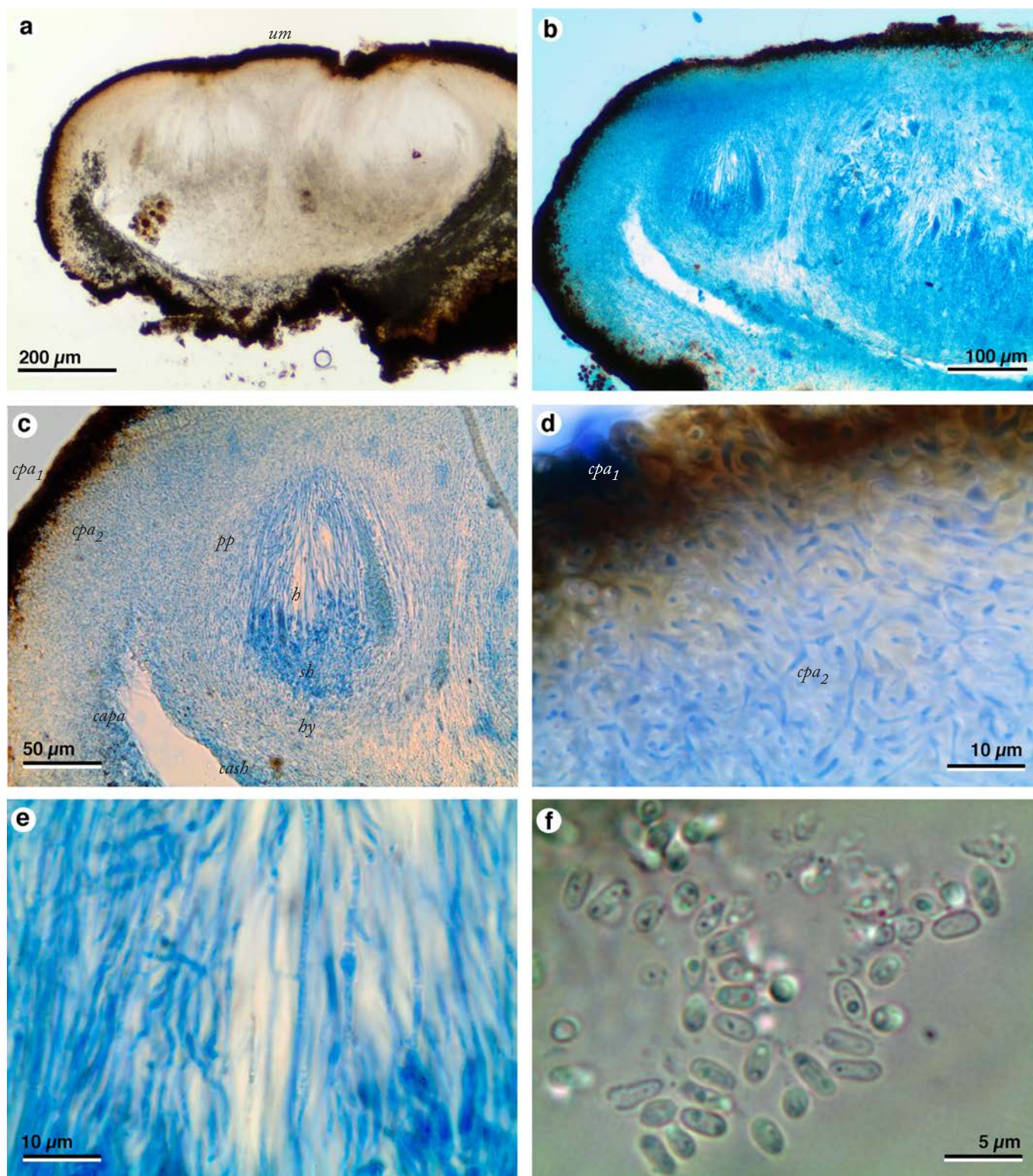
tingeblaj (ĉeloj de $4,5\text{--}6 \times 1,5\text{--}3,5 \mu\text{m}$, inklude de la parieto 1–1,5 μm dika; kamero de $0,5\text{--}5 \times 0,5\text{--}1 \mu\text{m}$), mez- kaj malsupra-parte senkolora, 20–40 μm dika, de sklero- ĝis prozo-plektenkima, konsistanta el ĉeloj malgrandaj kaj ne tre videblaj, tre densaj, rondaj aŭ longformaj (de $1,5\text{--}7 \times 1\text{--}3 \mu\text{m}$, inklude de la parieto 1–1,5 μm dika; kamero de $0,5\text{--}5 \times 0,5\text{--}1 \mu\text{m}$); **hipotecio** (aŭ centra pseŭdoparatecio) senkolora, kontinua kun la periferia pseŭdoparatecio kaj samstruktura al ĝi, de 25–40 μm dika, el ĉeloj ne tre distingeblaj, tre



Figuro 7. Detala foto pri *Trimmatothelopsis versipellis* (kreskoloko Kerudavel). a, b) Apotecioj maturaj, bone stataj, kun disko kaj randajo bon videblaj. c, d) Apotecioj maljunaj, iom eroditaj.



Figuro 8. Transversa sekcaĵo de veruka skvameto de *Trimmatothelopsis versipellis* (kreskoloko Kerudavel), preskaŭ tute okupita de umbro-hava apotecio (tala parto malsupre, interne blanka), vidita per stereomikroskopo. a) sekastate. b) humidastate.



Figuro 9. Mikrofotoj montrantaj la apoteci-strukturon de *Trimmatobelopsis versipellis* (kreskoloko Kerudavel). a: transversa sekcaĵo de apoteco subdividita de piliero el pseŭdoparatecia ŝajnhisto, formanta umbon (*um*) ne tre videblan en la surfaco kaj prosimume en la centro de la apotecia disko; b) same kiel a, sed alia sekcaĵo, kolorigita per laktofenola bluo, en kiu la pseŭdoparatecia piliero estas ekstercentra; c) detalo de la maldekstra parto de la apoteco de b, montranta la pseŭdoamfitecion (kortiko: *cpa1* kaj *cpa2*; alga tavolo: *capa* kaj *cash*), la himenion (*h*) (kun parafizoidoj, junaj askoj kaj asko sporohava), la subhimenion (*sh*) kaj la pseŭdoparatecion (*pp*) kontinuan kun la hipotecio (*hy*); d) detalo de la kortiko de la pseŭdoamfitecio kun ekstera parto (*cpa1*) malhele bruna kaj interna parto (*cpa2*) senpigmenta, laŭstrukture de sklero- ĝis prozo-plektenkima; e) detalo de parafizoidoj kolorigitaj per laktofenola kotonbluo; f) sporoj. Vidu ankaŭ ROUX kaj NAVARRO-ROSINÉS (2011: 180, fig. 2).

densaj, de $2-7,5 \times 1,5-3 \mu\text{m}$ (inklude de la parieto $0,5-1,5 \mu\text{m}$ dika; kamero de $0,5-6 \times 0,5-1 \mu\text{m}$); **tala randaĵo (pseŭdoamfitecio)** dika ($110-180 \mu\text{m}$), kun kortiko (fig. 9d) simila al tiu de la talo, konsistanta el (1) ekstera parto malhelbrune pigmentita, $12-20(25) \mu\text{m}$ dika, el du tavoloj de ĉeloj bone distingeblaj, de $5-10 \times 4-6 \mu\text{m}$, inklude de la parieto $1-1,5 \mu\text{m}$ dika, kaj (2) interna parto senkolora, notinde pli dika ol la ekstera, konsistanta el malgrandaj ĉeloj ne tre videblaj, tre densaj, rondaj ou longformaj (de $2-7,5 \times 2-3,5 \mu\text{m}$, inklude de la parieto $1-1,5 \mu\text{m}$ dika; kamero de $0,5-5 \times 0,5-1 \mu\text{m}$), similaj al tiuj de la talkortiko; alga tavolo de la pseŭdoamfitecio bone kreskinta, atinganta la duonon aŭ eĉ preskaŭ la supron de la apotecio. **Parafizoj** vs (fig. 9e), tre verŝajne parafizoidoj (same kiel ĉe la *Aspicilia*), $1-1,3-1,5 \mu\text{m}$ dikaj (je $1/3$ super la bazo; laŭ 49 mezuroj), apekse $2-2,8-3,5(4,5) \mu\text{m}$ dikaj (laŭ 25 mezuroj), oftete branĉaj-anastomozaĵ, notinde pli longaj ol la askoj. **Askoj** de $(90)100-140 \times 15-34 \mu\text{m}$, longete aŭ longe klaboformaj, enhavantaj sporojn po tre multaj ($200-300$ laŭ optika sekcaĵo), I-, KI- (escepte de la askoplasmo dekstrineca, iĝanta ruĝete oranĝa), kun toluso diketa, I-, KI-. **Sporoj** (fig. 9f) de $3-3,7-4(5) \times (1)1,5-1,5-2 \mu\text{m}$, longete elipsoidaj, kun rilatumo longo-larĝo (L/l) de $(1,9)2,1-2,4-2,9(3,1)$, laŭ 54 sporoj mezuritaj, almenaŭ freŝastate enhavantaj du etaĵn gutetojn.

Piknidioj nur unufoje observitaj (en la specimeno de Kernot 1, n. 26064), triope tute entalaj en skvameto, tute senkoloraj (escepte verŝajne ĉirkaŭ la ostiolo, kiun ni ne povis observi), pli-malpli elipsoidaj, de $90-130 \times 55-110 \mu\text{m}$, unukameraj, ĉirkaŭitaj de parieto ($10-16 \mu\text{m}$ dika) de sklero- ĝis prozo-plektenkima, el ĉeloj similaj al tiuj de la meza kaj malsupra pseŭdoparatecio de la apotecioj. **Konidioforoj** ($4-18 \times 1,5 \mu\text{m}$) konsistanta el unu aŭ du ĉeloj longformaj; **konididonaj ĉeloj** de $10,5-14,5 \times 1,5 \mu\text{m}$ (fig. 10). **Konidioj** baciloformaj, de $5-5,6-6(7) \times 1-1,1-1,5 \mu\text{m}$ (laŭ 34 mezuroj; fig. 11).

Ekologio kaj disvastiĝo

Trimmatothelopsis versipellis estas konata sur la marbordo de Finistère kaj, laŭ la malnova literaturo, en unu kreskoloko de Maine-et-Loire, kie devenas la holotipo, ne situanta sur la marbordo sed ne tre malproksime de ĉi tiu kaj probable submetata al maraj influoj (vidu pli supre: La novaj kreskolokoj de *Trimmatothelopsis versipellis*). Kalkulante kun la tuto de de la ĉi-supraj donitaĵoj, la ekologio de *Trimmatothelopsis versipellis* jene resumeblas:

Petroloĝa, sur nekalkaj rokoj aŭ sur tegolo, nekalkeja, acideja aŭ subneŭtreja, pluvelmeteja, kelkafoje iom elflueteja, suneja, saltolera. Etaĝoj adlitora kaj varme monteta ne malproksime de la marbordo. Pluvklimato subhumida.

Kladogeneza loko de *Trimmatothelopsis versipellis*

Ni kladike studis *Trimmatothelopsis versipellis* kaj diversajn speciojn de *Acarosporaceae*, inter aliaj de du genroj, al kiuj *Trimmatothelopsis* estis freŝdate atribuita, *Polysporina* kaj *Myriospora*, kaj ankaŭ de diversaj genroj nun akceptitaj, *Acarospora*, *Pleopsidium*, *Sarcogyne* kaj *Thelocarpella*. Pro manko de disponebla sekvenco de *Myriospora rhagadiza*, ni elektis du aliajn speciojn de la genro *Myriospora*, *M. smaragdula* (la genrotipon) kaj *M. scabrida*.

La kladogramo (fig. 12) klare montras, ke *Trimmatothelopsis versipellis* parenas nek al *Polysporina* (genro cetere heterogena), inter alie al *P. subfuscescens* (mem heterogena), nek al *Myriospora*, sed formas kladon kun du specioj morfologie kaj anatomie inter si tre diferencaj, *Thelocarpella gordensis* kaj *Acarospora rhizobola* (tab. 6). La karakteroj de ĉi tiu klado estas hamatecio konsistanta el parafizoidoj branĉaj-anastomozaĵ, maldikaj ($1-1,5 \mu\text{m}$ ĉirkaŭ $1/3$ super la base; sed ĉi tiu diko ne estas precizigita ĉe *A. rhizobola*), grandaj askoj longe klaboformaj (ĉirkaŭ $100-250 \mu\text{m}$ longaj), enhavantaj sporojn po tre multaj (de 200 ĝis 500 laŭ optika sekcaĵo), piknidioj tute entalaj, unukameraj, produktantaj malgrandajn konidiojn baciloformajn (ĉirkaŭ $4-6 \mu\text{m}$ longaj).

En ĉi tiu klado, *Thelocarpella gordensis*, petroloĝa-kalkeja, apartiĝas pro talo enpetra, grizeta, askuoj klare periteciformaj, askoj kun toluso ete I+ (blua), enhavanta ĉapon distingeble amelecan. El la du aliaj specioj, apotecihavaj, *Trimmatothelopsis versipellis*, petroloĝa-nekalkeja, havas talon karbonigan, preskaŭ dekomence limiĝantan je fruktodonaĵ verukoj, apoteciojn inter periteciformaj kaj aspiciliecaj, askojn kun toluso ne ameleca, dum *Acarospora rhizobola*, grundoloĝa, havas talon bone kreskintan, konsistantan el brunaj skvametoj ŝildoformaj, fiksiĝintaj al la substrato per rizenoj, kaj apoteciojn aspiciliecajn (neniu informo pri la ameleco aŭ ne-ameleco de la askotoluso).

Konsekvenca la genroj *Trimmatothelopsis* kaj *Thelocarpella* plu uzendas, dum *Acarospora rhizobola*, ekskludenda el la *Acarospora* s. s., probable apartenas al

nova genro, kion ni ne povas aserti, ĉar nia studo estas multe tro supraja koncerne al *A. rhizobola*.

Laŭ morfologio kaj anatomio *Trimmatothelopsis* diferencas de *Myriospora* (tab. 6), inklude de *M. rhagadiza* komence taksita kiel eble samspecia, pro talo karbonigra, fruevolue limiĝinta je fruktodonaj verukoj, dum la talo de *Myriospora* estas tipa, ĝenerale bone kreskinta kaj ne nigra sed bruna (kvankam kelkafoje nigrete bruna).

La specioj de *Polysporina* estas karakterizataj de talo bruna, malvasta aŭ nedistingebla, de apotecioj lecideecaj (do ne entenitaj de talverukoj), karbonigraj, havantaj umbojn tre kreskintajn, kiuj kovras la tutan aŭ la preskaŭ tutan diskon.

Polysporina subfuscenscens estas heterogena: la specimeno el Alpes–Maritimes, kun talo mezbruna, kladogeneze bone diferencas de tiu el Morbihan (Bretonio) kun talo hele bruna: eĉ se ilia loko sur la kladogramo ne estas certa (pro manko de signifikanco en la bazo de la klado de la *Acarospora* s. s.), iliaj sekvencoj de ITS–strikodoj diferencas per pli ol 65 lokoj (tio estas 8,2%), kio estas konsiderinda. Laŭ niaj unuaj observoj, la specimenoj kun kortiko pli pigmentoriĉa estas precipe mediteraneaj kaj submediteraneaj (Pyrénées–Orientales kaj Alpes–Maritimes), dum tiuj kun hele brunaj taloj estas eŭrosiberiaj. Aliflanke ĉi tiuj du *Polysporina* ŝajnas malproksimaj de la genrotipo, *P. simplex*, kaj eĉ inkludeblas en la *Acarospora* s. s. (genro-

tipo: *Acarospora schleicheri*), kion faris MAGNUSSON (1936) koncerne al *Polysporina fuscenscens*, kiun li nomis *Acarospora subfuscenscens* (Nyl.) H. Magn. Tamen nia kladogramo, limigita, ĉar destinita nur por precizigi la kladogenezan lokon de *Trimmatothelopsis* kaj de *Thelocarpella*, ne ebligas certigi tion ĉi.

Ĝi eĉ malpli ebligas alpreni decidon pri kelkaj aliaj problemoj rilataj al la kladogenezo de la *Acarosporaceae*, kiujn ĝi evidencigas kelkaloke, kaj kiuj povos esti solvitaj nur per detala kaj funda studo de ĉi tiu familio, kio tute ne estas la celo de nia publikaĵo.

Tri aliaj specioj, kun askuoj pli–malpli periteciformaj kaj kun askoj multasporaj, supraj similas al *Trimmatothelopsis* sed ne apartenas al *Acarosporaceae* en la nuna stato de la scioj, tial ke oni tradicie lokas ilin en la genron *Melanophloea* de la familio *Thelocarpaceae* (KNUDSEN k KOCOURCOVA, 2013; KNUDSEN k al., 2011; LUMBSCH k HUHNDORF, 2007; MACCARTHY k KANTVILAS, 2009), vidpunkto, kiun ni sekvas, aŭ en aliajn familiojn (*Thelenellaceae* kaj eble *Trypetheliaceae*) laŭ APTROOT k SCHUMM (2012), vidpunkto kontestita far KNUDSEN k KOCOURCOVA (2013):

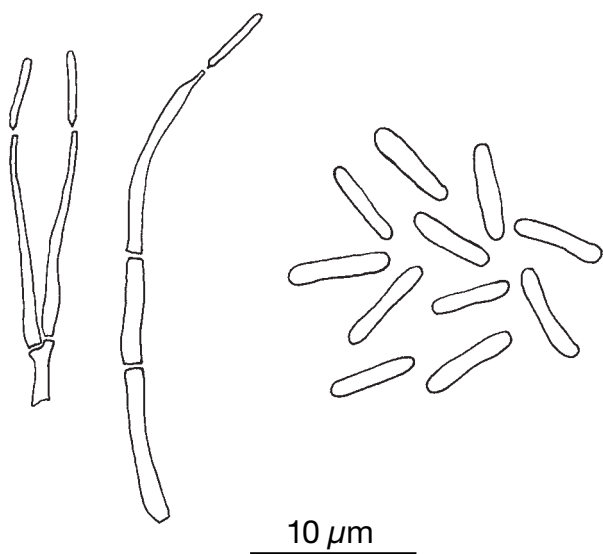
- *Melanophloea pacifica* P. James et Vězda, diferencas de *Trimmatothelopsis* precipe pro talo surŝela, sporoj globaj, askoj I+ (bluaj) kaj parafizoidoj kun septoj ne tre distingeblaj (hamatecio ameleca same kiel ĉe *Trimmatothelopsis*).

- *Melanophloea americana* K. Knudsen et Lendemer, petroloĝa–nekalkeja, diferencas de *Trimmatothelopsis* precipe pro ekstera askuj–parieto paraplektenkima kaj asktoluso ameleca (talo taksita kiel malesta).

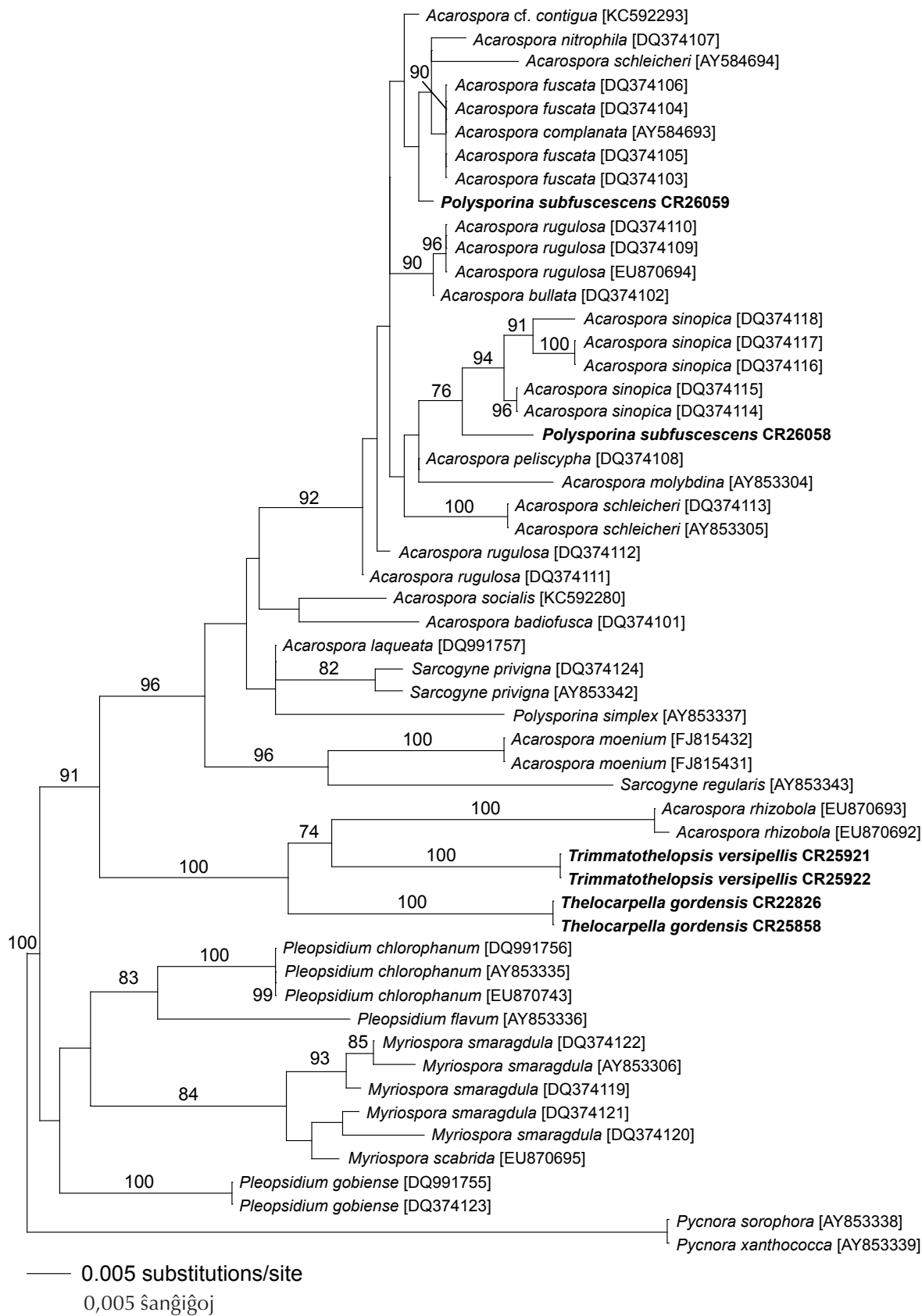
- *Melanophloea montana* P.M. McCarthy, ankaŭ petroloĝa–nekalkeja, diferencas de *Trimmatothelopsis* pro ekstera askuj–parieto verdeto nigra, subhimenio de helege ĝis orange bruna, kaj askoj amelecaj (same kiel la himenio) kun parieto egale maldika eĉ askosupre, kaj pro talo surpetra, fendet–areola.

Ĉar neniu DNA–analizo estas havebla por ĉi tiuj tri specioj, ilia taksonomia loko estas necerta, des pli ke ili notinde diferencas unuj de la aliaj morfologie kaj anatomie.

La karaktero « askuoj pli–malpli periteciformaj, enhavantaj askojn multasporajn » do aperis sendepende en pluraj familioj de likeniĝintaj *Ascomycetes* diversafinaj (*Acarosporaceae*, *Thelocarpaceae*, *Stictidaceae* de la genro *Thelopsis*), el kiuj nur la du unuaj devige havas sporojn multasporajn.



Figuro 10 (maldekstre). Konidioforoj kaj konididonaj ĉeloj portantaj konidionojn po unu. Figuro (dekstre) 11. Konidionoj.



Figuro 12. La plej probabla kladogramo ricevita per la indikiloj mtSSU kaj la programo RAxML. La kolektonumeroj de la nove sekven-citaj specimenoj estas grasaj. La specimenoj, kies sekvencoj fontas el GenBank, estas montritaj per la numeroj de GenBank inter rektaj krampoj. La butstrap-valoroj superaj al 70% estas indikitaj super aŭ malsuper la branĉoj.

	<i>Trimmatothelopsis versipellis</i>	<i>Acarospora rhizobola</i> ⁽¹⁾	<i>Thelocarpella gordensis</i>
Talo	surpetra, fruevolue limiĝanta je fruktodonaj verukoj , karbonigra, fiksiĝinta per hifoj	surpetra, el ŝildoformaj skvametoj, brunaj aŭ malhele brunaj, fiksiĝintaj per rizenoj	enpetra , grizeta, fiksiĝinta per hifoj
Apotecioj	unue periteciformaj, poste aspici- liecaj, kun parieto eksteraparte tute karbonigra, kun disko sufiĉe mal- multe malferma, escepte finevolue (sen ostiolo)	aspiciliecaj, krateroformaj, tute entalaj, brunaj, kun disko unue malmulte, poste sufiĉe mal- ferma (sen ostiolo)	periteciformaj , supraparte malhelkoloraj, malsupraparte senkolora, kun distingebla ostiolo, sufiĉe elstara, ĉirkaŭita de papiloj
Parafizoidoj (diametro) ⁽²⁾	1–1,5 µm	?	1–1,5 µm
Asktoj	100–140 × 15–34 µm, kun toluo ne ameleca	200–250 × 15–20 µm, tolusreakcio ne precizigita	165–200 × 35–50 µm, kun toluo ameleca
Sporoj	3–4 × 1,5–2 µm	4–5 × 2 µm	4–5,5 × 2–2,5 µm
Piknidioj	55–110 µm	80–150 µm	100–120 µm
Konidioj	5–6 × 1–1,5 µm	4–5 × 1 µm	3,5–5 × 1–1,5 µm
Ekologio	petroloĝa–nekalkeja	grundoloĝa	petroloĝa–kalkeja

Tabelo 6. Precipaj distingigaj karakteroj de kelkaj specioj de *Acarosporaceae* afinaj al *Trimmatothelopsis versipellis* aŭ analogaj kun ĝi. (1) laŭ ALSTRUP 1986 kaj SMITH k al. 2009; (2) je 1/3 super la bazo.

Studitaj specimenoj

Vidu ankaŭ ROUX k NAVARRO–ROSINÉS (2011: 177–178).

Myriospora rhagadiza: Francio, Bretonio, Finistère

- Le Conquet, île Béniguet, Penn Biliog, cordon de galets sur une île, sur galet partiellement ensablé de roche granitique. Alt. 2 m. Date: 2013/04/17. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 26065, leg. J.–Y. MONNAT.

- Plogoff, Kerudavel, flanc d'une fausse-falaise adlittorale, dans une zone de roche granitique altérée dans une pente rocheuse, sur pierres granitiques au sol. Alt. 25 m. Date: 2013/05/14. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 26066, leg. J.–Y. MONNAT.

- Cléden–Cap–Sizun, Ar Van, sur roche granitique. Alt. 20 m. Date: 2014/05/07. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 26067, leg. J.–Y. MONNAT.

Polysporina subfuscescens: France

- Provenço, Alpes–Maritimes, Entraunes, Estenc, col de la Cayolle, Le Garret, sommet rocheux avec quelques petits surplombs, sur grès d'Annot décalcifié en surface, orient. gén. SE. Alt. 2383 m. Date: 2012/07/23. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 26058, leg. C. ROUX.

- Bretonio, Finistère, Gourin, Penquerhoët, ancienne ardoisière, dans un cône de déblais en lisière d'un taillis de feuillus, sur fragments de schiste ardoisier. Alt. c. 210 m. Date: 2013/02/02. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 26059, leg. J.–Y. MONNAT.

Thelocarpella gordensis: Francio, Provenço

- Vaucluse, Gordes, col de Gordes, bord de champ abandonné envahi par un taillis de *Quercus ilex*, sur bloc de calcaire gréseux cohérent (molasse), orient. gén. O, pente 90°. Alt. 350 m. Date: 1995/04/21. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 22826, kol. P. NAVARRO–ROSINÉS k C. ROUX.

- Drôme, Montbrison–sur–Lez, entre les Gailles et le ravin des Pigières, au bord de la piste, sur petits blocs de molasse (calcaire gréseux) tendre et très poreuse, orient. gén. SO, orient. loc. SO,

pente 20°. Alt. 350 m. Date: 2011/06/15. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 25858, leg. P. NAVARRO–ROSINÉS et C. ROUX.

Trimmatothelopsis versipellis (vidu ankaŭ la holotipon): la jenaj specimenoj estas elektitaj kiel epitipoj: Francio, Bretonio, Finistère

- Plogoff, Kerudavel, sur la flanko de adlitorala ŝajnklofo, sur subhorizontala surfaco de orientiĝa leŭkogranito (kun muskovito kaj biotito), alt. 20 m. Dato: 2013/03/26. MARSSJ, herbario C. ROUX, n° 25916, kol. J.–Y. MONNAT.

- Plogoff, Kerudavel, sur la flanko de adlitorala ŝajnklofo, sur klina surfaco relative glata el leŭkogranito (kun muskovito k biotito), alt. 20 m. Dato: 2013/05/14. MARSSJ, herbario C. ROUX, 25921 (ADN), 25922 (ADN), 25923–25928, kol. J.–Y. Monnat; BCN–Lich, ex herb. C. ROUX n° 25919, 25920, kol. J.–Y. Monnat.

- Cléden–Cap–Sizun, Kernot 1, sur horizontala surfaco horizontale de trondjemito, alt. 40 m. Dato: 2014/08/28. MARSSJ, herbier C. ROUX, n° 26064, kol. J.–Y. Monnat.

DANKOJ

Ni dankas al Robert BOUMIER (Gorges, Loire–Atlantique), kiu donis al ni informojn pri La Renaudière, Michel DUC GONINAZ (Aikso–la–Provenca), kiu relegis nian tekston, Robert F. LACHLAN (Londono), kiu faris la fotojn 7c et 7d dum restado en Barcelono, kaj Adam WHITE (Canberra), kiu helpis en la Molekula Laboratorio.

BIBLIOGRAFIO

- ALSTRUP V., 1986.— Contributions to the lichen flora of Greenland. *Int. J. Mycol. Lichenol.*, **3**(1): 1–16.
- ARCADIA L. (in) k KNUDSEN K., 2012.— The name *Myriospora* is available for the *Acarospora smaragdula* group. *Opuscula philolichenum*, **11**: 19–25.
- APTROOT A. k SCHUMM F., 2012.— The genus *Melanophloea*, an example of convergent evolution towards polyspory. *Lichenologist*, **44**(4): 501–509.

<i>Myriospora rhagadiza</i>	<i>Polysporina subfuscescens</i>
surpetra, areol-skvameta, de hele ĝis nigrete bruna, fiksiĝinta per hifoj	surpetra, areol-skvameta, de hele ĝis meze bruna, fiksiĝinta per hifoj
aspiciliecaj, de ruĝete bruna ĝis nigreta, kun disko finevolue larĝe malferma	lecideecaj, karbonigraj, kun disko havantaj umbojn tre kreskintajn, kiuj kovras la tutan aŭ la preskaŭ tutan diskon
1–1,5(2) µm	1,5–2 µm
105–130 × 16–23 µm, kun toluo ne ameleca	58–85 × 12–22 µm, kun toluo ne ameleca
3–4 × 1,5–2 µm	3,5–5 × 1,5–2 µm
ne priskribitaj	ne priskribitaj
ne priskribitaj	ne priskribitaj
petroloĝa-nekalkeja	petroloĝa-nekalkeja

Tabelo 6 (fino).

- BARRIÈRE M., CHAURIS L., FOUQUET Y., GUILCHER A., LEFORT, J.-P. k PELHATE A., 1985.— *Notice explicative de la feuille pointe du Raz à 1/50 000e*. Bureau de recherches géologiques et minières.
- EGEA J.M. k LLIMONA, 1994.— La flore et la végétation lichénique des laves acides du parc naturel de la Sierra del Cabo de Gata (SE de l'Espagne) et des régions voisines. *Bull. Soc. linn. Provence*, **45**, Hommage scientifique à G. Clauzade: 263–281.
- ERTZ D. k DIEDERICH P., 2004.— Revision of *Trimmatothelopsis antarctica*, a new lichen genus with true ascoconidia. *Mycological Progress*, **3**(3): 229–236.
- GARDES M. k BRUNS T. D., 1993.— ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes — application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.*, **2**: 113–118.
- GUEIDAN C., ROUX C. k LUTZONI F., 2007.— Using a multigene phylogenetic analysis to assess generic delineation and character evolution in Verrucariaceae (Verrucariales, Ascomycota). *Mycol. Res.*, **11**: 1145–1168.
- JAMES P.W. k VĚZDA A., 1971.— *Melanophloea* P. James et Vězda, a new lichen genus. *Lichenologist*, **5**: 89–91.
- KNUDSEN K. k KOCOURKOVÁ J., 2013.— Lichenological notes 6: nomenclatural acts. *Mycotaxon*, **124**: 353–359.
- KNUDSEN K., LENDEMER J. k HARRIS R. C., 2011.— Lichens and lichenicolous fungi – no. 15: miscellaneous notes on species from eastern North America. *Opuscula Philolichenum*, **9**: 45–75.
- LUMBSCH H.T. k HUHDORF S.M., 2007.— Outline of Ascomycota – 2007. *Myconet*, **13**: 1–58.
- MACCARTHY P.M., 2008.— A new species of *Melanophloea* (Thelecarpaceae) from north-eastern Queensland. *Australasian Lichenology*, **62**: 26–28.
- MACCARTHY P.M. k KANTVILAS G., 2009.— *Thelecarpaceae*. *Flora of Australia*, **57**: 563–569.
- MADDISON W.P. k MADDISON D. R., 2014.— *Mesquite: a modular system for evolutionary analysis*. Versio 3.01 <http://mesquiteproject.org>.
- MAGNUSSEN H., 1935.— *Acarosporaceae und Thelecarpaceae*. Dr. L. Rabenhorst's *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, 2a ed., **5**(1): 1–318. M.B.H. édit., Leipzig.
- NAVARRO-ROSINÉS P., ROUX C. k BELLEMÈRE A., 1999.— *Thelecarpella gordensis* gen. et sp. nov. (Ascomycetes lichenisati, Acarosporaceae). *Can. J. Bot.*, **77**: 835–842.
- ROUX C., 2007.— Likenoj de Okcidenta Eŭropo. Suplemento 4a: eltiraĵoj 2 (extraits 2). *Bull. Ass. fr. Lichénologie*, **32**(2): 5–36.
- ROUX C. k kunlab., 2014.— *Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine*. Des Abbayes ed., Fougères (Ille-et-Vilaine), 1525 p., presata.
- ROUX C. k NAVARRO-ROSINÉS P., 2002.— La identeco de *Verrucaria versipellis* Nyl. *Bull. Soc. linn. Provence*, **53**: 151–153.
- ROUX C. k NAVARRO-ROSINÉS P., 2011.— *Trimmatothelopsis* (Acarosporaceae, Ascomycota lichenisati), le nom légitime de *Silobia*. *Bull. Soc. linn. Provence*, **62**: 167–187.
- ROUX C., NORDIN A., TIBELL L. k SOHRABI M., 2011.— Quelques espèces d'*Aspicilia* peu connues ou nouvelles des Pyrénées-Orientales (France). *Bull. Soc. linn. Provence*, n° spéc. **14**: 177–227.
- SMITH C.W., APTROOT A., COPPINS B.J., FLECHTER A., GILBERT O.L., JAMES P.W. k WOLSELEY P.A., 2009.— *The lichens of Great Britain and Ireland*. British Lichen Society édit., Londres, ix + 1046 p.
- STAMATAKIS A., LUDWIG T. k MEIER H. 2005.— RAXML—III: A fast program for maximum likelihood-based inference of large phylogenetic trees. *Bioinformatics*, **21**: 456–463.
- STAMATAKIS A., HOOVER P. k ROUGEMONT J., 2008.— A rapid bootstrap algorithm for the RAXML web-servers. *Syst. Biol.* **57**: 758–771.
- SWOFFORD D. L. 2002.— PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods), versio 4.0 beta. Sunderland, Massachusetts: Sinauer.
- Tela Botanica 2014.— www.tela-botanica.org/
- WESTBERG M. k WEDIN M., 2011.— The identity of *Trimmatothelopsis versipellis* (Nyl.) Zsch. *Lichenologist*, **43**(4): 373–375.
- WESTBERG M., CREWE A. T., PURVIS O. W. k WEDIN M., 2011.— *Silobia*, a new genus for the *Acarospora smaragdula* complex (Ascomycota, Acarosporales) and a revision of the group in Sweden. *Lichenologist*, **43**(1): 7–25.
- WHITE T. J., BRUNS T., LEE S. k TAYLOR J. W., 1990.— Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS M.A., GELFAN, D.H., SNINSKY, J.J. et White T. (coord.), PCR Protocols, a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press, p. 315–322.
- ZOLAN M. E. k PUKKILA, P. J., 1986.— Inheritance of DNA methylation in *Coprinus cinereus*. *Mol. Cell. Biol.*, **6**: 195–200.
- ZOLLER S., SCHEIDEGGER C. k SPERISEN C., 1999.— PCR primers for the amplification of mitochondrial small subunit ribosomal DNA of Lichen-Forming Ascomycetes. *Lichenologist*, **31**: 511–516.

