

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
FACULTÉ DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES, TECHNOLOGIES ET
GÉOSCIENCES



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF PLANT
BIOLOGY

POSTGRADUATE SCHOOL OF
SCIENCE, TECHNOLOGY AND
GEOSCIENCE

**Taxonomie, chimiotaxonomie et évaluation des
activités antifongiques et antibactériennes de
quelques Basidiomycètes supérieurs (Agaricales
et Polyporales) du Cameroun et de la R.D. Congo**

Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat Ph.D.
en Biologie des Organismes Végétaux

Par : **METSEBING Blondo-Pascal**
Maître ès Sciences

Sous la direction de
MOSSEBO Dominique Claude
Professeur

Année Académique : 2020





DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES
DEPARTEMENT OF PLANT BIOLOGY

Yaoundé, le... 05.FEV.2021

ATTESTATION DE CORRECTION DE
THÈSE DE DOCTORAT/Ph.D.

Nous soussignés membres de jury de la thèse de Doctorat/Ph.D. de Monsieur **METSEBING Blondo-Pascal**, matricule **10S0442**, soutenue le 22 janvier 2021, sur le thème « **Taxonomie, chimiotaxonomie et évaluation des activités antifongiques et antibactériennes de quelques Basidiomycètes supérieurs (Agaricales et Polyporales) du Cameroun et de la R.D. Congo** », certifions qu'il a effectué les corrections conformément aux remarques et recommandations du jury.

En foi de quoi, nous lui délivrons cette attestation de correction pour servir et valoir ce que de droit /-

Président : **YOUMBI Emmanuel**, Professeur, Université de Yaoundé I,

Rapporteurs : **MOSSEBO Dominique Claude**, Professeur, Université de Yaoundé I,

NDINTEH TANTOH Derek, Professeur, Université de Johannesburg,
Afrique du sud,

Membres : **AMBANG Zachée**, Professeur, Université de Yaoundé I,

TONJOCK Rosemary, Epse KINGE, Maître de conférences, Université
de Bamenda,

NGONKEU MANGAPTCHÉ Eddy Leonard, Maître de conférences,
Université de Yaoundé I.

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I
THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTÉ DES SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY

**Taxonomie, chimiotaxonomie et évaluation des
activités antifongiques et antibactériennes de
quelques Basidiomycètes supérieurs (Agaricales
et Polyporales) du Cameroun et de la R.D. Congo**

Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat Ph.D.
en Biologie des Organismes Végétaux

Option : Botanique-Ecologie

Par:

METSEBING Blondo-Pascal

Maître ès Sciences

Matricule: 10S0442


Sous la direction de :

MOSSEBO Dominique Claude

Professeur

Année 2020

LISTE PROTOCOLAIRE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS		LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF

ANNÉE ACADEMIQUE 2019/2020

(Par Département et par Grade)

DATE D'ACTUALISATION : 19 Février 2020

ADMINISTRATION

DOYEN : TCHOUANKEU Jean- Claude, *Maitre de Conférences*

VICE-DOYEN / DPSAA : ATCHADE Alex de Théodore, *Professeur*

VICE-DOYEN / DSSE : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM, *Professeur*

VICE-DOYEN / DRC : ABOSSOLO Monique, *Maitre de Conférences*

Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F., *Maitre de Conférences*

Chef Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche DAASR : MBAZE MEVA'A Luc Léonard, *Professeur*

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (38)			
N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	BIGOGA DIAGA Jude	Professeur	En poste
2	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3	FOKOU Elie	Professeur	En poste
4	KANSCI Germain	Professeur	En poste
5	MBACHAM FON Wilfried	Professeur	En poste
6	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
7	NINTCHOM PENLAP V. épouse BENG	Professeur	En poste
8	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste
9	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
10	ATOgho Barbara Mma	Maître de Conférences	En poste
11	AZANTSA KINGUE GABIN BORIS	Maître de Conférences	En poste
12	BELINGA née NDOYE FOE M. C. F.	Maître de Conférences	Chef DAF / FS

13	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
14	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Maître de Conférences	En poste
15	EFFA NNOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
17	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
18	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
19	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
20	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Maître de Conférences	Inspecteur de Service MINESUP
21	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Maître de Conférences	En poste
22	AKINDEH MBUH NJI	Chargée de Cours	En poste
23	BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie	Chargée de Cours	En poste
24	DAKOLE DABOY Charles	Chargée de Cours	En poste
25	DJUIKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargée de Cours	En poste
26	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Chargé de Cours	En poste
27	EWANE Cécile Anne	Chargée de Cours	En poste
28	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
29	BEBEE Fadimatou	Chargée de Cours	En poste
30	KOTUE KAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
31	LUNGA Paul KEILAH	Chargé de Cours	En poste
32	MANANGA Marlyse Joséphine	Chargée de Cours	En poste
33	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Chargée de Cours	En poste
34	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Chargé de Cours	En poste
35	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste
36	MBOUCHE FANMOE Marceline Joëlle	Assistante	En poste
37	OWONA AYISSI Vincent Brice	Assistant	En poste
38	WILFRIED ANGIE Abia	Assistante	En poste

2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (48)			
1	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Professeur	<i>VICE-DOYEN / DSSE</i>
2	BILONG BILONG Charles-Félix	Professeur	Chef de Département
3	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
4	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En Poste
5	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeur	<i>Vice Doyen/FMSB/UYI</i>
6	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
7	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	En poste
8	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
9	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
10	NOLA Moïse	Professeur	En poste
11	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste

12	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Inspecteur de service Coord.Progr./MINSANTE</i>
13	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Professeur	<i>En poste</i>
14	BILANDA Danielle Claude	Maître de Conférences	En poste
15	DJIOGUE Séfirin	Maître de Conférences	En poste
16	DZEUFIET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
17	JATSA BOUKENG Hermine épse MEGAPTCHÉ	Maître de Conférences	En Poste
18	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
19	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
20	MONY Ruth épse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
21	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Maître de Conférences	En poste
22	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste
23	ALENE Désirée Chantal	Chargée de Cours	En poste
26	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
27	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste
28	DONFACK Mireille	Chargée de Cours	En poste
29	ETEME ENAMA Serge	Chargé de Cours	En poste
30	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargée de Cours	En poste
31	KANDEDA KAVAYE Antoine	Chargé de Cours	En poste
32	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Chargé de Cours	En poste
33	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
34	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
35	MOUNGANG LucianeMarlyse	Chargée de Cours	En poste
36	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Chargé de Cours	En poste
37	NGOULATEU KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste
38	NGUEMBOK	Chargé de Cours	En poste
39	NJUA Clarisse Yafi	Chargée de Cours	Chef Div. UBA
40	NOAH EWOTI Olive Vivien	Chargée de Cours	En poste
41	TADU Zephyrin	Chargé de Cours	En poste
42	TAMSA ARFAO Antoine	Chargé de Cours	En poste
43	YEDE	Chargé de Cours	En poste
44	BASSOCK BAYIHA Etienne Didier	Assistant	En poste
45	ESSAMA MBIDA Désirée Sandrine	Assistante	En poste
46	KOGA MANG DOBARA	Assistant	En poste
47	LEME BANOCK Lucie	Assistante	En poste
48	YOUNOUSSA LAME	Assistant	En poste

3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (32)			
1	AMBANG Zachée	Professeur	Chef Division/UYII
2	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
3	DJOCGOUE Pierre François	Professeur	En poste
4	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste

5	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
6	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste
7	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
8	BIYE Elvire Hortense	Maître de Conférences	En poste
9	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
10	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
11	MBARGA BINDZI Marie Alain	Maître de Conférences	CT/ MINESUP
12	MBOLO Marie	Maître de Conférences	En poste
13	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	CE / MINRESI
14	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	En poste
15	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
16	TONFACK Libert Brice	Maître de Conférences	En poste
17	DJEUANI Astride Carole	Chargé de Cours	En poste
18	GOMANDJE Christelle	Chargée de Cours	En poste
19	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargé de Cours	En poste
20	MAHBOU SOMO TOUKAM. Gabriel	Chargé de Cours	En poste
21	NGALLE Hermine BILLE	Chargée de Cours	En poste
22	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
23	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Chargé de Cours	En poste
24	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargé de Cours	En poste
25	ONANA JEAN MICHEL	Chargé de Cours	En poste
26	GODSWILL NTSOMBAH NTSEFONG	Assistant	En poste
27	KABELONG BANAHOU Louis-Paul- Roger	Assistant	En poste
28	KONO Léon Dieudonné	Assistant	En poste
29	LIBALAH Moses BAKONCK	Assistant	En poste
30	LIKENG-LI-NGUE Benoit C	Assistant	En poste
31	TAEDOUNG Evariste Hermann	Assistant	En poste
32	TEMEGNE NONO Carine	Assistant	En poste

4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (35)			
1	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Vice Recteur Univ ,Bamenda</i>
2	ELIMBI Antoine	Professeur	En poste
3	Florence UFI CHINJE épouse MELO	Professeur	<i>Recteur Univ.Ngaoundere</i>
4	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé de Miss.PR</i>
5	NANSEU Njiki Charles Péguy	Professeur	En poste
6	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI/Chef de Département</i>
7	NGOMO Horace MANGA	Professeur	<i>Vice Chancellor/UB</i>

8	NDIKONTAR Maurice KOR	Professeur	<i>Vice-Doyen Univ. Bamenda</i>
9	NENWA Justin	Professeur	En poste
10	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>DOYEN FS Uds</i>
11	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	<i>Chargée Mission P.R.</i>
12	DJOUFAC WOUMFO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
13	KAMGANG YOUBI Georges	Maître de Conférences	En poste
14	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
15	KONG SAKEO	Maître de Conférences	En poste
17	NDI NSAMI Julius	Maître de Conférences	En poste
18	NJOMOU C. épouse DJANGANG	Maître de Conférences	En poste
19	NJOYA Dayirou	Maître de Conférences	En poste
20	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste
21	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
22	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Chargé de Cours	CS/ ENS Bertoua
23	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Chargé de Cours	En poste
24	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
25	KENNE DEDZO GUSTAVE	Chargé de Cours	En poste
26	KOUOTOU DAOUDA	Chargé de Cours	En poste
27	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
28	MBEY Jean Aime	Chargé de Cours	En poste
29	NCHIMI NONO KATIA	Chargé de Cours	En poste
30	NEBA nee NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargée de Cours	CT/ MINFEM
31	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargée de Cours	En poste
32	PABOUDAM GBAMBIE A.	Chargée de Cours	En poste
33	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
34	NJANKWA NJABONG N. Eric	Assistant	En poste
35	PATOUOSSA ISSOFA	Assistant	En poste
36	SIEWE Jean Mermoz	Assistant	En Poste

5- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (35)			
1	DONGO Etienne	Professeur	Vice-Doyen / PSAA
2	GHOGOMU TIH Robert Ralph	Professeur	Dir. IBAF/UDA
3	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	Chef de Département UDS
4	NKENGFACK Augustin Ephrem	Professeur	Chef de Département
5	NYASSE Barthélemy	Professeur	En poste
6	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur/ MINESUP</i>
7	WANDJI Jean	Professeur	En poste
8	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	<i>DEPE/ Rectorat/UYI</i>

9	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	<i>Chef Service Programme & Diplômes</i>
10	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	En poste
11	FOTSO WABO Ghislain	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
13	KEUMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
14	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
15	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
16	MKOUNGA Pierre	Maître de Conférences	En poste
17	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Maître de Conférences	Chef Service/MINESUP
18	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	Sous/Direct. MINERESI
19	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Maître de Conférences	En poste
20	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
21	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
22	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Doyen /FS/ UYI</i>
23	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
24	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
25	AMBASSA Pantaléon	Chargé de Cours	En poste
26	KAMTO Eutrophe Le Doux	Chargé de Cours	En poste
27	MVOT AKAK CARINE	Chargé de Cours	En poste
28	NGNINTEDO Dominique	Chargé de Cours	En poste
29	NGOMO Orléans	Chargée de Cours	En poste
30	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Chargée de Cours	En poste
31	SIELINOU TEDJON Valérie	Chargé de Cours	En poste
32	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
33	ZONDENDEGOUNBA Ernestine	Chargée de Cours	En poste
34	MESSI Angélique Nicolas	Assistant	En poste
35	TSEMEUGNE Joseph	Assistant	En poste

6- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (27)			
1	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef Div. MINESUP</i>
2	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	<i>Chef Dpt ENS/Chef IGA. MINESUP</i>
3	NDOUN DAM René	Maître de Conférences	En poste
4	AMINOUE Halidou	Chargé de Cours	En poste
5	DJAM Xaviera YOUH – KIMBI	Chargé de Cours	En Poste
6	EBELE Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
7	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
8	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
9	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
10	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste

11	ABESSOLO ALO'O Gislain	Chargé de Cours	En poste
12	KAMGUEU Patrick Olivier	Chargé de Cours	En poste
13	MONTHÉ DJIADEU Valéry M.	Chargé de Cours	En poste
14	OLLE OLLE Daniel Claude Delort	Chargé de Cours	C/D Enset. Ebolowa
15	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
16	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
17	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
18	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
19	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
20	EKODECK Stéphane Gaël Raymond	Assistant	En poste
21	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
22	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
23	MAKEMBE. S . Oswald	Assistant	En poste
24	MESSI NGUELE Thomas	Assistant	En poste
25	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistante	En poste
26	NKONDOCK. MI. BAHANACK.N.	Assistant	En poste

7- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (30)			
1	EMVUDU WONO Yves S.	Professeur	<i>CD Info/ Inspecteur MINESUP</i>
2	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
3	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
4	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
5	MBEHOU Mohamed	Maître de Conférences	En poste
6	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	Directeur/AIMS Rwanda
7	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	Chef Cellule MINPLAMAT
8	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
9	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
10	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste
11	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
12	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
13	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
14	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
15	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
16	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Chargé de Cours	En poste
17	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
18	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
19	NIMPA PEFOUNKEU Romain	Chargée de Cours	En poste
20	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
21	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
22	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste

23	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
24	TETSADJIO TCHILEPECK M. E.	Chargée de Cours	En poste
25	TIAYA TSAGUE N. Anne-Marie	Chargée de Cours	En poste
26	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste
27	BITYE MVONDO Esther Claudine	Assistante	En poste
28	MBATAKOU Salomon Joseph	Assistant	En poste
29	MEFENZA NOUNTU Thiery	Assistant	En poste
30	TCHEUTIA Daniel Duviol	Assistant	En poste

8- DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (18)			
1	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	DRV/IMPM
2	NWAGA Dieudonné M.	Professeur	En poste
3	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
4	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
5	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
6	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
7	ASSAM ASSAM Jean Paul	Chargé de Cours	En poste
8	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
9	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
10	ESSONO OBOUGOU Germain G.	Chargé de Cours	En poste
11	NJIKI BIKOÏ Jacky	Chargée de Cours	En poste
12	TCHIKOUA Roger	Chargé de Cours	En poste
13	ESSONO Damien Marie	Assistante	En poste
14	LAMYE Glory MOH	Assistant	En poste
15	MEYIN A EBONG Solange	Assistante	En poste
16	NKOUDOU ZE Nardis	Assistant	En poste
17	SAKE NGANE Carole Stéphanie	Assistante	En poste
18	TOBOLBAÏ Richard	Assistant	En poste

9. DEPARTEMENT DE PYSIQUE(PHY) (42)			
1	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
2	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
3	EKOBENA FOU DA Henri Paul	professeur	<i>VRCIE-UYI</i>
4	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
5	NANA ENGO Serge Guy	Professeur	En poste
6	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	Chef de Département
7	NOUAYOU Robert	Professeur	En poste
8	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	<i>Sous Directeur/ MINRESI</i>
9	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
10	TABOD Charles TABOD	Professeur	Doyen Univ/Bda
11	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste

12	WOAFO Paul	Professeur	En poste
13	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	DG/HYDRO Mekin
14	BODO Bertrand	Maître de Conférences	En poste
15	DJUIDJE KENMOE épouse ALOYEM	Maître de Conférences	En poste
16	EYEBE FOUA Jean sire	Maître de Conférences	En poste
17	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
18	HONA Jacques	Maître de Conférences	En poste
19	MBANE BIOUELE César	Maître de Conférences	En poste
20	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
21	NDOP Joseph	Maître de Conférences	En poste
22	SAIDOU	Maître de Conférences	MINERESI
23	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
24	SIMO Elie	Maître de Conférences	En poste
25	VONDOU Derbetini Appolinaire	Maître de Conférences	En poste
26	WAKATA née BEYA Annie	Maître de Conférences	<i>Sous Directeur/ MINESUP</i>
27	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
28	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
29	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
30	ENYEGUE A NYAM épse BELINGA	Chargée de Cours	En poste
31	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	Chef Cell. MINADER
32	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En poste
33	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
34	MEL'I Joelle Larissa	Chargée de Cours	En poste
35	MVOGO ALAIN	Chargé de Cours	En poste
38	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	DA/Univ Inter Etat/Sangmalima
39	WOULACHE Rosalie Laure	Chargée de Cours	En poste
40	AYISSI EYEBE Guy François Valérie	Assistant	En poste
41	CHAMANI Roméo	Assistant	En poste
42	TEYOU NGOUPOU Ariel	Assistant	En poste

10- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (43)			
1	BITOM Dieudonné	Professeur	<i>Doyen / FASA / UDs</i>
2	FOUATEU Rose épse YONGUE	Professeur	En poste
3	KAMGANG Pierre	Professeur	En poste
4	NDJIGUI Paul Désiré	Professeur	Chef de Département
5	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Professeur	En poste
6	NGOS III Simon	Professeur	DAAC/Uma
7	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
8	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste

9	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen / DRC</i>
10	GHOGOMU Richard TANWI	Maître de Conférences	CD/Uma
11	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/ MINIMDT</i>
12	NGUEUTCHOUA Gabriel	Maître de Conférences	CEA/MINRESI
13	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
14	ONANA Vincent Laurent	Maître de Conférences	En poste
15	BISSO Dieudonné	Maître de Conférences	<i>Directeur/Projet Barrage Memve'ele</i>
16	EKOMANE Emile	Maître de Conférences	En poste
17	GANNO Sylvestre	Maître de Conférences	En poste
18	NYECK Bruno	Maître de Conférences	En poste
19	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
20	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
21	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Div. /MINTP</i>
22	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>
23	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	En poste
24	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	En poste
25	ELISE SABABA	Chargé de Cours	En poste
26	ESSONO Jean	Chargé de Cours	En poste
27	EYONG JOHN TAKEM	Chargé de Cours	En poste
28	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT</i>
29	LAMILLEN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
30	MBESSE CECILE OLIVE	Chargée de Cours	En poste
31	MBIDA YEM	Chargé de Cours	En poste
32	METANG Victor	Chargé de Cours	En poste
33	MINYEM Dieudonné-Lucien	Chargé de Cours	<i>CD/Uma</i>
34	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
35	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargée de Cours	En poste
36	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
37	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Chargé de Cours	En poste
38	TCHAKOUNTE J. épouse NOUMBEM	Chargée de Cours	<i>Chef.cell / MINRESI</i>
39	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Chargé de Cours	En poste
40	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	En poste
41	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	En poste
42	FEUMBA Roger	Assistant	En poste
43	MBANGA NYOBE Jules	Assistant	En poste

Répartition chiffrée des Enseignants de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I

NOMBRE D'ENSEIGNANTS					
DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres de Conférences	Chargés de Cours	Assistants	Total
BCH	9 (1)	13 (09)	14 (05)	3 (2)	39 (16)
BPA	13 (1)	09 (06)	19 (05)	05 (2)	46 (13)
BPV	06 (0)	10 (02)	9 (04)	07 (01)	31 (9)
CI	10 (1)	09 (02)	13 (02)	02 (0)	35 (5)
CO	7 (0)	17 (04)	09 (03)	03 (0)	35(7)
IN	2 (0)	1 (0)	14 (01)	10 (02)	26 (3)
MAT	1 (0)	5 (0)	19 (01)	05 (01)	30 (2)
MIB	1 (0)	5 (02)	06 (01)	06 (02)	17 (5)
PHY	11 (0)	16 (01)	10 (03)	03 (0)	40 (4)
ST	8 (1)	14 (01)	19 (04)	02 (0)	43(6)
Total	68 (4)	99 (27)	132 (29)	45 (10)	344 (70)
Soit un total de		344 (70) dont :			
-	Professeurs	68 (4)			
-	Maîtres de Conférences	99 (27)			
-	Chargés de Cours	132 (29)			
-	Assistants	46 (10)			
	() = Nombre de Femmes	45			

DEDICACE

A mes parents, M. et Mme Nangna Etienne

A ma tantine, Makemdjeu G n vi ve

REMERCIEMENTS

Ce document est le fruit des études réalisées de 2017 à 2019 dans les Laboratoires de Cryptogamie du Département de Biologie et Physiologie Végétales (DBPV) de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé 1, des Produits Naturels et Mycotoxines de l'Université de Johannesburg. Sa réalisation n'a été possible que grâce aux subventions de recherches par le programme SEP2D (Sud Expert Plantes Développement Durable), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD-Cameroun) et le Gouvernement Français. Ils ont financé respectivement à travers le programme RP N° 5 les travaux ainsi que le séjour de recherche à l'Université de Johannesburg en Afrique du Sud pour les études phytochimiques et microbiologiques, les travaux de terrain au Cameroun et en RDC. De diverses contributions émanant de plusieurs personnes et personnalités à qui j'adresse mes sincères remerciements et ma profonde gratitude, et plus particulièrement à :

- Professeur MOSSEBO Dominique Claude, responsable du laboratoire de cryptogamie de l'UYI, pour le choix du sujet, l'encadrement scientifique et intellectuel ainsi que la documentation indispensable à la réalisation de cette thèse. Je le remercie particulièrement pour ma mise en stage par le biais du projet SEP2D dont il est porteur. Ce programme m'a permis d'abord à l'Université de Johannesburg (UJHB) en Afrique du Sud de procéder à l'analyse phytochimique des Macromycètes du Cameroun pour la première fois et ensuite à l'université de Lorraine à Nancy en France pour les analyses moléculaires. Professeur, je vous remercie infiniment pour tous les investissements multiformes que vous avez consentis pour ma formation et l'aboutissement de cette thèse. Je vous en serai infiniment reconnaissant ;
- Professeur NDINTEH TANTOH Derek pour l'accueil en Afrique du Sud, la visite des villes de Johannesburg et Pretoria, sa détermination et son dévouement pour la formation sur les techniques d'études relative à la photochimie, l'organisation et l'orientation des différentes activités programmées, mais surtout les nouveaux axes d'études entrepris pour donner plus de dynamique, de qualité et d'impacts à ce travail. L'aide financière et matériel pour un séjour conforme en Afrique du Sud. Nous vous disons grandement merci Professeur, grâce à vous, nous avons des connaissances dans le domaine de la Chimie organique et des produits naturels ;
- Professeur YOUMBI Emmanuel, Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétales, pour l'organisation des enseignements, les activités de recherche, le suivi et le traitement des dossiers ;

- L'Institut de recherche pour le développement (IRD) à travers son programme SEP2D qui a financé en partie nos travaux de recherche notamment les descentes sur le terrain et notre séjour en Afrique du sud durant 3 mois pour un stage de laboratoire ;
- Les Enseignants du Département de BPV de la Faculté des Sciences de l'UYI ;
- Dr. KENGNI Ayissi et Dr. ESSOUMAN Ebouel, pour les conseils pratiques ;
- M. TSIGAING Fabrice et M. OBA Romuald pour leur disponibilité, leur soutien moral ainsi que leurs encouragements afin de surmonter toutes les difficultés des travaux. Je suis reconnaissant pour l'aide apportée tout au début des travaux lors des récoltes ;
- à toute ma famille, pour leurs encouragements, soutiens et conseils, en particulier M. et Mme FEGUE Jean Paul qui m'ont accueilli et accepté comme leur propre enfant, M. ZEUFACK Louis Miterant pour ses orientations, mon petit frère FOGWANG Loïc pour sa participation à la collecte des échantillons, à M. Tayo Pascal pour les encouragements et le soutien dont ils ont toujours fait preuve à mon égard ;
- à toute la communauté Fombap, qui m'a dûment accueilli, encouragé et orienté durant les récoltes de terrain ;
- à mes amis, FOUTEM Thierry, MIDJANE Flore, KEMCHE Arlette, pour leurs soutiens et encouragements ;
- à toute la promotion 2010, je pense aux délégués AMBOMBO Onguené et CHIMI Pierre, pour leur disponibilité et la coopération avec les enseignants ;
- à tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu et aidé à la réalisation de ce travail notamment les communautés nigérianes, camerounaises et asiatiques d'Afrique du Sud, avec qui nous avons partagé de notions de vivre ensemble lors de notre séjour en Johannesburg, nous sommes fières de cette expérience à l'issue de laquelle nous nous sommes énormément enrichis.

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je soussigné METSEBING Blondo-Pascal (Mle 10S0442), déclare sur l'honneur que la thèse de Doctorat-Ph.D intitulée « **Taxonomie, chimiotaxonomie et évaluation des activités antifongiques et antibactériennes de quelques Basidiomycètes supérieurs (Agaricales et Polyporales) du Cameroun et de la R.D. Congo** » est le résultat d'un TRAVAIL ORIGINAL effectué par moi-même sous la supervision du Pr. MOSSEBO Dominique Claude de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé 1.

METSEBING Blondo-Pascal

MOSSEBO Dominique Claude

SOMMAIRE

LISTE PROTOCOLAIRE	i
DEDICACE	xii
REMERCIEMENTS	xiii
DECLARATION SUR L'HONNEUR	xv
SOMMAIRE	xvi
LISTE DES FIGURES	xx
LISTE DES TABLEAUX	xxiii
LISTE DES ANNEXES	xxiv
LISTE DES ABREVIATIONS	xxv
RESUME ET MOTS CLES	xxvi
ABSTRACT AND KEY WORDS	xxviii
CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS	1
I.1. INTRODUCTION	1
I.2. REVUE DE LA LITTERATURE	5
I.2.1. Géographie du Cameroun et de la R.D. Congo	5
I.2.1.1. Situation géographique du Cameroun et de la R.D. Congo	4
I.2.1.1.1. Situation géographique du Cameroun	6
I.2.1.1.2. Situation géographique de la R.D. Congo	6
I.2.1.2. Végétation	6
I.2.1.2.1. Végétation du Cameroun	6
I.2.1.2.2. Végétation de la R.D. Congo	7
I.2.1.3. Faune du Cameroun et de la R.D. Congo	8
I.2.1.3.1. Faune du Cameroun	8
I.2.1.3.2. Faune de la R.D. Congo	9
I.2.1.4. Climat du Cameroun et de la R.D. Congo	10
I.2.1.4.1. Climat du Cameroun	10
I.2.1.4.2. Climat de la R.D. Congo	10
I.2.1.5. Sol du Cameroun et de la R.D. Congo	11
I.2.1.5.1. Sol du Cameroun.....	11
I.2.1.5.2. Sol de la R.D. Congo	12
I.2.1.6. Hydrographie du Cameroun et de la R.D. Congo	13
I.2.1.6.1. Hydrographie du Cameroun.....	13

I.2.1.6.2. Hydrographie de la R.D. Congo	13
I.2.2. Généralités sur les Basidiomycètes supérieurs (Macromycètes)	14
I.2.2.1. Définitions.....	14
I.2.2.2. Biologie des Basidiomycètes supérieurs.....	15
I.2.2.3. Ecologie et mode de vie des Basidiomycètes supérieurs	17
I.2.2.3.1. Ecologie et distribution	17
I.2.2.3.2. Nutrition et modes de vie des Basidiomycètes supérieurs.....	17
I.2.2.4. Importance de l'étude des Macromycètes.....	18
I.2.2.4.1. Importance alimentaire, médicinale et thérapeutique des Basidiomycètes supérieurs	18
I.2.2.4.1.1. Importance alimentaire	19
I.2.2.4.1.2. Importance médicamenteuse et thérapeutique	19
I.2.2.4.2. Importance écologique.....	23
I.2.2.4.3. Importance économique.....	23
I.2.2.5. Taxonomie conventionnelle des Basidiomycètes supérieurs (Macromycètes).....	24
I.2.2.5.1. Position taxonomique des <i>Termitomyces</i> Heim.....	27
I.2.2.5.2. Position taxonomique des <i>Pleurotus</i> Kummer.....	28
I.2.2.5.3. Position taxonomique des <i>Aporpium</i> Bondartsev & Singer	29
I.2.2.5.4. Position taxonomique des <i>Phellinus</i> Quél.	29
I.2.2.5.5. Position taxonomique des <i>Coltricia</i>	30
I.2.2.5.6. Position taxonomique des <i>Perenniporia</i> Murrill	30
I.2.2.6. Chimiotaxonomie des Mycètes.....	31
I.2.2.6.1. Phytochimie des Mycètes	31
I.2.2.6.1.1. Technique d'étude chromatographique.....	31
I.2.2.6.1.2. Les chromatogrammes et Données GC-MS/HPLC	38
I.2.2.6.1.3. Composés étudiés par GC-MS/HPLC chez les Basidiomycètes supérieurs	39
I.2.2.6.2. Quelques molécules identifiées, séparées et purifiées des Macromycètes	47
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES	51
II.1. Matériel.....	51
II.1.1. Site d'étude	51
II.1.1.1. Collecte des échantillons au Cameroun.....	51
II.1.1.2. Collecte des échantillons en R.D. Congo	51
II.1.2. Matériel biologique.....	52

II.1.3. Matériel non biologique.....	54
II.1.3.1. Matériel de terrain	54
II.1.3.2. Matériel de laboratoire.....	55
II.2. Méthodes	57
II.2.1. Inventaires, conditionnement et encodage des échantillons	57
II.2.1.1. Inventaires des échantillons.....	57
II.2.1.2. Encodage	58
II.2.1.3. Conditionnement et conservation	58
II.2.2. Taxonomie et chimiotaxonomie	59
II.2.2.1. Taxonomie conventionnelle.....	59
II.2.2.1.1. Description.....	59
II.2.2.1.2. Description macroscopique	59
II.2.2.1.3. Description microscopique	59
II.2.2.1.4. L'identification des spécimens décrits.....	59
II.2.2.2. Chimiotaxonomie	60
II.2.2.2.1. Phytochimie des Macromycètes	60
II.2.2.2.2. Extraction des substances naturelles brutes.....	60
II.2.2.2.3. Chromatographie sur couche mince (CCM) des extraits bruts.....	60
II.2.2.2.4. Analyse GC-MS des extraits bruts	61
II.2.2.2.5. Identification des composés contenus dans les extraits bruts.....	62
II.2.2.3. Evaluation des activités antifongiques et antibactériennes.....	62
II.2.2.3.1. Souches de bactéries	62
II.2.2.3.2. Souches de champignons microscopiques toxiques	62
II.2.2.3.3. Préparation des suspensions de bactéries	62
II.2.2.3.4. Préparation des suspensions de champignons microscopiques	63
II.2.2.3.5. Tests antifongiques et antibactériennse : détermination de la Concentration Minimale d'Inhibition (CMI)	63
II.2.2.3.6. Analyse des données.....	64
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION.....	65
III.1. Résultats	65
III.1.1. Inventaires, conditionnement et encodage des échantillons.....	65
III.1.1.1. Inventaire des spécimens de Macromycètes	65
III.1.1.2. Encodage et conservation.....	65

III.1.2. Taxonomie, chimiotaxonomie et activités biologiques.....	65
III.1.2.1. Taxonomie conventionnelle	67
III.1.2.1.1. Agaricales.....	67
III.1.2.1.2. Polyporales	113
III.1.2.2. Chimiotaxonomie	134
III.1.2.2.1. Phytochimie des Macromycètes	134
III.1.2.2.2. CCM des extraits naturels bruts des Hymenochaetaceae et Pleurotaceae.....	134
III.1.2.2.3. GC-MS des extraits naturels bruts des Hymenochaetaceae et Pleurotaceae.....	135
III.1.3. Activités antibactériennes et antifongiques des extraits bruts.....	158
III.2. Discussion	164
III.2.1. Taxonomie conventionnelle	164
III.2.2. Phytochimie.....	165
III.2.3. Tests antibactériens et antifongiques.....	168
III.2.4. Impacts de l'étude	170
III.2.4.1. Sur le plan alimentaire.....	170
III.2.4.2. Sur le plan sanitaire	170
III.2.4.3. Sur le plan économique	171
III.2.4.4. Sur le plan écologique	171
CHAPITRE IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	173
IV.1. Conclusion	173
IV.2. Perspectives.....	174
LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES TIREES DE LA THESE	175
BIBLIOGRAPHIE	176
WEBOGRAPHIE.....	190
ANNEXES.....	191

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Carte et forêts du bassin du Congo	5
Fig. 2. Différentes parties d'un macromycète	15
Fig. 3. Cycle de reproduction des champignons supérieurs	16
Fig. 4. Quelques macromycètes saprophytes, parasites	17
Fig. 5. Quelques macromycètes symbiotes	18
Fig. 6. Différents types de pourriture causée par les champignons lignivores sur le bois	23
Fig. 7. Palmier à huile parasité par <i>Ganoderma</i> aff. <i>boninense</i>	24
Fig. 8. Classification simplifiée de l'embranchement des Basidiomycota	25
Fig. 9. Classification simplifiée de l'embranchement des Ascomycota	26
Fig. 10. Quelques techniques d'identification basée sur le substrat, la couleur de la sporée et l'ornementation du chapeau	26
Fig. 11. CCM de quelques espèces de <i>Ganoderma</i>	32
Fig. 12. Phase stationnaire dérivée du diméthyl polysiloxane	33
Fig. 13. Courbes de Van Deemter pour l'azote, l'hélium et l'hydrogène	33
Fig. 14. Différents types de colonnes capillaires.	34
Fig. 15. Schéma simplifié du chromatographe en phase gazeuse.	36
Fig. 16. Schéma simplifiée du fonctionnement d'une HPLC	37
Fig. 17. Chromatogramme HPLC des acides gras	38
Fig. 18. Chromatogramme GC-MS de l'extrait à l'hexane de <i>Termitomyces letestui</i>	39
Fig. 19. Structure chimique des ubiquinones Q10 et Q10 (H2).....	40
Fig. 20. Structure chimique de quelques stéroïdes.....	41
Fig. 21. b-oxydation des acides gras saturés et formation de méthyl cétone et des alcools correspondants.....	42
Fig. 22. Biosynthèse des métabolites volatils à partir d'acétyl coenzyme A	44
Fig. 23. Composés isolés de <i>G. applanatum</i>	49
Fig. 24. Structures chimiques des composés isolés de <i>Phellinus. baumii</i>	50
Fig. 25. Cartes du Cameroun et de la de la RDC	51
Fig. 26. Dispositif de séchage artisanal.....	55
Fig. 27. Dispositif d'obtention de la sporée	58
Fig. 28. Processus de séchage des échantillons.....	58
Fig. 29. Processus d'extraction des substances naturelles brutes.....	60
Fig. 30. Processus de la Chromatographie sur Couche Mince (CCM)	61

Fig. 31. Processus de préparation des suspension des champignons	63
Fig. 32. Tests antibactériens et antifongiques sur grille à puits	64
Fig. 33. Dendrogramme de classification des 35 spécimens étudiés	66
Fig. 34. DM 1268, DM 1282, DM 1293, DM 1295, DM 1308 (MBP 165, MBP 200, MBP 224, MBP 226, MBP 267): <i>Termitomyces fombapei</i> sp. nov.	69
Fig. 35. DM 1268, DM 1282, DM 1293, DM 1295, DM 1308 (MBP 165, MBP 200, MBP 224, MBP 226, MBP 267): <i>Termitomyces fombapei</i> sp. nov.	70
Fig. 36. DM 1272 (MBP 184): <i>Termitomyces mboukouïna</i> sp. nov.	71
Fig. 37. DM 1272 (MBP 184): <i>Termitomyces mboukouïna</i> sp. nov.	72
Fig. 38. DM 1284, 129 (MBP 206, MBP 217): <i>Termitomyces mbongonensis</i> sp. nov.....	74
Fig. 39. DM 1284, 1290 (MBP 206, MBP 217): <i>Termitomyces mbongonensis</i> sp. nov.....	75
Fig. 40. DM 1721 (MBP 331) : <i>Termitomyces africana</i> sp. nov.	77
Fig. 41. DM 1721 (MBP 331) : <i>Termitomyces africana</i> sp. nov.	78
Fig. 42. DM 1723 (MBP 333) : <i>Termitomyces subeurhizus</i> sp. nov.....	80
Fig. 43. DM 1723 (MBP 333) : <i>Termitomyces subeurhizus</i> sp. nov.....	81
Fig. 44. DM 1724 (MBP 334) : <i>Termitomyces bruneogriseus</i> sp. nov.	83
Fig. 45. DM 1724 (MBP 334) : <i>Termitomyces bruneogriseus</i> sp. nov.	84
Fig. 46. DM 1725 (MBP 335) : <i>Termitomyces tribasidiatus</i> sp. nov.....	86
Fig. 47. DM 1725 (MBP 335) : <i>Termitomyces tribasidiatus</i> sp. nov.....	87
Fig. 48. DM 1728, DM 1729 (MBP 338, MBP 339) : <i>Termitomyces melongii</i> sp. nov.....	88
Fig. 49. DM 1728, DM 1729 (MBP 338, MBP 339) : <i>Termitomyces melongii</i> sp. nov.....	89
Fig. 50. MBP 1702 : <i>Termitomyces congolensis</i> sp.nov..	92
Fig. 51. MBP 1702 : <i>Termitomyces congolensis</i> sp.nov..	93
Fig. 52. DM 1730 (MBP 340) : <i>Termitomyces eurhizus</i> f. <i>polycystidiatus</i> f. nov.	95
Fig. 53 DM 1730 (MBP 340) : <i>Termitomyces eurhizus</i> f. <i>polycystidiatus</i> f. nov.	96
Fig. 54. DM 1718 (MBP 328) : <i>Termitomyces mammiformis</i> f. <i>camerounensis</i> f. nov.....	98
Fig. 55. DM 1718 (MBP 328) : <i>Termitomyces mammiformis</i> f. <i>cameroonensis</i> f. nov.....	99
Fig. 56. DM 1722 (MBP 332) : <i>Termitomyces mammiformis</i>	101
Fig. 57. DM 1722 (MBP 332) : <i>Termitomyces mammiformis</i>	102
Fig. 58. DM 1726 (MBP 336) : <i>Termitomyces letestui</i> faciès 1.....	104
Fig. 59. DM 1726 (MBP 336) : <i>Termitomyces letestui</i> faciès 1.....	105
Fig. 60. DM 1727 (MBP 337) : <i>Termitomyces mboudaïna</i>	106
Fig. 61. DM 1727 (MBP 337) : <i>Termitomyces mboudaïna</i>	107
Fig. 62. DM 1294 (MBP 225) : <i>Termitomyces</i> aff. <i>clypeatus</i> Heim	109

Fig. 63. DM 1294 (MBP 225) : <i>Termitomyces</i> aff. <i>clypeatus</i> Heim	110
Fig. 64. DM 563 A/B (MBP 122) : <i>Pleurotus tuber-regium</i> Singer	112
Fig. 65. DM 563 A/B (MBP 122) : <i>Pleurotus tuber-regium</i> Singer	113
Fig. 66. DM 1249 (MBP 322) : <i>Aporpium cameroonensis</i> sp. nov..	114
Fig. 67. DM 1249 (MBP 322) : <i>Aporpium cameroonensis</i> sp. nov...	115
Fig. 68. DM 1213 (MBP 255) : <i>Perenniporia nigra</i> sp. nov.	116
Fig. 69. DM 1213 (MBP 255) : <i>Perenniporia nigra</i> sp. nov.	117
Fig. 70. DM 668 <i>Coltricia fragilissima</i>	119
Fig. 71. DM 184 A/B : <i>Phellinus extensus</i>	120
Fig. 72. DM 184 A/B : <i>Phellinus extensus</i>	121
Fig. 73. DM 998 : <i>Phellinus gilvus</i>	122
Fig. 74. DM 998 : <i>Phellinus gilvus</i>	123
Fig. 75. DM 1071 : <i>Phellinus pachyphloeus</i>	124
Fig. 76. DM 1071 : <i>Phellinus pachyphloeus</i>	125
Fig. 77. DM 1005 : <i>Phellinus senex</i>	126
Fig. 78. DM 1005 : <i>Phellinus senex</i>	127
Fig. 79. CCM des composés contenus dans les extraits naturels bruts des Hymenochaetaceae et des Pleurotaceae	134
Fig. 80. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae	136
Fig. 81. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts au chloroforme de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae	137
Fig. 82. Dendrogramme comparant le nombre de composés chimiques identifiés par GC-MS dans les extraits bruts des Hymenochaetaceae et Pleurotaceae.	154
Fig. 83. Histogrammes et Courbes de variation des activités antibactériennes des extraits naturels bruts de quelques <i>Phellinus</i> et <i>Coltricia</i> sur les souches de bactéries	160
Fig. 84. Histogrammes et Courbes de variation des activités antibactériennes des extraits naturels bruts de quelques Agaricales sur les souches de bactéries	161
Fig. 85. Histogrammes et Courbes de variation des activités antifongiques des extraits naturels bruts de quelques Polyporales sur les souches de champignons	161
Fig. 86. Histogrammes et Courbes de variation des activités antifongiques des extraits naturels bruts de quelques Agaricales sur les souches de champignons	162
Fig. 87. Dendrogramme comparant les activités antibactériennes et antifongiques des extraits bruts des Hymenochaetaceae et Pleurotaceae	163

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Quelques champignons utilisés dans la pharmacopée traditionnelle africaine et au Népal pour le traitement de certaines maladies.....	20
Tableau II. Différents taxons et terminaisons utilisés dans la classification des mycètes	25
Tableau III. Quelques types de détecteurs utilisés en chromatographie	35
Tableau IV. Caractéristiques comparées de la HPLC en phase normale et en phase inverse..	36
Tableau V. Quelques solvants employés comme phase mobile en HPLC.....	37
Tableau VI. Liste des familles des métabolites volatiles	43
Tableau VII. Quelques composés volatiles identifiés par GC-MS dans <i>Angelicas negas</i> Nakai, herbe médicinale de la famille de Umbeliferaceae	46
Tableau VIII. Quelques molécules isolées de <i>Ganoderma lucidum</i>	47
Tableau IX. Répartition des échantillons suivant les paramètres de collecte	52
Tableau X. Liste des échantillons étudiés	53
Tableau XI. Polarité des solvants de la CCM	61
Tableau XII. Regroupement des spécimens récoltés.....	65
Tableau XIII. Noms scientifiques des taxons étudiés à l'issue de la taxonomie conventionnelle	127
Tableau XIV. Comparaison des caractères macroscopiques et microscopiques de quelques Hymenochaetaceae.....	129
Tableau XV. Comparaison des composés présents/absents dans les extraits naturels bruts à l'hexane de <i>Pleurotus tuber-regium</i> et <i>Pleurotus sajor-caju</i>	139
Tableau XVI. Comparaison des différents composés identifiés par GC-MS dans les extraits bruts à l'hexane et au chloroforme des <i>Phellinus</i> et <i>Coltricia fragilissima</i>	151
Tableau XVII. Récapitulatifs de quelques composés thérapeutiques identifiés dans l'extrait à l'hexane et au chloroforme de quelques Macromycètes étudiés par GC-MS	155
Tableau XVIII. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Hymenochaetaceae sur les bactéries pathogènes à l'homme.....	159
Tableau XIX. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Pleurotaceae sur les bactéries pathogènes à l'homme	159
Tableau XX. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Hymenochaetaceae sur les microchampignons pathogènes à l'homme	159
Tableau XXI. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Pleurotaceae sur les microchampignons pathogènes à l'homme.....	160

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane et au chloroforme de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae	191
Annexe 1a. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae étudiés.	191
Annexe 1b. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts au chloroforme de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae étudiés	193
Annexe 2. Copie du 1 ^{er} article scientifique tiré de la thèse (déjà publié)	195
Annexe 3. Copie du 2 ^{ème} article scientifique tiré de la thèse (sous presse).....	200

LISTE DES ABREVIATIONS

CCE : Chromatographie sur Couche Epaisse
CCM : Chromatographie sur couche mince
CMI : Concentration Minimale d'Inhibition
CMR : Cameroun
COV : Composé Organiques Volatiles
DM : Dominique Mossebo
DBPV : Département de Biologie et Physiologie Végétales
FID : Détecteur par Ionisation à la Flamme
FPD : Détecteur Photométrique
GC-MS : Chromatographie Gazeuse couplée à la Spectrophotométrie de Masse
HPLC : Chromatographie Liquide Haute Performance
MBP : Metsebing Blondo-Pascal
MEA : Malt Extract Agar
nov. : Nouvelle
PID: Détecteur par Ionisation Photonique
PLOT : Porous Layer Upon Tubular Colum
RDC : République Démocratique du Congo
SCAC : Service de Coopération et d'Action culturelle
SCOT : Support Coated Upon Tubular Colum
sp. : espèce
SPME : Micro-Extraction sur Phase Solide
TCD : Détecteur par Conductibilité Thermique
TID : Détecteur par Ionisation thermique
UYI : Université de Yaoundé I
WCOT : Well Coated Upon Tubular Colum

RESUME

Malgré les travaux effectués durant les trois dernières décennies sur la flore mycologique d'Afrique centrale, celle-ci reste très peu connue dans plusieurs pays de cette sous-région d'Afrique et en particulier au Cameroun et en R.D. Congo (ex Zaïre). Afin de contribuer à améliorer l'état de connaissance de cette flore dans ces deux pays et explorer quelques possibles utilisations thérapeutiques, au total 182 spécimens de Basidiomycètes supérieurs appartenant aux Agaricales, Boletales et Polyporales ont été collectés dans ces deux pays durant les années 2017 et 2018, puis encodés de DM 1161 à DM 1251 pour les Polyporales, DM 1261 à DM 1336- DM 1718 à DM 1730 pour les Agaricales et DM 1341 à DM 1342 pour les Boletales et conservés à l'herbier mycologique de l'UY1. Trente-cinq (35) des 182 collections ont été examinées. La taxonomie conventionnelle a permis de décrire neuf (9) espèces et deux (2) formes nouvelles de *Termitomyces* incluant *T. fombapei* sp. nov., *T. mboukouïna* sp. nov., *T. mbongonensis* sp. nov., *T. africana* sp. nov., *T. subeurhizus* sp. nov., *T. bruneogriseus* sp. nov., *T. tribasidiatus* sp. nov., *T. melongii* sp. nov., *T. congolensis* sp. nov. pour les espèces nouvelles, et *Termitomyces mammiformis* f. *cameroonensis* f. nov. couplé à *T. eurhizus* f. *polycystidiatus* f. nov. pour les 2 formes nouvelles. L'étude taxonomique a également permis de décrire deux espèces nouvelles de Polypores appartenant aux Polyporaceae que sont *Aporpium cameroonensis* sp. nov. et *Perenniporia nigra* sp. nov.

Quant à la chimiotaxonomie, la CCM et la GC-MS ont permis de réaliser une étude phytochimique détaillée des extraits bruts des Hymenochaetaceae que sont *Coltricia fragilissima*, *Phellinus extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, et les Pleurotaceae *Pleurotus tuber-regium* et *P. sajor-caju*. Elle a également permis par comparaison des composés chimiques absents ou présents dans les extraits bruts, de rapprocher le spécimen DM 1069 (un *Phellinus* jusqu'ici non identifié) à *Phellinus senex*. Aussi les spécimens DM 703, DM 1073 et DM 1588 se sont par rapprochement avérés être également des espèces ou formes potentiellement nouvelles de *Phellinus* sous réserve de quelques analyses supplémentaires de confirmation éventuellement couplées à la phylogénie moléculaire ADN. Par comparaison aux résultats d'études antérieurement faites par d'autres auteurs, les composés chimiques ci-après identifiés dans ces espèces, à savoir : 1-Hexadécène ; (Z)-7-Hexadécène ; Hexadécane ; (E)-5-Octadécène ; 1-Docosène ; Acide hexadécanoïque ; Acide hexadécanoïque, éthyl ester ; (E)-9-Acide Octadécenoïque éthyl ester ; Acide Tétradécanoïque, éthyl ester ; Eicosane ; Docosane et (E)-5-Eicosène possèdent selon ces études des vertus thérapeutiques et notamment des propriétés Antimicrobiennes,

Antioxydantes, Antidiabétiques, Anti-inflammatoires, Antidiarrhéiques, Hypocholestérolémique, Antitumorales, Antitétaniques etc... également présents dans nos espèces locales.

Quant aux études microbiologiques, la méthode de microdilution a permis de mettre en évidence les propriétés antifongiques et antibactériennes par la détermination de la Concentration Minimale d’Inhibition (CMI) des extraits bruts de sept (7) Macromycètes appartenant aux Hymenochaetaceae et aux Pleurotaceae que sont *Coltricia fragilissima*, *Phellinus extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, *Pleurotus sajor-caju* et *Pleurotus tuber-regium* (basidiocarpe et sclérote). Les tests ont été effectués sur 11 souches de bactéries incluant *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella aerogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli* et 3 souches de champignons pathogènes à l’homme à savoir *Candida albicans*, *Aspergillus ochraceus* et *Aspergillus fumigatus*. Tous les extraits bruts testés ont montré différents niveaux d’activité d’inhibition sur les bactéries et les champignons pathogènes avec des CMI variant de 3,13 à 12,5 mg/mL pour les bactéries et de 0,39 à 6,5 mg/mL pour les champignons. Ces résultats montrent que les champignons pathogènes sont en général plus sensibles aux extraits bruts que les bactéries qui apparaissent un peu plus résistantes avec des valeurs CMI plus élevées. Sur la base de ces résultats plutôt prometteurs, des études plus raffinées pourraient être envisagées pour isoler et identifier avec précision les molécules actives contre les bactéries et les champignons testés. De planifier par la suite, des études cliniques sur certaines maladies infectieuses causées par ces bactéries ainsi que les infections fongiques comme les Candidoses causées par *Candida albicans* et les Aspergilloses causées par *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus ochraceus*. Le but ultime étant de produire des médicaments plus efficaces et moins résistants basés sur les substances naturelles contre ces maladies.

Mots clés. Basidiomycètes, taxonomie, chimiotaxonomie, activités antifongiques, activités antibactériennes, Concentration Minimale d’Inhibition (CMI)

ABSTRACT

In spite of numerous works carried out during the past three decades on the mycological flora of central Africa, this flora is very little known in several countries of this subregion of Africa and particularly in Cameroon and the D.R. of Congo (ex Zaïre). Therefore, in order to contribute improving the state of knowledge of this flora in these two countries and also test in vitro some of their potential therapeutic properties, a total of 182 specimens of higher Basidiomycetes belonging to the Agaricales, Boletales and Polyporales were collected in the two countries during the years 2017 and 2018 and thereafter encoded from DM 1161 to DM 1251 for the Polyporales, DM 1261 to DM 1336- DM 1718 to DM 1730 for the Agaricales and DM 1341 to DM 1342 for the Boletales and conserved in the Mycological Herbarium of the University of Yaoundé 1 (HUY1). Of the 182 specimens, 35 have been described using the tools of conventional taxonomy, nine new species and two new forms of *Termitomyces* were identified. They include *T. fombapei* sp. nov., *T. mboukouïna* sp. nov., *T. mbongonensis* sp. nov., *T. africana* sp. nov., *T. subeurhizus* sp. nov., *T. bruneogriseus* sp. nov., *T. tribasidiatus* sp. nov., *T. melongii* sp. nov., *T. congolensis* sp. nov. for the new species and *Termitomyces mammiformis* f. *cameroonensis* f. nov. coupled with *T. eurhizus* f. *polycystidiatus* f. nov. for the 2 new forms. The taxonomic study also led to the description of two new species of wood fungi belonging to the Polyporaceae which are *Aporpium cameroonensis* sp. nov. and *Perenniporia nigra* sp. nov.

Concerning chemotaxonomy, the tools of CCM and GC-MS enabled a detailed phytochemistry study of some species of Hymenochaetaceae belonging to the Polyporales and including *Coltricia fragilissima*, *Phellinus extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, as well as some Pleurotaceae including *Pleurotus tuber-regium* and *P. sajor-caju*. The comparison of chemical constituents of these species led to establish that the undetermined specimen of Polyporales DM 1069 is close to *Phellinus senex*, whereas the specimens DM 703, DM 1073 and DM 1588 could be potential new species or forms of *Phellinus* provided some additional analysis of confirmation eventually coupled to DNA phylogeny are carried out. By comparison to results of previous studies carried out by other authors, the following chemical constituents identified in our local species, namely : 1-Hexadecene ; (Z)-7-Hexadecene, ; Hexadecane, , (E)-5-Octadecene ; 1-Docosene ; Hexadecanoic Acid , ethyl ester ; (E)-9-Octadecenoic Acid, ethyl ester ; Tetradecanoic Acid, ethyl ester ; Eicosane ; Docosane and , (E)-5-Eicosene. According to the above mentioned studies, these chemical constituents show numerous therapeutic properties including antimicrobial, antioxydative, hypoglycemic, antiinflammatory,

antidiarrhoea, hypocholesteromic, antitumoral, antitetanic and these properties are potentially also present in our local mushrooms species

For microbiological studies, antifungal and antibacterial properties of 7 species of Macromycetes of which 5 Hymenochaetaceae (*Phellinus extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, *Coltricia fragilissima*) and 2 Pleurotaceae (*Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus tuberregium* (basidiocarp and sclerotia) were ascertained using the microdilution method and determination of the Minimal Inhibitory Concentration (MIC). The test was carried out on 11 strains of bacteria including *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella aerogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*; and 3 strains of human pathogenic fungi including *Candida albicans*, *Aspergillus ochraceus* and *Aspergillus fumigatus*. All tested crude extracts showed different levels of inhibition activity on bacteria and pathogenic fungi with MIC values varying from 3.13 to 12.5 mg/mL for bacteria and 0.39 to 6.5 mg/mL for pathogenic fungi. These figures show that pathogenic fungi are more sensitive to crude extracts than bacteria, which appear in general more resistant with higher MIC values. Based on these promising results, more refined studies could be envisaged to isolate and determine with accuracy compounds of the crude extracts that are active against bacteria and fungi and thereafter carried out clinical studies on some infectious diseases caused by these bacteria as well as fungal infections including Candidiasis caused by *Candida albicans* or Aspergillosis caused by *Aspergillus fumigatus* or *Aspergillus ochraceus*, the final aim being to develop more efficient medicines based on natural substances against these diseases.

Key words: Basidiomycetes, taxonomy, chemotaxonomy, antifungal activities, antibacterial activities, Minimal Inhibition Concentration (MIC)

CHAPITRE I. GENERALITES

I.1. INTRODUCTION

La flore des végétaux supérieurs d'Afrique tropicale en général et des pays d'Afrique centrale en particulier dont le Cameroun et la République Démocratique du Congo (RDC), est à ce jour largement étudiée et relativement bien connue. En effet, selon une approximation de Poney & Labat (1996), on dénombre environ 280 000 espèces de plantes supérieures (Bryophytes) dans les régions tropicales du monde avec environ 43 500 espèces en Afrique et à Madagascar. Contrairement à la flore des champignons macroscopiques et microscopiques qui malgré sa très grande diversité, est en raison de l'insuffisance ou du manque de spécialistes en taxonomie mycologique, beaucoup moins connue. En effet, selon une estimation de Hawksworth (2012), le potentiel de la flore mondiale des champignons macroscopiques et microscopiques est aujourd'hui estimé entre 1,5 et 3 millions d'espèces, dont plusieurs milliers en zone tropicale. On note une prédominance des espèces microscopiques et on estime à environ 100 000, le nombre d'espèces de champignons macroscopiques et microscopiques clairement identifiées, la grande majorité restant encore à découvrir. Selon Wasser (2002), le nombre de champignons macroscopiques mondial est estimé à près de 140 000 avec seulement 10% (14 000) connus, de nombreux spécimens restant à découvrir et à décrire.

Les champignons sont pourtant importants à plusieurs titres, notamment dans les domaines alimentaire, médical, pharmaceutique, agricole, forestier, agroforestier, industriel etc..., et malgré l'existence de quelques rares documents sur les champignons du Cameroun et de la RDC, ces derniers relèvent d'un inventaire très partiel et de surcroît essentiellement basé sur la taxonomie et la systématique conventionnelle. En outre, ils ne traitent que de façon fragmentaire cette flore mycologique au vu du grand nombre et de la très grande diversité du potentiel existant. L'avènement de la biologie et de la phylogénie moléculaire a profondément révolutionné les méthodes classiques d'identification naguère utilisées puisqu'elles permettent non seulement de compléter les descriptions classiques, mais aussi et surtout de corriger certaines erreurs d'identification autrefois uniquement basée sur la morphologie et le phénotype qui sont les outils essentiels de la taxonomie conventionnelle Mossebo *et al.* (2017).

Au Cameroun par exemple, malgré de nombreux travaux effectués par différents auteurs au cours des vingt dernières années dont entre autres ceux de Mossebo *et al.* (2000, 2002, 2007, 2011, 2017), Mossebo & Antonin (2000, 2004), Mossebo & Pegler (1998), Mossebo & Ryvarden (1997, 2003), Njouonkou *et al.* (2013), Piatek *et al.* (2008, 2012), Ambit & Mossebo (2015), Kengni & Mossebo (2014), Decock *et al.* (2001a), Decock & Mossebo (2001, 2002),

Metsebing *et al.* (2019, 2020), le potentiel des champignons macroscopiques et microscopiques restant encore inconnus dans ce pays d'Afrique centrale est autant énorme et n'attend que d'être exploré dans les savanes et forêts des différentes régions du pays. Selon le rapport 1/5 de Hawksworth ramené à la flore des végétaux supérieurs $\approx 10\ 000$ espèces, la flore des champignons du Cameroun est estimée à près de 50 000 espèces. Sur ce potentiel ; seul environ 1 000 espèces sont connues (Douanla, 2007). A ce jour, ce nombre a beaucoup évolué grâce à de nombreux travaux d'inventaire effectués dans divers sites des régions du pays. On estime à près de 1 700 le nombre d'espèces de champignons macroscopiques collectées, séchées, encodées, identifiées et conservées actuellement à l'herbier Mycologique du laboratoire de cryptogamie de l'Université de Yaoundé 1. Plusieurs autres espèces encodées et conservées dans cet herbier restent partiellement identifiées ou complètement non identifiées et nécessitent de fait des études phytochimiques ou phylogéniques pour leur identification complète. De plus, compte tenu de ce qui précède et comme toutes les espèces ne poussent pas partout, la répartition géographique des espèces à travers les différentes régions du Cameroun reste également mal connue. Pour ce qui est de la RDC, la situation est presque similaire à celle du Cameroun, bien que légèrement meilleure au point de vue taxonomique, mais sans la moindre étude sur le potentiel pharmacologique et une absence presque totale d'étude phylogénique pourtant indispensable pour confirmer l'identité des espèces décrites dans les documents existants pour la plupart seulement par les outils de la taxonomie conventionnelle. En effet, la flore mycologique de la RDC est beaucoup mieux connue que celle du Cameroun par le biais de 2 séries de documents à savoir : la Flore iconographique des champignons du Congo (Heim, 1952) et la Flore illustrée des champignons d'Afrique centrale (Heim, 1958).

Sur le plan chimiotaxonomique, de très nombreuses espèces ont été explorées à travers le monde. Grâce au screening phytochimique, de nouvelles molécules ont été découvertes, séparées, purifiées et utilisées pour le traitement de nombreuses pathologies bactériennes, fongiques et virales. Elle a également permis une classification fiable de plusieurs espèces tant microscopiques que macroscopiques (Verscheure *et al.*, 2002). La phylogénie quant à elle a permis de lever l'équivoque sur l'identité exacte de plusieurs espèces décrites par la taxonomie conventionnelle à travers le séquençage de l'ADN. Pour ce qui est des espèces d'Afrique du Sahara en général, du Cameroun et de la RDC en particulier, très peu ou pas d'espèces ont été explorées. La phylogénie reste quasi embryonnaire et on cite uniquement au Cameroun les travaux de Njouonkou (2011) sur les *Lentinus* et les *Pleurotus*, Kengni (2015) sur les *Ganoderma*, Mossebo *et al.* (2017) et Essouman (2018) sur les *Termitomyces*. Les travaux sur la phytochimie sont inexistantes pour ces deux pays.

Sur le plan pharmacologique, sur près de 14 000 espèces de champignons macroscopiques connus, environ 2500 sont considérés comme potentiellement comestibles et près de 700 comme ayant des propriétés pharmacologiques significatives (Chang *et al.*, 1992 ; Wasser & Weis, 1999 ; Reshetnikov *et al.*, 2001). De nombreuses espèces sont ainsi utilisées à travers le monde pour leurs propriétés pharmacologiques (Caresmel, 1992 ; Flament-Jacqmarts, 1997 ; Lindequist *et al.*, 2005 ; Siroux, 1998 ; Stamets, 2002 ; Thoen, 1982 ; Wasser & Weis, 1999) et notamment dans la pharmacopée traditionnelle africaine (Courtecuisse, 1995 ; Walleyne & Rammeloo, 1994 ; Oyetayo, 2011) et asiatique (Li *et al.*, 2006 ; Ofodile *et al.*, 2005 ; Poucheret *et al.*, 2006 ; Timo *et al.*, 2005 ; Moradali *et al.*, 2006 ; Mothana *et al.*, 2000 ; Smania *et al.*, 1999) pour traiter plusieurs pathologies humaines. Ceci tient du fait que, plusieurs microorganismes pathogènes ont au fil du temps développé des résistances aux médicaments utilisés pour le traitement des maladies. De plus, les produits de synthèse sont parfois toxiques pour l'organisme humain et l'environnement, et souvent très coûteux et inaccessibles aux populations moins nanties. Ces facteurs ont emmené les chercheurs à rechercher de nouvelles molécules antimicrobiennes (Karaman *et al.*, 2003) plus efficaces. Ces recherches ont également porté sur plusieurs genres de champignons comestibles ou non et pouvant constituer une source potentielle de médicaments physiologiquement bénéfiques et non toxiques (Josh *et al.*, 2000). L'Afrique en général et le sud du Sahara en particulier, regorge un très grand nombre d'espèces potentiellement thérapeutiques (Courtecuisse, 1995 ; Walleyne & Rammeloo, 1994 ; Oyetayo, 2011), mais contrairement à celles du continent Asiatique et aux végétaux supérieurs (plantes vertes) en général, très peu ont à ce jour été investiguées sur le plan phytochimique pour déterminer les substances naturelles à potentiel thérapeutique qu'elles contiennent. De plus, les études d'activités biologiques des extraits naturels bruts permettant de déterminer le potentiel thérapeutique des Macromycètes sont très sporadiques et ne concernent que très peu d'espèces des pays d'Afrique au sud du Sahara. Au Cameroun et en RDC, ces tests étaient jusqu'à une date très récente inexistantes. Pourtant ces deux pays regorgent un potentiel énorme, riche et diversifié en terme de champignons macroscopiques. Compte tenu de ce qui précède, il se dégage les hypothèses suivantes :

- globalement, de très nombreuses espèces de champignons restent à décrire à travers le monde et l'Afrique tropicale qui est une zone riche en biodiversité fongique regorge sans nul doute plusieurs espèces nouvelles.
- ces espèces nouvelles peuvent être clairement décrites et contribuer à enrichir davantage la flore mycologique des pays de d'Afrique tropicale en générale, et du Cameroun et de la RDC en particulier.

- les Macromycètes tropicaux regorgent des molécules aux propriétés pharmacologiques et médicinales dont la plupart ainsi que leurs activités antifongiques et antibactériennes restent à découvrir.
- les extraits naturels bruts des Macromycètes thérapeutiques peuvent avoir une activité inhibitrice sur les microbes pathogènes à l'homme.

A ces hypothèses, prospèrent quelques questions sous-jacentes dont les suivantes :

- les forêts et les savanes africaines peuvent-elles constituer les sites par excellence de récolte de nouvelles espèces et d'autres à vertus thérapeutiques ?
- les outils de la Taxonomie conventionnelle, de la Chimiotaxonomie ou la combinaison Taxonomie-Chimiotaxonomie peuvent-ils constituer des instruments d'identification fiables sans équivoque des espèces sus évoquées ?
- quels sont les types de molécules biologiques qui caractérisent les champignons thérapeutiques et qui peuvent être la source de médicaments naturels non toxiques pour l'organisme humain ?
- quels est l'effet des extraits naturels bruts des champignons thérapeutiques sur les bactéries et champignons pathogènes à l'homme ?

De ces hypothèses et questions, découle l'objectif général qui est d'améliorer l'état de connaissance de la flore mycologique du Cameroun et du Congo RDC et déterminer le potentiel pharmacologique et activités antimicrobiennes de quelques espèces d'Agaricales et de Polyporales.

Cet objectif général se décline à travers les quatre (4) objectifs spécifiques ci-après :

- 1) inventorier et encoder en herbier (HUY1-DMx) les Basidiomycètes supérieurs (Agaricales et Polyporales) récoltés au Cameroun et en RDC en 2017 et 2018 ;
- 2) identifier quelques taxons des *Termitomyces* et des *Phellinus* récoltés au Cameroun et en RDC ;
- 3) déterminer les molécules naturelles à potentiel thérapeutiques des extraits bruts de quelques espèces d'Hymenochaetaceae et de Pleurotaceae par le screening phytochimique ;
- 4) déterminer les activités antifongiques et antibactériennes des extraits naturels desdites espèces sur quelques bactéries et champignons pathogènes à l'homme.

I.2. REVUE DE LA LITTERATURE

I.2.1. Géographie du Cameroun et de la R.D. Congo

I.2.1.1. Situation géographique du Cameroun et de la R.D. Congo

Le Bassin du Congo couvre les zones forestières de plusieurs pays d'Afrique dont le Cameroun, la République Centrafricaine, la République Démocratique du Congo, la République du Congo, la Guinée Equatoriale et le Gabon. Le Bassin du Congo s'étend sur

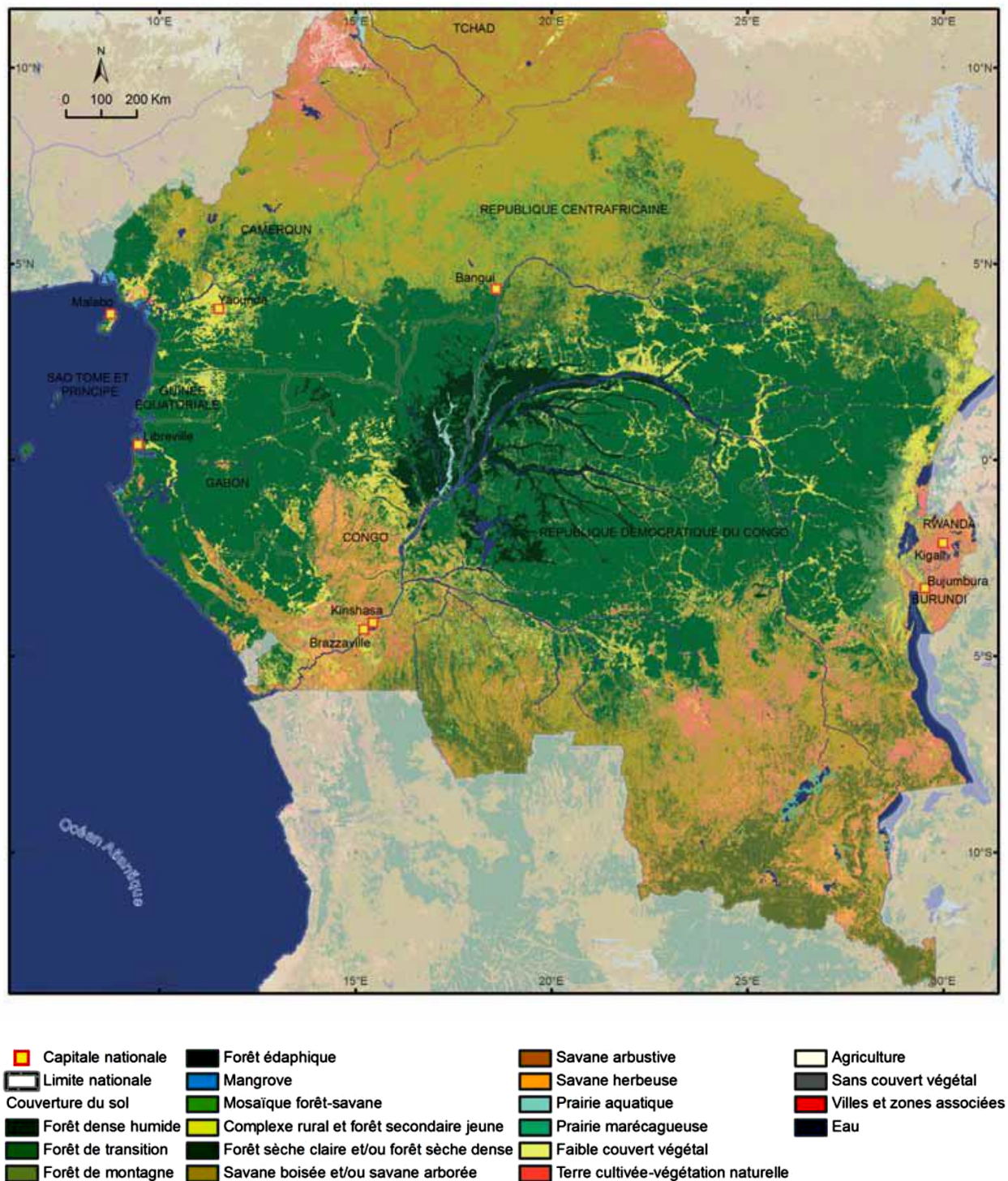


Fig. 1. Carte de la végétation du bassin du Congo (Source : Verhegghen & Defourny, 2010).

environ 530 millions d'hectares dont environ 300 millions (Fig. 1) sont couverts par des forêts (Megevand, 2013). L'exploitation forestière industrielle est pratiquée sur environ 44 millions d'hectares de forêts attribués sous concession, ce qui représente 8,3 % de la superficie totale et 14,7 % des forêts du Bassin du Congo (Megevand, 2013, De Wasseige *et al.*, 2012).

I.2.1.1.1. Situation géographique du Cameroun

Le Cameroun est situé en Afrique ouest-centrale entre les parallèles de latitude 01°40' et 13° 04'N (Nord) et les méridiens de longitude 08°40' et 16° 10'E (Est). Il est de forme générale triangulaire et s'étend sur environ 800 km à la base et 1500 km sur la plus grande longueur et l'altitude maximale atteint 4070 m de hauteur, pour une superficie d'environ 475.442 km² (Onana, 2018).

I.2.1.1.2. Situation géographique de la R.D. Congo

La RDC quant à elle se situe en Afrique Est-centrale et s'étend entre 5°30' et 13°50' de latitude Nord avec environ un tiers du pays situé au nord de l'équateur. En longitude Est de Greenwich, il s'étend de 12°15' à 31°15'. La RDC couvre plus de la moitié des forêts du bassin du Congo (Djomo, 2017).

I.2.1.2. Végétation du Cameroun et de la R.D. Congo

I.2.1.2.1. Végétation du Cameroun

Le Cameroun dispose du deuxième massif forestier d'Afrique après la RDC. Soit environ 19,92 millions d'hectares (FAO, 2011). C'est le 5e rang africain du point de vue de la diversité biologique (Monza, 1992). D'après Letouzey (1985), le Cameroun regorge de nombreuses formations végétales riches et très diversifiées. Les forêts atlantiques regroupent les forêts côtières situées le plus près du littoral. Elles rejoignent la forêt biafréenne, mais elles gardent leur spécificité en raison de l'abondance de *Lophira alata* (Ochnaceae, Azobe), une essence importante pour l'exploitation forestière et *Saccoglottis gabonensis* (Humiriaceae). Les forêts biafréennes sont situées plus à l'intérieur caractérisées par l'abondance de Caesalpiniaceae. Dans la zone côtière on trouve une espèce grégaire différente, *Scyphocephalum munnii* (Myristicaceae). Aux abords de la rivière Sanaga, on trouve quelques taxons des genres *Cola* (Sterculiaceae), *Diospyrus* (Ebenaceae) et *Garcinia* (Guttiferae) et le genre *Dorsteniu* (Moraceae) et quelques espèces étroitement endémiques, telles que *Hymenostegia bakeri*, *Soyauxia talbotii*, *Globulostylis talbotii*, *Deinbollia angustifolia*, *D. saligna*, *Campliospermum dusenii*, *Eugenia dusenii*, *Ouratea dusenii* et *Medusandra richardsiana*. Dans la partie nord de cette zone à la limite de la flore Nigérienne et de l'Afrique

Occidentale, on a des essences tels que *Dacyrodes edulis*, *Brachysegia kennedyi*, *Microberlinia bisulcata*, *Monopetalanthus hedinii*, *Tetraberlinia polyphylla* et *Terminalia ivorensis*. Dans la région sud de cette zone, à la limite nord des forêts gabonaises, *Aucomea klaineana*, *Copaifera religiosa*, *Dialium bipindense*, *Gilbetiodendron pierteanum*, *Monopetalanthus letestui*, *Librevillea klainei*, *Octhocosmus calothrysus*, *Testula gabonensis* et *Calpocalyx heitzii*. Dans la région guinée-congolaise, on trouve des espèces telles que *Lannea welwichii*, *Cleistopholis patens*, *Xylopi staudtii*, *Bombax buonopozense*, *Cordia platythyrsia*, *Swartzia fistuloides*, *Irvingia grandifolia* et *Antandrophragma utile*. Les espèces ayant des affinités avec celles du bassin congolais, telles que *Xylopi hypolampra*, *Fernandoa adolfifriderinci*, *Gilbetiodendron dewevrei*, *Gilbetiodendron leptenthum*, *Irvingia robur* et *Celtis zenketi*. Les forêts semi-caducifoliées sont caractérisées par une abondance d'Ulmaceae et de Sterculiaceae. Elles sont une ressource importante de bois d'œuvre. La forêt sub-montagnarde rejoint la forêt de basse altitude. A une altitude de 800 m et aux altitudes inférieures, la composition des essences et la structure de la forêt sont similaires à celles des formations de basse altitude adjacentes dominées par *Oncoba lophocarpa*, *Crotonogynopsis maniana*, *Dasylepsis racemosa*, *Erythrococca hispida*, *Prunus africana* et *Xylopi africana*. Dans la forêt montagnarde, la diversité d'espèces augmente au fur et à mesure que l'altitude s'élève. Il y a une importante présence d'épiphytes y compris des mousses et des fougères entre autre *Podocarpus melanjanus* et *Arundinaria alpina*. Les arbres et les arbustes s'y trouvant comprennent *Crassocphalum mannii*, *Hypericum lanceolatum*, *Myrica arborea*, *Philippia mannii* et *Schiefflera abyssinica*. Les formations herbeuses subalpines sont pauvres en espèces et caractérisées par les familles de Gramineae, Juncaceae, Caryophyllaceae, Compositae, Cruciferae, Rubiaceae et Umbelliferae.

I.2.1.2.2. Végétation de la R.D. Congo

Pour ce qui est de la RDC, le sol, le relief et le climat déterminent les grandes zones végétales du pays entre autre la forêt, la savane, la brousse et la végétation de montagnes. Les forêts congolaises s'étendent entre 03° de latitude Nord et 04° de latitude Sud, dans une région où il tombe au minimum 1000 millimètres d'eau par an. Elles disposent d'une importance essence à exploiter. On dénombre quinze essences : *Azelia africana* (Doussié), *Milicia excelsa* (Iroko), *Diospyros crassiflora* (Ebène), *Entandrophagma angolense* (Tiama), *Entandrophagma candollei* (Kosipo), *Entandrophagma cylindricum* (Sapelli), *Entandrophagma utile* (Sipo), *Khaya* spp. (Acajou), *Millettia laurentii* (Wengé), *Pericopsis elata* (Afromosia) et *Terminalia superba* (Limba). Selon Congo Online, la forêt congolaise couvre la moitié du territoire avec ses 125 millions d'hectares. Ce qui signifie autrement qu'elle représente 47 % du massif

forestier tropical du continent africain et 6 % des réserves tropicales du monde. La Cuvette centrale, en grande partie recouverte de forêt dense primaire, occupe, à elle seule, 100 millions d'hectares, soit 80 % de la couverture forestière. Les réserves potentielles extrêmement élevées pourraient permettre à terme une production annuelle de l'ordre de 6 millions de m³ de bois par an. Selon le Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestier (SPIAF), il existe 708 essences forestières identifiées, regroupées en trois catégories. La classe 1 constituée des essences exportables en grumes, la classe 2 constituée des essences utilisées localement et exportables aussi en grumes et la classe 3 constituée des essences non exploitées encore pratiquement inviolée. La forêt équatoriale est relativement une forêt vierge et occupe près de la moitié de son territoire. Elle se situe principalement dans la cuvette centrale, région aux fortes chaleurs et aux pluies abondantes. Sa superficie est estimée à plus d'un million de km². Elle a une végétation très dense d'arbres géants, (4 à 5m de circonférence à la base et 50 m de haut), de lianes et de plantes herbacées y poussent à plaisir. Dans l'est, au-dessus de 1 200 mètres, il pousse des forêts tropicales de montagnes où les troncs sont recouverts de mousse. La République Démocratique du Congo occupe le 3e rang mondial et la 1ère place en Afrique en ce qui concerne la surface boisée. Elle occupe la partie la plus humide de la zone tropicale et l'encercle presque entièrement. La savane et la brousse congolaises sont le domaine des herbivores : éléphants, antilopes, buffles et autres et les grands carnassiers, principalement le lion qui y règnent en maître (Anonyme, 2007)

I.2.1.3. Faune du Cameroun et de la R.D. Congo

I.2.1.3.1. Faune du Cameroun

Selon Letouzey (1985), les forêts camerounaises contiennent un grand nombre d'espèces d'animaux (fauniques) dont la distribution est répandue dans le bassin guinéo-congolais. Ces espèces se retrouvent dans tous les types forestiers à l'exception peut-être de la forêt montagnarde et des formations herbeuses sub-alpines. De telles espèces comprennent: *Manis retradactyla*, *M. tricuspis*, *Felis aurata*, *Potamochoerus porcus*, *Perodicticus potto*, *Galagoides demidovii*, *Nandinia binotata*, *Tragelaphus scriptus*, *Cephalophus dorsalis*, *C. monticola* et *Pantroglodytes*. Le Lamantin, *Ttichecus senegalensis*, se trouve dans les eaux côtières et les estuaires. Les oiseaux sont représentés par *Anhinga rufa*, *Ardea goliath*, *Nettapus auritus*, *Stephanoaetus coronatus*, *Cuncuma vocifer*, *Psalidoprocne nitens* et *Nectarinia superba* *Accipifer toussenelii*, *A. castanilius*, *Francolinus squamatus*, *Bombyllonos breweri* et *Giaucidium sjostedi*. Les amphibiens sont répandus partout et comprennent *Bufo superciliaris*, *B. camerunensis*, *Ptychadena aequiplicata*. Les mammifères comprennent *hocebus*

calabarensis, *Galago alleni*, *Genetta sevalina* et *Herpestes naso*. La grenouille géante, *Conrauana goliath* se trouve près des rapides et des cascades. La zone au sud de la Sanaga (le centre d'endémisme 'Western Equatoria' est également riche et variée avec *Mandrillus sphinx*, *Colobus satanas*, *Cercopithecus cephus* et *C. nictitans* espèces endémiques. La faune de la région congolaise du Cameroun comprend très probablement *Pan paniscu*, *Cercocebus galeritus*, *Colobus angolensis*, *Cercopithecus neglectus* et *Cephalophus nigrifrons*. Les grands mammifères comme *Loxondonta africana cyclotis*, *Syncerus caffer nanus* et *Tragelaphus euryceros* ont une distribution répandue dans la région guinée-congolaise.

I.2.1.3.2. Faune de la R.D. Congo

Les écosystèmes de la République Démocratique du Congo sont riches et variés. La faune naturelle congolaise est riche en espèces diverses, adaptées chacune aux conditions climatiques et floristiques. Presque tous les grands animaux africains existent dans ses réserves, cette faune remarquable comprend beaucoup d'espèces de grande et même de très grande taille, telles que l'éléphant africain (le plus grand des mammifères terrestres actuels), la girafe (le plus haut des animaux) et le gorille (le plus grand de tous les primates). Les mammifères sont représentés en République Démocratique du Congo par un si grand nombre de formes qu'il est peu probable de trouver dans le monde entier une région qui, sous ce rapport, pourrait égaler ce pays. Okapi et Paon du Congo constituent des espèces endémiques, connues seulement au Congo. La forêt est peuplée par les gorilles, les singes de tout genre (les chimpanzés, les bonobos...), les sangliers phacochères, potamochères ou hylochères, les chats sauvages, les ruminants tels que buffles rouges, les antilopes de forêt, l'okapi, l'éléphant de forêt et de marécages, les hippopotames, les rhinocéros ainsi que par des serpents des bois, des oiseaux dont certains se distinguent par la beauté de leur plumage ou celle de leur chant. Et comme tous les pays chauds, la République démocratique du Congo compte d'innombrables variétés d'insectes. Certains sont, malheureusement, nuisibles dans la mesure où ils sont vecteurs ou transporteurs de maladies tropicales dangereuses. Dans la savane et la forêt claire congolaise, on rencontre des animaux de grande taille, c'est-à-dire les herbivores et les carnassiers. Ce domaine couvre des grands herbivores (buffles noirs, antilopes, girafes, éléphants, zèbres) qui vivent en bandes ou en troupes et des carnassiers tels que le lion, le léopard, guépard, le chacal, la civette, l'hyène vivant isolé ou en petits groupes ayant chacun son terrain de chasse. La faune et la flore de la RDC regroupent 95 % des variétés des crocodiles rencontrés sur tout le continent africain (Anonyme, 2007).

I.2.1.4. Climat du Cameroun et de la R.D. Congo

I.2.1.4.1. Climat du Cameroun

Le Cameroun est séparé en deux grands domaines climatiques : le domaine équatorial et subéquatorial au sud, et les domaines tropicaux au nord (Letouzey, 1985 ; Monza, 1992). Le domaine équatorial est caractérisé par des précipitations abondantes (plus de 1 000 mm de précipitations par an) et surtout par l'absence de saison sèche : on parle ici de « saisons sèches » pour les périodes où il pleut moins (décembre-janvier, puis juillet-août, avec des variantes locales). L'atmosphère est humide toute l'année : l'humidité relative est constamment proche du point de saturation et l'insolation est réduite (moins de 2 000 h/an). La température varie peu (entre 25 et 35 °C), l'amplitude thermique, diurne comme annuelle, est faible. La plaine côtière autour de Douala connaît un climat dit "hyperhumide" avec absence totale de saison sèche. Au pied du Mont Cameroun, les précipitations connaissent des records : plus de 7 500 mm annuels à Limbé. Le climat équatorial des hautes terres de l'Ouest est à "faciès montagnard". Les plateaux sudcamerounais et le sud de la plaine côtière connaissent le climat dit de type guinéen qui caractérise la forêt du bassin du Congo. Le domaine tropical du sud au nord, en fonction de la latitude avec des modulations dues au relief, le climat tropical est de trois types très différents, la pluviométrie s'abaisse, la durée de la saison sèche augmente, de même que l'amplitude thermique diurne et annuelle, un climat tropical humide d'altitude, autour du massif de l'Adamaoua, la pluviométrie est abondante, de l'ordre de 1 500 mm par an. Mais la saison sèche est marquée (d'octobre à janvier à Ngaoundéré) et la température est modérée toute l'année (aux alentours de 20 °C). Un climat tropical soudanien, autour de la cuvette de la Bénoué avec des températures élevées et des pluies abondantes (1 300 mm annuels à Garoua). Mais la saison sèche s'allonge et les précipitations se font beaucoup plus irrégulières (tornades violentes et brèves, effets des vents desséchants comme l'harmattan). Un climat tropical soudano-sahélien au nord : les températures sont élevées mais avec une grande irrégularité des pluies, la saison sèche (8 mois à Maroua) est supérieure à la saison des pluies.

I.2.1.4.2. Climat de la R.D. Congo

La RDC possède une grande variété de climats et de paysages. Généralement, toute la République bouge sous la température moyenne annuelle, généralement, élevée. Les influences de l'océan Atlantique, celles des alizés de l'océan Indien, celles de la zone équatoriale et celles des régions montagneuses de l'est principaux éléments du climat congolais font bouger le paysage et le climat du pays. Le climat est chaud et humide sur la plus grande étendue de son territoire et une pluviosité abondante, lequel se trouve en zone équatoriale et tropicale humide.

En effet, le pays s'étend de façon inégale à cheval sur l'Equateur à peu près jusque 5° de latitude nord et 13° de latitude sud. Au niveau de l'Equateur, le thermomètre ne descend qu'exceptionnellement en dessous de 20°C. Sur le pourtour, au contraire, les nuits sont plus froides. Dans le Nord-Est, l'Est et le Sud-Est, régions de plateaux et de montagnes, l'altitude modifie considérablement les conditions climatiques. La température est en moyenne de 25 °C autour de la cuvette, de 26 °C sur la côte, de 18 à 20 °C à l'altitude de 1 500 mètres, de 16 à 17 °C à 2 000, de 11 °C à 3 000 mètres et de 6 °C à 4 000 mètres. La RDC bénéficie généralement de deux saisons, une saison sèche et une saison de pluie. La répartition des saisons pas identique sur tout le territoire et pas égale en terme de durée. Dans la partie nord du pays, les saisons de pluies durent du mois d'avril à la fin du mois de juin et du mois de septembre à la fin du mois d'octobre. Les saisons sèches durent de début novembre à fin mars (grande saison sèche) et de début juillet à fin août (petite saison sèche). Au Sud de l'Equateur, le rythme des saisons est exactement inversé. Dans les régions montagneuses de l'Est, les deux saisons sèches ne durent qu'un mois (janvier et juillet). Dans le Sud et le Sud-Est du Katanga, la saison des pluies commence à la mi-octobre et se prolonge jusqu'à la mi-mai. Dans le Nord-Katanga et le Sud-Kasaï, les pluies commencent début octobre pour cesser fin avril, mais une petite saison sèche s'intercale au mois de janvier. Ce grand pays au cœur de l'Afrique comprend trois climats: le climat équatorial, le climat tropical et le climat de montagne (Bultot, 1950, 1956 ; Anonyme, 2007).

I.2.1.5. Sol du Cameroun et de la R.D. Congo

I.2.1.5.1. Sol du Cameroun

Selon Muller & Gavaud (1979), la grande variété des sols du Cameroun est liée à celle des roches-mères, des facteurs topographiques, de l'âge, mais aussi aux milieux bioclimatiques où ils se forment. Huit grandes catégories de sol sont représentées. Les sols minéraux bruts contiennent des traces de matière organique et quelques centimètres de débris de roche désagrégée. On les trouve sur des reliefs montagneux. Si la roche est meuble, on les appelle régosoliques, et, si elle est dure, lithosoliques. Ils sont associés à des *sols peu évolués*, plus altérés, plus riches en matière organique, avec début de formation d'argile. Dans le nord apparaissent localement des faciès ferrugineux avec début d'individualisation des sesquioxides de fer, et *lessivés* avec entraînement modéré de l'argile. Dans le sud on observe un début d'évolution ferrallitique. Des sols peu évolués sont développés sur des matériaux d'apport récent. Ils peuvent être hydromorphes, carbonatés, planosoliques, halomorphes. On distingue également les sols *d'apport éolien* du cordon du lac Tchad et ceux sur cendres volcaniques des

massifs de l'Ouest. Les vertisols sont argileux, foncés, affectés de mouvements internes de retrait et gonflement saisonniers. Les vertisols topomorphes sont formés en zones planes et déprimées (cuvette du lac Tchad), les vertisols lithomorphes à partir de matériaux basiques. Les *andosols* et les *sols bruns* eutrophes sont des sols jeunes, à profil homogène, développés sur les formations volcaniques basiques et généralement associés à des sols minéraux bruts et peu évolués. Les *sols bruns* eutrophes, intermédiaires entre sols peu évolués et ferrallitiques, ont un humus abondant, bien lié à la matière minérale. Les sols ferrallitiques et ferrugineux ont une couleur très accusée (rouge, ocre ou rouille).

I.2.1.5.2. Sol de la R.D. Congo

Selon Jurion *et al.* (1960), Les sols du Congo sont très variés. Ceci est dû, soit à la grande variété de matériaux originels, soit aux différentes conditions de développement, déterminées par les facteurs externes, soit encore aux périodes pendant lesquelles ces facteurs ont pu exercer leur influence. On distingue en RDC : les *sols humifères* d'altitude présentant un horizon A₁ important; leur teneur en carbone jusqu'à 1 m de profondeur est supérieure à 200 t/ha. Les *sols peu humifères* à horizon A₁ faiblement développé apparaissent dans les régions de basse altitude à température plus élevée. Les hydrokaolisols qui se caractérisent par un profil bien drainé sans horizon gley, mais sans dessèchement du profil au cours de l'année. Les hygroxérokaolisols qui se caractérisent par un profil sans horizon gley, qui subit un dessèchement temporaire au cours de l'année. Les xérokaolisols qui sont observés uniquement dans les régions très sèches du Graben et dans certaines dépressions dont la pluviosité est inférieure à 900 mm. Les hydrokaolisols qui sont des profils kaolinitiques hydromorphes présentant un horizon gley immédiatement en dessous des horizons A ou B. Les ferrisols dont le matériau originel se caractérise par la présence de minéraux argileux, parmi lesquels la kaolinite et les oxydes libres dominant, la gibbsite est parfois présente en faibles quantités. Les ferrisols humifères présentant un horizon A₁ prononcé, d'une épaisseur supérieure à 10 cm. Les ferralsols dont la fraction argileuse essentiellement kaolinitique est mélangée à d'importantes quantités d'oxydes libres, la présence de gibbsite est fréquente mais pas générale, dans certains cas, on note encore la présence de gels alumino-siliciques. Les arenoferrals dont la fraction argileuse essentiellement kaolinitique est mélangée à d'importantes quantités d'oxydes libres, la gibbsite peut être présente.

I.2.1.6. Hydrographie du Cameroun et de la R.D. Congo

I.2.1.6.1. Hydrographie du Cameroun

Selon Monza, (1992), le réseau hydrographique du Cameroun est constitué des bassins versants et des fleuves. Le bassin de l'Atlantique regroupe le Wouri, le Nkam, le Noun, la Sanaga, le Nyong, la Kellé. Le bassin du Congo regroupe le Bok, le Lobo, le Sangha, le Dja. Le bassin du Niger regroupe le Mayo Kebbi, la Bénoué, le Faro. Le bassin du Tchad regroupe le Logone, la Vina, le Chari. La Sanaga est le plus long fleuve du Cameroun (918 km). Les lacs de cratères représentés par les Lac Oku, Lac Tison, Lac Bini, Lac Barombi Mbo, Lac Nyos. Les lacs de subsistance représentés par les Lac Ossa, Lac Dissoni, Lac Ejagal. On distingue aussi les lacs de cuvette représentés par les Lac Tchad, Lac Fianga. Les lacs artificiels par les Lac Bamendjing sur le Noun, Lac Mbakaou sur le Djerem. Les chutes d'eau représentés par les chutes de la Lobé, de la Moakeu, d'Ekou, de la Métché, de Mamy Wata, de Bamesingue. Les précipitations tombant sur le pays sont assez abondantes en moyenne. Elles alimentent des cours d'eau souvent puissants. La hauteur d'eau annuelle moyenne des précipitations est de 1 604 millimètres pour une superficie de 475 440 kilomètres carrés. L'évapotranspiration et les infiltrations consomment environ de 494,61 km³ et environ 268 km³ de ressources d'eau superficielle produites sur le territoire du pays (en interne). De plus une quantité renouvelable de 5 km³ d'eau souterraine est produite chaque année, en interne également. Soit au total un volume de 273 km³ d'eau produit en interne. Le pays reçoit en outre un supplément d'eau provenant de pays voisins, à savoir 4 km³ venant de la république du Tchad représentant le débit d'affluents de la Bénoué (Mayo Kebbi), et 8,5 km³ venant également du Tchad et constituant la moitié du débit du Logone (17 km³), rivière frontière. Ce qui fait un total de 12,5 km³ de provenance externe. Les ressources en eau du pays s'élèvent au total à 285,5 milliards de m³ (c'est-à-dire 285,5 milliards de m³)

I.2.1.6.2. Hydrographie de la R.D. Congo

Le fleuve Congo avec ses 4 700 km de longueur, un débit de 50 000 m³/s et son bassin vaste de 3,80 millions de km², est après le Nil le deuxième fleuve le plus long d'Afrique, le fleuve d'Afrique, le plus important par son débit et le deuxième fleuve du monde après l'Amazone ayant le plus grand bassin. Sa position à proximité de l'équateur lui vaut ce débit le plus important du continent. Le fleuve Congo a une importance économique considérable, dans ce sens qu'il fournit du poisson et de l'électricité et constitue une voie de communication indispensable. Avec ses affluents, il forme 14 166 km de voies navigables. Il prend sa source dans le sud du Katanga, dans le village de Musofi (à Kipushi) à une altitude de 1 435 mètres et

porte le nom de Lualaba jusqu'à Kisangani. Il se déverse dans l'océan par un large estuaire et sa puissance est telle qu'on reconnaît ses eaux jusqu'à 45 km en plein océan. Les lacs de la république démocratique du Congo sont nombreux et on cite, les lacs Tanganyika, Edouard, Upemba et Moero, Pool de Malemb, qui occupent les fonds des grabens, sont d'origine tectonique. Le Lac Albert échappe à la règle dans la mesure où il aurait déjà existé au Miocène inférieur. Ces lacs constituent les éléments de géographie physique récents et se sont surtout développés pendant le Quaternaire. La RDC présente aussi de lacs de cuvette tel la cuvette centrale qui possède plusieurs étendues lacustres dont les principales sont le Lac Mai-Ndombe (7m de profondeur), le lac Tumba (3,8m de profondeur), et le lac Munkamba (5m de profondeur). On les considère comme les vestiges d'un lac plus important, qui aurait occupé une partie de la cuvette pendant une période courte dans l'histoire du réseau hydrographique du Congo (Bultot, 1950, 1956 ; Anonyme, 2007).

I.2.2. Généralités sur les Basidiomycètes supérieurs (Macromycètes)

I.2.2.1. Définitions

La mycologie est la science qui étudie les champignons. Elle est connue depuis l'Égypte ancienne où les processus fermentaires que les champignons empruntent étaient déjà utilisés dans l'alimentation. Les champignons représentent un groupe d'organisme majeur à la fois dans le fonctionnement des écosystèmes mais également dans des applications biotechnologiques qu'ils peuvent potentiellement diriger (Schmit & Mueller, 2007 ; Berdy, 2005).

Les champignons sont des thallophytes eucaryotes non chlorophylliens appartenant au règne fongique (Whittaker, 1969). Ils ont une paroi cellulaire composée de chitine, ce qui les rapproche plus des animaux que des plantes. On estime leur diversité à 1,5 million d'espèces dont moins de 20 % sont connus (Hawksworth, 2005). Ce potentiel est reparti en deux grands groupes : les Micromycètes, ensemble des espèces invisibles à l'œil nu, c'est le groupe prédominant ; et les Macromycètes qui sont des espèces formant des fructifications visibles à l'œil nu, c'est le groupe minoritaire. La composition en éléments chimiques et métabolites secondaires des champignons est très importante. Elle fait de nos jours l'objet de nombreux axes d'études en vue de la recherche de nouvelles molécules d'intérêts thérapeutiques bénéfiques à l'homme et en vue d'établir les moyens de classifications basées sur lesdits éléments (Lebreton & Méneret, 1964). La classification des champignons est basée de nos jours sur la taxonomie conventionnelle et la chimiotaxonomie.

La systématique conventionnelle des champignons est basée principalement sur des critères morphologiques (Verscheure *et al.*, 2002). Elle étudie les caractères macromorphologiques et micromorphologiques.

La chimiotaxonomie est la classification des organismes selon des caractéristiques biochimiques. Elle a vu le jour il y a quelques années, et comprend des méthodes analytiques et moléculaires permettant aux scientifiques de la réaliser. Les méthodes moléculaires et les méthodes chimiques fournissent des données complémentaires aux méthodes classiques. De plus, en combinaison avec les données morphologiques, la chimiotaxonomie permet une identification et/ou une classification plus performante (Verscheure *et al.*, 2002).

I.2.2.2. Biologie des Basidiomycètes supérieurs

L'étude d'un champignon supérieur (Macromycète) montre qu'il possède deux composantes (Fig. 2) : Le carpophore est la fructification visible, le plus souvent à la surface de la terre, produit par un appareil végétatif nommé « mycélium » blanchâtre, filamenteux, constitué d'hyphes (Gévry, 2010). L'hyphe est cloisonné ou septé (Septomycètes) (Selosse & Durrieu, 2004). La reproduction est sexuée et se fait par fusion des hyphes de polarité différente issus de la germination des spores.

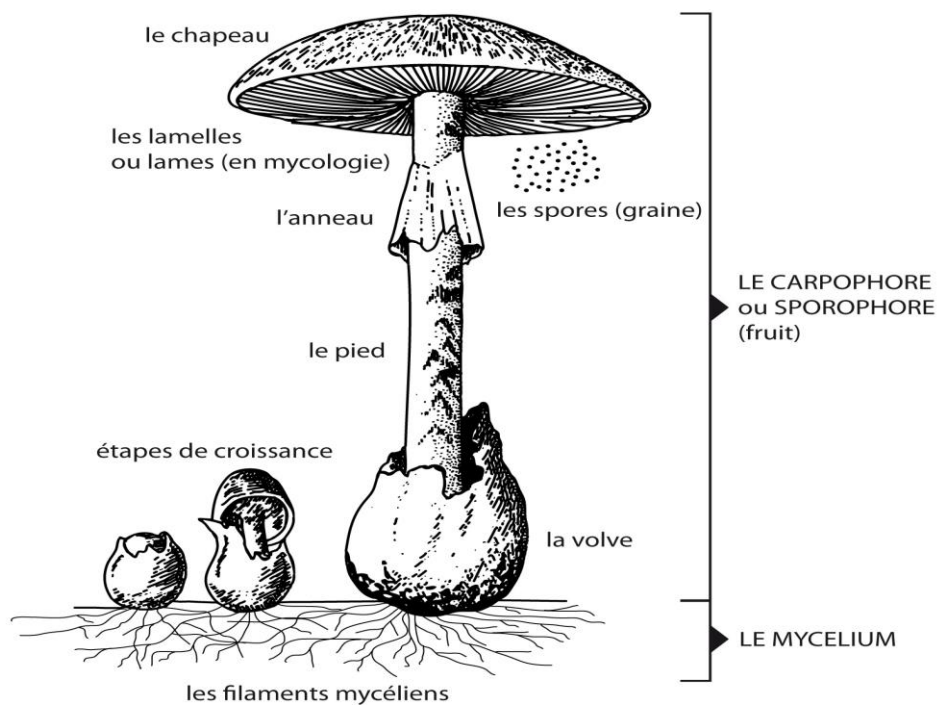


Fig. 2. Différentes parties d'un Macromycète, *Amanites* (Anonyme, 2015).

Les spores assurent la dissémination et dans certains cas, la survie en conditions défavorables (Fig. 3). L'essentiel de ces espèces fait partie des Ascomycètes et Basidiomycètes, classes des champignons les plus évolués (Chevaugeon, 1977) ; la classe des Basidiomycètes étant la plus importante.

La croissance et le développement des Macromycètes est fonction :

- d'une part des facteurs temporels tels la température et l'humidité (Lamoureux, 1993) ; la latitude et l'altitude (Villeneuve, 2000) et les précipitations, meilleur
- indicateur de la richesse d'espèce et de la structure des communautés fongiques (O'dell, 1999).
- d'autre part, des facteurs spatiaux tels la nature du peuplement et la diversité des plantes (Lodge *et al.*, 2004) ; la structure du couvert forestier, l'absence prolongée de fragmentation et la continuité spatiale du couvert sur une longue période de temps (Villeneuve, 2000) ; le type de sol et d'humus, la qualité des litières et la fertilité des sols (Villeneuve *et al.*, 1991).

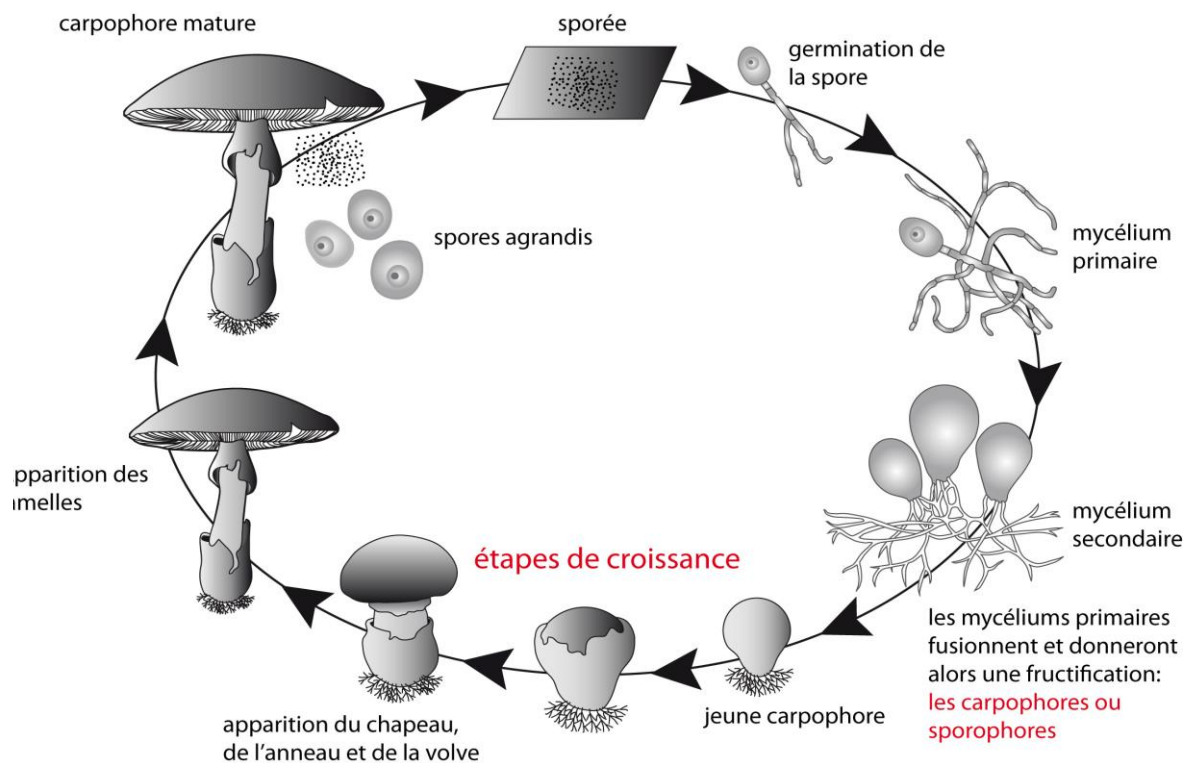


Fig. 3. Cycle de reproduction des champignons supérieurs (Anonyme, 2015).

I.2.2.3. Ecologie et mode de vie des Basidiomycètes supérieurs

I.2.2.3.1. Ecologie et distribution

La présence en grands nombres des Macromycètes reste liée aux essences forestières (Mohamed, 2007) et la sous-région que constitue l’Afrique Centrale est l’une des plus riches au monde en termes de biodiversité (Vande-Weghe, 2004) ; une diversité tant végétale, animale que fongique. On les rencontre également dans les savanes, les plantations, les champs cultivés et les cours d’eau où ils colonisent les souches de bois mort, le sol, la litière et même les plantes vivantes. Certains vivent en symbiose avec des termites (*Termitomyces*) sur des termitières souterraines ou géantes, ou avec des végétaux (10 %) formant des mycorhizes de type ectomycorhize. La connaissance et la maîtrise des phénomènes de mycorhization étant l’une des clés de l’avenir des forêts mondiales (Guinberteau & Courtecuisse, 1997). D’autres au contraire vivent en parasite sur les végétaux tels que *Ganoderma* spp., *Phellinus* spp., *Inonotus draydeus* (Pillot, 2013).

I.2.2.3.2. Nutrition et modes de vie des Macromycètes

Les champignons sont des organismes hétérotrophes que l’on classe communément en trois grandes catégories en fonction de leur mode de nutrition :

- les saprophytes, qui vivent et s’alimentent sur la matière organique en décomposition (Fig. 4 A/B). Ce sont des acteurs essentiels dans le fonctionnement et l’équilibre des écosystèmes. La plupart des espèces de champignons cultivées dans le monde appartient à ce groupe (Eyi-Ndong *et al.*, 2011) ;
- les parasites (biotrophes), qui puisent leur énergie sur les êtres vivants (Fig. 4 C) ;



Fig. 4. Quelques Macromycètes saprophytes : A. *Phallus duplicata* (Metsebing, 2015), B. *Psathyrella aquatica* (Jonathan, 2013) ; Parasite : C. *Inonotus draydeus* (Pillot, 2013).

- et les symbiotes qui établissent une relation à bénéfices réciproques avec d'autres organismes vivants (Fig. 5). Ici, on distingue :
 - L'association des champignons du genre *Termitomyces* avec des termites (Fig. 5 A) de la sous-famille des Macrotermitinae (Heim, 1977) : Le mycélium des *Termitomyces* se développe sur les meules à l'intérieur des termitières et les sporophores apparaissent périodiquement à la surface ou à proximité de ces dernières (Eyi-Ndong *et al.*, 2011) ;
 - L'ectomycorhization, association des champignons avec les racines des arbres, forme des manchons autour des radicelles, augmentant ainsi leur capacité d'absorption (Fig. 5 B). Les familles concernées dans les forêts tropicales d'Afriques sont : les *Caesalpiaceae* (*Gilbertodendron dewevrei*), *Euphorbiaceae* (essentiellement *Uapaca* spp.) et *Gnetaceae* (uniquement *Gnetum africanum*) ; Les champignons ectomycorrhiziens : le genre *Amanita* (Amanites), la majorité des Boletales (Bolets), *Cantharellus* (Chanterelles), *Lactarius* (Lactaires) et *Russula* (Russules) (Eyi-Ndong *et al.*, 2011).

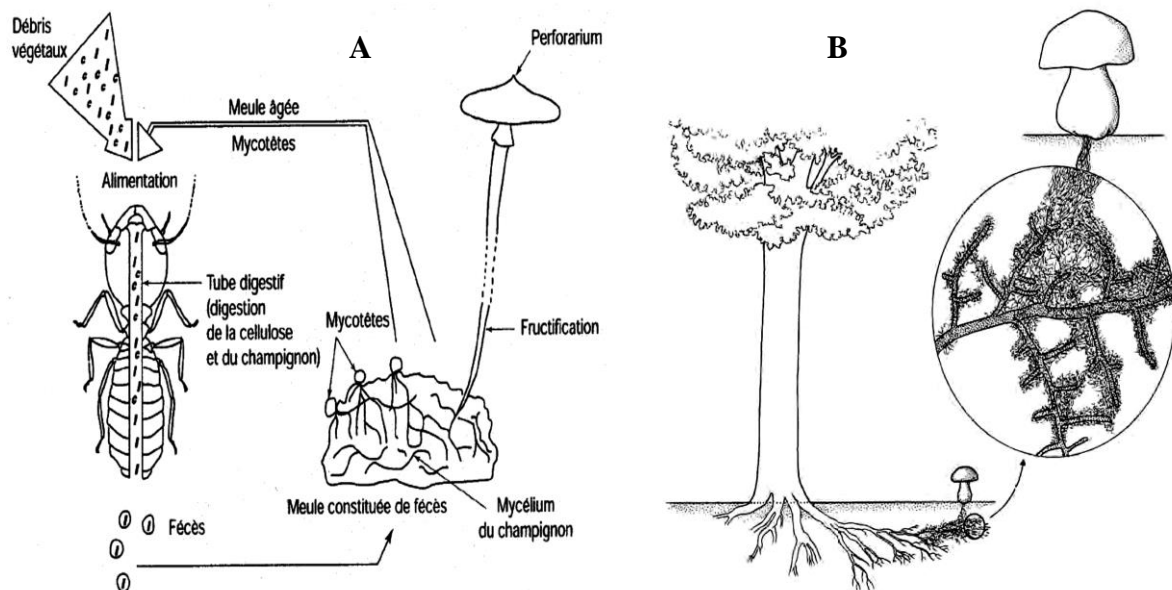


Fig. 5. Macromycètes symbiotes: A. Symbiose *Termitomyces* macrotermitinae (Selosse, 2011); B. Symbiose ectomycorrhizienne (Eyi-Ndong *et al.*, 2011).

I.2.2.4. Importance de l'étude des Macromycètes

I.2.2.4.1. Importance alimentaire, médicinale et thérapeutique des Macromycètes

Les champignons supérieurs constituent un excellent complément alimentaire et font depuis longtemps partie du régime alimentaire de l'homme. Au cours des dernières décennies, ils ont fait l'objet d'un intérêt croissant en raison de leurs propriétés thérapeutiques. En effet,

outre leur valeur nutritionnelle et leur goût très apprécié, les champignons constituent une source d'agents bioactifs ayant plusieurs propriétés thérapeutiques telles que des propriétés anti-inflammatoires, antihistaminiques, antitumorales, hypocholestérolémiantes, antidiabétiques, analgésiques et immunomodulatrices (Chihara, 1992 ; Gao *et al.*, 1996 ; Borchers *et al.*, 1999 ; Ooi & Liu, 1999 ; Wasser & Weis, 1999 ; Wasser, 2002). Parmi ces principes bioactifs, les polysaccharides ont reçu, en raison de leurs propriétés immunomodulatrices, une attention particulière de la part des chercheurs œuvrant dans le domaine biomédical. Plusieurs polysaccharides fongiques ont en effet la particularité de stimuler les défenses de l'hôte en favorisant la maturation, la différenciation et la prolifération des cellules immunitaires, ce qui leur confère plusieurs propriétés thérapeutiques notamment des propriétés anticancérigènes, antibactériennes et antivirales (Jong & Birmingham, 1993 ; Borchers *et al.*, 1999 ; Ooi & Liu, 1999 ; Wasser & Weis, 1999 ; Wasser, 2002). Ainsi, différents polysaccharides extraits de champignons, parmi lesquels le lentinan, sont utilisés dans le traitement de différentes maladies (Ohno *et al.*, 1985 ; Gao *et al.*, 1996 ; Kidd, 2000).

I.2.2.4.1.1. Importance alimentaire

De nombreux spécimens de Macromycètes sont comestibles aussi bien en zone tempérée que tropicale. En Afrique, ils sont considérés comme aliments de substitution à la viande et au poisson en période de disette (Eyi-Ndong *et al.*, 2011). Au Cameroun par exemple, les *Termitomyces*, plus consommés et très riches en eau (80 à 90 % de la biomasse fraîche), lipides, protéines (10-15 % de leur poids sec) et glucides (4-6 % de la matière fraîche) (Mossebo *et al.*, 2011) sont rencontrés et vendus dans certaines localités du pays notamment le Centre et l'Ouest, en période d'abondance (Mars-Avril ; Juillet-Août). En fait, l'analyse des champignons comestibles montre qu'ils contiennent plus des protéines et des acides aminés que les légumes. Leur consommation constitue une solution aux problèmes d'obésité et maladies cardio-vasculaires dues aux protéines animales riches en cholestérol et en graisses. Les protéines des champignons sont facilement disponibles et procurent à l'organisme l'habilité de digérer (absorption au niveau des villosités intestinales) des hydrates de carbone, des graisses et des protéines d'origine animale. Ils sont également riches en potassium, sélénium, fibres, vitamine B2, B3 et D (Anonyme, 2011). En général, les champignons contiennent des protéines, des minéraux et des vitamines de haute qualité, mais pauvre en acide gras (Chaube, 1995).

I.2.2.4.1.2. Importance médicale et thérapeutique

Les champignons macroscopiques ont des vertus médicinales avérées. Ils sont signalés comme capables d'améliorer la santé cardiaque, de réduire le risque de cancer, de promouvoir

la fonction immunitaire, d'inhiber l'action des virus, des bactéries et des champignons microscopiques toxiques, de réduire l'inflammation, d'aider à équilibrer les niveaux de sucre dans le sang et de soutenir le mécanisme de détoxification de l'organisme (Barros *et al.*, 2007 ; Ferreira *et al.*, 2007 ; Christian, 2013). Ils ont également la capacité d'accumuler une grande variété de métabolites secondaires notamment les alcaloïdes, les composés phénoliques, les polypeptides, les terpènes, les stéroïdes et les saponines. Les composés phénoliques se sont révélés être des excellents antioxydants synergiques (Kuppuswamy *et al.*, 2013 ; Shakeel *et al.*, 2016 ; Gnanavel & Mary, 2013 ; Tulika & Mala, 2017 ; Selvin *et al.*, 2009 ; Egbung *et al.*, 2017 ; Kotan *et al.*, 2010 ; Marzoqi *et al.*, 2015).

Plusieurs peuples africains et asiatiques utilisent certaines espèces en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maux (Yongabi *et al.*, 2004 ; Akpaja *et al.*, 2003 ; Ayodele *et al.*, 2009 ; Okhuoya *et al.*, 2010 ; Oyetayo, 2011 ; Hama *et al.*, 2012). Pour ce faire, certains préparent des décoctions à l'aide des carpophores et d'autre à partir des spores obtenues de ces carpophores. C'est le cas par exemple des populations du Niger qui utilisent la décoction de *Podaxis pistillaris* pour le traitement des plaies et des vers intestinaux et *Agaricus subsaharianus* pour le traitement des boutons (Hama *et al.*, 2012) ; de *Ganoderma lucidum*, utilisé depuis plus de 2 000 ans dans la pharmacopée chinoise pour soigner l'hépatite (Mohamed, 2007), le cancer, l'obésité et augmenter l'espérance de vie en Asie (Kao *et al.*, 2013) ; de *Pleurotus tuber-regium* utilisé par les Ibo et Yoruba du Nigéria pour traiter les maux de tête, d'estomac ou combattre la fièvre, l'asthme, l'hypertension, les maladies nerveuses et les maladies cardiaques (Oso, 1977 ; Akapaja *et al.*, 2003 ; Baeke, 2005). Il est très utilisé au Madagascar pour lutter contre les orages violents et les femmes enceintes s'en enduisent pour pouvoir entrer dans une chambre funéraire sans danger (Heim, 1935). Ailleurs au Népal, certains *Termitomyces* sont très utilisés par les populations pour soigner plusieurs pathologies humaines. Le tableau ci-dessous récapitule ces *Termitomyces* et d'autres espèces utilisées par les populations de certains pays africains pour traiter les maladies humaines.

Tableau I. Quelques champignons utilisés dans la pharmacopée traditionnelle africaine et au Népal pour le traitement de certaines maladies.

N°	Champignons	Usage(s) Ethnomédicinale(s)	Pays	Source
1	<i>Agaricus subsaharianus</i>	Traitement des boutons	Niger	Hama <i>et al.</i> (2012)
2	<i>Auricularia auricular</i>	Traitement des hémorroïdes et hémoptysie	Benin, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria	Nwordu <i>et al.</i> (2013) Rammeloo <i>et al.</i> (1993) Akapaja <i>et al.</i> (2003)

3	<i>Calvatia cyathiformis</i>	Pour traiter le hoquet, leucorrhée, stérilité	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal	Boa (2004), Dijk <i>et al.</i> (2003), Pegler & Wanhaeck (1994), Walley & Rammeloo (1994)
4	<i>Daldinia concentrica</i>	Traitement les maux d'estomac, l'ulcère d'estomac, maladie de peau, toux sèche et prévention de la croissance excessive de fœtu	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal	Kinge <i>et al.</i> (2013) Rammeloo <i>et al.</i> (1993) Akapaja <i>et al.</i> (2003)
5	<i>Ganoderma applanatum</i>	Antioxydant, hypoglycémique et antihypertension	Nigeria, Cameroun,	Nwordu <i>et al.</i> (2013) Kinge <i>et al.</i> (2013), Akapaja <i>et al.</i> (2003)
6	<i>Ganoderma lucidum</i>	Traitement arthrite et néoplasie	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Sénégal	Boa (2004) Dijk <i>et al.</i> (2003) Pegler & Wanhaeck (1994) Walley & Rammeloo (1994)
7	<i>Ganoderma resinaceum</i>	Hypoglycémique Hépatoprotecteur	Nigeria	Akapaja <i>et al.</i> (2003)
8	<i>Lentinus squarulosus</i>	Traitement oreillons et maladie cardiaque	Cameroun, Ghana, Nigeria	Rammeloo <i>et al.</i> (1993) Akapaja <i>et al.</i> (2003)
9	<i>Pleurotus tuber-regium</i>	Traitement maux de tête, rhume, palus, maux d'estomac et constipation	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal	Nwordu <i>et al.</i> (2013) Rammeloo <i>et al.</i> (1993) Akapaja <i>et al.</i> (2003)
10	<i>Polyporus officinalis</i>	Traitement hernie, toux et rhume	Nigeria	Akapaja <i>et al.</i> (2003);
11	<i>Podaxis pistillaris</i>	Traitement des plaies et des vers intestinaux	Niger	Hama <i>et al.</i> , (2012)
12	<i>Schizophyllum commune</i>	Traitement du diabète	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal	Boa (2004), Dijk <i>et al.</i> (2003) Pegler & Wanhaeck (1994) Akapaja <i>et al.</i> (2003)
13	<i>T. albuminosus (Berk.) R.</i>	Pour le traitement de la rougeole, des fièvres jaunes	Népal	Aryal & Budathoki (2016)
14	<i>T. aurantiacus (R. Heim)</i>	Baisse la fièvre	Népal	
15	<i>T. badius</i>	Traitement de la constipation, lutter contre la fatigue, l'indolence (faiblesse), le sommeil	Népal	
16	<i>T. clypeatus</i>	pour le traitement de la rougeole, des fièvres jaune	Népal	
17	<i>T. eurrhizus</i>	Utilisé comme lotion pour les maladies de la peau associé à la plante	Népal	

18	<i>T. fuliginosus</i>	Effet tonique	Népal	Aryal & Budathoki (2016)
19	<i>T. globulus</i>	Cicatrisation des plaies	Népal	
20	<i>T. heimii</i>	Traitement de la jaunisse et de la diarrhée	Népal	
21	<i>T. letestui</i>	utilisée pour le traitement de l'inappétence, des troubles abdominaux, de l'indigestion, des maux d'estomac	Népal	
22	<i>T. mammiformis</i>	Renforce le corps, augmente sa capacité de guérison, est associé à la longévité	Népal	
23	<i>Termitomyces microcarpus</i>	Pour traiter la blennorragie, effet tonique	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal, Népal	Boa (2004), Dijk <i>et al.</i> (2003), Pegler & Wanhaeck (1994), Walley & Rammeloo (1994), Akpaja <i>et al.</i> (2003).
24	<i>T. microcarpus f. santalensis</i>	Effet tonique pour stimuler la force	Népal	Aryal & Budathoki (2016)
25	<i>Termitomyces. robustus</i>	Pour traiter les maux de ventre, le cancer, la constipation, lutter contre la faiblesse et le sommeil	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal,	Boa (2004), Dijk <i>et al.</i> (2003), Pegler & Wanhaeck (1994), Walley & Rammeloo (1994)
26	<i>T. schimperi</i>	Utilisé pour le traitement des plaies et des maladies de la peau.	Népal	Aryal & Budathoki (2016)
27	<i>T. striatus f. graiseus</i>	effet tonique	Népal	
28	<i>T. striatus f. ochraceous</i>	effet tonique	Népal	
29	<i>T. umbunkowaan</i>	utilisées dans les bains de bouche pour les infections de la cavité buccale et le soulagement des douleurs arthritiques	Népal	Aryal <i>et al.</i> (2016)
30	<i>T. palpensis sp.nov.</i>	utilisé pour le traitement de la jaunisse et de la diarrhée	Népal	
31	<i>T. arghakhanche nsis sp.nov.</i>	utilisée pour le traitement de la faiblesse, des troubles abdominaux et de l'indigestion	Népal	
32	<i>Volvariella volvaceae</i>	Antibiotiques et antinéoplasie	Benin, Cameroun, Cote D'Ivoire, Ghana, Nigeria, Senegal, Togo	Akapaja <i>et al.</i> (2003)

Les extraits bruts de certaines de ces espèces suscitées ont été testés dans plusieurs laboratoires par rapport à leurs activités antibactériennes et antifongiques confirmant ainsi leurs propriétés thérapeutiques telles que signalées par des études ethnomycologiques (Barbieri *et al.*, 2017 ; Hiralal *et al.*, 2014 ; Seulah *et al.*, 2017) qui les ont précédées. Ces espèces appartiennent entre autre aux genres *Ganoderma*, *Phellinus*, *Pleurotus*, *Lentinus*.

I.2.2.4.2. Importance écologique

Les associations mycorhiziennes favorisent la régénération et la croissance des forêts naturelles et des plantations commerciales dans les zones tempérées et tropicales (Anonyme, 2006). Sans champignons, il n'y aurait pas de forêts ni d'autres habitats naturels structurés (Anonyme, 2001). Ce sont des biofertilisants par excellence contribuant énormément à la réduction du CO₂. Ce gaz serait un des responsables de l'intensification de l'effet de serre qui est aussi la première cause des changements climatiques. Les Macromycètes sont des bio-indicateurs performants (Chevassut, 1999) et permettant de juger l'équilibre écologique (Brandrud *et al.*, 1990 ; 1998).

I.2.2.4.3. Importance économique

Les Macromycètes lignivores parasitent un grand nombre d'arbres d'alignement, fruitier ou forestier desquels ils tirent leurs substances nutritives. Ils synthétisent des enzymes appelées polyphénoloxydases (laccases, peroxydases et tyrosinases) qui catalysent les réactions d'oxydation du bois entraînant les pourritures blanche et brune (cubique) du bois d'œuvre sur lequel ils poussent (Mossebo, 1999 ; 2018) (Fig. 6)



Fig. 6. Différents types de pourriture causée par les champignons lignivores sur le bois, A/B. Pourriture blanche, C. Pourriture brune (Photo Mossebo, Nsimeyong Cameroun, 2012 ; 2019).

Les espèces parasites causent des pertes énormes aux industries du bois ainsi qu'aux plantes cultivées. C'est le cas de *Ganoderma boninense* parasite du palmier à huile (*Elaeis guineensis*). Il est capable de causer la pourriture de la base des troncs (Fig. 7) et la mort de près de 80 % des peuplements (Abdul *et al.*, 2004). Le palmier à huile est la première source d'huile végétale dans le monde et les surfaces cultivées dépassent 16 millions d'hectares générant annuellement plus de 50 milliards de US\$ (Anonyme, 2013).



Fig. 7. Palmier à huile parasité par *Ganoderma boninense* (Rees *et al.*, 2009).

➡ *Ganoderma boninense* ☁ Pourriture sur la base du tronc.

Les propriétés des polyphénoloxydases des champignons lignivores sont exploitées lors des processus de biodégradation de cellulose et hémicellulose dans la fabrication de la pâte à papier, le traitement des eaux, la bioremédiation des sols, l'industrie alimentaire et la synthèse des détergents chimiques (Mossebo *et al.*, 2007).

Les espèces comestibles sont également d'une source de revenu importante. La quantité mondiale récoltée chaque année est de plusieurs millions de tonnes avec une valeur minimale d'US\$ 2 milliards (Anonyme, 2006). De même, la valeur mondiale de champignons cultivés est estimée à peu près à US\$ 23 milliards. Au Canada par exemple, la valeur économique en 2004 des champignons sauvages était proche de 150 millions de dollars (Lamerant, 2008).

I.2.2.5. Taxonomie conventionnelle des Basidiomycètes supérieurs (Macromycètes)

La taxonomie est la science qui a pour objet de nommer et classer les espèces en Divisions, Embranchements, Classes, Ordres, Familles, Genres, Espèces (Tableau II). En

mycologie, les terminaisons sont adoptées pour différents rangs taxonomiques (Rapior & Fons, 2006) :

Tableau II. Différents taxons et terminaisons utilisés dans la classification des mycètes (Rapior & Fons, 2006)

N°	Taxon	Terminaison
1	Division ou Embranchement	MYCOTA
2	Sous-division ou sous-embranchement	MYCOTINA
3	Classe	MYCÈTES
4	Sous-classe	MYCETIDEAE
5	Ordre	ALES
6	Sous-ordre	INEAE
7	Famille	ACEAE
8	Sous-famille	OIDEAE

La grande majorité des Macromycètes appartiennent à la division des Basidiomycota (Fig. 8), Sous-embranchement des Basidiomycotina et une minorité dans la division des Ascomycota (Fig. 9), Sous-embranchement des Ascomycotina (Rapior & Fons, 2006).

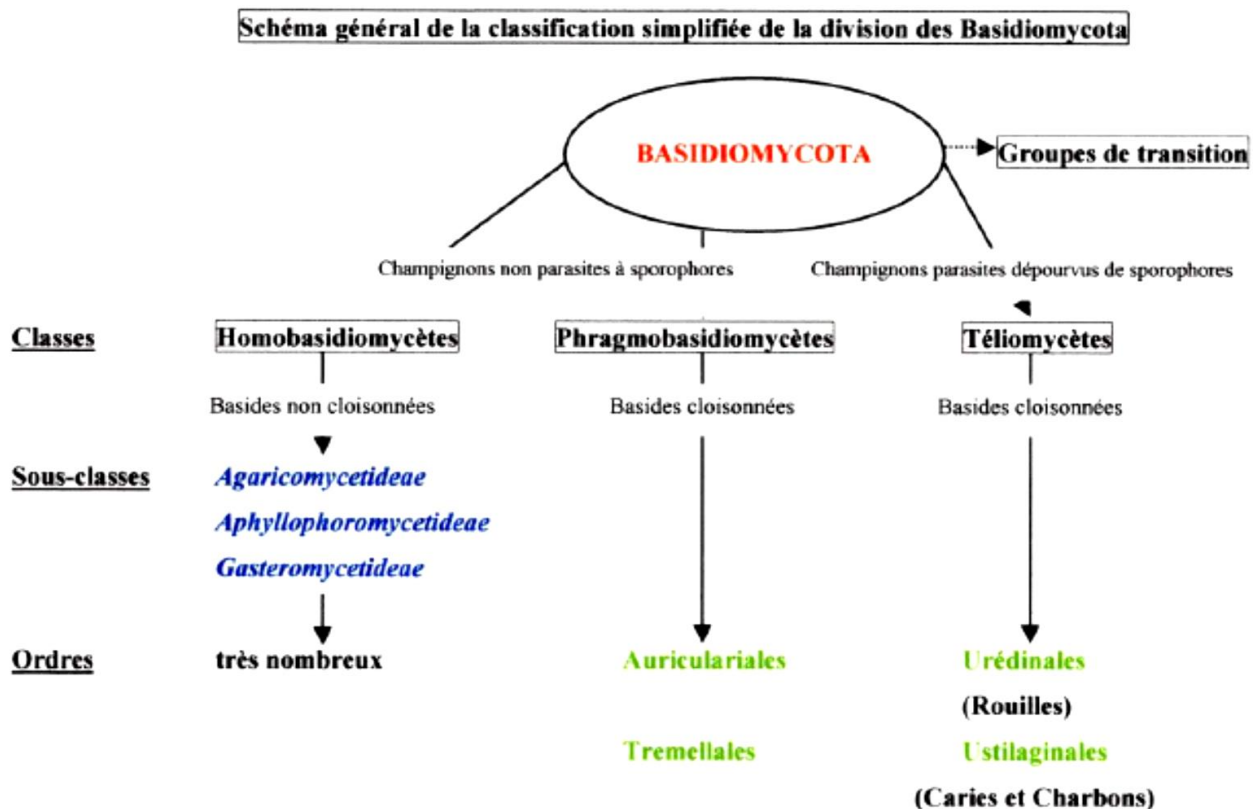


Fig. 8. Classification simplifiée de l'embranchement des Basidiomycota (Rapior & Fons, 2006).

Schéma général de la classification simplifiée de la division des Ascomycota

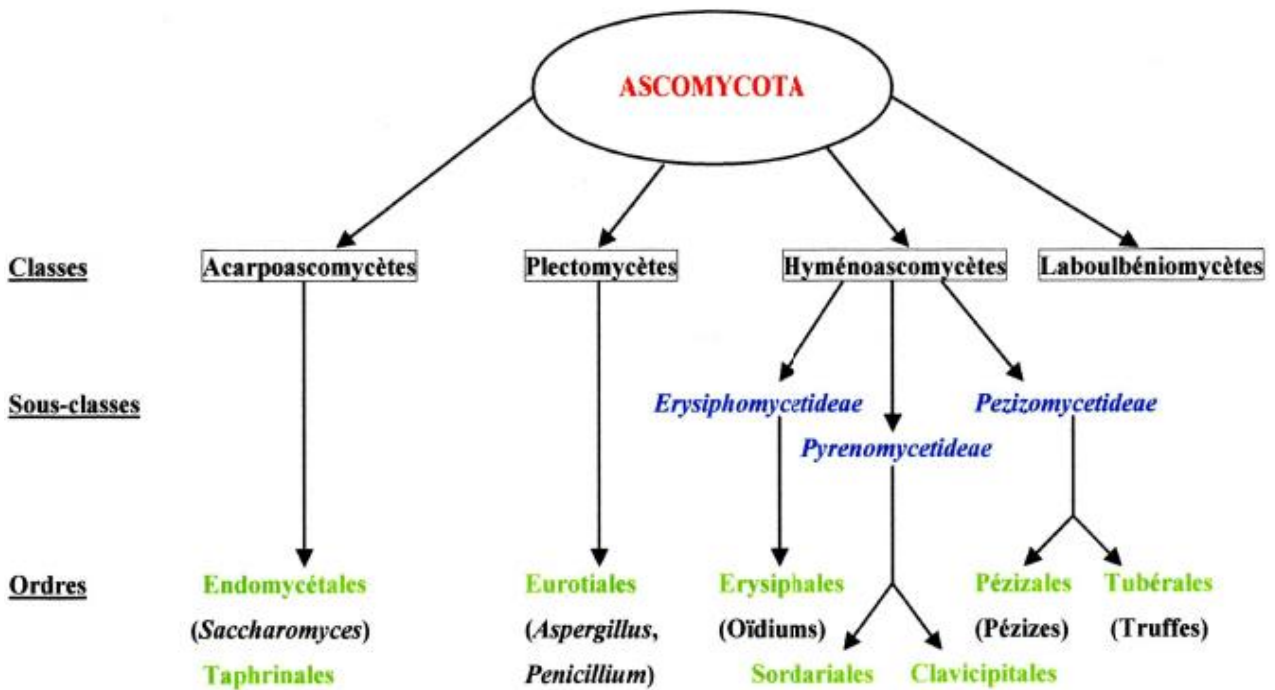


Fig. 9. Classification simplifiée de l'embranchement des Ascomycota (Rapior & Fons, 2006).

L'identification et la classification des Macromycètes jusqu'à ce jour se fonde sur leurs caractères macromorphologiques (dimensions, formes, couleurs, ornementsations du carpophore). et la couleur de la sporée (Fig. 10 B, C) ; micromorphologiques (caractères des spores, cystides, basides, trame, sous-hymenium, pileipellis) ; chimiques tels que la phytochimie et les analyses de l'ADNr (Verscheure *et al.*, 2002) et éventuellement sur leur écologie et substrats naturels ((cas des *Termitomyces* : Heim 1941, 1942 (Fig. 10 A)).

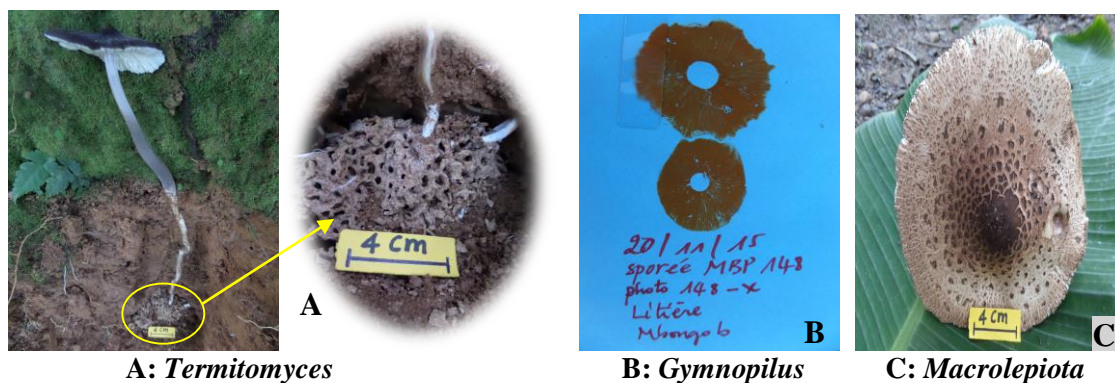


Fig. 10. Quelques techniques d'identification basée sur : A. le substrat (meule), B. la couleur de la sporée (ferrugineuse), C. l'ornementation du chapeau squamuleuse (Metsebing, 2015).

L'embranchement des Basidiomycota compte aujourd'hui 3 classes principales : Téléomycètes, Phragmobasidiomycètes et Holobasidiomycètes (Selosse & Durrieu, 2004 ; Rapior & Fons, 2006). Les Holobasidiomycètes sont plus importants. Ils comptent plusieurs Ordres dont les plus répandus sont les Agaricales et Polyporales.

Les Agaricales regroupent les Macromycètes avec un chapeau à hymenophore généralement lamellé et portant un stipe (pied) bien développé. Ils ont une consistance souple ou flexible. Ils sont d'apparition fugace dans la plupart des cas [quelques heures à quelques jours, rarement d'avantage (Guinberteau & Courtecuisse, 1997)].

Par contre, les Polyporales communément appelés champignons des arbres (champignons lignicoles ou lignivores), regroupent les spécimens à hymenophore généralement poré, le plus souvent sans ou avec un très court stipe. Ils sont durs, peuvent vivre plusieurs mois voire plusieurs années et renferment l'ensemble des espèces causant les pourritures du bois. Ils sont capables de dégrader les différents constituants du bois à savoir : la lignine, la cellulose et l'hémicellulose. Ils sont pour la plupart saprophytes, rarement parasites. Le type d'arbre qu'ils parasitent, ainsi que la forme des pores et leur densité au millimètre sont indispensables à leur identification (Fodor, 2004).

Toutefois, il existe des spécimens pouvant être classés aussi bien chez les Agaricales que les Polyporales bien qu'ayant respectivement un hymenophore poré ou lamellé (Njouonkou, 2011)

I.2.2.5.1. Position taxonomique des *Termitomyces* R. Heim

Les *Termitomyces* sont des champignons comestibles de la famille des Lyophyllaceae, ordre des agaricales, sub-division des Basidiomycotina, division des Basidiomycota. Ces espèces vivent en symbiose avec les termites à l'intérieure des termitières excepté *Termitomyces microcarpus* (*Praetermitomyces*). Ils naissent sur des meules, leur unique substrat naturel construit par les termites et poussent exclusivement dans certaines régions tropicales d'Afrique et d'Asie (Mossebo, 2002 ; 2011). Kirk *et al.* (2001) estime leur diversité à 40 espèces décrites dans le monde. A ce jour, cette diversité est estimée à environ 50 espèces dans le monde (Essouman, 2018). Heim (1952) signale huit espèces de *Termitomyces* au Cameroun. Mossebo *et al.*, (2002) ont porté ce chiffre à 16 suite à la description de 4 espèces et 4 formes nouvelles. On estime aujourd'hui à près de 30 espèces, le nombre de *Termitomyces* du Cameroun grâce aux nouveaux travaux d'inventaire (Metsebing, 2016) et d'étude moléculaire (Essouman, 2018). De nombreuses espèces de *Termitomyces* sont également signalés en RDC : Heim (1958) a dénombré 10 espèces ; Eyi-Ndong (2011) a porté ce nombre

à 11 espèces avec la description d'une nouvelle forme et De Kesel (2017) a décrit 3 autres espèces portant le nombre total de *Termitomyces* de la RDC à 14 taxons. Les *Termitomyces* ont pour principaux caractères distinctifs, la présence d'un perforatorium sous forme d'un ombon plus ou moins proéminent de forme variable, parfois pointu, et d'une pseudorhize qui est un prolongement souterrain du pied de diamètre réduit à celui-ci, mais pouvant mesurer plusieurs centimètres à plusieurs décimètres suivant les espèces (Heim, 1941 ; 1942 ; 1977 ; Mossebo *et al.*, 2002 ; 2011). Les *Termitomyces* sont une source importante d'aliment pour plusieurs peuples africains et asiatiques avec une des valeurs nutritionnelles les plus élevées parmi les champignons (Eyi-Ndong, 2009 ; Boa *et al.*, 2000 ; Sudheep, 2011 ; Boa, 2004 ; Malaisse, 1997). Ils constituent ainsi une source importante de revenus pour les peuples riverains des régions où ils poussent. En effets, ces espèces sont vendus dans plusieurs pays africains notamment en Tanzanie (Härkonen *et al.*, 1995), au Burundi (Buyck & Nzigidahera, 1995), au Zimbabwe (Pearce & Sharp, 2000), en Zambie (Pegler & Pearce, 1980), au Congo (Thoen *et al.*, 1973 ; Degreef *et al.*, 1997) et au Cameroun (Mossebo *et al.*, 2002 ; Essouman, 2018) et ont un impact socio-économique sur les revenus de nombreuses familles africaines locales (Boa, 2004). Certaines espèces ont des vertus médicinales notamment *Termitomyces microcarpus* qui est utilisé pour traiter la gonococcie/blennorragie au Nigeria (Oyetayo, 2011), d'autres espèces seraient utilisées dans l'abaissement de la pression artérielle, le traitement du rhumatisme, de la kwashiorkor, de l'obésité, de la diarrhée et comme substance purgative (Srivastava *et al.*, 2011). En chine, d'autres espèces récoltées contiendraient des cérébrosides appelées "Termitomycesphines", utilisées en neurologie pour stimuler l'activité des canaux (Choi *et al.*, 2012 ; Qu *et al.*, 2012).

I.2.2.5.2. Position taxonomique des *Pleurotus* Kummer

Pleurotus Kummer est un genre de champignon macroscopique de la division des Basidiomycota, classe des Agaricomycètes, ordre des Agaricales, famille des Pleurotaceae (Corner, 1981). On dénombre dans la nature près de 1150 espèces de champignons comestibles dont 40 espèces de *Pleurotus* (Boa *et al.*, 2004). Les espèces de ce genre comptent parmi les plus domestiquées et les plus consommées au monde avec pour espèce type *Pleurotus ostreatus* (shitake, *Lentinula edodes*). Cette espèce est très répandue en Amérique, en Asie et en Europe. D'autres espèces de ce genre sont d'excellents comestibles notamment *Pleurotus pulmonarius*, *Pleurotus sajor-caju* et *Pleurotus tuber-regium* à l'état jeune. *Pleurotus tuber-regium* a des vertus médicinales avérées. Il est utilisé dans la pharmacopée traditionnelle de plusieurs pays

africains pour soigner plusieurs pathologies humaines (Baeke, 2005 ; Oyetayo, 2011 ; Bawadekji *et al.*, 2017).

I.2.2.5.3. Position taxonomique des *Aporpium* Bondartsev & Singer

Le genre *Aporpium* Bondartsev & Singer, avec pour espèce type *Aporpium canescens* (P. Karst.) Bondartsev & Singer [= *A. caryae* (Schwein.) Teixeira & D.P. Rogers] et redéfini récemment par Sotome *et al.* (2014), se caractérise par des basidiocarpes sessiles, contexte charnus à coriaces, hyménophore poroïde, un système d’hyphes dimitiques avec des hyphes squelettiques non ramifiés, des basidioles clavées et des basidiospores ellipsoïdes à cylindriques ou allantoïdes (Singer 1944, Sotome *et al.*, 2014). Reid (1992) considère *Aporpium* comme synonyme d'*Elmerina*. Ryvar den (1991) a également traité *Aporpium* comme un *Protomerulius*, qui est caractérisé par *Protomerulius brasiliensis* et caractérisé par les basidiocarpes resupinés avec l’hyménophore poroïde, un système d’hyphes dimitiques avec les basides ovales à pyriforme et cloisonnées. Miettinen *et al.* (2012) ont traité *Aporpium* comme un genre indépendant d'*Elmerina* et *Protomerulius*. Sotome *et al.* (2014) a redéfini le concept de base des *Aporpium* sur la base des analyses phylogénétiques, et ils ont retenu *Elmerina* séparé de *Aporpium* et *Protodaedalea* depuis la position phylogénétique de *E. cladophora* n’était pas encore claire. Wu *et al.* (2017) a accepté le concept du genre *Aporpium* donné par Sotome *et al.* (2014), et a récemment ajouté une nouvelle espèce au genre. De nouvelles espèces de ce genre sont décrites au sud de la Chine avec l’espèce *Aporpium obtusisporum* (Huang *et al.*, 2017). L’espèce a des caractéristiques morphologiques particulières et les analyses phylogénétiques des séquences de données de la région de l’espaceur interne transcrit (ITS) et de la région de la grande sous-unité nucléaire ribosomale ADN (nLSU) confirme l’originalité de l’espèce. Dans ce travail, nous avons retenu le concept de Wu *et al.* (2017) car plus récent et basé sur l’ADN.

I.2.2.5.4. Position taxonomique des *Phellinus* Quéél.

Phellinus Quéél. est un genre cosmopolite de champignons de la famille des Hymenochaetaeae, ordre des Hymenochaetales, classe des Agaricomycètes, sub-division des des Agaricomycotina et division des Basidiomycota (Kirk *et al.*, 2008). Les espèces de ce genre sont parasites (troncs et racines) ou saprophytes (grumes, souches et branches tombées) des associations végétales formées d’angiospermes ainsi que des gymnospermes (Bakshi, 1971 ; Ranadive *et al.*, 2012). Ils dégradent la lignine aussi bien que la cellulose et autres polysaccharides et sont reconnus pour la plupart comme des agents causaux de la pourriture blanche du bois. Malgré de grandes pertes économiques causées par ces champignons sur la flore, leurs carpophores ont été utilisés en médecine traditionnelle pour le traitement des

maladies variées depuis l'antiquité (Samchai *et al.*, 2009). Parmi elles, *P. rimosus*, *P. conchatus*, *P. baumii*, *P. igniarius*, *P. nigricans* and *P. senex* (Bao *et al.*, 2001 ; Huang *et al.*, 2017). Les *Phellinus* contiendraient différents composés bioactifs tels que les glucides, protéines, phénols, alcaloïdes, terpenoïdes, polysaccharides, stéroïdes et les acides gras (Kelač, 2009 ; Nagadesi, 2016). Des recherches progressives montrent que ces composés identifiés dans les extraits naturels bruts ont des activités biologiques notamment anti-inflammatoire (Ajih *et al.*, 2001 ; Kim *et al.*, 2006), hépatoprotective (Chang *et al.*, 2007), antidiabétique (Hwang *et al.*, 2005 ; Kaur *et al.*, 2005), anticancéreuse (Sliva *et al.*, 2008 ; Lu *et al.*, 2009), antioxydante (Park *et al.*, 2009 ; Yang *et al.*, 2011), immuno-stimulatoire (Xue *et al.*, 2010), cyto-protective (Park *et al.*, 2015), anti-allergique (Abbas *et al.*, 1996 ; Inagaki *et al.*, 2005) et antimicrobienne (Sonawane *et al.*, 2011 ; Hong *et al.*, 2016). Ces champignons sont un cocktail naturel de divers métabolites secondaires responsables de ces activités (Bae *et al.*, 2005 ; Reis *et al.*, 2014). Les champignons deviennent de plus en plus populaires pour le développement des médicaments en raison de la conviction que la médecine naturelle est sans danger, d'un prix abordable et entraîne moins d'effets secondaires (Uzma *et al.*, 2018).

I.2.2.5.5. Position taxonomique des *Coltricia* Gray

Coltricia (Gray) est un genre de la famille des Hymenochaetaceae avec des fructifications terrestres, poroïdes et un pied central, un contexte homogène, un système d'hyphes monomitique sans boucles et des spores ellipsoïdes à cylindriques, généralement pigmentées et variablement dextrinoïdes (Ryvarden, 2004). Les espèces de *Coltricia* généralement considérées comme terrestres peuvent être associées aux bois mort. Cependant, quelques études ont démontré que certaines espèces sont ectomycorrhiziennes, connus seulement chez quelques genres de polypores (Danielson, 1984, Tedersoo *et al.*, 2007).

I.2.2.5.6. Position taxonomique des *Perenniporia* Murrill

Le genre *Perenniporia* Murrill connu depuis 1942 avec près de 20 espèces (Hawksworth *et al.*, 1995) était caractérisé par *Polyporus medulla-panis* Jacq. (Donk, 1960) sélectionné par Cooke en 1953 (Ryvarden, 1991). Le genre est cosmopolite avec des basidiomes pérennes, resupinés à circulaires, surface lisse, ochracée à noirâtre avec l'âge, dure et boisée, des basidiospores distinctement ellipsoïdes à tronquées, généralement à paroi épaisse et ont une réaction dextrinoïde variable; le système d'hyphes est dimitique à trimitique avec des boucles sur les hyphes générateurs, les hyphes végétatifs sont cyanophiles et variablement dextrinoïdes (Decock & Stalpers, 2006 ; Zhao *et al.*, 2013a). Les espèces de *Perenniporia* sont lignicoles et causent une pourriture blanche, poussant sur des feuillus et des conifères morts ou vivants.

Jusqu'à présent, une centaine d'espèces ont été décrits ou affectées au genre (Cui & Zhao, 2012). Il est très répandu en chine avec près de 49 espèces répertoriées (Zhao *et al.*, 2014) et de nouvelles espèces ont été signalées (Decock & Ryvardeen, 2015 ; Jang *et al.*, 2015) (Huang *et al.*, 2017).

I.2.2.6. Chimiotaxonomie des Mycètes

Le développement des méthodes analytiques et moléculaires a permis aux scientifiques depuis quelques années, de réaliser une classification des microorganismes selon des caractéristiques biochimiques basées sur l'étude de deux grandes classes principales de molécules :

- les métabolites primaires, composés nécessaires aux fonctions vitales de l'organisme ;
- les métabolites secondaires tels que les alcaloïdes ou les terpènes, qui n'ont pas de fonctions vitales (Verscheure *et al.*, 2002).

Actuellement, la combinaison de diverses caractéristiques telles que les caractéristiques morphologiques, physiologiques, métaboliques, écologiques et moléculaires permet la classification et l'identification correcte non seulement de nombreux organismes mais aussi des champignons. La chimiotaxonomie, partie intégrante de cette démarche comprend la méthodes chimiques (Verscheure *et al.*, 2002).

I.2.2.6.1. Phytochimie des Mycètes

La phytochimie est la science qui a pour objet l'étude des molécules chimiques contenues dans un échantillon issu du milieu naturel. Chez les organismes vivants, elle permet une classification en se basant sur lesdites molécules présentes ou non chez les différents individus à classer, mais également à rechercher et à identifier de potentielles molécules naturelles thérapeutiques importantes pour la médecine. Cette étude phytochimique utilise les méthodes chromatographiques et spectroscopiques (GC-MS et HPLC) permettant l'analyse qualitative et quantitative d'un ou plusieurs métabolites ou composés de la membrane cellulaire (Verscheure *et al.*, 2002).

I.2.2.6.1.1. Technique d'étude chromatographique

La chromatographie est une technique séparative, analytique et/préparative. Elle consiste à faire migrer les constituants à séparer sur une phase stationnaire immobile à l'aide d'une phase mobile liquide ou gazeuse de nature différente. Chaque molécule sera plus ou moins rapidement entraînée selon son affinité pour, respectivement, la phase stationnaire et la phase mobile permettant la séparation des différents constituants présents. Il existe de très

nombreux types de chromatographie à savoir : la chromatographie d'exclusion, chromatographie échangeuse d'ions, la chromatographie sur couche épaisse (CCE), la chromatographie sur couche mince (CCM) (Bisi-Johnson *et al.*, 2017 ; Praptiwi *et al.*, 2018), la chromatographie gazeuse couplée à la spectrophotométrie de masse (GC-MS) et la chromatographie liquide haute performance (HPLC) (Somayeh *et al.*, 2014). Les techniques couramment utilisées en phytochimie sont la CCM, la GC-MS et la HPLC.

I.2.2.6.1.1.1. Technique d'étude et d'analyse CCM

La CCM (Fig. 11) est une séparation des différents composés chimiques contenus dans un échantillon ou dans un extrait (Bisi-Johnson *et al.*, 2017 ; Praptiwi *et al.*, 2018). Elle donne un aperçu des éléments constitutifs de l'échantillon à examiner. Elle est très utilisée à titre illustratif, indicatif et comparatif d'un ou de plusieurs échantillons à étudier. C'est une méthode importante d'analyse qualitative et quantitative (Pyka, 2014). En phytochimie, elle est non seulement utilisée pour avoir une idée première sur la nature des molécules contenues dans l'échantillon, peut aussi aider à ranger ou à dissocier plusieurs échantillons. La technique consiste à déposer quelques gouttes de l'extrait sur une plaque de silice (Phase stationnaire), puis placer la plaque dans un solvant de séparation (phase liquide) de polarité dépendant de celle du solvant d'extraction. La phase liquide migre à travers la phase stationnaire et entraîne les différentes molécules contenues dans l'extrait suivant leurs polarités à des positions différentes sur la plaque (Elisha *et al.*, 2017 ; Bisi-Johnson *et al.*, 2017 ; Kotze & Eloff, 2002)

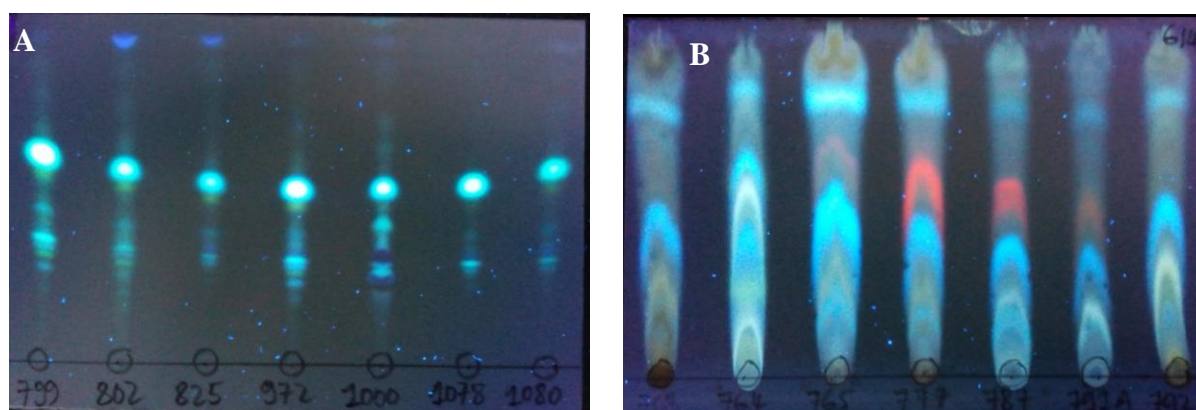


Fig. 11. CCM de quelques espèces de *Ganoderma*. A. Extraits à l'hexane, B. extraits au chloroforme (Photo Metsebing, 2018).

I.2.2.6.1.1.2. Technique d'étude et d'analyse GC-MS

La GC-MS est une technique séparative et analytique des différentes molécules d'un échantillon. Elle est constituée d'une phase stationnaire qui est un polymère siliconé dérivé du

diméthyl polysiloxane greffée à la surface de colonne en silice par l'intermédiaire une liaison -O-Si-O- (Fig. 12)

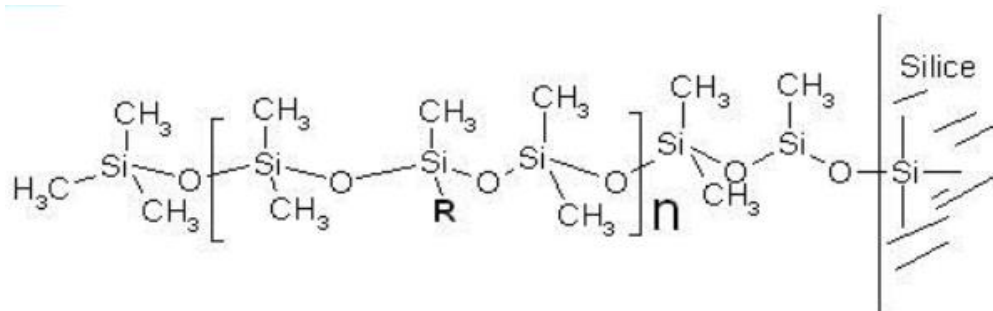


Fig. 12. Phase stationnaire dérivée du diméthyl polysiloxane (Anonyme, 2018)

Suivant la nature du groupement **R** par rapport aux groupes CH₃, on peut modifier la polarité de la colonne et donc ses propriétés en chromatographie. Si **R**= CH₃, la colonne est complètement apolaire et sépare les produits suivant leur point d'ébullition (noms commerciaux : DB-1, OV101, SE-30...). Si **R**= Phényle est égal à 5 %, on a la colonne la plus utilisée en GC-MS, elle est répertoriée sous les noms commerciaux suivants: DB5, CPSil5, OV5... Si on incorpore un substituant cyanopropyle (**R**=-CH₂-CH₂-CH₂-CN) la polarité augmente beaucoup (à cause du fort moment dipolaire du groupe -CN). Ce sont les phases DB 1701, CPSil 18... Ces phases à base de silicone présentent deux avantages pour la GC-MS à savoir: une bonne inertie chimique, elles ne réagissent ni avec les phases stationnaires, ni avec les produits injectés ; une très bonne tenue à la température, elles peuvent être chauffées sans dommage jusqu'à 300 °C (Somayeh *et al.*, 2014 ; Renji & Gangaprasad, 2018 ; Seung-Joo *et al.*, 2005).

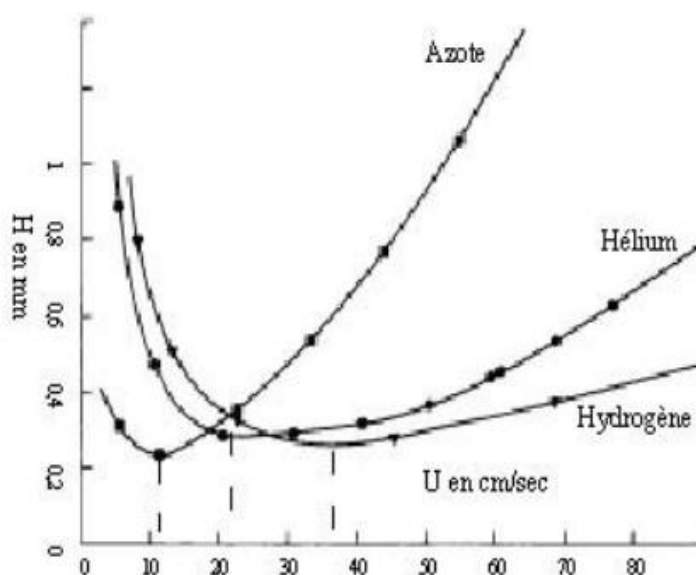


Fig. 13. Courbes de Van Deemter pour l'azote, l'hélium et l'hydrogène (Anonyme, 2018).

La phase mobile est un gaz de faible viscosité. Trois gaz sont exclusivement employés : l'azote, l'hydrogène et l'hélium (Fig.13). L'échantillon à analyser doit être chauffée, puis vaporisée avant son injection dans la colonne (Anonyme, 2018).

Les colonnes : Il existe 2 catégories de colonnes : les colonnes remplies et les colonnes capillaires (Fig. 14).

- *Colonnes remplies* : les colonnes les plus répandues sont en acier inox ou en verre, leur longueur standard est de 3 m, leur diamètre intérieur étant compris entre 10 et 4 mm. Ces colonnes sont remplies d'un support inerte imprégné d'une phase stationnaire, le diamètre des particules est compris entre 100 et 200 μm . Le taux d'imprégnation des phases stationnaires varie entre 1 et 10% en masse. Ces colonnes sont aujourd'hui très peu employées.

- *Colonnes capillaires* : les colonnes standard sont en quartz fondu (silice très pure) et entourées d'une gaine de polymère souple, ce qui leur confère une grande résistance à la torsion. Elles ont entre 10 et 100 m de longueur et leur diamètre intérieur est entre 0,10 ou 0,70 mm. La phase stationnaire est greffée sur les parois de la colonne, l'épaisseur de phase stationnaire varie entre 0,10 μm et 5 μm . Les colonnes les plus répandues sont du type WCOT (*Wall Coated upon Tubular Column*).

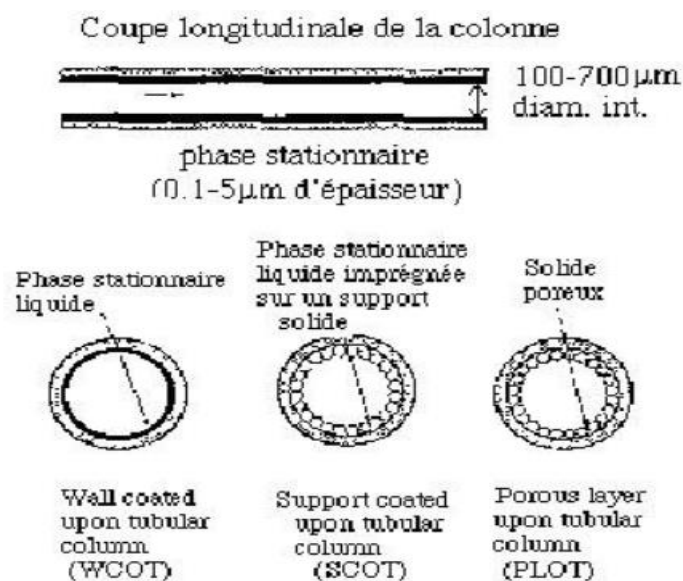


Fig. 14. Différents types de colonnes capillaires (Anonyme, 2018).

L'injecteur : l'injecteur standard (95% des appareils en sont équipés) d'un chromatographe avec colonne capillaire est du type "split/splitless", c'est-à-dire qu'on peut ajuster la quantité de produits passant dans la colonne par rapport à la quantité injectée dans le chromatographe. Cet ajustement se fait à l'aide d'une vanne. Si on injecte 1 μL de produit et que seulement

0,01 μ L rentre dans la colonne, on a un split de 0,99 μ L de la solution qui a été évacué à l'extérieur de la vanne de split. En revanche, si on dispose d'un produit très minoritaire ou très dilué dans un solvant, on peut choisir l'injecteur splitless, et dans ce cas, tout le produit injecté se retrouve dans la colonne. Il faut dans ce cas baisser la température vers 20-30 °C sous la température d'ébullition du solvant et dans certains cas couper ou déconnecter le détecteur de l'élution du solvant. (Anonyme, 2018)

Le four : il doit pouvoir fonctionner suivant deux modes : isotherme entre 20 et 400°C et en programmation de température avec des séquences plus ou moins complexes.

Le détecteur : l'un des détecteurs le plus répandu est le détecteur par ionisation à flamme (en anglais : FID). Les effluents à la colonne sont brûlés dans une flamme alimentée par un mélange hydrogène-air. La combustion des composés des ions qui sont collectés par une électrode entourant la flamme. Ce courant de flamme est amplifié par un électromètre qui transforme le courant en tension puis cette tension est dirigée sur un enregistreur (Anonyme, 2018). Ce détecteur est très sensible, car il donne un signal pour environ 2 picogrammes de produit. Il est linéaire. En revanche, sa réponse varie suivant les produits injectés, ce qui impose un étalonnage si on veut analyser un mélange. Le détecteur à ionisation de flamme (Tableau III) ne donne aucune réponse avec les gaz les composés inorganiques et des corps comme H₂O, NH₃, CO₂, H₂C=O. D'autres détecteurs ont été mis au point, mais ils sont spécifiques, c'est à dire qu'ils ont une très grande sensibilité pour des catégories de produits. Par exemple, le détecteur à capture d'électron est utilisé pour les dérivés halogénés, nitrés et les produits présentant des groupements électro-négatifs.

Tableau III. Quelques types de détecteurs utilisés en chromatographie

Type du détecteur (abréviation anglaise)	Sélectivité, produits détectés
Ionisation à flamme (FID)	La plupart des produits organiques
Conductibilité thermique (TCD)	Universel
Capture d'électrons (ECD)	Produits halogénés, organométalliques
Thermo-ionisation (TID)	Produits azotés ou phosphorés
Photo-ionisation (PID)	Produits oxygénés, soufrés, organométalliques...
Photométrie (FPD)	Soufrés, phosphorés, organométalliques...
Spectromètre de masse (GC-MS)	Universel

Le détecteur à conductibilité thermique est linéaire et non discriminant mais moins sensible que le détecteur à ionisation de flamme. Un spectromètre de masse équipe 30% des

chromatographes en phase gazeuse (Fig. 15), cette proportion croît à cause de l'extrême sensibilité de ce détecteur et au fait que l'obtention du spectre de masse permet l'identification des produits (Anonyme, 2018).

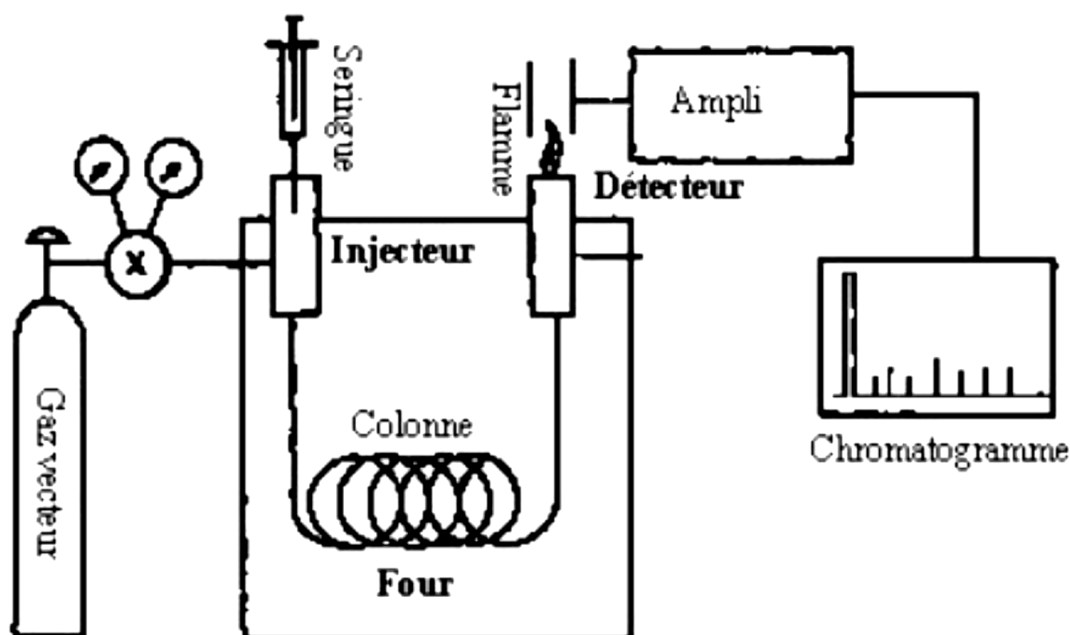


Fig. 15. Schéma simplifié du chromatographe en phase gazeuse (Anonyme, 2018).

I.2.2.6.1.1.3. Technique d'étude et d'analyse HPLC

La HPLC est une technique analytique et préparative largement utilisée en phytochimie. Comme son nom l'indique, la phase mobile est liquide et non gazeuse comme en GC-MS. Le principe de séparation restant le même. En HPLC (Tableau IV), la phase stationnaire peut être polaire (HPLC en phase normale) ou apolaire (HPLC en phase inverse).

Tableau IV. Caractéristiques comparées de la HPLC en phase normale et en phase inverse

HPLC	HPLC en phase normale	HPLC en phase inverse
phase stationnaire	Polaire	Apolaire
Phase mobile (mode gradient)	Gradient de plus en plus polaire	Gradient de plus en plus apolaire
Elution des composés	Les plus polaires sont élués en dernier	Les plus apolaires sont élués en dernier

Concernant la phase mobile, comme solvant polaire on utilise le plus souvent l'eau. Les solvants apolaires sont plus nombreux, choisis en fonction des molécules à séparer et sont plus ou moins apolaires selon les cas (Tableau V).

Tableau V. Quelques solvants employés comme phase mobile en HPLC

Polarité solvants	Différents solvants
Solvants polaires	<ul style="list-style-type: none"> - Eau - DMSO (diméthylsulfoxyde) - Acétonitrile - Acide acétique
Solvants de polarité moyenne	<ul style="list-style-type: none"> - Méthanol - Ethanol - Chloroforme - Propan-2-ol - THF (tétrahydrofurane) - Propanol
Solvants fortement apolaire	<ul style="list-style-type: none"> - Fluorobenzène - Bromoéthane - Chloroéthane - Cyclohexane

En sortie de la colonne, un détecteur mesure en continu l'absorption du liquide à une longueur d'onde choisie en fonction de la molécule recherchée, ce qui permet de suivre la sortie des différentes molécules de la colonne (Fig. 16). On obtient un tracé correspondant à la variation de l'absorbance de l'éluant en sortie de colonne en fonction du temps. Chaque pic correspond dans l'idéal à la sortie d'une unique espèce moléculaire qui modifie l'absorbance de l'éluant. Le temps qui s'écoule entre l'injection du mélange dans la colonne et le sommet du pic correspond au temps de rétention de la molécule. Ce temps est caractéristique d'une molécule pour un ensemble donné de paramètres (nature et la taille de la colonne, nature et débit de l'éluant, pression, température).

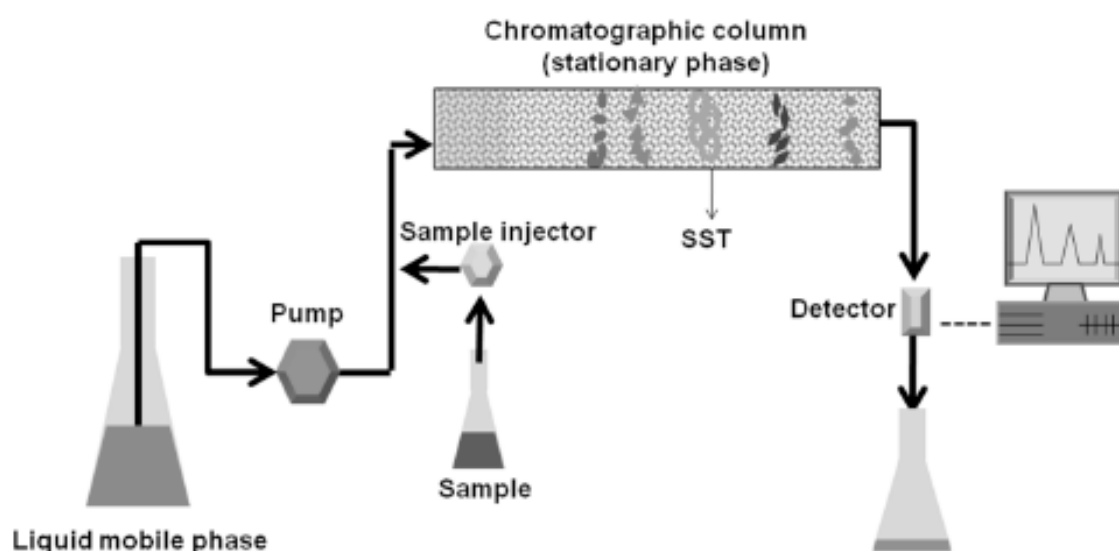


Fig. 16. Schéma simplifié du fonctionnement d'une HPLC (Anonyme, 2018).

I.2.2.6.1.2. Les chromatogrammes et Données GC-MS/HPLC

Après analyse de l'extrait, les résultats détectés apparaissent à l'écran sous forme de chromatogramme (Fig. 17, 18). Le chromatogramme est introduit dans la librairie (base de données renfermant toutes les molécules chimiques connues dans le monde) et la liste des composés correspondantes à chaque pic du chromatogramme est dressée sous forme de tableaux proposant pour chaque composé, le nom, le synonyme, la formule chimique, le pourcentage du composé dans l'extrait, le temps de rétention et dans plusieurs cas la structure chimique correspondante (Seo *et al.*, 2007 ; Madl & Mittelbach, 2005).

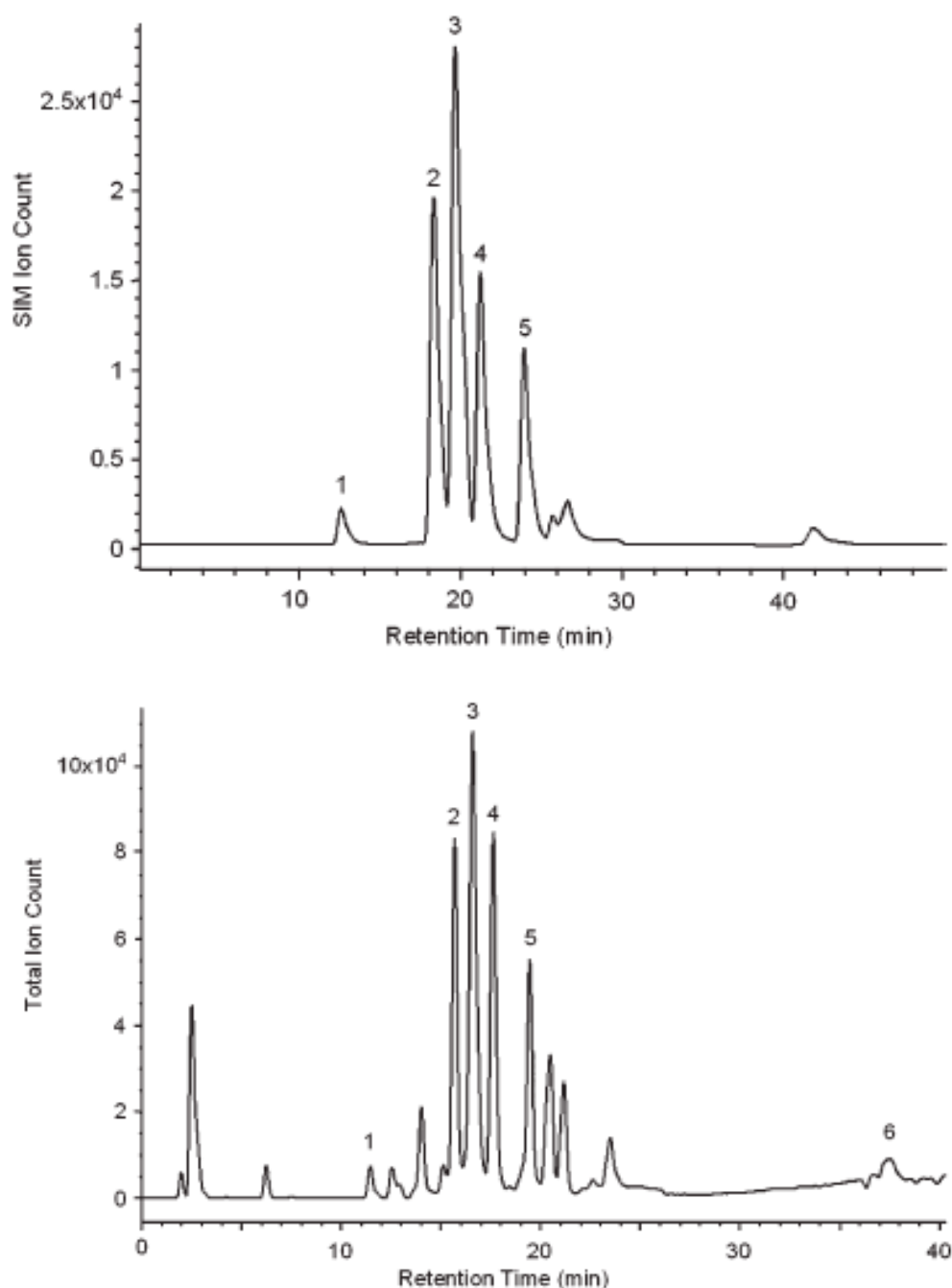


Fig. 17. Chromatogramme HPLC des acides gras (Madl & Mittelbach, 2005).

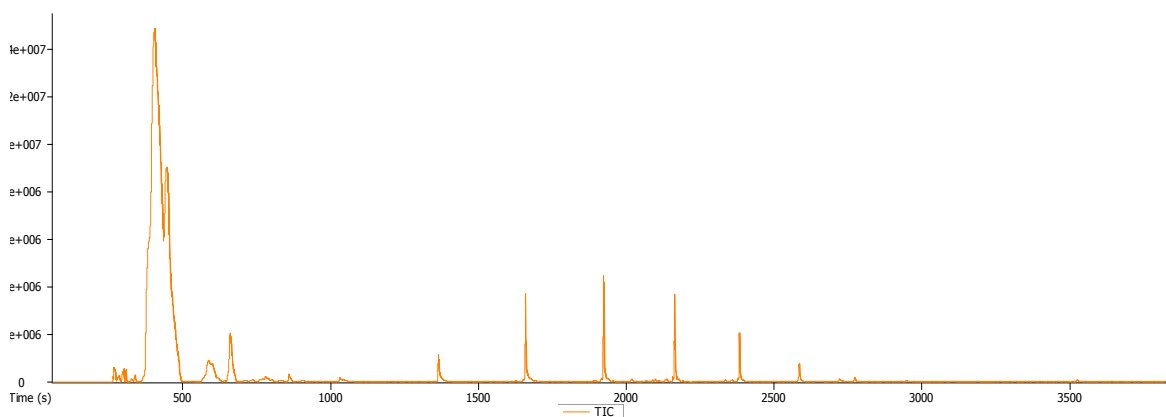


Fig. 18. Chromatogramme GC-MS de l'extrait à l'hexane de *Termitomyces letestui* (Metsebing, 2018).

I.2.2.6.1.3. Composés étudiés par GC-MS/HPLC chez les Basidiomycètes supérieurs

Chez les champignons, les analyses GC-MS/HPLC étudient principalement les polysaccharides, les lipides insaponifiables, les acides gras, les métabolites secondaires volatils et non volatils qui sont les principaux constituants de la membrane cellulaire et très caractéristiques des espèces (Verscheure *et al.*, 2002 ; Cleon & D'Angeli, 2005).

I.2.2.6.1.3.1. Les polysaccharides.

Les polysaccharides constituent 80 à 90 % de la membrane cellulaire des champignons et leurs différences de composition chimique et structurale indiquent que chaque genre possède ses propres caractéristiques polysaccharidiques. La détermination des structures des polysaccharides est très complexe car elle nécessite la connaissance des monomères et de leur séquence, de la taille des cycles, de la position des liaisons et de la configuration anomérique. Ahrazem *et al.* (1999) ont étudié les polysaccharides de *Penicillium vermoesonii*. Ils ont pu mettre en évidence la présence d'un polysaccharide spécifique à l'espèce *P. vermoesonii* et ont conclu que cette espèce était plus proche du genre *Fusarium* que du genre *Penicillium*. Jiménez-Barbero *et al.* (1995) ont étudié les polysaccharides des genres *Trichophyton* et *Microsporum* (des dermatophytes dont la membrane cellulaire est composée de chitine). Ils ont constaté que les polysaccharides de *Trichophyton rubrum* et *Trichophyton soudanense* sont presque identiques à ceux de *Microsporum gypseum*.

I.2.2.6.1.3.2. Les lipides insaponifiables

Plusieurs types de lipides insaponifiables sont étudiés en chimiotaxonomie : les ubiquinones, les stéroïdes et les caroténoïdes.

- Les ubiquinones

Les ubiquinones font partie des lipides terpéniques et sont des constituants des membranes mitochondriales des eucaryotes. Ces molécules jouent un rôle essentiel dans le métabolisme, notamment lors du transfert d'électrons dans la chaîne du système respiratoire. Les ubiquinones sont utilisées en chimiotaxonomie car leur structure varie en fonction du taxon. La longueur de la chaîne isoprénoïde et le degré d'insaturation varie selon le système biologique à partir duquel les ubiquinones ont été isolées. Okada *et al.* (1996) ont déterminé qualitativement et quantitativement les ubiquinones présentes dans 14 espèces de *Cladosporium* et ils ont divisé le genre en deux : le premier groupe contenant l'ubiquinone Q10 (Figure 19 a) englobe six espèces dont quatre sont des pathogènes humains ; le deuxième groupe contenant l'ubiquinone Q10(H2) (Figure 19 b) comprend huit espèces qui sont des pathogènes des plantes et/ou des saprophytes. Les résultats de ces auteurs sont en accord avec les études phylogénétiques et physiologiques classiques réalisées antérieurement.

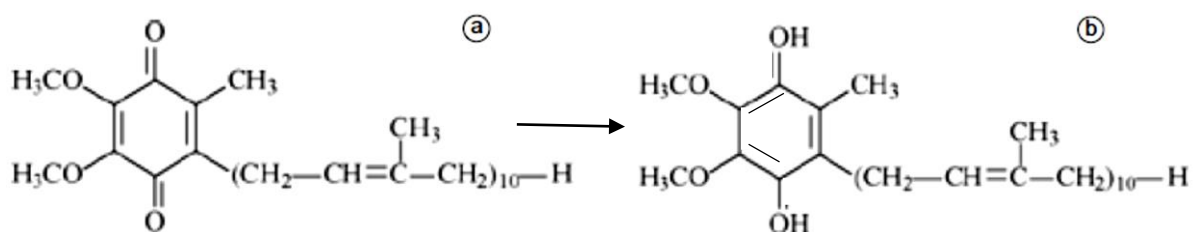


Fig. 19. Structure chimique des ubiquinones Q10 (a) et Q10 (H2) (b) (Frisvad *et al.*, 1998).

- Les stéroïdes

Les stéroïdes sont des composés importants de la bicouche lipidique de la membrane. Les champignons possèdent des stérols méthylés en C₂₄ tels que l'ergostérol, un stéroïde commun à tous les champignons, des stérols éthylés et parfois des stérols désalkylés en C₂₄ (Figure 20). La détection de l'ergostérol indique la présence de contaminants fongiques (Frisvad *et al.*, 1998). Grandmougin-Ferjani *et al.* (1999) ont étudié par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) la distribution en stérols de 16 espèces de champignons mycorrhiziens appartenant à l'ordre des Glomales. Ils ont constaté que le nombre de stérols variait de 5 à 15 en fonction de l'espèce, que le stérol majoritaire était le 24-éthylcholestérol, tandis que l'ergostérol n'était pas détecté. Ces analyses ont montré un profil en stérols très similaire pour les espèces étudiées et ont révélé que les Glomales étaient un ordre primitif des Zygomycètes.

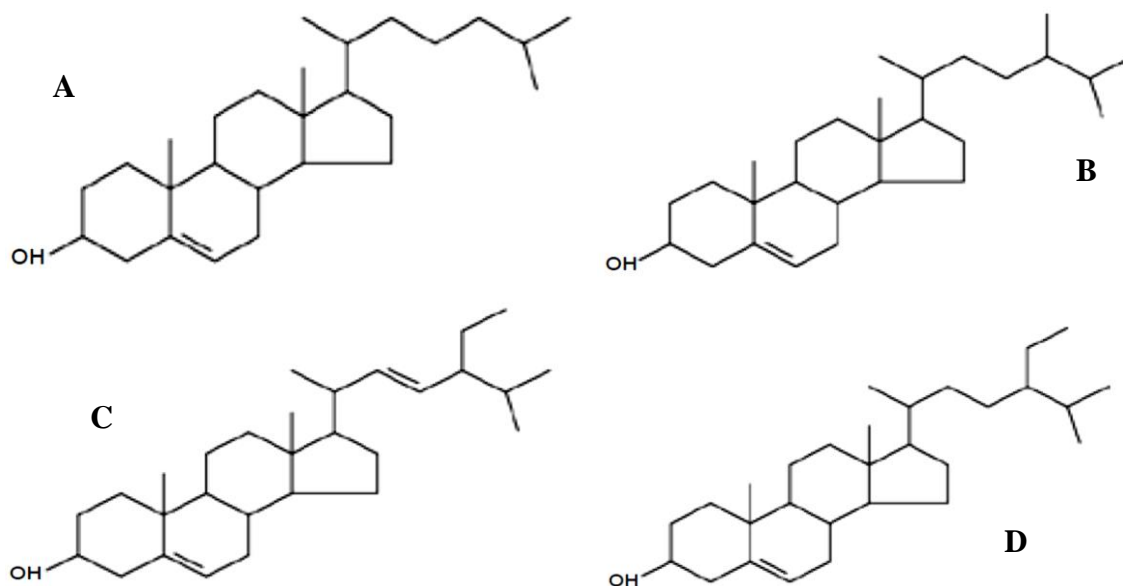


Fig. 20. Structure chimique de quelques stéroïdes : A. Cholestérol, B. 24-méthylcholestérol, C. 24-éthylcholesta-5,22-dièn-3 β -ol, D. 24-éthylcholestérol (Grandmoujin-Ferjani *et al.*, 1999)

- Les caroténoïdes

La dernière classe de lipides envisagée en chimiotaxonomie est celle des caroténoïdes car 60 % des champignons étudiés en contiennent. Par exemple, les espèces des Zygomycètes (ordre des Mucorales) possèdent du b-carotène comme pigment majoritaire tandis que les espèces de Chytriales et Blastocladales biosynthétisent l' α -carotène et que certaines espèces de Chytridiomycètes contiennent le c-carotène (Frisvad *et al.*, 1998).

I.2.2.6.1.3.3. Les acides gras.

Lopes da Silva *et al.* (1998) ont prouvé qu'il était possible de différencier des espèces de *Penicillium* sur base de leur profil en acides gras cellulaires. En effet, plusieurs espèces présentaient la même composition mais des concentrations relatives différentes. L'acide palmitique (16:0), l'acide oléique (18:1) et l'acide linoléique (18:2) ont été détectés pour toutes les espèces tandis que la quantité en acides gras insaturés variait entre 68,5 % et 78,5 %. Cependant, différents facteurs peuvent influencer la composition et lorsque l'on compare celle-ci, il faut tenir compte de la vitesse de croissance, de l'âge de la culture, de l'oxygène disponible, de la température, du pH et de la composition du milieu de culture. L'identification des organismes sur la base des profils en acides gras est risquée car il n'y a pas eu d'analyses sur des souches provenant de lieux différents. Par contre, en combinaison avec d'autres caractères

phénotypiques, ils sont d'une utilité démontrée. El Menyawi *et al.* (2000) ont montré que l'analyse des profils en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (GC) de souches de moisissures de spécimens cliniques était une méthode rapide et précise d'identification. Cependant, ils ont dû établir une base de données contenant les profils d'un grand nombre de moisissures et ils ont ainsi pu mettre au point une technique rapide d'identification spécifique à l'espèce qui facilite le diagnostic de l'infection.

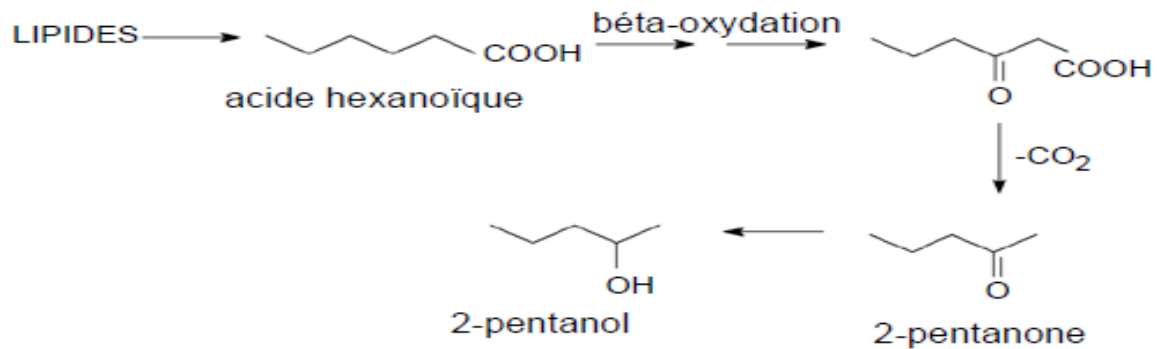


Fig. 21. b-oxydation des acides gras saturés et formation de méthyl cétone et des alcools correspondants (Frisvad *et al.*, 1998)

I.2.2.6.1.3.4. Les métabolites secondaires volatiles.

Les champignons synthétisent un grand nombre de métabolites secondaires et, parmi eux, des molécules volatiles responsables de leur odeur caractéristique (Tableau VI). Le développement des techniques analytiques telles que la GC et la GC-MS a facilité l'identification des composés volatiles, même présents à l'état de traces. Wilkins et Larsen (1995) ont étudié la variation du profil en composés organiques volatiles (COV) d'espèces de moisissures provenant de bâtiments. Ils ont conclu que si le profil en terpènes est plus ou moins constant sous des conditions de croissance bien définies, il pourrait être utile à des fins taxonomiques. En effet, Sunesson *et al.* (1995) ont montré que la production de composés volatiles dépendait de l'espèce de champignon étudiée mais aussi du milieu de culture utilisé. C'est surtout dans le domaine alimentaire et en biotechnologie que ces composés ont été étudiés pour pouvoir détecter et identifier rapidement les champignons contaminant certaines denrées alimentaires. Magan *et al.* (2000) ont analysé des métabolites secondaires volatiles avec un nez électronique pour détecter rapidement la détérioration des stocks de grains. Cette technique permet de faire la distinction entre des espèces mycotoxigéniques et non-mycotoxigéniques.

Tableau VI. Liste des familles des métabolites volatiles (Wilkins *et al.*, 2000).

Familles	Métabolites
Hydrocarbures	alcanes, alcènes, diènes, triènes.
Terpènes	hémi- (C5), mono- (C10), sesqui- (C15,C11,C12), diterpènes (C20).
Alcools	saturés, insaturés et branchés.
Acides carboxyliques et esters	saturés, insaturés, branchés, diols, cétoles.
Cétones, méthyl-2-cétone	+ alcools correspondants.
Ethyl(3-)cétones	+ alcools saturés/insaturés cycliques.
Dérivés soufrés	thiols, mono-, di-, trisulfures, S-méthyl thioesters, thioéthers.
Composés aromatiques	hydrocarbures, alcools, éthers, cétones, phénols.
Hétérocycliques	N (alkyl et alkoxy-pyrazines, indoles, pyrroles) ; O (alkylfuranes, gamma et deltalactones).

- Biosynthèse des métabolites volatiles

Le précurseur le plus important lors de la biosynthèse des métabolites volatiles est l'acétate, présent dans les cellules sous forme d'acétyl coenzyme A. L'acétyl CoA provient du pyruvate généré par la glycolyse (Fig. 22). L'acétyl CoA est le précurseur principal des acides gras et du mévalonate, un intermédiaire important dans le métabolisme secondaire des terpènes. Les acides gras sont métabolisés en d'autres métabolites primaires. Les différents types de métabolites volatiles peuvent provenir de l'acétate, des acides gras (Fig. 22) ou des acides aminés.

- Facteurs influençant la production des métabolites volatiles

Divers facteurs tels que les paramètres environnementaux (activité d'eau, pH, composition atmosphérique, agitation et température) et la composition des substrats peuvent avoir une influence prépondérante sur la production des métabolites volatiles, tant qualitativement que quantitativement. En général, on admet que des conditions favorisant la croissance peuvent aussi favoriser la production des métabolites volatiles. Cependant, la composition en métabolites secondaires volatiles peut fortement varier en fonction de la source de carbone et d'azote. Sunesson *et al.* (1995) ont étudié la production de métabolites volatiles pour 5 espèces fongiques sur deux milieux de culture différents (malt extract agar (MEA) et dichloran glycerol agar (DG18)), riches d'un point de vue nutritionnel, mais de composition différente, surtout leur contenu en eau (le milieu DG18 contient du glycérol au lieu d'eau). D'après leurs résultats, ces auteurs ont conclu que la production des volatiles dépendait non

seulement de l'espèce de champignon mais aussi du milieu. En effet, une grande majorité des volatiles était produite par une seule espèce fongique et sur un seul milieu.

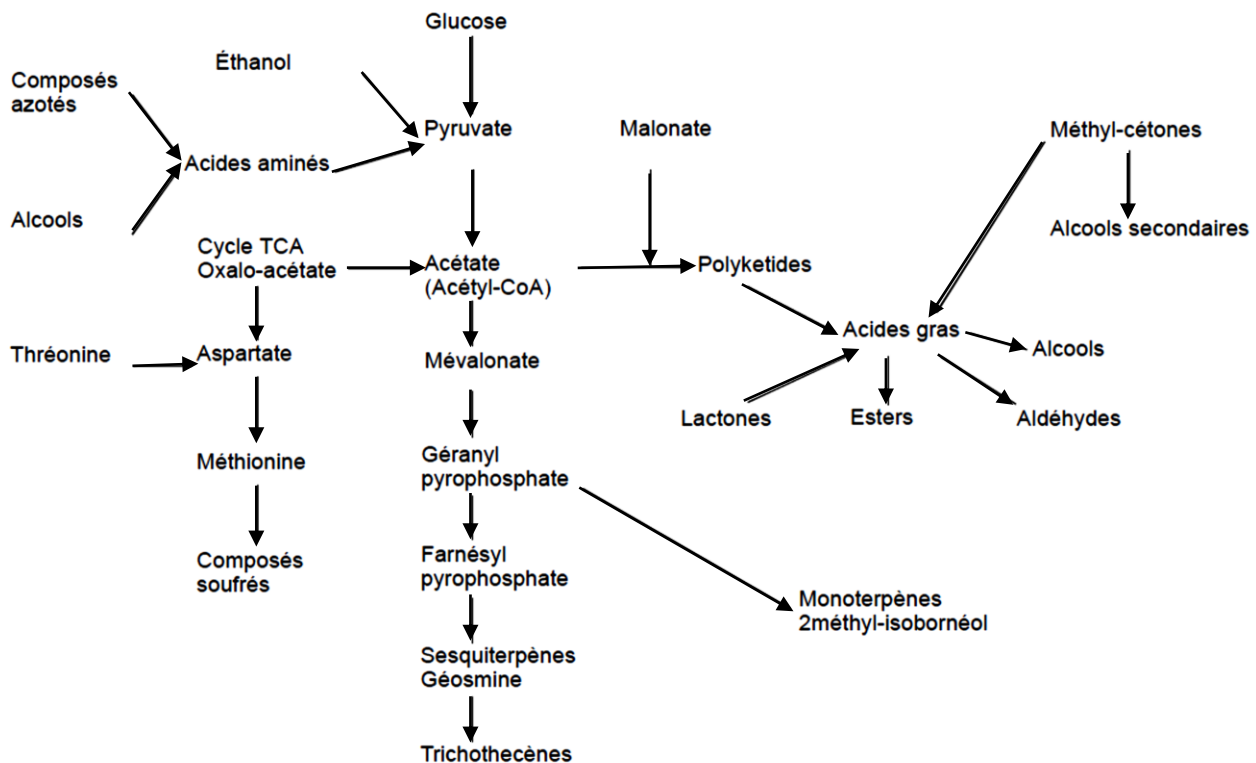


Fig. 22. Biosynthèse des métabolites volatiles à partir d'acétyl coenzyme A, précurseur principal des acides gras et du mévalonate (Magans & Evans, 2000).

- Utilisation des métabolites volatiles pour l'identification des champignons

L'identification des champignons sur la base des métabolites secondaires volatiles est remise en question dans de nombreux articles car un seul ou très peu d'isolats ont été étudiés et il est possible que certains aient été mal identifiés (Verscheure *et al.*, 2002). Cependant, des études ont révélé qu'il était possible de différencier les espèces d'*Aspergillus* et de *Fusarium* sur la base de leur production en sesquiterpènes (Wilkins & Larsen, 1995 ; Sunesson *et al.*, 1995 ; Frisvad *et al.*, 1998) et il a été démontré qu'un grand nombre d'espèces de *Penicillium* pouvaient être classées suivant les profils en métabolites volatiles (Börjesson *et al.*, 1990 ; Larsen & Frisvad, 1995a ; Larsen & Frisvad, 1995b). Par exemple, Nilsson *et al.* (1996) ont utilisé la technique de micro-extraction sur phase solide (SPME) pour collecter les composés volatiles émis par des *Penicillium*. Ils ont montré que les profils en métabolites volatiles étaient caractéristiques d'une espèce. Larsen (1997) a identifié des terpènes volatiles de champignons associés aux fromages par détection d'ions sélectionnés (SIM). Les volatiles ont été échantillonnés par SPME à partir de cultures en boîtes de Pétri après 43 heures de croissance.

Cet auteur a constaté que quelques espèces produisaient le même métabolite. Par exemple, *Penicillium commune*, *P. discolor* et *P. solitum* produisent tous les trois le 2- méthyl-isobornéol. Toutefois, *P. discolor* produit le 2- méthyl-isobornéol et la géosmine, ce qui illustre le fait que c'est une combinaison de métabolites qui est spécifique à une espèce et non un métabolite unique.

I.2.2.6.1.3.5. Les métabolites secondaires non volatiles.

Les métabolites secondaires non volatiles peuvent être utiles à la caractérisation d'espèces et à la détermination des relations phylogénétiques car ils peuvent servir de signaux chimiques entre les organismes ou les espèces. Ils seraient donc complémentaires aux données morphologiques et moléculaires, et on obtiendrait une description complète d'une part importante du phénotype qui est perçu par d'autres organismes. L'approche chimiotaxonomique consiste à analyser chimiquement ou à élucider les structures des métabolites secondaires spécifiques d'isolats dans un taxon particulier, et à comparer les résultats obtenus avec d'autres espèces du même genre (Verscheure *et al.*, 2002).

- Utilisation des métabolites secondaires non volatiles en chimiotaxonomie.

Les métabolites secondaires non volatiles ont été largement utilisés pour la taxonomie de quelques genres de champignons filamenteux. Lorsqu'un grand nombre d'isolats provenant de régions et d'habitats différents ont été examinés, la combinaison des données morphologiques et des métabolites secondaires a permis de délimiter les espèces. Dans le cas des genres *Penicillium*, *Aspergillus* et *Fusarium* (considérés comme étant très difficiles à identifier et à classer), les métabolites secondaires se sont révélés très utiles (Verscheure *et al.*, 2002).

Le Tableau VII donne quelques composés volatiles identifiés par GC-MS dans les extraits naturels bruts de *Angelica negas* Nakai, herbe médicinale de la famille de Umbeliferacea (Seo *et al.*, 2007).

Tableau VII. Quelques composés volatiles identifiés par GC-MS dans *Angelicas negas* Nakai, herbe médicinale de la famille de Umbeliferacea (Seo *et al.*, 2007).

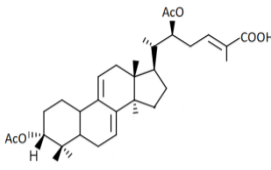
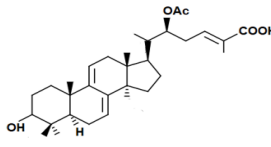
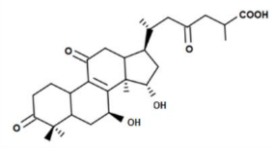
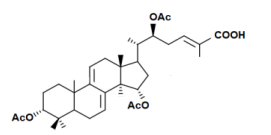
No.	RT ^a	RI ^b	Compound name	MF ^c	MW ^d	mg kg ⁻¹	Area (%)
1	6.828	836	2-Methyl octane	C ₉ H ₂₀	128	102.487	3.27
2	7.456	865	Ethyl acetate	C ₄ H ₈ O ₂	88	0.973	0.03
3	7.982	888	2,4,6-Trimethyl heptane	C ₁₀ H ₂₂	142	419.415	13.39
4	8.269	899	3-Methyl butanal	C ₅ H ₁₀ O	86	0.634	0.02
5	8.934	924	Ethanol	C ₂ H ₆ O	46	1.608	0.05
6	9.718	951	2-Methyl nonane	C ₁₀ H ₂₂	142	0.926	0.03
7	10.089	963	3-Methyl nonane	C ₁₀ H ₂₂	142	0.766	0.02
8	10.367	972	(Z)-2-Nonen-4-yne	C ₉ H ₁₄	122	30.985	0.99
9	11.012	991	(E)-2-Nonen-4-yne	C ₉ H ₁₄	122	6.245	0.20
10	11.570	1006	Tricyclene	C ₁₀ H ₁₆	136	5.994	0.19
11	12.625	1029	α-Pinene	C ₁₀ H ₁₆	136	967.750	30.89
12	13.019	1037	4-Methyl-1-penten-3-one	C ₆ H ₁₀ O	98	7.991	0.26
13	13.317	1043	2-Methyl-3-buten-2-ol	C ₅ H ₁₀ O	86	3.963	0.13
14	14.207	1061	2-Methyl decane	C ₁₁ H ₂₄	156	3.581	0.11
15	14.559	1067	Camphene	C ₁₀ H ₁₆	136	128.498	4.10
16	15.354	1081	Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	100	10.339	0.33
17	15.920	1091	2-Methyl-2-butenal	C ₅ H ₈ O	84	1.772	0.06
18	16.025	1092	2-Methyl-propanol	C ₄ H ₁₀ O	74	1.411	0.05
19	16.547	1101	Undecane	C ₁₁ H ₂₄	156	8.138	0.26
20	16.764	1105	β-Pinene	C ₁₀ H ₁₆	136	31.148	0.99
21	17.179	1113	Alloocimene	C ₁₀ H ₁₆	136	15.238	0.49
22	17.300	1115	α-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	136	5.216	0.17
23	17.562	1119	Sabinene	C ₁₀ H ₁₆	136	6.180	0.20
24	18.157	1130	2-Carene	C ₁₀ H ₁₆	136	1.298	0.04
25	19.265	1148	δ-3-Carene	C ₁₀ H ₁₆	136	8.384	0.27
26	20.058	1160	2-Methylpropyl isobutyrate	C ₈ H ₁₆ O ₂	144	0.899	0.03
27	20.302	1164	β-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	136	18.055	0.58
28	20.575	1168	α-Fenchene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.931	0.03
29	20.970	1174	α-Phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.902	0.03
30	21.223	1178	α-Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	136	2.345	0.07
31	21.483	1181	2-Heptanone	C ₇ H ₁₄ O	114	0.925	0.03
32	21.638	1184	Heptanal	C ₇ H ₁₄ O	114	1.433	0.05
33	21.825	1186	Methyl hexanoate	C ₇ H ₁₄ O ₂	130	0.679	0.02
34	22.154	1191	2,3-Dehydro-1,8-cineole	C ₁₀ H ₁₆ O	152	1.372	0.04
35	22.703	1198	α-Limonene	C ₁₀ H ₁₆	136	134.339	4.29
36	23.144	1205	β-Phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	136	8.874	0.28
37	23.630	1213	1,3,8-Menthatriene	C ₁₀ H ₁₂	134	2.020	0.06
38	24.167	1222	Isopulegone	C ₁₀ H ₁₆ O	152	2.040	0.07
39	24.739	1231	2-Pentyl furan	C ₉ H ₁₄ O	138	5.825	0.19
40	24.995	1235	(Z)-β-Ocimene	C ₁₀ H ₁₆	136	1.951	0.06
41	25.675	1245	r-Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	136	2.639	0.08
42	26.090	1251	(E)-β-Ocimene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.923	0.03
43	26.310	1254	Pentanol	C ₅ H ₁₂ O	88	1.318	0.04
44	27.060	1265	Hexyl acetate	C ₈ H ₁₆ O ₂	144	2.299	0.07
45	27.354	1269	ρ-Cymene	C ₁₀ H ₁₄	134	33.553	1.07
46	28.212	1281	Terpinolene	C ₁₀ H ₁₆	136	3.713	0.12
47	28.703	1288	Octanal	C ₈ H ₁₆ O	128	1.718	0.05
48	29.654	1300	Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	184	4.322	0.14
I.S.	30.305	1311	Butylbenzene	C ₁₀ H ₁₄	134	-	-
49	30.743	1318	4-Methyl pentanol	C ₆ H ₁₄ O	102	0.567	0.02
50	31.159	1324	3-Methyl-2-butenol	C ₅ H ₁₀ O	86	3.852	0.12
51	32.028	1337	6-Methyl-5-hepten-2-one	C ₈ H ₁₄ O	126	1.485	0.05
52	33.065	1353	Propyl-2-methyl-2-butenic acid ester	C ₈ H ₁₄ O ₂	142	1.832	0.06
53	33.265	1356	Isopropyl hexanoate	C ₉ H ₁₈ O ₂	158	23.875	0.76
54	34.250	1370	Butyl hexanoate	C ₉ H ₁₈ O ₂	158	1.496	0.05
55	35.637	1389	2-Nonanone	C ₉ H ₁₈ O	142	1.719	0.05
56	36.742	1404	Myrtanol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	24.782	0.79
57	37.369	1415	Pentyl isohexanoate	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186	11.044	0.35
58	37.662	1419	Butyl heptanoate	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186	3.027	0.10
59	38.290	1429	(E)-2-Octenal	C ₈ C ₁₄ O	126	1.007	0.03

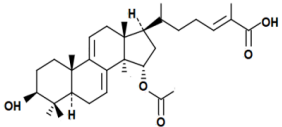
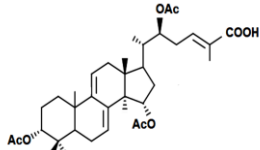
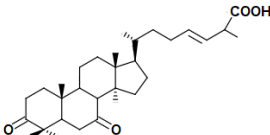
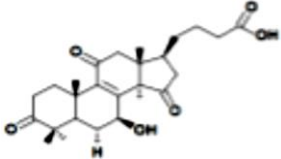
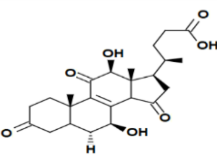
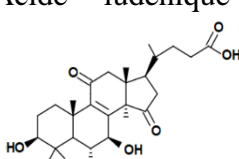
RT= retention time, RI= retention indice, MF= molecular formula, MW= molecular weight

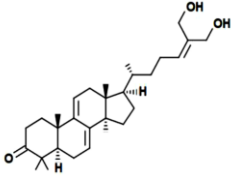
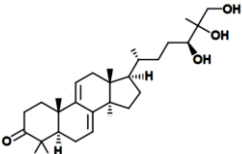
I.2.2.6.2. Quelques molécules identifiées, séparées et purifiées des Macromycètes

Plusieurs composés ont été isolés chez les champignons (Tawfik *et al.*, 2011 ; Seulah *et al.*, 2017 ; Darija *et al.*, 2018). L'un des genres le plus exploré à ce jour est *Ganoderma* et l'espèce la plus étudiée étant *G. lucidum* (Tableau VIII). Ce champignon est connu et utilisé depuis 2000 ans au Japon et en Chine pour ces propriétés thérapeutiques. Il est reporté que *G. lucidum* "le champignon de l'immortalité" a des bénéfices miraculeux pour la santé et contient plus de 400 composés bioactifs comprenant les triterpénoïdes, les polysaccharides, les nucléotides, les stérols, les stéroïdes, les acides gras et les protéines/peptides qui ont un certain nombre d'effets médicaux (Sanodiya *et al.*, 2009; Batra *et al.*, 2013, Alok, 2013) comme anti-tumeur (Kao *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2003) ; anti-microbien (Karwa *et al.*, 2012) ; anti-athérosclérotique (Li *et al.*, 1989) ; anti-inflammatoire et hypolipidémique (Chen *et al.*, 2005) ; antidiabétique, antioxydant et contre le vieillissement (Cherian *et al.*, 2011) ; antifongique et antiviral (plus précisément contre herpès et VIH) ainsi que le renforcement du système immunitaire. Les composés pharmacologiques actifs les plus importants sont les triterpénoïdes et les polysaccharides (Boh *et al.*, 2007). Gao *et al.* (2007) ont isolé plusieurs composés de ce champignon parmi lesquels : les acides ganodériques et lucidéniques.

Tableau VIII. Quelques métabolites secondaires isolées et purifiées des extraits bruts de *Ganoderma lucidum* (Darija *et al.*, 2018)

Triterpènes	Cellules tumorales	Action	Référence
Acide ganodérique S 	Poumon:95D Cervical: HeLa	Cytotoxique	Akihisa <i>et al.</i> , 2007
Acide ganodérique R 			
Acide ganodérique A 	Sein: MDA-MB-231	Croissance inhibée et comportement invasif des cellules cancéreuses du sein	Jiang <i>et al.</i> , 2008
Acide ganodérique F 		Sans effets	

<p>Acide ganodérique X</p> 	<p>Foie: HuH-7 Colon: HCT-116</p>	<p>Inhibes les topoisomérases et induit apoptose des cellules cancéreuses</p>	<p>Li <i>et al.</i>, 2005</p>
<p>Acide ganodérique T</p> 	<p>Poumon: 95D Foie: SMMC7721 épiderme: KB-A-1 et KB-3-1 Col de l'utérus: HeLa</p>	<p>Diminution de la prolifération de certaines cellules cancéreuses. Inhibe fortement la formation de la colonie cellulaire de 95-D.</p>	<p>Tang <i>et al.</i>, 2005</p>
	<p>colon: HCT-116</p>	<p>Inhibe la prolifération</p>	<p>Chen <i>et al.</i>, 2010</p>
	<p>melanome: A375 colon: Ls174t</p>	<p>Inhibe la croissance</p>	<p>Xu <i>et al.</i>, 2010</p>
	<p>Poumon: LLC</p>	<p>Supprime la croissance tumorale et les métastases LLC</p>	<p>Chen <i>et al.</i>, 2010</p>
<p>Acide ganodérique DM</p> 	<p>Prostate: PC-3, LnCaP</p>	<p>Inhibe la prolifération cellulaire et les métastases du cancer de la prostate</p>	<p>Gao <i>et al.</i>(2007)</p>
<p>Acide ludénique A</p> 	<p>Leucémie: HL 60</p>	<p>Diminue la croissance de la population cellulaire, Arrêt du cycle cellulaire</p>	
<p>Acide ludénique B</p> 	<p>Leucémie: HL 60</p>	<p>Induit l'apoptose</p>	<p>Hsu <i>et al.</i>, 2008</p>
<p>Acide ludénique C</p> 	<p>Leucémie: HL 60</p>	<p>Diminue la croissance de la population cellulaire, Arrêt du cycle cellulaire</p>	

<p>Ganoderiol F</p> 	Poumon: LLC	Effet inhibiteur de la croissance tumorale	Gao <i>et al.</i> , 2008
<p>Ganodermanontriol</p> 	<p>Colon: HCT-116, HT-29</p> <p>Sein: MDA-MB-231</p>	Inhibition de la prolifération cellulaire	Jiang <i>et al.</i> , 2011

Tawfik *et al.* (2011) ont isolé deux composés de *G. applanatum* : la [(19,19a-dihydroxy-2-méthyl-2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 tétradécahydrobenzo[b] [1] oxacycloheptadécin-17(19aH) de formule $C_{20}H_{34}O_4$ et la [(2-(2-(2,5- dihydroxyphényl) éthylidène)] - 11-hydroxy-6,10-diméthylundéca-5,9-dienoïque acide de formule $C_{21}H_{28}O_2$ (Fig. 23). Les deux composés ne

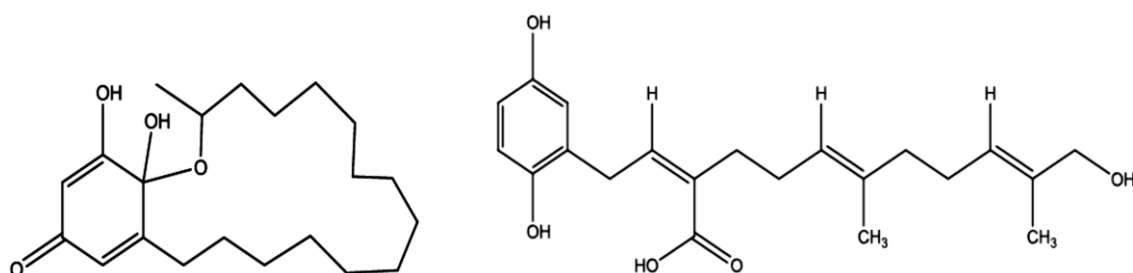


Fig. 23. Composés isolés de *G. applanatum* (Tawfik *et al.*, 2011) sont pas toxiques pour l'homme et présentent un CMI de 6,25 $\mu\text{g/L}$ sur *E. coli* et *S. aureus*.

Seulah *et al.* (2017) ont également isolé 8 composés sur *Phellinus baumii* (Fig. 24). Les composés 1,2,3,5 et 7 sont non toxiques à l'homme et ont des effets anti-inflammatoires. Ces composés sont de 1 à 8 : ,4-dihydroxybenzaldehyde (1), 4-(4-hydroxyphényl)-3-buten-2-one (2), 4-(3,4-dihydroxyphényl)-3-buten-2-one (3), 3 β -hydroxycinnamolide (4), 9,11-déhydroergostérol peroxyde (5), ergostérol peroxyde (6), éthyl linoléate (7), et (2*R*)-*N*-[(1*S*,2*R*,3*E*,7*E*)-1-[(β -D-glucopyranosyloxy)méthyl]-2-hydroxy-8-méthyl-3,7-éptadécadien-1-yl]-2-hydroxy-hexadécaneamide (8).

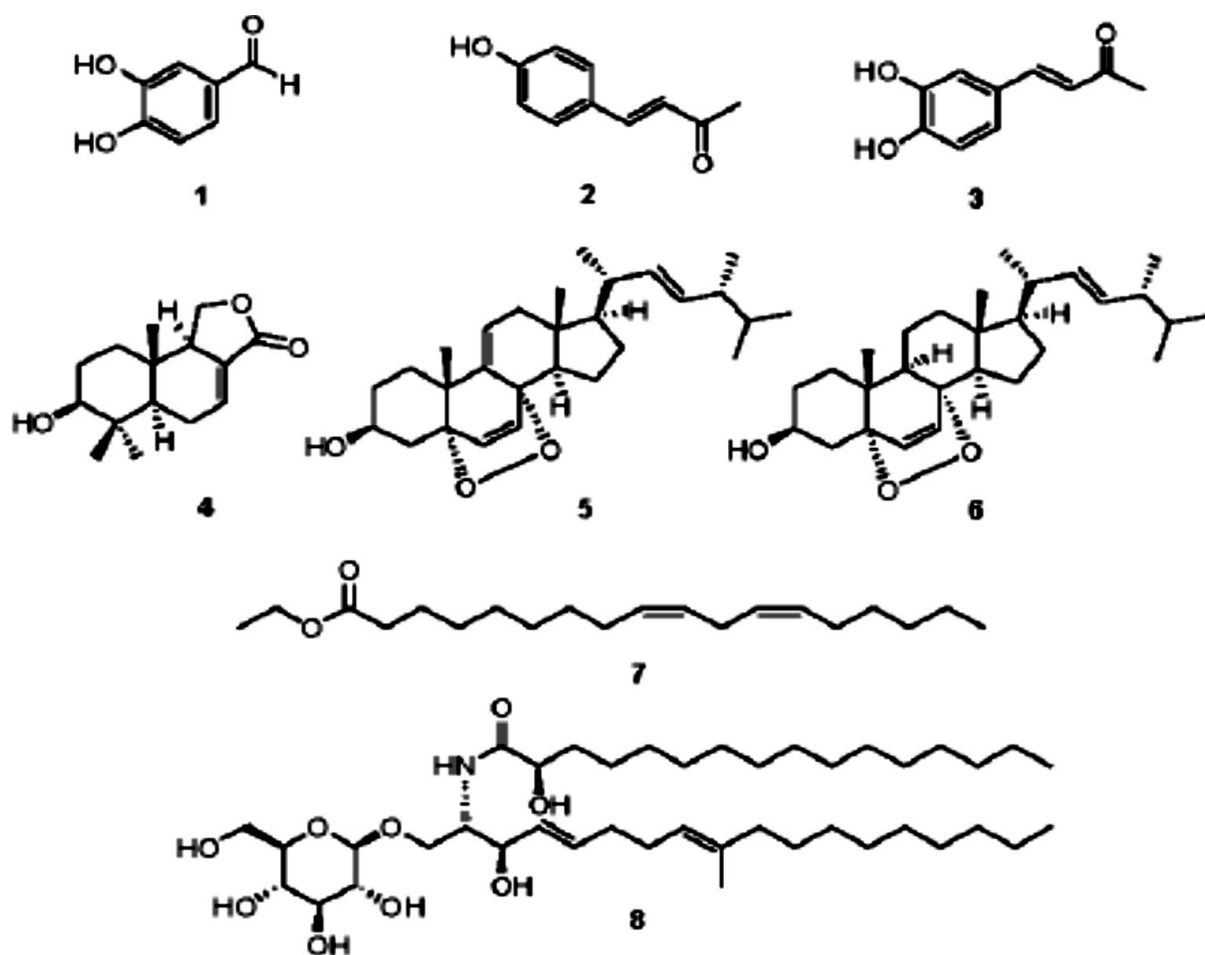


Fig. 24. Structures chimiques des composés 1 à 8 isolés de *P. baumii* (Seulah *et al.*, 2017).

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

Du matériel varié de diverses origines ont été utilisés dans les différents volets de ce travail.

II.1.1. Site d'étude

Les échantillons ont été collectés dans diverses régions du Cameroun et de la RDC (Fig. 25) de 2017 à 2018 où de vastes étendues de forêts secondaires, les savanes ainsi que des champs cultivés ont été parcourus afin de scruter les troncs et souches de bois, la litière et le sol pour récolter les carpophores et fructifications des Agaricales, des Polyporales et des Boletales comprenant tant des espèces comestibles et non comestibles.



Fig. 25. Cartes du Cameroun et de la RDC (Anonyme, 2019).

II.1.1.1. Collecte des échantillons au Cameroun

Les échantillons ont été collectés au Cameroun dans les localités de Melong, Santchou, Fombap, Mbongo, Mboukou ; de Fombot, Foumban, Bafoussam, Nkongsamba, Dschang, Yaoundé et Nkoteng

II.1.1.2. Collecte des échantillons en R.D. Congo

Les échantillons en provenance de la RDC ont été collectés dans les zones de Kinsatus, Kisangani, Luki et Lubumbashi.

Le choix de ces deux sites de collecte (Tableau IX) d'échantillons repose sur l'absence d'inventaire de champignons durant plusieurs années dans certaines zones, mais surtout à l'existence dans ces localités, des conditions écologiques (forêts et savanes) et climatiques (tropical humide) favorables à la naissance et à la croissance de diverses espèces de champignons parmi de nombreux organismes que compte la deuxième zone la plus riche au monde en biodiversité.

Tableau IX. Répartition des échantillons suivant les paramètres de collecte

Site de collecte	Groupe	Espèces	Ecologie
Cameroun (CMR)	Agaricales (24)	<i>Termitomyces</i> spp.	Champs, Forêts, Savanes
		<i>Pleurotus</i> spp.	Champs, Savanes
	Polyporales (09)	<i>Phellinus</i> spp.	Forêts
		<i>Coltricia</i> sp.	Forêts, Savanes
		Polyporale sp.	Champs, Savanes
RD Congo (RDC)	Agaricales (06)	<i>Termitomyces</i> spp.	Champs, Forêts, Savanes
		<i>Pleurotus</i> spp.	Savanes
	Polyporales (04)	<i>Phellinus</i> spp.	Forêts

II.1.2. Matériel biologique

35 échantillons de Basidiomycètes supérieurs ont été examinés dans le cadre cette étude (Tableau X). Certains ont été collectés dans les forêts, savanes, plantations et champs cultivés de quelques régions du Cameroun et de la RDC. D'autres en provenance de l'herbier mycologique de l'Université de Yaoundé 1, Laboratoire de Cryptogamie.

Les critères de choix des 35 espèces retenues pour les différentes analyses étaient essentiellement guidés par les objectifs poursuivis. L'objectif principal étant d'évaluer sur la base des critères scientifiques universellement reconnus, certaines propriétés médicinales de quelques Basidiomycètes supérieurs d'Afrique centrale. Le choix des espèces à analyser en rapport avec cet objectif a été à l'origine guidé par l'exploitation de la littérature existante sur la pharmacopée traditionnelle africaine et plus précisément son volet ethnomycologie. Ainsi, l'identification des spécimens récoltés par le biais de la taxonomie et de la chimiotaxonomie qui du reste ont permis la description de quelques espèces nouvelles à la science, étaient des objectifs préliminaires convergeant vers l'objectif principal sus-mentionné. C'est donc sur cette base qu'une sélection préliminaire a permis de retenir juste 35 espèces des 182 spécimens récoltés au départ et les 35 ainsi retenus ont été par la suite analysés soit uniquement en

taxonomie, soit en chimiotaxonomie ou en microbiologie, ou alors sur deux des trois domaines ou l'ensemble des trois tel que présentés dans le Tableau X.

Tableau X. Liste des échantillons étudiés

N°	Numéro d'herbier/ Récolte	Identification	Lieu et date de récolte	Etudes menées
Groupe I : AGARICALES				
1	DM 1268 (MBP 165)	<i>Termitomyces</i> sp1.	CMR (Santchou), 15/09/2017	Taxonomie
2	DM 1272 (MBP 184)	<i>Termitomyces</i> sp2.	CMR (Santchou), 26/09/2017	Taxonomie
3	DM 1282 (MBP 200)	<i>Termitomyces</i> sp3.	CMR (Santchou), 27/09/2017	Taxonomie
4	DM 1284 (MBP 206)	<i>Termitomyces</i> sp4.	CMR (Santchou), 27/09/2017	Taxonomie
5	DM 1290 (MBP 217)	<i>Termitomyces</i> sp5.	CMR (Santchou), 29/09/2017	Taxonomie
6	DM 1293 (MBP 224)	<i>Termitomyces</i> sp6.	CMR (Santchou), 29/09/2017	Taxonomie
7	DM 1294 (MBP 225)	<i>Termitomyces</i> sp7.	CMR (Santchou), 29/09/2017	Taxonomie
8	DM 1295 (MBP 226)	<i>Termitomyces</i> sp8.	CMR (Santchou), 29/09/2017	Taxonomie
9	DM 1308 (MBP 267)	<i>Termitomyces</i> sp9.	CMR (Santchou), 03/10/2017	Taxonomie
10	DM 1718 (MBP 328)	<i>Termitomyces</i> sp10.	CMR (Santchou), 20/03/2018	Taxonomie
11	DM 1721 (MBP 331)	<i>Termitomyces</i> sp11.	CMR (Santchou), 21/03/2018	Taxonomie
12	DM 1722 (MBP 332)	<i>Termitomyces</i> sp12.	CMR (Santchou), 21/03/2018	Taxonomie
13	DM 1723 (MBP 333)	<i>Termitomyces</i> sp13.	CMR (Santchou), 22/03/2018	Taxonomie
14	DM 1724 (MBP 334)	<i>Termitomyces</i> sp14.	CMR (Santchou), 22/03/2018	Taxonomie
15	DM 1725 (MBP 335)	<i>Termitomyces</i> sp15.	CMR (Santchou), 23/03/2018	Taxonomie
16	DM 1726 (MBP 336)	<i>Termitomyces</i> sp16.	CMR (Foumbot),25/03/2018 RDC (Lubumbashi) 8/11/2018	Taxonomie
17	DM 1727 (MBP 337)	<i>Termitomyces</i> sp17.	CMR (Foumbot, Bafoussam), 25/03/2018 RDC (Luki) 18/01/2018	Taxonomie
18	DM 1728 (MBP 338)	<i>Termitomyces</i> sp18.	CMR (Santchou), 28/03/2018	Taxonomie
19	DM 1729 (MBP 339)	<i>Termitomyces</i> sp19.	CMR (Santchou), 28/03/2018	Taxonomie

20	DM 1730 (MBP 340)	<i>Termitomyces</i> sp20.	CMR (Santchou), 28/03/2018	Taxonomie
21	DM 1702	<i>Termitomyces</i> sp21.	RDC (Lubumbashi), 8/11/2018	Taxonomie
22	DM 563 A (MBP 122)	<i>Pleurotus tuber-</i> <i>regium</i> (basidiocarpe)	CMR (Santchou) 15/11/15 RDC (Kinsatus) 16/01/2018	Taxonomie, phytochimie et test antimicrobien
23	DM 563 B (MBP 122)	<i>Pleurotus tuber-</i> <i>regium</i> (sclérote)	CMR (Santchou) 15/11/15 RDC (Kinsatus) 16/01/2018	Taxonomie, phytochimie et test antimicrobien
24	DM 1150	<i>Pleurotus sajor-</i> <i>caju</i>	CMR (Foto à Dschang) Octobre 2015 RDC (Luki) 18/01/2018	Phytochimie et test antimicrobien
Groupe II : POLYPORALES				
1	DM 184 A/B	<i>Phellinus</i> sp1.	CMR (Nkongsamba) 18/08/1998 ; Dja 08/04/2001	Taxonomie, phytochimie, test antimicrobien
2	DM 998	<i>Phellinus</i> sp2.	RDC (Luki) 18/01/2018	Taxonomie, phytochimie, test antimicrobien
3	DM 1005	<i>Phellinus</i> sp3.	RDC (Kisangani), 16/01/2018	Taxonomie, phytochimie, test antimicrobien
4	DM 1071	<i>Phellinus</i> sp4.	CMR (Yaoundé) 25/06/2017	Taxonomie, phytochimie, test antimicrobien
5	DM 703	<i>Phellinus</i> sp5.	RDC (Luki) 18/01/2018	Phytochimie
6	DM 1069	<i>Phellinus</i> sp6.	CMR (Nkoteng) 28/09/2014 RDC (Kisangani), 16/01/2018	Phytochimie
7	DM 1073	<i>Phellinus</i> sp7.	CMR (Yaoundé) Mai 2015	Phytochimie
8	DM 1588	<i>Phellinus</i> sp8.	CMR (Yaoundé) Avril 2018	Phytochimie
9	DM 668	<i>Coltricia</i> sp.	CMR (Yaoundé) Septembre 2008	Taxonomie, phytochimie et test antimicrobien
10	DM 1213 (MBP 255)	Polyporale sp1.	CMR (Santchou) 02/10/17	Taxonomie
11	DM 1249 (MBP 322)	Polyporale sp2.	CMR (Santchou) 11/10/17	Taxonomie

II.1.3. Matériel non biologique

II.1.3.1. Matériel de terrain

Le matériel utilisé lors de la récolte sur le terrain est constitué de :

- de la machette et d'un canif pour prélever les carpophores de leurs substrats ;
- des paniers perforés de trous d'aération pour contenir les spécimens récoltés ;

- d'un appareil photo numérique SAMSUNG de 18 mégapixels pour réaliser des photos couleurs ;
- des enveloppes kaki pour conserver les échantillons ;
- un séchoir artisanal spécialement conçu pour sécher les échantillons sur le terrain dans les zones où le courant électrique est absent. Il est fait à base d'un carton de forme rectangulaire, d'une hauteur d'environ 90 cm. Au fond du carton, sont disposées des lampes à pétrole allumées et réglées à température de séchage convenable (t^0). A 40 cm de bas en haut, des orifices (trous) sont réalisés sur le carton et sur les 4 côtés desquels passent les barres de fer d'un côté à l'opposé, créant ainsi un plan (support perpendiculaire à la hauteur) sur lequel est posé un grillage. Plusieurs étages (3 à 4) de grillage sous forme de plateaux de séchage sont ainsi montées de la même façon à l'intérieur du carton à la hauteur convenable créant ainsi une enceinte aérée de chauffage (Fig. 26) des spécimens pouvant être clos au-dessus par simple fermeture des rabats du carton.

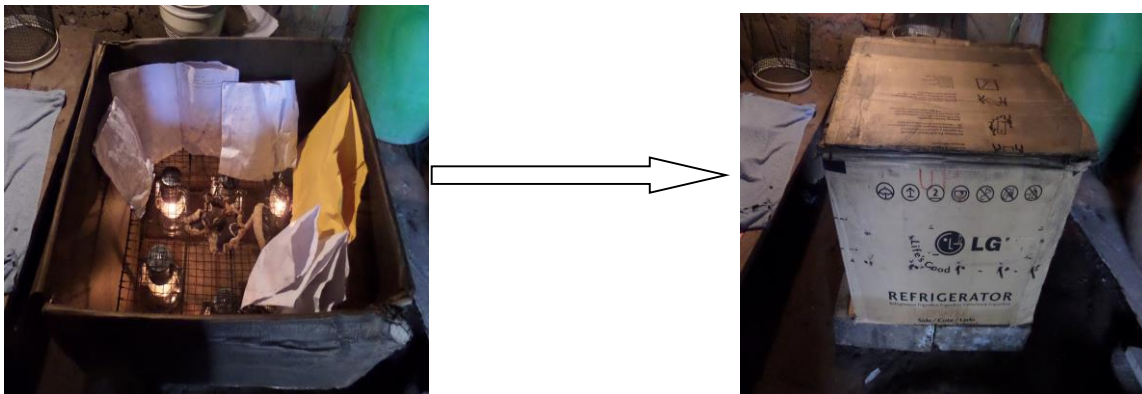


Fig. 26. Dispositif de séchage artisanal utilisant les lampes à pétrole.

II.1.3.2. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire comprend les appareils, la verrerie, les solvants et les produits et autres.

II.1.3.2.1. Appareils électriques

Les appareils utilisés comprennent :

- le séchoir électrique Dörrex pour sécher les échantillons récoltés ;
- le microscope photonique à oculaire micrométrique de marque OLYMPUS CH2 pour l'observation et mesure des structures microscopiques ;

- les balances électriques de marque KERN , METTLER AJ-1000 et AND EJ-1500 pour peser les échantillons ;
- le réfrigérateur de marque ICERBERG pour conserver les sporées, exsiccata, milieux de culture etc. ;
- la machine GC-MS, model LECO, PEGASU 4D, GC x GC TOFMS pour les analyses GC-MS ;
- le rota vapeur de marque IKA pour concentrer les extraits ;
- l'autoclave de marque SANO CLAV pour stériliser les milieux de culture et la verrerie ;
- l'étuve de marque SELECTA pour sécher la verrerie ;
- l'incubateur électrique pour incuber les cultures microbiennes ;
- le Robot électrique pour broyer les fragments de carpophores.

II.1.3.2.2. Verrerie

Elle comprend :

- les lames porte objet et les lamelles couvre objet pour réaliser les préparations microscopiques à observer ;
- les ballons, erlenmeyers, boîtes de Pétri, flacons, tubes à essai pour préparer les milieux de culture, réaliser les extractions, contenir et conserver les extraits bruts.

II.1.3.2.3. Autres objets

Ces objets incluent :

- les spatules, pinces et pincettes pour prélever les lamelles des échantillons ;
- l'anse de platine pour prélever les spores ;
- la lame de rasoir pour réaliser des coupes ultra-minces ;
- le bec bunsen pour stériliser les objets,
- le papier Whatman n°4 pour filtrer les extraits ;
- les micropipettes et les embouts, les plats à puits (96) pour réaliser les tests antibactériens et antifongiques.

II.1.3.2.3. Produits et solvants

Il s'agit de :

- la Phloxine B et Réactif de Melzer pour colorer les préparations microscopiques à observer ;
- la Glycérine 12 % pour conserver la préparation pendant une longue durée ;
- le KOH pour réhydrater et regonfler les cellules ;

- l'Éthanol et acétone pour nettoyer et désinfecter certains ustensiles (lames porte objet, Hotte à flux laminaire, les plats à puits) ;
- l'Huile d'immersion pour observer à l'objectif X100 ;
- le 2-(4-iodophényl)-3-(4-nitrophenyl)-5-phenyltetrazolium chloride (INT) pour relever les activités antibactériennes et antifongiques,
- l'Hexane et Chloroforme comme solvant pour extraire les substances naturelles brutes,
- le DMSO (Diméthylsulfoxyde) pour diluer les extraits naturels bruts ;
- le Nutrient broth comme milieu de culture antibactérien
- le RPMI 1640 milieux de culture antifongique.

II.2. Méthodes

II.2.1. Inventaires, conditionnement et encodage des échantillons

II.2.1.1. Inventaires des échantillons

La récolte des échantillons s'est effectuée suivant la méthode dite opportuniste (Mossebo *et al.*, 2000, 2002 ; Mossebo & Antonin, 2004 ; Mossebo & Ryvardeen, 1997, 2003 ; Decock & Mossebo, 2001). Elle consiste à marcher (au hasard) dans le site de collecte en cherchant les spécimens visibles parfois en rapport avec certaines espèces déjà connues en vue de leur étude taxonomique. Une fois sur le site (forêts, savanes, champs), après avoir repéré un spécimen de Basidiomycètes (Agaricales/Polyporales), les carpophores sont photographiés avec échelle à l'aide de l'appareil photo numérique SAMSUNG d'abord sur son substrat naturel, ensuite après récolte sur plusieurs angles dans le but de faire ressortir les détails importants [différentes vues (profil, face) des carpophores, lames, insertion du pied]. Dans un carnet à souches, on note la date, le numéro et le lieu de récolte, le substrat, le nombre de photographies prises ainsi que les caractères évanescents (odeur, saveur, couleur). On introduit ce coupon et les carpophores de la récolte de l'espèce présumée dans une enveloppe kaki portant les mêmes informations et, qu'on dépose par la suite dans le panier de récolte. Les mêmes étapes sont répétées pour tous les spécimens récoltés.

La sporée de chaque spécimen récolté est réalisée (Fig. 27 A/B) sur des lames portes objet stérilisées à l'éthanol et à la flamme ou sur papier contraste.

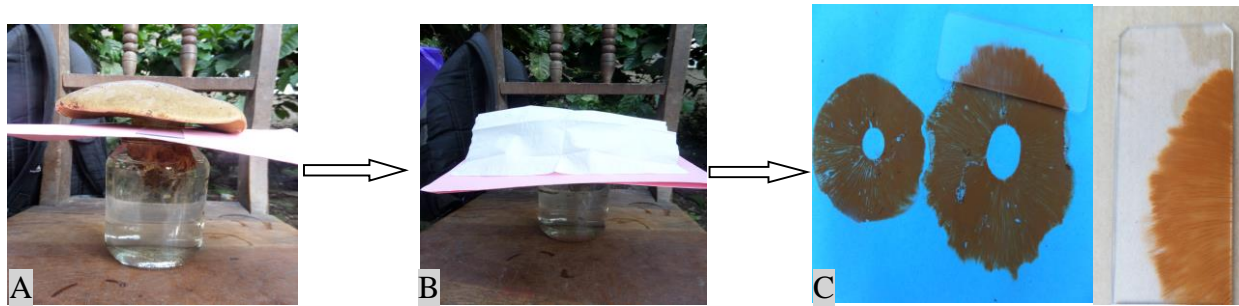


Fig. 27. Dispositif d'obtention de la sporée : A. pied du carpophore trempé dans l'eau de la bouteille et chapeau au contact du papier contraste percé d'un trou ; B. chapeau couvert d'un papier buvard imbibé d'eau ; C. sporée obtenue 24h plus tard.

Les échantillons sont ensuite séchés dans des enveloppes de tailles correspondantes à l'aide d'un séchoir électrique ou artisanal (Fig. 28) prévu à cet effet.



Fig. 28. Processus de séchage des échantillons à température convenable. A. séchoir électrique Dörrex, B. séchoir artisanal confectionné et utilisant les lampes à pétrole.

II.2.1.2. Encodage

Après séchage, les échantillons sont encodés en utilisant les codes HUY1-DMx où DM est le code adopté pour l'Herbier Mycologique depuis sa création au Laboratoire de Cryptogamie de l'Université de Yaoundé 1 et x le numéro de récolte de l'échantillon.

II.2.1.3. Conditionnement et conservation

Pour être conservés, les échantillons sortis du séchoir dans leurs enveloppes respectives sont d'abord introduits dans des sachets plastiques de grande taille avant passage au congélateur à -20°C pendant 5 semaines. Cette pratique a pour but de détruire les mites et les œufs d'insectes qui ramenés des lieux de récolte auraient résisté au séchage. Les échantillons sont après ce temps retirés du congélateur et les enveloppes passées au séchoir pendant 3 à 5 jours pour éliminer l'eau ou la vapeur d'eau venue du congélateur. Les enveloppes sont ensuite réintroduites dans des sachets plastiques avant d'être introduites dans les cartons de tailles correspondantes et les cartons sont ensuite disposés à l'herbier pour une durée de 3 à 4 mois

maximum. La conservation est donc un processus rotatif Herbier (3 à 4 mois) - Congélateur (5 semaines) - Séchoir (3 à 5 jours) (Mossebo, 1999 ; 2018).

II.2.2. Taxonomie conventionnelle et chimiotaxonomie

II.2.2.1. Taxonomie conventionnelle

Elle est essentiellement basée sur la macro- et la micromorphologie. Elle a été conduite suivant les guides pratiques de description des Basidiomycètes supérieurs (Mossebo, 1999 ; 2018).

II.2.2.1.1. Description

II.2.2.1.2. Description macroscopique

C'est une représentation des caractères des carpophores visibles à l'œil nu. Elle se fait en priorité avec le matériel biologique récolté complété quand nécessaire avec les photographies des spécimens récoltés, les couleurs sont établies avec la charte des couleurs, "Metheun Handbook of Color" de Kornerup & Wansher (1978). Ici, on détermine la taille, la forme, les couleurs, les ornements, l'odeur, saveur, le type de contact avec le substrat pour ce qui est des Polyporales, la consistance et l'épaisseur de la chair des Agaricales, les types d'insertion et de contact ou non des lamelles etc...

II.2.2.1.3. Description microscopique

Les structures invisibles à l'œil nu ont été décrites. Elle se fait essentiellement sur les exsicatta et la sporée. Pour l'étude des spores, elle consiste à réaliser des préparations de spores dans une goutte de glycérine à 12 % et de phloxine B pour observation au microscope. Pour les exsicatta, ont été réalisées des coupes ultra minces (10-50 μm à l'aide de la lame rasoir sur du matériel sec : lamelles et revêtement du chapeau) et montées dans une goutte de KOH 10 %, avec glycérine à 12 % et de phloxine B. Des dilaceras ont ensuite été réalisés à la gomme. Les préparations ont été ensuite observées au microscope photonique à l'objectif x100 (à l'huile d'immersion) et les structures microscopiques ci-après représentées : basides, basidiospores, cheilocystides, pleurocystides, trame de l'hyménium, revêtement piléique et les différents types d'hyphes. Pour la forme des spores, 20 d'entre elles ont été sélectionnées. Le rapport R (L/l) de chaque spore a été calculé ainsi que la moyenne X_R des 20 spores. Les valeurs moyennes de la longueur (L) et de la largeur (l) sont données en italique (Mossebo, 1999 ; 2018).

II.2.2.1.2. L'identification des spécimens des Macromycètes

C'est la comparaison des caractères macroscopiques et des caractères microscopiques obtenus de chaque spécimen décrit au matériel d'herbier déjà identifié ou à ceux des spécimens

décrits dans la littérature disponible [Heim (1948, 1952, 1977) ; Pegler (1977); Mossebo (2002, 2007, 2011) ; Njouonkou (2001, 2011); Nzapena'a (2013) ; Ryvarden & Johansen (1980)].

II.2.2.2. Chimiotaxonomie

II.2.2.2.1. Phytochimie des Macromycètes

L'étude phytochimique des échantillons s'est basée fondamentalement sur les techniques d'extraction, d'analyses et d'identification des molécules chimiques naturelles contenues dans les extraits bruts.

II.2.2.2.2. Extraction des substances naturelles brutes

L'extraction (Fig. 29 A-D) s'est faite suivant la méthode décrite par Boonsong et Klaypradit (2016) avec quelques modifications. En pratique, 5 g de poudre de fragments de carpophore broyés à l'aide d'un robot mixeur sont introduits chacun dans un bécher. 400 mL d'hexane y sont ajoutés, le mélange est agité et le bécher ensuite couvert à l'aide du papier aluminium puis laisser au repos. 24 H après, le mélange est passé à travers le papier filtre Whatman N°4 et le filtrat obtenu concentré sous vide à 40°C dans un rota-évaporateur. L'hexane s'évapore et l'extrait restant est introduit dans un flacon et séché. Les résidus de poudre restant dans le bécher sont extraits deux fois à l'hexane suivant la même procédure pour augmenter le rendement d'extraction. Les résidus sont ensuite séchés à l'air libre puis extraits 3 fois au chloroforme suivant le même procédé qu'avec l'hexane. 0,05 g de l'extrait à l'hexane et 0,05 g de l'extrait au chloroforme sont pesés et mélangés pour obtenir 0,1 g d'extrait brut (l'hexane/chloroforme, dans la proportion 1 : 1) de basidiocarpe ou de sclérote qui seront utilisés pour les tests antimicrobiens.

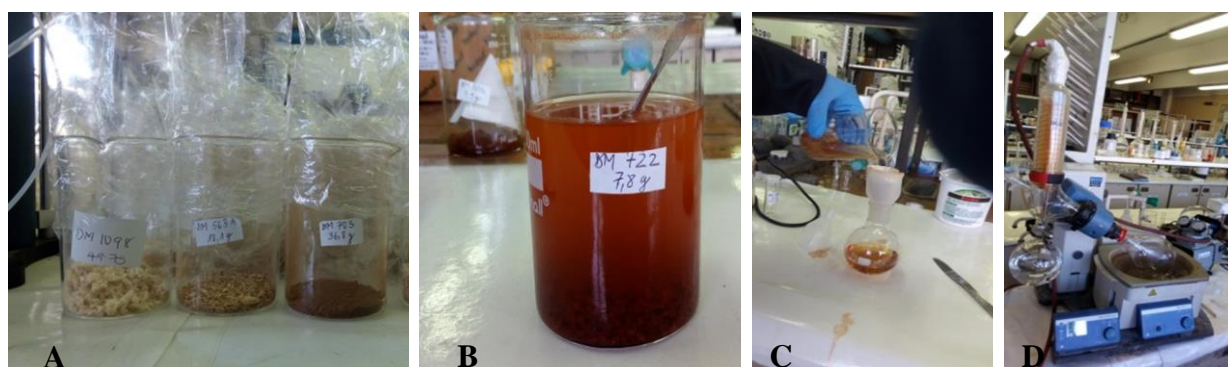


Fig. 29. Processus d'extraction : A. Matière sèche pesée, B. Ajout du solvant d'extraction sur la matière sèche, C. Filtration 24h plus tard, D. Concentration au rota évaporateur.

II.2.2.2.3. Chromatographie sur Couche Mince (CCM) des extraits bruts

La CCM est la séparation des constituants d'un mélange qui repose sur deux phases : une stationnaire (plaque de silice) et l'autre mobile (solvant) (Tableau XI). Elle consiste, sur un

morceau de plaque de silice, de choisir une base et de tracer une ligne parallèlement à cette base. De petits cercles de 1 à 2 mm de diamètre et distants les uns des autres de 0,5 à 1 cm sont réalisés sur la ligne. Dans chaque cercle, 1 à 4 gouttes ou plus de chaque extrait brut est déposée et les tâches sont laissées sécher. En dessous de chaque tâche, est marqué le code de l'échantillon. On prépare l'éluant à partir d'un mélange de solvants ((l'un polaire et l'autre apolaire) (Kotze & Eloff, 2002)) et suivant les solvants utilisés pour l'extraction. L'éluant est versé dans la cuve chromatographique. La plaque chromatographique est placée dans l'éluant et légèrement inclinée (60°). L'éluant étant en dessous des tâches déposées. On ferme la cuve. L'éluant migre le long de la plaque et entraîne les différents composés contenus dans chaque tâche, chacune à une hauteur correspondant à sa polarité de séparation. Lorsque l'éluant atteint l'extrémité supérieure de la plaque, on retire la plaque qu'on laisse sécher à l'air libre. On la visualise aux rayons UV de 365 nanomètres en prenant des photos (Fig. 30).

Tableau XI. Polarité des solvants de la CCM

Type d'extrait	Couple de solvant utilisé pour la CCM
Extrait à l'hexane	Hexane (Hex)/Chloroforme(CHCl ₃) 8 : 1
Extrait au chloroforme	Hex/CHCl ₃ 5 :5 ; Hex/CHCl ₃ 6 :4 ;

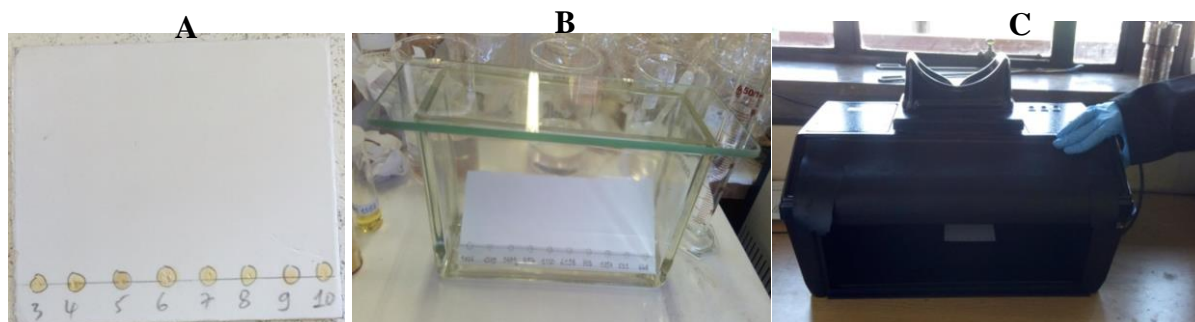


Fig. 30. Processus de la CCM : A. Plaque de silice avec les tâches de l'échantillon, B. Plaque de silice disposée dans la cuve contenant l'éluant, C. Visualisation à la lampe UV quelques minutes plus tard.

II.2.2.2.4. Analyse GC-MS des extraits bruts

L'analyse des extraits bruts a été faite à l'aide de l'appareil GC-MS, model LECO, PEGASU 4D, GC x GC TOFMS, de marque Allemande et équipée d'un plateau automatique, d'une colonne de 30 mètres de longueur sur 0,25 mm de diamètre et 0,25µm d'épaisseur. Au cours de l'analyse, un système d'électron produit de l'énergie utilisée équivalent à 70 eV. L'hélium est le gaz vecteur utilisé à un flux constant de 1-2 mL/min. L'injection et le transfert des extraits se fait respectivement à 200 °C et 250 °C. La température à l'intérieur du four varie de 70 °C à 300 °C à raison de 10 °C /min et atteint les 300 °C. 2 µL de l'extrait est introduit dans

l'injecteur et scanné. Le pourcentage relatif de chaque composé est calculé en comparant ensuite le pic moyen et leur valeur de normalisation. Les données de l'analyse sont obtenues sous formes de chromatogramme et de tableaux. Les spectres ont été analysés en utilisant le logiciel NTIS library

II.2.2.2.5. Identification des composés contenus dans les extraits bruts

L'interprétation du spectre de masse obtenu par GC-MS est faite à partir du logiciel LECO et les bibliothèques y afférentes. Le spectre de chaque composé contenu dans les extraits bruts et détecté par la machine est comparé à celui des composés connus et existant dans la bibliothèque. Le nom, le poids moléculaire et la masse moléculaire des composés identifiés est confirmé en comparant leurs indices de rétention aux données de la littérature et à ceux des bibliothèques.

II.2.2.3. Evaluation des activités antifongiques et antibactériennes

Les extraits naturels bruts des échantillons sont testés sur les souches de bactéries et champignons pathogènes à l'homme et leurs activités biologiques sont déterminées.

II.2.2.3.1. Souches de bactéries

Onze souches de bactéries fournies par la firme Sigma Aldrich (« South Africa Branch ») ont été utilisées dans l'étude dont 05 Gram+ : *Bacillus subtilis* (ATCC 19659), *Enterococcus faecalis* (ATCC 13047), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 14990), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Mycobacterium smegmatis* (ATCC 2155) et 06 Gram- : *Enterobacter cloacae* (ATCC 13047), *Proteus vulgaris* (ATCC 6380), *Klebsiella oxytoca* (ATCC 8724), *Klebsiella aerogenes* (ATCC 13048), *Proteus mirabilis* (ATCC 7002), *Escherichia coli* (ATCC 25922).

II.2.2.3.2. Souches de champignons microscopiques

Trois souches de champignons pathogènes ou toxiques à l'homme et fournies toujours par la firme Sigma Aldrich ont été utilisées, à savoir *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus ochraceus*.

II.2.2.3.3. Préparation des suspensions de bactéries

Une boucle d'inoculum a été utilisée pour recouvrir la surface du bouillon nutritif (« Nutrient Broth ») utilisé comme milieu de culture des bactéries. Les inoculis des bactéries (Fig. 33. A-E) ont ensuite été obtenus à partir des cultures bactériennes mises en place sur ce bouillon et incubées à 37 °C pendant 12 à 16 h. La taille de l'inoculum de chaque espèce de

bactérie est ajustée à la concentration de 1×10^8 bactéries /mL selon le standard de McFarland (1907).

II.2.2.3.4. Préparation de la suspension de champignons microscopiques

La suspension des spores de champignons (Fig. 31. A-F) est préparée à partir d'une goutte d'eau distillée déposée sur une culture pure réalisée auparavant sur milieu PDA (Pepton Dextrose Agar). La goutte d'eau est prélevée de la culture sporulente à l'aide d'une pipette et déposée sur un hématimètre. Elle est couverte d'une lamelle à travers laquelle on introduit de l'eau par pipetage afin de diluer les spores jusqu'à la concentration de 1×10^5 spores /mL. Les spores sont ensuite introduites dans le RINGER qui est une solution chimique dont le rôle est de stabiliser les spores en bloquant temporairement leur germination. Cette suspension des spores est préparée 24 h avant les tests et conservée au réfrigérateur.

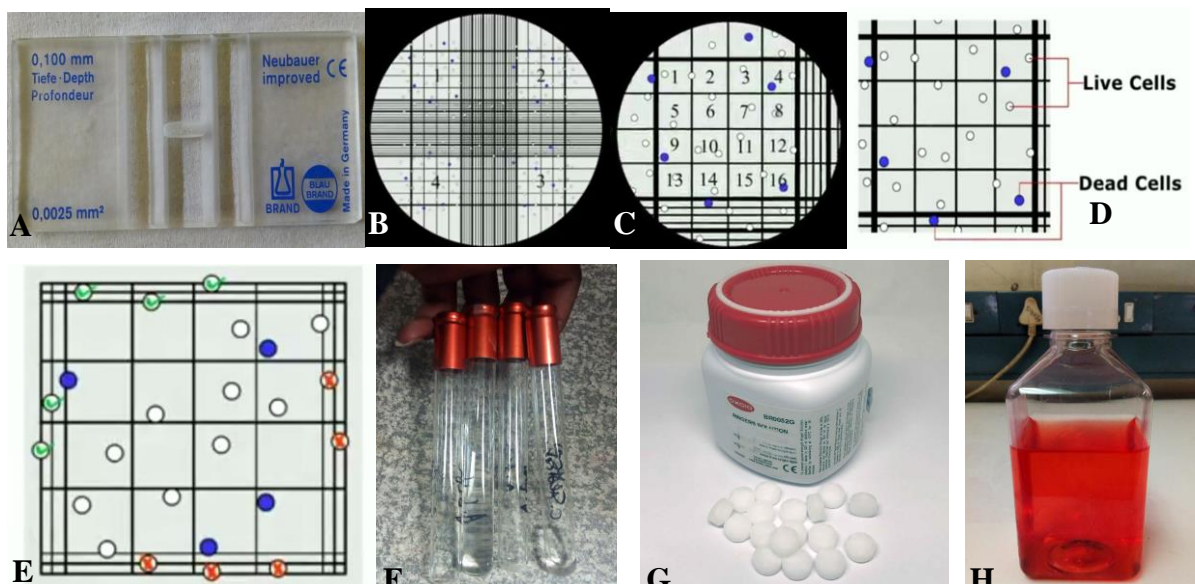


Fig. 31. Processus de préparation des suspensions de champignons : A. l'Hématimètre, B,C. Divisions de l'Hématimètre, D,E. Comptage des spores, F. Spores introduites dans la solution de Ringer, G. Ringer, H. RPMI 1640.

II.2.2.3.5. Tests antibactériens et antifongiques : détermination de la Concentration Minimale d'Inhibition (CMI)

La CMI est la plus petite concentration pour laquelle l'agent antimicrobien inhibe la croissance du microbe (bactérie ou champignon). La CMI de l'extrait brut du carpophore ou du sclérote est déterminé en utilisant la méthode de microdilution (Eloff, 1998) sur milieu de culture « Nutrient Broth » pour les bactéries et RPMI 1640 pour les microchampignons. 100 μ L de milieu de culture est introduit dans chacun des 96 puits de la grille (Fig. 32 A). 100 μ L

d'extrait préalablement dilué dans le DMSO (à la dose de 25 mg/ml ou 100 mg dans 4 ml de DMSO) est ajouté à la ligne B, colonne 2 à 11. Une série de dilution est réalisée successivement de la ligne B à la ligne G en mélangeant la suspension de la ligne B et en pipetant 100 μ L qui sont introduits à la ligne C. La suspension de la ligne C est mélangée et 100 μ L pipeté et introduite à la ligne D, celle de la ligne D à la ligne E et ainsi de suite jusqu'à la ligne G. Les 100 μ L pipeté dans les puits de la ligne G sont expulsés. La concentration de chaque ligne est celle de la ligne précédente divisée par deux. On réalise ainsi les concentrations respectives suivantes de la ligne B à G : 12,5 mg/mL (B) ; 6,25 mg/mL(C) ; 3,13 mg/mL (D) ; 1,56 mg/mL (E) ; 0,78 mg/mL (F) ; 0,39 mg/mL (G) (Maragesi *et al.*, 2013). Les puits des lignes A et H (A1 à A12 et H1 à H12) et colonnes 1 et 12 (1A à 1H et 12A à 12H) sont réservés au contrôle de chaque espèce. 100 μ L de suspension de chaque bactérie et de suspension des spores à tester est ensuite ajoutée sur les lignes et colonnes ayant reçu l'extrait brut, donnant un volume total de 200 μ L dans chaque puits de la grille (Fig. 35 A). La grille est ensuite incubée à 37 °C pendant 24 h pour les bactéries et 3 à 4 jours pour les champignons. Pour révéler l'activité ou non des bactéries et champignons dans les puits, 10 μ L de 2-(4-iodophényl)-3-(4-nitrophényl)-5-phényltetrazolium chloride (INT) 2mg/mL est ajoutée dans tous les puits de la grille (Fig. 29 B) et incubé pendant 1 à 5 h pour les bactéries et 1 à 7 jours pour les champignons (Ishaku *et al.*, 2017 ; Praptiwi *et al.*, 2018, Fonkui *et al.*, 2018). Les grilles sont alors retirées de l'incubateur et observées. Les puits contenant encore les bactéries ou champignons vivants virent au rose et ceux contenant des bactéries ou champignons inactifs restent bleus ou gardent la couleur de l'extrait brut utilisé (Fig. 32. C).

II.2.2.3.6. Analyse des données

L'analyse visuelle des plats a permis de déterminer les CMI, et la plus petite concentration de l'extrait brut ayant inhibé l'activité des bactéries et champignons toxiques après addition du colorant et après l'incubation est celle du puit qui ne vire pas au rose.

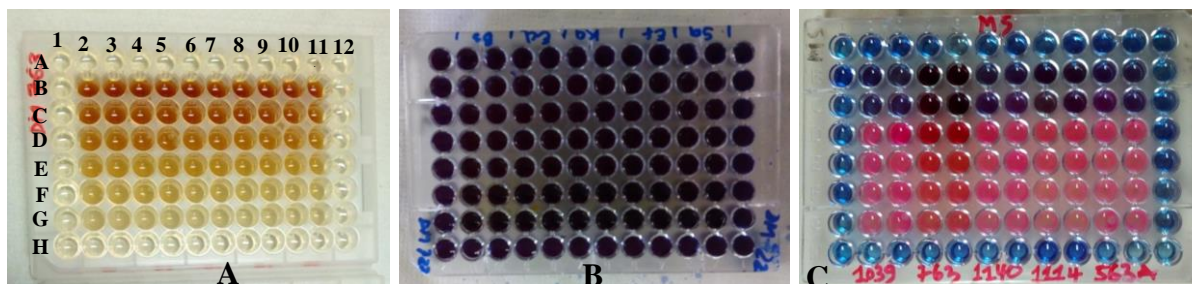


Fig. 32. Tests antifongiques et antibactériens sur grille à puits : A. Grille à puits contenant l'extrait brut dilué à différentes concentrations et des suspensions de bactéries ou champignons dans chaque puit, B. Puits ayant reçu le colorant (INT) après l'incubation, C. Aspect de la grille quelques heures après introduction du colorant (INT).

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

De nombreux résultats ont été obtenus dans cette étude tant en taxonomie, qu'en chimiotaxonomie et en microbiologie avec des tests antifongiques et antibactériens. Ils se déclinent ainsi qu'il suit :

III.1.1. Inventaire et conservation des spécimens de Macromycètes

III.1.1.1. Inventaire des spécimens de Macromycètes

182 spécimens de Macromycètes ont été récoltés sur divers types de substrats (sol, bois mort, termitières, litières, etc.). Parmi ces échantillons, 91 Polyporales, 89 Agaricales et 02 Boletales ont été recensés. Trente-quatre (34) espèces sont comestibles et appartiennent aux genres *Termitomyces*, *Pleurotus* et *Nothopanus*.

III.1.1.2. Encodage et conservation

Un numéro d'herbier a été attribué à chacun des 182 spécimens collectés. Les échantillons ont été encodés de DM 1161 à DM 1251 pour les Polyporales, DM 1261 à DM 1336 et DM 1718 à DM 1730 pour les Agaricales et DM 1341 à DM 1342 pour les Boletales. Les échantillons séchés et introduits dans des sachets plastiques sont actuellement conservés dans l'Herbier Mycologique de l'UYI à la Faculté des Sciences.

III.1.2. Taxonomie, chimiotaxonomie et activités biologiques

Au total, 35 espèces de Basidiomycètes supérieurs ont été examinés en taxonomie, en chimiotaxonomie et en microbiologie. Elles provenaient tant des spécimens récoltés que de celles déjà présentes dans l'Herbier Mycologique HUYI-DMx et quelques-unes étaient reçues du Congo-RDC. Les critères de choix des spécimens reposent sur leurs intérêts alimentaires, médicinale/thérapeutiques, écologiques et économiques (Tableau XII).

Tableau XII. Regroupement des spécimens récoltés

Nombre de spécimens	Règne	Embranchement	Ordres	Familles	Genres	Intérêts
182	Fungi	Basidiomycota	Agaricales (89)	Lyophyllaceae	<i>Termitomyces</i>	Alimentaire, médicinale et économique
				Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i> , <i>Lentinus</i>	Alimentaire, médicinale et économique
				Tricholomataceae	<i>Nothopanus</i>	Ecologique
			Polyporales (91)	Polyporaceae	<i>Aporpium</i> , <i>Perenniporia</i>	Ecologique
				Hymenochaetaceae	<i>Phellinus</i> , <i>Coltricia</i>	Thérapeutiques et économique
				Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	Parasites
			Boletales (02)	Boletaceae	<i>Xerocormus</i> , <i>Boletus</i>	Toxiques

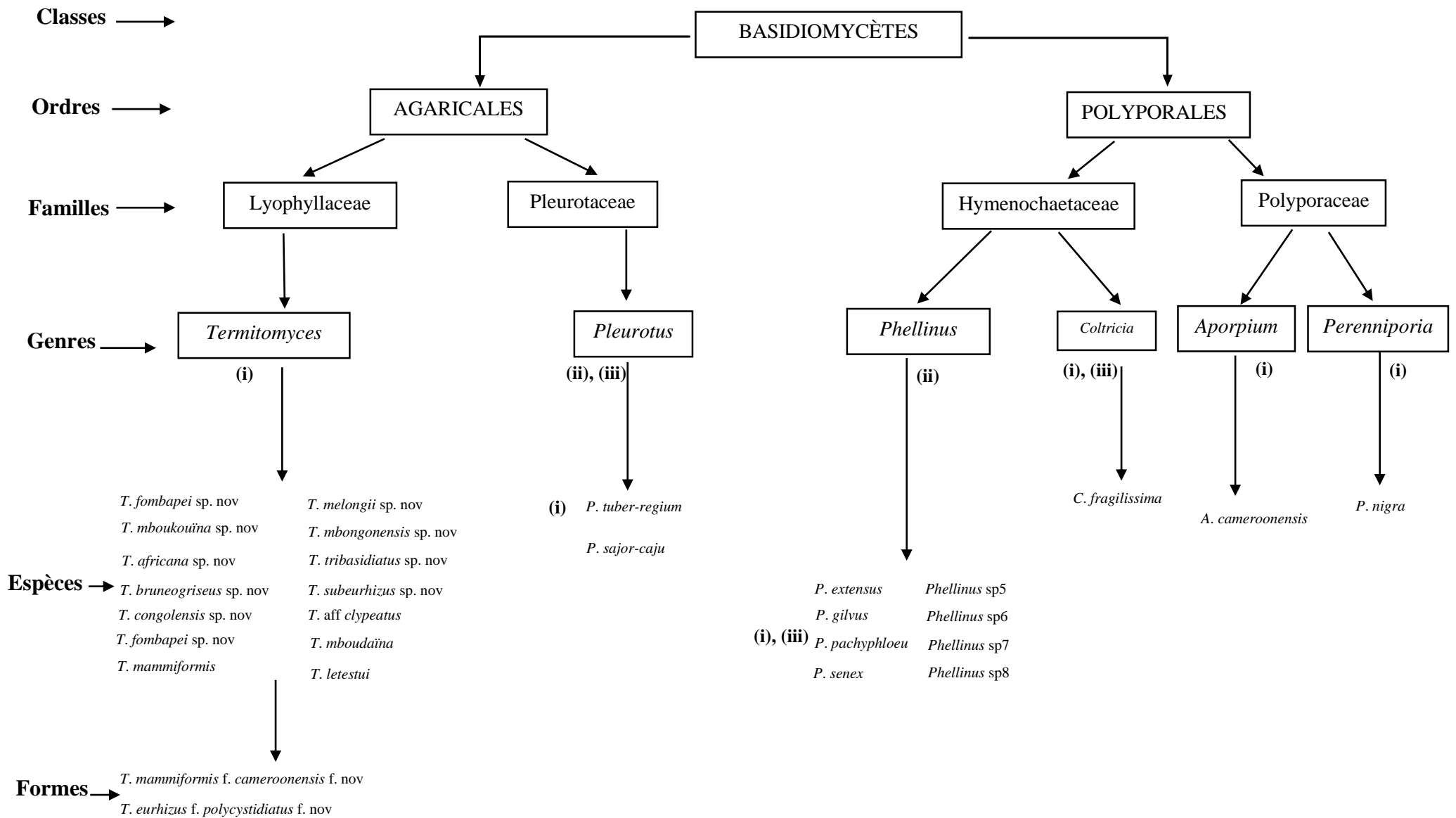


Fig. 33. Classification des 35 spécimens étudiés. i) Taxonomie ; ii) Chimiotaxonomie ; iii) Microbiologie.

III.1.2.1. Taxonomie conventionnelle

III.1.2.1.1. Agaricales

III.1.2.1.1.1. Lyophyllaceae Kühner

III.1.2.1.1.1.1. *Termitomyces* R. Heim

Caractères généraux

Chapeau convexe à plan convexe, mamelon en forme de perforatorium, proéminent, acéré ou indiqué. **Lamelles** blanchâtre, crème incarnat ou jaune clair, généralement libres, rarement adnées-décourantes, non ou inégalement denticulées. **Pied** central, cylindrique à cylindrécé, renflé au collet, fibreux, prolongé par une pseudorhize hypogée, souvent très longue, filamenteuse, d'abord fragile-cassante, puis fibreuse, plein comme le stipe. **Voile général** persistant, parfois en anneau autour du pied et en écaille sur le chapeau. **Voile partielle** variable formant un anneau supère, tombant, striée. **Spores** incarnat, relativement petites ($L \leq 7,5 \mu\text{m}$; $\leq 5 \mu\text{m}$), ellipsoïdes, parfois subcylindrécées, lisses, non amyloïdes. **Basides** piriformes, allongées, tétrasporiques. **Revêtement** peu séparable, à éléments cloisonnés, veloutés, ponctués ou glabres, sans ou avec épicutus gélifiable, ridé radialement ou non. **Développement** hémioangiocarpe. **Espèces** symbiotiques obligatoire avec les termites. **Espèce type** : *Termitomyces striatus* (beeli) Heim (1977).

III.1.2.1.1.1.1.1. *Termitomyces fombapei* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1268, DM 1282, DM 1293, DM 1295, DM 1308 (MBP 165, MBP 200, MBP 224, MBP 226, MBP 267) Fig. 34/35

Description macroscopique

Chapeau d'environ (2)4-10 cm de diamètre, d'abord convexe à plan convexe, puis aplatis et devenant infundibuliforme à maturité chez certains spécimens ; surface radialement striée, brunâtre (4E8), brun grisâtre (4E5) à brun ocracé (4C2), brun noirâtre (5F3), devenant plus sombre (5F2) au centre et claire vers la marge chez certains sujets matures ; perforatorium très peu apparent, pointu, concolore au chapeau ; marge striée, onduleux. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, de 3-6 mm de large, blanches, avec des lamellules irrégulières de 9 longueurs différentes. **Pied** 8 x 1 cm, central, cylindrique, scabreux, fibreux, blanchâtre, légèrement renflé au niveau du collet, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 35 cm de long, blanchâtre. **Anneau** absent. **Chair** peu épaisse, blanche. **Sporée** blanchâtre.

Description microscopique

Spores 5-5,95-7 x 3-3,82-4 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,63$; ellipsoïdes et subgloboses, à paroi mince et épaisse, granulées et quelquefois guttulées. **Basides** 15-23 x 5-6 μm ; clavées

quelquefois cylindracées ; 2-4 stérigmates, rarement monosporiques, à contenu granulé et parfois guttulé. **Cheilocystides** 27-45 (79) x 9-17 μm ; polymorphes : clavées, lagéniformes, fusiformes à subfusiformes, cloisonnées (1 cloison) pédiculés (1-3, rarement 5 μm) et pédicellés (2-5 μm , rarement 45 μm). **Pleurocystides** 26-60 x 8-20 μm ; polymorphes : lagéniformes à sublagéniformes, fusiformes à subfusiformes, quelquefois clavées, cloisonnées (1 cloison), pédiculées (1-3, rarement 5 μm) et pédicellées (5-15 μm , rarement 25 μm). **Trame de l'hyménium** irrégulière, d'environ 40 μm de large, à hyphes simples, ramifiés, cloisonnés et à paroi mince, 2-4 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 6-30 (48) μm de diamètre, à cellules sommitales clavées et lagéniformes. **Ecologie et mode de croissance** : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière souterraine en forêt secondaire et champs cultivés. Il pousse en groupe de 3 à 5 individus ou solitaire.

Comestibilité : Très bon comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, arachide...) camerounaises ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap

Date et lieu de récolte : 15 Septembre et 03 Octobre 2017 à Fombap, 29 Septembre 2017 à Mbongo ; Santchou ; Ouest Cameroun.

Etymologie : *fombapei* dérive du lieu où l'espèce a été récoltée pour la première fois, nom cependant pas directement lié aux caractères clés de cette espèce nouvelle qui a une forme convexe, puis aplatit et devenant infundibuliforme de couleur brun grisâtre à brun noirâtre

Observations et commentaires

Termitomyces fombapei est une espèce nouvelle caractérisée par son perforatorium peu apparent disparaissant à maturité chez certains spécimens. Son chapeau multiforme : d'abord convexe, puis aplatit et devenant infundibuliforme à maturité chez certains spécimens. La couleur est très variée, brun clair à brun grisâtre, puis brun noirâtre chez certains sujets matures (Fig. 35). Des cheilocystides et pleurocystides très abondantes et polymorphes, avec à leur base un pédicelle de taille variable. Des spores à la fois à paroi mince et épaisse (Fig. 36). Ces caractères tout à fait propres à cet échantillon appuient à suffisance la thèse d'une espèce nouvelle du genre *Termitomyces*.

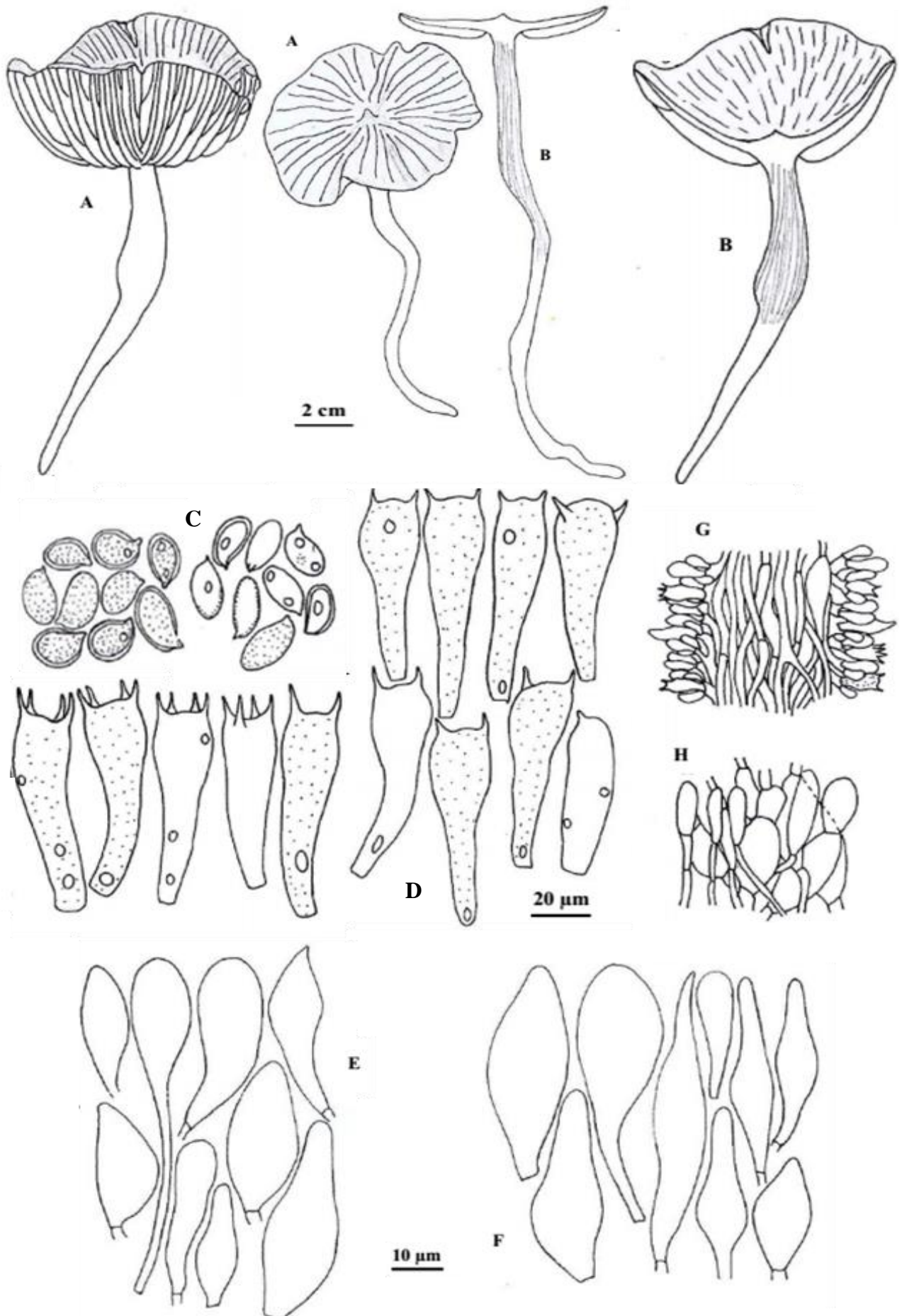


Fig. 34. DM 1268, DM 1282, DM 1293, DM 1295, DM 1308 (MBP 165, MBP 200, MBP 224, MBP 226, MBP 267): *Termitomyces fombapei* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.



Fig.35. DM 1268, DM 1282, DM 1293, DM 1295, DM 1308 (MBP 165, MBP 200, MBP 224, MBP 226, MBP 267). *Termitomyces fombapei* sp. nov. A. Carpophores entier, B/C/D/E. Carpophore face supérieure, F. Carpophore face inférieure.

III.1.2.1.1.1.2. *Termitomyces mboukouïna* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1272 (MBP 184) Fig. 36/37

Description macroscopique

Chapeau 5-11 cm de diamètre, d'abord obtusément conique, devenant infundibuliforme ; surface striée, grisâtre (1E2), devenant gris sombre (1E1) à noirâtre (1F1) ; perforatorium apparent, obtusément mamelonné, grisâtre (1E2), devenant plus clair (1C1) à maturité ; marge striée, fendillée jusqu'à la moitié du chapeau. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, larges de 2-5 mm de large, blanches à l'état jeune, devenant beige à maturité, avec des lamellules irrégulières de longueurs variables. **Pied** 10-15 x 1-1,5 cm, central, cylindracé, lisse, fibreux, blanc chez les jeunes carpophores, gris sombre (1E1) à maturité, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 20 cm de long, cylindracé, blanche. **Anneau** absent. **Chair** peu épaisse, blanche. **Sporée** marron.

Description microscopique

Spores 5-5,52-8 x 3,5-4,45-5 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,57$; ellipsoïdes, rarement cylindracées, à paroi mince et épaisse, guttulées et rarement granulées. **Basides** 19-26 x 7-10 μm ; clavées-cylindracées, clavées à largement clavées ; 2-4 stérigmates, le plus souvent guttulées et sans granules. **Cheilocystides** 20-50 x 7-25 μm ; clavées à largement clavées, le

plus souvent cloisonnées (1, 2 et 3 cloisons), pédicellées (10-15 μm , rarement 35 μm) et rarement pédiculés. **Pleurocystides** absentes. **Trame de l'hyménium** irrégulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, ramifiés, cloisonnés, 3-4 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-7 (48) μm de diamètre, cloisonnés, avec des cellules sommitales clavées, rarement lagéniformes.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière souterraine en forêt secondaire.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, arachide...) camerounaises ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap

Date et lieu de récolte : 26 Septembre 2017 ; Mboukou, Santchou, Ouest Cameroun.

Etymologie : *mboukouïna* également dérive une fois de plus du lieu où l'espèce a été collectée pour la première fois. Ce générique n'est pas directement lié aux caractères uniques de cette espèce qui a un chapeau de couleur noirâtre de forme conique à la forme infunbulidiforme à maturité, sporée de couleur marron et sur le plan micromorphologique par une absence des pleurocystides.

Observations et commentaires

T. mboukouïna (DM1272) se caractérise par des cheilocystides généralement pédicellées et parfois cloisonnées. De ce fait, il est proche de *Termitomyces globulus* et *T. subsclypeatus* f. *tetraporus*. Cependant, la couleur noirâtre de son chapeau, contrastant parfois avec son perforatorium gris clair à maturité, l'absence des pleurocystides et la sporée de couleur marron l'éloignent desdites espèces. Ainsi, la variation de la forme du chapeau allant de la forme conique à la forme infunbulidiforme associée aux cheilocystides clavées à largement clavées, cloisonnées, parfois pédiculées constituent les caractères uniques de cet échantillon et confirme la thèse d'espèce nouvelle de genre *Termitomyces*.

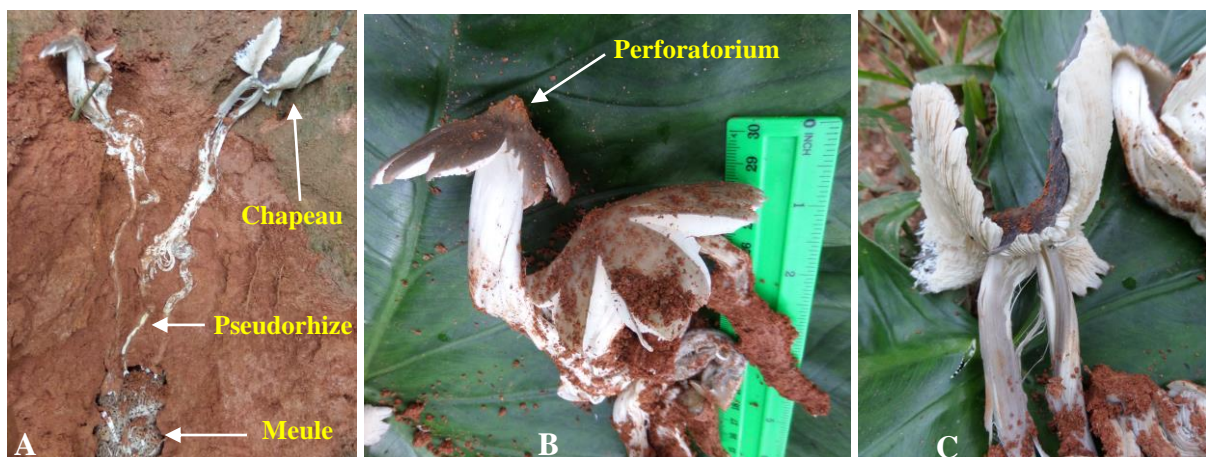


Fig. 36. DM 1272 (MBP 184) *Termitomyces mboukouïna* sp. nov. A. Carpophore entier fixé au substrat, B. Jeune carpophore vue de profil, C. Carpophore mature vue de profil.

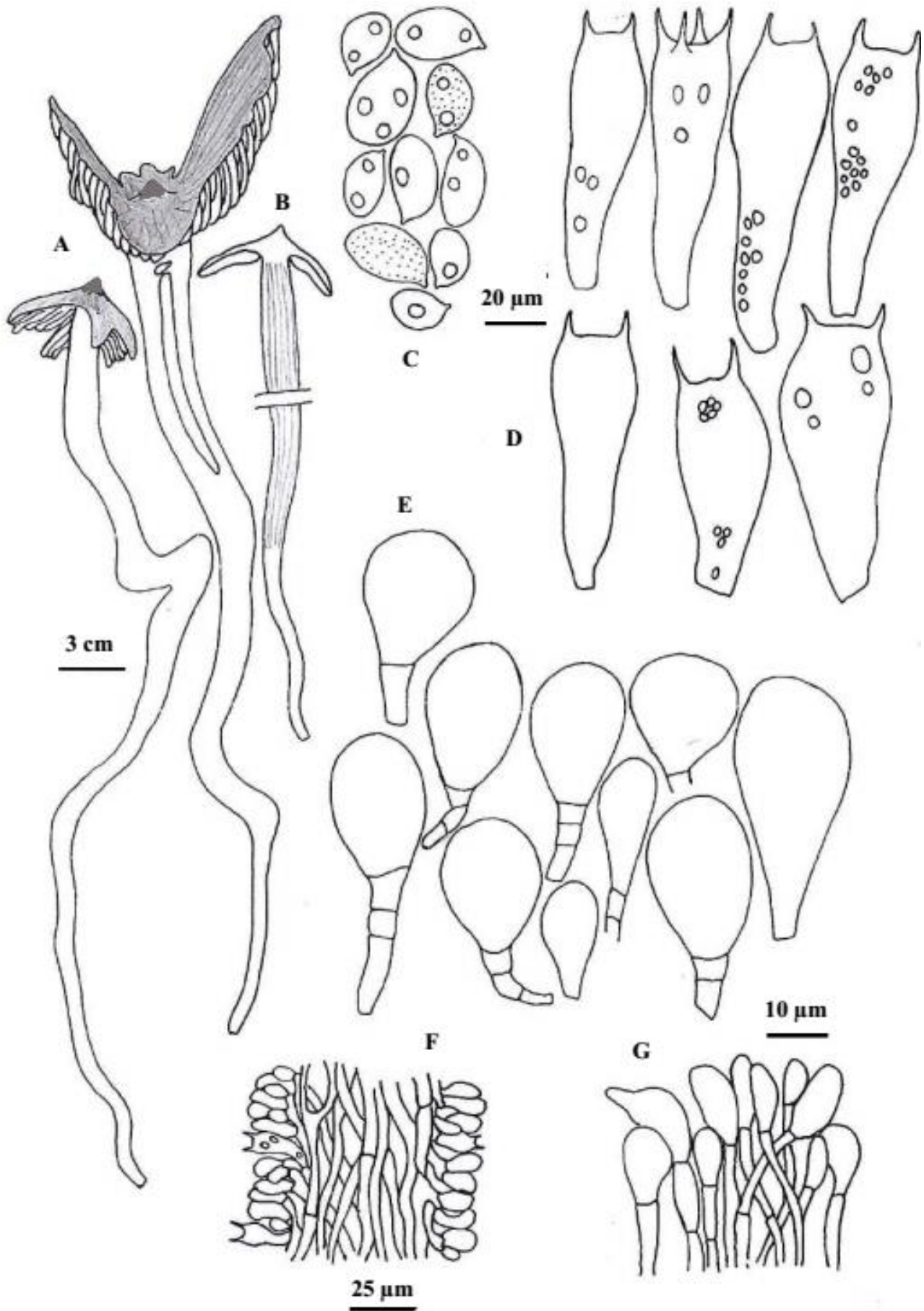


Fig. 37. DM 1272 (MBP 184) : *Termitomyces mboukouïna* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.

III.1.2.1.1.1.3. *Termitomyces mbongonensis* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1284, DM 1290 (MBP 206, MBP 217) Fig. 38/39

Description macroscopique

Chapeau (0,5)4 – 8 cm de diamètre, d'abord hémisphérique, puis convexe à plan convexe, charnu ; surface lisse, gris sombre à noirâtre (1F1), plus foncé au centre où apparaît un perforatorium obtusément conique à mamelonné, large de (0,4) 0,7-(0,9)1,3 cm, concolore (1F1) ; marge cannelée, profondément fendillée par endroit jusqu'à la moitié du chapeau sur certains spécimens et jusqu'à la base du perforatorium sur d'autres. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, larges de 1,5-4 mm de large, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 5 longueurs environs. **Pied** (1,5)4,5-9 x 0,3-0,6 cm, central, cylindrique, lisse, fibreux, noir, un peu clair par rapport au chapeau, légèrement renflé au niveau du collet chez certains sujets, se prolongeant par une courte pseudorhize de 2-4 cm de long, concolore au chapeau. **Anneau** absent. **Chair** peu épaisse au centre du chapeau, beaucoup plus mince vers la marge, blanche. **Sporée** verdâtre.

Description microscopique

Spores 5-6,77-9 x 4-4,47-5 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,70$; ellipsoïdes, parfois cylindracées à subcylindracées, à paroi mince, le plus souvent guttulées et quelque fois granulées. **Basides** 18-25 x 7-10 μm ; clavées à largement clavées ; 1, 2 et 4 stérigmates, quelquefois guttulées et rarement granulées. **Cheilocystides** très abondantes, (13) 17-57 x (7) 11-35 μm ; clavées à largement clavées, parfois piriformes et le plus souvent pédiculées **Pleurocystides** très abondantes, 20-37 (63) x 11-29 (43) μm ; clavées à largement clavées, parfois piriformes et quelquefois pédiculées. **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés et à paroi mince, 3-5 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-5 μm de diamètre, cloisonnés, baignant dans une masse gélatineuse.

Usage : Consommé sous forme rôti et associé à des mets traditionnels camerounais notamment le pistache, l'arachide ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière souterraine dans les plantations et champs.

Comestibilité : Très bon comestible

Date et lieu de récolte : 27 et 29 Septembre 2017 ; Fombap, Santchou, Ouest Cameroun.

Etymologie : *mbongonensis* dérive une fois de plus du lieu où l'espèce a été collectée pour la première fois. L'espèce montre des caractères distinctifs par rapport aux autres espèces du genre

notamment un basidiocarpe de petite taille, noirâtre à noir sombre et une sporée verdâtre caractère très rare voire inexistant chez les espèces du genre *Termitomyces*.

Observations et commentaires

T. mbongonensis se caractérise par son basidiocarpe de petite taille, noirâtre à noir sombre ; un pied brun sombre légèrement plus clair à sa partie supérieure et perforatorium bien développé et large (Fig. 38). La sporée de cette espèce est verdâtre, caractère très rare voire inexistant chez les espèces du genre *Termitomyces*. On note également des cheilocystides et des pleurocystides clavées à largement clavées, parfois piriformes et surtout des basides à 1-2-4 stérigmates (Fig. 39). Ces caractéristiques sont propres à cette espèce qui est sans doute une espèce nouvelle du genre *Termitomyces*.



Fig. 38. DM 1284, DM 1290, (MBP 206, MBP 217). *Termitomyces mbongonensis* sp. nov. A/B. Carpophore fixé au substrat, C. Carpophores entiers, D. vue de dessus, E/F. vue de dessous.

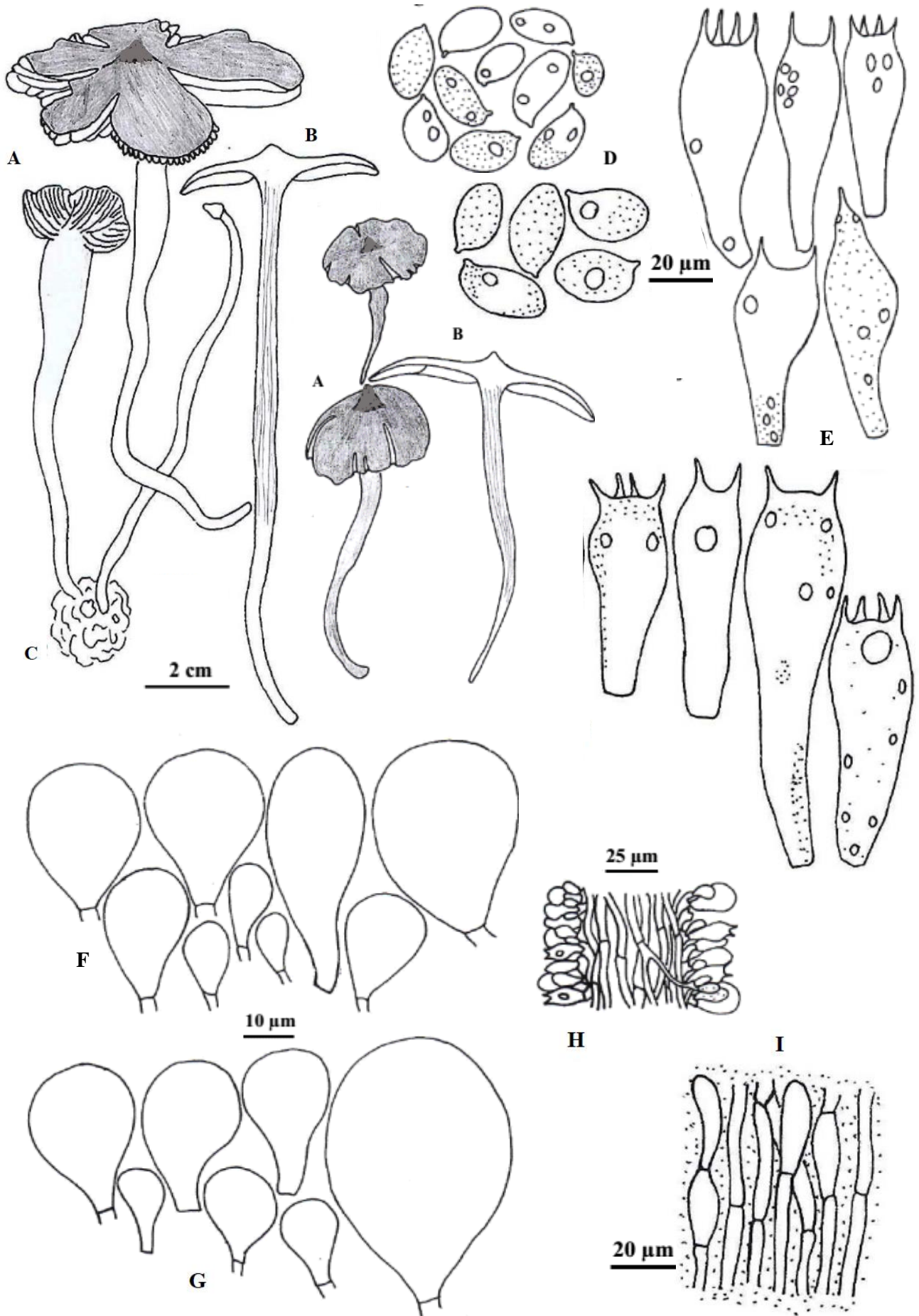


Fig. 39. DM 1284, DM 1290 (MBP 206, MBP 217) : *Termitomyces mbongonensis* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Meule, D. Basidiospores, E. Basides, F. Cheilocystides, G. Pleurocystides, H. Trame de l'hyménium, I. Pileipellis.

III.1.2.1.1.1.4. *Termitomyces africana* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1721 (MBP 331) Fig. 40/41

Description Macroscopique

Chapeau 2,5-3 cm de diamètre, convexe à plan convexe, puis déprimé à concave ; surface lisse, brun grisâtre (6B2), fendillée radialement ; perforatorium peu apparent, formant un ombon plus ou moins saillant, brun sombre (6E2), contrastant assez avec le reste du chapeau ; marge lisse, profondément fendillée par endroit. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 2-3 mm de large, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 4 longueurs différentes. **Pied** 4-7 x 0,4-0,6 cm, central, cylindrique, lisse, fibreux, blanchâtre, renflé au niveau du collet de 1,2 cm de diamètre, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 7 cm de long. **Anneau** absent. **Chair** mince, blanche. **Sporée** blanchâtre.

Description Microscopique

Spores 5-6,42-7 x 3-4,07-5 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,58$; ellipsoïdes, à paroi mince et épaisse, le plus souvent granulées et guttulées. **Basides** 16-22 x 7-11 μm ; clavées à cylindrées ; membrane mince et épaisse ; 2 et 4 stérigmates, le plus souvent granulées et guttulées. **Cheilocystides** (17) 21-44 x (7) 10-16 μm ; polymorphes : clavées, lagéniformes à sublagéniformes le plus souvent avec une cloison centrale, utriformes à subutriformes parfois avec cloison centrale. **Pleurocystides** 30-50 x 11-22 μm ; polymorphes : clavées, lagéniformes avec cloison, utriformes à subutriformes parfois avec cloison centrale. **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 60 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés et à paroi mince, 3-8 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-20 μm de diamètre, à cellules sommitales clavées.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière géante dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Très bon comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, arachide...) camerounaises ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap

Date et lieu de récolte : 21 Mars 2018 ; Fombap, Santchou, Ouest Cameroun.

Etymologie : *africana* pour faire référence au genre *Termitomyces* très répandu et découvert pour la première fois en Afrique par Heim (1941). Aucune espèce n'a encore jusqu'à présent été baptisée par ce générique. Elle montre des caractères distinctifs intéressants entre autre un basidiocarpe de petite taille, convexe à infundibuliforme, profondément et radialement fendillé à maturité Des basides de deux sortes, certaines à paroi mince et d'autres à paroi épaisse.

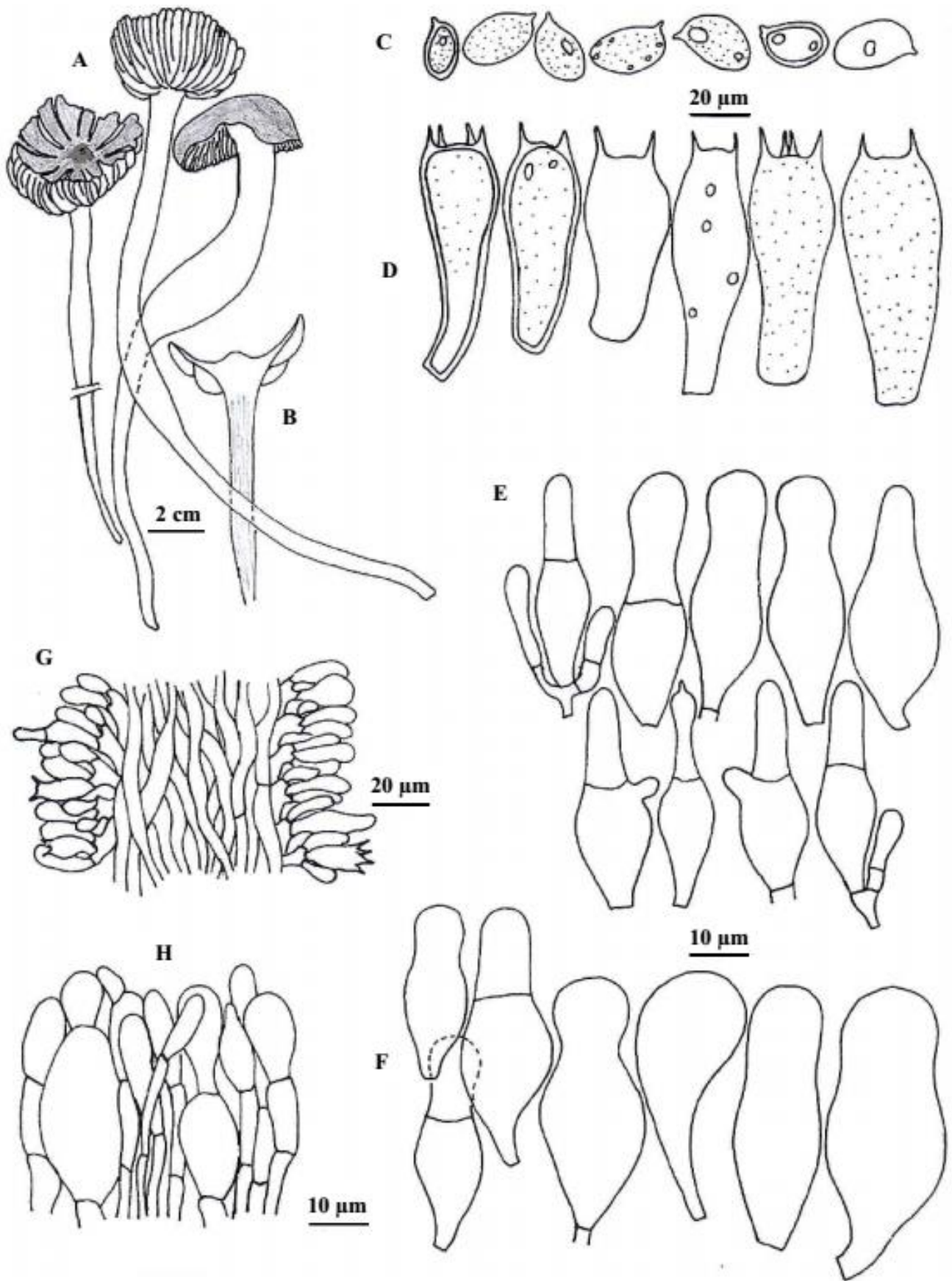


Fig. 40. DM 1721 (MBP 331): *Termitomyces africana* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.

Observations et commentaires

T. africana (DM 1721) se caractérise par la petite taille de son basidiocarpe, convexe à infundibuliforme, profondément et radialement fendillé à maturité, le perforatorium très peu apparent, pointu, inexistant sur certains spécimens. Des cheilocystides et des pleurocystides multiformes, certains présentant une cloison à leur centre. Des basides de deux sortes, certaines à paroi mince et d'autres à paroi épaisse. Ces caractères lui sont propre et font d'elle une nouvelle espèce de *Termitomyces*.



Fig. 41. DM 1721 (MBP 331) : *Termitomyces africana* sp. nov. A. Carpophore entier fixé au substrat, B. Jeune carpophore vue de profil, C. Carpophore vue de dessous.

III.1.2.1.1.1.5. *Termitomyces subeurhizus* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1723 (MBP 333) Fig. 42/43

Description Macroscopique

Chapeau 1-6 cm de diamètre, d'abord presque globuleux, puis convexe à plan convexe, devenant aplatit à maturité ; surface radialement striée, gris clair (1B1) ; perforatorium peu apparent, pointu, gris sombre (1C1) ; marge lisse, profondément fendillée. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 2-4 mm, blanches, avec des lamellules irrégulières de 6 longueurs environs. **Pied** 4-7 x 0,8-1 cm, central, cylindrique, lisse, fibreux, gris sombre à noirâtre (1E1-1F1) à l'état jeune, gris clair à maturité (1B1), légèrement renflé au niveau du collet de 1-1,1 cm de diamètre, se prolongeant par une courte pseudorhize noir (1F1) d'environ 5,5 cm de long. **Anneau** absent. **Chair** mince, blanche. **Sporée** blanchâtre.

Description Microscopique

Spores 5-7,58-9 (11) x 4-4,69-6 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,61$; ellipsoïdes rarement cylindrées ou subgloboses, à paroi mince, rarement épaisse, le plus souvent granulées et guttulées. **Basides** 13-21 (28) x 6-9 μm ; clavées à largement clavées, rarement cylindrées ; membrane mince ; 2 et 4 stérigmates, granulées et guttulées. **Cheilocystides** abondantes, 17-46

x 9-21 μm ; polymorphes : clavés à largement clavées, rarement subutiformes quelquefois cloisonnées (1 à 2 cloisons), pédicellées (10-15 μm , rarement 20 μm), granulées et guttulées. **Pleurocystides** 22-43 x 11-23 μm ; polymorphes : clavées à largement clavées, rarement piriforme, quelquefois pédicellées, granulées et guttulées. **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, ramifiés et cloisonnés, 3-8 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-20 μm de diamètre, à cellules sommitales clavées, cylindriques, fusiformes et lagéniformes.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière souterraine dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Très bon comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, arachide...) camerounaises ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap dès les débuts de pluies Février-Mars.

Date et lieu de récolte : 22 Mars 2018 ; Mboukou (Réserve de Faune), Santchou, Cameroun.

Etymologie : *suseurhizus* dérive du nom d'espèce *eurhizus* en raison des affinités de cette espèce avec *T. eurhizus* notamment la base du pied noir contrastant fortement avec sa partie supérieure qui est blanchâtre. Elle montre cependant un caractère distinctif très intéressant notamment des cystides guttulées et granulées, particularité jusqu'ici non signalé chez les espèces du genre *Termitomyces*.

Observations et commentaires

T. subeurhizus se caractérise par un pied gris sombre à noirâtre à l'état jeune, blanchâtre sur sa partie épigée et gris clair à noir vers le collet à maturité ; une courte pseudorhize noire d'environ 5,5 cm de long. Cette partie avec la pseudorhize forme un net contraste avec la partie épigée à maturité. Ce caractère rapproche cet échantillon de *Termitomyces subumkowaanii*, *Termitomyces eurhizus* et *Termitomyces ubumkowaanii*. Cependant, il présente des particularités sur le plan microscopique notamment :

- Des spores parfois subgloboses, cylindracées à paroi mince et épaisse, parfois granulées, pourtant non granulées, guttulées avec une seule guttule et à paroi uniquement mince chez *T. subumkowaanii* (Mossebo *et al.*, 2002) ;

- Des basides 13-21 (28) x 6-9 μm ; clavées à largement clavées, rarement cylindracées ; membrane mince ; 2 et 4 stérigmates, granulées et guttulées, contrairement chez *T. subumkowaanii* où les basides tétrasporiques sont très rares (Mossebo *et al.*, 2002)

- Des cheilocystides très abondantes clavées à largement clavées, rarement subutriformes quelquefois cloisonnées (1 à 2 cloisons), pédicellées (10-15 μm , rarement 20 μm), granulées et guttulées, pourtant rares chez *T. subumkowaanii* (Mossebo *et al.*, 2002) et *T. ubumkowaanii* (Westhuizen & Eicker, 1990) ;

- Des pleurocystides clavés à largement clavés, rarement piriforme, quelquefois pédicellés, granulés et guttulés, absents chez *T. subumkowaanii*, *T. ubumkowaanii*, *T. eurhizus* (Metsebing, 2015) ;

- Le revêtement piléique formé d'hyphes dressés, de 2-20 μm de diamètre, à cellules sommitales clavées, cylindriques, fusiformes et lagéniformes très différent de ceux des trois espèces citées plus haut. DM 1723 serait une espèce nouvelle du genre *Termitomyces*



Fig. 42. DM 1723 (MBP 333) : *Termitomyces subeurhizus* sp. nov. A. Carpophore entier fixé au substrat, B. Carpophore vue de dessous, C. Carpophore vue de profil + meule, D. Jeunes carpophores avec le pied entièrement noire.

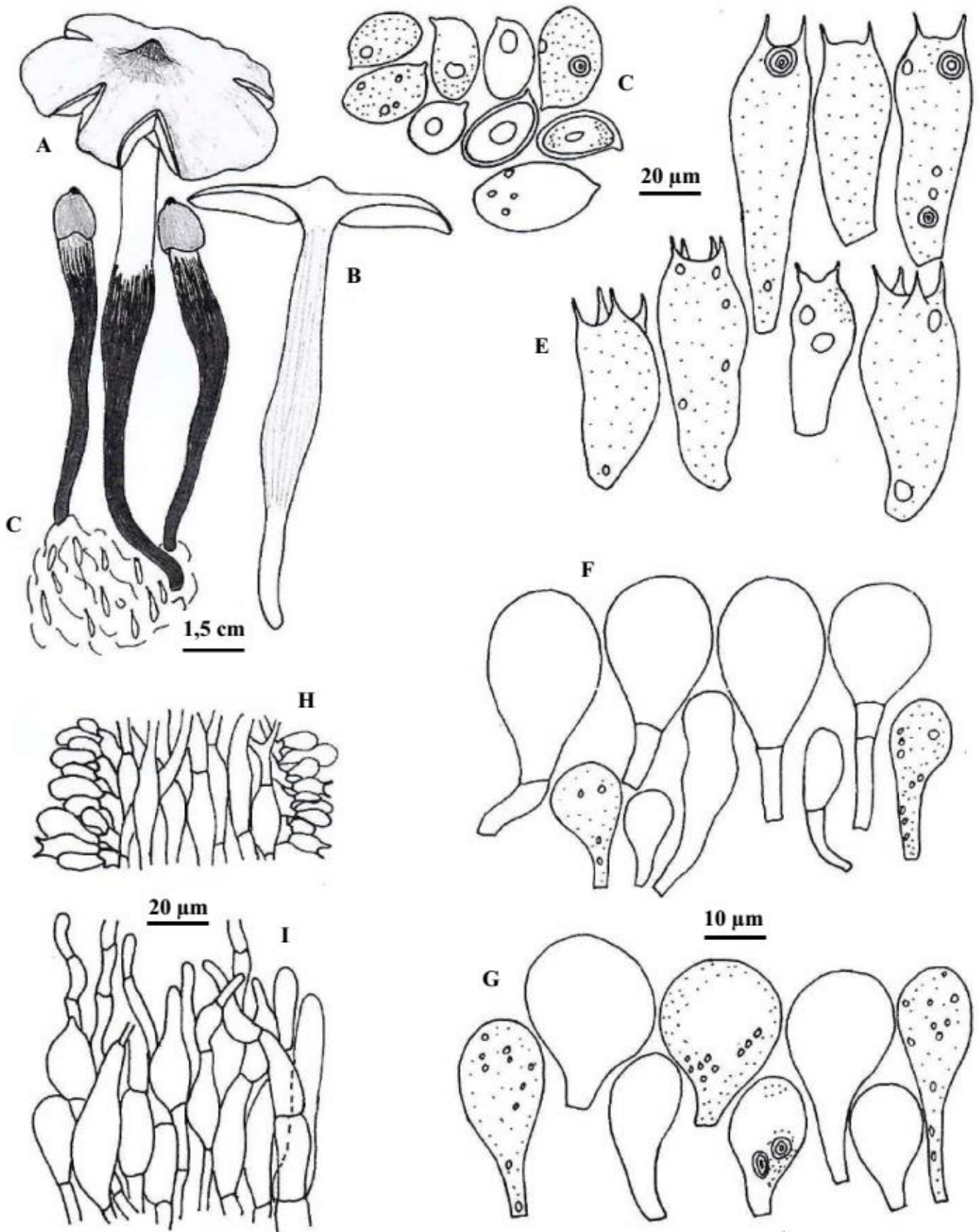


Fig. 43. DM 1723 (MBP 333) : *Termitomyces subeurhizus* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Meule, D. Basidiospores, E. Basides, F. Cheilocystides, G. Pleurocystides, H. Trame de l'hyménium, I. Pileipellis.

III.1.2.1.1.1.6. *Termitomyces bruneogriseus* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1724 (MBP 334) Fig. 44/45

Description Microscopique

Chapeau 3,5 cm de diamètre, mamelonné ; surface lisse, brun grisâtre (6B2), foncé au centre (6C4) ; perforatorium très peu apparent, coniquement-pointu à pointu, concolore ; marge lisse, profondément fendillée par endroit. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, minces, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 6 longueurs environs. **Pied** 18 x 0,8 cm, central, cylindrique, lisse, fibreux, blanchâtre, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 10 cm de long. **Anneau** absent. **Chair** mince, blanche. **Sporée** blanchâtre.

Description Microscopique

Spores 4-7-8 (10) x 3-4,4-6 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R=1,59$; ellipsoïdes rarement subgloboses, à paroi mince, rarement épaisse, granulées et guttulées. **Basides** 15-22 x 6-7 μm ; clavées à largement clavées, rarement cylindrées ; membrane mince ; 2 et 4 stérigmates, granulées et guttulées. **Cheilocystides** rares, 26-43 x 9-16 μm ; clavées, fusiformes, quelquefois cloisonnées (1 à 2 cloisons) et pédicellées (5-10 μm , rarement 15 μm). **Pleurocystides** 25-56 x 15-36 μm ; polymorphes : clavées à largement clavées, piriformes, fusiformes, quelquefois cloisonnées (1 à 2 cloisons) et pédicellées (5-10 μm , rarement 15 μm). **Trame de l'hyménium** régulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés, 3-10 (12) μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, cloisonnés, articulés, ramifiés, 2-25 μm de diamètre, à cellules sommitales clavées et cylindriques.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière sous-terrainne dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Très bon comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales camerounaises.

Date et lieu de récolte : 22 Mars 2018 ; Mboukou (Réserve de Faune), Santchou, Cameroun.

Étymologie : *bruneogriseus* dérive du basidiocarpe de couleur brun grisâtre de cette espèce. Elle montre sur le plan micromorphologique des caractères distinctifs importants notamment des spores et des cystides de très grande taille.

Observations et commentaires

T. bruneogriseus (DM 1724) se caractérise par son chapeau de très petite taille, mamelonné ; surface lisse, gris clair, brunâtre vers le centre ; perforatorium peu apparent, saillant ; un pied cylindrique, lisse, fibreux, blanchâtre, une pseudorhize d'environ 10 cm de long. Des structures microscopiques de très grandes tailles notamment des spores et des pleurocystides. Ces caractères uniques font d'elle une espèce nouvelle du genre *Termitomyces*.

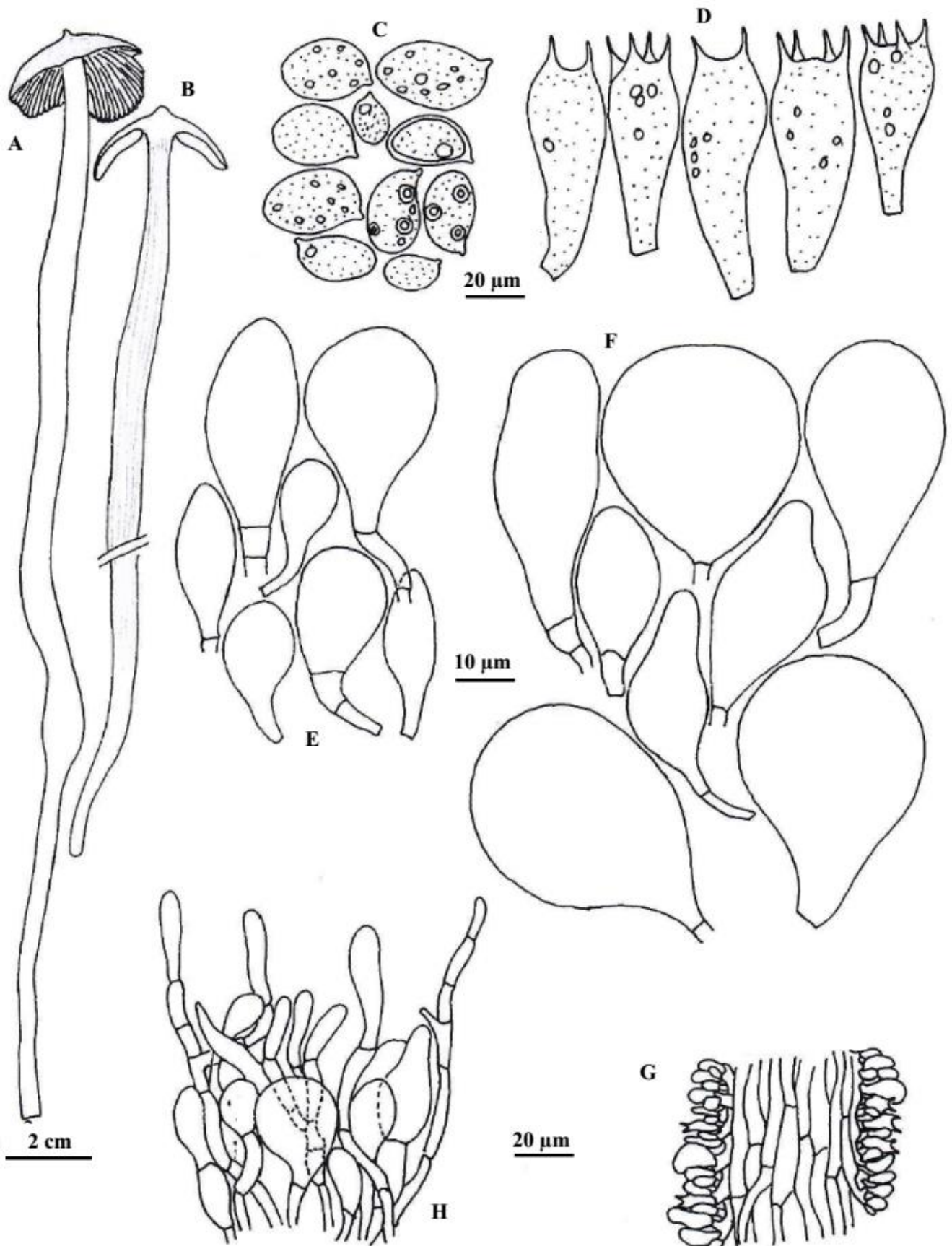


Fig. 44. DM 1724 (MBP 334) : *Termitomyces bruneogriseus* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.



Fig. 45. DM 1724 (MBP 334) : *Termitomyces bruneogriseus* sp. nov. A. Carpophore fixé au substrat, B. Carpophore vue de dessus, C. Carpophore vue de dessous, D. Carpophore entier.

III.1.2.1.1.1.1.7. *Termitomyces tribasidiatus* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1735 (MBP 335) Fig. 46/47

A. Description Macroscopique

Chapeau 4,5 cm de diamètre, ombiliqué ; surface lisse, gris clair (1B2-1C1); perforatorium peu apparent, pointu, noir (1F1) ; marge lisse, profondément fendillée par endroit. **Lamelles** sublibres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 2-3 mm, brun pale (6A1-6A2), avec des lamellules irrégulières de 9 longueurs environ. **Pied** 8 x 0,6 cm, central, cylindracé, lisse, fibreux, blanchâtre, renflé au niveau du collet de 1,4 cm de diamètre ; se prolongeant par une très courte pseudorhize d'environ 3,5 cm de long. **Anneau** absent. **Chair** mince, blanche. **Sporée** blanchâtre.

B. Description Microscopique

Spores 5-6,92-10 x 3-4,30-5 (7) μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,59$; ellipsoïdes rarement cylindracées, à paroi mince, parfois épaisse, le plus souvent granulées et guttulées. **Basides** 12-22 x 6-10 μm ; clavées à largement clavées, rarement cylindracées ; membrane mince et épaisse ; 1, 2 et 4 stérigmates, quelquefois granulées et guttulées. **Cheilocystides** rares, 14-43 x 8-20 μm ; clavées à largement clavées, fusiformes à subfusiformes, quelquefois cloisonnées (1 à 2 cloisons) et pédicellées (5 μm , rarement 15 μm). **Pleurocystides** 19-43 x 10-22 μm ; polymorphes : clavées, fusiformes à subfusiformes, quelquefois cloisonnés (1 à 2 cloisons) et

pédicellés (5-10 μm , rarement 15 μm). **Trame de l'hyménium** régulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés, 3-12 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** à structures mixtes : d'abord des hyphes dressés, cloisonnés, 2-26 μm de diamètre, à cellules sommitales clavées et cylindriques à subcylindriques ; puis des cellules plus ou moins arrondies de 10-20 μm de diamètre et des hyphes articulés.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière sous-terrainne dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Très bon Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, arachide...) camerounaises ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap

Date et lieu de récolte : 23 Mars 2018 ; Fombap, Santchou, Cameroun.

Etymologie : *tribasidiatus* dérive de la caractéristique particulière des basides de cette espèce. En effet, ces structures micromorphologiques sont non seulement mono, bis et tétrasporiques, à paroi mince et épaisse, mais également multifformes cette espèce.

Observations et commentaires

T. tribasidiatus (DM 1725) se caractérise par son chapeau ombiliqué, gris clair ; perforatorium peu apparent, pointu, noir (Fig.69) ; des basides à paroi mince et épaisse le rapproche de *Termitomyces striatus* f. *bibasidiacus*. Par contre, le pied renflé au collet, prolongé par une très courte pseudorhize épaisse ; la présence des basides mono, bis et tétrasporiques, des cystides polymorphes, parfois pédiculées et pédicellées, des spores de grandes tailles et le pileipellis mixte (Fig. 70) sont propres à cet échantillon. DM 1725 est une nouvelle espèce du genre *Termitomyces*.

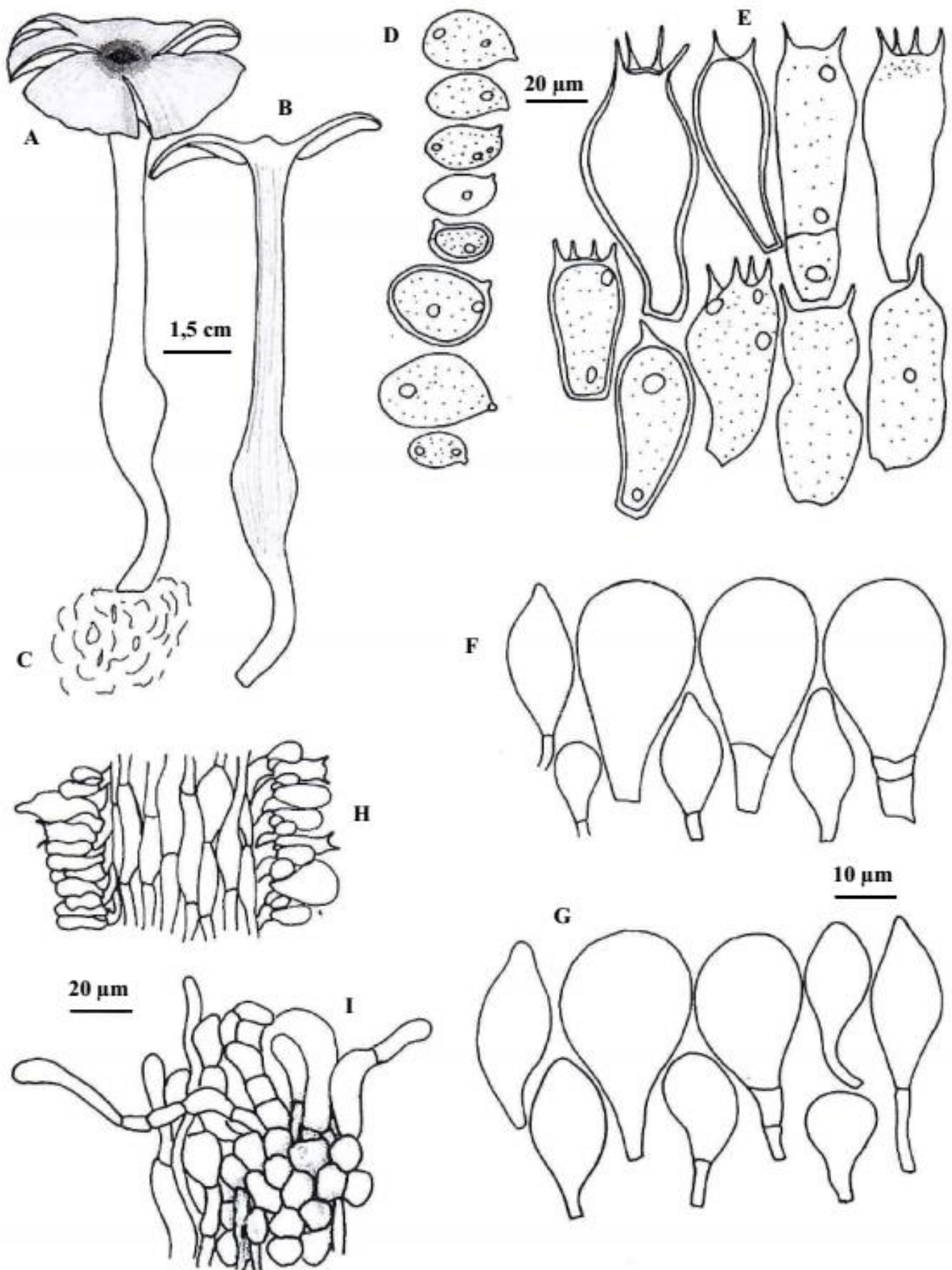


Fig. 46. DM 1725 (MBP 335) : *Termitomyces tribasidiatus* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Meule, D. Basidiospores, E. Basides, F. Cheilocystides, G. Pleurocystides, H. Trame de l'hyménium, I. Pileipellis.



Fig. 47. DM 1725 (MBP 335) : *Termitomyces tribasidiatus* sp. nov. A. Carpophore entier fixé au substrat, B/C. Carpophores entiers + meule, D. Pied, E. Carpophore vue de dessus, F/G. Carpophore vue de dessous.

III.1.2.1.1.1.8. *Termitomyces melongii* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1728, DM 1729 (MBP 338, MBP 339) Fig. 48/49

Description Macroscopique

Chapeau 3,5-5,5 cm de diamètre, globuleux, convexe à plan convexe ; surface lisse, grisâtre (1D1-1E1) ; perforatorium peu apparent, formant un ombon plus ou moins pointu, parfois saillant et concolore ; marge lisse, profondément fendillée. **Lamelles** sublibres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 3-4 mm, blanc pâle, avec des lamellules irrégulières de 4 longueurs environ. **Pied** 12 x 0,8 cm, central, cylindrique, rayé, fibreux, blanc. **Anneau** absent. **Chair** mince, blanche. **Sporée** blanchâtre.

Description Microscopique

Spores 4-6,06-7 x 3-4-5 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,58$; ellipsoïdes, rarement cylindracées, à paroi mince et rarement épaisse, le plus souvent granulées et guttulées. **Basides** : 5-24 x 6-8

μm ; clavées, quelquefois cylindracées ; paroi mince et épaisse ; 1, 2 et 4 stérigmates, le plus souvent granulées et guttulées. **Cheilocystides** 18-36 x 7-15 μm ; clavées, fusiformes à subfusiformes, rarement subutriformes, parfois cloisonnées (1 cloison). **Pleurocystides** 32-43 x 12-24 μm ; clavées à largement clavées, lagéniformes à sublagéniformes, fusiformes à subfusiformes, rarement utriformes à subutriformes. **Trame de l'hyménium** irrégulière, d'environ 60 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés, 3-7 (12) μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, cloisonnés, ramifiés, (2) 3-13 (23) μm de diamètre, à cellules sommitales clavées, fusiformes et lagéniformes.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière sous-terrain dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Très bon Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, arachide...) camerounaises ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap les débuts de pluies Février-Mars.

Date et lieu de récolte : 28 Mars 2018 ; Melong, Ouest Cameroun.

Etymologie : *melongii* dérive du lieu où l'espèce a été collectée pour la première fois. Elle montre néanmoins des caractères distinctifs par rapport aux autres espèces du genre notamment des cystides multiformes.

Observations et commentaires

T. melongii (DM 1728, DM 1729) se caractérise par son chapeau hémisphérique, convexe à plan convexe ; le pied central, cylindrique, lisse, fibreux, blanc renflé au niveau du collet, se prolongeant par une très courte pseudorhize d'environ 1,3 cm de long, concolore au pied. Des basides clavées, quelquefois cylindracées, paroi mince et épaisse, 1-2 et 4 stérigmates, le plus souvent granulées et guttulées. Des cystides clavées, fusiformes sublagéniformes, fusiformes à subfusiformes et utriformes.



Fig. 48. DM 1729 (MBP 339) : *Termitomyces melongii* sp. nov. A. Carpophore entier, B/C. Carpophore vue de dessus, D. Carpophore vue de dessous.

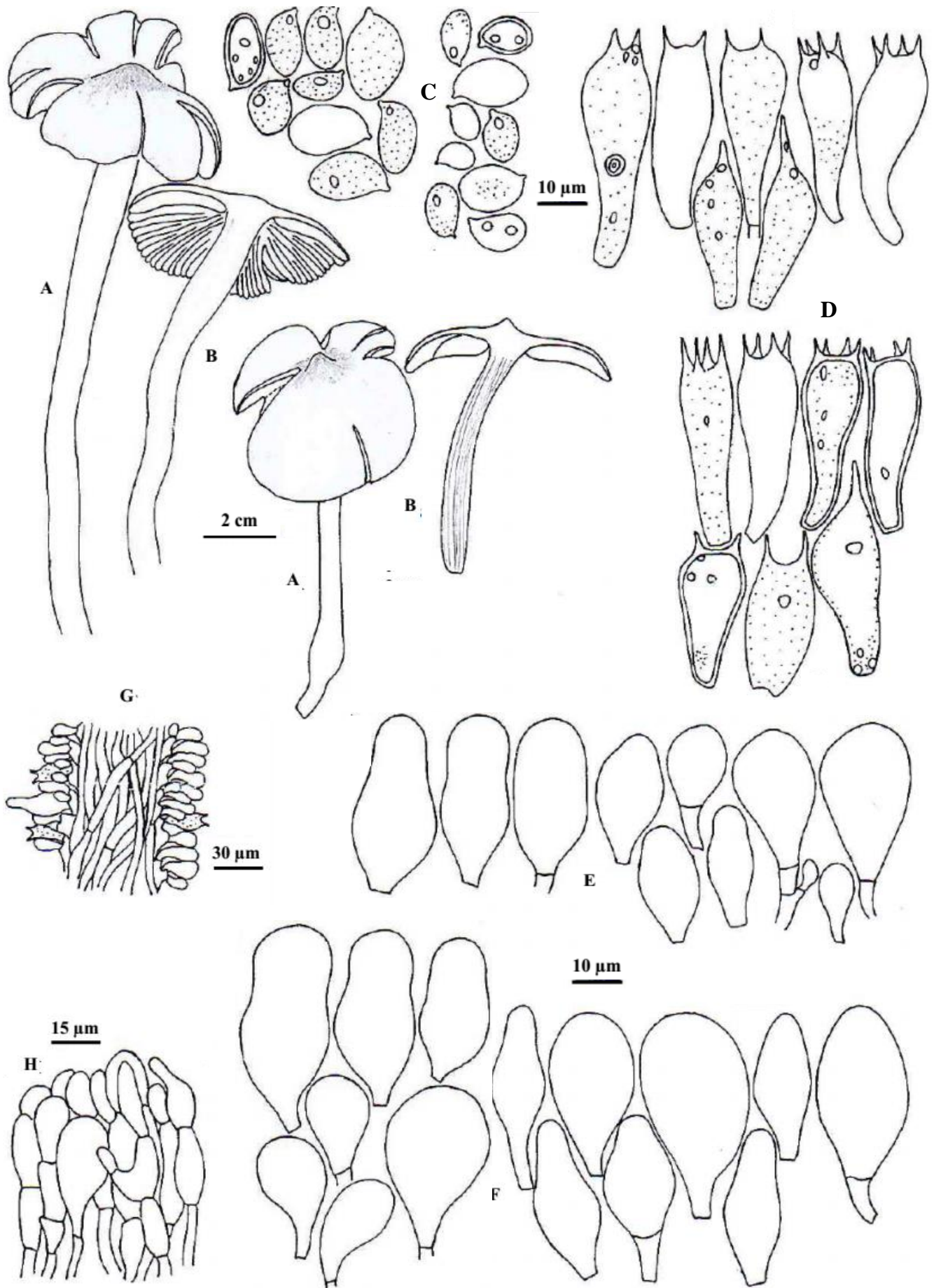


Fig. 49. DM 1728, DM 1729 (MBP 338, MBP 339): *Termitomyces melongii* sp. nov. A. Carpophore entier, B. carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.

III.1.2.1.1.1.9. *Termitomyces congolensis* Metsebing & Mossebo sp. nov. DM 1702

Fig. 50/51

Description macroscopique

Chapeau 20 cm de diamètre, hémisphérique à convexe, charnu, flexible ; surface muni des squames concentriques, épaisses, au centre laissant apparaître des creux profondes, mais lisse vers les marges ; brun à brun sombre (6F8-6F7) vers les marges, brun grisâtre à gris pale vers le centre (6C3-6C2), les parties sombres des squamules épaisses forment un contraste avec les parties claires du centre du chapeau donnant lieu à une sorte d'ornementations ; perforatorium bien apparent, arrondi, concolore, de même taille que les squamules épaisses, presque invisible en vue de profil ; marge lisse. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 6-8 mm de large, blanchâtres (6A1-6A2), avec des lamellules irrégulières de longueurs différentes. **Pied** 7 x 2,25 cm, central, cylindracé, rayé, plein, blanchâtre, renflé au niveau du collet d'environ 3 cm de diamètre, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 5 cm de long. **Anneau** descendant supère, disparaissant avec l'ouverture du chapeau. **Chair** épaisse, blanchâtre. **Sporée** blanchâtre.

Description Microscopique

Spores 5-7,33-10 x 4-5-6 μm , $1 \leq R \leq 1,5$, $X_R = 1,46$; ellipsoïdes à subgloboses, rarement cylindracées et arrondies, à paroi mince, guttulées et quelquefois granulées. **Basides** 17-25 x 7-9 μm ; clavées à largement clavées ; 1-2 et 4 stérigmates, guttulées et rarement granulées. **Cheilocystides** abondantes ; 20-60 x 8-20 μm ; clavées à longuement clavées, fusiformes à subfusiformes, rarement cloisonnées (1 cloison) et pédicellées (5 μm , rarement 10 μm). **Pleurocystides** : 30-37 x 13-24 μm ; clavées à largement clavés, fusiformes à subfusiformes, rarement pédicellées (5 μm , rarement 10 μm) et cloisonnées (1 cloisons). **Trame de l'hyménium** régulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés et à paroi mince, 1,5-3 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 4-23 (30) μm de diamètre, à cellules sommitales clavées à largement clavées et cylindracées. **Ecologie et mode de croissance** : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière géante dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Comestible

Usage : Espèce très charnue et très prisée en RDC. Elle est surtout consommée sous forme rôti ou associé à d'autres mets congolais.

Date et lieu de récolte : 09 Novembre 2018 ; Lubumbashi, RDC

Etymologie : *congolensis* dérive du pays où l'espèce a été collectée pour la première fois, le RD Congo. L'espèce a un basidiocarpe squamulé, profondément sillonné, brun à marron.

Observations et commentaires

T. congolensis (DM 1702) se caractérise par son chapeau brun clair à marron, charnu, le perforatorium bien apparent, arrondi, presque dissimulé dans des creux profonds formés par des squamules ; le pied large, bien renflé au collet, prolongé par une courte pseudorhize. Des spores ellipsoïdes à subgloboses, rarement cylindracées et arrondies, à paroi mince, guttulées et quelquefois granulées. Des basides clavées à largement clavées ; 1-2 et 4 stérigmates, guttulées et rarement granulées.

La morphologie du chapeau de cet échantillon est proche de *T. schimperi* et *T. letestui* mais la couleur de cet échantillon est nettement très différente de *T. schimperi* qui est plutôt blanc à blanc crème avec des squames concentriques noires et de *T. letestui* de par la typologie des ses squames qui sont épaisses, superficielles parfois inexistant sur de nombreux spécimens. De plus les cystides sont à paroi mince, clavées rarement subfusiformes et sublagéniformes chez cet échantillon mais à paroi épaisse et multiformes chez *T. letestui*. *T. schimperi*. Le pileipellis est constitué d'une seule couche à structure dressées chez DM 1702, alors qu'il est constitué d'une couche baignant dans une masse gélatineuse chez *T. letestui* et de 3 couches chez *T. schimperi* (Mossebo *et al.*, 2002 ; 2017). DM 1702 est de ce fait une nouvelle espèce de *Termitomyces*

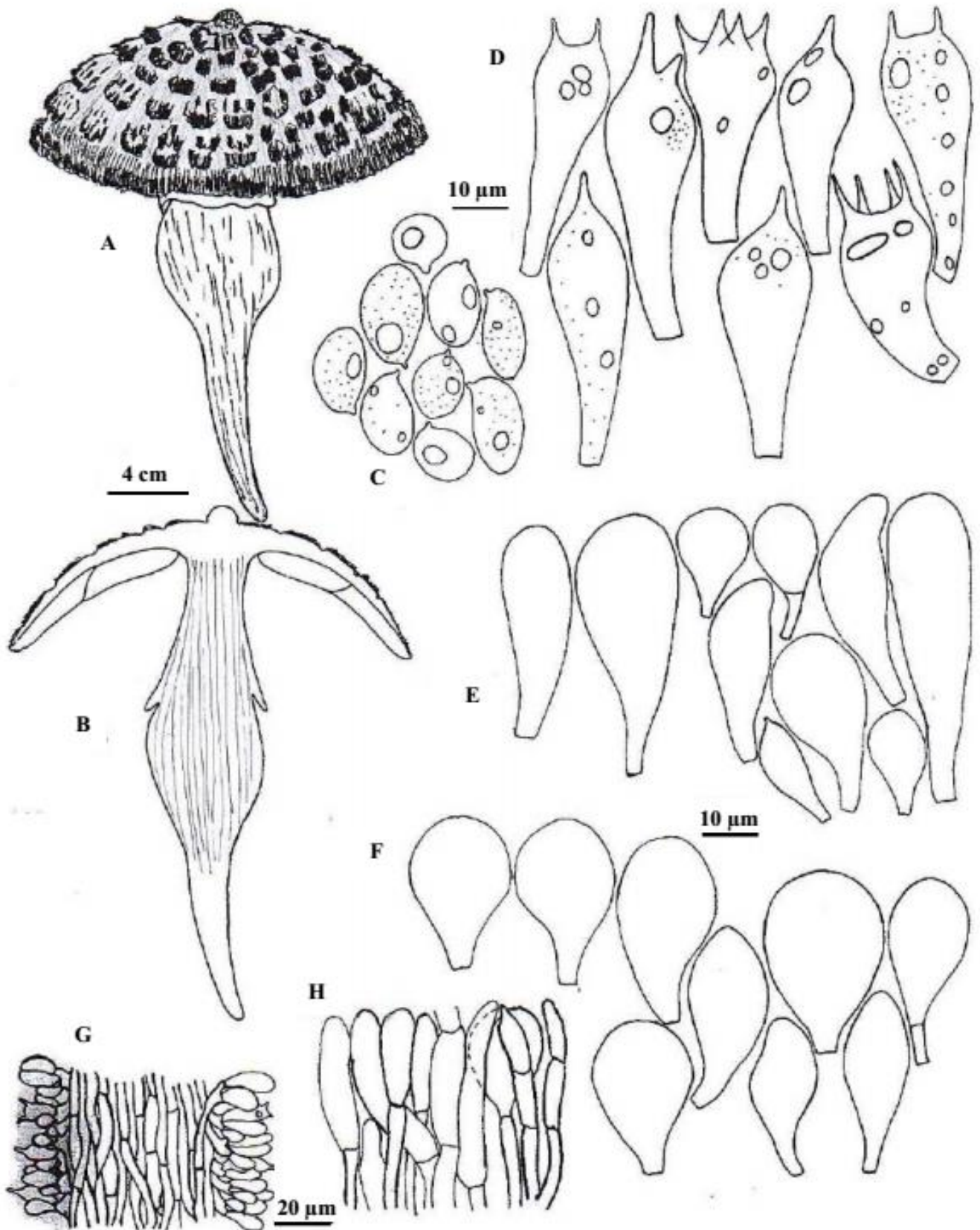


Fig. 50. MBP 1702 : *Termitomyces congolensis* sp. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.



Fig. 51. MBP 1702 : *Termitomyces congolensis* sp. nov. A. Carpophore entier vue de dessus, B. Carpophore entier vue de dessous.

II.1.2.1.1.1.10. *Termitomyces eurhizus* f. *polycystidiatus* Metsebing & Mossebo f. nov. DM 1730 (MBP 340) Fig. 52/53

Description Macroscopique

Chapeau 6,5 cm de diamètre, ombiliqué ; surface lisse, gris clair (1B1) ; perforatorium formant un ombon plus ou moins apparent, parfois saillant et légèrement plus sombre (1C1) ; marge lisse, profondément fendillée. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 4-5 mm, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 5 longueurs environ. **Pied** 6 x 1 cm, central, cylindracé, lisse, fibreux, blanc, renflé au niveau du collet de 0,9 cm de diamètre, se prolongeant par une courte pseudorhize d'environ 3,5 cm de long, noir (1F1), contrastant avec la partie épigée du pied. **Anneau** absent. **Chair** mince, blanche. **Sporée** blanchâtre.

B. Description Microscopique

Spores 4-6,86-8 x 3-4,20-5 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,63$; ellipsoïdes, rarement cylindracées, à paroi mince et rarement épaisse, le plus souvent granulées et guttulées. **Basides** 19-25 x 9-11 μm ; clavées à largement clavées, rarement cylindracées ; paroi mince ; 2 et 4 stérigmates, le plus souvent granulées et guttulées. **Cheilocystides** abondantes ; 24-68 x 9-11 μm ; clavées à largement clavées, fusiformes à subfusiformes, lagéniformes, cylindriques, rarement subutriformes et cloisonnés (1 cloison), quelquefois pédicellées (5 μm , rarement 10 μm). **Pleurocystides** absentes. **Trame de l'hyménium** irrégulière, d'environ 60 μm de large, à hyphes simples, cloisonnées, bouclés 3-7 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, cloisonnés, 3-15 (20) μm de diamètre, à cellules sommitales clavées, fusiformes et lagéniformes, rarement utriformes et cylindriques, au-dessus desquelles on observe des hyphes entremêlés et cloisonnés de 2-4 μm .

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière sous-terrain dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, l'arachide...) camerounais le ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap dès les débuts de pluies Février-Mars.

Date et lieu de récolte : 23 Mars 2018 ; Santchou, Ouest Cameroun.

Etymologie : la forme *polycystidiatus* dérivée de la diversité de forme des cheilocystides de cette espèce proche de *T. eurhizus*, qui au contraire, sur le plan micromorphologique possède uniquement des cheilocystides mais essentiellement clavées ou piriformes

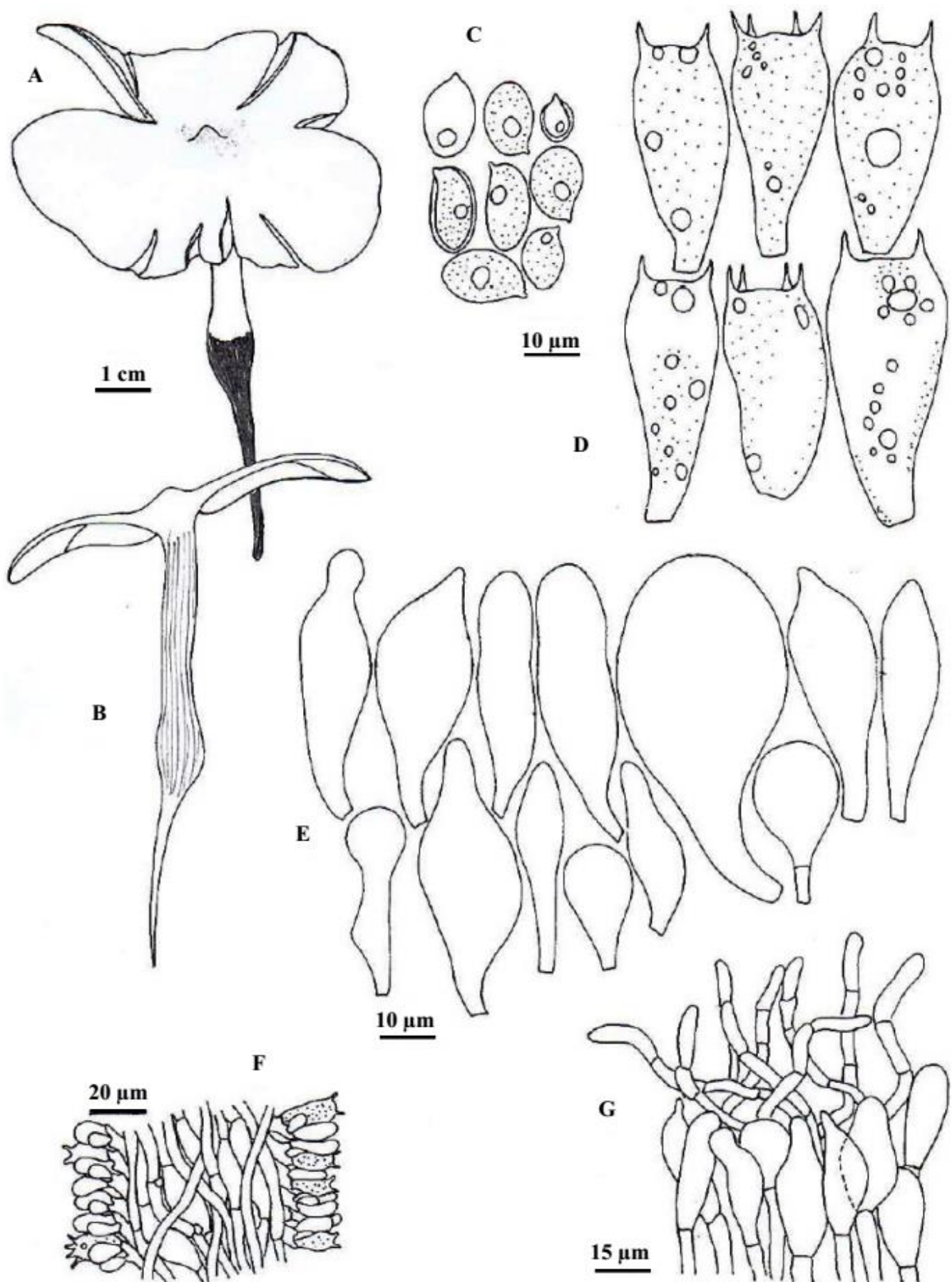


Fig. 52. DM 1730 (MBP 340) : *Termitomyces eurhizus* f. *polycystidiatus* f. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. cheilocystides, F. Trame de l'hyménium, G. Pileipellis.

Observations et commentaires

T. eurhizus f. *polycystidiatus* (DM 1730) se caractérise par l'absence des pleurocystides, la partie épigée du pied blanchâtre contrastant fortement avec le reste de couleur noir, des basides clavées à largement clavées à paroi mince à contenu granuleux et guttuleux. Ces caractères correspondent bien à ceux de *T. eurhizus* raison pour laquelle la collection est ainsi baptisée. Cependant, d'autres caractéristiques ont conduit à l'identifier comme une forme de cette espèce tel que décrite par Heim (1942) et Wei *et al.* (2009) notamment :

- des spores à membrane mince et épaisse à contenu uni-guttulé ;
- des cheilocystides polymorphes pourtant essentiellement piriformes telle que décrite par les auteurs ;

Le polymorphisme des cheilocystides rapproche cet échantillon de *T. subumkowaanii* (Mossebo *et al.*, 2002) et *T. ubumkowaanii* (Westhuizen & Eicker, 1990) malgré leur extrême rareté chez ces espèces mais pourtant très abondantes chez cet échantillon. Toutefois, le pileipellis de ces deux espèces de *Termitomyces* et celui de DM 1730 sont très différents. DM 1730 a plus d'affinités avec *T. eurhizus*. Il pourrait s'agir sans doute d'une nouvelle forme de cette espèce

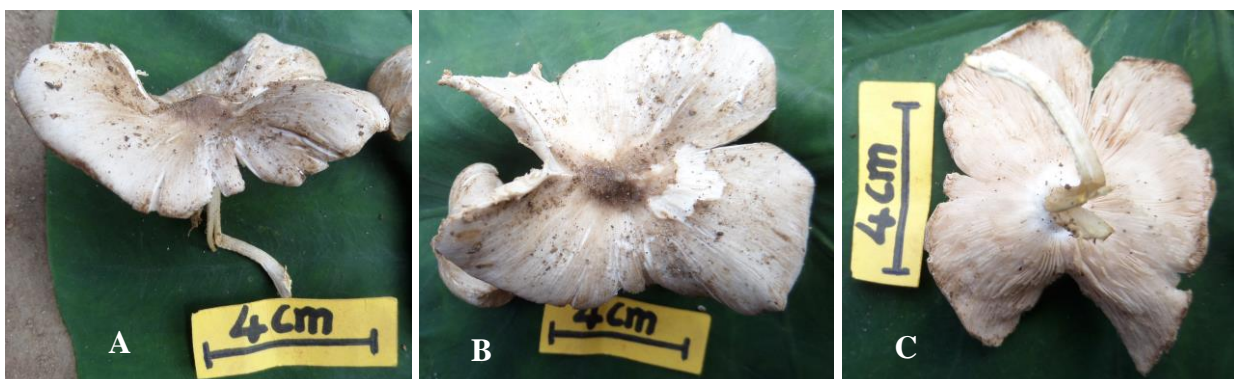


Fig. 53. DM 1730 (MBP 340) : *Termitomyces eurhizus* f. *polycystidiatus* f. nov. A. Carpophore vue de profil, B. face supérieure, C. face inférieure.

III.1.2.1.1.1.1.1.1. *Termitomyces mammiformis* f. *cameroonensis* Metsebing & Mossebo f. nov. DM 1718 (MBP 328) Fig. 54/55

Description macroscopique

Chapeau 1-5,5 cm de diamètre, d'abord presque globuleux, puis conique, convexe à plan convexe, charnu, flexible ; surface lisse, grisâtre (1B1-1C1), devenant légèrement claire chez le carpophore mature ; marge lisse, légèrement fendillée par endroit ; perforatorium bien apparent, mamelonné, robuste, grisâtre chez certains sujets et noir (1F1) contrastant fortement avec le reste du chapeau chez d'autres. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées,

fourchues, larges de 3-6 mm de, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 6 longueurs différentes. **Pied** 5-9,5 x 2,5-3 cm, central, cylindracé, poudré à l'état jeune, lisse à maturité, plein, blanc, renflé au niveau du collet de 2,4-3,6 cm de diamètre, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 18 cm de long. **Anneau** descendant, supère, disparaissant avec l'ouverture du chapeau. **Chair** peu épaisse au centre du chapeau, beaucoup plus mince vers la marge, blanche. **Sporée** blanchâtre.

B. Description microscopique

Spores 5-5,9-9 x 3-3,2-4 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,84$; cylindracées, rarement ellipsoïdes et subgloboses, à paroi mince, guttulées et quelquefois granulées. **Basides** 13-26 x 5-7 μm ; clavées à clavées-cylindracées ; 1, 2 et 4 stérigmates, le plus souvent granulées, rarement guttulées. **Cheilocystides** très abondantes ; 25-76 x 10-25 μm ; polymorphes : clavées, fusiformes à subfusiformes, rarement lagéniformes, cylindriques, cloisonnées (1 cloison) et pédicellées (5-10 μm , rarement 20 μm). **Pleurocystides** très abondantes et de très grandes tailles ; (22) 28-165 x 9-42 μm ; polymorphes : clavées, cylindracés, utrifformes, fusiformes à subfusiformes, lagéniformes à sublagéniformes, le plus souvent pédicellées (5-15 μm , rarement 25 μm) et rarement cloisonnées (1 et 2 cloisons). **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés et à paroi mince, 3-8 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 5-15 (20) μm de diamètre, à cellules sommitales clavées et cylindracées, surmontées d'hyphes, 1-2 (5) μm , entremêlés, cloisonnés, parfois ramifiés, à paroi mince.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière géante dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, l'arachide...) camerounais le ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap.

Date et lieu de récolte : 20 Mars 2018 ; Fombap, Santchou, Ouest Cameroun.

Etymologie : la forme *cameroonensis* dérive de la particularité de certains traits distinctifs de cette espèce par rapport à *T. mammiformis* collecté et signalée pour la première fois au Cameroun. Il s'agit entre autre de la grande largeur de son pied, des pleurocystides deux fois plus grandes et surtout de son Pileipellis double couche.

Observations et commentaires

T. mammiformis f. *cameroonensis* (DM 1718) se caractérise par son basidiocarpe grisâtre, le perforatorium bien apparent, large, robuste, mamelonné, grisâtre à noir. Ce qui le

rapproche de *Termitomyces mammiformis*. Cependant, il présente des particularités par rapport à cette espèce notamment :

- Des pleurocystides très abondants, de très grandes tailles ((22) 28-165 x 9-42 μm), polymorphes (clavées, cylindracés, utrifformes, fusiformes à subfusiformes, lagéniformes à sublagéniformes, le plus souvent pédicellées (5-15 μm , rarement 25 μm) et rarement cloisonnées (1 et 2 cloisons)) ;

- Le basidiocarpe en plus d'être grisâtre à noirâtre est robuste, son est pied large (2,5-3 cm), poudré à l'état jeune, lisse à maturité, renflé au niveau du collet (2,4-3,6 cm) ;

- Le revêtement piléique (pileipellis) est un épithélium dont les structures dressées forment deux couches : une première couche munie d'hyphes de 5-15 (20) μm de diamètre à cellules sommitales clavées et cylindracées, surmontées d'autres hyphes plus petits, 1-2 (5) μm , entremêlés, cloisonnés, parfois ramifiés, à paroi mince constituant la deuxième couche.

Ces caractéristiques particulières font sans doute de DM 1718 une nouvelle forme de l'espèce *Termitomyces mammiformis*.



Fig. 54. DM 1718 (MBP 328) : *Termitomyces mammiformis* f. *cameroonensis* f. nov. A/B. Carpophores entiers + meule, C. Carpophore vue de profil, D. Carpophore vue de face, E. Carpophore vue de dessus + perforatorium.

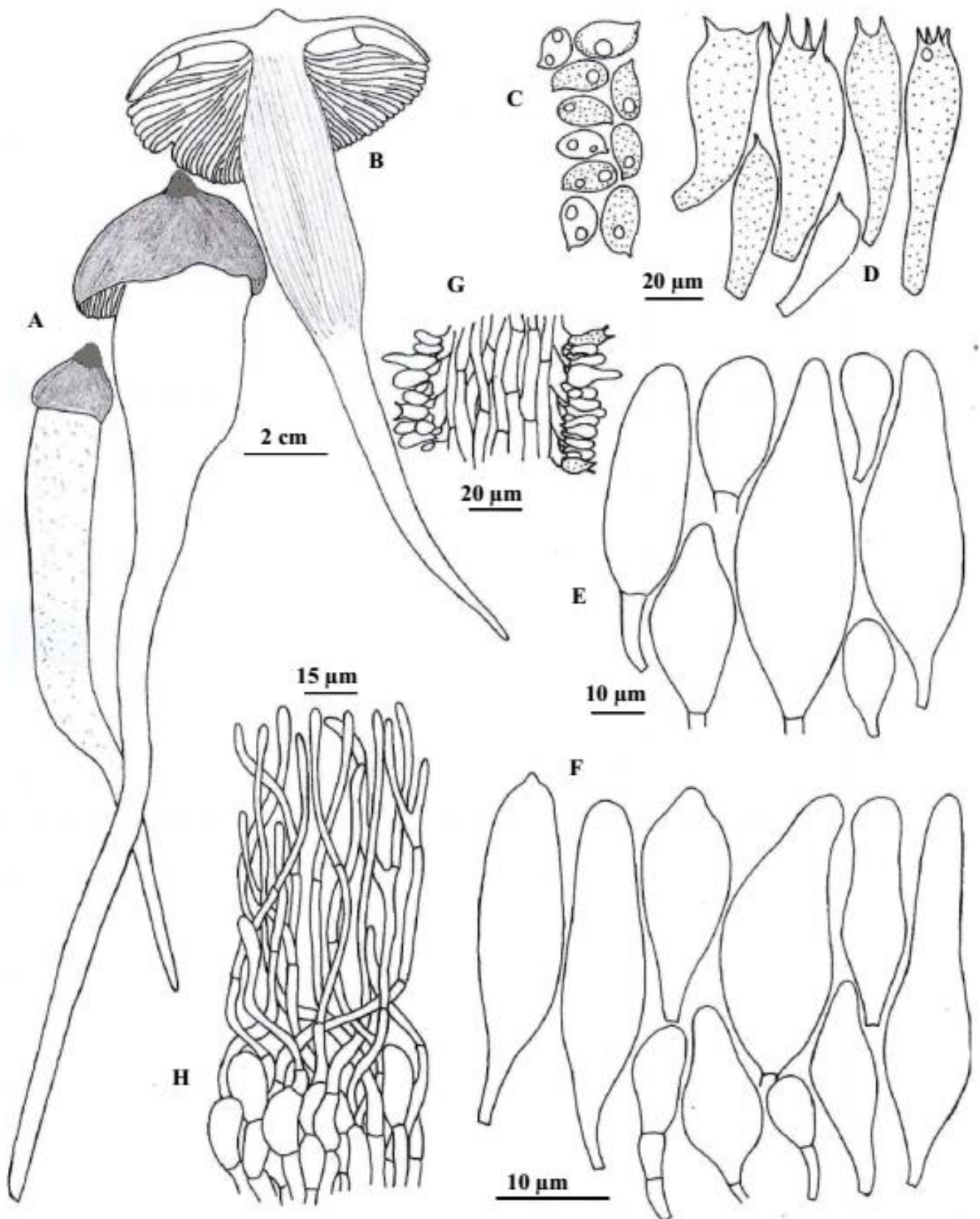


Fig. 55. DM 1718 (MBP 328): *Termitomyces mammiformis* f. *cameroonensis* f. nov. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.

III.1.2.1.1.1.12. *Termitomyces mammiformis* R. Heim DM 1722 (MBP 332) Fig. 56/57

Description Macroscopique

Chapeau 2-12 cm de diamètre, d'abord presque globuleux, puis convexe à plan convexe, devenant aplatis à maturité ; surface d'abord rivuleux, puis lisse, brun grisâtre (6B2) vers les marge, devenant plus sombre (6B1) vers le centre, muni des taches blanches cotonneux vers le centre du chapeau constituant l'ornementation ; perforatorium bien apparent, plus ou moins mamelonnement arrondi, parfois saillant, concolore ; marge lisse, puis striée à maturité. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 2-5 mm de large, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 9 longueurs environs. **Pied** 3-10 x 0,75-1,6 cm, central, cylindracé, lisse, fibreux, blanc, renflé au niveau du collet de 1,5-1,75 cm de diamètre, se prolongeant par une pseudorhize d'environ 15 cm de long. **Anneau** appendiculé. **Chair** peu épaisse, blanche. **Sporée** blanchâtre.

Description Macroscopique

Spores 5-5,66-6 x 3-3,52-4 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,60$; ellipsoïdes rarement cylindracées, à paroi mince, granulées et le plus souvent guttulées. **Basides** 18-23 x 5,5-8 μm ; clavées, rarement cylindriques ; membrane mince ; 2 et 4 stérigmates, granulées et rarement guttulées. **Cheilocystides** abondantes, 23-60 x 8-23 μm ; polymorphes : clavées à subclavées, lagéniformes, utrifformes à subutrifformes avec pédicelle, rarement cylindriques. **Pleurocystides** 40-68 x 10-15 μm ; polymorphes : lagéniformes parfois pédicellées, rarement subutrifformes et cylindracées. **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 60 μm de large, à hyphes simples, ramifiés et cloisonnés, (2)3-7(10) μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-20 μm de diamètre, à cellules sommitales clavées, surmontées d'hyphes de 2-5 μm de diamètre, entremêlés, cloisonné, formant une couche nettement distincte avec la première.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière géante dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti et associé à des mets traditionnels camerounais notamment le pistache, l'arachide ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap dès les débuts de pluies Février-Mars.

Date et lieu de récolte : 21 Mars 2018 ; Réserve de Faune de Santchou, Cameroun.

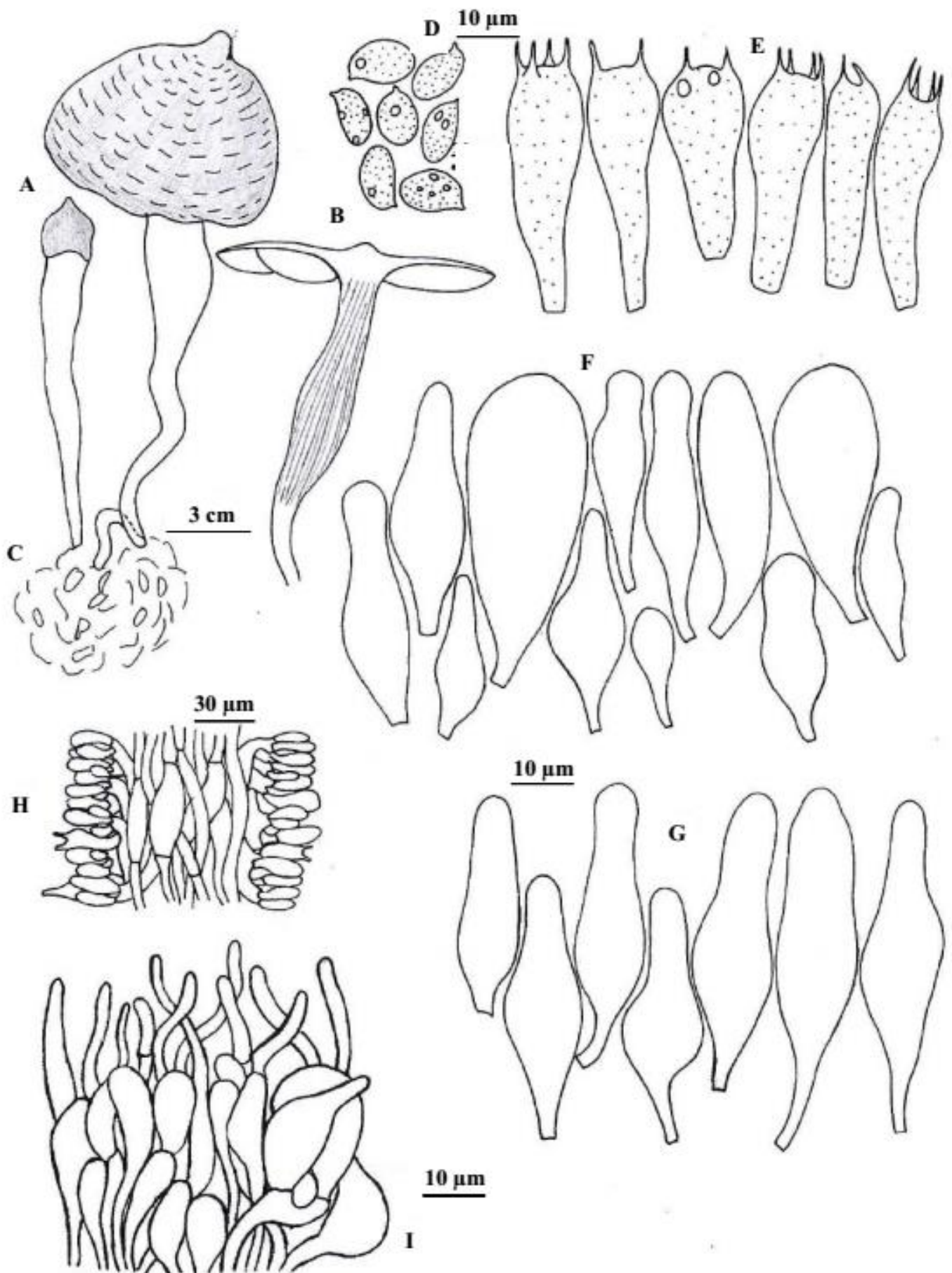


Fig. 56. DM 1722 (MBP 332): *Termitomyces mammiformis* A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Meule, D. Basidiospores, E. Basides, F. Cheilocystides, G. Pleurocystides, H. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.

Observations et commentaires

T. mammiformis (DM 1722) se caractérise par son perforatorium apparent, plus ou moins mamelonné arrondi, robuste muni des taches blanches vers le centre du chapeau constituant l'ornementation. Cependant, on note une légère différence par rapport au spécimen décrit par Mossebo *et al.* (2002) notamment son pileipellis à double couche dressé pourtant signalé à couche unique par ces auteurs. Des basides bis et tétrasporiques pourtant mono, bis et tétrasporiques chez le spécimen DM 1722. En dépit de ces différences, DM 1722 est sans nulle doute *T. mammiformis*.



Fig. 57. DM 1722 (MBP 332) : *Termitomyces mammiformis*. A. Carpopore entier fixé au substrat, B/C. Carpopore vue de profil, D/E. Carpopore vue de dessus + perforatorium, F. Carpopore vue de dessous/hymenophore.

III.1.2.1.1.1.1.13. *Termitomyces letestui* faciès 1 (Pat.) R. Heim DM 1726 (MBP 336)

Fig. 58/59

Description macroscopique

Chapeau (5) 10-25 (35) cm de diamètre, d'abord subglobuleux, globuleux à ovoïde, puis subhémisphérique, devenant convexe à plan convexe à maturité ; surface lisse, quelquefois ridée, orange brunâtre-sombre (7C3-7C4) à grisâtre ou orange-brunâtre à brun clair (6B4-6C4-6D4), légèrement au centre et au niveau du perforatorium, montrant de squamules concolores ; perforatorium bien apparent, large, subcylindrique à mammiforme lisse/ridé, mamelonné,

marron foncé (MHC) ; marge lisse, légèrement fendillée. **Lamelles** sublibres, horizontales, régulières, très serrées, fourchues, larges de 5-10 mm, blanc pale (MHC), avec des lamellules irrégulières de longueurs différentes. **Pied** 13-25 x 2-5 cm, central, cylindracé, lisse, fibreux, blanc (MHC) ; se prolongeant par une très courte pseudorhize d'environ 1,5 m de long. **Anneau** descendant supère, persistant, blanc pale, couvrant l'hyménium à l'état jeune. **Chair** très épaisse, 5-35 mm, blanche. **Sporée** orange brunâtre (6C5).

Description microscopique

Spores 4-6,19-7 x 3-3,77-4 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,63$; ellipsoïdes rarement cylindracées, à paroi mince, granulées et guttulées. **Basides** 18-27 x 6,5-8 (11) μm ; clavées à largement clavées ; 1, 2 et 4 stérigmates, granulées et guttulées. **Cheilocystides** 22-57 x 9-26 μm ; polymorphes : clavées à largement clavées, fusiformes à subfusiformes, rarement utriformes à sublagéniformes, rarement cloisonnées (1 cloison) et pédicellées. **Pleurocystides** 34-56 x 10-28 μm ; polymorphes : largement clavées, utriformes, lagéniformes, fusiformes à subfusiformes. **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 75 μm de large, à hyphes simples, 3-8 (10) μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, cloisonnés, articulés, 3-10 μm de diamètre, baignant dans une masse gélatineuse.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière sous-terrainne dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, l'arachide...) camerounais le ; collecté et vendu par la population riveraine de Foubot, Fouban et Bafoussam dès les débuts de pluies Février-Mars.

Date et lieu de récolte : 25 Mars 2018 ; acheté au Marché Foubot et Bafoussam, Ouest Cameroun.

Observations et commentaires

T. letestui (DM 1726) est une espèce très charnue avec un chapeau de très grande taille (plus de 35 cm chez certains spécimens) à maturité. Il est très prisé par les populations de l'Ouest Cameroun notamment pour des besoins alimentaires. Il est de ce fait le spécimen la plus vendue dans cette zone et rapporte de bons revenus chez les cueilleurs.

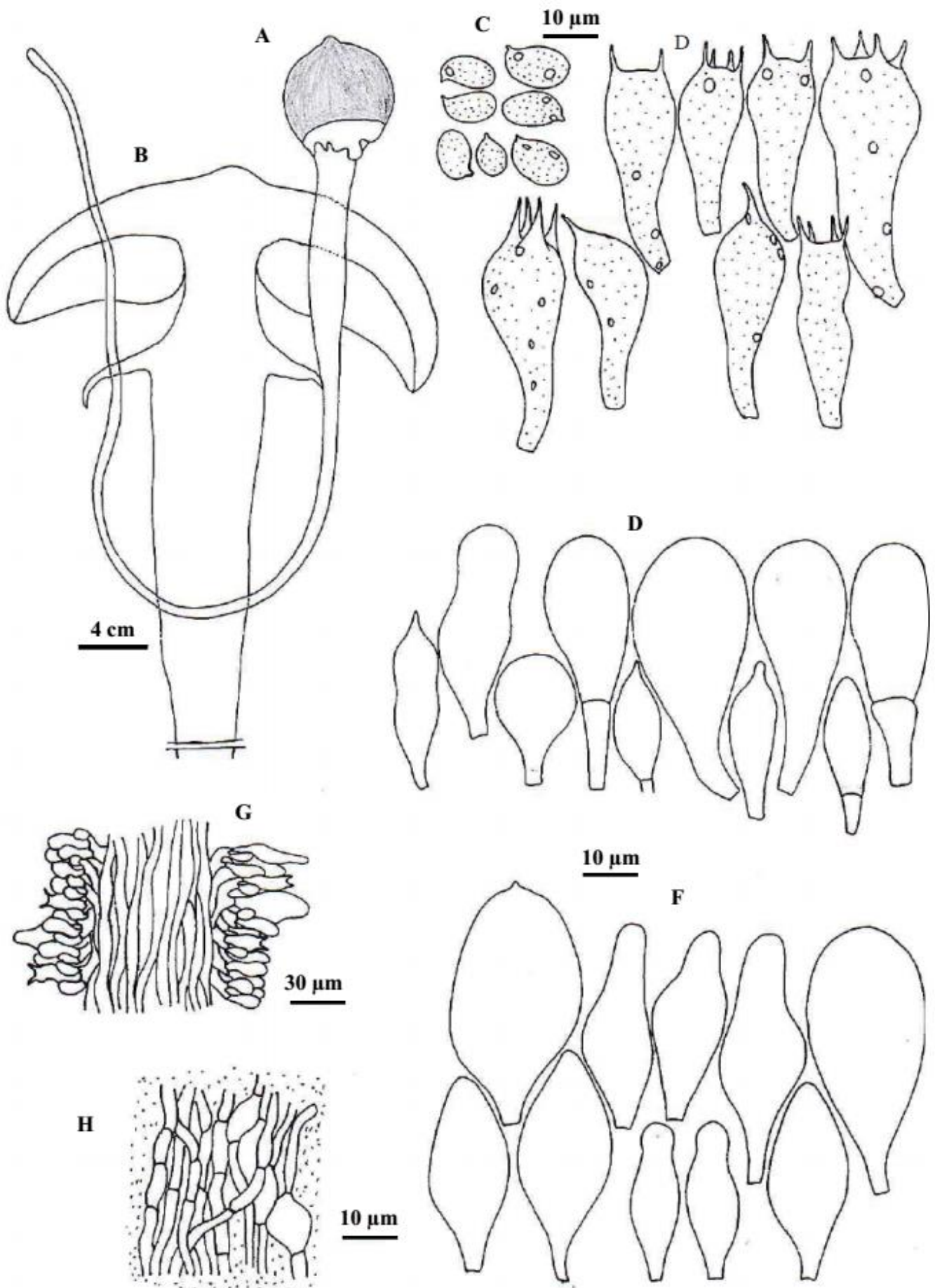


Fig. 58. DM 1726 (MBP 336) : *Termitomyces letestui* faciès 1. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.



Fig. 59. DM 1726 (MBP 336) : *Termitomyces letestui* facies 1: A/B/C. Carpophores entiers, D. Carpophore vue de de dessus, E. Carpophore vue de dessous.

III.1.2.1.1.1.14. *Termitomyces mboudaina* Mossebo DM 1727 (MBP 337) Fig. 60/61

Description macroscopique

Chapeau 2,5-8,5 cm de diamètre, globuleux, puis hémisphérique, convexe à plan convexe ; surface rivuleux, gris clair à gris sombre (1D1-1E1), gris sombre à noirâtre (1F1) sur fond ocre vers le centre, et plus clair vers les marges ; perforatorium peu apparent, pointu, parfois obtus, mais peu proéminent, concolore ; marge lisse, légèrement fendillée et marron clair. **Lamelles** sublibres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 2-4 mm, blanches, avec des lamellules irrégulières de 6 longueurs différentes. **Pied** 7-10 x 1,5-1,7 cm, central, cylindrique, rayé, fibreux, blanc. **Anneau** absent. **Chair** épaisse, blanche (MHC). **Sporée** blanchâtre.

Description microscopique

Spores 4-5,23-6 x 3-3,30-4 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $X_R = 1,58$; subgloboses, quelquefois ellipsoïdes et rarement cylindracées, à paroi mince, le plus souvent granulées et guttulées. **Basides** (10) 19-22 x (4) 6-8 μm ; clavées, rarement cylindracées ; 2 et 4 stérigmates, granulées et guttulées. **Cheilocystides** très abondantes ; 20-50 x 8-22 μm ; polymorphes : clavées, fusiformes à subfusiformes, utrifformes à subutrifformes, lagéniformes, quelquefois

cylindriques, cylindrées et pédicellées. **Pleurocystides** 32-50 x 10-13 μm ; lagéniformes, fusiformes à subfusiformes, quelquefois subutriformes et pédicellées. **Trame de l'hyménium** subrégulière, d'environ 75 μm de large, à hyphes simples, cloisonnés, 2-7 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'articles plus ou moins courts, subglobuleux à ovoïdes, 11-33 (40) μm de diamètre, mêlés de part et d'autres des hyphes de 4-10 μm .

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière sous-terrainne dans les plantations et champs cultivés.

Comestibilité : Très bon comestible

Usage : Consommé sous forme rôti ou comme viande dans les sauces locales (pistache, l'arachide...) camerounais ;

Date et lieu de récolte : 25 Mars 2018 ; acheté au Marché Foubot/Bafoussam, Ouest Cameroun.

Observations et commentaires

T. mboudaïna (DM 1727) se caractérise par son chapeau gris clair à gris sombre ; son perforatorium peu apparent, pointu ; des spores subgloboses, parfois ellipsoïdes ; des basides bisporiques et tétrasporiques granulées et guttulées ; le revêtement piléique à structures articulées entremêlées d'hyphes. Ces caractères sont identiques à l'holotype décrit par Mossebo *et al.* (2002, 2017). Toutefois, il montre un polymorphisme plus important des cystides que cet holotype. Ainsi, MBP 337 est bel et bien *Termitomyces mboudaïna*

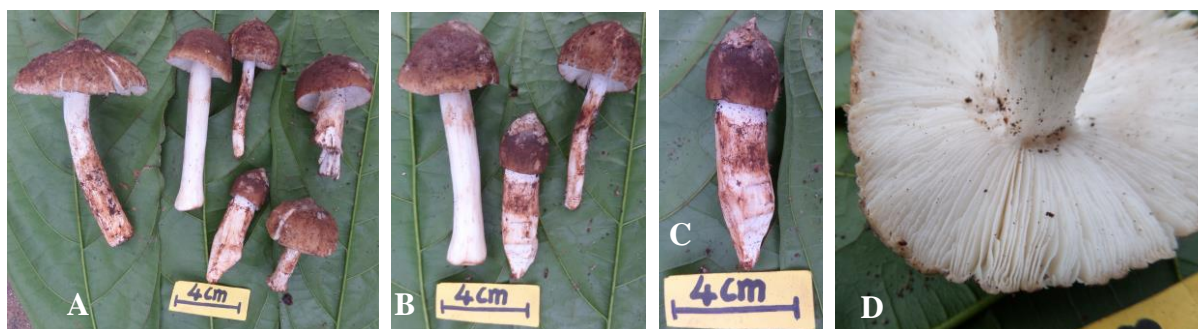


Fig. 60. DM 1727 (MBP 337) : *Termitomyces mboudaïna*. A/B/C. Carpophores entiers, D. Carpophore vue de dessous

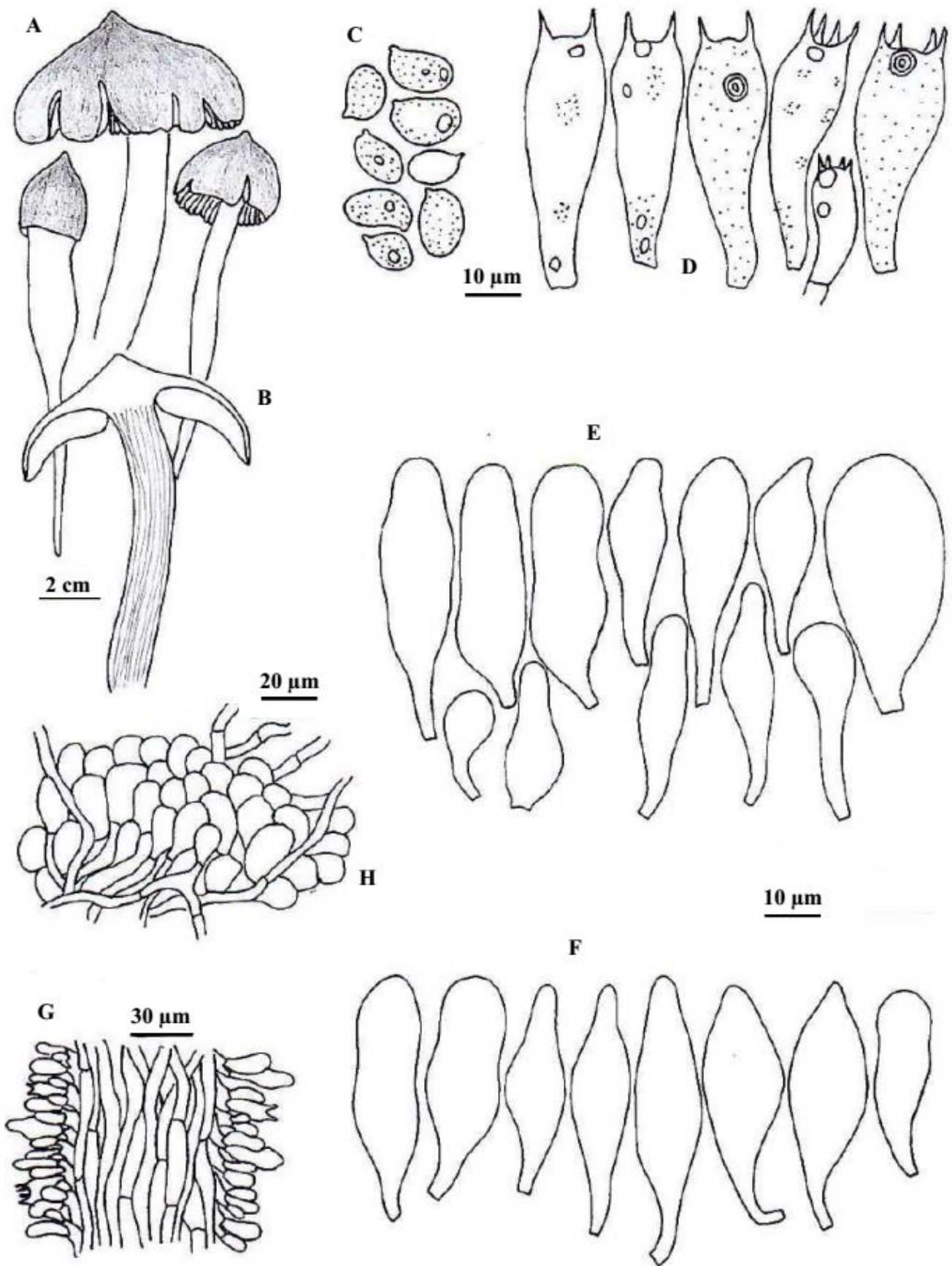


Fig. 61. DM 1727 (MBP 337) : *Termitomyces mboudaina* : A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Basidiospores, D. Basides, E. Cheilocystides, F. Pleurocystides, G. Trame de l'hyménium, H. Pileipellis.

III.1.2.1.1.1.14. *Termitomyces aff. clypeatus* Heim DM 1294 (MBP 225) Fig. 62/63

Description macroscopique

Chapeau 1-5,5 cm de diamètre, d'abord conique pointu à aigu, puis hémisphérique, devenant convexe à plan convexe, charnu ; surface radialement striée, gris sombre à noirâtre (1E1-1F1), plus foncé au centre où apparaît un perforatorium bien différencié, large de 0,7-1,3 cm de large à sa base, conique, gris sombre à noirâtre (1F1) ; marge striée, profondément fendillée par endroit. **Lamelles** libres, horizontales, régulières, serrées, fourchues, larges de 1,5-3 (4) mm de large, blanchâtres, avec des lamellules irrégulières de 5 longueurs environs. **Pied** 4,5-7,5 x 0,3-0,5 cm, central, cylindrique à cylindracé, rayé, fibreux, gris clair (1B1-1C1), rarement blanc (1A1) jusqu'au collet où il est renflé chez certains sujets d'environ 0,7 cm de diamètre, se prolongeant par une pseudorhize de 13-16 cm de long, blanchâtre. **Anneau** absent. **Chair** peu épaisse, blanche. **Sporée** marron clair.

Description microscopique

Spores 6-7,35-8 x 4-4,25-5 μm , $1,5 \leq R \leq 2$, $XR=1,72$; ellipsoïdes, à paroi mince, quelquefois granulées et guttulées. **Basides** 20-25 x 7-9 μm ; clavées à clavées-cylindracées ; 2 et 4 stérigmates, rarement à 1 stérigmate cloisonnée à son extrémité supérieure, avec des granules et des guttules. **Cheilocystides** 17-48 x 12-27 μm ; polymorphes : clavés à largement clavés, rarement subfusiformes ou à vésicules pédicellées (5 μm , rarement 10 μm). **Pleurocystides** très rares, 35-47 x 22-35 μm ; clavés à largement clavés. **Trame de l'hyménium** irrégulière, d'environ 50 μm de large, à hyphes simples, ramifiés et cloisonnés, 3-4 μm de diamètre. **Sous-hyménium** rameux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-5 μm de diamètre, cloisonnés, avec des cellules sommitales clavées baignant dans une masse gélatineuse.

Ecologie et mode de croissance : Symbiote, obligatoirement associé aux termites sur termitière souterraine dans les plantations, les champs cultivés et en forêt secondaire.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé sous forme rôti et associé à des mets traditionnels camerounais notamment le pistache, l'arachide ; collecté et vendu par la population riveraine de Fombap

Date et lieu de récolte : 29 Septembre 2017 ; Fombap, Santchou, Ouest Cameroun.

Observations et commentaires

DM 1294 reste très proche de *T. clypeatus* par son chapeau conique pointu, hémisphérique, puis convexe muni d'un perforatorium large et pointu ; un léger renflement du collet ; des cystides clavées et piriformes (Pegler & Wanhaecke, 1994 ; Heim, 1958), mais de couleur brun grisâtre à brun clair parfois brun ocracé.

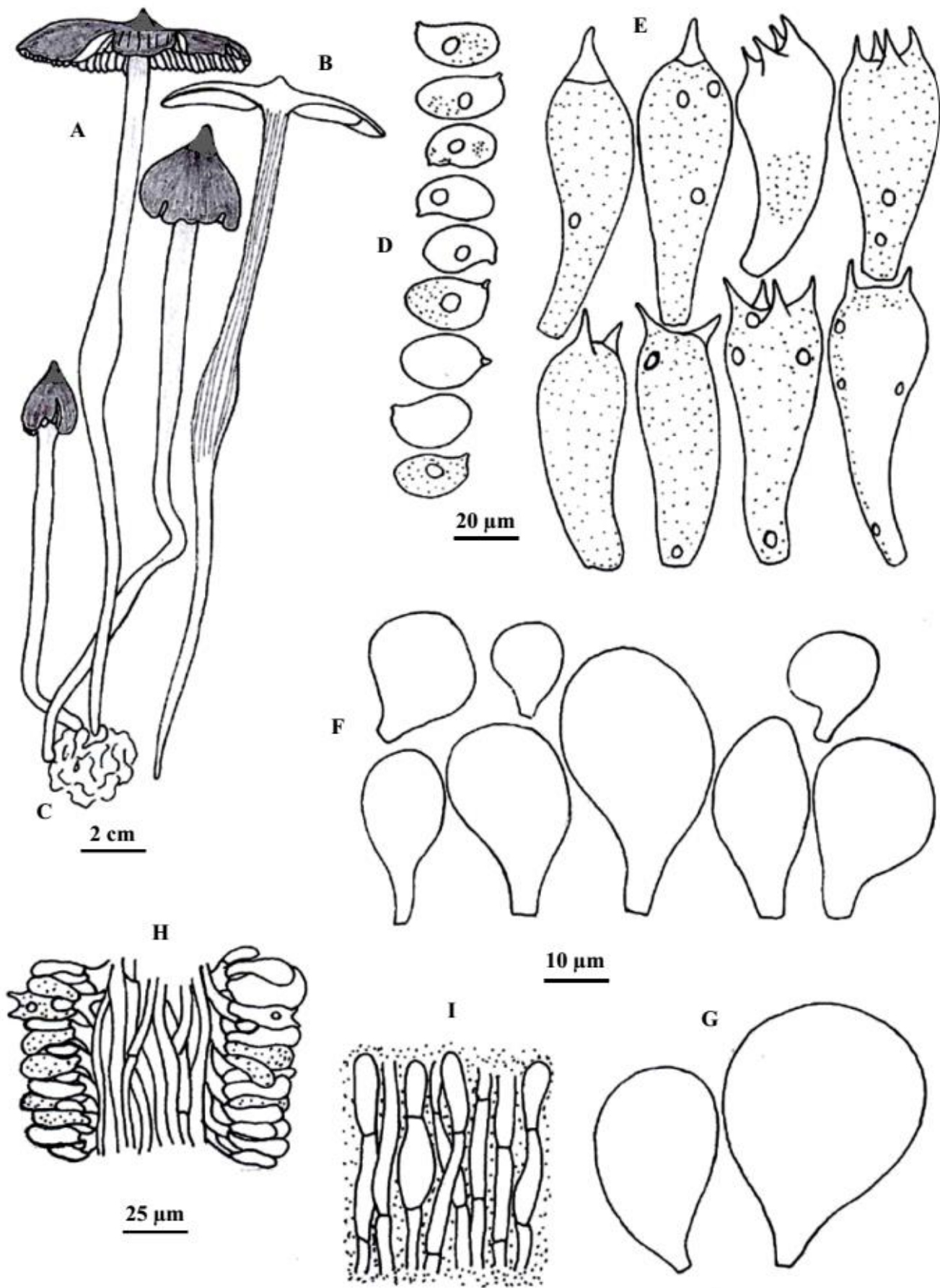


Fig. 62. DM 1294 (MBP 225): *Termitomyces* aff. *clypeatus*. A. Carpophore entier, B. Carpophore en coupe longitudinale, C. Meule, D. Basidiospores, E. Basides, F. Cheilocystides, G. Pleurocystides, H. Trame de l'hyménium, I. Pileipellis.



Fig. 63. DM 1294 (MBP 225) *Termitomyces* aff. *clypeatus*. A. Carpophore fixé au substrat, B. Carpophores entiers, C. Vue agrandie du perforatorium, D/E. vue de dessus, F. vue de dessous.

III.1.2.1.1.2. Pleurotaceae Kühner

III.1.2.1.1.2.1. *Pleurotus* Singer

Caractères généraux

Chapeau convexe à l'état jeune, devenant flambeliforme à demidé ; surface glabre ou squamuleuse, blanche, crème, grise, brune, jaune, rose parfois bleu. **Lamelles** décurrentes, entières, denses à moyennement espacées, parfois interveinées, blanches à blanchâtres, crèmes, roses ou jaunâtre. **Pieds** excentrique, latéral ou central, plus ou moins court, solide, plein. **Voile** absent ou présent à la marge du chapeau ou annulaire autour du pied. **Spores** hyalines, cylindriques, lisses, ni amyloïdes, ni dextrinoïdes. **Basides** clavées. **Cystides** abondantes, polymorphes. **Pleurocystides** absentes ou présentes. **Trame** irrégulière. **Chair** blanche. **Sporée** blanche, rosâtre ou grisâtre pâle. **Pileipellis** épicutus. **Espèce type** : *Pleurotus ostreatus* (Pegler, 1977).

III.1.2.1.1.2.1.1. *Pleurotus tuber-regium* Singer DM 563 A/B (MBP 122) Fig. 64/65

Description macroscopique

Chapeau 6-12,7(14,5) cm, infundibuliforme, déprimé au centre, charnu, flexible, coriace avec l'âge ; surface muni de squamules concentriques, gris sombre au centre, gris clair vers la marge ; marge lisse, flexueuse, parfois courtement incisée. **Lamelles** profondément

décurrentes, sublinéaires à très étroites, 0.3-1.4 mm de large, régulières, très serrées, irrégulièrement bifurquées, blanchâtres, puis concolores au chapeau ou plus foncées avec l'âge. **Pied** 2,7-7,5 x 1,5-1,75 cm, central, parfois excentrique, plein, cylindrique, concolore au chapeau. **Sclérote** 5-25 (-30) cm de diamètre, aérien/souterrain, volumineux, de forme variable, le plus souvent globuleux, plein, à croûte noirâtre à l'extérieur ; blanche à l'intérieure et granuleuse. **Chair** ferme, épaisse au centre du chapeau, beaucoup plus mince et coriace vers la marge, blanchâtre. **Sporée** marron claire.

Description microscopique

Spores 7-8,25-9 x 3-3,39-5 μm , $2 \leq R \leq 2,5$, $X_R = 2,14$; ellipsoïdes à cylindracées, à paroi mince. **Basides** : 15-30 x 4-7 μm ; polymorphes : clavées à clavées-cylindracées, quelquefois cylindracées, 2 et 4 stérigmates. **Cheilocystides** : (15) 20-33 x 4-8 μm ; polymorphes : fusiformes à subfusiformes, quelquefois lagéniformes, paroi mince, parfois épaisse et cloisonnées. **Pleurocystides** : 22-30 (40) x 6-8 μm ; polymorphes : clavées à clavées-cylindracées, fusiformes à subfusiformes, rarement lagéniformes. **Trame de l'hyménium** irrégulière, 60-70 μm de large, à hyphes simples, ramifiés et à paroi épaisse, 3-6 μm de diamètre. **Sous-hyménium** filamenteux. **Revêtement piléique** formé d'hyphes dressés, de 2-4 μm de diamètre, cloisonnés, parfois bouclés et ramifiés, à paroi épaisse.

Ecologie et mode de croissance : Saprophytes, sur sclérote, substrat qu'ils synthétisent et sur lequel ils poussent, grande saison des pluies ; plantations.

Comestibilité : Comestible

Usage : Consommé à l'état très jeune, car devient dur au stade adulte.

Date et lieu de récolte : 15 Novembre 2015 ; Fombap

Observations et commentaires

MBP 122 se caractérise par son basidiocarpe infundibuliforme, des lamelles profondément décurrentes, mais surtout par son substrat unique, le sclérote. C'est une réserve nutritive et de survie pour l'espèce. L'espèce ne pousse et fructifie qu'après avoir élaboré ce dernier. Ces caractères sont identiques à ceux obtenus par Njouonkou (2011) et Eyi-Ndong & al. (2011). De plus, les spores 7-8,3-10,9 (11,5) x 3-3,4-4 μm , cylindriques et (7.5-) 6.9-8.6-10.3(-10.7) x (3.5-) 3.5-3.9-4.3 (-4.3) μm , cylindriques ; les basides 12-34 x 3-7 clavées cylindriques et 26-33 x 6.5-7 μm , clavées ; les cheilocystides cylindriques à fusiformes et clavées à fusoïdes respectivement obtenus par les deux auteurs sont proches de MBP 122. Ainsi, MBP 122 est sans doute *Pleurotus tuber-regium*, malgré la présence des pleurocystides chez cet échantillon, éléments non observés chez les spécimens décrits par d'autres auteurs.

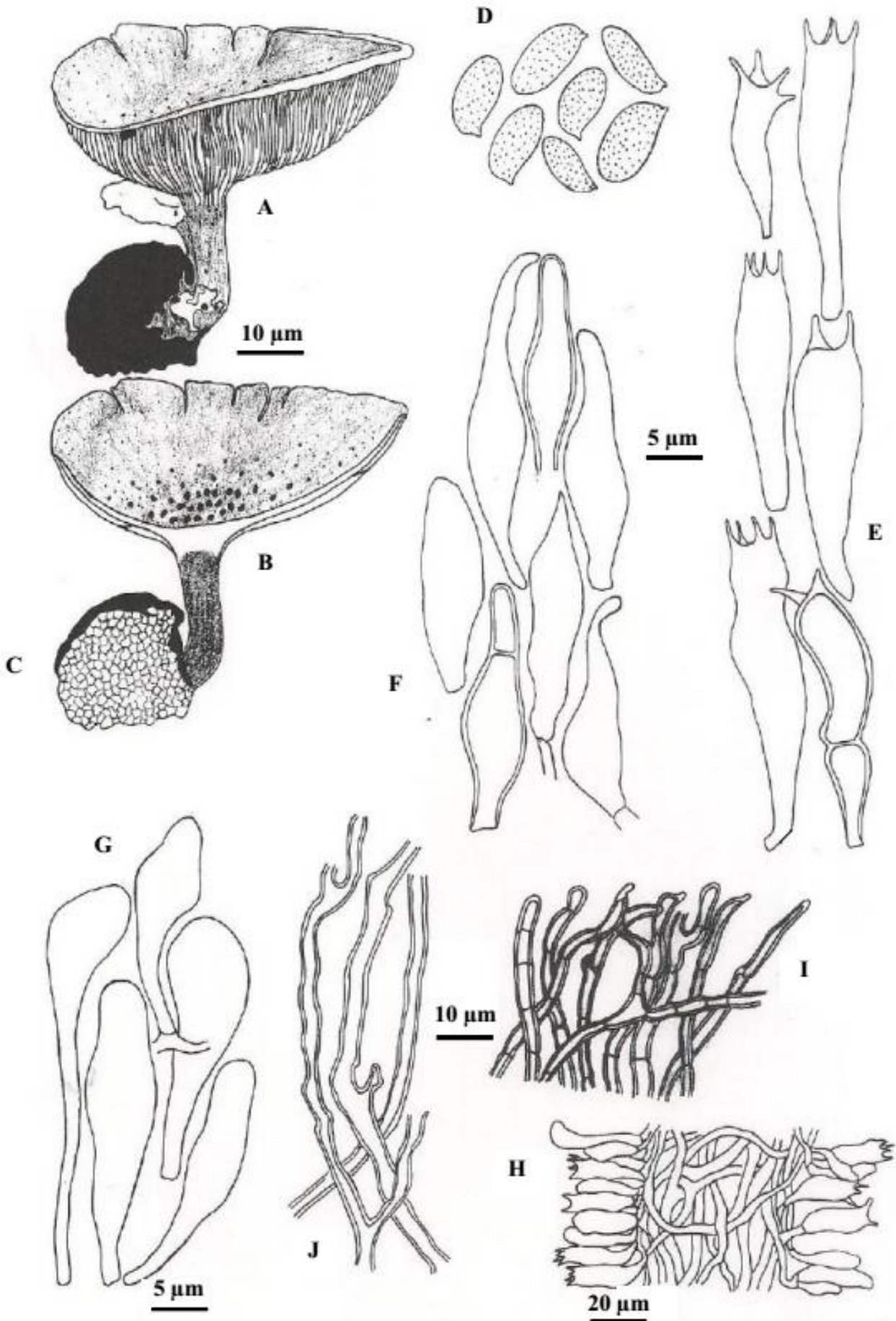


Fig. 64. DM 563 A/B (MBP 122): *Pleurotus tuber-regium*: A. carpophore entier, B. carpophore en coupe longitudinale, C. sclérote, D. basidiospores, E. basides, F. cheilocystides, G. pleurocystides, H. trame de l'hyménium, I. Pileipellis, J. Hyphes.

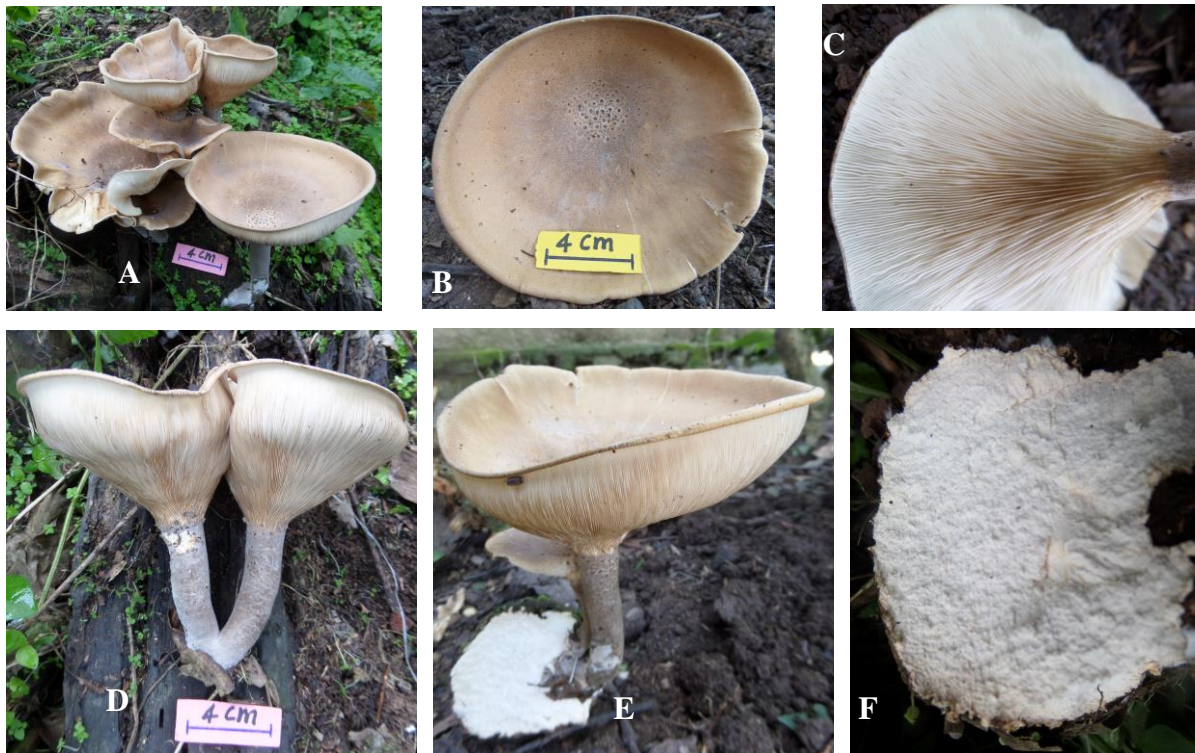


Fig. 65. DM 563 A/B (MBP 122) : *Pleurotus tuber-regium* : A. Carpophore entier fixé au substrat, B. face supérieure, C. face inférieure, D/E. Carpophore vue de profil, F. Sclérote.

III.1.2.1.2. Polyporales

III.1.2.1.2.1. Polyporaceae

III.1.2.1.2.1.1. *Aporpium cameroonensis* Metsebing, Mossebo & Ryvardeen sp. nov.

DM 1249 (MBP322) Fig. 66/67

Description macroscopique

Chapeau pilé, dimidié à partiellement sessile, 4 cm de long, 3 cm de large, environ 1 cm d'épaisseur à la base, mou à l'état frais, fragile à rigide à l'état sec. **Surface** blanchâtre vers les bords, vert jusqu'au milieu à l'état frais, plus sombre vers la base se fanant vers la marge sur spécimen adulte à surface molle, hyphes partiellement agglutinés en forme d'un tomenteux rugueux irrégulier, en partie aplatie, surface des pores blanchâtre à l'état frais, sec chamois à brun pâle. **Pores** allongés à anguleux et irréguliers, 1-2/mm, d'abord anguleux, plus sinueux et ondulé à l'état sec, puis les parois des tubes ressemblent à des parchemins et sont denses, fragiles, jusqu'à 2 mm de profondeur, avec des pores plus anciens avec de nombreux pic d'hyphes blancs. **Contexte** blanchâtre 1-2 mm d'épaisseur, homogène.

Description microscopique

Basidiospores 3,5-6(7) x 3-4 μm , subgloboses, à paroi mince, le plus souvent guttulées.
Système d'hyphe dimitique, hyphes générateurs cloisonnés, bouclés, à paroi mince et épaisse ; hyphes squelettiques totalement dominant, 3-7 (7,5) μm de diamètre, tubes réguliers et étroits ;
Baside non observées ; **Clamydospores** 5-7 x 4-5 μm , présent dans le contexte, elliptique presque rectangulaire à oblongue.

Holotype : Fombap (Santchou), région de l'ouest Cameroun, 11 octobre 2017

Distribution : uniquement connue dans cette localité du Cameroun

Etymologie : *cameroonensis* vient du fait que la morphologie unique cette espèce nouvelle est signalée pour la toute première fois au Cameroun et dans la zone où l'espèce a été collectée.

Observations et commentaire

A. cameroonensis est un polypore avec quelques caractères particuliers entre autre : un basidiome flexible de face supérieure blanchâtre sur laquelle se de développent des mousses de couleur verdâtre (Fig. 80 A/B) ; la face inférieure est blanchâtre et vire au rose au touché (Fig. 80 D). Cette nouvelle espèce est publiée uniquement sur la base de la morphologie. Si plus tard, des données du séquençage sont obtenues, elle pourra plus tard préparer être réviser.



Fig. 66. DM 1249 (MBP 322) : *Aporpium cameroonensis* sp. nov. A. Carpophore entier fixé au substrat, B. Carpophore vue de profil, C. Carpophore face inférieure, D. Carpophore face supérieure devenant rose au touché.

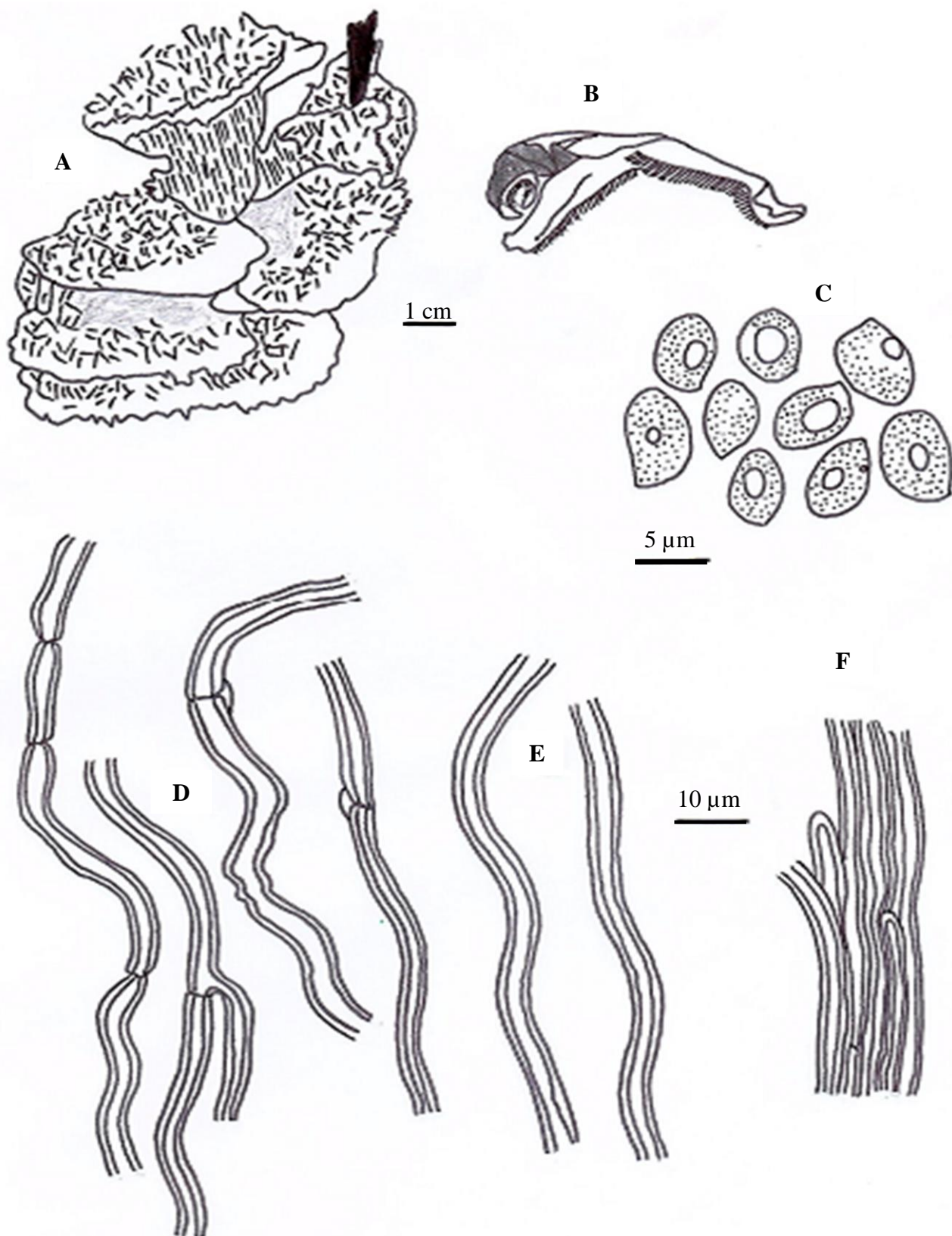


Fig. 67. DM 1249 (MBP 322) : *Aporpium cameroonensis* sp. nov. A. Basidiocarpe, B. Basidiocarpe en coupe transversale, C. Spores, D. Hyphes générateurs, E. Hyphes squelettiques, F. Cellules de la cuticule.

III.1.2.1.2.1.2. *Perenniporia nigra* Metsebing, Mossebo & Ryvarden sp. nov. DM 1213 (MBP 255) Fig. 68/69

Description macroscopique

Basidiocarpe ruspiné, d'environ 8 x 8 cm et 5 mm d'épaisseur, ferme à l'état frais, dure et rigide à l'état sec, plat à l'état frais, se recroqueville à l'état sec en raison du rétrécissement, surface des pores blanchâtre à grisâtre à l'état frais, marron foncé à noir à l'état sec. **Pores** ronds, à peine visibles à l'oeil nu, 8-10/mm. **Tubes** concolores à la face inférieure, d'environ 4 mm de profondeur, subiculum ocracé, 200-500 µm d'épaisseur, avec une ligne résineuse noire distincte.

B. Description microscopique

Système d'hyphes trimitique, hyphes générateurs cloisonnés, à paroi mince et épaisse et généralement bouclés, mais difficiles à observer, 2-4 µm de diamètre ; hyphes squelettiques à paroi épaisse, solide, 3-6 µm, destrinoïdes dans le réactif de Melzer ; hyphes connectifs à paroi épaisse, 3-5,5 (6) µm de diamètre, généralement ramifiés, à extrémités effilées. **Basidiospores** 5-7 x 3-4 µm, en forme de pipe à oblongues tronquées, destrinoïdes, à paroi épaisse. **Basides** non observées.

Distribution. Holotype : Mboukou (Santchou), région de l'Ouest Cameroun, 02 Octobre 2017, Herbarium du département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé 1, Cameroun.

Etymologie : *nigra* dérive du changement de forme du carpophore après récolte et séchage notamment la particularité de se recroqueviller sur elle-même

Observations et commentaires

P. nigra se caractérise par un basidiocarpe resupiné, seule la face inférieure étant visible (Fig. 68 A). L'espèce après récolte et séchage se recroqueville sur elle-même, avec des spores en forme de pipe à oblongues tronquées

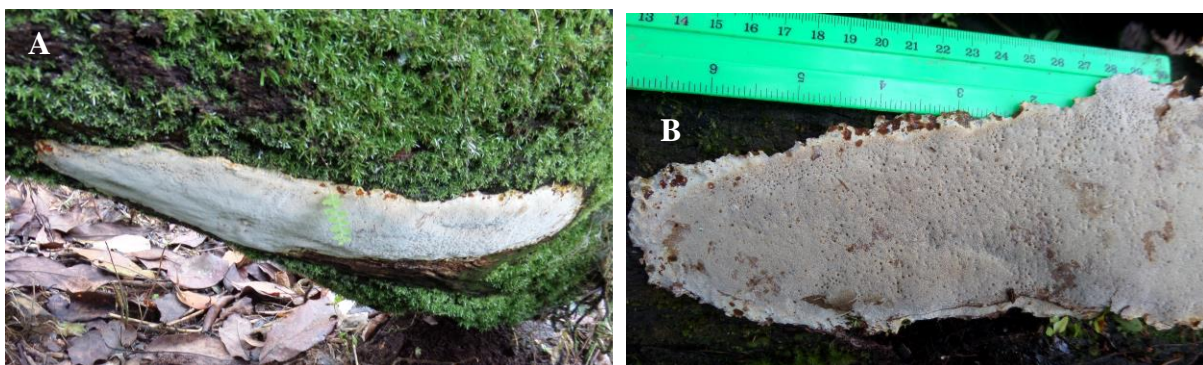


Fig. 68. DM 1213 (MBP 255) : *Perenniporia nigra* sp. nov. A./B Carpophore entier fixé au substrat.

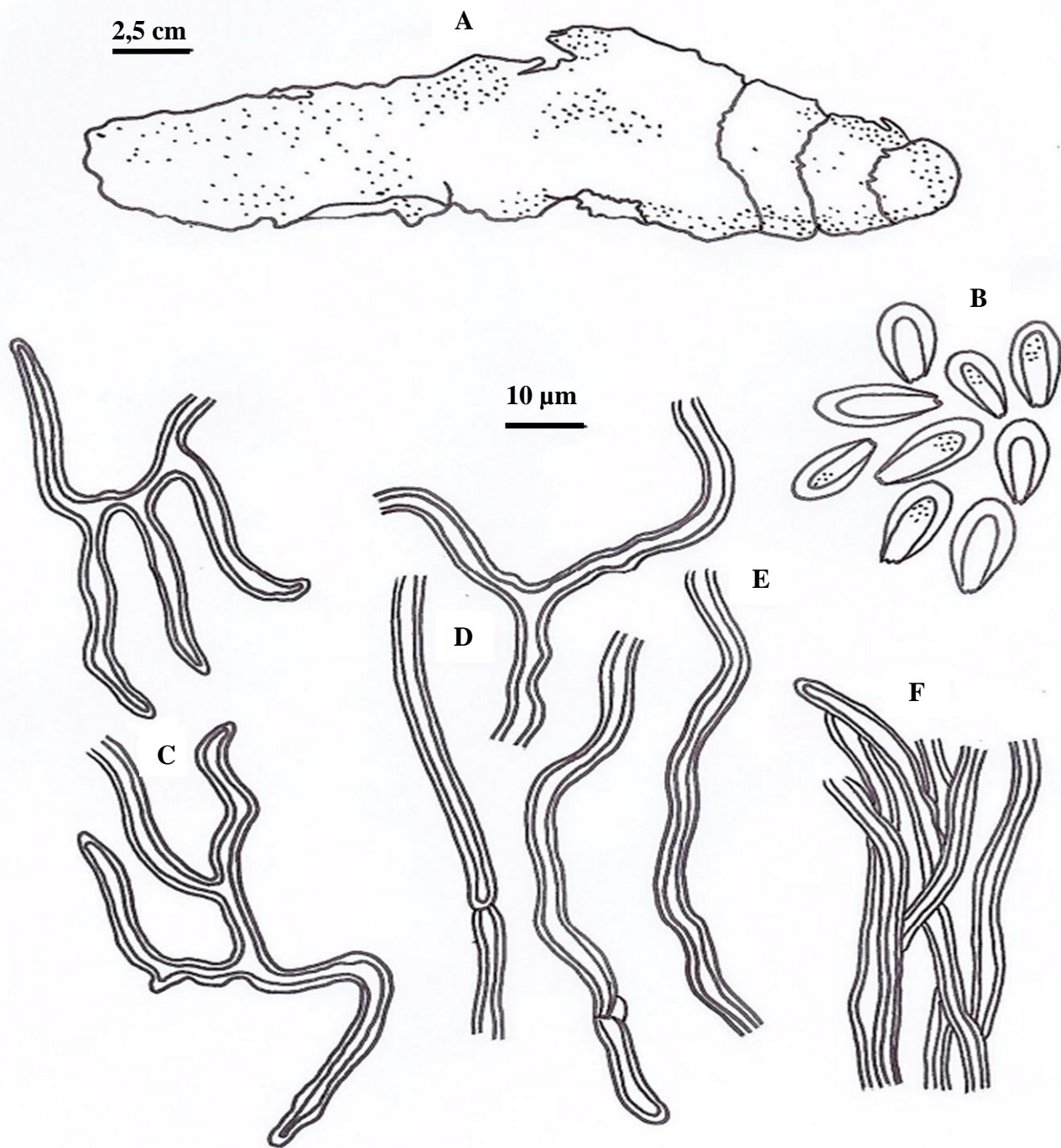


Fig. 69. DM 1249 (MBP 255) : *Perenniporia nigra* sp.nov. A. Basidiocarpe, B. Spores, C. Hyphes connectifs, D. Hyphes générateurs, E. Hyphes squelettiques, F. Cellules de la cuticule.

III.1.2.1.2.2. Hymenocaetaceae

III.1.2.1.2.2.1. *Coltricia*

III.1.2.1.2.2.1.1. *Coltricia fragilissima* (Mont.) Ryvar den DM 668 Fig. 70

Description macroscopique

Fructifications annuelles, stipulant latéralement au centre, plat à infunbulidiforme, atteignant 8,5 cm de diamètre et 3 cm d'épaisseur à la base, probablement coriaces quand ils sont frais, cassant lorsqu'ils sont secs, surface supérieure non zonée, cannelle brun foncé, velouté, à la croissance veloutée presque glabre avec l'âge, lisse à légèrement pliée radialement, également avec des protubérances éparses et des petites piqures ; marge entière à ondulée, mince et déflexée, au moins chez les spécimens secs. **Stipe** court et dilaté tant vers la base que vers le pileus, 5-30 mm de diamètre, 2-6,5 cm de long, rouille foncé à cannelle, velouté finement accentué, probablement presque lisse avec l'âge lorsque les hyphes supérieurs s'agglutinent, lisse à légèrement irrégulier, solide et non stratifié. **Surface des pores** bruns avec un briquet étroit, marge stérile. **Pores** angulaires et à paroi mince, souvent décurrents sur le stipe, 2-4 par mm **Tubes** concolores, atteignant 3 mm de profondeur ; contexte homogène, cannelle à brun doré, assez denses, atteignant 20 mm d'épaisseur vers le stipe, environ 2 mm au bord.

B. Description microscopique

Système d'hyphes monomitique. **Hyphes générateurs** hyalins, brun doré ou rouille et avec cloisons simples, moyennement ramifiés, cassant et se cassent facilement dans les préparations microscopiques, larges de 3,5-5 µm dans l'hyménium, larges jusqu'à 10 µm dans le contexte stipe. **Soies hyméniales** absentes. **Hyphes sétules** absentes. **Basides** non observées. **Basidiospores** oblongs à ellipsoïdes, hyalins, non amyloïdes, lisse et à paroi mince, 4-5,5 (6) x 3-3,5 µm.

Substrat : sur bois brûlé et dans les lieux de feu.

Distribution : en Amérique uniquement en Guyane française et au Venezuela. En Afrique : Sierra Leone, Nigéria et Cameroun.

Observations et commentaires

C. fragilissima se caractérise par un basidiocarpe dimidié, parfois infunbulidiforme, de face supérieure lisse et de face inférieure porée se prolongeant à la base généralement un d'un pied plus ou moins long (Fig. 70 B). L'espèce après récolte et séchage n'est pas du tout attaquée par les mites qui rongent généralement les carpophores des autres espèces de ce genre ainsi que de toutes les espèces de champignons supérieurs en général.



Fig. 70. DM 668 : *Coltricia fragilissima*: A. Carpophore face supérieure, B. Carpophore face inférieure.

III.1.2.1.2.2.2. *Phellinus* Quel.

Caractères généraux

Phellinus Qué. (Famille: Hymenochaetaceae) est caractérisée par des basidiomes resupinés à pilés, annuels à pérennes, hyménophore simple à imbriqué avec une large gamme de couleur allant du brun jaunâtre au brun rouille, au gris, au noir. **Sous-hyménium** tomenteux à glabre, scrupuleux, croisé à rimose. **Hyménium** brun avec des pores arrondis, anguleux à daedaloïde. Macroscopiquement, ils s'identifient par un **système d'hyphes** dimitique avec cloisons simples, ramifiés, paroi mince et épaisse. **Hyphes génératifs** subhyalines à jaune pâle et sans cloisons, paroi épaisse, occasionnellement ramifiés. **Hyphes squelettiques** jaune d'or à brun doré. **Hyphes sétules et soies** présents ou absents. **Basides** à 4 stérigmates. **Spores** largement ellipsoïdes, subgloboses à globose, lisses, paroi mince et épaisse, hyaline, jaune or à brun doré, dextrinoïdes à non amyloïdes, faiblement cyanophiles à acyanophiles

III.1.2.1.2.2.2.1. *Phellinus extensus* (Lév.) Pat. DM 184 A/B Fig. 71/72

Description macroscopique

Fructifications pérennes, solitaire, pied largement attaché, dur à l'état sec. **Chapeau** dimidié, conchate à aplani, d'environ 5 cm de large, 7 cm de long et 0.7 cm d'épaisseur, face

supérieure brun rougeâtre à noirâtre, d'abord couvert d'une fine couche tomentum muni d'une cuticule sombre et épaisse distincte, plus ou moins glabre vers les zones concentriques, marges légèrement à fortement obtues, entièrement ou faiblement lobées. **Surface des pores** fauves. **Pores** ronds et petits, 7-10 (11) par mm, dissépiments entiers et plutôt épais ; tubes généralement en monocouche et distinctement stratifiés jusqu'à 2 mm de long ; contexte fauve à brun rougeâtre muni au-dessus d'une cuticule sombre et épaisse, fibreux et luisant, jusqu'à 5 mm d'épaisseur.

Description microscopique

Système d'hyphes dimitique. **Hyphes générateurs** hyalins à jaune pâle, mince à faible paroi épaisse et cloisons simples, 2-3,5 (4) μm de diamètre, séparément ramifiés, jaune foncé et légèrement plus large dans le contexte. **Hyphes squelettiques** dominant dans l'ensemble de la fructification, jaune à baie, 3-5 μm d'épaisseur dans les dissépiments, 4-7 (9) μm dans le contexte. **Tomentum** complètement dominé par un des hyphes squelettiques jaune à baie d'environ 5 μm de diamètre. **Soies** présentes, ventrées, à paroi épaisse, aigues, 10-25 x 5-9 μm ; spores globoses, jaune pâle brun, à paroi légèrement épaisse avec l'âge, 3-4 μm de diamètre.

Habitat : sur angiosprmes morts.

Distribution : probablement pantropical

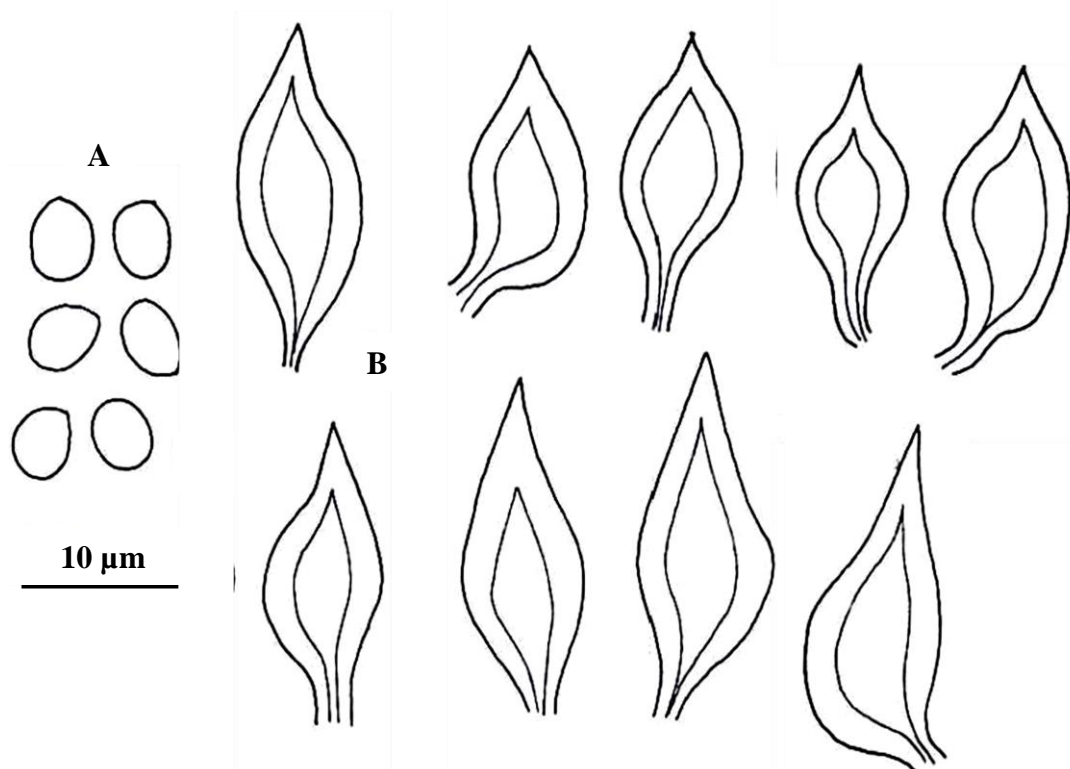


Fig. 71. DM 184 A/B : *Phellinus extensus*: A. Spores, B. Soies hyméniales.



Fig. 72. DM 184 A/B : *Phellinus extensus*: A. Carpophore face supérieure, B. Carpophore face inférieure.

III.1.2.1.2.2.2. *Phellinus gilvus* (Schw.) Pat. DM 998 Fig. 73/74

Ex *Polyporus gilvus* (Schw.) Fr.

A. Description macroscopique

Basidiome pérenne, dur, solitaire, imbriqué, plané. **Pied** largement attaché, étalé à bord penché au dehors, consistance faiblement coriace sur spécimens minces, ferme et ligneux solide sur les spécimens épais. **Chapeau** dimidié à semi-circulaire, jusqu'à 14 cm de large et 8 cm de diamètre, 3-20 mm d'épaisseur vers la base, plat à faiblement convexe. **Face supérieure** de couleur très variable, jaune d'or à la cannelle vers la marge sur spécimens en cours de croissance, assombrissant à fusceux, baie à châtain clair généralement avec une teinte rougeâtre distincte spécialement vers la base et puis avec une fine croûte d'hyphes agglutinants, non zoné ou modérément zoné ; parfois des hyphes squelettiques faiblement à fortement hispides à touffus deviennent radialement agglutinés puis sans croûte, d'abord velouté finement rapidement glabre, lisse à finement puis densément verruqueux ou à faible protubérances

irrégulières, marge mince à légèrement épaisse, aigüe à émoussée. **Surface des pores** fauves à fusceux, généralement avec teinte violacée. **Pores** ronds et réguliers, 5-7 par mm, dissépinents entières et relativement épais. **Tubes** fauves à ferrugineux, monocouche ou à plusieurs strates ; chaque couche a 2-5 mm d'épaisseur, marge stériles presque absentes ou présentant quelques mm de large. **Contexte** fauve à cannellé, brillant, d'environ 7 mm d'épaisseur, 2-3 mm, homogène, parfois avec une mince cuticule basale sur des spécimens matures.

Description microscopique

Système d'hyphes dimitique. **Hyphes générateurs** dans les tubes et contexte hyalins à jaune pâle, à paroi mince ou légèrement épaisse, cloisons simples, peu ramifiés, 2-3 µm de diamètre, souvent effondrés. **Hyphes squelettiques** jaunes à baies, à paroi plus épaisse, d'environ 5 µm de diamètre dans les tubes et plus épais dans le contexte. **Soies** sombres ferrugineues, 20-45 x 6-11 µm, dépassant souvent l'hyménium. **Spores** oblongues à étroitement ellipsoïdes, hyalines à jaune pâle, lisses et à paroi mince, 4-5 x (2,7) 3-3,5 (4) µm.

Habitat : sur angiospermes vivants ou morts.

Distribution : pantropical et dans les parties les plus chaudes des zones tropicales, commun en Afrique de l'Est.

Observations et commentaires

P. gilvus se caractérise par de très petits basidiocarpes le plus souvent semi-circulaire, de surface lisse et de consistance dure (Fig. 73).



Fig. 73. DM 998 : *Phellinus gilvus* : Carpophores sur substrat naturel (bois mort).

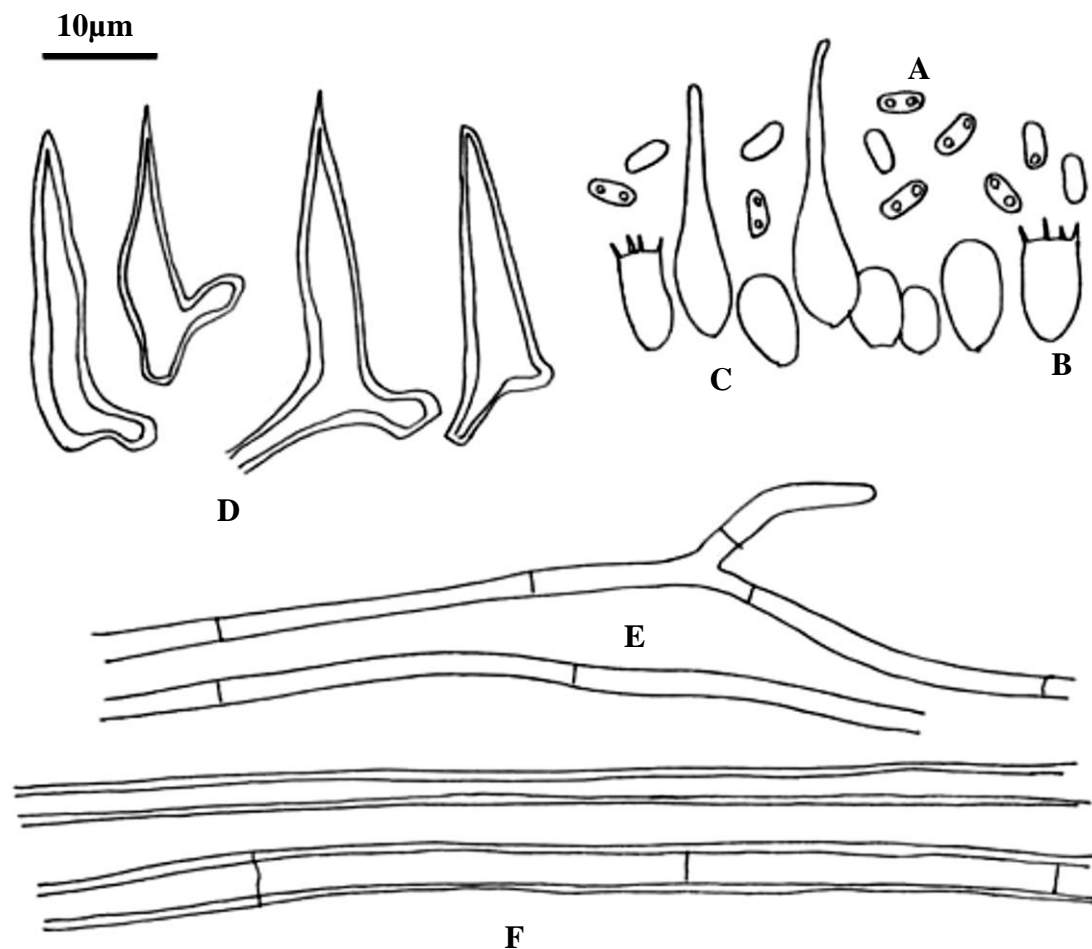


Fig. 74. DM 998. *Phellinus gilvus*. A. Basidiospores, B. Basides, C. Cystidioles, D. Soies, E. Hyphes générateurs, F. Hyphes squelettiques.

III.1.2.1.2.2.2.3. *Phellinus pachyphloeus* Pat. DM 1071 Fig. 75/76

Description macroscopique

Fructification pérenne, solitaire, anguleuse à plané, largement attachée à bord penché au dehors, entièrement résupiné sur jeunes spécimens, consistance ferme à dure ; carpophore dimidié, sessile ou occasionnellement avec une base en forme de tige, d'environ 25 cm de diamètre, 45 cm de large et 10 cm d'épaisseur ; surface supérieure, d'abord finement veloutée à emmêlée, fauve pâle à brun terne, puis glabre, brun foncé, grisâtre à noirâtre à la base, généralement salqué à rugulose vers les zones concentriques, sur spécimens matures et sur spécimens secs à fissurations irrégulières. **Marge** entières, épais à obtuse parfois veloutée et brun pâle à jaune d'or sur les spécimens en croissance active, sous le tomentum velouté et spécimens glabre on note une cuticule brun foncé à noir résineux, 0,2-2 mm d'épaisseur. **Surface des pores** fauves grisâtre à brun sur plusieurs spécimens africains avec un teint olivâtre, parfois décoloré ou envahi par d'autre champignons. **Pores** petits et ronds, 8-10 par mm ; dissépiments entiers et équitablement épais. **Tubes** plus fauves à brun foncé d'environ 9

cm de long distinctement et indistinctement stratifiées, avec des couches de 2-15 mm d'épaisseur, non séparées par une couche de contexte interposante. **Contexte** fauve à brun foncé, virant au noir dans le KOH, ne contrastant pas généralement avec les tubes ; 0,3-2 cm d'épaisseur, dur, homogène mais parfois avec des filaments de mycélium blanc à la base.

Description microscopique

Systèmes d'hyphes dimitique. **Hyphes générateurs** à cloisons simples, à paroi mince, hyalins à jaune pâle ou bruns, 1,5-4 (5) μm de diamètre, parfois partiellement effondrés. **Hyphes squelettiques** abondants à la fois dans le dissépinement et dans le contexte, jaunes à baies, à paroi légèrement épaisse, 4-6 μm de diamètre. **Hyphes sétules** présents aigus, brun foncé dans les dissépiments d'environ 900 μm de long et 32 μm de diamètre. **Soies hyméniales** présentes, dépassant l'hyménium, à paroi épaisse, brun pâle à ferrugineuse, aigues, parfois enflées à la base, 13-35 \times 5-12 μm . **Spores** globoses à ellipsoïdes, à paroi mince et lisse, d'abord hyalines, puis jaune pâle, 4,5-6 \times 4-5,5 μm , non amyloïdes.

Habitat : surtronc, souches et racines d'angiospermes et gymnospermes vivants et morts et racines durs.

Distribution : les espèces semble être très répandues en Asie du sud, en Australie et en Afrique. Présent aussi au Kenya, en Tanzanie et au Malawi.

Observations et commentaires

P. pachyphloeus se caractérise par un basidiocarpe de très grande taille, fissuré et surtout par la présence des hyphes sétules à paroi épaisse (Fig. 76 E)

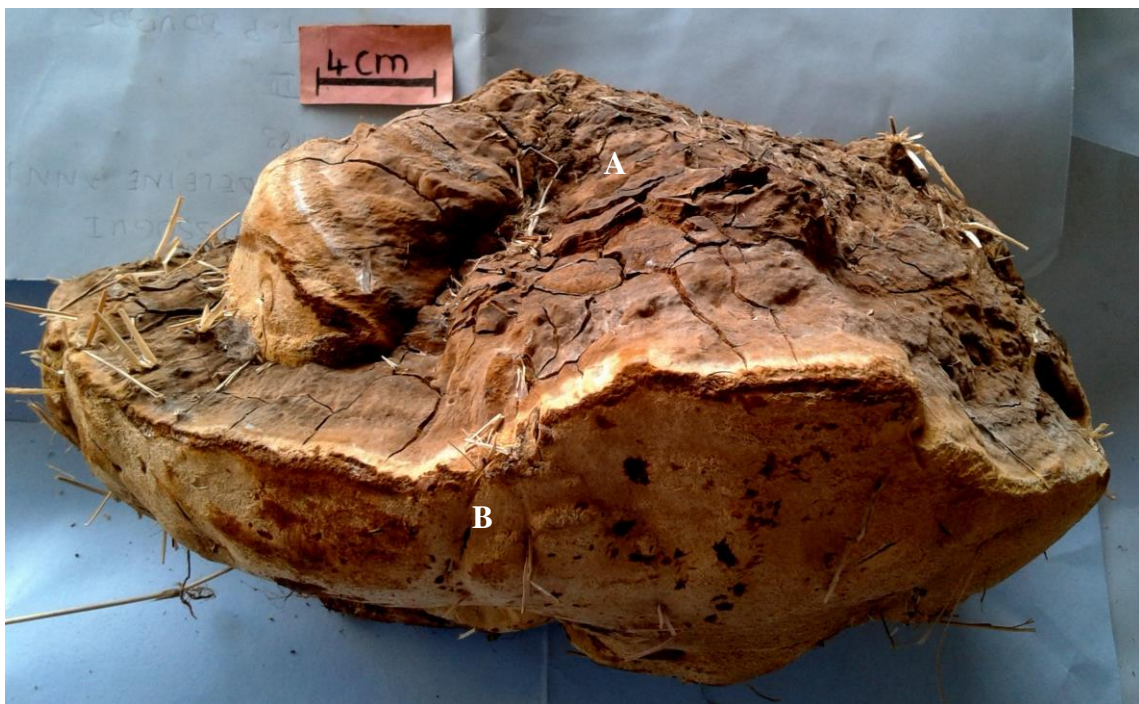


Fig. 75. DM 1071 : *Phellinus pachyphloeus*: A. Carpophore face supérieure, B. Carpophore face inférieure.

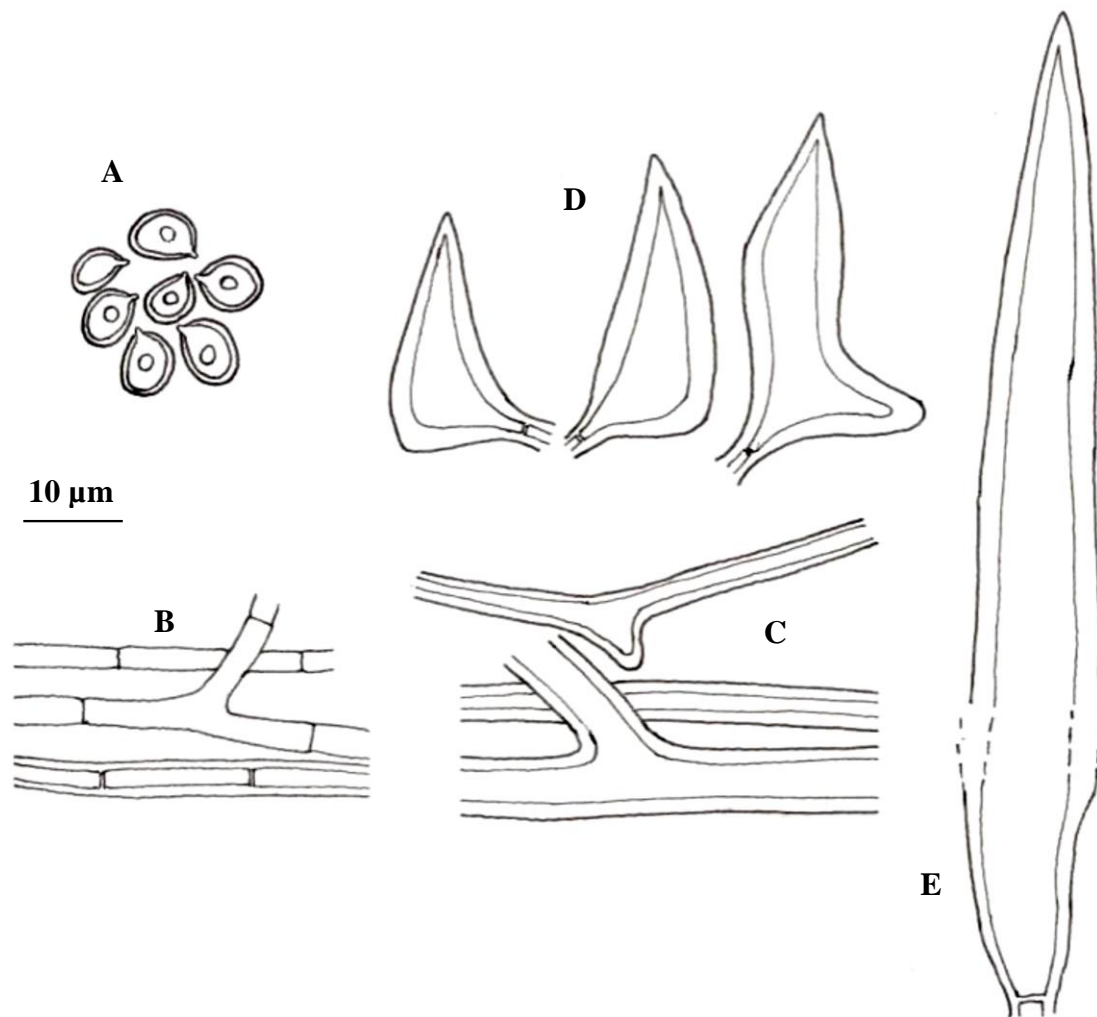


Fig. 76. DM 1071 *Phellinus pachyphloeus* : A. Basidiospores, B. Hyphes générateurs, C. Hyphes squelettiques, D. Soies hyméniales, E. Hyphes sétules.

III.1.2.1.2.2.2.4. *Phellinus senex* (Nees & Mont.) Imaz. DM 1005 Fig. 77/78

Description macroscopique

Fructifications pérennes, solitaires à imbriquées, pied large à étroitement attaché, 3-15 cm de large et de long, 0.3-2 cm d'épaisseur, consistance coriace sur les spécimens minces, plus dur comme du bois sur les plus épais. **Chapeau** dimidié, à semi-circulaire, plat ou faiblement convexe, tomenteux et faiblement velouté dans des zones concentriques étroites, premièrement fauve, ferrugineux, puis virant à châtain, généralement plus pâle vers les marges. **Tomentum** assez persistant, spécialement vers les marges ; spécimens matures brun foncé et partiellement glabre, parfois couvert par des algues vertes ou mousses à la base. **Cuticule** absent, mais quelquefois des lignes plus sombres dans le contexte peuvent être vu sous le tomentum représentant une couche avec des hyphes plus étroitement entrelacés ; marge mince à assez épaisse, aigüe à obtus, entièrement ou faiblement lobée et incisée. **Pores** fauve, ferrugineux et presque baie, pores ronds et petits, 7-11 ; dissépiments minces et entiers. **Tubes** concolores

avec la surface des pores ou plus fauve, chez les grands spécimens stratifiés, les couches atteignent 4 mm d'épaisseur, parfois séparées par une couche mince dans le contexte donnant une stratification peu distincte. **Marge** stérile, généralement plus pâle que le reste de la surface des pores. **Contexte** fibreux, fauve luisant, ferrugineux à bai, généralement mince, 1-3 (5) mm, de même couleur et plus profonde que les tubes en section.

B. Description microscopique

Système d'hyphes dimitique. **Hyphes générateurs** simples cloisonnés, hyalins à paroi mince, 2-3 μm de diamètre, séparément ramifiés. **Hyphes squelettiques** abondants, jaune à baie, paroi épaisse à presque solide, 2,5-3, (4) μm de diamètre. **Soies** droites à paroi épaisse, acuminées, 15-30 (40) x 5-9, souvent enflées près de la base. **Spores** largement ellipsoïdes, 4,5-6 x 5-9 μm , à paroi mince et lisse, souvent avec une large goutte d'huile, hyaline à jaune pâle avec l'âge et un peu à parois épaisse, les spores hyalines étant en moyenne plus petites que celles jaunes.

Habitat : sur bois mort.

Distribution : pantropicale, en Afrique, répandu et commun au sud du Sahara et en Afrique du sud.

Date et lieu de récolte : Yaoundé 16/05/2015

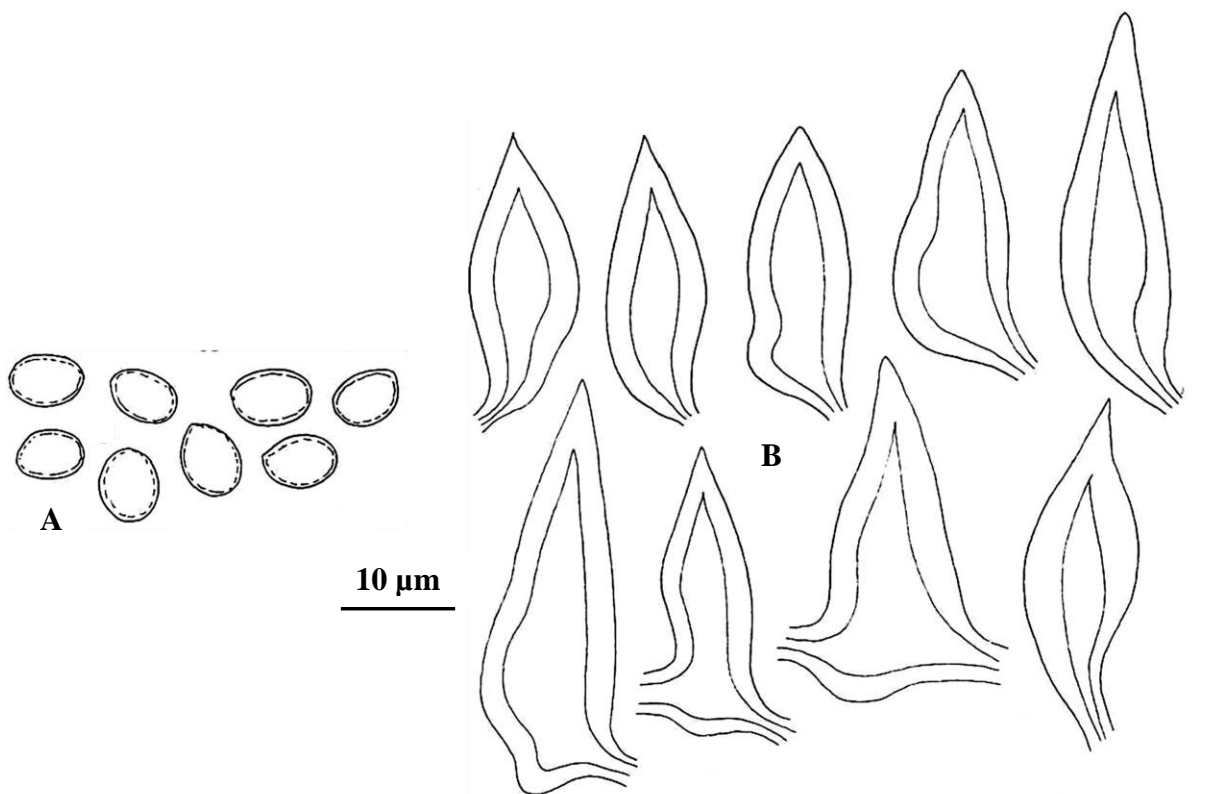


Fig. 77. DM 1005 : *Phellinus senex*: A. Spores, B. Soies hyméniales.



Fig. 78. DM 1005 : *Phellinus senex*: Carpophore sur substrat naturel.

Tableau XIII. Noms scientifiques des taxons étudiés à l'issu de la taxonomie conventionnelle

N°	Numéro d'herbier/ récolte	Lieu de récolte et date de récolte	Nom scientifique
Groupe I : AGARICALES			
1	DM 1268 (MBP 165)	CMR (Santchou), 15/09/2017	<i>Termitomyces fombapei</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
2	DM 1272 (MBP 184)	CMR (Santchou), 26/09/2017	<i>Termitomyces mboukouïna</i> Metsebing & Mossebo sp. nov..
3	DM 1282 (MBP 200)	CMR (Santchou), 27/09/2017	<i>Termitomyces fombapei</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
4	DM 1284 (MBP 206)	CMR (Santchou), 27/09/2017	<i>Termitomyces mbongonensis</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
5	DM 1290 (MBP 217)	CMR (Santchou), 29/09/2017	<i>Termitomyces mbongonensis</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
6	DM 1293 (MBP 224)	CMR (Santchou), 29/09/2017	<i>Termitomyces fombapei</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.

7	DM 1294 (MBP 225)	CMR (Santchou), 29/09/2017	<i>Termitomyces</i> aff. <i>clypeatus</i> Heim
8	DM 1295 (MBP 226)	CMR (Santchou), 29/09/2017	<i>Termitomyces fombapei</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
9	DM 1308 (MBP 267)	CMR (Santchou), 03/10/2017	<i>Termitomyces fombapei</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
10	DM 1718 (MBP 328)	CMR (Santchou), 20/03/2018	<i>Termitomyces mammiformis</i> f. <i>cameroonensis</i> f. nov.
11	DM 1721 (MBP 331)	CMR (Santchou), 21/03/2018	<i>Termitomyces africana</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
12	DM 1722 (MBP 332)	CMR (Santchou), 21/03/2018	<i>Termitomyces mammiformis</i> Heim
13	DM 1723 (MBP 333)	CMR (Santchou), 22/03/2018	<i>Termitomyces subeurhizus</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
14	DM 1724 (MBP 334)	CMR (Santchou), 22/03/2018	<i>Termitomyces bruneogriseus</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
15	DM 1725 MBP 335	CMR (Santchou), 23/03/2018	<i>Termitomyces tribasidiatus</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
16	DM 1726 MBP 336	CMR (Foumbot), 25/03/2018 RDC (Lubumbashi)	<i>Termitomyces letestui</i> faciès 1 Heim
17	DM 1727 MBP 337	CMR (Foumbot), 25/03/2018	<i>Termitomyces mboudaina</i> Mossebo
18	DM 1728 MBP 338	CMR (Santchou), 28/03/2018	<i>Termitomyces melongii</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
19	DM 1729 MBP 339	CMR (Santchou), 28/03/2018	<i>Termitomyces melongii</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
20	DM 1730 (MBP 340)	CMR (Santchou), 28/03/2018	<i>Termitomyces polycystidiatus</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
21	DM 1702	RDC (Lubumbashi), 8/11/2018	<i>Termitomyces congolensis</i> Metsebing & Mossebo sp. nov.
22	DM 563 A (MBP 122)	CMR (Santchou) 15/11/15 RDC (Kinsatus) 16/01/2018	<i>Pleurotus tuber-regium</i> Singer (basidiocarpe)
23	DM 563 B (MBP 122)	CMR (Santchou) 15/11/15 RDC (Kinsatus) 16/01/2018	<i>Pleurotus tuber-regium</i> Singer (sclérote)
Groupe II : POLYPORALES			
24	DM 184 A/B	CMR (Dja) 8/04/2001 ; (Nkongsamba) 18/08/1998.	<i>Phellinus extensus</i> (Lév.) Pat.
25	DM 998	CMR (Yaoundé) 02/04/2016 RDC (Luki) 18/01/2018	<i>Phellinus gilvus</i> (Schw.) Pat.
26	DM 1005	CMR (Yaoundé) 16/05/2015	<i>Phellinus senex</i> (Nees & Mont.) Imaz.
27	DM 1071	CMR (Yaoundé) 25/06/2017	<i>Phellinus pachyphloeus</i> Pat.
28	DM 668	CMR (Messa) Septembre 2016	<i>Coltricia fragilissima</i> (Mont.) Ryvarden
29	DM 1213 (MBP 255)	CMR (Santchou) 02/10/17	<i>Aporpium cameroonensis</i> Metsebing, Mossebo & Ryvarden sp. nov.
30	DM 1249 (MBP 322)	CMR (Santchou) 11/10/17	<i>Perenniporia nigra</i> Metsebing, Mossebo & Ryvarden sp. nov.

Tableau XIV. Comparaison des caractères macroscopiques et microscopiques de quelques Hymenochaetaceae (*Phellinus* spp. et *Coltricia*)

Espèces		<i>Phellinus extensus</i>	<i>Phellinus gilvus</i>	<i>Phellinus pachyphloeus</i>	<i>Phellinus senex</i>	<i>Coltricia fragilissima</i>	Remarques
Caractères							
Caractères macroscopiques	Fructification	Pérenne, solitaire, consistance dur à l'état sec	Pérenne, dur, solitaire, imbriqué, plané, faiblement coriace sur spécimens minces, ferme, ligneux et solides sur les spécimens épais	Pérenne, solitaire, anguleux à plané, largement attaché, effusé-réfléchi à résupiné sur jeunes spécimens, consistance ferme à dur	Pérenne, solitaire à imbriqué, 3-15 cm de large et de long, 0.3-2 cm d'épaisseur, consistance coriace sur les spécimens minces, plus dur comme du bois sur les plus épais	annuels, stipulent latéralement au centre, plat à infunbulidiformes, atteignant 8,5 cm de diamètre et 3 cm d'épaisseur à la base, probablement coriaces quand ils sont frais, cassant lorsqu'ils sont secs	pérennes et ferme tant chez toutes les espèces de <i>Phellinus</i> que chez <i>C. fragilissima</i>
	Forme du chapeau	dimidié, conchate à plané, d'environ 5 cm de large, 7 cm de long et 0.7 cm d'épaisseur	dimidié à semi-circulaire, d'environ 14 cm de large et 8 cm de diamètre, 3-20 mm d'épaisseur vers la base, plat à faiblement convexe	Chapeau dimidié, d'environ 25 cm de diamètre, 45 cm de large et 10 cm d'épaisseur	dimidié, à semi-circulaire, plat ou faiblement convexe, tomenteux et faiblement velouté dans des zones sulcates concentrique étroites, fauve, ferrugineux, puis châtaignier, généralement plus pâle vers les marges	plat à infunbulidiformes, atteignant 8,5 cm de diamètre et 3 cm d'épaisseur à la base	dimidié chez les <i>Phellinus</i> , mais plat et infunbulidiformes chez <i>C. fragilissima</i>
	Pied	largement attaché au substrat	largement attaché à reflexe épuisé	sessile ou occasionnellement avec base en forme de tige	large à étroitement attaché	court et dilaté tant vers la base que vers le pileus, 5-30 mm de diamètre, 2-6,5 cm de long, rouille foncé à cannelle, velouté finement accentué, probablement presque lisse avec l'âge lorsque les hyphes supérieurs s'agglutinent, lisse à légèrement irrégulier, solide et non stratifié	- large chez <i>P. extensus</i> et <i>P. gilvus</i> et <i>C. fragilissima</i> - court chez <i>P. pachyphloeus</i> - large et étroit chez <i>P. senex</i>
	Face supérieure du chapeau	à noirâtre, d'abord couvert d'une fine couche de tomentum sur	jaune d'or à la cannelle vers la marge sur jeunes spécimens,	, d'abord finement velouté à emmêlé, fauve pâle à brun terne, puis glabre, brun foncé,	velouté dans des zones sulcates concentrique étroites, fauve, ferrugineux, puis	azonée, cannelle brun foncé, velouté, à la croissance velouté presque glabre avec l'âge, lisse à légèrement	de couleur variable chez les <i>Phellinus</i> et chez <i>C. fragilissima</i>

Caractères macroscopiques	Face supérieure du chapeau	laquelle se trouve une cuticule sombre et épaisse distincte, plus ou moins glabre vers les zones concentriques,	assombrissant à fusceux, baie à châtain clair, de teinte rougeâtre distincte vers la base sans croûte, glabre, lisse, finement à densément verruqueux ou à faible protubérances irrégulières,	grisâtre à noirâtre à la base, généralement sulcate à rugulose vers les zones concentriques, sur spécimens matures et sur spécimens secs à fissurations irrégulières	châtaignier, généralement plus pâle vers les marges.	pliée radialement, également avec des protubérances éparses et des petites piqures ;		
	Face inférieure du chapeau	Fauve	fauve à fusceux, généralement avec teinte violacée	fauve grisâtre à brun cannelle, sur plusieurs spécimens africain avec un teint olivâtre, parfois décoloré ou envahi par d'autre champignons	fauve, ferrugineux et presque baie	brun avec un briquet étroit, bord stérile	de couleur variable chez <i>P. gilvus</i> <i>P. pachyphloeus</i> , <i>P. senex</i> et <i>C. fragilissima</i> , mais fauve chez <i>P. extensus</i> .	
	Marge	légèrement à fortement obtus, entièrement ou faiblement lobées	mince à légèrement épaisse, aigue à émousser	Marge entières, épais à obtus parfois velouté et brun pâle à jaune d'or sur spécimens en croissance active	Marge mince à faiblement épaisse, aigue à obtus, entièrement ou faiblement lobée et incisée, stérile, généralement plus pâle que le reste de la surface des pores		entière à ondulée, mince et déflexée, au moins chez les spécimens secs	- épaisse chez <i>P. extensus</i> et <i>P. pachyphloeus</i> , - mince chez <i>P. gilvus</i> , <i>P. senex</i> et <i>C. fragilissima</i> ,
	Pores	ronds et petits, 7-10 (11) par mm	ronds et réguliers, 5-7 par mm	petits et ronds, 8-10 par mm	fauve, ferrugineux et presque baie, rondes et petites, 7-11 par mm, généralement invisibles à l'œil nu		angulaires et à paroi mince, souvent décurrents sur le stipe, 2-4 par mm	ronds chez les <i>Phellinus</i> et anguleux chez <i>C. fragilissima</i>
	Dissépiments	entiers et plutôt épais	entières et relativement épais	entiers et équitablement épais	minces et entières		Non signalé	uniquement chez <i>Phellinus</i>

Caractères macroscopiques	Tubes	généralement en monocouche, distinctement stratifié, jusqu'à 2 mm de long	plus fauve à ferrugineux, en monocouche ou dans plusieurs strates, chaque couche mesurant 2-5 mm d'épaisseur	fauves à brun foncé, d'environ 9 cm de long, distinctement et indistinctement stratifiées en couches de 2-15 mm d'épaisseur, non séparés par une couche de contexte interposant	concolores avec la surface des pores ou plus fauve, stratifiés chez les grands spécimens, les couches atteignent 4 mm d'épaisseur, parfois séparées par une couche mince dans le contexte donnant une stratification peu distincte	concolores, atteignant 3 mm de profondeur	- en monocouches chez <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> et <i>C. fragilissima</i> - stratifiés en plusieurs couches chez <i>P. pachyphloeus</i> et <i>P. senex</i>
	Contexte	fauve à brun rougeâtre	fauve à cannelle, brillante, d'environ 7 mm d'épaisseur, mais généralement 2-3 mm, homogène	fauve à brun foncé, virant au noir dans le KOH, généralement non contrasté avec les tubes, 0,3-2 cm d'épaisseur, dur, homogène, parfois avec des filaments de mycélium blanc à la base	fibreux, fauve luisant, ferrugineux à baie, généralement mince, 1-3 (5) mm, de même couleur et plus profonde que les tubes en section.	homogène, cannelle à brun doré, assez denses, atteignant 20 mm d'épaisseur vers le stipe, environ 2 mm au bord	de couleur variable, mais fibreux chez <i>P. senex</i> , noir dans le KOH chez <i>P. pachyphloeus</i>
	Cuticule	sombre et épaisse, fibreux et luisant, jusqu'à 5 mm d'épaisseur	basale sur des spécimens matures	brun foncé à noir résineux, 0,2-2 mm d'épaisseur	absent, mais quelquefois des lignes plus sombres dans le contexte peuvent être observées sous le tomentum représentant une couche avec des hyphes plus étroitement entrelacés	Non signalée	présent chez <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> et <i>P. pachyphloeus</i> , absent chez <i>P. senex</i> et <i>C. fragilissima</i> ,
Caractères microscopiques	Système d'hyphes	Dimitique	dimitique	dimitique	dimitique	monomitique :	dimitique chez les <i>Phellinus</i> et monomitique chez <i>Coltricia</i>
	Hyphes générateurs	dans les tubes hyalines à jaune pâle, à paroi mince à faiblement	dans les tubes et contexte hyalins à jaune pâle, à paroi mince à légèrement	à cloisons simples, à paroi mince, hyaline à jaune pâle, 1,5-4 (5) μ m de diamètre,	à cloisons simples, hyaline à paroi mince, 2-3 μ m de diamètre, séparément ramifiés,	hyalins, brun doré ou rouille et avec cloisons simples, moyennement ramifiés, cassant, se cassent	Hyphes générateurs ramifiés, cloisonnés et à

Caractères microscopiques	Hyphes générateurs	épaisse, cloisons simples, 2-3,5 (4) µm de diamètre, séparément ramifiés, jaune foncé et légèrement plus large dans le contexte	épaisse, cloisons simples, peu ramifiés, 2-3 µm de diamètre, souvent effondré	parfois partiellement effondré.	facile à démontrer à la fois dans les tubes et le contexte	facilement dans les préparations microscopiques, larges de 3,5-5 µm dans l'hyménium, larges jusqu'à 10 µm dans le contexte du stipe	paroi mince chez <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> , <i>P. senex</i> et <i>C. fragilissima</i> , mais uniquement cloisonnés chez <i>P. pachyphloeus</i> .
	Hyphes squelettiques	Dominant dans l'ensemble de la fructification, jaune à baie, 3-5 µm d'épaisseur dans les dissépinements, 4- 7 (9) µm dans le contexte	jaune à baie, à paroi plus épaisse, d'environ 5 µm de diamètre dans les tubes et plus épais dans le contexte	abondants à la fois dans les dissépinements et dans le contexte, jaunes à baie, à paroi légèrement épaisse, 4-6 µm de diamètre	abondant et jaune à baie, paroi épaisse à presque solide, 2,5-3, (4) µm de diamètre	Absents	paroi épaisse chez les <i>Phellinus</i> et absents chez <i>Coltricia</i>
	Tomentum	complètement dominé par des hyphes squelettiques jaune à baie d'environ 5 µm de diamètre (face inférieure)	Non signalé	(face supérieure)	assez persistant, spécialement vers les marges des spécimens matures, brun foncé et partiellement glabre, parfois couvert par des algues vertes ou mousses à la base (face supérieure)	Non signalé	signalé uniquement chez <i>P. extensus</i> , <i>P. pachyphloeus</i> et <i>P. senex</i>
	Soies hyméniales	ventrées, à paroi épaisse, aigues, 10- 25 x 5-9 µm	sombre ferrugineux, 20-45 x 6-11 µm, dépassant souvent l'hyménium	dépassant l'hyménium, à paroi épaisse, brun pâle à ferrugineux, aigues, parfois enflé à la base, 13-35 x 5-12 µm, droits ou courbés à la base d'un petit groupe	droites à paroi épaisse, acuminé, 15-30 (40) x 5-9, souvent enflé près de la base	Absentes	présents chez les <i>Phellinus</i> et absents chez <i>Coltricia</i>
	Hyphes sétules	Absents	Absents	aigus, brun foncé dans les dissépinements, d'environ 900 µm de long et 32 µm de diamètre	Absents	Absents	présents uniquement chez <i>P. pachyphloeus</i>

Caractères microscopiques	Spores	globoses, jaune pâle à brun, à paroi légèrement épaisse avec l'âge, 3-4 µm de diamètre	oblongues à étroitement ellipsoïdes, hyalines à jaune pâle, lisses et à paroi mince, 4-5 x (2,7) 3-3,5 (4) µm souvent partiellement effondrées	globoses à ellipsoïdes, à paroi mince et lisse, d'abord hyalines, puis jaune pâle, 4,5-6 x 4-5,5 µm, non amyloïdes	largement ellipsoïdes, 4,5-6 x 5-9 µm, à paroi mince et lisse, souvent avec une large goutte d'huile, hyalines à jaune pâle avec l'âge et un peu à parois épaisse, les hyalines étant en moyenne plus petits que les jaunes	oblongues à ellipsoïdes, hyalines, non amyloïdes, lisses et à paroi mince, 4-5,5 (6) x 3-3,5 µm	globoses chez <i>P. extensus</i> et <i>P. pachyphloeus</i> ; oblongues chez <i>P. gilvus</i> et <i>C. fragilissima</i> et largement ellipsoïdes chez <i>P. senex</i>
Habitat		Sur angiospermes mort	Sur angiospermes vivants et morts	Sur angiospermes et gymnospermes vivants et morts et racines durs	Sur bois mort	Sur bois brûlé et dans les lieux de feu.	Saprophytes et parasites
Distribution		Probablement pantropical	Pantropical et dans les parties les plus chaudes des zones tropicales, commun en Afrique de l'Est	très répandues en Asie du sud, en Australie et en Afrique. Présent aussi au Kenya, en Tanzanie et au Malawi	Pantropicale en Afrique et semble être répandu et communs au Sud du Sahara et en Afrique du Sud	En Amérique uniquement en Guyane française et au Venezuela. En Afrique : Sierra Leone, Nigéria et Cameroun	Espèces pantropicales

III.1.2.2. Chimiotaxonomie

III.1.2.2.1. Phytochimie des Macromycètes

III.1.2.2.2. CCM des extraits naturels bruts

Les extraits naturels bruts à l'hexane et au chloroforme de 11 espèces de Macromycètes dont 8 *Phellinus* parmi lesquels 4 (A₁) clairement identifiés *P. extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex* (DM 184A/B, DM 998, DM 1071 et DM 1005) ; 4 (A₂) non identifiés et en l'occurrence *Phellinus* sp5., *Phellinus* sp6., *Phellinus* sp7., *Phellinus* sp8. (DM 703, DM 1069, DM 1071 et DM 1588), *C. fragilissima* (A₃, DM 668) *P. tuber-regium* (A₄, DM 563A/B) et *P. sajor-caju* (A₄, DM 1150) montre au regard des facteurs de Retardement (Rf) plusieurs composés fluorescents distincts en lumière ultraviolet 364 nm (Fig. 79 A/B).

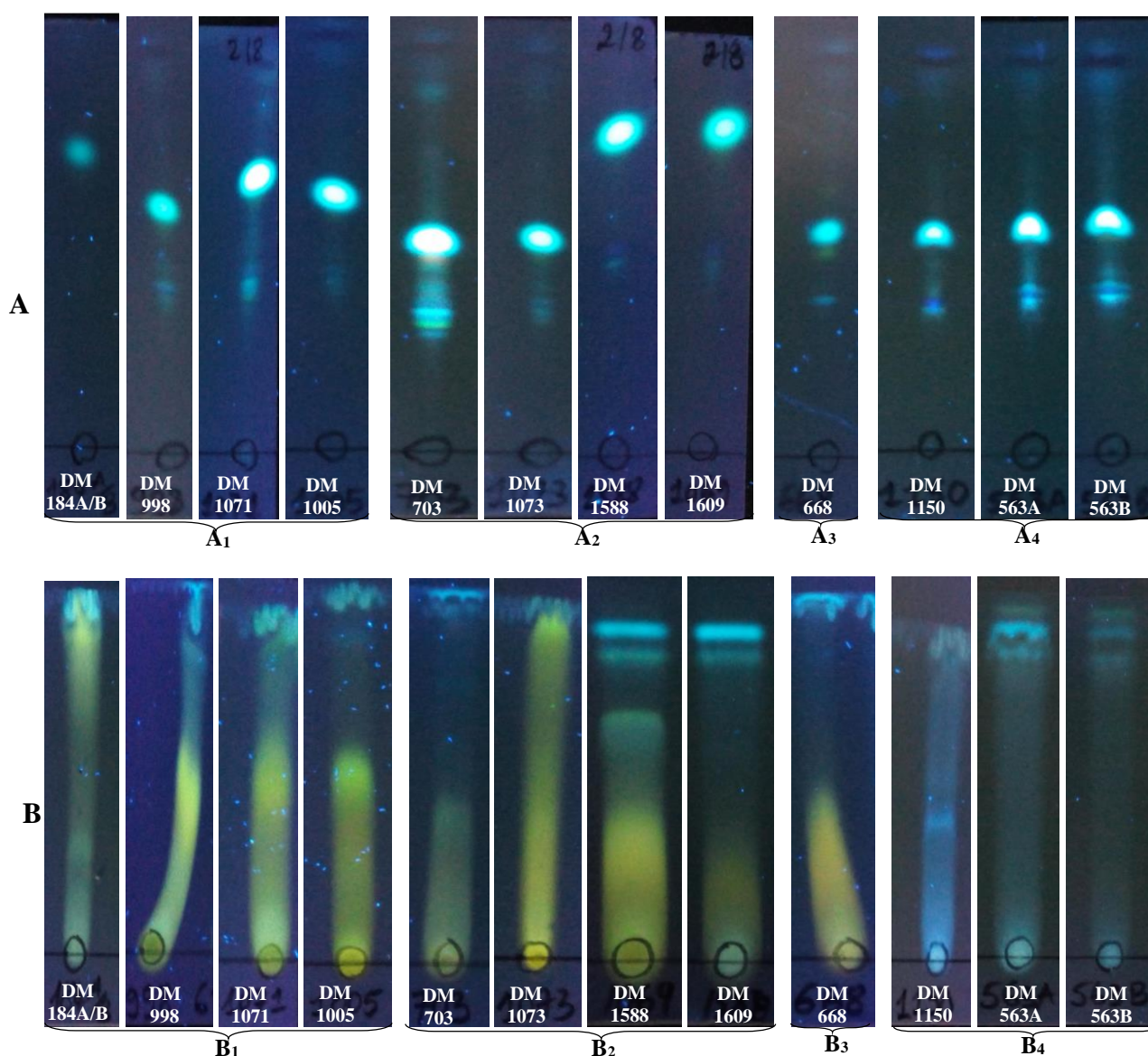


Fig. 79. CCM des extraits bruts des Hymenochaetales et des Pleurotales. A. Extraits bruts à l'hexane, B. Extraits bruts au chloroforme.

Les extraits à l'hexane de DM 1005, DM 1588 et DM 1069 ; de DM 184A/B, DM 998 et DM 668 ont respectivement un même constituant. Les extraits de DM 1071, DM 703 et DM 1073 ; DM 1150 et DM 563A/B présentent plusieurs tâches de fluorescence avec cependant une grande teneur en composés fluorescents dans l'extrait de DM 703.

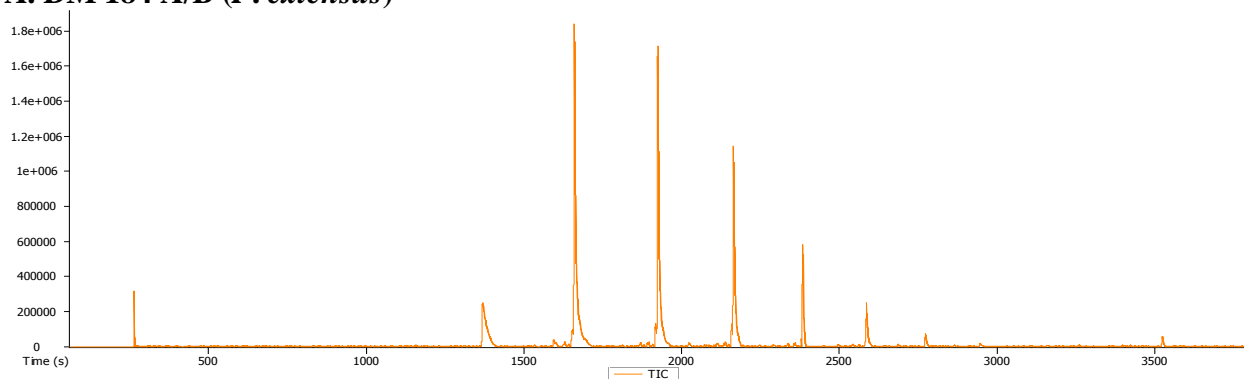
Les extraits au chloroforme (B) de tous les spécimens montrent des tâches de fluorescences identiques respectivement de couleur jaunes chez les Hymenochaetales (B₁, B₂, B₃) et variable chez les Pleurotales (B₄).

III.1.2.2.3. GC-MS des extraits naturels bruts

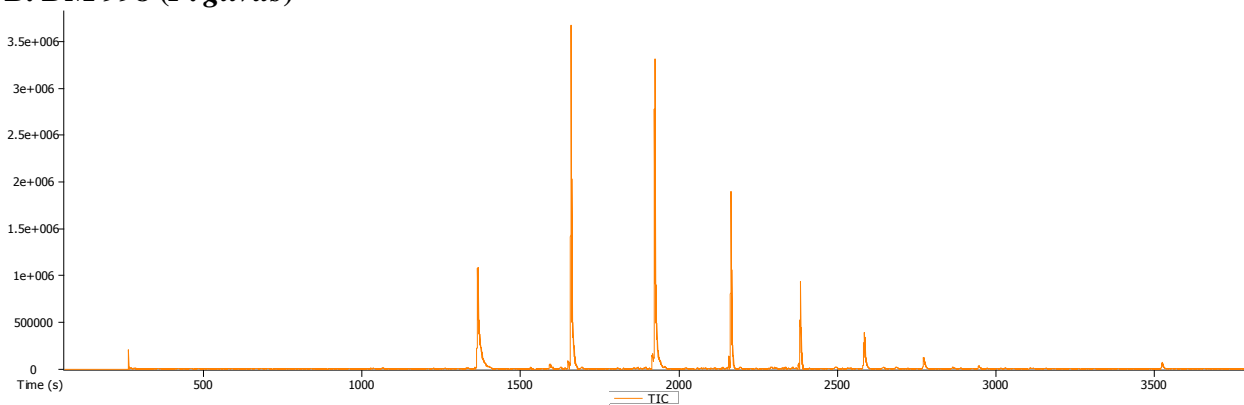
L'analyse GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane et au chloroforme de *P. extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex* ; *Phellinus* sp5., *Phellinus* sp6., *Phellinus* sp7., *Phellinus* sp8., *C. fragilissima*, *P. tuber-regium* et *P. sajor-caju* montre de nombreux composés chimiques appartenant aux classes chimiques des alcanes, alcènes, alcools, acides gras et esters. Le chromatogramme GC-MS donne les concentrations relatives des différents composés élués en fonction de leur temps de rétention (Fig. 80/81, Annexe 1). L'identification des composés a été faite en comparant leurs spectres de masse et indices de rétention à ceux des composés existant dans la bibliothèque NTIS. Les différents composés chimiques connus et identifiés pour chaque espèce sont donnés dans les sections I et II des tableaux XV et XVI. Le tableau XV donne une analyse comparative des composés des espèces de la famille des Pleurotales (*Pleurotus tuber-regium* et *Pleurotus sajor-caju*) et le tableau XVI une analyse comparative des espèces de la famille des Hymenochaetales (*Phellinus* spp et *Coltricia fragilissima*). Le "Oui" indique que le composé est présent dans l'extrait brut et le "Non" indique que le composé est absent dans l'extrait brut.

Pour *Pleurotus tuber-regium*, tous les composés chimiques présents dans l'extrait brut à l'hexane (Section I) du carpophore (DM 563A) sont retrouvés dans l'extrait brut à l'hexane du sclérote (DM 563B). Cependant, l'extrait brut du sclérote (DM 563B) présente plus trois composés chimiques (561-563) absents dans l'extrait brut du carpophore (DM 563A). Il s'agit de platinum, bis[(1,2,3- η)-2-méthyl-2-propenyl](triméthylphosphine)- ; hexanal-2-d, 2-éthyl- et dasycarpidan-1-méthanol, acétate (ester). Pour ce qui est de *Pleurotus sajor-caju*, on note 25 composés chimiques (564-588 : Tableau XV/Section I) absents chez cette espèce mais présents chez *Pleurotus tuber-regium*. Toutefois, elle contient 9 composés chimiques (589-597) absents chez *Pleurotus tuber-regium*.

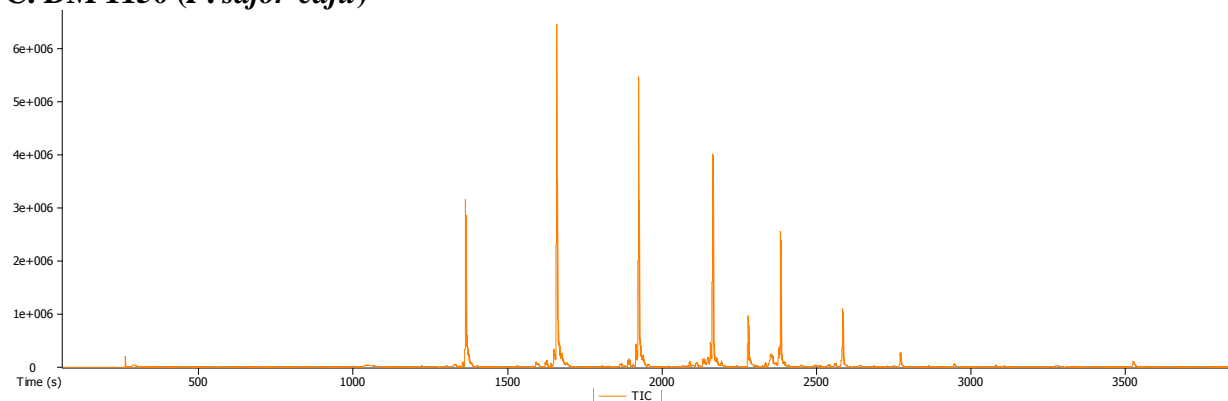
A. DM 184 A/B (*P. extensus*)



B. DM 998 (*P. gilvus*)



C. DM 1150 (*P. sajor-caju*)



D. DM 563 A (*P. tuber-regium*, basidiocarpe)

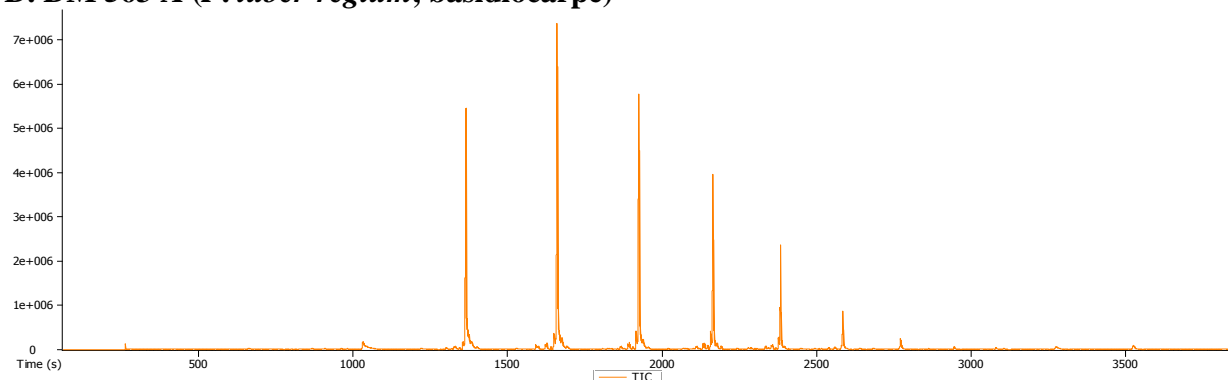
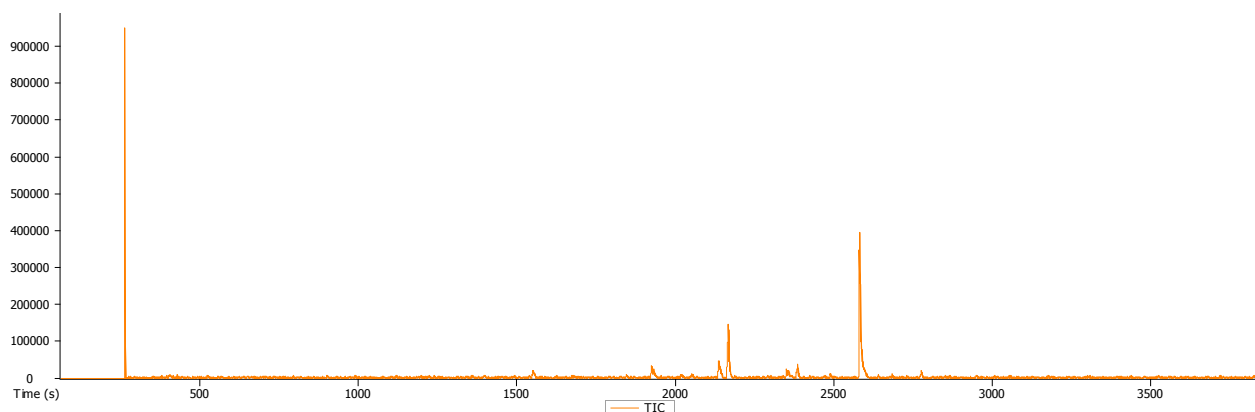
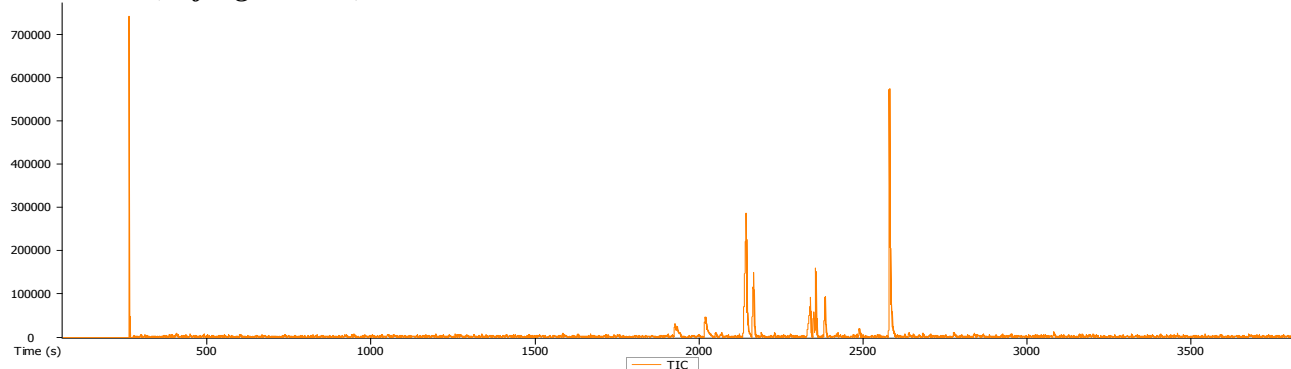


Fig. 80. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae étudiés

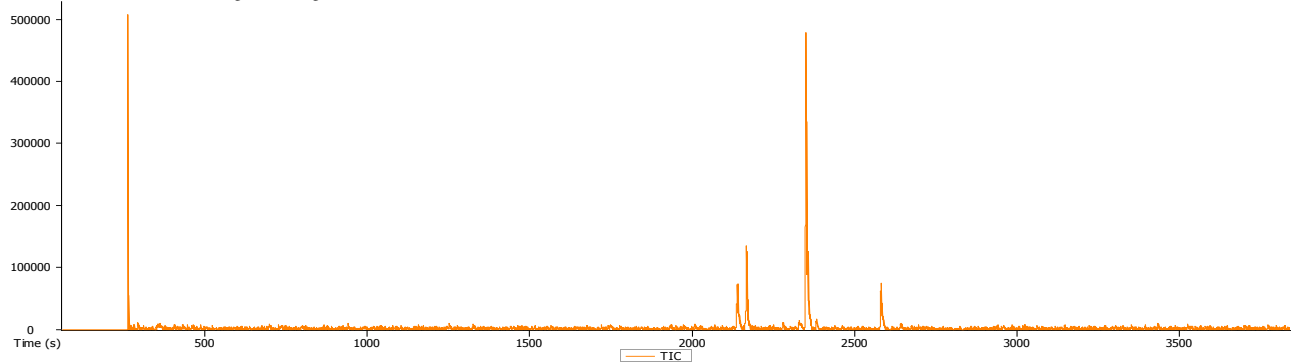
1. DM 184 A/B (*P. extensus*)



2. DM 668 (*C. fragilissima*)



3. DM 1150 (*P. sajor-caju*)



4. DM 563 A (*P. tuber-regium*, basidiocarpe)

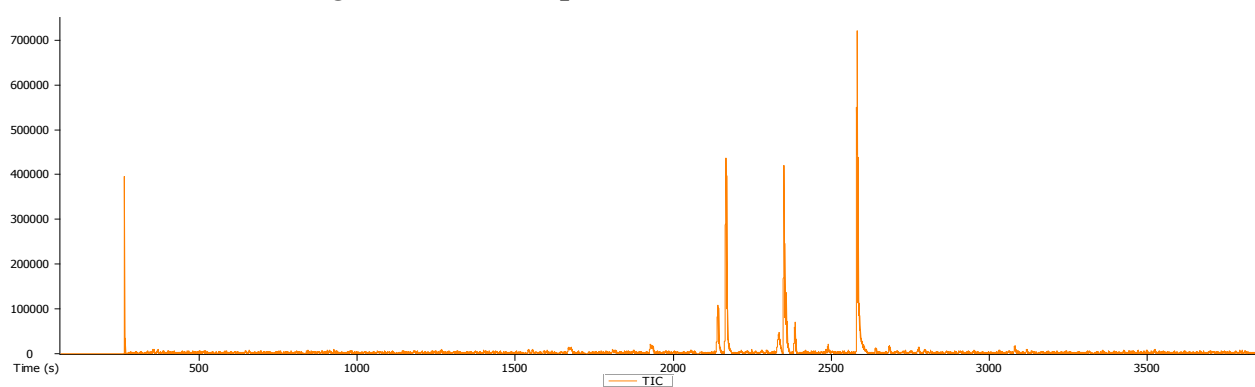


Fig. 81. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts au chloroforme de quelques Hymenochaetaeae et Pleurotaceae étudiés

De même, tous les composés chimiques (1-39) présents dans l'extrait brut au chloroforme (Tableau XV/Section II) du carpophore (DM 563A) sont retrouvés dans l'extrait brut au chloroforme du sclérote (DM 563B) de *Pleurotus tuber-regium*. Par contre, *Pleurotus sajor-caju* contient également tous ces composés chimiques exceptés le 2-Tridécène, 1-bromo-2-chloro-1,1-Difluoro-, (Z)- et le 1-Pentadécène (37 et 38). L'extrait brut au chloroforme du sclérote (DM 563B) renferme en plus 4 autres composés chimiques (39-42) notamment : 2H-inden-2-one, octahydro-3a-phényl-, oxime, trans- ; Nitrogène fluoride (N₂F₂), (Z)- ; 1-Propylmethylamine et 2,5-Dimethoxy-3,4,6-triméthylbenzyl alcool totalement absent dans l'extrait brut au chloroforme du carpophore (DM 563A) de *Pleurotus tuber-regium*. Par ailleurs, *Pleurotus sajor-caju* renferment en plus par rapport à *Pleurotus tuber-regium* 5 composés chimiques (43-47), notamment (R)- Tétrahydro-5-oxofuran-2- acide acétique ; acide décanoïque ; 8-Méthyl-, méthyl ester, acide Phthalique, cyclobutyl isobutyl ester ; 9,12- acide Octadecadienoïque, méthyl ester, (E,E)- ; 1,1-Diméthylidiborane-D₄. Ajoutés au composés 37 et 38, ces composés chimiques constituent la principale différence entre *Pleurotus tuber-regium* et *Pleurotus sajor-caju*. Ces différents composés chimiques identifiés par GC-MS dans les extraits bruts au chloroforme et à l'hexane constituent la carte phytochimique de ces deux espèces et peuvent servir d'études chimiotaxonomiques de base.

La composition phytochimique de *Pleurotus sajor-caju* est très proche de celle du carpophore que du sclérote de *Pleurotus tuber-regium* et le sclérote est plus riche en composés chimiques que le carpophore. On peut conclure sur la base de ces résultats que la présence ou l'absence de certains composés chimiques ici et là permet de clairement distinguer *Pleurotus tuber-regium* de son sclérote d'une part et *P. tuber-regium* de *Pleurotus sajor-caju* d'autre part et ces données chimiotaxonomiques sont en parfaite cohérence avec les données connues de la taxonomie conventionnelle des 2 espèces

Pour ce qui est des Hymenochaetaceae, on note la présence dans l'extrait à l'hexane (Tableau XVI/Section I) de toutes les espèces (*P. extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, DM 703, DM 1069, DM 1073, DM 1588 et *C. fragilissima*) les composés chimiques 1 à 20. En revanche, *P. extensus* contient à lui seul 3 composés (21-23), *P. gilvus* 1 composé (Dibutyl phthalate) et en commun avec le DM 1069, DM 1073 et DM 1588 le composé chimique Phénol, 2,4-bis(1,1-diméthylethyl)-, *P. pachyphloeus* et *P. senex* ne contiennent aucun autre composé que les 20 communs à tous les Hymenochaetaceae en général, DM 703 contient à lui seul 4 composés (26-29), DM 1073 2 composés (30 et 31) et DM 1588 4 composé (32-35). La composition chimique de DM 1069 est très proche de celle de *P. gilvus* (DM 998).

Dans l'extrait au chloroforme (Tableau XV/Section II) de *P. extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, DM 703, DM 1069, DM 1073 et DM 1588, on note les composés chimiques 1 à 12. L'extrait brut de *C. fragilissima* contient parmi ces 12, 3 composés chimiques (9, 11 et 12). Cependant, *P. gilvus* contient à lui seul 3 composés (13-15), *P. pachyphloeus* 3 composés (16-18) et en commun avec DM 1069, acide Hexadecanoïque, éthyl ester, DM 1588 contient à lui seul le Butane, 1,4-dichloro- et *C. fragilissima* les composés chimiques 21 à 42. La composition chimique de l'extrait brut au chloroforme de *P. extensus*, *P. senex* et DM 1073 est identique. De manière générale, DM 1069 est très proche de DM 1005 (*P. senex*). DM 703, DM 1073 et DM 1588 étant différents des autres par leur composition chimique (Fig. 82).

On peut également chez les Hymenochaetaceae et sur la base de ces résultats conclure que quelques composés chimiques identifiés ici et là permettent de rapprocher entre eux les espèces d'Hymenochaetaceae qui partagent en commun certaines molécules et d'autre part d'établir les différences claires entre les espèces du même genre de cette famille. Ici également, ces données sont en parfaite concordance avec les ressemblances et les différences entre ces espèces telles que établies par la taxonomie conventionnelle.

On peut aussi relever que, plusieurs composés identifiés par GC-MS dans les extraits bruts ont des vertus thérapeutiques et pharmacologiques avérées (Tableau XVII) et peuvent après purification servir de principes actifs dans la fabrication de nouveaux médicaments plus efficaces et moins coûteux contre certaines pathologies humaines.

Tableau XV. Comparaison des composés présents (Oui)/Absents (Non) dans les extraits naturels bruts à l'hexane de *Pleurotus tuber-regium* (Carpophore et Sclérote) et *Pleurotus sajor-caju*.

- Composés communs à *Pleurotus tuber-regium* et *Pleurotus sajor-caju* (Section I et II)
- Composés présents uniquement chez *Pleurotus tuber-regium* (Section I et II)
- Composés présents uniquement chez *Pleurotus sajor-caju* (Section I et II)
- Composés présents uniquement dans le sclérote de *Pleurotus tuber-regium* et chez *Pleurotus sajor-caju* (Section II)
- Composés présents uniquement dans le sclérote de *Pleurotus tuber-regium* (Section II)

Section I = Extrait naturels bruts à l'hexane

Section II : Extraits naturels bruts au chloroforme.

Section I : Extraits bruts à l'hexane				
N°	Composés	<i>Pleurotus tuber-regium</i>		<i>Pleurotus sajor-caju</i>
		Carpophore (DM 563A)	Sclérote (DM 63B)	
1	Thiophene, 2,5-dihydro-, 1,1-dioxyde	Oui	Oui	Oui
2	3-Pentanamine	Oui	Oui	Oui
3	1-Chlorooctylacetate	Oui	Oui	Oui
4	N-(3,4,4-Triméthyl-1,2-dioxéthane-3-yl)-méthoxycarbonyl)glycine	Oui	Oui	Oui
5	3,4-Hexadiène-6,6,6-d3-1-ol	Oui	Oui	Oui

6	Carbamic acid, methyl ester	Oui	Oui	Oui
7	Tetrahydro-2-methoxy-2-[13c]-pyran	Oui	Oui	Oui
8	Benzenemethanol, à-[1-(diphenylphosphinyl)-3-methylbutyl]-, (R*,R*)-(+.-)-	Oui	Oui	Oui
9	Butanal, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui
10	1,4-Pentanediamine, n1,n1-diethyl-	Oui	Oui	Oui
11	5-Chloro-6,6,6-trifluoro-2,2-dimethyl-4-hexen-3-one	Oui	Oui	Oui
12	1-propen-1-one	Oui	Oui	Oui
13	Molybdenum, [(1,2,3,3a,7a-ü)-2-methoxy-1h-inden-1-yl]bis(ü3-2-propenyl)-	Oui	Oui	Oui
14	1,3-Propanediamine, n,n'-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
15	2,2,3,3,4,4,4-Heptafluorobutanamide	Oui	Oui	Oui
16	(4s)-2,2,3,4,6,6-Heptadeuterio-4-methylcyclohexanone	Oui	Oui	Oui
17	1-(Vinylsulfanyl)ethylene	Oui	Oui	Oui
18	2-Decyl-3-methoxyoxetane	Oui	Oui	Oui
19	2,3-Dihydro-3,5-dimethyl-4h-pyran-4-one	Oui	Oui	Oui
20	3-Cyclohexen-1-ol, 3-(3-hydroxy-3-methyl-1,4-pentadienyl)-2,2,4-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
21	2,5-Furandione, dihydro-	Oui	Oui	Oui
22	3,3-Dimethyl-2,4-pentane dione	Oui	Oui	Oui
23	7,7a,14,14a-Tetrahydro-7-hydroxydibenzo[de,mn]naphthacene	Oui	Oui	Oui
24	2(3h)-Furanone, 4-(acetyloxy)dihydro-3-methyl-, cis-	Oui	Oui	Oui
25	2(s)-Hydroxy-ç-butyrolactone	Oui	Oui	Oui
26	Cyclobutanecarboxylic acid, 2-(aminomethyl)-, trans-	Oui	Oui	Oui
27	3-Aminoheptane	Oui	Oui	Oui
28	Azetidine, 1-nitroso-	Oui	Oui	Oui
29	Naphtho[2',1':4,5]thieno[2,3-c]quinoline, 6-chloro-	Oui	Oui	Oui
30	1,1-Dideuterio-2-methyl-1-propene	Oui	Oui	Oui
31	2,5,7,10-Tetraoxa-6-(methoxymethyl)undecane	Oui	Oui	Oui
32	Thiophene	Oui	Oui	Oui
33	N-(4-aza-1,4-ethano-cyclohexyl)-azathiothrene	Oui	Oui	Oui
34	1,2-Ethanediamine, n,n'-diethyl-	Oui	Oui	Oui
35	2-Methoxyethyl ester of formic acid	Oui	Oui	Oui
37	1-Propanol, 3-(dimethylamino)-, acetate (ester)	Oui	Oui	Oui
38	6,10-Undecadien-5-ol, 11-phenyl-, (e,e)-(+.-)-	Oui	Oui	Oui
39	Bicyclo[4.2.0]oct-2-en-7-one-8-d, 8-(2-thienyl-5-d)-	Oui	Oui	Oui
40	8,13-cyclo-18-nor-8,14-secodammara-7,14,24-trien-26-oic acid, 17-methyl-3,23-dioxo-, methyl ester, (9á,13r,17à,24e)-	Oui	Oui	Oui
41	1-(n-Isopropyl)imino-2-butanone	Oui	Oui	Oui
42	4-Nonene, 5-methyl-	Oui	Oui	Oui
43	Eicosyltrichlorosilane	Oui	Oui	Oui
44	6-Tetradecene, (e)-	Oui	Oui	Oui
45	N-Tridecan-1-ol	Oui	Oui	Non
46	24.10 Tetradecene<1->	Oui	Oui	Oui
47	6h-Dibenzo[b,d]pyran-1,8-diol, 6a,7,8,9,10,10a-hexahydro-6,6-dimethyl-9-methylene-3-pentyl-	Oui	Oui	Oui
48	Decane, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui
49	1h-Pyrazole, 4,5-dihydro-3,5,5-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
50	2-Undecen, 7-methyl-, cis=trans	Oui	Oui	Oui
51	4-Undecene, 5-methyl-, (z)-	Oui	Oui	Oui
52	3-Undecene, 9-methyl-, (z)-	Oui	Oui	Oui
53	7-Hexadecene, (z)-	Oui	Oui	Oui
54	Cyclopropane, octyl-	Oui	Oui	Oui
55	1,3-Imidazole-5-carboxaldehyde	Oui	Oui	Oui
56	Ethanamine, 2-(methylseleno)-	Oui	Oui	Oui
57	Hydroiodide of 1-iodohemiloline	Oui	Oui	Oui
58	Benzenemethanol, à-[1-[(1-methylethyl)amino]ethyl]-, [r-(r*,s*)]-	Oui	Oui	Oui
59	16,28-Secosolanid-22-ene-3,16-diol, 28-methyl-, (3á,5à,16à)-	Oui	Oui	Oui
60	1-Hexanol, 2-ethyl-	Oui	Oui	Oui
61	1,2-Benzenedicarboxylic acid, didecyl ester	Oui	Oui	Oui
62	5-Methyl-1-heptanol	Oui	Oui	Oui
63	1-Docosene	Oui	Oui	Oui
64	1-Acetyl-1-iodocyclopentane	Oui	Oui	Oui
65	2-Undecene, 3-methyl-, (z)-	Oui	Oui	Oui

66	4h-1,2,4-Triazole-3-thiol, 4-benzyl-5-methyl-	Oui	Oui	Oui
67	(+)-5,8-Dimethoxy-2,3-epoxy-2-(1'-hydroxyethyl)-1,2,3,4-tetrahydronaphthalene	Oui	Oui	Oui
69	Pimelic acid diethyl ester	Oui	Oui	Oui
70	(z)-1,4-bis(trimethylsilyl)but-2-ene	Oui	Oui	Oui
71	2-Methyl-1,3-oxathiolane	Oui	Oui	Oui
72	Butanamide, n-(aminothioxomethyl)-2-ethyl-	Oui	Oui	Oui
73	1-Heptene	Oui	Oui	Oui
74	Ethanethioamide, n-(dimethylboryl)-	Oui	Oui	Oui
75	1,1-bis(trimethylsilyl)-2-methyl-1-(phenylthio)-4-pentanone	Oui	Oui	Oui
76	2,4,6-Trimethyl-1,3,5-dioxothiane	Oui	Oui	Oui
77	Hydrazinecarbothioamide	Oui	Oui	Oui
78	5-Heptyn-1-ol, 7-(trimethylsilyl)-	Oui	Oui	Oui
79	Formic acid, methyl ester	Oui	Oui	Oui
80	2-Amino-1,3-propanediol	Oui	Oui	Oui
81	4a,1-(Epoxymethano)-7,9a-methanobenz[a]azulene, gibb-3-ene-1,10-dicarboxylic acid deriv.	Oui	Oui	Oui
82	(s)(+)-Tert-leucinol	Oui	Oui	Oui
83	2h-1,2-Oxazine, 6-(4-chlorophenyl)tetrahydro-2-methyl-	Oui	Oui	Oui
84	Dieldrin	Oui	Oui	Oui
85	5-(1,3-Dithian-2-yl)pentacyclo[5.4.0.0(2,4).0(3,9).0(6,8)]undec-10-en-9-ol	Oui	Oui	Oui
86	Hexadecanoic acid, 1a,2,5,5a,6,9,10,10a-octahydro-5,5a-dihydroxy-4-(hydroxymethyl)-1,1,7,9-tetramethyl-11-oxo-1h-2,8a-methanocyclopenta[a]cyclopropa[e]cyclododecen-6-yl ester, [1a-, 2a-, 5a, 5aa, 6a, 8aa, 9a, 10aa]-	Oui	Oui	Oui
87	3-(t-Butyl)-2-methoxy-2,5-dimethyl-3,4-hexadiene-	Oui	Oui	Oui
88	N-acetylenediamine	Oui	Oui	Oui
89	Formic acid hydrazide	Oui	Oui	Oui
90	Urea, n-(1,2-dimethoxy-2-methylpropyl)-n'-(1,1-dimethylethyl)-	Oui	Oui	Oui
91	1-(4-Methoxyphenyl)-2-(3,5,6-trimethyl-2-pyrazinyl)ethanol #	Oui	Oui	Oui
92	2-[2-(5-Norbornenyl)oxy]-tetrahydropyran	Oui	Oui	Oui
93	2-Hexenoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
94	Methyl-4,6-o-furfurylidene-à-glucopyranoside	Oui	Oui	Oui
95	Guanidine, n''-(2-bromophenyl)-n,n,n',n'-tetramethyl-	Oui	Oui	Oui
96	4-Methyl-1-(2-methyl-1-oxoprop-2-yl)-2-[(2-trimethylsilyl)ethoxy]carbonylmethyl]-1,2-diazetid-3-one	Oui	Oui	Oui
97	Imidazole-4(5)-carboxaldehyde	Oui	Oui	Oui
98	N,o-bis(trimethylsilyl)-5-(aminomethyl)isoxazol-3-ol	Oui	Oui	Oui
99	(1rs,2rs,4sr,5sr)-6-Oxabicyclo[3.1.0]hexane-2,4-diol	Oui	Oui	Oui
100	Methyl formate	Oui	Oui	Oui
101	1-Butanamine	Oui	Oui	Oui
102	6,8,15,17-tetrahydro-5,18:9,14-diethenodibenzo[d,k][1,8]dithiacyclotetradecin (stereoisomer a) 7,7,16,16-tetraoxide	Oui	Oui	Oui
103	3h-1,2,4-triazole-3-thione, 2,4-dihydro-4-methyl-	Oui	Oui	Oui
104	3-Bromobicyclo[1.1.1]pentane-1-carboxylic acid	Oui	Oui	Oui
105	1-Azido-1-methoxypropane	Oui	Oui	Oui
106	1,6-Dioxaspiro[4.4]non-3-ene	Oui	Oui	Oui
107	1-Isopropoxy-2,7-octadiene	Oui	Oui	Oui
108	N-(Pent-4-ynyl)acetamide	Oui	Oui	Oui
109	2-(5-Methyl-3-oxo-4-hexenyl)-1,3-dioxolane	Oui	Oui	Oui
110	2-methyltetrahydrothiophen-3-one	Oui	Oui	Oui
111	Pentanoic acid, 3-methyl-	Oui	Oui	Oui
112	D-glycero-à-d-galacto-heptofuranose, 1,6-anhydro-, tetraacetate	Oui	Oui	Oui
113	Benzene, (2-methoxy-2-methylpropyl)-	Oui	Oui	Oui
114	2,5-Dimethyl-3r,4r-hexandiol	Oui	Oui	Oui
115	1,1,1-Trichloro-2-nonene	Oui	Oui	Oui
116	Decanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester	Oui	Oui	Oui
117	2,6,10-Dodecatrien-4-one, 2,7,11-trimethyl-, (e)-	Oui	Oui	Oui
118	1,4-Benzenediol, 2,5-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
119	Pentanoic acid	Oui	Oui	Oui
120	4-[Acetyloxy]-7-chloro-1-[[3-[dimethylamino]propyl]imino]-1,3,4,10-tetrahydroacridin-9-one	Oui	Oui	Oui
121	2-Oxonanone, 3-fluoro-4-(trimethylsilyl)-, (3r*,4s*)-	Oui	Oui	Oui

122	2-(2-Ethoxyethyl)cyclopentanone	Oui	Oui	Oui
123	N-acetyl-d-serine	Oui	Oui	Oui
124	Myo-inositol, 4-c-methyl-	Oui	Oui	Oui
125	3,5-Diethoxycarbonyl-2,6-di(p-nitrophenyl)pyridine	Oui	Oui	Oui
126	Formamide, n,n-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
127	Hydrazine, 1,2-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
128	(1sr,2rs,4sr,5rs)-6-oxabicyclo[3.1.0]hexane-2,4-diol	Oui	Oui	Oui
129	7-(Trimethylsilyl)-5-hepten-1-ol	Oui	Oui	Oui
130	Cyanothioacetamide	Oui	Oui	Oui
131	5,6-Dichloro-2,3-dicyano-1,4 bisdeuterio-oxy benzene	Oui	Oui	Oui
132	2,3-bis-[(t-butyl)dimethylsilylthio]butane (i)	Oui	Oui	Oui
133	Ethanone, 1-(4,5-dihydro-2-thiazolyl)-	Oui	Oui	Oui
134	Meso-2,2',3,3,3',3'-hexamethyl-2,2'-azobutanenitrile	Oui	Oui	Oui
135	Platinum, (ü5-2,4-cyclopentadien-1-yl)(ü3-2-propenyl)-	Oui	Oui	Oui
136	7-(Trimethylsilyl)-5-heptyn-1-ol	Oui	Oui	Oui
137	Bi(3-Cyclopentenyl)	Oui	Oui	Oui
138	Heptanoic acid	Oui	Oui	Oui
139	(1R,5S)-3-Methyl-3-azabicyclo[3.1.0]hexan-2-one	Oui	Oui	Oui
140	(15)n-Ammonium (15)n-thiocyanate	Oui	Oui	Oui
141	Acetamide, n-[1-(1,3-dithiolan-2-yl)-2-hydroxyethyl]-	Oui	Oui	Oui
142	1-Hexyl-2-nitrocyclohexane	Oui	Oui	Oui
143	1,2,4,5-Tetrazine	Oui	Oui	Oui
144	1-Acetoxy-n-nitrosodimethylamine	Oui	Oui	Oui
145	2h-1,2-Oxazine, tetrahydro-2-methyl-6-phenyl-	Oui	Oui	Oui
146	3-(Formyloxy)-2-hexanone	Oui	Oui	Oui
147	Bupranolol	Oui	Oui	Oui
148	7-Oxabicyclo[2.2.1]heptane-2,3-dicarboxaldehyde, (2-endo,3-exo)-	Oui	Oui	Oui
149	(E)-2-Butylbut-2-ene-1,4-diol	Oui	Oui	Oui
150	2,4-Dimethylcyclopent-4-ene-1,3-dione	Oui	Oui	Oui
151	2h-Thiopyran, 3,4-dihydro-2-[(2-propenyldithio)methyl]-	Oui	Oui	Oui
152	N'-Formyl-2-(2,4,6-trimethoxyphenyl)-1h-hexahydroazepine	Oui	Oui	Oui
153	2-Methyl-1,3-oxathiolany-propionic acid ethyl ester	Oui	Oui	Oui
154	Phosphonic acid, methyl-, ethyl 1-methylethyl ester	Oui	Oui	Oui
155	(E)-4-Decyl-5-(trimethylsilyl)-1,4-pentadien-3-ol	Oui	Oui	Oui
156	9-Octadecenoic acid, 12-methoxy-13-[(trimethylsilyloxy)-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
157	2h-Pyran, tetrahydro-2-[(1-methylcyclohexyl)oxy]-	Oui	Oui	Oui
158	Boroxin, tris(1,1-dimethylethyl)-	Oui	Oui	Oui
159	Methylethyl ether	Oui	Oui	Oui
160	Cis-n-(cyclohexen-1-yl)-n-(1,2-dimethoxycarbonylvinyl)aniline	Oui	Oui	Oui
161	3,7-Dimethyloct-1-en-3,6,7-triol	Oui	Oui	Oui
162	Butanoic acid	Oui	Oui	Oui
163	Methyl 1-dideuterio-2-butenyl ether	Oui	Oui	Oui
164	1,3,7-Nonatriene-1,1-d2, 4,8-dimethyl-, (e)-	Oui	Oui	Oui
165	2,3,4,5,6,7-Hexafluoro-pentacyclo[6.4.0.0(2,7).0(3,6).1(9,12)]trideca-4-ene	Oui	Oui	Oui
166	Glycine, n-(carboxymethyl)-	Oui	Oui	Oui
167	Hydrazine, 1,1-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
168	Cyclopentanepropanoic acid	Oui	Oui	Oui
169	Octanoic acid, 2-butyl ester	Oui	Oui	Oui
170	8-(5-Hydroxy-7-methyl-1,4-naphthoquinon-2-yl)-7-methyl-4-oxochromen-5-carboxylic acid	Oui	Oui	Oui
171	Hexanoyl chloride, 6-bromo-	Oui	Oui	Oui
172	Undecanoic acid	Oui	Oui	Oui
173	Oxiranecarboxamide, n-methyl-n-(2-oxo-2-phenylethyl)-3-phenyl-, (2r-trans)-	Oui	Oui	Oui
174	1,2,3,4-Cyclohexanetetrol, (1à,2à,3á,4à)-(.+.)-	Oui	Oui	Oui
175	Silane, trimethyl(3-phenyl-2-propenyl)-, (e)-	Oui	Oui	Oui
176	Decanoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
177	2-Penten-4-yn-1-ol, 3-methyl-5-(2,2,6-trimethyl-7-oxabicyclo[4.1.0]hept-1-yl)-, acetate, (z)-(.+.)-	Oui	Oui	Oui
178	Dimethyl(13*c2)oxalate	Oui	Oui	Oui
179	1-Decene, 8-methyl-	Oui	Oui	Oui
180	6-Methoxy-2,2-dimethylnaphtho[1,8-de][1,3]dioxin-5-acetonitrile	Oui	Oui	Oui
181	Cyclopropane, 1-propenyl-	Oui	Oui	Oui
182	(exo)-7-Hydroxypropylbicyclo[3.2.0]heptan-2-one	Oui	Oui	Oui

183	Pyridine, 4-[(trimethylsilyl)methyl]-	Oui	Oui	Oui
184	15,15,17,17,-d4-androst-5-en-3á-ol	Oui	Oui	Oui
185	Phenol, 5-[2-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl)ethyl]-2,3-dimethoxy-	Oui	Oui	Oui
186	s-Cyclopropyl cyclopropanethiosulfonate	Oui	Oui	Oui
187	Butanoic acid, 1a,2,5,5a,6,9,10,10a-octahydro-5a-hydroxy-4-(hydroxymethyl)-1,1,7,9-tetramethyl-6,11-dioxo-1h-2,8a-methanocyclopenta[a]cyclopropa[e]cyclodocen-5-yl ester, [1ar-(1aà,2à,5à,5aà,8aà,9à,10aà)]-	Oui	Oui	Oui
188	Ethanone, 1-(1-methyl-9h-carbazol-3-yl)-	Oui	Oui	Oui
189	7h-Thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazin-7-one, 2,3,6-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
190	Dimethylamine	Oui	Oui	Oui
191	1-pentyn-3-one, 4-methyl-1-(trimethylsilyl)-	Oui	Oui	Oui
192	3,4-Hexanediol, 3,4-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
193	8-oxabicyclo[3.2.1]oct-6-en-3-one	Oui	Oui	Oui
194	(5rs,2'sr,5'rs)-2,5-Dimethyl-5-(1'-oxo-(2',5'-dimethylcyclopent-2'-yl)cyclopent-2-en-1-one	Oui	Oui	Oui
195	6,7-Methylenedioxy-1-(3,4-methylenedioxyphenylethyl)-3,4-dihydroisoquinoline	Oui	Oui	Oui
196	2-Furancarboxaldehyde	Oui	Oui	Oui
197	Benzserazide // serine-[2'-(2",3",4"-trihydroxybenzyl)hydrazide]	Oui	Oui	Oui
198	N-acetyl-cyclopentylamine	Oui	Oui	Oui
199	Silane, trimethyl[1-phenyl-1-(phenylthio)butyl]-	Oui	Oui	Oui
200	Acetoacetic acid, 2,4,4,4-tetrafluoro-, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
201	DI-serine	Oui	Oui	Oui
202	Benzenemethanol, à-[(diphenylstibino)methyl]-à-phenyl-	Oui	Oui	Oui
203	Methanesulfonic acid, trifluoro-, 1,2-cyclohexanediybis(methylene)ester	Oui	Oui	Oui
204	5-hexenoic acid	Oui	Oui	Oui
205	Octanoic acid	Oui	Oui	Oui
206	Toluene-d3	Oui	Oui	Oui
207	2,3-Dibrombicyclo[4.1.1]oct-3-en	Oui	Oui	Oui
208	Erythro-2-[1-hydroxy-1-(trimethylsilyl)ethyl]cyclopentanone	Oui	Oui	Oui
209	Octyl 3,3,3-trifluoropropanoate	Oui	Oui	Oui
210	4,6-Dioxatricyclo[3.3.1.02,7]nonane, 1,3,3-trimethyl-, (.+.-)-	Oui	Oui	Oui
211	Cyclopropanecarboxamide, 2,2-dibromo-n,n,1-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
212	3,7,9,11-Tetrakis(dimethylamino)-3,7,9,11-tetraboratricyclo[4.2.2.2(2,5)]dodecane	Oui	Oui	Oui
213	(+)-n-(Oct-2-en-1-yl)hydroxylamine	Oui	Oui	Oui
214	7-Methyl-7-(p-tolylsulfonyl)bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5-triene	Oui	Oui	Oui
215	2h,6h-[1,3]Thiazino[3,2-a]-1,3,5-triazin-2-one, 3,4,7,8-tetrahydro-4-thioxo-	Oui	Oui	Oui
216	(2e,6e)-Nona-2,6-dienyl acetate	Oui	Oui	Oui
217	Ethyl 3-nitropropanoate	Oui	Oui	
218	Allene	Oui	Oui	Oui
219	Oxirane, [(2-chloroethoxy)methyl]-	Oui	Oui	Oui
220	s-Benzyl (2s)-2,4-dimethylhex-4-enethioate	Oui	Oui	Oui
221	Acetic acid, hydroxy-, hexyl ester	Oui	Oui	Oui
222	1-(2',4'-Dichlorophenyl)-2-(5"-chloro-3"-methyl-1"-pyrazolyl)athanol	Oui	Oui	Oui
223	Acetamide, n-2-propynyl-	Oui	Oui	Oui
224	2,4-Lutidine, 6-propyl-	Oui	Oui	Oui
225	Cyclopropane, 1,1-difluoro-2-methoxy-2-methyl-, (.+.-)-	Oui	Oui	Oui
226	5-Tetradecenoic acid, 14-hydroxy-, methyl ester, (z)-	Oui	Oui	Oui
227	Cyclobutane, 1-fluoro-1-methyl-	Oui	Oui	Oui
228	Methanamine, n-methoxy-n-nitroso-	Oui	Oui	Oui
229	2,5,7,7,10-Pentamethyl-2,4,8-undecatriene	Oui	Oui	Oui
230	Trilostane	Oui	Oui	Oui
231	3-Piperidinol	Oui	Oui	Oui
232	Pentanedinitrile, 2-methylene-	Oui	Oui	Oui
233	3-Pyrrolidinecarboxylic acid, 1-methyl-, butyl ester	Oui	Oui	Oui
234	Urea	Oui	Oui	Oui
235	s-Tetrazine, 3,6-bis(dimethylamino)-	Oui	Oui	Oui
236	2,6-Dodecadienoic acid, 10-(bromoacetoxy)-11-methoxy-3,7,11-trimethyl-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
237	Strychnidin-10-one	Oui	Oui	Oui
238	1,2-Epoxy-p-menthan-9-ol (mixture of 4 stereoisomers)	Oui	Oui	Oui
239	Furan, 2-[(2-ethenylphenyl)methyl]tetrahydro-	Oui	Oui	Oui

240	Cyclohexanehexanoic acid, ï-oxo-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
241	Acetamide, n-cyclohexyl-	Oui	Oui	Oui
242	2,3-Pyridinediamine	Oui	Oui	Oui
243	Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester	Oui	Oui	Oui
244	Thietane, 2,4-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
245	3h-2,5-Methano-1,2-benzisoxazole, hexahydro-	Oui	Oui	Oui
246	1-Pentene, 5-bromo-	Oui	Oui	Oui
247	Ethyl 1-[n-(cyclopent-2-en-1-ylacetyl)amino]-1-methoxyacetate	Oui	Oui	Oui
248	Nonanoic acid, 9-hydroxy-	Oui	Oui	Oui
249	6,6-Dimethylbicyclo[3.1.1]heptan-2-one #	Oui	Oui	Oui
250	2-Cyclopenten-1-one, 5-(1-hydroxyethyl)-3-methyl-, (r*,r*)-	Oui	Oui	Oui
251	4-Ethoxycarbonyl-4-pentalenal	Oui	Oui	Oui
252	Carbonyl sulfide	Oui	Oui	Oui
253	2-Pyrrolidinone, 5-hydroxy-1-(1-propyl-3-butenyl)-	Oui	Oui	Oui
254	Phthalic acid, 4-bromophenyl octyl ester	Oui	Oui	Oui
255	Bicyclo[10.1.0]tridecane	Oui	Oui	Oui
256	1-Hexyne	Oui	Oui	Oui
257	4-Methyl-4-nitropentanitrile	Oui	Oui	Oui
258	(([(z)-chloro(chlorosulfanyl)methylidene]amino)sulfanyl)(trifluoro)methane #	Oui	Oui	Oui
259	Oxacyclopentadec-13-en-2-one, (z)-	Oui	Oui	Oui
260	1-Oxo-3á-(4-methyl-3-pentenyl)-4a-carbomethoxy-4-prop-1-en-1-yl-1,3,3a,4a-tetrahydrocyclopropa[c]furan	Oui	Oui	Oui
261	Silane, trimethyl[[2-methyl-1-(oxiranylmethoxy)-1-propenyl]oxy]-	Oui	Oui	Oui
262	(s)-(-)-4-(2-Aminopropyl)imidazole dihydrochloride	Oui	Oui	Oui
263	2-Hexyloxirane	Oui	Oui	Oui
264	1,4-bis[(3-Ethoxycarbonyl-4,5-dimethyl-2-thienylimino)methyl]benzene	Oui	Oui	Oui
265	7h-Benz[c]indeno[1,2-g]phenanthrene	Oui	Oui	Oui
266	1,5-Dimethyl-2-(2-propyl)cyclopentanol	Oui	Oui	Oui
267	(endo)-6-Hydroxypropylbicyclo[3.2.0]heptan-2-one	Oui	Oui	Oui
268	9h-fluoren-9-one, 2,7-dichloro-	Oui	Oui	Oui
269	1,4:5,8-Dimethanonaphthalen-9-ol, 2-fluorodecahydro-, (1à,2à,4à,4aá,5à,8à,8aá,9s*)-	Oui	Oui	Oui
270	Ethyl 4-oxo-6-heptenoate	Oui	Oui	Oui
271	Cyclopentanebutanol, 1-hydroxy-ç-methyl-	Oui	Oui	Oui
272	1,8,8-Trimethyl 3-oxa-bicyclo[2.2.2]oct-5-en-2-one	Oui	Oui	Oui
273	Boric acid, trimethyl ester	Oui	Oui	Oui
274	3-Bromo1-(hydroxymethyl)bicyclo[1.1.1]pentane	Oui	Oui	Oui
275	1h-Indole, 3,3'-[1-(4-pyridinyl)-1,2-ethanediy]bis[2-ethyl-	Oui	Oui	Oui
276	2(3h)-Furanone, 5-ethylidihydro-, (r)-	Oui	Oui	Oui
277	(1s)-(-)-Cyclopent-2-en-1-ylamine hydroxylchlorode	Oui	Oui	Oui
278	6,8-Dodecadienal, (z,z)-	Oui	Oui	Oui
279	Pregnane-7,8,9,11,20-pentaol-18-oic acid, 7,11-diacetate-18,20-lactone	Oui	Oui	Oui
280	3,3-Dimethyl-2-azabicyclo[2.2.2]oct-5-ene-2-oxyl	Oui	Oui	Oui
281	1,1,1-Trifluorooctan-2-ol	Oui	Oui	Oui
282	Octahydro-8a-methyl-1,4-azulenedione	Oui	Oui	Oui
282	Epinephrine	Oui	Oui	Oui
283	Phosphonous diamide, p-(1,1-dimethylethyl)-n,n,n',n'-tetramethyl-	Oui	Oui	Oui
284	Benzenecarbothioic acid, s-(hexahydro-1-hydroxy-1h-pyrrolizin-2-yl) ester, (1à,2á,7aá)-(.-.-)-	Oui	Oui	Oui
285	1-Allyloxy-octa-2,7-diene	Oui	Oui	Oui
286	Cyclohexan-2,2,3,3,4-d5-ol, 4-methyl-, (1s-trans)-	Oui	Oui	Oui
287	2-[(1',2',2'-Trimethylbicyclo[3.1.0]hex-3'-yl)methyl]-1,3-dioxolane	Oui	Oui	Oui
288	2,6-Dithio-theophylline	Oui	Oui	Oui
289	1-(2-trimethylsilyl-2-cyclohexenyl)-2-(1-cyclohexenyl)ethanone	Oui	Oui	Oui
290	7-Bromo-2-chlorophenazine 5-oxide	Oui	Oui	Oui
291	1-(p-methylphenyl)-c-2-methylcyclopentan-r-1-ol	Oui	Oui	Oui
292	5-Hydroxylinalol	Oui	Oui	Oui
293	Molybdenum, [(1,2,3,3a,7a-ü)-2-methyl-1h-inden-1-yl]bis(ü3-2-propenyl)-	Oui	Oui	Oui
294	1,4,3',5'-Tetrahydro-1,4,3',5',5'-pentamethylspiro[5h-tetrazole-5,4'-[4h][1,2,3]Triazoe]	Oui	Oui	Oui
295	Dispiro[cyclohexan-1,1'-(2',3',4'-h)naphthalin-2',1"-cyclopropan-3'-on], 4'-Phenyl-	Oui	Oui	Oui
296	1-Chloro-1,1,2,2,3,3,3-heptafluoro propane	Oui	Oui	Oui

297	5.05 Hydroxybutanoic acid lactone<4->	Oui	Oui	Oui
298	1,2-Cyclopropanedicarboxylic acid, dimethyl ester, trans-	Oui	Oui	Oui
299	5-(1-Ethoxy-ethoxy)-4-methyl-hex-2-enal	Oui	Oui	Oui
300	2-Isopropylfuran	Oui	Oui	Oui
301	1,2-Butane-3-d-ol, [r-(r*,s*)]-	Oui	Oui	Oui
302	Endo-5-(aminomethyl)-endo-6-hydroxynorbornene	Oui	Oui	Oui
303	7h-Purin-6-amine, 7-á-d-glucopyranosyl-	Oui	Oui	Oui
304	1,4,5-Oxadithiepane	Oui	Oui	Oui
305	Cholan-24-oic acid, 3,7,12-trihydroxy-, (3à,5á,7à,12à)-	Oui	Oui	Oui
306	5,5-Bimethyl-1,3-hexadiene	Oui	Oui	Oui
307	3-Buten-2-ol, 4-(5-methyl-2-thienyl)-, acetate	Oui	Oui	Oui
308	1-Phenyl-2-(5-methyl-2-furanyl)-ethane	Oui	Oui	Oui
309	1-Methoxy-3-methyl-1-trimethylsilyloxy-1,4-pentadiene	Oui	Oui	Oui
310	1-(4'-chloro-2'-butynyl)tricyclo[4.1.0(2,7)] heptane	Oui	Oui	Oui
311	Trans-4-tert-butylcycloheptanol	Oui	Oui	Oui
312	3,3-Dimethyl-1,5,7-octatrien-4-one	Oui	Oui	Oui
313	5-Amino-2'-fluoro-2-methylaminobenzophenone	Oui	Oui	Oui
314	1,6-Nonanediol	Oui	Oui	Oui
315	5-Germaspiro[4.4]nona-1,3,6,8-tetraene, 2,7-diethyl-1,4,6,9-tetramethyl-	Oui	Oui	Oui
316	Molybdenum, tris[(1,2,3,4-ü)-2-methyl-1,3-butadiene]-	Oui	Oui	Oui
317	2-Thioethyl (1'-ethoxy)propionitrile	Oui	Oui	Oui
318	Acetic acid, (4-chloro-3-oxo-1(3h)-isobenzofuranylidene)-, ethyl ester, (e)-	Oui	Oui	Oui
319	2-Heptanone, 3,6-dimethyl-3-(phenylthio)-	Oui	Oui	Oui
320	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (e)-	Oui	Oui	Oui
321	1,4-Diphenylbut-3-ene-2-ol	Oui	Oui	Oui
322	Propanamide, n-(4-methoxyphenyl)-2,2-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
323	6,7-Dimethoxy-2-methyl-3,4-dihydro[1-d]isoquinolinium ion	Oui	Oui	Oui
324	2,3-bis(trimethylsilyloxy)-2,3-bis(4'-methylphenyl)butane	Oui	Oui	Oui
325	(2-Furyl)methylphenylchlorosilane	Oui	Oui	Oui
326	2-Propenoic acid, 1-methylethyl ester	Oui	Oui	Oui
327	3-(Tert-butoxycarbonyl)-4,5-trimethylene-4,5-dihydro-7-methylimidazo[1,5-a]benzo[f][1,4]diazepin-6-one	Oui	Oui	Oui
328	Chlorotribromomethane	Oui	Oui	Oui
329	Methanediol, [2-(acetyloxy)-2,5-dihydro-5-nitro-2-furanyl]-, diacetate (ester)	Oui	Oui	Oui
330	2,4,6-Cycloheptatrien-1-one, 3,5-bis-trimethylsilyl-	Oui	Oui	Oui
331	1,1-Dimethylethyl 3-methyl-2-(trimethylsilyl)-3-butenate	Oui	Oui	Oui
332	Spiro[2.5]octa-4,7-diene-4,5-dicarboxylic acid, 6-ethoxy-, dimethyl ester, (+.-)-	Oui	Oui	Oui
333	Cis-2-ethyl-3-methyl-6-[(e)-4-methylpent-2-en-2-yl]-5,6-dihydro-2h-pyran	Oui	Oui	Oui
334	Tert-butyl (z)-3-(trifluoromethyl)-2-decenoate	Oui	Oui	Oui
335	2-Cyclobuten-1-one, 4-acetyl-2,3,4-tris(1,1-dimethylethyl)-	Oui	Oui	Oui
336	1h-Pyrrolo[2,3-b]pyridine, 3-(morpholinomethyl)-2-phenyl-	Oui	Oui	Oui
337	3,6-Dihydro-2h-6-methoxy-n-(3-hydroxyphenyl)-1,2-oxazine	Oui	Oui	Oui
338	Cyclododecanol, 2-methylene-, (+.-)-	Oui	Oui	Oui
339	4h-Pyran-3-carboxylic acid, 6-amino-5-cyano-4-(2,4-difluorophenyl)-2-ethyl-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
340	1-Benzazirene-1-carboxylic acid, 2,2,5a-trimethyl-1a-[3-oxo-1-butenyl]perhydro-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
341	Ethyl methyl dimethylamidophosphate #	Oui	Oui	Oui
342	12-Azabicyclo(9.2.1)tetradeca-1(14)-ene-13-one	Oui	Oui	Oui
343	5-Ethyl-dihydro-4,6(1h,5h)pyrimidinedione	Oui	Oui	Oui
344	2h-2,4a-Ethenonaphtho[2,1-c][1,2]dioxin-7-carboxylic acid, 1,5,6,6a,7,8,9,10,10a,10b-decahydro-7,10a-dimethyl-12-(1-methylethyl)-, methyl ester, [2s-(2à,4aà,6aá,7á,10aà,10bá)]-	Oui	Oui	Oui
345	Hexafluoroisopropyl-pentafluoropropionyl p-hydroxyphenylacetate	Oui	Oui	Oui
346	3-Bromoprop-2-enyl 2,4,6-trichlorophenyl ether	Oui	Oui	Oui
347	Propanamide, n-(3-methylphenyl)-3-chloro-	Oui	Oui	Oui
348	(-)-2,2,6,7-Tetrameethybicyclo[4.3.0]nona-4,9(1)-dien-8-ol	Oui	Oui	Oui
349	2-Pentene, 2-bromo-5-chloro-3-methyl-	Oui	Oui	Oui
350	2-(p-Hydroxyphenyl)-4-fluoro-4-methylcyclohexanone	Oui	Oui	Oui
351	(4-Methylphenyl)urea	Oui	Oui	Oui
352	2-(Methylimino)acetonitrile	Oui	Oui	Oui
353	Bismuthine, tris(2-methoxyphenyl)-	Oui	Oui	Oui

354	1-Methoxy-2-hydroxy-5-(1-ethoxy-2-propenyl)-benzene acetate	Oui	Oui	Oui
355	(e)-Methyl trideuteriomethyl (à-bromo-p-methylbenzylidene)malonate	Oui	Oui	Oui
356	Prosta-5,13-dien-1-oic acid, 11,15-dihydroxy-9-oxo-, (5z,11à,13e,15s)-	Oui	Oui	Oui
357	Gibbane-1,10-dicarboxylic acid, 2,4a,7-trihydroxy-1-methyl-8-methylene-, 1,4a-lactone, 10-methyl ester, (1à,2à,4aà,4bá,10á)-	Oui	Oui	Oui
358	Pyridine-3-carboxamide, n-butyl-2,4,6-trichloro-5-nitro-	Oui	Oui	Oui
359	(1s*,2s*,6r*,11r*)-14,14-dimethyl-13,15-dioxatetracyclo[9.4.0.1(2,11).0(1,6)]hexadecan-12-one	Oui	Oui	Oui
360	1,1,2-Trifluoro-2,5-bis(trifluoromethyl)hexane	Oui	Oui	Oui
361	Galactitol, hexaacetate, d-	Oui	Oui	Oui
362	Bufa-20,22-dienolide, 3,14-dihydroxy-, (3á,5á)-	Oui	Oui	Oui
363	Exo/endo-2,2-dichloro-4-methyl-3-neopentyl-7-oxa-2-silabicyclo[2.2.1]hexa-5-ene	Oui	Oui	Oui
364	2-Methyl-pentanoic acid [4-(2-methyl-pentanoylsulfamoyl)-phenyl]-amide	Oui	Oui	Oui
365	Benzenamine, 4-(2-methoxy-1-methylpropyl)-2,6-dimethyl-, (r*,r*)-	Oui	Oui	Oui
366	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	Oui	Oui	Oui
367	9à-fluoro-17à-methyl-5à-androstan-3á,11á,17á-triol	Oui	Oui	Oui
368	Benzo[h]quinoline, 2,4-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
369	1h-carbazole-3-carboxylic acid, 3-cyano-2,3,4,9-tetrahydro-1-methylene-, ethyl ester, (.+.-)-	Oui	Oui	Oui
370	(-)-19-norisoambrox	Oui	Oui	Oui
371	Cyclobutenediylum, 1-hydroxy-2,4-di-4-morpholinyl-3-selenyl-, dihydroxide, bis(inner salt)	Oui	Oui	Oui
372	1,2,4-triazol-3-amine, 5-(1,3,5-trimethyl-4-pyrazolyl)amino-	Oui	Oui	Oui
373	1,16-cyclocorynan-16-methanol, 19,20-didehydro-17-hydroxy-10-methoxy-, (19e)-	Oui	Oui	Oui
374	Ethylfluralin	Oui	Oui	Oui
375	7-amino-1,4-dimethylpyrimido[4,5-c]pyridazine-3,5-(1h,2h)-dione	Oui	Oui	Oui
376	1,3-benzodioxole, 5-[4-(3,4-dimethoxyphenyl)tetrahydro-3,6-dimethoxy-1h,3h-furo[3,4-c]furan-1-yl]-	Oui	Oui	Oui
377	3-(3-furyl)propyl bromide	Oui	Oui	Oui
378	Sulfoxylic diamide, n,n'-bis(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-n,n'-bis(trimethylsilyl)-	Oui	Oui	Oui
379	Pyrido[2,3-d]pyrimidine, 4-phenyl-	Oui	Oui	Oui
380	Methyl 8-(5-hexyl-2-thienyl)octanoate	Oui	Oui	Oui
381	1,1,1,3,5,5-Heptamethyltrisiloxane	Oui	Oui	Oui
382	3-Bromo-1,5-bis(trimethylsilyl)-1,4-pentadiyne	Oui	Oui	Oui
383	Di-2-benzothiazole disulfane	Oui	Oui	Oui
384	Benzoic acid, 3-[(2,4-dimethoxy-6-propylbenzoyl)oxy]-2-hydroxy-4-methoxy-6-propyl-	Oui	Oui	Oui
385	2-(Methylsulfonyl)cyclohexanone	Oui	Oui	Oui
386	5,8-Quinolinedione, 7-bromo-2-(2-pyridinyl)-	Oui	Oui	Oui
387	(1à,4aá,6á)-(+)-decahydro-4-(1-methoxymethylene)-8a-methyl-6-(1-methylethyl)-1,6-naphthalendiol	Oui	Oui	Oui
388	Trimethyl[4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenoxy]silane	Oui	Oui	Oui
389	Demecolcine	Oui	Oui	Oui
390	Benzyl 4'-o-benzylsubmerochloropheiate	Oui	Oui	Oui
391	2,6,6-Trimethyl-1,4-bis(trimethylsilylethynyl)cyclohex-2-ene-1,4-diol	Oui	Oui	Oui
392	(-)-[4,5]-Pinenebipyridine	Oui	Oui	Oui
393	Tungsten, [(1,2,3-ü)-2-methyl-2-propenyl]tris(ü3-2-propenyl)-	Oui	Oui	Oui
394	1-Propene, 3-(2-cyclopentenyl)-2-methyl-1,1-diphenyl-	Oui	Oui	Oui
395	Benzoic acid, 4-amino-3-nitro-	Oui	Oui	Oui
396	6-[(n-Cyclohexylimino-n'-cyclohexylamino)methyl]benzimidazo[1,2-a]benzimidazole	Oui	Oui	Oui
397	Brallobarbitol	Oui	Oui	Oui
398	Hexadecanoic acid, 1a,2,5,5a,6,9,10,10a-octahydro-5,5a-dihydroxy-4-(hydroxymethyl)-1,1,7,9-tetramethyl-11-oxo-1h-2,8a-methanocyclopenta[a]cyclopropa[e]cyclodecen-6-yl ester, [1ar-(1aà,2à,5á,5aá,6á,8aà,9à,10aà)]-:2	Oui	Oui	Oui
399	3h-1,4-Benzodiazepine, 3-(4-morpholinyl)-5-phenyl-	Oui	Oui	Oui
400	Silane, (1,1-dimethylethyl)ethynylidiphenyl-	Oui	Oui	Oui
401	2-Chloroaniline-5-sulfonic acid	Oui	Oui	Oui
402	Quinuclidinium-methanesulfonate	Oui	Oui	Oui
403	3,3-Dimethyl-1-phenyl-2-(trimethylsilyl)-1-cyclopropene	Oui	Oui	Oui

404	3-[(trimethylsilyloxy)benzofuran	Oui	Oui	Oui
405	Cis-1-methylene-2-hydroxy-8-methoxycarbonyl-5,9-(2',2'-dimethylethylene)indane	Oui	Oui	Oui
406	Anthracene, 9-ethyl-9,10-dihydro-9,10-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
407	Sulfide, bis(2-cyano-3,4-dihydro-2,3,3-trimethyl-2h-pyrrol-5-yl)-	Oui	Oui	Oui
408	1,2-Benzisothiazol-3-amine tbdms	Oui	Oui	Oui
409	Tribromochloromethane	Oui	Oui	
410	4,5,6,7-Tetrachloro-2-methyl-3-(n'-phenylsuccinimido)isindolin-1-one	Oui	Oui	Oui
411	4-Methyl-2,4-bis(4'-trimethylsilyloxyphenyl)pentene-1	Oui	Oui	Oui
412	1,4-Dihydro-3,6-bis[1,2,3-tri(t-butyl)-2-cyclopropen-1-yl] 1,2,4,5-tetrazine	Oui	Oui	Oui
413	Pyrimidine, 2-(5-nitro-3-thienyl)-	Oui	Oui	Oui
414	Azuleno-annulated [n](2,4)pyridinophane	Oui	Oui	Oui
415	Nakijiquinone b	Oui	Oui	Oui
416	3-Methyl-7-carboxaldehyde-6(e)-octenyl acetate	Oui	Oui	Oui
417	Olean-12-ene-3,15,16,21,22,28-hexol, (3á,15à,16à,21á,22à)-	Oui	Oui	Oui
418	Benzene, 2,4-dimethoxy-1-nitro-	Oui	Oui	Oui
419	1,3-dioxolane, 2-hexyl-	Oui	Oui	Oui
420	Benzoic acid, 2-[3-[(3,4-dihydroxyphenyl)acetyl]amino]propoxy]-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
421	5-Bromo-[2.2]metacyclophane	Oui	Oui	Oui
422	3-Hexyne, 2,2,5-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
423	2-(2,4-dichloro-6-nitrophenoxy)ethanol	Oui	Oui	Oui
424	(6as-(6aà,8á,9à,9aà))-8,9-bis(acetyloxy)-2,3,6a,8,9,9a-heahydro-4-methoxycyclopenta(c)furo(3',2':4,5)furo(2,3-h)(1)benzopyran-1,11-dione	Oui	Oui	Oui
425	Pyranol[3,4-b]indol-3(9h)-one, 1-(4-pentynyl)-	Oui	Oui	Oui
426	9-t-Butyl-2,6-dinitro-9,10-dihydro-9,10-ethanoanthracene	Oui	Oui	Oui
427	Acetamide, 2-chloro-n-[(5-chloro-8-hydroxy-7-quinolinyl)methyl]-	Oui	Oui	Oui
428	1-Isobenzofurancarboxylic acid, 1,3-dihydro-4,6-dimethoxy-1-methyl-3-oxo-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
429	Benzene, 2-[(tert-butyltrimethylsilyloxy)-1-isopropyl-4-methyl-	Oui	Oui	Oui
430	1,2-Benzenediol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-pleurotus 563a	Oui	Oui	Oui
431	17alpha-ethynyl-17beta-hydroxy-6beta-methoxy-3alpha,5-cyclo-5alpha-androstan-19-oic acid	Oui	Oui	Oui
432	6-nitro-3-methyl-2-methyl-iminobenzoxazole	Oui	Oui	Oui
433	[2-(dimethoxyboryl)phenyl]trimethylsilane	Oui	Oui	Oui
434	Phthalazine, 1,2-dihydro-1,4-diphenyl-/	Oui	Oui	Oui
435	(s)-(-)-n-Butyl [(4-chlorophenyl)sulfinyl]acetate	Oui	Oui	Oui
436	N-phenyl-2,3,4,5-tetramethyl-7-thiabicyclo[2.2.1]hept-5-ene-2,3-dicarboxamide 7-oxide	Oui	Oui	Oui
437	Benzeneethanol, 4-fluoro-	Oui	Oui	Oui
438	Benzoic acid, 3-butoxy-4-methoxy-, hydrazide	Oui	Oui	Oui
439	Isobutoxycarbonyl-4-(pentadeuterophenyl)-4-propionoxypiperidine	Oui	Oui	Oui
440	5'-Pentylbenzene-1',3'-diyl bis(2,4-dihydroxy-6-pentylbenzoate)	Oui	Oui	Oui
441	3á,11à,15à-Trihydroxy-5à-cholestan-7-one	Oui	Oui	Oui
442	Benzoic acid, 3-formyl-2,4-dimethoxy-6-methyl-, 4-carboxy-3-hydroxy-2,5-dimethylphenyl ester	Oui	Oui	Oui
443	(s)-(e)-(-)-4-Acetoxy-1-phenyl-2-dodecen-1-one	Oui	Oui	Oui
444	10H-Acridin-9-one-4,5-dicarboxylic acid, 2-chloro-	Oui	Oui	Oui
445	8,10-Dodecadien-1-ol, acetate, (e,e)-	Oui	Oui	Oui
446	4,5,6,7-Tetrachloro-3-hydroxy-3h-isobenzofuran-1-one	Oui	Oui	Oui
447	Silanamine, n-(6-butyl-1,3,5-cycloheptatrien-1-yl)-1,1,1-trimethyl-n-(trimethylsilyl)-	Oui	Oui	Oui
448	2-Bromomethyl-1,3-dioxolane	Oui	Oui	Oui
449	Propionyltrimethylsilane	Oui	Oui	Oui
450	4-Methylthiobut-1-ene	Oui	Oui	Oui
451	Butane, 1-butoxy-2-methyl-	Oui	Oui	Oui
452	2-Ethyl-n-(p-methylphenyl)-sulfonylazetid-3-one	Oui	Oui	Oui
453	1-Propanamine, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui
454	Decanoic acid, methyl ester	Oui	Oui	Oui
455	5-Octadecene, (e)-	Oui	Oui	Oui
456	1,4-Dioxane-2,6-dione	Oui	Oui	
457	Benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
458	2,4,4,5,5-Pentamethyl-1,3,2-dioxarsolane	Oui	Oui	Oui

459	P-cymene-2-carboxylic acid, 3-hydroxy-, monoanhydride with 1-butaneboronic acid, cyclic ester	Oui	Oui	Oui
460	Hexadecane	Oui	Oui	Oui
461	Pentanal, 3-methyl-	Oui	Oui	Oui
462	Isobutane	Oui	Oui	Oui
463	5-Undecene, 7-methyl-, (e)-	Oui	Oui	Oui
464	1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono(2-ethylhexyl) ester	Oui	Oui	Oui
465	13(16),14-labdien-8-ol	Oui	Oui	Oui
466	1-Butanol	Oui	Oui	Oui
467	Cyclooctane, 1,4-dimethyl-, trans-	Oui	Oui	Oui
468	14- α -H-Pregna	Oui	Oui	Oui
469	Eicosane	Oui	Oui	Oui
470	9,10,11-Trioxabicyclo[6.2.1]undecane	Oui	Oui	Oui
471	1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester	Oui	Oui	Oui
472	4-Ethyl-4-methyl-5-methylene-[1,3]dioxolan-2-one	Oui	Oui	Oui
473	5-Ethyl-1-nonene	Oui	Oui	Oui
474	A-Vinylalanine	Oui	Oui	Oui
475	1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
476	Tetradecane, 1-iodo-	Oui	Oui	Oui
477	2-Hexyl-1-octanol	Oui	Oui	Oui
478	Tetracosane	Oui	Oui	Oui
479	Acetic acid, trifluoro-, 3,7-dimethyloctyl ester	Oui	Oui	Oui
480	Heptane, 1-iodo-	Oui	Oui	Oui
481	Octadecane	Oui	Oui	Oui
482	Dodecane, 2,6,10-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
483	Octadecane, 1-(ethenyloxy)-	Oui	Oui	Oui
484	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	Oui	Oui	Oui
485	Tridecane	Oui	Oui	Oui
486	Thiirane, 2,3-bis(1,1-dimethylethyl)-, 1,1-dioxide, trans-	Oui	Oui	Oui
487	2-Decene, 3-methyl-, (z)-	Oui	Oui	Oui
488	Heneicosanoic acid, methyl ester	Oui	Oui	Oui
489	1-Dodecanol	Oui	Oui	Oui
490	1-Undecene, 8-methyl-	Oui	Oui	Oui
491	1,1,4-Trimethylcyclohexane	Oui	Oui	Oui
492	2-[(Octyloxy)methyl]cyclobutanone	Oui	Oui	Oui
493	(3r*,4s*)-3-(2-nitro-4-methoxyphenyl)-4-(4-hydroxyphenyl)hexane	Oui	Oui	Oui
494	1-Decanol, 2-hexyl-	Oui	Oui	Oui
495	Aziridine, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui
496	Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
497	Octadecane, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui
498	3,4,4,-Trimethyl-1-pentyn-3-ol	Oui	Oui	Oui
499	1,3-Pentadien-5-al	Oui	Oui	Oui
500	5-Tetradecene, (e)-	Oui	Oui	Oui
501	Docosane	Oui	Oui	Oui
502	2-Sec-butyl-3-methyl-1-pentene	Oui	Oui	Oui
503	1-Heptadecene	Oui	Oui	Oui
504	2-Ethyl-1-dodecanol	Oui	Oui	Oui
505	1-Iodo-2-methylundecane	Oui	Oui	Oui
506	Oxalic acid, cyclohexyl propyl ester	Oui	Oui	Oui
507	Pentadecane	Oui	Oui	Oui
508	4-Methyl-3-dodecen-1-ol	Oui	Oui	Oui
509	Decane, 2,5,9-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
510	7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione	Oui	Oui	Oui
511	Phenol, 2,4,6-tris(1-methylethyl)-	Oui	Oui	Oui
512	4-Undecene, 3-methyl-, (z)-	Oui	Oui	Oui
513	Tetradecane	Oui	Oui	Oui
514	Retinol, acetate	Oui	Oui	Oui
515	Oxalic acid, allyl pentadecyl ester	Oui	Oui	Oui
516	1-Undecene, 7-methyl-	Oui	Oui	Oui
517	5-Tridecene, (e)-	Oui	Oui	Oui
518	2-Octyldodecan-1-ol	Oui	Oui	Oui
519	1-Hexene	Oui	Oui	Oui
520	Hexanal	Oui	Oui	Oui
521	3-Undecene, 5-methyl-	Oui	Oui	Oui

522	1,3,5-Cycloheptatriene, 7-ethyl-	Oui	Oui	Oui
523	6-Tridecene, 7-methyl-	Oui	Oui	Oui
524	1-Tridecene	Oui	Oui	Oui
525	Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	Oui	Oui	Oui
526	Methyl (3s*,4s*)-2,3,4,5-tetrahydro-4-methyl-1,5-dioxo-1h-benz[c]azepine-3-carboxylate	Oui	Oui	Oui
527	3-Heptene, 2,6-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
528	3-Hexene, (e)-	Oui	Oui	Oui
529	1-Nonene	Oui	Oui	Oui
530	Tridecane, 3-methylene-	Oui	Oui	Oui
531	3-Tetradecene, (z)-	Oui	Oui	Oui
532	4,4-Dimethyl-2-pentyl methylphosphonofluoridate	Oui	Oui	Oui
533	Octane, 3-methyl-6-methylene-	Oui	Oui	Oui
534	Cyclopentane, 3-hexyl-1,1-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
535	N-hexadecanoic acid	Oui	Oui	Oui
536	Pentadecane, 7-methyl-	Oui	Oui	Oui
537	Tert-butyl (alpha) trimethylacetate	Oui	Oui	Oui
538	Hexadecanoic acid, methyl ester	Oui	Oui	Oui
539	1-Tridecanol	Oui	Oui	Oui
540	2-Butenoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester, (e)-	Oui	Oui	Oui
541	1-Undecene, 4-methyl-	Oui	Oui	Oui
542	Nonane, 3-methylene-	Oui	Oui	Oui
543	Cyclohexane, 2-propyl-1,1,3-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
544	1-Pentadecene, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui
545	2-Butyl-1-decene	Oui	Oui	Oui
546	4-Trifluoroacetoxytridecane	Oui	Oui	Oui
547	Undecane, 3-methylene-	Oui	Oui	Oui
548	Bis-(3,5,5-trimethylhexyl) ether	Oui	Oui	Oui
549	Ethanone, 1-(2,2,3-trimethylcyclobutyl)-, (1r-cis)-	Oui	Oui	Oui
550	Cis-2-methyl-7-octadecene	Oui	Oui	Oui
551	9-Octadecenoic acid (z)-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
552	2-Methyl-7-nonadecene	Oui	Oui	Oui
553	Tetradecanoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
554	2-dodecenal, (z)-	Oui	Oui	Oui
555	5-Eicosene, (e)-	Oui	Oui	Oui
556	9-octadecene, (e)-	Oui	Oui	Oui
557	9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester	Oui	Oui	Oui
558	1-Tetradecene	Oui	Oui	Oui
559	5-Undecene, 3-methyl-, (z)-	Oui	Oui	Oui
560	Hydroperoxide, heptyl	Oui	Oui	Oui
561	Platinum, bis[(1,2,3-ü)-2-methyl-2-propenyl](trimethylphosphine)-	Non	Oui	Oui
562	Hexanal-2-d, 2-ethyl-	Non	Oui	Oui
563	Dasycarpidan-1-methanol, acetate (ester)	Non	Oui	Oui
564	9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (e,e)-	Oui	Oui	Non
565	1-Pentene, 2-methyl-	Oui	Oui	Non
566	1-Undecene, 5-methyl-	Oui	Oui	Non
567	1-Hexadecene	Oui	Oui	Non
568	2-Cyclopenten-1-one, 5-(acetyloxy)-3,4,4-trimethyl-	Oui	Oui	Non
569	Butane, 1-isocyano-	Oui	Oui	Non
570	1-Nonadecene	Oui	Oui	Non
571	Trans-7-pentadecene	Oui	Oui	Non
572	Cyclooctane, 1,4-dimethyl-, cis-	Oui	Oui	Non
573	1,3-Dioxolane	Oui	Oui	Non
574	Pentanoic acid 2-bromoethyl ester	Oui	Oui	Non
575	2-Butanone, 1-cyclohexyl-	Oui	Oui	Non
576	3-(2',4'-dimethoxy-6'-propylbenzoyloxy)-2,4-dihydroxy-6-propylbenzoic acid	Oui	Oui	Non
577	N-acetyl-à-aminooxy-â-phenylpropionic acid, methyl este	Oui	Oui	Non
578	9,12-Octadecadienoic acid (z,z)-	Oui	Oui	Non
579	4-Trifluoromethyl-5-methyl-1,6-dihydro-2,6-(oxyethyl)pyrimidine	Oui	Oui	Non
580	2-Propen-1-ol	Oui	Oui	Non
581	Ethanamine, 2-[(4-chlorophenyl)-2-pyridinylmethoxy]-n,n-dimethyl-	Oui	Oui	Non
582	Ethyl-1-propenyl ether	Oui	Oui	Non
583	Urea, 2-propenyl-	Oui	Oui	Non

584	1,5-Pentanediamine	Oui	Oui	Non
585	2,2,4,4-tetramethyl-3-thietanthione	Oui	Oui	Non
586	6-[(2-Oxocyclohexyl)methyl]-4-oxa-5-azaspiro[2.4]hept-5-ene	Oui	Oui	Non
587	N-Butyl-[(3e)-4,8-dimethyl-1-(1'-butylpyrrol-3'-yl)nona-3,7-dien-5-yn-1-yl]amine	Oui	Oui	Non
588	Cyclobutanone, 2,2-dichloro-3,3-dimethyl-4-(2-methyl-1-propenyl)-	Oui	Oui	Non
589	Propanoic-3,3,3-d3 acid, 2,2-dimethyl-	Non	Non	Oui
590	(2s)-2-(methoxymethyl)-1-[[1r)-(1-methyl-3-oxocyclohexyl)methylene]amino]pyrrolidine	Non	Non	Oui
591	acetonitrile, 3-ethyl-1,4,5,6-tetrahydro-4-(4-hydroxy-1-oxobutyl)-1-methyl-	Non	Non	Oui
592	3,7-Dimethylnonanol	Non	Non	Oui
593	4-Decene, 5-methyl-, (e)-	Non	Non	Oui
594	3-undecene, 3-methyl-	Non	Non	Oui
595	1-Tetradecanol	Non	Non	Oui
596	1-Nonadecene	Non	Non	Oui
597	1,2-ethanediamine, n'-ethyl-n,n-dimethyl- C6H16N2	Non	Non	Oui
Section II. extraits bruts au chloroforme				
1	(Aminooxy)methane	Oui	Oui	Oui
2	Benzene, ethenyl-	Oui	Oui	Oui
3	Pyran[3,2-b]pyran-2(3h)-one-3,3,6-d3, hexahydro-6-d-, cis-	Oui	Oui	Oui
4	1-Hexadecanol	Oui	Oui	Oui
5	Trans-2,3-dimethyl-5-heptene-2,4-diol	Oui	Oui	Oui
7	Dodecane, 2,6,11-trimethyl-	Oui	Oui	Oui
8	Nonanoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
9	Hexadecanoic acid	Oui	Oui	Oui
11	Hexadecanoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
12	47.09 Ethyl hexadecanoate	Oui	Oui	Oui
14	Benzene, 1,1'-(1,2-ethynediyl)bis-	Oui	Oui	Oui
15	51.47 Linoleic acid	Oui	Oui	Oui
16	Ethyl (9z,12z)-9,12-octadecadienoate #	Oui	Oui	Oui
17	9-Decenoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
18	(E)-9-Octadecenoic acid ethyl ester	Oui	Oui	Oui
19	(Trans)-2-Nonadecene	Oui	Oui	Oui
20	Octadecanoic acid, ethyl ester	Oui	Oui	Oui
21	Octyl-diphenylamine	Oui	Oui	Oui
22	Cyclohexanecarboxylic acid, 1-phenyl-, methyl ester	Oui	Oui	Oui
23	Docosane	Oui	Oui	Oui
24	Quinolino[3,4-c]chromene, 9,10,11,12-tetrahydro-7-amino-11-tert-butyl-6-oxo-	Oui	Oui	Oui
25	Phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-	Oui	Oui	Oui
26	Eicosane	Oui	Oui	Oui
27	Hexadecane	Oui	Oui	Oui
28	Pentadecane	Oui	Oui	Oui
29	Nonadecane	Oui	Oui	Oui
30	Sulfurous acid, 2-ethylhexyl isohexyl ester	Oui	Oui	Oui
31	N,N-dimethyl-2h-pyran-2-iminium chloride	Oui	Oui	Oui
32	Dodecane, 5,8-dimethyl-	Oui	Oui	Oui
33	Formic acid, ethenyl ester	Oui	Oui	Oui
34	Methane, trichloro-	Oui	Oui	Oui
35	Hexanedioic acid, mono(2-ethylhexyl)ester	Oui	Oui	Oui
36	6-[(2-Ethylhexyl)oxy]-6-oxohexanoic acid #	Oui	Oui	Oui
37	2-Tridecene, 1-bromo-2-chloro-1,1-difluoro-, (z)-	Oui	Oui	Non
38	1-Pentadecene	Oui	Oui	Non
39	2H-inden-2-one, octahydro-3a-phenyl-, oxime, trans-	Non	Oui	Non
40	Nitrogen fluoride (n2f2), (z)-	Non	Oui	Non
41	1-Propylmethylamine	Non	Oui	Non
42	2,5-Dimethoxy-3,4,6-trimethylbenzyl alcohol	Non	Oui	Non
43	(R)-Tetrahydro-5-oxofuran-2-acetic acid	Non	Non	Oui
44	Decanoic acid, 8-methyl-, methyl ester	Non	Non	Oui
45	Phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester	Non	Non	Oui
46	9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-	Non	Non	Oui
47	1,1-Dimethyldiborane-d4	Non	Non	Oui

Tableau XVI. Comparaison des différents composés identifiés par GC-MS dans les extraits bruts à l'hexane et au chloroforme des *Phellinus* et *Coltricia fragilissima*

- Composés communs aux *Phellinus* spp. et *Coltricia fragilissima* (Section I et II)
- Composés présents uniquement chez *P. gilvus*, *Phellinus* sp. (DM 1069), *Phellinus* sp. (DM 1073), *Phellinus* sp. (DM 1588) (Section I)
- Composés présents uniquement chez *P. extensus* (Section I)
- Composés présents uniquement chez *P. gilvus* (Section I et II)
- Composés présents uniquement chez *Phellinus* sp. (DM 1073) (Section I)
- Composés présents uniquement chez (DM 1588) (Section I)
- Composés présents uniquement chez *P. pachyphloeus* (DM 1071) (Section II)
- Composés présents uniquement chez *P. pachyphloeus* (DM 1071) *Phellinus* sp. (DM 1069) (Section II)
- Composés présents uniquement chez *Phellinus* sp. (DM 1588) (Section II)
- Composés présents uniquement chez *Phellinus* sp. (DM 703) (Section I)
- Composés présents uniquement chez *Coltricia fragilissima* (Section II)

Section I = Extraits naturels bruts à l'hexane

Section II : Extraits naturels bruts au chloroforme.

Section I : Extraits naturels bruts à l'hexane										
N°	Composés	Présent (Oui)/Absent (Non) dans les différents <i>Phellinus</i>								
		<i>P. extensus</i> (DM 184 A/B)	<i>P. gilvus</i> (DM 998)	<i>P. pachyphloeus</i> (DM 1071)	<i>P. senex</i> (DM 1005)	<i>Phellinus</i> sp. (DM 703)	<i>Phellinus</i> sp. (DM 1069)	<i>Phellinus</i> sp. (DM 1073)	<i>Phellinus</i> sp. (DM 1588)	<i>Coltricia fragilissima</i> (DM 668)
1	Cyclohexane, 2-propyl-1,1,3-triméthyl-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
2	1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl octyl ester	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
3	4,4-Diméthyl-1-hexène	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
4	Octane, 2,7-diméthyl-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
5	Sulfoxyde, méthyl phénethyl	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
6	Nonane, 3-méthylène-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
7	2-Butyl-1-décène	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
8	Pentadécanoïque acid, 14-méthyl-, méthyl ester	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
9	Cyclopentane, 1,2,4-triméthyl-, (1à,2à,4á)-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
10	7-Hexadécène, (Z)-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
11	Hexadécane	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
12	2-Nonène, 3-méthyl-, (E)-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
13	1-Docosène	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

14	Decane, 5-propyl-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
15	4-Pental, 2-methyl-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
16	1-Nonadecene	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
17	5-Octadecene, (E)-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
18	1-Pentene, 3,4-dimethyl-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
19	3-Tetradecene, (Z)-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
20	1-Hexadecene	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
21	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
22	HEXANE	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
23	3-Dodecene, (Z)-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
24	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non
25	Dibutyl phthalate	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
26	(3R*,4S*)-3-(2-NITRO-4-METHOXYPHENYL)-4-(4-HYDROXYPHENYL)HEXANE	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
27	Eicosane, 2,4-dimethyl-	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
28	PENTADECANE, 5-METHYL-	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
29	Tetradecane, 4-ethyl-	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
30	Phthalic acid, hexyl tridec-2-yn-1-yl ester	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
31	Decane	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
32	Octadecanoic acid, methyl ester	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
33	Pentanal, 3-methyl-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
34	9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
35	Ergosta-7,22-dien-3-ol, (3á,22e)-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Section II : Extraits naturels bruts au chloroforme</i>										
1	1-Butyne, 3-methoxy-3-methyl-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
2	Methyl 3-hydroxy-2-methylenepentanoate	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
3	2h-pyrrole, 2,2-dimethyl-3,5-diphenyl-, 1-oxide	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
4	Silicon tetrafluoride	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
5	Quinuclidinium-methanesulfonate	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
6	2H-inden-2-one, octahydro-3a-phenyl-, oxime, trans-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
7	2-Benzyloxyethylamine	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
8	Strychnidin-10-one	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
9	(R)-Tetrahydro-5-oxofuran-2-acetic acid	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
10	Hexanedioic acid, mono(2-ethylhexyl)ester	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
11	Formic acid, ethenyl ester	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non

12	Methane, trichloro-	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
13	Dichloromethyl ethyl sulfone	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
14	Cyclopentanol, 2-ethenyl-2-methoxy-, trans-	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
15	2-Sec-Butyl-4,6-dinitrophenyl 3-methylcrotonate (binapacryl)	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
16	1-Butyne, 3-methoxy-3-methyl-	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
17	Methane, oxybis-	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
18	1,1,2-trifluoro-2,5-bis(trifluoromethyl)hexane	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
19	Hexadecanoic acid, ethyl ester	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Non
20	Cyclopropane, (1-methoxypentyl)-	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
21	Ethyl 11-methyl-9-oxo-2,10-dioxatricyclo[6.4.0.0(1,6)]dodec-11-ene-endo-7-carboxylate	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
22	Butane, 1,4-dichloro-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
23	Hydroxylamine, o-methyl-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
24	Ethane, methoxy-d3	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
25	3-Nonanol, 1-[(tetrahydro-2h-pyran-2-yl)oxy]-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
26	(Z)-Difluorodiazene	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
27	Cinchonan-9-ol, 6'-methoxy-, (8à,9r)-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
28	1-Hexadecanol	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
29	4-Methyloctanoic acid	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
30	Decanoic acid, ethyl ester	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
31	Heptadecanoic acid, methyl ester	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
32	Hexadecanoic acid	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
33	47.09 Ethyl hexadecanoate	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
34	7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-Diene-2,8-dione	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
35	Hexane, 3,3-dimethyl-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
36	9-octadecenoic acid (z)-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
37	(E)-9-Octadecenoic acid ethyl ester	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
38	Octadecanoic acid, ethyl ester	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
39	1-phenylethyl diphenylamine	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
40	Octyl-diphenylamine	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
41	1-Iodo-2-methylundecane	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
42	6-[(2-Ethylhexyl)oxy]-6-oxohexanoic acid #	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
43	Benzene, (2-nitropropyl)-	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
44	Undecane	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui

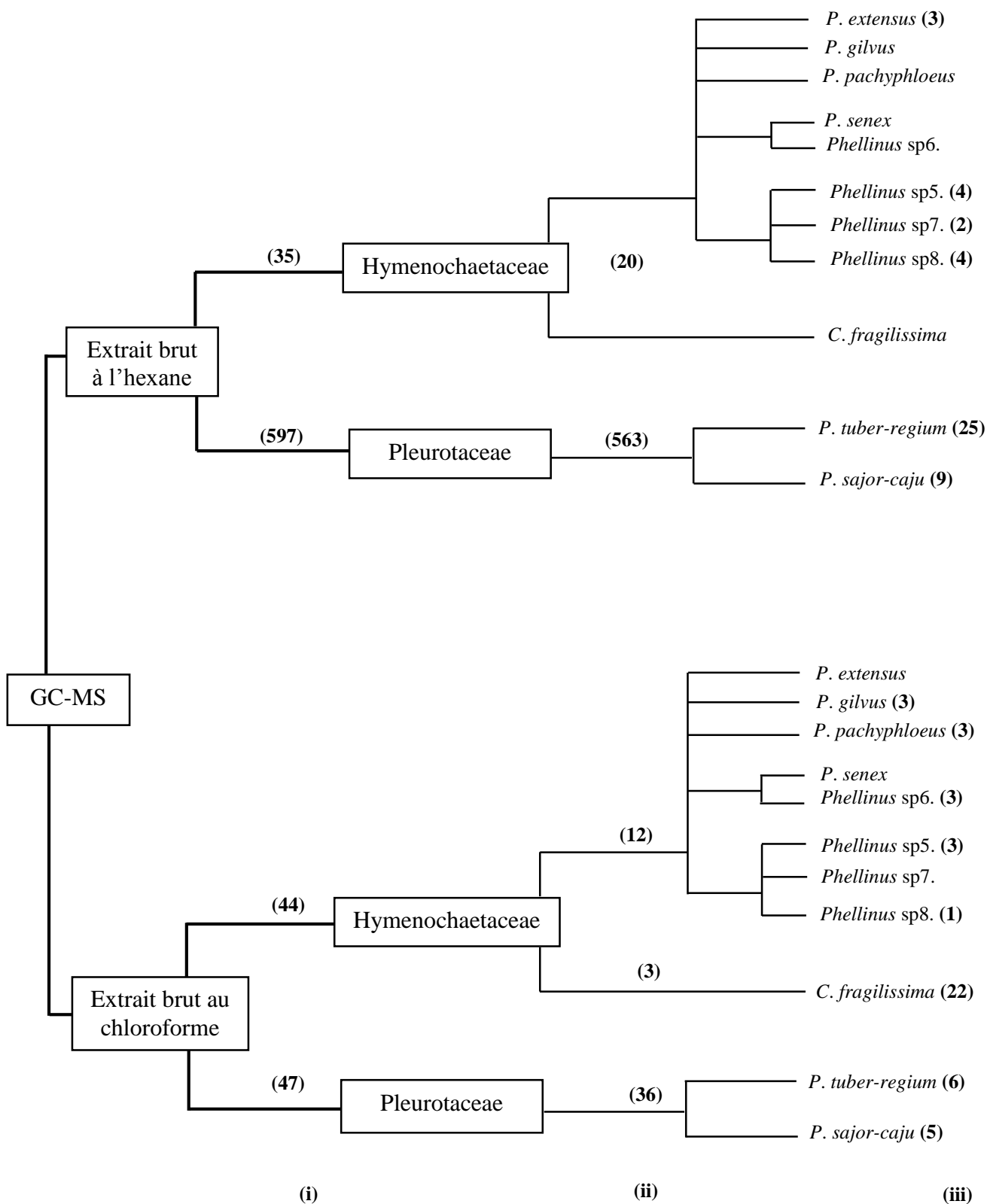


Fig. 82. Dendrogramme comparant le nombre de composés chimiques identifiés par GC-MS dans les extraits bruts des Hymenochaetaceae et Pleurotaceae. (i). Composés totaux identifiés, (ii). Composés chimiques communs aux espèces, (iii). Composés chimiques spécifiques à chaque espèce.

NB : Les espèces sans chiffres en gras () entre parenthèse n'ont pas de composés spécifiques

Tableau XVII. Récapitulatifs de quelques composés thérapeutiques identifiés dans l'extrait à l'hexane et au chloroforme de quelques Macromycètes étudiés par analyse GC-MS

N°	Temps de rétention (S)	Nom du composé	Formule moléculaire	Nature du composé	Usages/bioactivité	Type d'extrait	Espèces où le composé a été identifiée	Ordre/Famille
1	1660,18	1-Hexadécène	C ₁₆ H ₃₂	Alcène	Antibactérien (Kuppuswamy <i>et al.</i> , 2013)	Hexane	<i>Pleurotus tuberregium</i> , <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> , <i>P. pachyphloeus</i> , <i>P. senex</i> , <i>C. fragilissima</i>	Agaricales, Polyporales/ Pleurotaceae, Hymenochaetaceae
2	1651,2	(Z)-7-Hexadécène	C ₁₆ H ₃₂	Alcène	inhibiteur de la thiorodoxine, œdème pulmonaire, irritation, tétanie, diarrhée, Antimicrobien I (Babu <i>et al.</i> , 2014 ; Mujeeb & Pathak, 2014)	Hexane	<i>Pleurotus tuberregium</i> , <i>Pleurotus sajor-caju</i> , <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> , <i>P. pachyphloeus</i> , <i>P. senex</i> , <i>C. fragilissima</i>	Agaricales, Polyporales/ Pleurotaceae, Hymenochaetaceae
3	1668,6	Hexadécane	C ₁₆ H ₃₄	Alcane	Cytotoxicité (Choo <i>et al.</i> , 2001), Antimicrobien, Antioxydant (Neda <i>et al.</i> , 2004), Antipyrétique, Antihelminthique, Tumeur, Bronchites, Asthme, Tuberculeux, Dyspepsie, Constipation, Anémie, maladie de la gorge, Eléphantiasis, Antidiabétique, Anti-inflammatoire, Antidiarrhéique (Gnanavel & Mary, 2013)	Hexane/ Chloroforme	<i>Pleurotus tuberregium</i> , <i>Pleurotus sajor-caju</i> , <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> , <i>P. pachyphloeus</i> , <i>P. senex</i> , <i>C. fragilissima</i>	Agaricales, Polyporales/ Pleurotaceae, Hymenochaetaceae
4	1917,14	(E)-5-Octadécène	C ₁₈ H ₃₆	Alcène	Renforce les caractères sexuels (Sumita <i>et al.</i> , 2017)	Hexane	<i>Pleurotus tuberregium</i> , <i>Pleurotus sajor-caju</i> , <i>P. extensus</i> , <i>P. gilvus</i> , <i>P.</i>	Agaricales, Polyporales/ Pleurotaceae, Hymenochaetaceae

							<i>pachyphloeus, P. senex, C. fragilissima</i>	
5	2378,8	1-Docosène	C ₂₂ H ₄₄	Alcène	Antibactérien (Yogeswari <i>et al.</i> , 2012)	Hexane	<i>Pleurotus tuber-regium, Pleurotus sajor-caju, P. extensus, P. gilvus, P. pachyphloeus, P. senex, C. fragilissima</i>	Agaricales, Polyporales/ Pleurotaceae, Hymenochaetaceae
6	2141,98	Acide Hexadécanoïque	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Acide gras	Faiblesse musculaire, Tétanie, Anémie, Diarrhée, œdème Pulmonaire, arrêt respiratoire (Babu <i>et al.</i> , 2014).	Chloroforme	<i>Pleurotus tuber-regium, Pleurotus sajor-caju</i>	Agaricales/ Pleurotaceae
7	2167,2	Acide Hexadécanoïque, éthyl ester	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Acide Palmitique ester	Antioxydant, Hémolytique, hypocholestérolémique, saveur, Nématicide, Anti-androgénique (Tulika Tyagi & Mala Agarval, 2017).	Chloroforme	<i>Pleurotus tuber-regium, Pleurotus sajor-caju, P. pachyphloeus, Phellinus sp1069.</i>	Agaricales, Polyporales/ Pleurotaceae, Hymenochaetaceae
8	2357,3	(E)-9- acide Octadécenoïque éthyl ester	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	Ester	Faiblesse musculaire, œdème Pulmonaire, Anémie, arrêt respiratoire, Diarrhée, trouble de sommeil, Tétanie (Babu <i>et al.</i> , 2014). Anti-inflammatoire, Antiandrogénique prévention cancer, dermatogénique Hypocholestérolémique, inhibiteur 5-Alpha réductase, Anemiégénique Insectifuge, saveur (Selvin <i>et al.</i> , 2009)	Chloroforme	<i>Pleurotus tuber-regium, Pleurotus sajor-caju</i>	A garicales/ Pleurotaceae
9	2385,16	acide Tétradécanoïque, éthyl ester	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Acide gras	Antioxydant, Antimicrobien, prévention cancer, cosmétique, désherbant, Hypercholestérolémique	Hexane	<i>Pleurotus tuber-regium, Pleurotus sajor-caju</i>	Agaricales/ Pleurotaceae

					(Harborne & Baxter, 1983; Ross, 2003)			
10	2387,8	Eicosane	C ₂₀ H ₄₂	Acide gras	Antibactérien, anti-tumeur et activités cytotoxique (Egbung <i>et al.</i> , 2017)	Hexane/ Chloroforme	<i>Pleurotus tuber-regium</i> , <i>Pleurotus sajor-caju</i>	Agaricales/ Pleurotaceae
11	2489,96	Docosane	C ₂₄ H ₅₀	Alcane	Antimicrobien (Asultan <i>et al.</i> , 2016)	Hexane/ Chloroforme	<i>Pleurotus tuber-regium</i> , <i>Pleurotus sajor-caju</i>	Agaricales/ Pleurotaceae
12	2168,48	(E)-5-Eicosène	C ₂₀ H ₄₀	Alcène	Antibactérien, antifongique, antitumeur (Silva & Wansapala, 2016)	Hexane	<i>Pleurotus tuber-regium</i> , <i>Pleurotus sajor-caju</i>	Agaricales/ Pleurotaceae

Trois groupes de composés également identifiés dans les extraits bruts à l'hexane de *Pleurotus tuber-regium* et *Pleurotus sajor-caju* dont entre autre :

- 1) 4h-1,2,4-Triazole-3-thiol, 4-benzyl-5-méthyl-; 3h-1,2,4-triazole-3-thione, 2,4-dihydro-4-méthyl-; 1,2,4-triazol-3-amine, 5-(1,3,5-triméthyl-4-pyrazolyl)amino- (Composés 66, 103, 372-Section I, Annexe 1) ;
- 2) Oxiranecarboxamide, n-méthyl-n-(2-oxo-2-phényléthyl)-3-phényl-, (2r-trans)- : Oxirane, [(2-chloroethoxy)méthyl]- ; 2-Hexyloxirane (Composés 173, 219, 263-Section I, Annexe 1) ;
- 3) 1,3-Imidazole-5-carboxaldéhyde ; 1,3-Imidazole-5-carboxaldéhyde ; (s)-(-)-4-(2-Aminopropyl)imidazole dihydrochloride ; 6-[(n-Cyclohexylimino-n'-cyclohexylamino)méthyl]benzimidazo[1,2-a]benzimidazole (Composés 55, 97, 262, 396-Section I, Annexe 1).

Contiennent respectivement du Triazole, de l'Oxirane, de l'Imidazole et du Benzimidazole qui sont des molécules ayant de très fortes propriétés antifongiques et antibactériennes (Kumari *et al.*, 2010).

III.1.3. Activités antibactériennes et antifongiques des extraits bruts

Les CMI des extraits bruts de *Phellinus extensus*, *Phellinus gilvus*, *Phellinus pachyphloeus*, *Phellinus senex*, *Coltricia fragilissima*, *Pleurotus sajor-caju*, du basidiocarpe et du sclérote de *Pleurotus tuber-regium* sur les bactéries et les champignons pathogènes à l'homme sont donnés respectivement dans les Figures 83, 84, 85 et 87 et dans les Tableaux XVIII, XIX, XX et XXI où les chiffres montrent que tous les extraits ont une activité inhibitrice bactériostatiques et fongistatiques de niveau variable sur les bactéries et les champignons. Il ressort en effet de ces tableaux que la CMI de tous les extraits bruts sur les bactéries varient entre 3,13 et 12,5 mg/mL et entre 0,39 et 6,5 mg/mL sur les champignons pathogènes.

Pour les Hymenochaetaceae (Fig. 83, 85 et Tableaux XVIII, XX), les CMI de l'extrait brut de *P. extensus* est de 6,25 mg/mL sur toutes les souches de bactéries à savoir *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella aerogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli* et 0,39 mg/mL sur les souches de champignons à savoir *Candida albicans*, *Aspergillus ochraceus* et *Aspergillus fumigatus*. Les CMI de *P. gilvus* est de 6,25 mg/mL sur toutes les souches de bactéries excepté *M. smegmatis* qui a un CMI de 12,5 mg/mL, et de 0,39 mg/mL sur les toutes souches de champignons. Les CMI de *P. pachyphloeus* est de 6,25 mg/mL sur toutes les souches de bactéries excepté *E. faecalis*, *S. aureus*, *K. aerogenes* et *E. cloacae* qui ont une CMI de 12,5 mg/mL ; de 0,39 mg/mL *C. albicans*, *A. ochraceus* et 1,56 mg/mL sur *A. fumigatus* souches de champignons. La CMI de *P. senex* est de 6,25 mg/mL sur toutes les souches de bactéries excepté *P. vulgaris* et *P. mirabilis* qui ont chacun une CMI de 3,13 mg/mL ; et de 0,39 mg/mL sur toutes les souches de champignons. Les CMI de *C. fragilissima* est de 6,25 mg/mL sur toutes les souches de bactéries exceptés *S. epidermidis*, *K. aerogenes* qui ont chacun une CMI de 12,5 mg/mL et *E. cloacae* qui a une CMI de 3,13 mg/mL. ; par contre on note une CMI 0,39 mg/mL sur *C. albicans*, *A. fumigatus* et une CMI 3,13 mg/mL sur *A. ochraceus* souches de champignons.

Pour les Pleurotaceae, les chiffres des figures 84/86 et tableaux XIX/XXI montrent que la CMI des extraits du basidiocarpe sur *B. subtilis*, *E. faecalis*, *S. epidermidis*, *E. cloacae*, *P. vulgaris*, *K. oxytoca*, *K. aerogenes* et *P. mirabilis* est de 12,5 mg/mL et de 6,25 mg/mL tant sur *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium smegmatis* que sur toutes les souches de champignons pathogènes testées, notamment *C. albicans*, *A. fumigatus* et *A. ochraceus*. Pour ce qui est des extraits du sclérote, la CMI enregistré est de 12,5 mg/mL sur *Bacillus subtilis* et *Klebsiella aerogenes* ; 6,25 mg/mL sur *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia cloacae*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*,

Klebsiella oxytoca, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli* et 3,13 mg/mL sur les trois espèces de champignons pathogènes. Les CMI de l'extrait brut de *P. sajour-caju* est de 12,5 mg/mL sur toutes les souches de bactéries exceptés *E. faecalis*, *S. aureus* et *M. smegmatis* qui ont tous un MIC de 6,25 mg/mL. Par contre, on enregistre une CMI de 0,39 mg/mL sur *C. albicans*, de 3,13 mg/mL sur *A. fumigatus* et de 6,25 mg/mL sur *A. ochraceus* souches de champignons.

Tableau XVIII. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Hymenochaetaceae sur les bactéries pathogènes à l'homme

Extraits bruts	Concentration Minimale d'Inhibition (CMI, mg/mL)										
	Bactéries Gram+					Bactéries Gram-					
	<i>BS</i>	<i>EF</i>	<i>SE</i>	<i>SA</i>	<i>MS</i>	<i>ECL</i>	<i>PV</i>	<i>KO</i>	<i>KA</i>	<i>PM</i>	<i>EC</i>
<i>P. extensus</i>	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
<i>P. gilvus</i>	6,25	6,25	6,25	6,25	12,5	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
<i>P. pachyphloeus</i>	6,25	12,5	6,25	12,5	6,25	6,25	6,25	6,25	12,5	6,25	12,5
<i>P. senex</i>	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	3,13	6,25	6,25	3,13	6,25
<i>C. fragilissima</i>	6,25	6,25	12,5	6,25	6,25	3,13	6,25	12,5	6,25	6,25	6,25

BS: *Bacillus subtilis*; *EF*: *Enterococcus faecalis*; *SE*: *Staphylococcus epidermidis*; *SA*: *Staphylococcus aureus*; *MS*: *Mycobacterium smegmatis*.

ECL: *Enterobacter cloacae*; *PV*: *Proteus vulgaris*; *KO*: *Klebsiella oxytoca*; *KA*: *Klebsiella aerogenes*; *PM*: *Proteus mirabilis*; *EC*: *Escherichia coli*.

Tableau XIX. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Pleurotaceae sur les bactéries pathogènes à l'homme

Extraits bruts	Concentration Minimale d'Inhibition (CMI, mg/mL)										
	Bactéries Gram+					Bactéries Gram-					
	<i>BS</i>	<i>EF</i>	<i>SE</i>	<i>SA</i>	<i>MS</i>	<i>ECL</i>	<i>PV</i>	<i>KO</i>	<i>KA</i>	<i>PM</i>	<i>EC</i>
<i>P. tuber-regium</i> (basidiocarpe)	12,5	12,5	12,5	6,25	6,25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	6,25
<i>P. tuber-regium</i> (sclérote)	12,5	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	12,5	6,25	6,25
<i>P. sajour-caju</i>	12,5	6,25	12,5	6,25	6,25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5

Tableau XX. Concentration Minimale d'Inhibition (CMI) des extraits bruts des Hymenochaetaceae sur les champignons microscopiques pathogènes à l'homme

Extraits bruts	Concentration Minimale d'Inhibition (CMI, mg/mL)		
	Champignons microscopiques		
	<i>Candida albicans</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>
<i>P. extensus</i>	0,39	0,39	0,39
<i>P. gilvus</i>	0,39	0,39	0,39
<i>P. pachyphloeus</i>	0,39	1,56	0,39
<i>P. senex</i>	0,39	0,39	0,39
<i>C. fragilissima</i>	0,39	0,39	3,13

Tableau XXI. Concentration inhibitrice minimale (CMI) des extraits bruts des Pleurotaceae sur les champignons microscopiques pathogènes à l'homme

Extraits brut	Concentration Minimale d'Inhibition (MIC, mg/mL)		
	Champignons microscopiques toxiques		
	<i>Candida albicans</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>
<i>P. tuber-regium</i> (basidiocarpe)	6,25	6,25	6,25
<i>P. tuber-regium</i> (sclérote)	3,13	3,13	3,13
<i>P. sajour-caju</i>	0,39	3,13	6,25

CMI des extraits bruts sur les souches de bactéries

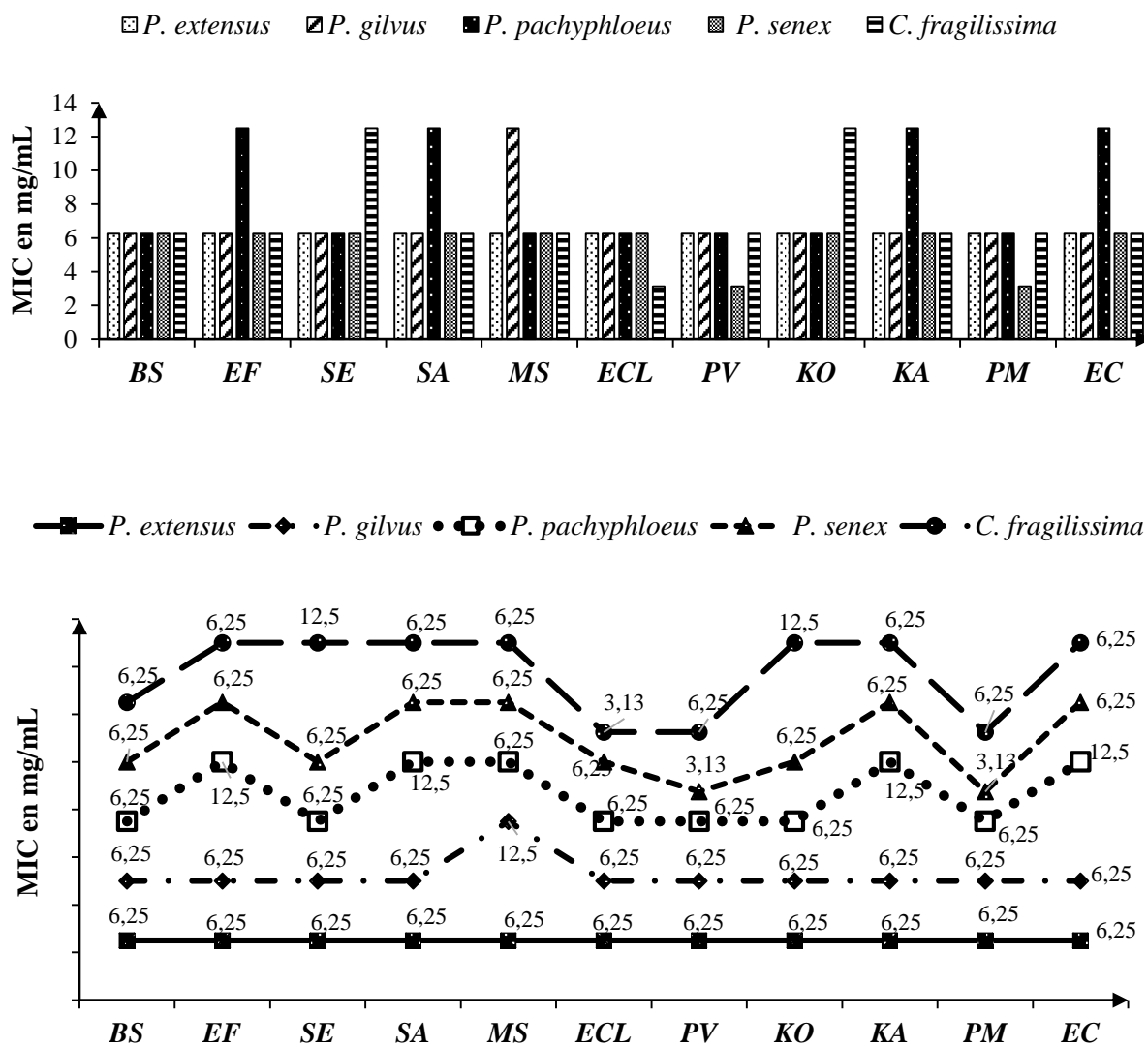


Fig. 83. Histogrammes (au-dessus) et Courbes (en dessous) de variation des activités antibactériennes correspondant des extraits naturels bruts de quelques espèces de *Phellinus* et de *Coltricia* sur les souches de bactéries.

CMI des extraits bruts sur les souches de bactéries

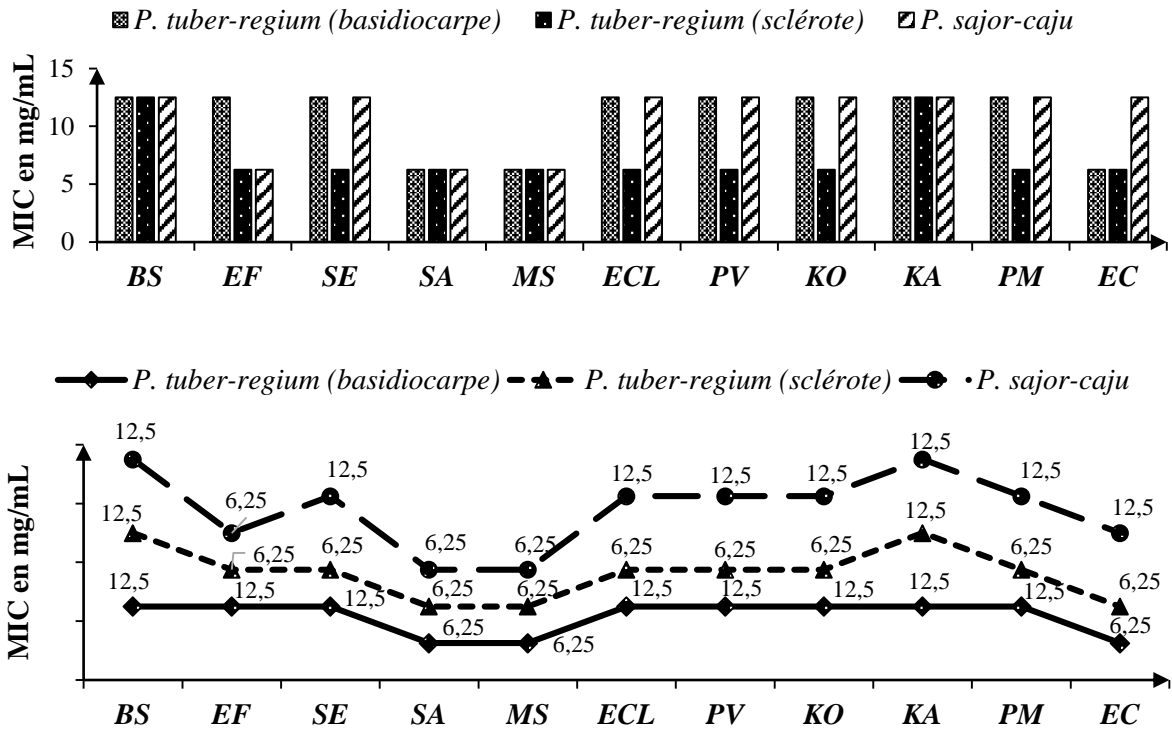


Fig. 84. Histogrammes (au-dessus) et Courbes (en dessous) de variation des activités antibactériennes des extraits naturels bruts de quelques Agaricales sur les souches de bactéries.

CMI des extraits naturels bruts sur les souches de champignons

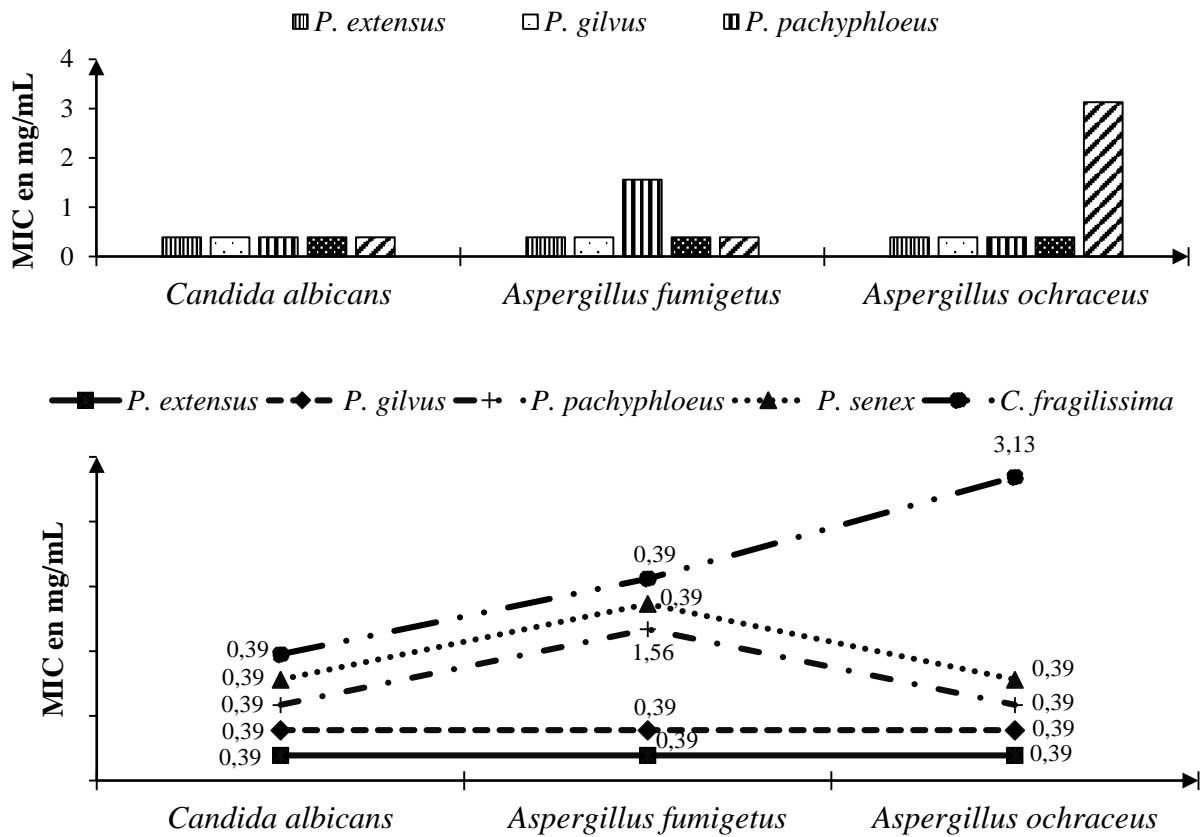


Fig. 85. Histogrammes (au-dessus) et Courbes (en-dessous) de variation des activités antifongiques des extraits naturels bruts de quelques Polyporales sur les souches de champignons.

CMI des extraits naturels bruts sur les souches de champignons

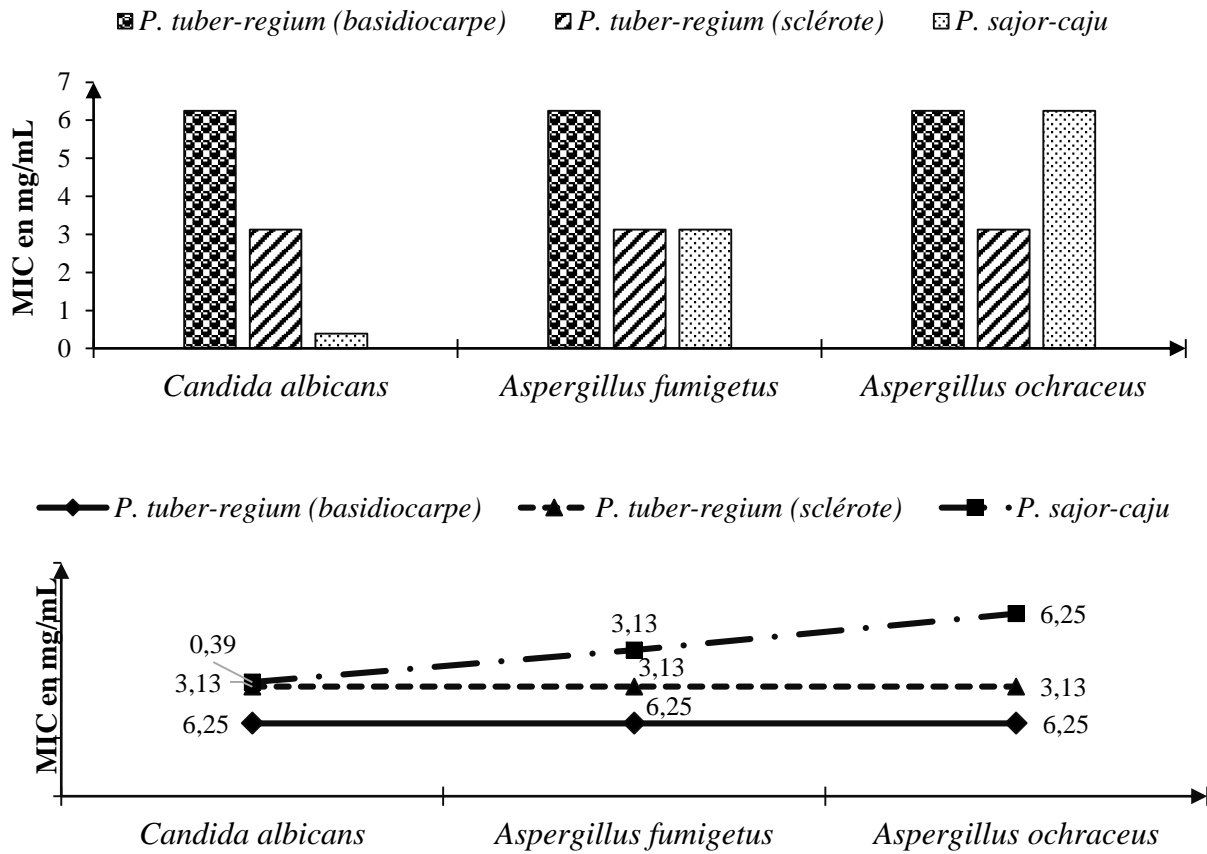


Fig. 86. Histogrammes (au-dessus) et Courbes (en dessous) de variation des activités antifongiques des extraits naturels bruts de quelques Agaricales sur les souches de champignons.

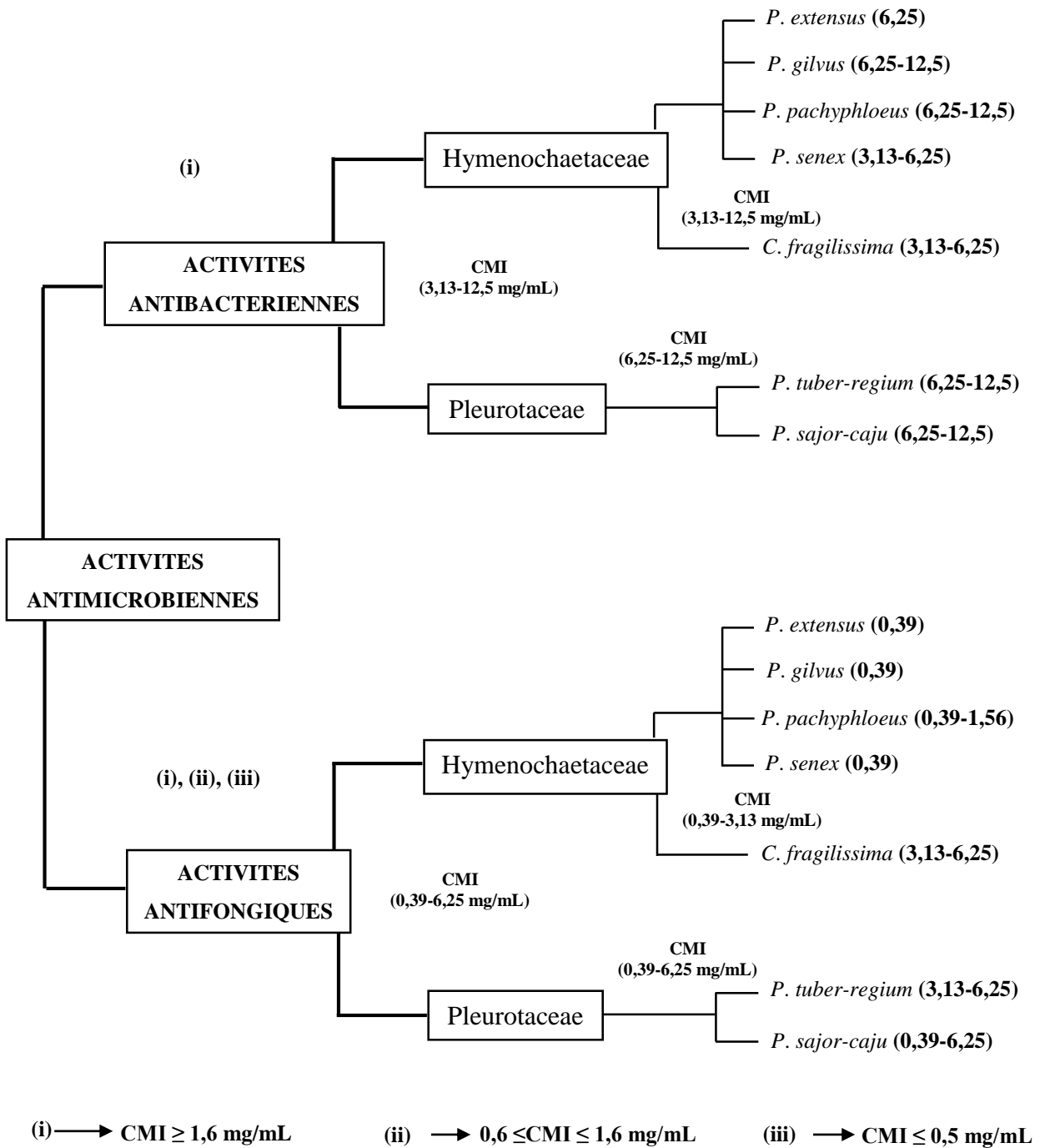


Fig. 87. Dendrogramme comparant les activités antibactériennes et antifongiques des extraits bruts des Hymenochaetaceae et Pleurotaceae. (i). Faibles inhibiteurs, (ii). Inhibiteurs modérés, (iii). Puissants inhibiteurs, CMI= Concentration Minimale d’Inhibition

III.2. Discussion

III.2.1. Taxonomie conventionnelle

182 échantillons de Macromycètes appartenant aux ordres des Agaricales, Boletales et Polyporales ont été collectés lors des descentes sur le terrain. 30 espèces d'Agaricales et Polyporales ont été identifiées et examinées en taxonomie. Les Agaricales y sont représentés par 21 *Termitomyces* de la famille des Lyophyllaceae et 01 *Pleurotus* de la famille des Pleurotaceae. Les Polyporales sont représentés par 04 *Phellinus* et 01 *Coltricia* tous de la famille des Hymenochaetaceae, 01 espèce nouvelle d'*Aporpium* et de *Perenniporia* qui sont de la famille des Polyporaceae.

Parmi les *Termitomyces* décrits, 3 espèces (DM 1726 et DM 1727, DM 1722) ont été identifiées comme *Termitomyces letestui* f. nov., *Termitomyces mboudaïna* et *T. mammiformis*. Les 18 espèces restantes inclues des espèces et des formes suspectées être nouvelles sur la base de leurs caractères macro- et micromorphologiques. En effet, DM 1268, DM 1282, DM 1293, DM 1295 et DM 1308 ont été décrites comme *Termitomyces fombapei* sp. nov. ; DM 1272 comme *Termitomyces mboukouïna* sp. nov. ; DM 1284, DM 1290 et DM 1284 comme *Termitomyces mbongonensis* sp. nov. ; DM 1721 comme *Termitomyces africana* sp. nov. ; DM 1723 comme *Termitomyces subeurhizus* sp. nov. ; DM 1724 comme *Termitomyces bruneogriseus* sp. nov. ; DM 1725 comme *Termitomyces tribasidiatus* sp. nov. ; DM 1728 et DM 1729 comme *Termitomyces melongii* sp. nov. ; DM 1702 comme *Termitomyces congolensis* sp. nov. ; DM 1718 comme *Termitomyces mammiformis* f. *cameroonensis* f. nov. et DM 1730 *Termitomyces eurhizus* f. *polycystidiatus* f. nov. En attendant les analyses de la phylogénie moléculaire ADN qui viendront certainement confirmer leurs caractères nouveaux, ces nouvelles espèces et nouvelles formes viendront accroître le nombre de *Termitomyces* mondialement connus à près de 50 taxons et en particulier ceux du Cameroun qui passent à près de 40 taxons. En effet, depuis la découverte du genre *Termitomyces* par Heim (1941) avec juste 8 taxons, de nombreuses autres espèces ont été décrites à travers le monde par plusieurs auteurs dont Heim (1942, 1952, 1958, 1977), Mossebo *et al.* (2002, 2011, 2017), Wei *et al.* (2009), Essouman (2018), ainsi que celles décrites dans cette thèse. Il y a également lieu de souligner que plusieurs espèces du genre *Termitomyces* ont des vertus médicinales (Oyetayo, 2011 ; Hama *et al.*, 2012 ; Aryal & Budathoki, 2016) plus ou moins avérées

Concernant les Pleurotaceae, *Pleurotus tuber-regium* (basidiocarpe, DM 563 A et sclérote, DM 563 B) a été examiné. Cette espèce comestible se caractérise aussi par ses

propriétés médicinales, l'espèce étant utilisée dans la pharmacopée traditionnelle africaine (Walley & Rammeloo, 1994). Il y a lieu de souligner que *P. tuber-regium* ne pousse que sur un certain type de substrat sous forme de sclérote-tubercule (Fig. 79 F) naturellement préfabriqué dans le sol (Ijeh *et al.*, 2009 ; Zoberi, 1979).

Les Hymenochaetaceae examinés sont *Phellinus extensus* (DM 184 A/B), *Phellinus gilvus* (DM 998), *Phellinus pachyphloeus* (DM 1071), *Phellinus senex* (DM 1005) et *Coltricia fragilissima* (DM 668). Une étude comparative des caractères macroscopiques et microscopiques de ces Hymenochaetaceae montre que ces espèces ont en général, une forme de chapeau dimidié rarement semi-circulaire, de couleurs très variables, des pores ronds mais anguleux chez *C. fragilissima*, des marges obtuses chez *P. extensus* et *P. pachyphloeus*, minces et aigues chez *P. gilvus*, *P. senex* et *C. fragilissima*. Le système d'hyphe est dimitique chez les *Phellinus* et monomitique chez *Coltricia*. Des hyphes sétules présentes uniquement chez *P. pachyphloeus*. Des soies hyméniales de formes variables présentes chez les *Phellinus*, mais absentes chez *Coltricia*. Les spores globoses chez *P. extensus* et *P. pachyphloeus*, oblongues et ellipsoïdes chez *P. gilvus* et *C. fragilissima* mais uniquement ellipsoïdes chez *P. senex*. Ces espèces vivent sur du bois mort. C'est le cas de *P. extensus*, *P. senex* et *C. fragilissima* ; mais également sur du bois mort et vivant notamment *P. gilvus* et *P. pachyphloeus* (Ryvarden & Johansen, 1980 ; Ryvarden, 1982)

Aporpium cameroonensis sp. nov. (DM 1213) et *Perenniporia nigra* sp. nov. (DM 1249) sont deux espèces nouvelles de polypores décrites dans le cadre de ce travail et dont les caractères distinctifs suivants ont été observés : spores à paroi épaisse et à apex tronqué (*Perenniporia nigra*) et surface du basidiocarpe blanchâtre vers les marges, vert à vert sombre au centre (*Aporpium cameroonensis*). *Aporpium* est une espèce relativement rare en Afrique tropicale par rapport aux *Perenniporia* tropicaux plus nombreux et décrits auparavant par plusieurs auteurs dont (David & Rachenberg, 1992 ; Decock, 2001a ; Decock & Mossebo, 2001 ; Hjortstam *et al.*, 1993 ; Lassøe *et al.*, 1996 ; Núñez & Daniëls, 1999 ; Ryvarden, 2000), Decock & Mossebo (2002).

III.2.2. Phytochimie

Afin de trouver de nouvelles molécules naturelles plus efficaces contre les pathologies humaines par rapport aux produits de synthèse, de nombreux chercheurs explorent de nos jours diverses espèces de champignons (Waithaka *et al.*, 2017 ; Subrata, 2012 ; Imtiaj *et al.*, 2007 ; Bawadehji, 2017 ; Samon, 2017 ; Uzma, 2018). Ces études n'étaient jusqu'à tout récemment consacrées qu'aux végétaux supérieurs. Cependant, les études sur les champignons sont pour

la plupart essentiellement orientées sur les propriétés thérapeutiques et pharmacologiques desdites espèces. Très peu ou pas du tout donnent la composition chimique des espèces fongiques étudiées dans le but d'établir leur classification chimiotaxonomique. Ces travaux contribuent à combler ce vide puisqu'ils donnent en plus des propriétés thérapeutiques et antimicrobiennes, la composition chimique comparée des extraits bruts à l'hexane et au chloroforme de plusieurs espèces dont *Phellinus extensus*, *Phellinus gilvus*, *Phellinus pachyphloeus*, *Phellinus senex*, DM 1069, DM 703, DM 1073 et DM 1588, *Coltricia fragilissima*, *Pleurotus tuber-regium* et *Pleurotus sajor-caju*. Ces espèces appartiennent aux groupes des Hymenochaetaceae et des Pleurotaceae et sont très utilisées dans la pharmacopée traditionnelle de plusieurs pays africains pour traiter de nombreuses pathologies. Les études taxonomiques ont permis d'identifier plusieurs d'entre-elles. La phytochimie a complété ces travaux et a permis par ailleurs de rechercher des molécules agissant comme principe actifs dans les extraits bruts de ces espèces.

En effet, les extraits bruts à l'hexane et au chloroforme des Hymenochaetaceae ont fait l'objet d'analyse CCM et au regard des facteurs de retardement, plusieurs tâches de fluorescences ont été observés en UV. La présence de ces composés fluorescents dans les groupe A (A₁, A₂, A₃ et A₄) ne nous permet pas de faire un rapprochement entre genre et espèces et constituants chimiques tant des Hymenochaetaceae que des Pleurotaceae. Ainsi, les composés extrait par l'hexane à notre avis ne constituent pas des traceurs chimiotaxonomiques. Par conséquent, la CCM qui est ici est un instrument d'analyse qualitative et quantitative ne présente pas beaucoup de sensibilité (ne permet pas de voir les composés minoritaires) d'où l'intérêt de l'analyse GC-MS. Par contre, l'observation des séries B (B₁, B₂, B₃ et B₄) des extraits au chloroforme est plus illustrative car on observe des fluorescences identiques ou similaires pour les genres de la même Famille et les espèces du même genre à savoir (B₁, B₂ et B₃). Cette fluorescence orange est absente sur la série B₄. Toutefois, cette différence ne donne aucune idée de la nature des constituants chimiques des extraits. Pour lever cette équivoque, nous avons également eu recours à la GC-MS

En effet, après visualisation de certains composés par CCM dans les extraits bruts, l'analyse GC-MS confirme et montre que les Hymenochaetaceae et les Pleurotaceae ont respectivement plusieurs composés chimiques aussi bien dans l'extrait brut à l'hexane que dans l'extrait brut au chloroforme. Certains d'entre eux sont retrouvés uniquement chez les espèces du même genre ou de la même famille. D'autres spécifiques à chaque espèce et constituent de ce fait la principale différence avec les autres espèces du même genre.

Pour les Hymenochaetaceae, on note une forte similitude du point de vue chimique entre DM 1005 (*P. senex*) et DM 1069 excepté pour les composés Phenol, 2,4-bis(1,1-diméthyléthyl)- et l'acide Hexadecanoïque, éthyl ester. Sur la base de ces données, DM 1069 serait *P. senex*. La présence des deux composés en plus dans l'extrait à l'hexane et au chloroforme peut être due à la différence sur la diversité des types de substrat sur lequel cette espèce pousse et surtout le stade de croissance du basidiome au moment de la récolte. Les deux échantillons ont été collectés dans des sites différents. En effet, selon Verscheure *et al.* (2002), les facteurs du milieu de récolte et du substrat sur lequel pousse le carpophore peuvent fortement influencer sa composition chimique. Il y'a lieu de signaler que deux échantillons d'une même espèce collectée sur le même substrat auront les mêmes composés chimiques dans leurs extraits bruts. Plusieurs espèces poussant sur le même substrat auront des composés différents. Dans le cas où leur composition chimique est identique, les quantités de ces composés chimiques sont très variables d'une espèce à l'autre. DM 703 et DM 1588 montrent du point de vue chimique une nette différence avec *P. extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus* et *P. senex* tant dans l'extrait à l'hexane que dans l'extrait au chloroforme. Avec ses 6 composés chimiques (26 à 29- Section I/Tableau XVI et 20-21-Section II/ Tableau XVI) qui lui sont propres par rapport à tous les Hymenochaetaceae (*Phellinus* spp. et *Coltricia*) étudiés dans ce travail, DM 703 serait une nouvelle espèce du genre *Phellinus*. Ceci est également valable pour DM 1588 qui se distingue des autres *Phellinus* et *Coltricia* avec 5 composés chimiques (32 à 35-Section I/ Tableau XVI et 22-Section II/ Tableau XVI) ainsi que DM 1073 qui, malgré qu'il présente une composition chimique identique avec *P. extensus* et *P. senex* avec l'extrait au chloroforme, montre une nette différence avec l'extrait à l'hexane par rapport à tous les autres *Phellinus* notamment avec les composés chimiques (30-31- Section II/ Tableau XVI).

Bien qu'ils permettent de voir plus clair sur l'identité de ces espèces, il en ressort néanmoins que, les études moléculaires seront nécessaires pour confirmer l'identité exacte des espèces DM 1069, DM 1073 et DM 1588 dont la phytochimie montre qu'elles sont différentes des autres *Phellinus* et pourrait donc s'agir d'espèces nouvelles.

Pour les Pleurotaceae, l'étude phytochimique de l'extrait brut à l'hexane de *Pleurotus tuber-regium* et de *Pleurotus sajor-caju* montre près de 600 composés chimiques. Toutefois, *Pleurotus sajor-caju* contient 9 composés chimiques (589-597) absents chez *Pleurotus tuber-regium* et *Pleurotus tuber-regium* 25 composés chimiques (564-588) absents chez *Pleurotus sajor-caju* (Tableau XV-Section I/II). Par contre, l'analyse phytochimique du sclérote (DM 563B) de *Pleurotus tuber-regium* montre que le sclérote contient trois composés chimiques

(561-563) notamment : Platinum, bis[(1,2,3-*ü*)-2-méthyl-2-propenyl](triméthylphosphine)- ; hexanal-2-d, 2-éthyl- ; dasycarpidan-1-méthanol, acétate (ester) absents dans le carpophore (DM 563A).

Pour l'extrait brut au chloroforme de *Pleurotus tuber-regium*, il contient le 2-Tridécène, 1-bromo-2-chloro-1,1-difluoro-, (z)- et le 1-Pentadécène (37 et 38) absents chez *Pleurotus sajor-caju* qui se différencie de *Pleurotus tuber-regium* par 5 composés chimiques (43-47) notamment : (R)- Tétrahydro-5-oxofuran-2- acide acétique ; acide Décanoïque ; 8-Méthyl-, méthyl ester, phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester ; 9,12- acide Octadecadienoïque, méthyl ester, (E,E)- ; 1,1-Diméthylidiborane-D4. Le sclérote (DM 563B) de *P. tuber-regium* contient 4 composés chimiques (39-42) notamment : 2H-inden-2-one ; Octahydro-3a-phényl-, oxime, trans- ; Nitrogène fluoride (N₂F₂), (Z)- ; 1-Propylméthylamine et 2,5-diméthoxy-3,4,6-triméthylbenzyl alcohol absents dans son basidiocarpe (DM 563A). Ces différents composés chimiques identifiés d'une part dans l'extrait brut à l'hexane et d'autre part dans l'extrait brut au chloroforme constituent les principaux éléments chimiques distinctifs d'une part de *P. sajor-caju* par rapport à *P. tuber-regium* et d'autre part du sclérote par rapport au basidiocarpe de *Pleurotus tuber-regium*. La composition phytochimique de *Pleurotus sajor-caju* est très proche de celle du carpophore que celle du sclérote de *Pleurotus tuber-regium*. Le sclérote est plus riche en composés chimiques que le carpophore.

Les différents composés chimiques identifiés par GC-MS tant chez les Hymenochaetaceae que chez les Pleurotaceae constituent la carte phytochimique des différentes espèces de ces deux familles et peuvent servir d'études chimiotaxonomiques de base.

III.2.3. Tests antibactériens et antifongiques

Selon Algiannis *et al.* (2001), le niveau de l'activité antimicrobienne des extraits bruts peut être évalué suivant les valeurs des CMI enregistrées. L'auteur affirme en effet que les CMI inférieurs à 0,5 mg/mL sont considérés comme de puissants inhibiteurs, ceux compris entre 0,6 et 1,5 mg/mL des inhibiteurs modérés et au-dessus de 1,6 mg/mL, il s'agit de faibles inhibiteurs. Rapportés à cette étude, ces chiffres nous permettent d'affirmer qu'en général, les extraits bruts de *Phellinus extensus*, *Phellinus gilvus*, *Phellinus pachyphloeus*, *Phellinus senex*, *Coltricia fragilissima*, *Pleurotus sajor-caju* et *Pleurotus tuber-regium* (basidiocarpe et sclérote) sont de faibles inhibiteurs avec cependant une meilleure sensibilité des champignons pathogènes que des bactéries testé(e)s, ces derniers s'étant en général montrés beaucoup plus résistants. *Pleurotus tuber-regium* étant jusqu'à présent utilisé dans la pharmacopée traditionnelle africaine pour traiter d'autres pathologies (Oyetayo, 2011 ; Walley &

Rammeloo, 1994) telles maux de tête, fièvre, douleurs d'estomac, constipation, asthme, furoncle, hypertension artérielle etc..., ces travaux démontrent que les extraits de *P. tuber-regium* utilisés à des doses convenables présentent aussi des propriétés antibactériennes et antifongiques. Il en est de même des espèces du genre *Phellinus* qui malgré de grandes pertes économiques qu'ils causent sur les essences forestières en causant la pourriture blanche du bois, ils contiennent sûrement des molécules à vertus thérapeutiques puisque leurs carpophores sont utilisés depuis des siècles en médecine traditionnelle depuis l'antiquité (Samchai *et al.*, 2009) pour le traitement de nombreuses maladies. En effet, les *Phellinus* contiendraient différents composés bioactifs tels que les glucides, protéines, phénols, alcaloïdes, terpenoïdes, polysaccharides, stéroïdes et les acides gras (Kelač, 2009 ; Nagadesi, 2016). Des études successives montrent que ces composés identifiés dans les extraits naturels bruts ont des activités biologiques notamment anti-inflammatoire (Ajiht *et al.*, 2001 ; Kim *et al.*, 2006), hépatoprotective (Chang *et al.*, 2007), antidiabétique (Hwang *et al.*, 2005 ; Kaur *et al.*, 2005), anticancer (Sliva *et al.*, 2008 ; Lu *et al.*, 2009), antioxydant (Park *et al.*, 2009 ; Yang *et al.*, 2011), immuno-stimulatoire (Xue *et al.*, 2010), cyto-protective (Park *et al.*, 2015), anti-allergique (Abbas *et al.*, 1996 ; Inagaki *et al.*, 2005) et anti-microbiens (Sonawane *et al.*, 2011 ; Hong *et al.*, 2016). Ces champignons sont un cocktail naturel de divers métabolites secondaires présentant des activités biologiques (Bae *et al.*, 2005 ; Reis *et al.*, 2014). On peut ainsi envisager des études cliniques ultérieures visant à confirmer ces propriétés et déterminer avec précision les molécules impliquées et les doses appropriées pour soigner par exemple des blessures infectées par l'une ou l'autre des bactéries testées ou même traiter des affections fongiques comme des Mycoses à *Candida albicans* ou des Aspergilloses à *Aspergillus fumigatus* ou *ochraceus*. Il y a lieu de souligner que seules quelques rares espèces de Macromycètes tropicaux d'Afrique ont déjà par le passé fait l'objet de tests antimicrobiens (Baraka Luca Chelila *et al.*, 2014 ; Waithaka *et al.*, 2017) avec détermination de Concentrations Minimales d'Inhibition (CMI). Ces travaux s'inscrivent dans la suite de ce vaste champ de recherche où la grande majorité des Macromycètes tropicaux d'Afrique reste encore à explorer. On peut aussi remarquer que les valeurs des CMI enregistrées dans nos travaux sont proches de ceux obtenus dans des travaux similaires avec des extraits bruts des champignons comestibles et toxiques (Chelela *et al.*, 2014 ; Waithaka *et al.*, 2017 ; Subrata *et al.*, 2012 ; Hassan *et al.*, 2011) et des extraits bruts des plantes médicinales (Alsultan *et al.*, 2016 ; Mudzengi *et al.*, 2017 ; Mohamed, 2018 ; Bisi-Johnson *et al.*, 2017 ; Sunita *et al.*, 2017 ; Gonelimali *et al.*, 2018).

Les extraits naturels bruts à l'hexane et au chloroforme des champignons ont une activité bactériostatique et fongistatique sur les souches des microbes pathogènes. L'activité bactéricide et fongicide pourra s'obtenir en diversifiant les solvants d'extraction ou en variant davantage les doses des extraits bruts utilisés.

III.2.4. Impacts de l'étude

Les données de cette étude constituent un atout majeur pour la science et surtout pour les populations en générale notamment sur les plans alimentaire, sanitaire, économique et écologique.

III.2.4.1. Sur le plan alimentaire

Les *Termitomyces* est un genre de champignons très répandus, abondants, cueillis, consommés et les plus appréciés par les populations du Cameroun et de la RDC. Outre leur saveur agréable, ils sont très succulents et importants pour l'organisme humain du fait de leur richesse en fibres de qualité. Ils sont parfois associés à de nombreux repas, mais le plus souvent ils sont rôtis et constituent à cet effet un met exceptionnel. Une domestication des *Termitomyces* reste cependant nécessaire pour satisfaire la demande des populations qui n'ont accès à ces espèces utiles qu'en certaines périodes de l'année (Mars-Avril, Septembre-Novembre). La domestication pourra satisfaire les besoins des populations des zones tropicales où poussent les *Termitomyces*, mais également permettre à tout le monde entier de déguster et de consommer ces champignons rares et uniques. Les souches indiquées pour la domestication sont *T. letestui* f. nov. 1, *T. schimperi*, *T. mammiformis* et éventuellement *T. mammiformis* f. *cameroonensis* f. nov. et *T. congolensis* sp. nov. qui sont des espèces à carpophores très charnus et à chair très épaisse. La meule reste l'unique substrat naturel où poussent les *Termitomyces* jusqu'à ce jour. Les études de domestication ont débuté en laboratoire sur milieu artificiel (MEA) et ont permis d'obtenir uniquement du mycélium, mais pas des carpophores (Essouman, 2018). L'analyse chimique des meules en vue de poursuivre cette étude a débuté. Mais il serait plus intéressant d'inclure à cette initiative, l'analyse chimique des termites dont la plupart des spores transitent dans leur système digestif où les mécanismes intervenant dans la germination des spores et la fructification des souches sont certainement déclenchés.

III.2.4.2. Sur le plan sanitaire

Les champignons sont très utilisés dans plusieurs pharmacopées traditionnelles au même titre que les plantes pour soigner les maladies. Ceci implique la présence dans ces

spécimens de nombreux principes actifs. La consommation permanente des champignons peut ainsi procurer à l'organisme l'immunité à certaines infections en renforçant son système de défense contre les agresseurs. Malgré ce constat, très peu d'espèces de champignons sont explorées au même titre que les plantes en vue de rechercher des principes actifs indispensables à la production des médicaments naturels plus efficaces. L'humanité est considérablement menacée par de nombreuses infections dont il n'existe pas encore de traitements appropriés à ce jour. Le cas le plus récent est celui du nouveau CORONAVIRUS dont la virulence à entrainer depuis novembre 2019 le confinement de toute la population mondiale mettant ainsi en péril l'économie. Les champignons sont une panacée à ces multiples menaces sanitaires au vue de leurs propriétés thérapeutiques dont il suffit d'explorer suffisamment et d'y accorder une attention particulière au regard du potentiel existant. Les espèces testées en microbiologie dans cette étude ainsi que d'autres espèces potentiellement thérapeutiques pourront faire l'objet de test sur de nombreuses souches de virus dont il n'existe pas à ce jour d'antidote pour leur traitement, à l'occurrence la nouvelle menace dû au CORONAVIRUS qui ne cesse de semer la terreur à travers le monde avec des milliers de cas de contaminations et de morts.

III.2.4.3. Sur le plan économique

Les champignons sont très prisés par plusieurs populations à travers le monde pour des besoins alimentaires et thérapeutiques. Plusieurs espèces sont ainsi domestiquées. C'est le cas de nombreux *Pleurotus* (*P. streatus*, shitake) et *Ganoderma* (*G. lucidum*) respectivement très consommé en Amérique/Europe pour l'alimentation ou utilisé en pharmacopée chinoise et japonaise pour traiter les pathologies humaines. *P. tuber-regium*, *P. sajor-caju* ainsi que les *Phellinus* spp. peuvent être utilisés en cas de certaines infections bactériennes aux détriment de nombreux médicaments non seulement toxiques pour l'organisme humain et l'environnement mais surtout très couteux pour les population fortement pauperisées.

III.2.4.4. Sur le plan écologique

Le Cameroun et la RDC font partie du bassin du congo, deuxième zone mondiale la plus riche en biodiversité en raison de leur climat équatorial humide et de l'abondance des forêts et des savanes. Par ces caractéristiques, ils regorgent divers substrats naturels (sols, litière et bois mort ou vivant). Les *Termitomyces* sont plus repandus dans la region de l'Ouest (Ndé, Noun, Mbamboutos et plaine des Mbos) où on trouve de nombreuses termitières géantes et souterraines. On les trouve également en quantité importante dans la région du Centre pendant pendant les grandes pluies. La zone de Santchou regorge des tâches de forêts secondaires vers les montagnes et les basses terres inondables pendant les périodes de crues. Les sols des

Mbamboutos et Noun sont plus fertiles. Dans ces localités, naissent de gros carpophores de champignons comme à Lebumbashi (RDC). Les polypores poussent uniquement sur des souches bois mort en décomposition. Ils sont plus répandus dans les zones forestières en exploitation ou confinés en aires protégées. Ils constituent un maillon important de la dynamique forestière et méritent à cet effet une attention particulière au regard de leur rôle éboueur qui est indispensable à la régénération des forêts et la lutte contre le changement climatique.

CHAPITRE IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

IV.1. Conclusion

Au terme de cette étude dont l'objectif général était d'améliorer l'état de connaissance de la flore mycologique du Cameroun et de la RD Congo et déterminer le potentiel pharmacologique et les activités antimicrobiennes de quelques espèces d'Agaricales et de Polyporales d'Afrique tropicale, il en ressort que, la flore macrofongique de ces deux pays est exceptionnellement riche et diversifiée avec de nombreuses espèces à potentiels pharmacologiques qui étaient inconnues jusqu'à présent.

En effet, 182 spécimens de champignons macroscopiques ont été récoltés au Cameroun et en RDC. 35 échantillons au total ont été effectivement examinés, 30 en taxonomie, 12 en chimiotaxonomie et 08 en microbiologie. Sur le plan taxonomique, 09 espèces et 02 formes nouvelles de *Termitomyces* ont été décrites. Il s'agit de *T. fombapei*, *T. mboukouïna*, *T. mbongonensis*, *T. africana*, *T. subeurhizus*, *T. bruneogriseus*, *T. tribasidiatus*, *T. melongii*, *T. congolensis*, *T. mammiformis* f. *cameroonensis* et *T. eurhizus* f. *polycystidiatus* ; ainsi que 02 Polyporaceae dont *Aporpium cameroonensis* et *Perenniporia*.

Sur le plan phytochimique, la composition chimique de *Phellinus extensus*, *P. gilvus*, *P. pachyphloeus*, *P. senex*, *Coltricia fragilissima*, *Pleurotus sajour-caju* et *Pleurotus tuber-regium* (basidiocarpe et sclérote) a été réalisée. Plusieurs composés chimiques ont été identifiés et ont permis de déterminer le rang taxonomique de DM 1069 comme *Phellinus senex* et DM 703, DM 1071 et DM 1588 comme d'éventuelles espèces nouvelles de *Phellinus*.

Certains composés dont entre autres 1-Hexadécène ; 7-Hexadécène, (Z)- ; Hexadécane, 5-Octadécène, (E)- ; 1-Docosène ; Acide hexadécanoïque ; Acide hexadécanoïque, éthyl ester ; (E)-9-Acide Octadécanoïque éthyl ester ; Acide Tétradécanoïque, éthyl ester ; Eicosane ; Docosane et 5-Eicosène, (E)- identifiés dans ces Macromycètes ont des vertus thérapeutiques et pharmacologiques avérées avec des propriétés Antimicrobien, Antioxydant, Antidiabétique, Anti-inflammatoire, Antidiarrhéique, hypocholestérolémique, anticacérigène, antitumorale et antitétanique selon quelques études antérieures. Ceci justifie certainement d'une part l'usage de *Pleurotus sajour-caju* et *Pleurotus tuber-regium* dans la pharmacopée traditionnelle pour le traitement de nombreuses maladies et d'autre part les propriétés thérapeutiques et pharmacologiques attribuées aux Hymenochaetaceae.

Sur le plan de l'activité biologique, les extraits bruts de ces champignons ont en général montré une faible activité sur les bactéries *B. subtilis*, *E. faecalis*, *S. epidermidis*, *E. cloacae*, *K. aerogenes*, *S. aureus*, *M. smegmatis*, *P. vulgaris*, *K. oxytoca*, *P. mirabilis*, *E. coli* et une

forte activité sur les champignons pathogènes *Candida albicans*, *Aspergillus ochraceus* et *Aspergillus fumigatus* avec des CMI variant respectivement entre 3,13 à 12,5 mg/mL pour les bactéries et 0,39 à 6,25 mg/mL pour les champignons.

Cette étude s'inscrit dans le début d'un vaste champ de prospection où la grande majorité des Macromycètes tropicaux d'Afrique reste encore inexploré. Des études ultérieures permettront de collecter, de décrire davantage des espèces nouvelles et de tester l'activité biologique des spécimens présumés ou non à vertus thérapeutiques dans la pharmacopée traditionnelle et pouvant servir de nouvelles sources naturelles de médicaments dans la prévention ou le traitement de nombreuses pathologies humaines.

IV.2. Perspectives

Les résultats obtenus dans les différents volets de ce travail ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes de recherche notamment dans les aspects ci-après où il s'agira :

- D'examiner sur le plan taxonomique et chimiotaxonomique les autres échantillons collectés dans le cadre de cette thèse ;
- Évaluer leurs activités antimicrobiennes pour rechercher d'éventuels espèces regorgeant de nouvelles molécules ayant ces propriétés en testant leurs extraits bruts sur d'autres souches de bactéries et champignons pathogènes afin d'évaluer et d'élargir leur spectre antimicrobien ;
- Isoler et purifier les composés chimiques actifs dans les extraits bruts afin d'engager en collaboration avec d'autres équipes de recherches les études cliniques tendant à élaborer de nouveaux médicaments plus efficaces contre certaines pathologies humaines végétales ;
- Poursuivre les récoltes pendant les autres saisons de l'année et dans d'autres régions du Cameroun et de la RDC beaucoup moins anthropisées afin de multiplier les chances de retrouver d'autres espèces nouvelles à fort pouvoir thérapeutique ;
- Réviser la clé de détermination des espèces des genre *Aporpium*, *Perenniporia* et *Termitomyces* du Cameroun et du monde en général en y introduisant les nouvelles collections décrites dans cette étude.
- Mener des études de résonance magnétique nucléaire afin d'établir la structure et la formule chimique des composés inconnus identifiés et purifiés ;
- Faire des études moléculaires afin de confirmer les descriptions taxonomiques ;
- Diversifier les champignons parasites à tester, les solvants d'extraction et varier les doses des extraits naturels afin de rechercher l'effet fongicide et bactéricide.

LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES TIRÉES DE LA THÈSE

I. ARTICLES SCIENTIFIQUES PUBLIES DANS LES REVUES A COMITE DE LECTURE

- I.1. **Metsebing Blondo-Pascal**, Tsigaing Tsigain Fabrice, Oba Romuald, Mossebo Dominique Claude, Leif Ryvarde, (2019): Studies in Aphyllophorales of Africa 33. Two new poroid species from Cameroon: *Aporpium cameroonensis* sp. nov. and *Perenniporia nigra* sp. nov. (Basidiomycota, Polyporaceae). *Synopsis Fungorum*, **39** : 72-75
- I.2. **Metsebing Blondo-Pascal**, Oba Romuald, Mossebo Dominique Claude, Fonkui Thierry Youmbi, Tsigaing Tsigain Fabrice, Djuidje Fotsing Marthe Carine, Tata Charlotte Mungho, Ndinteh Ntantoh Derek, (2020): Comparative Assessment of Antifungal and Antibacterial Activities of Crude Extracts of the King Tuber Culinary-Medicinal Mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Agaricomycetes) from Cameroon. *International Journal of Medicinal Mushroom*, **22** (4): 359-366. DOI: 10.165/IntJMedMushrooms.2020034178

II. COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES TIREES DE LA THESE

- II.1. **Metsebing Blondo-Pascal**, Tsigaing Tsigain Fabrice, Oba Romuald., Fonkui Thierry. Youmbi, Ndinteh Ntantoh Derrek., Mossebo Dominique. Claude, Djuidje Fotsing Marthe Carine, (2019). Assessment of basidiocarp versus sclerotium and antibacterial activities of hexane and chloroform crude extracts of *Pleurotus tuber-regium* (Basidiomycota, Pleurotaceae). **FISTAM 2019** Abstract book, Parakou, Benin.
- II.2. Oba Romuald., Tsigaing Tsigain Fabrice, **Metsebing Blondo-Pascal**, Ndinteh Ntantoh Derek, Mossebo Dominique Claude (2019). Assessment of antifungal and antibacterial activities of hexane and chloroform crude extracts of 3 species of *Rigidoporus* (Basidiomycota, Polyporaceae). **FISTAM 2019** Abstract book, Parakou, Benin.

BIBLIOGRAPHIE

- Abbas A. K., Murphy K. M., Sher A., 1996. Functional diversity of helper T lymphocytes. *Nature*, 383 : 787-793.
- Abdul R. J., Ahmad H., Ramdhan K., Idris A. S., Abdul R. S., Aminul R., Auzi I., 2004. Mechanical Trunk Injection for Control of *Ganoderma* MPOB *Information Series*. MPOB TT, N° 215.
- Ajith T. A. & Janardhanan K. K., 2001. Antioxidant and antiinflammatory activities of methanol extract of *Phellinus rimosus*. *Indian Journal of Experimental Biology*, 39 : 1166-1169.
- Akihisa T., Nakamura Y., Tagata M., Tokuda H., Yasukawa K., Uchiyama E., Suzuki T., Kimura Y., 2007. Anti-Inflammatory and Anti-Tumor-Promoting Effects of Triterpene Acids and Sterols from the Fungus *Ganoderma lucidum*. *Chem. Biodivers.*, 4 : 224–231.
- Alok Nahata, 2013. *Ganoderma lucidum*: A Potent Medicinal Mushroom with Numerous Health Benefits. *Pharmaceut Anal Acta*, 4 (159) : 1-4.
- Akapaja E.O., Isikhuemhen O.S. & Okhuoya J.A., 2003. Ethnomycology and usage of Edible and Medicinal Mushrooms among the Igbo People of Nigeria. *Int. J. med. Mushr.*, 5 : 313-319.
- Ambit R. T. & Mossebo D.C., 2015. The first African record of *Artolenzites acuta* comb. nov. (Basidiomycota, Polyporaceae). *Mycosphere*, 6 (3) : 280-289.
- Anonyme, 2007. Géographie de la République démocratique du Congo. *Afrique en ligne*, 14 p. <http://www.afriquenligne.fr>
- Anonyme, 2006. Champignon comestible sauvages, vue d'ensemble sur leurs utilisations et leurs importances pour les populations. In : F.A.O (ed). *Produits forestiers non ligneux*. Rome, Italie, 17 : 78 p.
- Ahrazem O., Gomez-Miranda B., Pireto A., Barasoain I., Bernabé M., Leal J. L., 1999. Structural characterization of a cell wall polysaccharide from *Penicillium vermoesenii*: chemotaxonomic application. *Can. J. Bot.* 77 : 961–968.
- Aryal H. P., Ghimire S. R., Budhathoki U., 2016. *Termitomyces*: New to the Science. *J. Plant Sci. Res.*, 3(1) : 150 p.
- Aryal H. P. & Budathoki U., 2016. Ethnomycology of *Termitomyces* R. Heim in Nepal. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 7(4) : 28-38.
- Alsultan Q. M. N., Kamaruzaman Sijam*, Tavga Sulaiman Rashid, Khairulmazmi Bin Ahmad., 2016. Gc-Ms Analysis and Antibacterial Activity of Mangosteen Leaf Extracts against Plant Pathogenic Bacteria. *American Journal of Plant Sciences*, 7 : 1013-1020.
- Babu, Johnson M., Raja P. D., Arockiaraj A. A., Vinnarasi. J., 2014. Chemical constituents and their biological activity of *Ulva lactuca* LINN. *International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis* 2(7) : 595-600.
- Bae J. S., Jang K. H., Yim H., Park S.C., Jin H. K., 2005. Inhibitory effects of polysaccharides isolated from *Phellinus gilvus* on benzo (a) pyrene-induced fore-stomach carcinogenesis in mice. *World Journal of astroenterology*, 11 : 577-579.
- Baeke V., 2005. *Pleurotus tuber-regium* ou l'excrément surnaturel. *Revue du Cercle de Mycologie de Bruxelles*, 5 : 19-42.
- Bakshi B. K., 1971. *Indian Polyporaceae* (on trees and timber). Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 246 p.
- Barbieri A., Quagliariello V., Del Vecchio V., Falco M., Luciano A., Amruthraj N. J., Nasti G., Ottaiano A., Berretta M., Iaffaioli R. V., Arra C., 2017. Anticancer and Anti-Inflammatory Properties of *Ganoderma lucidum* Extract Effects on Melanoma and Triple-Negative Breast Cancer Treatment. *Nutrients*, 9 (210) : 1-9.

- Barros L., Calhella R. C., Vaz J. A., Ferreira I. C. F. R., Baptista P., Estevinho L. M., 2007. Antimicrobial activity and bioactive compounds of Portuguese wild edible mushrooms methanolic extracts. *European Food Research Technology*, 225 : 151-156.
- Batra P., Sharma A. K., Khajuria R., 2013. Probing Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom *Ganoderma lucidum* (Higher Basidiomycetes): A Bitter Mushroom with Amazing Health Benefits. *Int. J. Med. Mushrooms*, 15 : 127-143.
- Bawadekji A., Mridha M. A. U., Al Ali M., Jamith B. W., 2017. Antimicrobial activities of Oyster Mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kummer. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 7(10) : 227-231.
- Berdy J. 2005. Bioactive microbial metabolites. A personal view. *The Journal of Antibiotics*, 58 : 1-26.
- Bisi-Johnson A. M., Obi C. L., Samuel B. B., Eloff J. N., Okoh A. I., 2017. Antibacterial activity of crude extracts of some South African medicinal plants against multidrug resistant etiological agents of diarrhoea. *BBC Complementary and Alternative Medicine*, 17(321) :1-9.
- Boa E. R., Ngulube M., Meke G., Munthali C., 2000. *First regional workshop on sustainable use of forest product: Miombo Wild Edible Fungi, Zomba, Malawi*. Forest Research Institute of Malawi and CABI Bioscience, 61 p.
- Boa E., 2004. Wild Edible Fungi. A global overview of their use and importance to people,” *Non-Wood Forest Products Series No. 17*, Rome.
- Boh B., Berovic M., Zhang J., Zhi-Bin L., 2007 *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds. In: El-Gewely M. R. (ed). *Biotechnology Annual Review*. Elsevier: Amsterdam, Netherlands, 13 : 265–301.
- Boonsong S., Klaypradit W., 2016. Antioxidant activities of extracts from five edible mushrooms using different extractants. *Agric. Nat. Ressour.*, 50 : 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2015.07.002>
- Borchers A. T., Stern J. S., Hackman R. M., Keen C. L., Gershwin M. E., 1999. Mushrooms, tumors and immunity. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 221 : 281-293.
- Brandrud T. E., Lindström H., Marklund H., Melot J., Muskos S., 1998. *Cortinarius: (flora photographica)*. Cortinarius HB, Matfors, Sweden.
- Bultot, F., 1950. Carte des régions climatiques du Congo belge établie d'après les critères de Köppen. *INEAC, Bruxelles*, 13 p.
- Bultot, F., 1956. Étude statistique des pluies intenses en un point et sur une aire au Congo belge et au Ruanda-Urundi. *I.N.E.A.C., Bruxelles, Bureau Climatologique*, 90 p.
- Buyek B. & Nzigidahera B., 1995. Ethnomycological name from Wester Burundi. *Belg. Journ. Bot.*, 128(2) : 131-138.
- Caresmel M., 1992. Les champignons supérieurs producteurs d'antibiotiques. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie (25 février 1992). Université de Lille 2. 235 p
- Chaube H. S., 1995. Nutritional and Medicinal Value of Mushroom Production Technology, University of Agriculture and Technology, India, 1-6.
- Chang S. T., Miles P. G., 1992. Mushroom biology - a new discipline. *Mycologist*, 6 : 64–65
- Chang H. Y., Peng W. H., Sheu M. J., Huang G. J., Tseng M. C., Lai M. T., 2007. Hepatoprotective and antioxidant effects of ethanol extract from *Phellinus merrillii* on carbon tetrachloride-induced liver damage. *American Journal of Clinical Medicine*, 35 : 793-804.
- Chen N.-H., Liu J.-W., Zhong J.-J., 2010. Ganoderic acid T inhibits tumor invasion in vitro and in vivo through inhibition of MMP expression. *Pharmacol. Rep.*, 62 : 150–163.

- Chen W. Q., Luo S. H., Li H. Z., Yang H., 2005. Effects of *Ganoderma lucidum* polysaccharides on serum lipids and lipoperoxidation in experimental hyperlipidemic rats. *J. Chin. Mater. Medica*, 30 : 1358–1360.
- Cherian E., Sudheesh N. P., Janardhanan K. K., Patani G., 2011. Free radical scavenging and mitochondrial antioxidant activities of Reishi- *Ganoderma lucidum*. *J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol.*, 20 : 289–308.
- Chevassut G., 1999. Le grand intérêt des cortinaires comme bio-indicateurs. *Bulletin semestriel de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes*, 16 : 25–27.
- Chevaugéon J., 1977. La multiplication végétative chez les Champignons. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 43-58.
- Chihara, G., 1992. Recent progress in immunopharmacology and therapeutic effects of polysaccharides. *Develop. Biol. Standard.*, 77 : 191-197.
- Christian B., 2013. *Les champignons médicinaux : se soigner par les champignons*. Edilivre, 136 p.
- Choi J. H., Maeda K., Hirai H., Harada E., Kawade M., Qi J., Ojika M., Kawagishi H., 2012. Novel cerebroside, termitomycesphin I, from the mushrooms, *Termitomyces titanicus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 76(7) : 1407-1409.
- Choo C. Y., Chan K. L., Sam T. W., Hitotsuyanagi Y., Koichi T., 2001. The cytotoxicity and chemical constituents of the hexane fraction of *Typhonium flagelliforme* (Araceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 77 : 129-131.
- Corner E. J. H., 1981. The agaric genera *Lentinus*, *Panus*, and *Pleurotus* with particular reference to Malaysian species. *Nova. Hedwig. Beih.* 69 : 1-169.
- Courtecuisse R., 1995. Taxonomy of some fungi used by the Songola people (Zaire). *African Study Monographs*, 16(1) : 45-60.
- Cui BK, Zhao CL 2012 – Morphological and molecular evidence for a new species of *Perenniporia* (Basidiomycota) from Tibet, southwestern. *Mycosciences*, 53 : 365-372.
- David A. & Rachenberg M., 1992. Pore fungi from the French Antille and Guiana. *Mycotaxon*, 22 : 285-325.
- Danielson R. M., 1984. Ectomycorrhizal associations in jack pine stands in northeastern Alberta. *Can J Bot*, 62 : 932– 939.
- Darija C., Željko K., Maša K. H., 2018. Antitumour, Antimicrobial, Antioxidant and Antiacetylcholinesterase Effect of *Ganoderma Lucidum* Terpenoids and Polysaccharides: A Review. *Molecules*, 23(649) :1-21.
- De Kesel A., Kassongo B., Degreef G., 2017. Champignons comestible du Haut-Katanga (R. D. Congo). *Abc Taxa*, 17 : 97 p.
- De Wasseige C., De Marcken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux P., Desclée B., Nasi R., Billand A., Defourny P., Eba'a A. R., 2012. The Forests of the Congo Basin-State of the Forest 2010. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Decock C., Ryvardeen L., 2015. Studies in *Perenniporia* s.l. African taxa IX: *Perenniporia vanhullii* sp. nov. from open woodlands. *Synopsis Fungorum*, 33 : 44 p.
- Decock C., Stalpers J 2006 – Studies in *Perenniporia*: *Polyporus unitus*, *Boletus medullapanis*, the nomenclature of *Perenniporia*, *Poria* and *Physisporus*, and a note on European *Perenniporia* with a resupinate basidiome. *Taxon*, 53 : 759-778.
- Decock C. & Mossebo D. C., 2002. Studies in *Perenniporia* (Basidiomycetes, Polyporaceae): Africa taxa III. The new species *Perenniporia djaensis* and some records of *Perenniporia* for Dja Biosphère reserve, Cameroon. *Systematic and Geography Plants*, 72 : 55-62.
- Decock C. & Mossebo D. C., 2001. Studies in *Perenniporia* (Basidiomycetes, Polyporaceae): Africa taxa II. *Perenniporia centrali-africana* sp. nov. from Cameroon. *Systematic and Geography Plants*, 71 : 607-612.

- Decock C., 2001a. Studies in *Perenniporia* (Basidiomycetes, Polyporaceae): Africa taxa I. *Perenniporia dendrohyphidia* and *Perenniporia subdendrohyphidia*. *Systematic and Geography Plants*, 71 : 45-51.
- Degreef J., Malaisse F., Rammeloo J., Baudart E., 1997. Edible mushroom of Zambezi woodland area : a nutritional and ecological approach. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 1 : 221-231.
- Dijk H. V., Onguene N. A., Kuyper T. W., 2003. Knowledge and utilization of edible mushrooms by local population of the Rain Forest of South Cameroon. *Ambio*, 321 : 19-23.
- Djomo N. A., 2017. REDD+ en RDC : Etat des lieux et options perationnelles pour le developpement desequations allometriques. Rapport technique, 57 p. <https://www.researchgate.net/publication/321301853> .
- Donk M. A., 1960. The generic names proposed for Polyporaceae. *Persoonia*, 1 : 173-302.
- Douanla-Meli C. 2007. Fungi of Cameroon Ecological diversity with emphasis on the taxonomy of non-gelled Hymenomycetes from Mbalmayo Forest Reserve. *Bibliotheca Mycologica Band*, 202 : 410 p.
- Egbung G. E., Anosike C., UTU-Bakua. B., Ogar I., Udo N. V., 2017. Phytochemical evaluation and GC-MS analysis of *Hyptis verticillata* cultivated in Calabar Cross River State, Nigeria. *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, 11(5) : 2548-2559.
- Elisha I. L., Botha F. S., McGaw L. J., Eloff J. N., 2017. The antibacterial activity of extracts of nine plant species with good activity against *Escherichia coli* against five other bacteria and cytotoxicity of extracts. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(133) : 1-10.
- Eloff J. N., 1998. A sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. *Planta Medicinal*, 64 : 711-713.
- Essouman E. P. F., 2018. *Phylogénie moléculaire et revision taxonomique des Termitomyces (Lyophyllaceae, Basidiomycota) d’Afrique tropicale et d’Asie basées sur les séquences nLSU et mtSSU de l’ADNr et corrélation des paramètres de croissance post-récolte de Termitomyces schimperi Pat. Heim*. Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé 1, 194p.
- Eyi Ndong H. Degreef J., De Kesel A., 2011. Champignons comestibles des forêts denses d’Afrique Centrale, Taxonomie et identification. *Abc. Taxa.*, 10 : 262 p.
- Eyi Ndong H. G., 2009. *Etude des champignons de la forêt dense humide consommés par les populations du nord du Gabon*. Thèse de Doctorat, 100 p.
- Gonelimali F. D., Jiheng L., Wenhua M., Jinghu X., Fedrick X., Meiling C., Shaimaa R. H., 2018. Antimicrobial properties and mechanism of action of some plants extracts against food patogens and spoilage microorganisms. *Frontier in Microbiology*, 9 : 1639-1647.
- FAO, 2011. La situation des forêts dans le bassin amazonien, le bassin du Congo et de l’Asie du Sud Est. *Rapport sur les forêts*.
- Ferreira I .C. F. R., Baptista P., Vilas-Boas M., Barros L., 2007. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: individual cap and stipe activity. *Food Chemistry*, 100 : 1511-1516.
- Flament-Jacqmart S., 1997. Potentiel thérapeutique des Basidiomycètes. Thèse pour l’obtention du diplôme d’état de docteur en pharmacie (25 avril 1997). 193 p. Université de Lille 2.
- Fodor J., 2004. Quelques mots sur les polypores : Réflexions sur leur place dans la classification. *Revue du Cercle de Mycologie de Bruxelles*, 4 : 29-33.
- Fonkui Y. T., Ikhile I. M., Munganza M. F., Fotsing D. C. M., Arderne C., Noundou S. X., Krause M. W. R., Ndinteh T. D., Njobeh B. P., 2018. Synthesis, characterization and

- biological application of novel schiff bases of 2-(trifluoromethoxy) alanine. *Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences*, 27(5) : 307-323.
- Frisvad J. C., Bridge P. D., Arora D. K., 1998. *Chemical fungal taxonomy*. New York: arcel Dekker
- Gao J. J., Hirakawa A., Min B. S., Nakamura N., Hattori M., 2008. In vivo antitumor effects of bitter principles from the antlered form of fruiting bodies of *Ganoderma lucidum*. *J. Nat. Med.*, 60 : 42-48.
- Gao J. L., Leung K. S. Y., Wang Y. T., Lai C. M., Li S. P., Hu L. F., Lu G. H., Jiang Z. H., Yu Z. L., 2007. Qualitative and quantitative analyses of nucleosides and nucleobases in *Ganoderma* spp. by HPLC-DAD-MS. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 44 : 807-811.
- Gao Q.-P., Jiang R.-Z., Chen H.-G., Jensen E., Seljelid R., 1996. Characterization and cytokines activities of heteroglycans from *Tremmella fuciformis*. *Planta Med.*, 62 : 297-302.
- Gévry M. F., 2010. *Étude des facteurs environnementaux déterminant la répartition de champignons forestiers comestibles en gaspésie, québec*. Mémoire de master, Université Québec Rimouski, 78 p.
- Gnanavel V. & Mary A. S., 2013. GC-MS analysis of petroleum ether and ethanol leaf extracts from *Abrus precatorius* Linn. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 4(3) : 37-44.
- Guinberteau J. & Courtecuisse R., 1997. Diversité des champignons (surtout mycorrhiziens) dans les écosystèmes forestiers actuels. *Revue Forestière de France*, XLIX : 25-39.
- Hjortstam K., Ryvarden L., Watling R., 1993. Preliminary checklist of non-agaricoïd macromycetes in the Kornerup National Park, Cameroon, and surrounding area. *Edinburgh Journal of Botany*, 50 : 105-119.
- Hama O., Ibrahim D., Baragé M., Alhou B., Daniëls P. P., Infant F., 2012. Utilisations de quelques espèces de Macromycètes dans la pharmacopée traditionnelle au Niger occidental (Afrique de l'Ouest). *Journal of Applied Biosciences*, 57 : 4159-4167.
- Hassan I. A. F., Zubaida K. C., Khan I., Saleh A. A., 2011. Comparative study of antibacterial activity of wood-decay fungi and antibiotics. *A Journal of the Bangladesh Pharmacological Society*, 6 : 14-17.
- Harborne, J. B. & Baxter, H. (eds), 1983. *Phytochemical dictionary. A handbook of bioactive compounds from plants*. Taylor & Frost, London, p 791.
- Härkönen M., Saarimäki T., Mwasumbi L., 1995. Edible mushrooms of tTanzania. *Karstenia*, 35 : 1-92.
- Hawksworth D. L., Kirk P .M., Sutton B. C., Pegler D. N., 1995. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 8th ed. CAB International, Oxon.
- Hawksworth D. L., 2012. Global species member of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? *Biodiversity Conservation*, 21 : 2425-2433.
- Heim R., 1935. L'olatafa. *Arch. Mus. nation. Hist. nat.*, 6ème série, XII : 549-554.
- Heim R., 1941. Etudes descriptives et expérimentales sur les agarics termitophiles d'Afrique tropicale. *Mémorial de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, 64 : 1-74.
- Heim R., 1942. Nouvelles études descriptives sur les agarics termitophiles d'Afrique tropicale. *Archives du Muséum Nationale d'Histoire Naturelle Paris*, 6 (18) : 107-166.
- Heim R., 1952. Les Termitomyces du Cameroun et du Congo français. *Mémoire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, LXXX (1) : 29 p.
- Heim R., 1958. Les *Termitomyces*. *Flore iconographique des champignons du Congo*. 7. Ed. Jardin botanique de l'Etat (Bruxelles), 139-152.
- Heim R., 1977. *Termites et champignons. Les champignons termitophiles d'Afrique noire et d'Asie méridionale*. Editions Boubée Paris, 205 p

- Hiralal S., Bapat G., Bhosle S., Ghole V. S., 2014. Antimicrobial activity of *Phellinus* and *Ganoderma* samples against human pathogenic organisms. *Journal of Pharmacy Research*, 8(7) : 1008-1013.
- Hong S. B., Rhee M. H., Yun B. S., Lim Y. H., Song H. G., Shin K. S., 2016. Synergistic antibacterial effects of *Phellinus baumii* ethyl acetate extracts and β -Lactam antimicrobial agents against Methicillin-resistant *staphylococcus aureus*. *Annals of Laboratory Medicine*, 36 : 111-116.
- Huang F.-C., Liu B., Wu H., Shao Y.-Y., Qin P.-S., Li J.-F., 2017. Two new species of aphyllorphoroid fungi (Basidiomycota) from southern China, *Mycosphere*, 8(6) : 1270-1282. Doi 10.5943/mycosphere/8/6/12. www.mycosphere.org.
- Hsu C.-L., Yu Y.-S., Yen G.-C., 2008. Lucidenic acid B induces apoptosis in human leukemia cells via a mitochondria-mediated pathway. *J. Agric. Food Chem.*, 56 : 3973–3980.
- Hwang H. J., Kim S. W., Lim J. M., Joo J. H., Kim H. O., Kim H. M., 2005. Hypoglycemic effect of crude exopolysaccharides produced by a medicinal mushroom *Phellinus baumii* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sciences*, 76 : 3069-3080.
- Ijeh I. I., Okwujiako I. A., Nwosu P. C., Nnodim H. I., 2009. Phytochemical composition of *Pleurotus tuber-regium* and effect of its dietary incorporation on body /organ weights and serum triacylglycerols in albino mice. *Journal of Medicinal Plants Ressources*, 3(11) : 939-943.
- Inagaki N., Shibata T., Itoh T., Suzuki T., Tanaka H., Nakamura T., 2005. Inhibition of IgE-dependent mouse triphasic cutaneous reaction by boiling water fraction separated from mycelium of *Phellinus linteus*. *Evidence Based Complement Alternative Medicine*, 2 : 369–374.
- Ishaku L. E., Botha F. S., McGway L. J., Eloff J. N., 2017. The antibacterial activity of extracts of nine plant species with good activity against *Escherichia coli* against five other bacteria and cytotoxicity of extract. *BMC Complementary and Alternative Medecine*, 17(133) : 1-10.
- Jang Y., Jang S., Lim Y. W., Kim C., Kim J. J., 2015. *Perenniporia koreana*, a new wood-rotting basidiomycete from South Korea. *Mycotaxon*, 130 : 173-179.
- Jiang J., Grieb B., Thyagarajan A., Silva D., 2008. Ganoderic acids suppress growth and invasive behavior of breast cancer cells by modulating AP-1 and NF- κ B signaling. *Int. J. Mol. Med.*, vol 21, pp 577–584. OSO B.A., 1977. *Pleurotus tuberregium* from Nigeria. *Mycologia* 69 : 271-279.
- Jiang J., Jedinak A., Sliva D., 2011. Ganodermanontriol (GDNT) exerts its effect on growth and invasiveness of breast cancer cells through the down-regulation of CDC20 and uPA. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 415 : 325–329.
- Jiménez-Barbero J., Prieto A., Gomez-Miranda B., Leal J. A., Bernabé M., 1995. Chemical structure of fungi cell-wall polysaccharides isolated from *Micosporum gypsum* and related species of *Micosporum* and *Trichophyton*. *Carbohydr. Res.*, 272: 121-128.
- Jonathan L. F., 2013. Underwater spore dispersal: a preliminary report of aquatic invertebrates associated with *Psathyrella aquatic*. *Fungi*, 6 (4) : 38-42.
- Jong S. C., Birmingham J. M., 1993. Médicinal and therapeutic value of the shiitake mushrooms. *Adv. Appl. Microbiol.* 39 : 153-184.
- Jurion F., Staner P., Lebrun J., Gilieaux P., Henrard J., Homès M., Opsomer J., Stoffels E., Tavenir R., 1960. Notice explicative de la carte des sols du Congo belge et du ruanda-burundi. INEAC, Bruxelles, 92 p.
- Kalač P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113 : 9-16.

- Kao C., Jesuthasan A. C., Bishop K. S., Glucina M. P., Ferguson L. R., 2013. Anti-cancer activities of *Ganoderma lucidum*: Active ingredients and pathways. *Funct. Foods Health Dis.*, 3 : 48–65.
- Karwa A. S., Rai M. K., 2012. Naturally Occurring Medicinal Mushroom-Derived Antimicrobials: A Case-Study Using Lingzhi or Reishi *Ganoderma lucidum* (W. Curt.:Fr.) P. Karst. (Higher Basidiomycetes). *Int. J. Med. Mushrooms*, 14 : 481–490.
- Kaur A., Dhingra G S., Shri R., 2005. Evaluation of carbohydrate metabolism inhibition by some species of medicinal mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 17(4) : 351-360.
- Kalač P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113 : 9-16.
- Kengni A. M. B., Mossebo D. C., Machouart M. C., Kansci G., Tsigaing T. F., Dogang L. R., Metsebing B. P., Djifack N. M., 2014. A new method by correlation to forecast the optimal time of spore-prints production and collection on sporocarps of *Ganoderma resinaceum* Boud. (Basidiomycota) on natural substrate. *Mycosphere*, 5(6) : 758-767.
- Kengni M. A. B., 2015. Contribution à la Taxonomie et à la Phylogénie moléculaire (ITS-ADNr) des *Ganoderma* (Basidiomycota) d’Afrique centrale et détermination par corrélation des paramètres bioclimatiques de libération des spores des basidiomes de *Ganoderma resinaceum* Boud. Thèse de Doctorat PhD, Département de biologie et physiologie végétales, Université de Yaoundé 1, 173 p.
- Kidd P., 2000. The use of mushrooms glucanes and proteoglycans in cancer treatment. *Altern. Med. Rev.*, 5 : 4-27.
- Kim B. C., Choi J. W., Hong H. Y., Lee S. A., Hong S., Park E. H., 2006. Heme oxygenase-1 mediates the anti-inflammatory effect of mushroom *Phellinus linteus* in LPS-stimulated RAW264.7 macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*, 106 : 364-371.
- Kinge T. R., Egbe E. A., Tabi E. M., Nji T. M., Mih A. M., 2013. The first checklist of macrofungi of Mount Cameroon. *Mycosphere*, 4 (4) : 694-699.
- Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A., 2008. Ainsworth and Bisby’s Dictionary of the Fungi (10th ed.). Wallingford, UK, 771 p.
- Kornerup A., Wanscher J. H., 1978. *Metheun Handbook of colour*. 3rd Edition, EYRE METHUEN, London, 252 p.
- Kotan R., Cakir A., Dadasoglu F., 2010. Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish Achillea, Satureja and Thymus species against plant pathogenic bacteria. *J Sci Food Agr*, 90 : 145–60.
- Kotze M., Eloff J. N., 2002. Extraction of antibacterial compound from *Combretum microphyllum* (Combretaceae). *South Africa Journal of Botanic*, 68(2) : 2-7.
- Kumari S., Pramod K. S., Nitin K., 2010. Imidazole and its biological activities: A review. *Der Chemica Sinica*, 1 (3) : 36-47
- Kuppuswamy K. M., Jonnalagadda B., Arockiasamy S., 2013. GS-MS analysis of chloroform extract of *Croton bonplandianum*. *Intl. J. Pharm. Biol.Sci.*, 4(4) : 613-617.
- Lamerant, 2008. Mise en valeur des produits Forestiers non ligneux. *Développement économique Canada*, 86 p.
- Lamoureux Y., 1993. Le monde méconnu des champignons. *Revue Quatre-temps Montréal*, n° 3 : 17 p.
- Larsen T. O., Frisvad J. C., 1995a. Characterization of volatile metabolites form 47 *Penicillium* taxa. *Mycol. Res.* 99 (10) : 1153–1166.
- Larsen T. O., Frisvad J. C., 1995b. Chemosystematics of *Penicillium* based on profiles of volatile metabolites. *Mycol. Res.* 99 (10) : 1167–1174.
- Lassøe T., Ryvarden L., Walting R., Whalley A. J. S., 1996. Saprophytic fungi of guinea-Congo Region. *Procduts Royal Society Edinburgh*, 104 : 335-347.

- Lebreton P., Méneret G., 1964. Eléments de chimiotaxonomie botanique. I. Généralités ; notion d'espèces biochimique ; cas des flavonoïdes *Humulus lupulus* L. *Bulletin de la Société Botanique de France*, pp 69-79.
- Letouzey R., 1985. Notice de la Carte Phytogéographique du Cameroun au 1 : 500.000. Institut de la Carte Internationale de la Végétation, Toulouse, France.
- Li Y., Yang Y., Fang L., Zhang Z., Jin J., Zhang K., 2006. Anti-hepatitis activities in broth of *Ganoderma lucidum* supplemented with a chinese herbal medicine. *Am. J. Chin. Med.* 34 (2) : 341 – 349.
- Li C.-H., Chen P.-Y., Chang U.-M., Kan L.-S., Fang W.-H., Tsai K.-S., Lin S.-B., 2005. Ganoderic acid X, a lanostanoid triterpene, inhibits topoisomerases and induces apoptosis of cancer cells. *Life Sci.*, 77 : 252–265.
- Li R. K., Vasil'ev A. V., Orekhov A. N., Tertov V. V., Tutel'ian V. A., 1989. Anti-atherosclerotic properties of higher mushrooms (a clinico-experimental investigation). *Vopr. Pitan.*, 1 : 16-19.
- Lindequist U., Niedermeyer T. H. J., Jülich W. D., 2005. The pharmacological potential of mushrooms: a review. *Evidence-based Compl. And Alt.Medicine* 2: 285 – 299.
- Lodge D. J., Ammirati J. F., O'dell T. E., Lodge G. M., Huhndorf S. M., Wang C. H., Stokland J. N., Schmit J. P., Ryvardeen L., Lealock P. R., Mata M., Umana L., Wu Q. F., Czederpiltz D. L., 2004. Terrestrial and lignicolour macrofungi. In: Lodge G. M., Bills G. F., Foster M. S. (eds). *Biodiversity of fungi: inventory and monitory methods*. Elsevier Amsterdam, the Netherlands, 127-172.
- Lu T. L., Huang G. J., Lu T. J., Wu J. B., Wu C. H., Yang T. C., 2009. Hispolon from *Phellinus linteus* has antiproliferative effects via MDM2-recruited ERK1/2 activity in breast and bladder cancer cells. *Food and Chemical Toxicology*, 47 : 2013-2021.
- Madl Tobias & Mittelbach Martin, 2005. Quantification of primary fatty acid amides in commercial tallow and tallow fatty acid methyl esters by HPLC-APCI-MS. *Analyst*, 130 : 565-570.
- Malaisse F., 1977. Approche écologique et nutritionnelle. 2.1. Les champignons. In: se nourrir en forêt claire africaine. Wageningen, The Netherlands : CTA, Gembloux, Belgique : les presses agronomiques de Gembloux, 39-53.
- Maragesi S. M., Nyamwisenda N. T., Mwangomo D., Kidukuli A., 2013. *In vitro* antimicrobial activity and determination of essential Metal and Ash Value Contents of *Trichodesma zeylanicum*. *Inter. Journal of Research in Pharmacology and Pharmaceutic*, 2 : 417-424.
- Marzoqi A., Hameed I., Salah I., 2015. Analysis of bioactive chemical components of two medicinal plants (*Coriandrum sativum* and *Melia azedarach*) leaves using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). *Afr. J. Biotech.*, 14(40) : 2812-2830.
- McFarland J., 1907. The nephelometer: an instrument for estimating the numbers of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index for vaccines. *J. Am. Med. Assoc.*, 49 : 1176-1178.
- Megevand C., 2013. Deforestation Trends in the Congo Basin: Reconciling economic Growth and Forest Protection. Washington, DC, World Bank.
- Metsebing B.-P., 2015. *Contribution à la taxonomie des Agaricales (Basidiomycota) et détermination des types de pourriture causée au bois par certains champignons lignivores dans la Réserve de Faune de Santchou et ses environs*, Mémoire de Master, UY1, 70 p.
- Metsebing B.-P., Tsigaing T. F., Oba R., Mossebo D. C., Ryvardeen L., 2019. Studies in Aphyllophorales of Africa 33. Two new poroid species from Cameroon: *Aporpium cameroonensis* sp. nov. and *Perenniporia nigra* sp. nov. (Basidiomycota, Polyporaceae). *Synopsis Fungorum*, 39: 72-75

- Metsebing B.-P., Oba R., Mossebo D. C., Fonkui T. Y., Tsigaing T. F., Djuidje Fotsing M. C., Tata C. M., Ndinteh N. D., 2020. Comparative Assessment of Antifungal and Antibacterial Activities of Crude Extracts of the King Tuber Culinary-Medicinal Mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Agaricomycetes) from Cameroon. *International Journal of Medicinal Mushroom*, 22 (4): 359-366. DOI: 10.165/IntJMedMushrooms.2020034178
- Miettinen O., Spirin V., Niemelä T., 2012. Notes on the genus *Aporpium* (Auriculariales, Basidiomycota), with a new species from temperate Europe. *Annales Botanici Fennici*, 49 : 359-368.
- Mudzengi P. C., Murwira A., Tivapasi M., Murungweni, Burumu J. V., Halimani T., 2017. Antibacterial activity of aqueous and methanol extracts of selected species used in livestock health management. *Pharmaceutical Biology*, 55(1) : 1054-1060.
- Mohamed H., 2007. *Biodiversité fongique du Maroc : Etude des champignons Basidiomycètes du Plateau Central et des Jardins Exotiques*. Thèse de doctorat, Université IBN TOFAIL, 299 p.
- Mohamed S. B., Hafida H., Chahrazed B., Djamel E. A., 2018. Evaluation of Antibacterial Activity of some Medicinal Plants Extracts Commonly Used in Algerian Traditional Medicine against some Pathogenic Bacteria. *Pharmacognosy Journal*, 10 : 507-512.
- Monza J.-P., 1992. « Cameroun », in IUCN, *L'Atlas pour la conservation des forêts tropicales d'Afrique*, Edition Jeune Afrique, 143-150.
- Mossebo D. C., 2018. Systématique des thallophytes Guide pratique pour la récolte et la description des Basidiomycètes supérieurs: Agaricales, Boletales et Polyporales. Université de Yaoundé 1. Faculté des Sciences. Département de BPV. Laboratoire de Cryptogamie. 115 p.
- Mossebo D. C., Essouman E., Machouart M. C., Gueidan C., 2017. Phylogenetic relationships, taxonomic revision and new taxa of *Termitomyces* (Lyophyllaceae, Basidiomycota) inferred from combined nLSU- and mtSSU-rDNA sequences. *Phytotaxa*, 321(1) : 71-102. DOI : <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.321.1.3>
- Mossebo D. C., Essouman P.E. F., Kengni A. M. B., Nzapena'a T. A., Ambit T. R., 2011. *Termitomyces infundibuliformis* sp. Nov. et *T. striatus* f. *camerunensis* f. nov. décrites du Cameroun : Clé d'identification des *Termitomyces* d'Afrique centrale. *Bulletin de la Société Mycologique de France*, 127 (1-2) : 153-168.
- Mossebo D. C., Njounkou A. L., Courtecuisse R., Akoa A., 2007. Enzymatic activities and decay characteristics in some wood-rotting Basidiomycetes from Cameroon and determination of the time-dependent activity of Syringaldazine in spot test. *Cryptogamie-Mycologie*, 28(2) : 107-121.
- Mossebo D.C. & Antonin V., 2004. *Marasmius* species (Tricholomataceae) found in man-influenced habitats in the vicinity of Yaoundé, Cameroun. *Czech Mycology*, 56(1-2) : 85-111
- Mossebo D. C. & Ryvarden L., 2003. The Genus *Mycorrhaphium* in Africa. *Myxotaxon*, 88 : 229-232
- Mossebo D. C., Amougou A., Atangana R. E., 2002. Contribution à l'étude du genre *Termitomyces* (Basidiomycètes) au Cameroun : écologie et systématique. *Bulletin de la Société Mycologique de France*, 118(3) : 195-249.
- Mossebo D. C., Amougou A. & Atangana R. E., 2000. *Macrolepiota globosa* nov. sp. (Agaricaceae) et *Nothopanus nsimalenensis* (Tricholomataceae) : deux nouvelles espèces fongiques du Cameroun. *Mycotaxon*, 76 : 267-278.
- Mossebo D. C., 1999. Guide pratique pour la récolte et la description des Basidiomycètes supérieurs: Agaricales, Boletales et Polyporales. Université de Yaoundé 1. Faculté des Sciences. Département de BPV. Laboratoire de Cryptogamie. 62 p.

- Mossebo D.C. & Pegler D.N., 1998. *Psathyrella yaoundeana* sp. nov. (Agaricales, (Coprinaceae) from Cameroon. *Kew Bulletin*, 53(4) : 1001-1003.
- Mossebo D.C. & Ryvarden L., 1997. *Fomitopsis africana* sp. nov. (Polyporaceae, Basidiomycotina). *Sydowia*, 49(2) :147-149.
- Mujeeb F., Bajpai P., Pathak N., 2014. Phytochemical valuation, Antimicrobial Activity, and Determination of Bioactive Components from Leaves of *Aegle marmelos*. *BioMed Research International*, 1 : 1-11.
- Muller J.-P. & Gavaud M., 1979. Les sols. Atlas de la république unie du cameroun. *Edition Jeune Afrique*, 51, avenue des Ternes, 7501 7 Paris, 72 p.
- Nagadesi P. K., Aravind G., Kannamba B., 2016. Taxonomy and Bioactive chemicals from *Ganoderma* and *Phellinus* of India. *An International Journal*, 8(2) : 240–246.
- Neda M. D, Biljana B., Marina S., Natasa S., 2004. Anti-microbial and antioxidant activities of *Melissa officinalis* Linn. (Lamiaceae) essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 : 2485-2489.
- Njouonkou A. L., Mossebo D. C. & Amougou A., 2013. The genera *Lentinus* and *Panus* in the Dja Biosphere reserve and its periphery, Cameroon. *Kew Bulletin*, 68(3) : 517-52. Doi: 10.1007/S12225-013-9461-1.
- Njouonkou A. L., 2011. *Taxonomie, systématique et étude phylogénique des genres Lentinus Fr. et Pleurotus (Fr.) Kummer au Cameroun basée sur la morphologie et les séquences des régions ITS de l'ADNr et identification des enzymes extracellulaires oxydases de quelques champignons lignivores*. Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé 1, 197p.
- Njouonkou A., L., 2001. *Contribution à l'inventaire des Agaricales (Basidiomycètes) du campus de l'Université de Yaoundé I et ses environs*. Mémoire de DEA, UYI, 87p.
- Núñez M., & Danniëls P. P., 1999. Fungi from the Dja Biosphère Reserve (Cameroon). II. Polypores. *Mycotaxon*, 73 : 235-246.
- Nwordu M. E., Isu R. U., Ogbadu G. H., 2013. Catalogue and Identification of Some Wild Edible Macrofungi in Nigeria,” *Online International of Food Science*, 2(1) :1-15.
- Nzapena'a T., 2013. *Contribution à l'inventaire des macromycètes agaricoïdes et des Boletales du campus de l'Université de Yaoundé I et ses environs*. Mémoire de master, UYI, 70 p.
- O'dell T. E., Ammirati J. F., Schreiner E. G., 1999. Species richness and abundance of ectomycorrhizal Basidiomycetes sporocaps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Canadian Journal of Botany*, 77 : 1699-1711.
- Ofofode L.N., Uma N. U., Kokubun T., Grayer R. J., Ogundipe O. T., Simmonds M. S., 2005. Antimicrobial activity of some *Ganoderma* species, *Phytother. Res.* 19 : 310–313
- Onana J. M., 2018. Cartographie des écosystèmes du Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* vol 12(2) : 940-957.
- Ohno N., Iino K., Takeyama T., Suzuki I., Sato K., Oikawa S., Miyazaki T., Yadomae, T., 1985. Structural characterization and antitumor activity of the extracts from matted mycélium of cultured *Grifola frondosa*. *Chem. Pharm. Bull.* 33 : 3395-3401.
- Okhuoya J. A., Akpaja E. O., Osemwegie O. O., Oghenekaro A. O., Ihayere C. A., 2010. Nigeria mushrooms: Underutilized non-wood forest resources. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, 14(1) : 43-54.
- Ooi V. E. C., Liu F., 1999. A review of pharmacological activities of mushroom polysaccharides. *Int. Journ. Medic. Mush.* 1 : 195-206.
- Oyetayo O.V., 2011. Medicinal uses of Mushrooms in Nigeria: towards full and sustainable exploitation. *African Journal of Traditional Complement and Alternative Medicine* 8(3): 267-274.

- Park B. J., Lim Y. S., Lee H. J., Eum W. S., Park J., Han K. H., 2009. Anti-oxidative effects of *Phellinus linteus* and red ginseng extracts on oxidative stress-induced DNA damage. *Biochemistry and Molecular Biology Reports*, 42 : 500-505.
- Park J. M., Lee J. S., Song J. E., Sim Y. C., Ha S. J., Hong E. K., 2015. Cytoprotective Effect of hispidin against almitate-induced lipotoxicity in C2C12 myotubes. *Molecules*, 20 : 5456-5467.
- Pegler D. N. & Vanhaeck M., 1994. Termitomyces of South east Asia,” *Kew Bulletin*, 49(4) : 717- 736.
- Pegler D. N. & Pearce G. D., 1980. The edible mushrooms of Zambia. *Kew bulletin*, 35 : 475-491.
- Pegler D. N., 1983. The genus *Lentinus*: a world monograph. HMSO, London.
- Pegler D. N., 1977. A preliminary agaric flora of East Africa. *Kew Bulletin*. Additional serie 6: 615 p.
- Piatek M., Piatek J., Mossebo D. C., 2012. Recently discovered collections extend the geographical range of the smut fungus *Sphacelotheca polygona-serrulati* to Cameroon and Zambia. *Polish Botanical Journal* 57(1) : 285-293
- Piatek M., Vanky K., Mossebo D.C., Piatek J., 2008. *Doassansiopsis caldesiae* sp. nov. and *Doassansiopsis tomasii*: two remarkable smut fungi from Cameroon. *Mycologia* 100(4): 662-672. Doi: 10.3852/07-189R (USA)
- Pearce G. D. & Sharp C., 2000. Vernacular name of Zimbabwean fungi: a preliminary checklist. *Kirkia*, 17(2) : 219-228
- Pillot J., 2013. Rôles des champignons dans la forêt. *Ass. Mycol. Fereopontaine*, 10 p.
- Poney O. & Labat J.-N., 1996. Etat actuel de l’inventaire des flores tropicales. In : Le courrier de l’environnement de l’INRA. Institut national de la recherche agronomique Délégation permanente à l’environnement, Paris, 27(27) : 79-91.
- Poucheret P., Fons F., Rapior S., 2006. Biological and pharmacological activity of higher Fungi: 20-year retrospective analysis. *Cryptogamie-Mycologie* 27 (4) : 311 – 333
- Praptiwi, Raunsai M., Wulansari D., Fathoni A., Augusta A., 2018. Antibacterial and antioxidant activities of endophytic fungi extract of medicinal plants from Central Sulawesi. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(8) : 69-74.
- Pyka A., 2014. Review: Detection progress of selected progress in TLC. *BioMed Research International*, Article ID 732078, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/732078>.
- Qu Y., Sun K., Gao L., Sagakami Y., Kawagishi H., Ojika M., Qi J., 2012. Termitomycesphins G and H, additional cerebrosides from the edible Chinese mushroom *Termitomyces albuminosus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 75(4) : 791-793
- Rammeloo J. & Walley R., 1993. The Edible Fungi of Africa South of the Sahara: A Literature Survey.” *Scripta Botanica Belgica*, 5 : 1-62.
- Ranadive K., Jagtap N., Vaidya J., 2012. Host diversity of genus *Phellinus* from world. *Elixir Applied Botany*, 52 : 11402–11408.
- Rapior S., Fons F., 2006. La classification des champignons. *Annales S.H.H.N.H.*, 146(4) : 81-86.
- Rees R. W., Flood J., Hasan Y., Cooper R. M.; 2009. Effects of inoculum potential, shading and soil temperature on root infection of oil palm seedlings by the basal stem rot pathogen *Ganoderma boninense*. *Plant Pathology*, 56 : 862-870.
- Reid D. A., 1992. The genus *Elmerina* (Tremellales) with accounts of two species from Queensland, Australia. *Persoonia*, 14 : 465-474.
- Reis F. S., Barreira J. C. M., Calhella R. C., Griensven L. J. I. D. V., Ćirić A. J., Glamoclija J., 2014. Chemical characterization of the medicinal mushroom *Phellinus linteus* (Berkeley & Curtis) Teng and contribution of different fractions to its bioactivity. *Food Science and Technology*, 58 : 478-485.

- Renji R. N. & Gangaprasad A., 2018. GC-MS analysis of root methanolic extract of *Gynochthodes ridsdalei* Razafim. and B. Bremer, an endemic, endangered species of southern Western Ghats of India. *Plant Sciences today*, 5(2) : 64-67.
- Reshetnikov SV, Wasser SP, Tan KK (2001) Higher Basidiomycota as a source of antitumor and immunostimulating oligosaccharides. *Int J Med Mushrooms*, 3 : 361-394
- Ryvarden L., 2004. Neotropical Polypores 1. Introduction, Ganodermataceae and Hymenochaetaceae. *Synop Fungorum*, 19 : 1-229.
- Ryvarden L. & Johansen I., 1980. *A preliminary polypore flora of East Africa*. Oslo, Norway: Fungiflora, 636 p.
- Ryvarden L., 2000. *A critical checklist of African Polypore*. Mycologia 2000, Trento, Associazione Mycologica Bresadola, pp 471-483.
- Ryvarden, 1982. *Coltricia fragilissima* (Mont.). *Northern Journal of Botanique*, 2 (1) : 78 p. www.mycobank.org
- Ryvarden L., 1991. Genera of polypores-Nomenclature and taxonomy. Fungiflora, Oslo.
- Samchai S., Seephonkai P., Sangdee A., 2009. Puntumchai A, Klinhom U. Antioxidant, cytotoxic and antimalarial activities from crude extracts of mushroom *Phellinus linteus*. *Journal of Biological Sciences*, 9 : 778–783.
- Sanodiya B. S., Thakur G. S., Baghel R. K.; Prasad G. B. K. S., Bisen P. S., 2009. *Ganoderma lucidum*: A Potent Pharmacological Macrofungus. *Curr. Pharm. Biotechnol.*, 10 : 717-742.
- Samon E., Ouédraogo W. J. C., Ilboudo S., Guisso L. M. K., Guisso P. I., Sankara P., 2017. Phytochemical screening and amino acids analysis of mushrooms from Burkina Fasso. *African Journal of Biotechnology*, 16(24) : 1338-1344.
- Schmit J. P., Mueller G.M. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation*, vol 16, pp 99-111.
- Selosse M. A. & Durrieu G., 2004. Une classification mycologique phylogétique francophone (en 2003). *Acta Botanica Gallica*, 151(1) : 73-102.
- Selvin J., Shanmughapriya S., Gandhimathi R., Seghal Kiran G., Rajeetha R. T., Natarajaseenivasan K., Hema T. A., 2009. Optimization and production of novel antimicrobial agents from sponge associated marine actinomycetes *Nocardia dasonvillei* MAD08. *Appl Microbiol Biotechnol* 83 : 435-445.
- Seo H.-Y., Yang S.-Y., Shim S.-L, No K.-M., Park K.-S., Song K.-D., Kim K.-S., 2007. Volatile organic compounds of *Angelica gigas* Nakai, Korean medicinal herb. *Natural Product Research*. 21(3) : 265-273.
- Seulah L., Dahae L., Tae S. J., Ki S. K., Joo-Won N., Hae-Jeung L., Ki H. K., 1, 2017. Anti-Inflammatory Phenolic Metabolites from the Edible Fungus *Phellinus baumii* in LPS-Stimulated RAW264.7 Cells. *Molecules*, 22 (1583) : 1-10.
- Seung-Joo L., Katumi U., Takayuki S., Jwang-Geun L., 2005. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food chemistry*, 9 : 131-138.
- Shakeel A. A., Shivasharana C. T., Basappa B. K., 2016. Phytochemical analysis and antimicrobial activity of *Chorella vulgaris* isolated from Unkal Lake. *Journal of Coastal Life Medicine*, 4(5) :368-373.
- Silva G. M. S. W., Wansapala M. A. J., 2016. Determination of Antioxidant Activity and Phytochemical Compounds in Natural Flavor Enhancer. *Research Journal of Chemical Science*, 6(10) : 13-18.
- Singer R., 1944. Notes on taxonomy and nomenclature of the polypores. *Mycologia*, 36 : 65-69.
- Siroux Y., 1998. Usage des champignons dans les médecines traditionnelles : approche ethnomycologique et pharmacologique. Thèse de Doctorat, Université de Lille 2.

- Sliva D., Jedinak A., Kawasaki J., Harvey K., Slivova V., 2008. *Phellinus linteus* suppresses growth, angiogenesis and invasive behaviour of breast cancer cells through the inhibition of AKT signaling. *British journal of Cancer*, 98 : 1348-1356.
- Somayeh R., Mahmood A. A., Salmah B. I., Pouya H., 2014. Antibacterial activity of leaf extracts of *Baeckea frutescens* against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *BioMed Research International*, 1 : 1-5.
- Sonawane H., Bhosle S., Vaidya J., Asghar sharifi A., Garad S., Bapat G., 2011. *In vitro* evaluation of sesquiterpenoid extracts of *Phellinus* samples from western ghats of Maharashtra for antimicrobial activity. *Journal of Phytology*, 3(6) : 35-37.
- Sotome K, Maekawa N, Nakagiri A, Lee SS, Hattori T 2014 – Taxonomic study of Asian species of poroid Auriculariales. *Mycological Progress*, 13 : 987-997.
- Srivastava B., Dwivedi A. K., Pandey V. N., 2012. Sociobiology and natural adaptation of termite and *Termitomyces* in different forest division of Gorakhpur region. *Bulletin of Environment Pharmacology and Life Sciences*, 2 : 32-36.
- Stamets P., 2002. Novel antimicrobials from Mushrooms. *HerbalGram* 54, p. 29-34
- Subrata G., Gunjan B., Prakash P., Subhash C. M., Krishnendu A., 2012. Antimicrobial activities of basidiocarps of wild edible mushrooms of west Bengal, india. *International Journal of PharmTech Research*, 4(4) : 1554-1560.
- Sudheep N. M., 2001. Diversity, ecology and bioprospecting of fungi of Kaiga environs of the Western Ghats. PhD dissertation, University of Mangalore, India, 174 p
- Sunita A., Ganesh K., Sonam M., 2017. Screening and evaluation of bioactive components of *Cenchrus ciliaris* L. by GC-MS analysis. *Inter. Res. J. Pharm.*, 8(6) : 69-76
- Tang W., Liu J.-W., Zhao W.-M., Wei D.-Z., Zhong J.-J., 2006. Ganoderic acid T from *Ganoderma lucidum* mycelia induces mitochondria mediated apoptosis in lung cancer cells. *Life Sci.*, 80 : 205-211.
- Tawfik M. M., Abdul-Hafiz A. A., Kawther T. K., 2011. Bioactive Compounds from a Polypore Fungus *Ganoderma applanatum* (Per s. ex Wallr.) Pat. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4 (4) : 205-212.
- Teixeira A. R., 1986. New name and new combinations in the Polyporaceae. *In: Revista Brasileira Botânica*, 9(1) : 43-44.
- Tedersoo L, Suvi T, Beaver K, Saar I. 2007. Ectomycorrhizas of *Coltricia* and *Coltriciella* (Hymenochaetales, Basidiomycota) on Caesalpiniaceae, Dipterocarpaceae and Myrtaceae in Seychelles. *Mycol Prog*, 6 : 101-107.
- Thoen D., 1982. Usages et légendes liés aux polypores -Notes d'ethnomycologie n°1. *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 98(3) : 289-318
- Thoen D., Parent G. & Lukengu T., 1973. L'usage des champignons dans le haut-Sahaba (République du Zaïre). *Bull. Trim. Centr. Études Probl. Soc. Econ. (CEPSE)* « Problèmes sociaux Zaïrois ». 100-101 : 69-85.
- Tulika Tyagi & Mala Agarwal, 2017. Phytochemical screening and GC-MS analysis of bioactive constituents in the ethanolic extract of *Pistia stratiotes* L. and *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1) : 195-206.
- Uzma A., Gulpaul S. D., Richa S., 2018. Pharmacological potential of wood inhabiting fungi of genus *Phellinus* QuéL.: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol 7(2), pp 1161-1171.
- Vande Weghe J.P. 2004. *Forêts d'Afrique Centrale. La Nature et l'Homme*. Bruxelles, Lannoo, 367 p.
- Verscheure M., Lognay G., Marlier M., 2002. Revue bibliographique : les méthodes chimiques d'identification et de classification des champignons. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 6 (3) : 131-142.

- Villeneuve N., Grantner M. M., Fortin J. A., 1991. The coenological organization of ectomycorrhizal macrofungi in the Laurentide mountains of Québec. *Canadian Journal of Botany*, 69 : 2215-2224.
- Villeneuve N., 2000. Diversité et productivité des champignons forestiers : les apports de la recherche et de l'inventaire. In Fortin J. A., Piché Y., (eds). *Les champignons forestiers : les récoltes, la commercialisation et conservation de la ressource*. CRBF, Uni. Laval, Québec : 91-100.
- Walley R. & Rammeloo J., 1994. The Poisonous and Useful Fungi of Africa South of the Sahara: A Literature Survey," *Scripta Botanica Belgica*, Vol 10, pp 1-56.
- Wasser S. P., 2002. Médicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 60 : 258-274.
- Wasser S. P., Weis A. L., 1999. Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: A modern perspective. *Crit. Rev. Immunol.* 19 : 65-96.
- Westhuizen G. C. A., Eicker A., 1990. Species of *Termitomyces* occurring in South Africa. *Mycological Research*, 94 (7) : 923-937.
- Wei, T.Z., Tang B.H., Yao Y.J., 2009. Revision of *Termitomyces* in China. *Mycotaxon*, 108 : 257-285.
- Whittaker R. H., 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science*, 163: 150-160.
- Wu Z.-Q., Liu W.-L., Wang Z.-H., Zhao C.-L., 2017. *Perenniporiopsis*, a new polypore genus segregated from *Perenniporia* (Polyporales). *Cryptogamie Mycologie*, 38(3) : 285-299
- Xue Q., Sun J., Zhao M., Zhang K., Lai R., 2010. Immunostimulatory and anti-tumor activity of a watersoluble polysaccharide from *Phellinus baumii* mycelia. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27 : 1017-1023.
- Xu K., Liang X., Gao F., Zhong J., Liu J., 2010. Antimetastatic effect of ganoderic acid T in vitro through inhibition of cancer cell invasion. *Process Biochem.*, 45 : 1261-1267.
- Yang Y., Wang Q., Liu Y., Wang W., Feng N., Wu D. I., 2011. Antioxidant activities of extracts from the genus *Phellinus* species. Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7), pp 232-241.
- Yogeswari S., Ramalakshmi S., Neelavathy R., Muthymary J., 2012. Identification and comparative studies in different volatile fraction from *Monochaetia kansensis* by GC-MS. *Global Journal Pharmacology*, 6(2) : 65-71.
- Yongabi K., Agho M., Martinez D. C., 2004. Ethnomycological studies on wild mushrooms in Cameroon, central Africa. *Micologia Aplicada International*, 16(2) : 34-36.
- Zhang H.-N., He J.-H., Yuan L., Lin Z.-B., 2003. In vitro and in vivo protective effect of *Ganoderma lucidum* polysaccharides on alloxan-induced pancreatic islets damage. *Life Sci.*, 73 : 2307-2319.
- Zhao C. L., Cui B. K., Dai Y. C., 2013a. New species and phylogeny of *Perenniporia* based on morphological and molecular characters. *Fungal Diversity*, vol 58, pp 47-60.
- Zhao CL, Shen LL, Cui BK 2014 – *Perenniporia cinereofusca* sp. nov. (Polyporales, Basidiomycota) evidenced by morphological characters and phylogenetic analyses. *Mycoscience*, 55 : 417-422.
- Zoberi M. H., 1979. Some edible mushrooms from the tropics. *Mushroom Sciences*, 10(2) : 519-536.

WEBOGRAPHIE

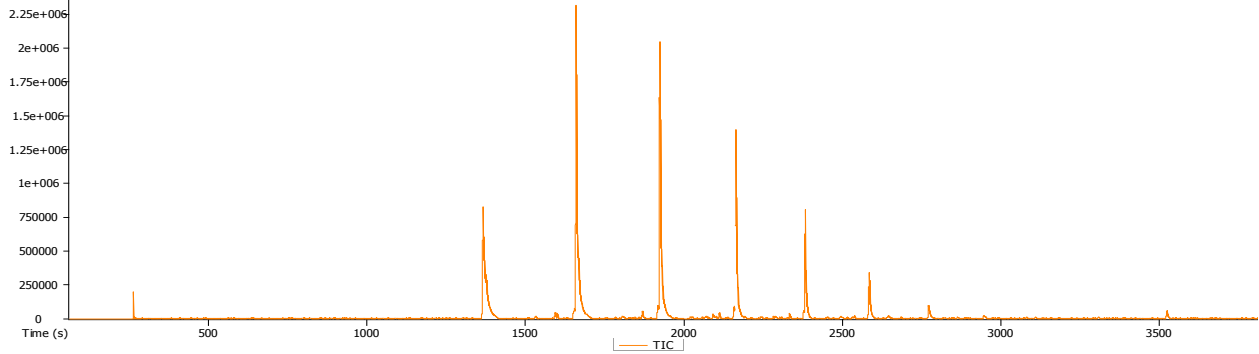
- Anonyme, 2015. <http://v3.globalcube.net/clients/larecre /content /medias /telechargements /sciences/champignons.pdf>, consulté le 06/08/2017.
- Anonyme, 2011. <http://www.plaisirssante.ca/mon-assiette/nutrition/5-bonnesraisons-de-consommer-des-champignons?slide=1>, consulté le 12/04/18.
- Anonyme, 2013. FAOSTAT, <http://faostat3.fao.org/home/index.html#HOME>, consulté le 10/03/2018.
- Hawksworth D.L., 2005. <http://www.bioimages.org.uk>, consulté le 28/12/2017.
- Anonyme, 2019. https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Géographie_de_la_république_démocratique_du_Congo, consulté le 20/02/2019
- Anonyme, 2019. https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Géographie_du_Cameroun, consulté le 20/02/2019
- Anonyme, 2019. <http://m.rfi.fr/pays/republique-democratique-congo-chronologie-dates-carte-geographie-demographie-economie-chiffres>, 20/02/19

ANNEXES

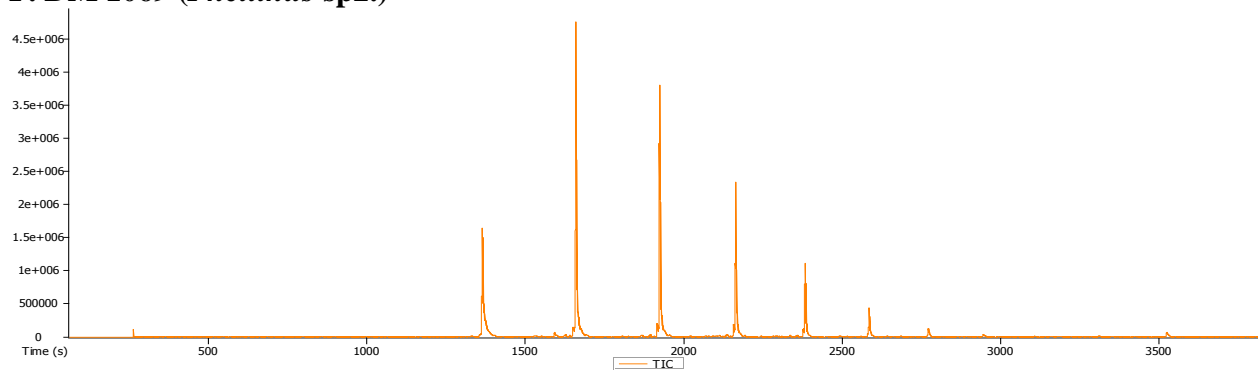
Annexe 1. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane et au chloroforme de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae étudiés

Annexe 1a. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts à l'hexane de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae étudiés

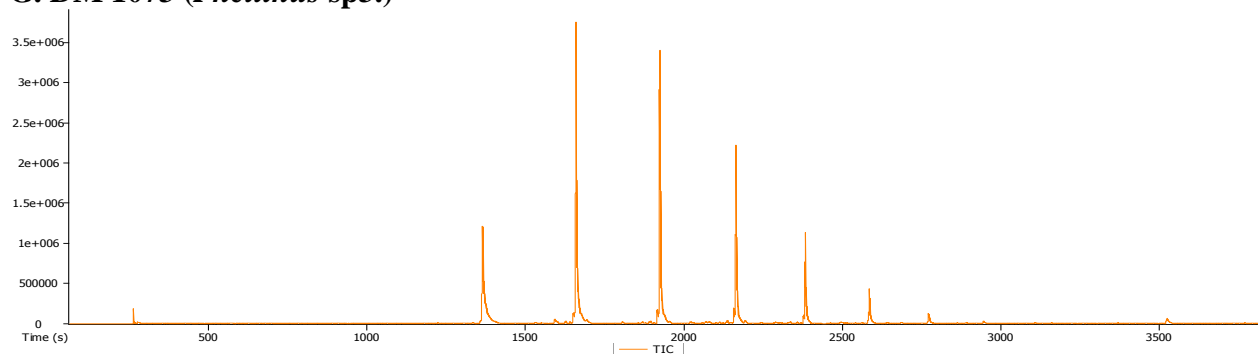
E. DM 703 (*Phellinus* sp1.)



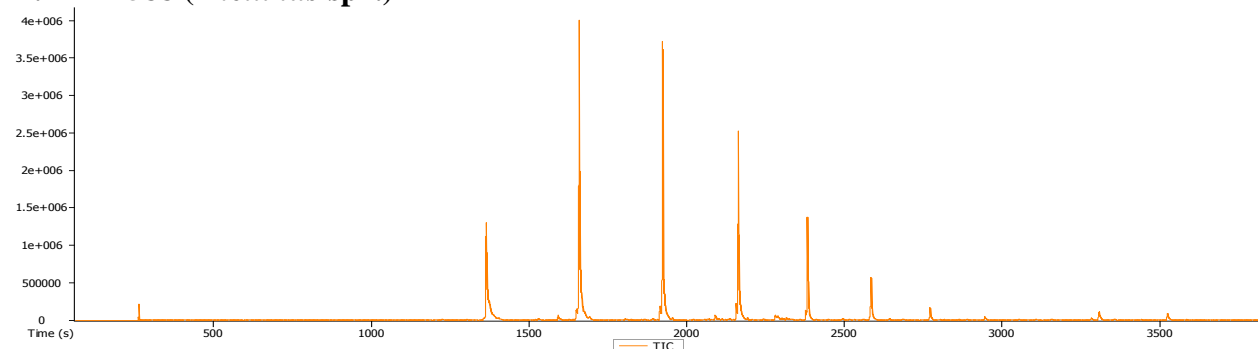
F. DM 1069 (*Phellinus* sp2.)



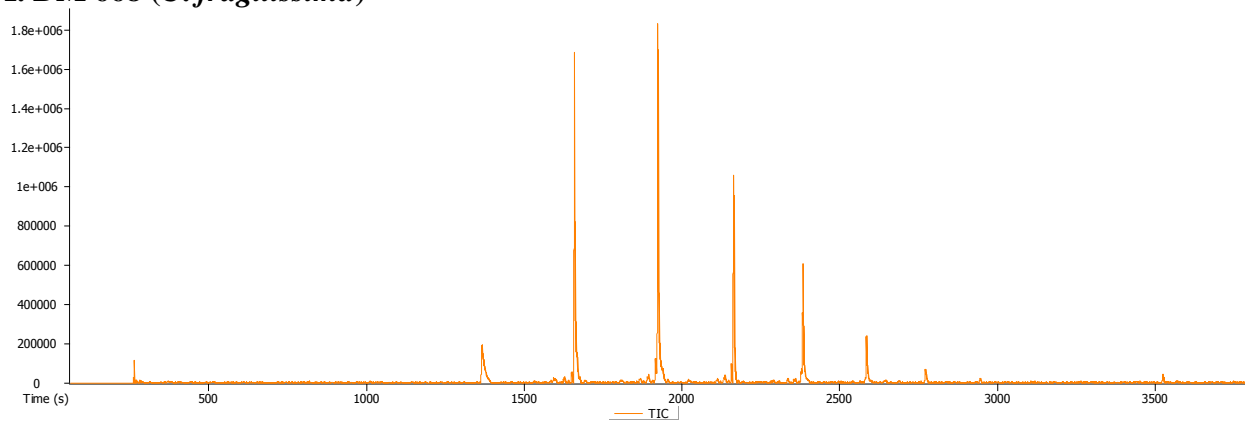
G. DM 1073 (*Phellinus* sp3.)



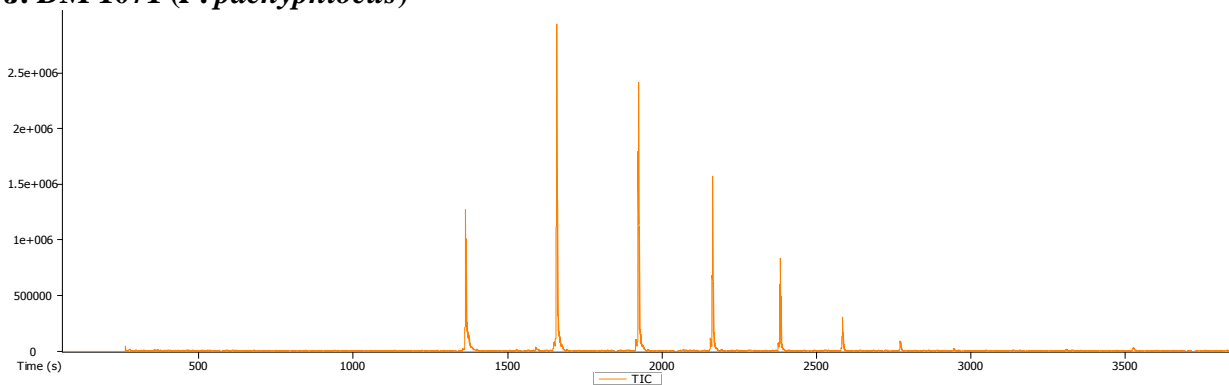
H. DM 1588 (*Phellinus* sp4.)



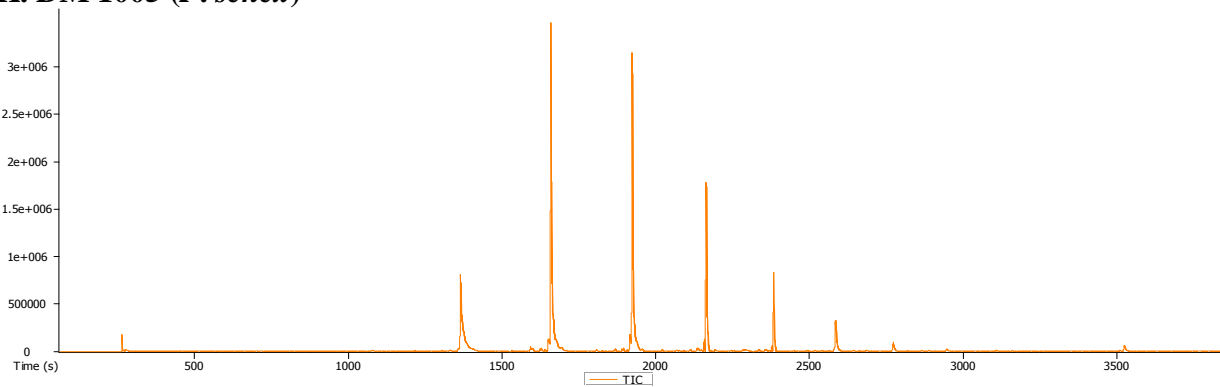
I. DM 668 (*C. fragilissima*)



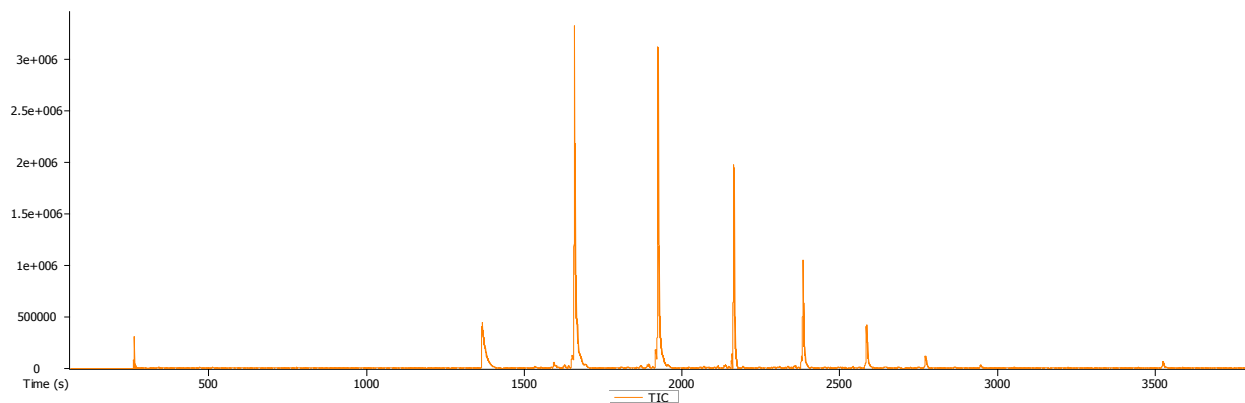
J. DM 1071 (*P. pachyphloeus*)



K. DM 1005 (*P. senex*)

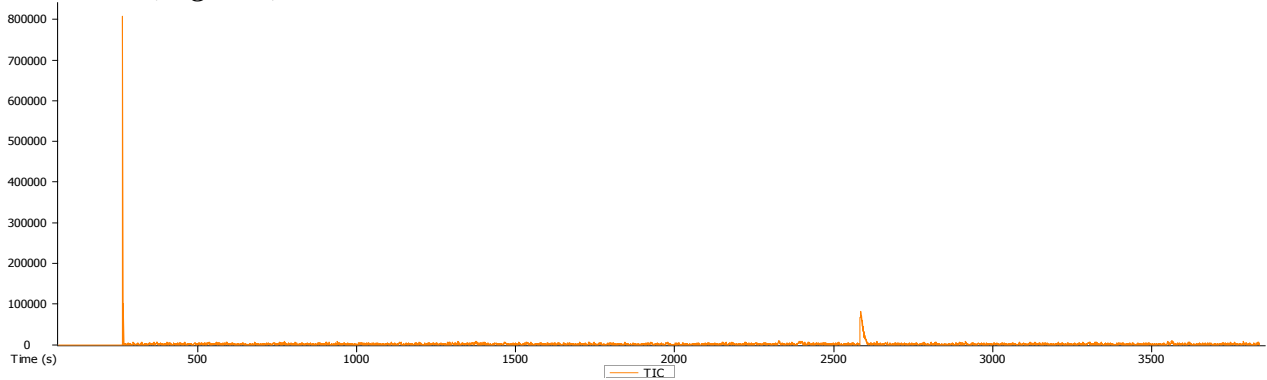


L. DM 563 B (*P. tuber-regium*, sclérote)

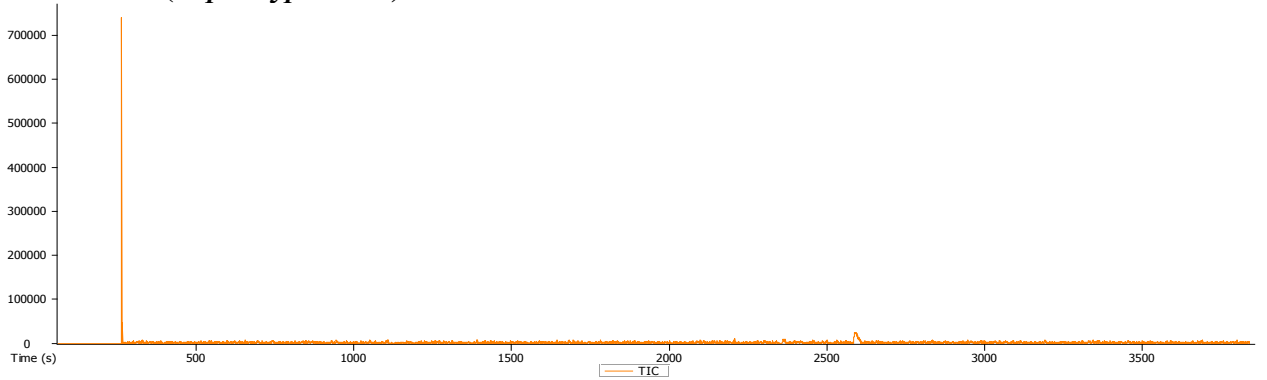


Annexe 1b. Chromatogrammes GC-MS des extraits naturels bruts au chloroforme de quelques Hymenochaetaceae et Pleurotaceae étudiés

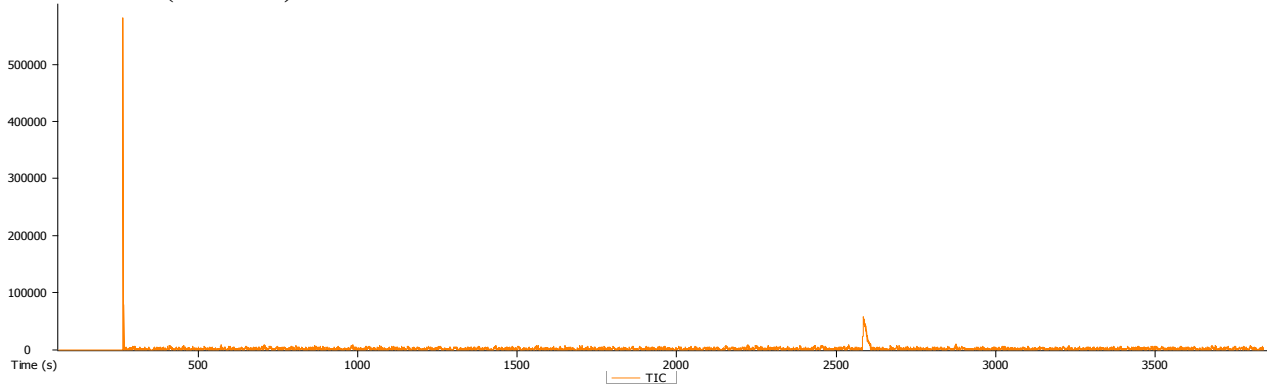
5. DM 998 (*P. gilvus*)



6. DM 1071 (*P. pachyphloeus*)



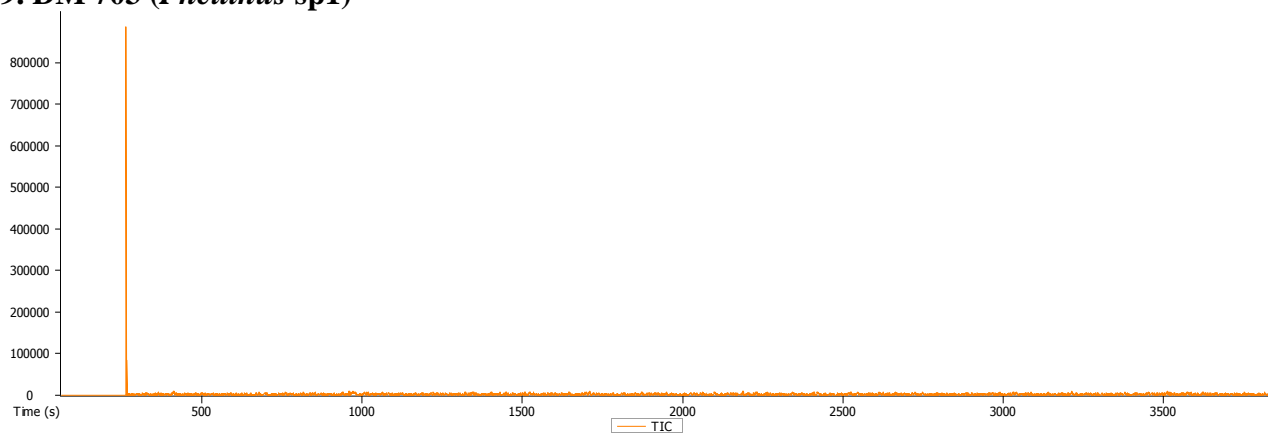
7. DM 1005 (*P. senex*)



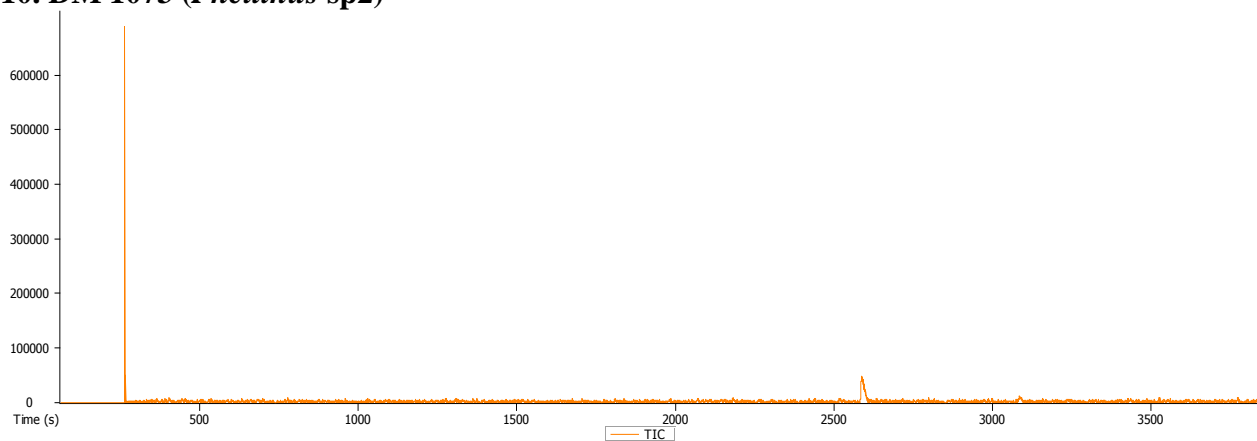
8. DM 563 B (*P. tuber-regium*, sclérote)



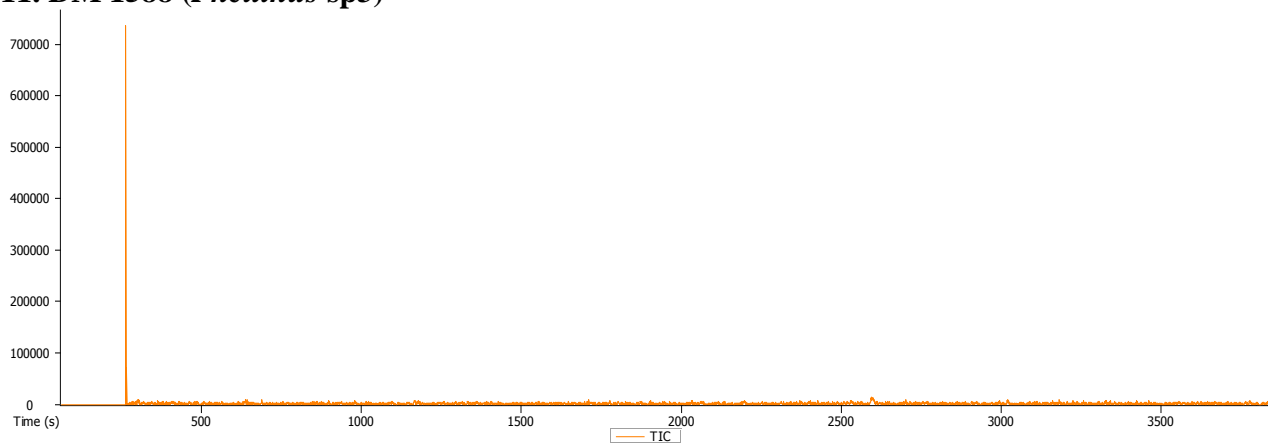
9. DM 703 (*Phellinus* sp1)



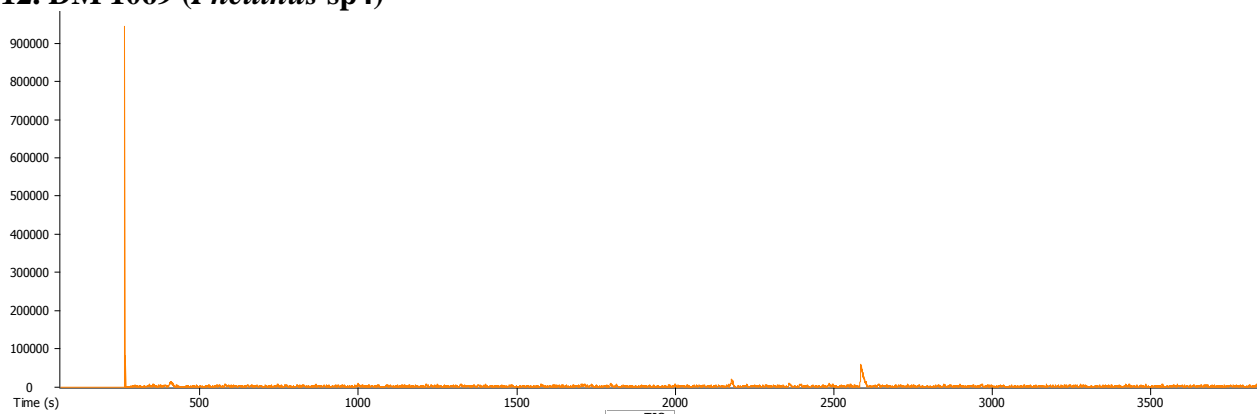
10. DM 1073 (*Phellinus* sp2)



11. DM 1588 (*Phellinus* sp3)



12. DM 1069 (*Phellinus* sp4)



Annexe 2. Copie du 1^{er} article scientifique tiré de la thèse

Metsebing Blondo-Pascal, Tsigain Tsigain Fabrice, Oba Romuald, Mossebo Dominique Claude, Leif Ryvarden, (2019): Studies in Aphylophorales of Africa 33. Two new poroid species from Cameroon: *Aporpium cameroonensis* sp. nov. and *Perenniporia nigra* sp. nov. (Basidiomycota, Polyporaceae). *Synopsis Fungorum*, **39**: 72-75

(Voir les 4 pages suivantes)

Studies in Aphyllophorales of Africa 33. Two new poroid species from Cameroon.

By

Metsebing Blondo-Pascal¹, Tsigaing Fabrice¹, Oba Romuald¹, Mossebo Dominique Claude¹
& Leif Ryvarden²

¹ University of Yaoundé 1, Mycological Laboratory, B.P. 1456 Yaoundé, Cameroon

² University of Oslo, Department of Botany, P.O.Box 1045, Blindern, N-0316 Oslo, Norway
Corresponding author: dmossebo@yahoo.fr or leif.ryvarden@ibv.uio.no

Abstract

Perenniporia nigra Metsebing, Mossebo & Ryvarden and *Aporpium cameroonensis* Metsebing, Mossebo & Ryvarden are described as new species based on collections from Cameroon.

Introduction

Cameroon has a rich mycota and under a current investigation we have come across two new species which are described in the following. The two new species will later be included in a forthcoming book on Poroid fungi of Africa (in prep.).

New species

Perenniporia nigra Metsebing, Mossebo & Ryvarden, nova species Index Fung. 556614.
Holotype: Cameroon, Western Region, Mboukou (Santchou), 2. October 2017, Coll. Mossebo (DM) in HUY1-DM 1213 (Herbarium of the Department of Plant Biology and Physiology of the University of Yaoundé 1 in Cameroon), isotype in O.

Basidiocarps resupinate, about 8 x 8 cm and 5 mm thick, tough when fresh, hard and rigid when dry, flat when fresh, curls up when dry due to shrinking, pore surface white-greyish when fresh, dark brown to black when dry, pores round, hardly visible to the naked eye, 8-10 per mm, tube concolorous, up to 4 mm deep, subiculum ochraceous, 200 – 500 mm thick with a distinct black resinous line.

Hyphal system trimitic, generative hyphae septate, thin- and thick-walled with clamps most often difficult to observe, 2-4 µm wide, skeletal hyphae thick walled to solid, 3-6 µm wide, dextrinoid in Melzers reagent, binding hyphae thick-walled, 3-5,5 (6) µm wide, most-often branched with tapering ends.

Basidia Not seen.

Basidiospores 5-7 x 3-4 µm, pip shaped to oblong truncate, dextrinoid, thick-walled.

Distribution. Known only from the type locality in Cameroon.

Remarks. The strong change of colour when drying is remarkable. The spores are distinctly pip shaped, a shape being rather rare among resupinate species in the genus.

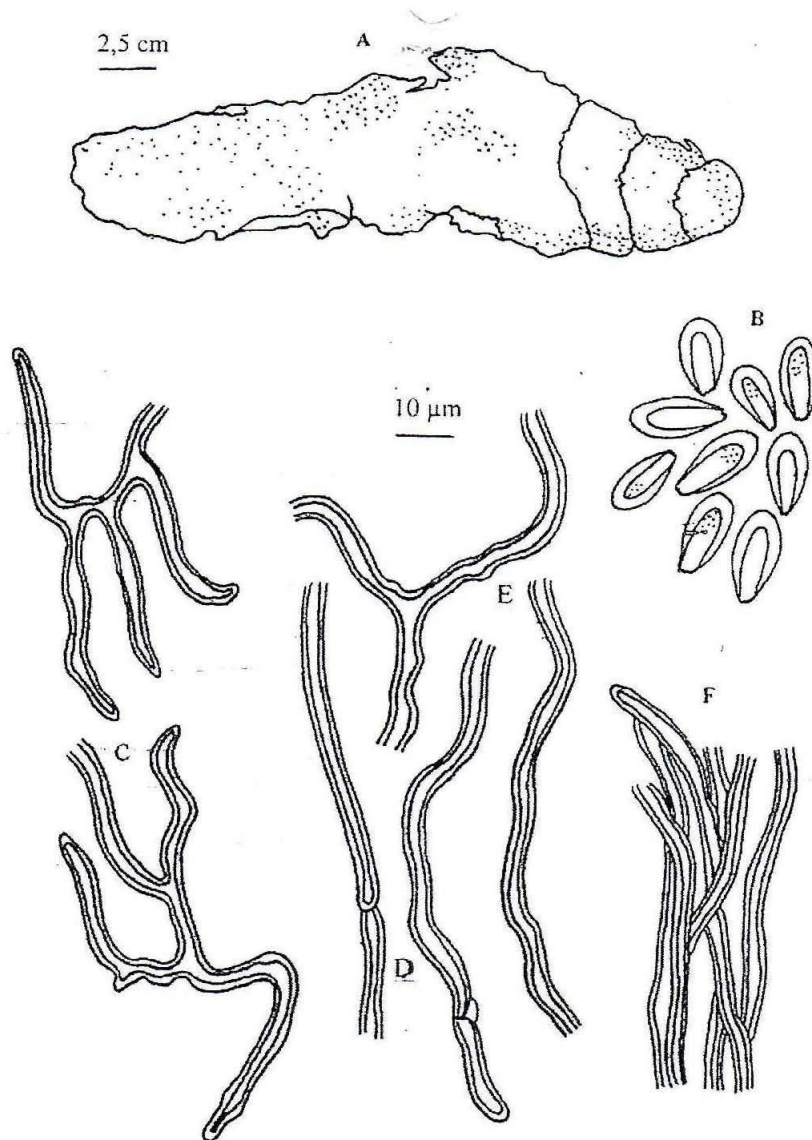


Fig. 1. *Perenniporia nigra*. A. Basidiocarp, B. Basidiospores, C. Binding hyphae, D. Generative hyphae, E. Skeletal hyphae, F. Cuticle cells.

Aphyllophorales of Africa 33

Aporpium cameroonensis Metsebing, Moṣṣebo & Ryvarden nova species Index Fung, 556615.

Holotype: Cameroon, Western Region, Fombap (Santchou), 11. October 2017. Coll. Mossebo (DM) in HUY1-DM 1249 (Herbarium of the Department of Plant Biology and Physiology of the University of Yaoundé 1 in Cameroon), isotype in O.

Basidiocarps pileate, dimidiate to partly sessile, 4 cm long, 3 cm wide, about 1 cm thick at the base with whitish hymenophore sometimes extending downwards along the substrate, soft when fresh, fragile to rigid when dry, pileus whitish at its borders and greenish from middle till base when fresh, darker at base and fading towards the margin when dry, surface soft and loose, partly agglutinated hyphae in irregular tomentose to strigose pattern on pileus surface, partly flattened in parts, pore surface whitish when fresh, drying buff to pale brown, pale brown, pores elongate angular to irregular, 1-2 per mm, first angular, then more sinuous and wavy when dry and then tube walls parchment like and dense, fragile, up to 2 mm deep, older pore walls with numerous white hyphal pegs, context whitish 1-2 mm thick, homogenous.

Hyphal system dimitic, generative hyphae 3-6(8) μm wide, septate, clamped, thin- and thick-walled with the latter slightly dominating, skeletal hyphae totally dominating, 3-7 (8) μm wide, regularly tube like with narrow walls, generative hyphae not seen.

Basidia Not seen.

Basidiospores 3.5-6(7) x 3-4(5) μm , subglobose, thin-walled, most often showing a single oil drop of different sizes

Chlamydospores 5-7 x 4-5 μm , present in context, almost rectangular to oblong elliptic, thick walled, IKI negative.

Host: Unknown dead hard wood tree.

Distribution. Known only from the type locality in Cameroon.

Remarks. At macroscopical level, the whitish-greenish and irregular tomentose to strigose pattern of the pileus surface as well as the elongate angular, sinuous to wavy pores and at microscopic level the clamped thin- and thick-walled generative hyphae make this a distinct and remarkable species in the genus *Aporpium*.

Acknowledgements

The authors thank the SEP2D program of the French Ministry of Foreign affairs who granted us a support fund for part of the field and laboratory work. The authors are also grateful to the Cameroon Ministry of Higher Education (MINESUP) for the special support fund for research and grant N° 16-00433/MINESUP/SG/CS thanks to which part of the collection work on the field was carried out particularly in Cameroon.

References

- Ryvarden, L. & Johansen, I. 1980: A preliminary polypore flora of East Africa. 636 p. Fungiflora
Ryvarden, L. 1991: Genera of Polypores, Nomenclature and taxonomy. Synopsis fungorum 5: 1-363
Ryvarden, L. 2018: Studies in the Aphyllophorales of Africa- A survey, Synopsis fungorum 38: 66-67

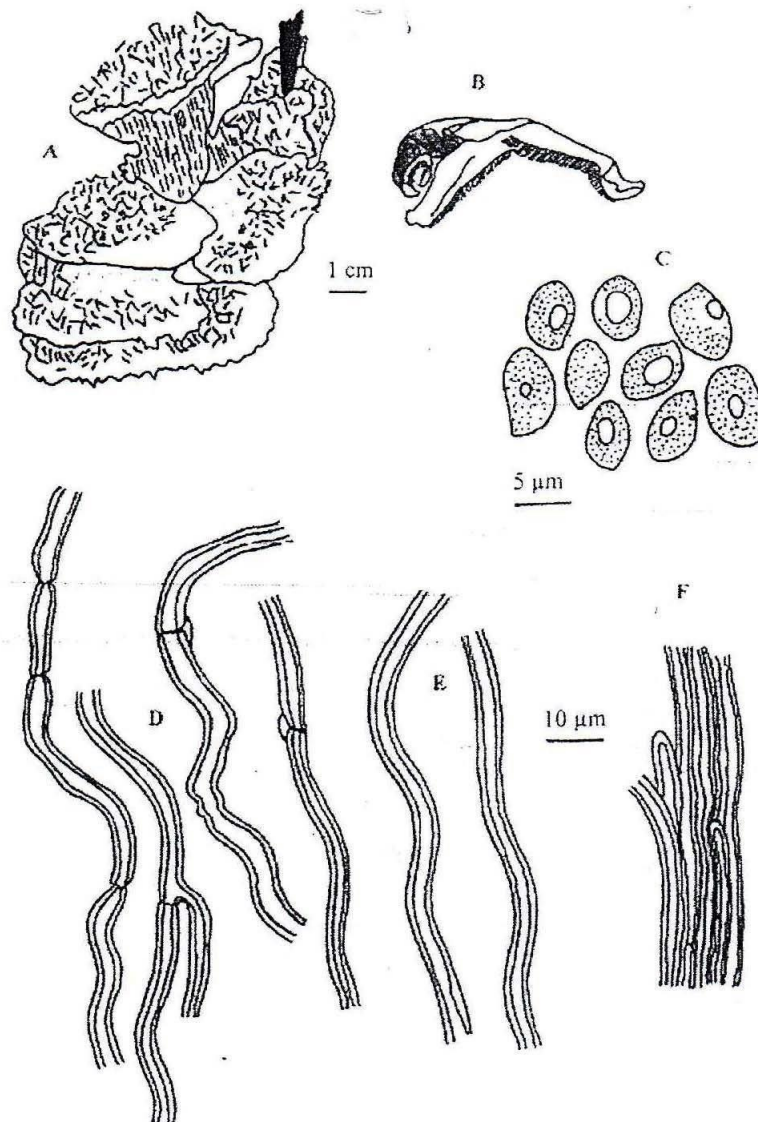


Fig. 2. *Aporpium cameroonensis*. A. Basidiocarp, B. Section of the basidiocarp C. Basidiospores D. Generative hyphae, E. Skeletal hyphae, F. Cuticle cells

Annexe 3. Copie du 2^{ème} article scientifique tiré de la thèse

Metsebing Blondo-Pascal, Oba Romuald, Mossebo Dominique Claude, Fonkui Thierry Youmbi, Tsigaing Tsigain Fabrice, Djuidje Fotsing Marthe Carine, Tata Charlotte Mungho, Ndinteh Ntantoh Derek, (2020): Comparative Assessment of Antifungal and Antibacterial Activities of Crude Extracts of the King Tuber Culinary-Medicinal Mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Agaricomycetes) from Cameroon. *International Journal of Medicinal Mushroom*, **22 (4): 359-366**. DOI: 10.165/IntJMedMushrooms.2020034178

(Voir les 8 pages suivantes)

Comparative Assessment of Antifungal and Antibacterial Activities of Crude Extracts of the King Tuber Culinary–Medicinal Mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Agaricomycetes) from Cameroon

Blondo-Pascal Metsebing,^{a,b,c} Romuald Oba,^{a,b,c} Dominique Claude Mossebo,^{a,*} Thierry Youmbi Fonkui,^b Fabrice Tsigaing Tsigain,^a Marthe Carine Djuidje Fotsing,^c Tata Charlotte Mungoh,^c & Derek Ntantoh Ndinteh^c

^aMycological Laboratory, University of Yaoundé 1, B.P. 1456 Yaoundé, Cameroon; ^bDepartment of Biotechnology and Food Technology, University of Johannesburg, P. O. Box 17011, Doornfontein Campus 2028, South Africa; ^cDepartment of Chemical Sciences, University of Johannesburg, P. O. Box 17011, Doornfontein Campus 2028, South Africa

*Address all correspondence to: Dominique Claude Mossebo, Mycological Laboratory, University of Yaoundé 1, B.P. 1456 Yaoundé, Cameroon; Tel.: +(237) 678 23 96 96; Fax: +(237) 222 23 44 96, E-mail: dmossebo@yahoo.fr

ABSTRACT: Antifungal and antibacterial activities of crude extracts of carpophore compared with those of sclerotium of *Pleurotus tuber-regium* were investigated on 11 species of bacterial and 3 fungal human pathogens. The minimal inhibitory concentration (MIC) of carpophore extract was recorded to be 12.5 mg/mL on *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia cloacae*, *Proteus mirabilis*, *P. vulgaris*, *Klebsiella oxytoca*, and *K. aerogenes* and 6.25 mg/mL on *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Mycobacterium smegmatis* as well as on all three species of fungal pathogens including *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, and *A. ochraceus*. In comparison, the MIC of sclerotium was recorded to be 12.5 mg/mL on *Bacillus subtilis* and *Klebsiella aerogenes*; 6.25 mg/mL on *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Enterobacter cloacae*, *E. coli*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus mirabilis*, *P. vulgaris*, and *Klebsiella oxytoca*; and 3.13 mg/mL on the three fungal pathogens. Based on the abovementioned figures, it appears that strains of pathogenic fungi tested are much more sensitive to crude extracts than the abovementioned bacteria. In fact, antimicrobial activities of crude extracts of *P. tuber-regium*, no matter whether it is that of the carpophore or its sclerotium, are in general stronger on human pathogenic fungi than bacteria. These figures also demonstrate that crude extracts of sclerotium show a higher antimicrobial activity than that of carpophore. Carpophores and sclerotia of *P. tuber-regium* could therefore constitute a source of new molecules potentially more efficient than synthetic products against some human pathogenic fungi and bacteria.

KEY WORDS: Agaricomycetes, medicinal mushrooms, *P. tuber-regium*, carpophore, sclerotium, antimicrobial activity

ABBREVIATIONS: ABA, antibacterial activity; AFA, antifungal activity; AMA, antimicrobial activity; ATF, African traditional pharmacopoeia; CE, carpophore extracts; INT, 2-(4-iodophényl)-3-(4-nitrophenyl)-5-phenyltetrazolium chloride; IRD, Institut Français de Recherche pour le Développement; MIC, minimal inhibitory concentration; SE, sclerotium extract; SEP2D, Sud Expert Plantes Développement Durable

I. INTRODUCTION

Over the past three decades, several studies have shown that in addition to green plants, numerous species of mushrooms also reveal compounds in their constituents with proven medicinal and pharmaceutical properties. Besides their AFA¹⁻¹⁰ and ABA,¹⁻¹⁰ which also stand as the main subject of this study, various scientific reports have been made on mushrooms' numerous potential or effective healing properties as cardioprotectors,¹¹⁻¹³ blood pressure reducers,¹¹⁻¹⁴ hepatoprotectors,¹²⁻¹⁵ nephroprotectors,^{12,13,16} hypoglycemic agents,^{12,13} antiinflammatories,^{12,13} anti-infectious and anti-HIV agents,¹²⁻¹⁴ antitumoral agents,¹²⁻¹⁴ and antioxidants.¹²⁻¹⁴ Nowadays, in spite of the proven efficacy of most synthetic antibiotics and antifungal products against numerous human infections, microbes continue to develop various levels of resistance according to

infection type and etiology; thus researchers have continued to investigate other potential sources of new and more efficient compounds that are both physiologically beneficial and safe for the human organism.¹⁷

Of more than 140,000 mushrooms species, of which only about 10% ($\approx 14,000$) have been described and only about 2000 are edible or have medicinal properties, very few have so far been investigated for their real pharmaceutical potential, considering that research works on medicinal properties of natural substances are typically much more oriented toward higher plants than fungi. Tropical macromycetes from Africa are numerous, diversified, and estimated in the thousands, but very few have so far been investigated in published scientific works¹⁸⁻²¹ and are mostly cited for their various uses in ATF.²²⁻²⁴ The largest part of tropical macromycetes from Africa remains uninvestigated and therefore constitutes an enormous potential source from which new, more efficient compounds could be identified and exploited to solve the increasing problems of disease resistance to current medicines. This research work falls in line with the abovementioned goals by studying the AMA of crude extracts of the king tuber mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Rumph.:Fr.) Singer (Pleurotaceae, Agaricomycetes). This higher basidiomycete mushroom offers an interesting model for this study because it belongs to the rare species worldwide that grow only on a self-prefabricated substrate in the soil called sclerotium, resembling yam or cocoyam tubers (Fig. 1B). According to existing literature,²⁵ sclerotium is said to be made of phytochemical constituents different from

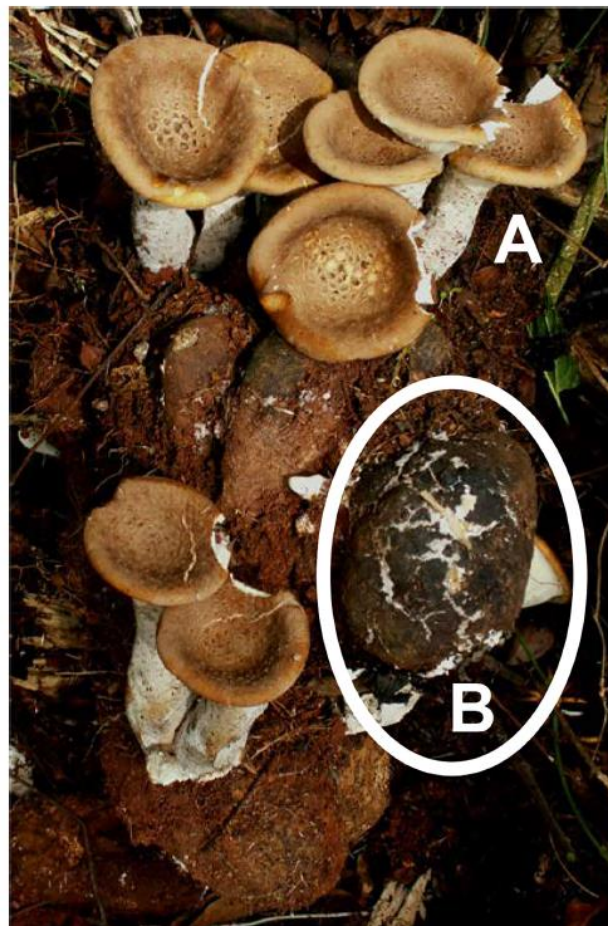


FIG. 1: *Pleurotus tuber-regium*. (A) carpophore; (B) sclerotium.

those found in carpophore and the species is also reported to be used in ATF²²⁻²⁴ to cure several diseases, both parts showing different healing properties. Therefore, this study aimed at assessing comparatively and for the first time the AFA and ABA of hexane and chloroform crude extracts of both the carpophore of *P. tuber-regium* and its sclerotium to determine whether this species could be considered as a new source of potentially more efficient antifungal and antibacterial compounds.

II. MATERIAL AND METHODS

A. Mushroom Samples and Extraction

Mushroom material was made of pieces of carpophores (Fig. 1A) and sclerotium (Fig. 1B) of *P. tuber-regium* collected in a forest in the outskirts of Yaoundé, Cameroon, which was dried and conserved in the Mycological Herbarium of the Faculty of Science of the University of Yaoundé 1 under number HUY1-DM563A for the carpophore and HUY1-DM563B for its sclerotium. They were first cleaned of impurities and cut or broken into small pieces using a knife or a hammer before being powdered separately in an electric blender. The powder obtained was thereafter conserved in plastic bags labeled differently for carpophores and sclerotia.

B. Test Microorganisms

Eleven strains of bacteria were tested, all furnished by Sigma Aldrich, South Africa branch. These strains included five Gram-positive (*Bacillus subtilis* [ATCC 19659], *Enterococcus faecalis* [ATCC 13047], *Staphylococcus epidermidis* [ATCC 14990], *S. aureus* [ATCC 25923], *Mycobacterium smegmatis* [ATCC 2155]) and six Gram-negative (*Enterobacter cloacae* [ATCC 13047], *Proteus vulgaris* [ATCC 6380], *Klebsiella oxytoca* [ATCC 8724], *Klebsiella aerogenes* [ATCC 13048], *Proteus mirabilis* [ATCC 7002], and *Escherichia coli* [ATCC 25922]) pathogenic bacteria.

Three strains of human pathogenic fungi including *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, and *A. ochraceus* were tested, all originally isolated in pure culture and certified as such by the Mycotoxins Laboratory, Department of Biotechnology and Food Technology of the University of Johannesburg. The registration process for the three strains is still ongoing.

C. Extraction of Crude Natural Substances of Mushroom

Crude extracts of mushrooms were obtained according to the method described by Boonsong and Klaypradit²⁶ with slight modifications. Dried mushroom samples were milled to powder and extracted using hexane and chloroform. Then, 400 mL of hexane or chloroform was added to 5 g of powder, stirred for 24 hours, and filtered using Whatman No. 4 filter paper. The filtrate was evaporated at 40°C using a rotary-evaporator. Next, 0.05 g each of both extracts were mixed to give 0.1 g hexane:chloroform (1:1) extract that was used for the antimicrobial assay.

D. Preparation of Bacterial and Fungal Suspensions

The test bacterial and fungal suspensions were prepared to the concentration of 1×10^5 bacteria/mL according to McFarland²⁷ and 1×10^5 spores/mL, respectively. Bacteria were grown in nutrient broth at 37°C for 12–16 hours and the fungi strains on RPMI 1640 medium at 30°C for 24 hours. These spores were thereafter dipped into Ringer's solution, the role of which was to stabilize them by temporarily inhibiting their germination. The spore suspension was prepared 24 hours before the tests and kept at 4–8°C in the refrigerator.

E. Determination of the Minimal Inhibitory Concentration (MIC)

The MIC was determined by microdilution according to Eloff²⁸ with slight modifications. Nutrient broth culture medium was used for bacteria and RPMI 1640 medium for pathogenic fungi. Briefly, 100 μ L aliquots of culture suspension were dispensed into each of the 96-microwell test plates (Fig. 2), then 100 μ L of 25 mg/mL extract solution dissolved in DMSO (25 mg/mL or 100 mg in 4 mL DMSO) were added to line B, columns 2–11 (Fig. 2). Serial dilutions were successively realized from line B to G by mixing suspension of line B and pipetting 100 μ L in wells of line C, which were also mixed, and 100 μ L pipetted in wells of line D, etc., until wells of line F were pipetted into those of line G. Thereafter, 100 μ L of mixture was pipetted out of each well of line G. In this process, the concentration of the mixture in the wells of each line from B to G (Fig. 2) is that of the preceding line divided by two and by so doing, six test concentrations (12.5 mg/mL, 6.25 mg/mL, 3.13 mg/mL, 1.56 mg/mL, 0.78 mg/mL, 0.39 mg/mL) were realized according to Maragesi et al.²⁹ Wells of line A (A1 to A12) and H (H1 to H12), and columns 1 to 12 (1A to 1H and 12A to 12H) were set as positive and negative controls, respectively. The positive control was inoculated with bacterial or fungal suspension only, while only DMSO was added to the negative control wells. Aliquots (100 μ L) of each bacterial or fungal suspension were inoculated into the wells to obtain a final volume of 200 μ L in each well of the plate. The plates were sealed and incubated at 37°C for 24 hours for bacteria and 72–84 hours for fungi at the same temperature. To visualize the concentrations showing bactericidal or fungicidal effect in the plates, 10 μ L of 2-(4-iodophény)-3-(4-nitrophenyl)-5-phenyltetrazolium chloride (INT) 2mg/mL was added to each of the 96 wells and incubated at 37°C for 1 to 5 hours for the bacterial test and for 1 to 2 (sometimes until 7) days for the fungal test, still at 37°C.^{30–32}

After incubation, the plates were visualized for MIC determination by spotting the concentration line where color change occurred. In fact, wells with bacteria and fungi that were still alive turned pink (Fig. 2C) due to reaction of their metabolic products with INT-dye, whereas in wells where the crude extract concentrations inhibited their growth, the original color of the crude extract remained unchanged.

III. RESULTS

MIC values show that in general, antimicrobial activity of crude extracts of carpophores and sclerotia of *P. tuber-regium* is much higher on pathogenic fungi than bacteria (Tables 1 and 2 and Figs. 3 and 4). These values also show that on pathogenic fungi as well as on bacteria except for *B. subtilis* and *K. aerogenes*, antimicrobial activity of crude extracts of sclerotia is higher than the activity of carpophore. In fact, the MIC

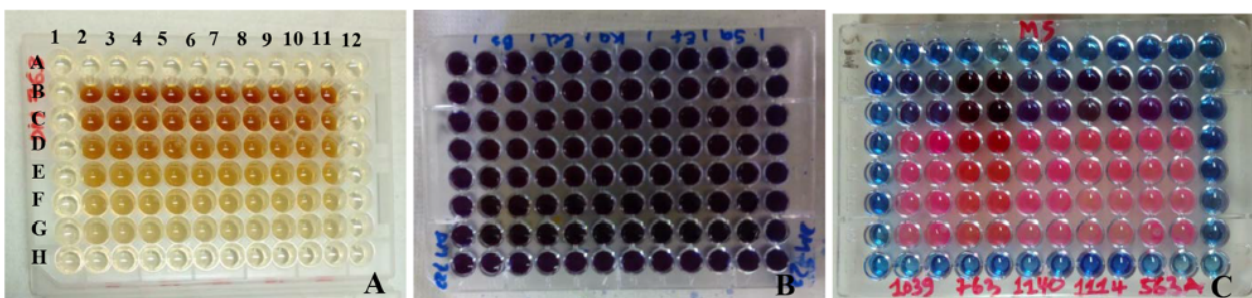


FIG. 2: Antibacterial and antifungal tests on 96-microwell plate. (A) Plate with wells containing crude extracts at various concentrations and suspensions of bacteria or fungi. (B) Plate after pipetting drops of the INT-dye in the wells. (C) Plate ready for reading the MIC values after reaction of the INT-dye with microorganisms suspensions in the wells. Plate A/B/C. Positive control wells: A1 to A12 and H1 to H12; negative control wells: 1A to 1H and 12A to 12H.

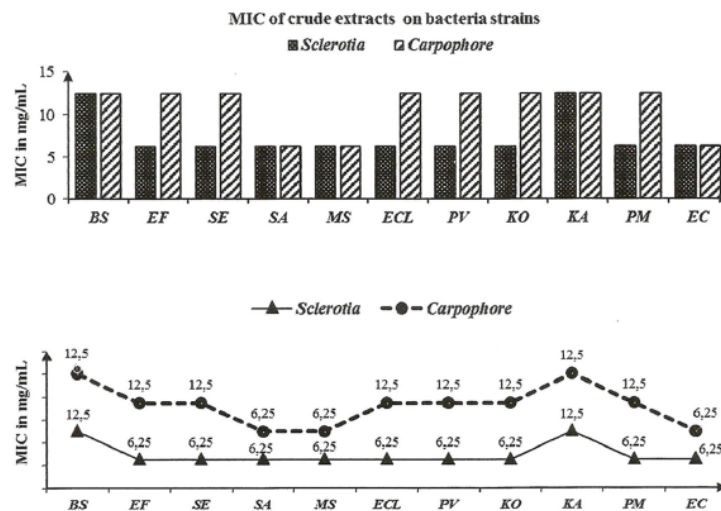
TABLE 1: Minimal Inhibition Concentration (MIC) of Crude Extracts of Carpophore and Sclerotia of *Pleurotus tuber-regium* against Human Pathogenic Bacteria

	Minimal inhibition concentration (MIC, mg/mL)										
	Gram-positive (+) bacteria					Gram-negative (-) bacteria					
	BS	EF	SE	SA	MS	ECL	PV	KO	KA	PM	EC
Carpophore	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	6.25
Sclerotia	12.5	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	12.5	6.25	6.25

BS, *Bacillus subtilis*; EF, *Enterococcus faecalis*; SE, *Staphylococcus epidermidis*; SA, *Staphylococcus aureus*; MS, *Mycobacterium smegmatis*; ECL, *Enterobacter cloacae*; PV, *Proteus vulgaris*; KO, *Klebsiella oxytoca*; KA, *Klebsiella aerogenes*; PM, *Proteus mirabilis*; EC, *Escherichia coli*.

TABLE 2: Minimal Inhibition Concentration (MIC) of Crude Extracts of Carpophore and Sclerotia of *Pleurotus tuber-regium* toward Human Pathogenic Fungi

	Minimal inhibition concentration (MIC, mg/mL)		
	Human pathogenic fungi		
	<i>Candida albicans</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>
Carpophore	6.25	6.25	6.25
Sclerotia	3.13	3.13	3.13

**FIG. 3:** Histograms and curves comparing the MIC of crude extracts of carpophore and sclerotium of *Pleurotus tuber-regium* on 11 strains of human pathogenic bacteria

of carpophore extracts was recorded to be 12.5 mg/mL on *B. subtilis*, *E. faecalis*, *S. epidermidis*, *E. cloacae*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *K. oxytoca*, *K. aerogenes*, and 6.25 mg/mL as well on *S. aureus*, *E. coli*, *M. smegmatis* and all three species of fungal pathogens including *C. albicans*, *A. fumigatus*, and *A. ochraceus*. In comparison, the MIC of sclerotium was recorded to be 12.5 mg/mL on *B. subtilis* and *K. aerogenes*; 6.25 mg/mL on *E. faecalis*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. cloacae*, *E. coli*, *M. smegmatis*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *K. oxytoca*; and 3.13 mg/mL on the tested fungal pathogens.

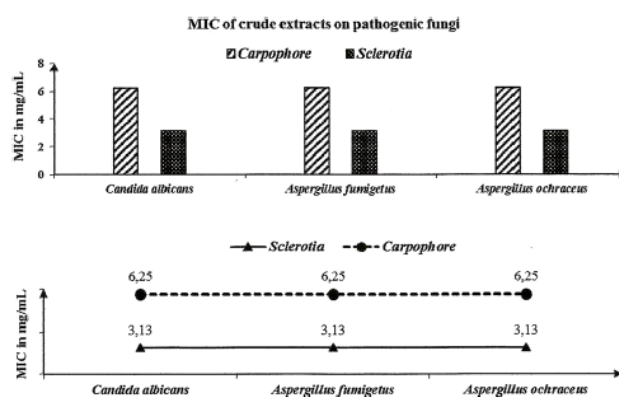


FIG. 4: Histograms and curves comparing the MIC of crude extracts of carpophore and sclerotia of *Pleurotus tuber-regium* on three strains of human pathogenic fungi

Based on obtained data, the pathogenic fungi are much more sensitive to crude extracts of *P. tuber-regium* than bacteria. In fact, antimicrobial activities of crude extracts of *P. tuber-regium*, both the carpophore and its sclerotium, are in general higher on pathogenic fungi tested than bacteria. Crude extracts of carpophores and sclerotia of *P. tuber-regium* could therefore constitute a new source of natural products that at convenient doses have shown efficacy on some human pathogenic fungi and bacteria.

IV. DISCUSSION

According to Algiannis et al.³³ the efficacy of AMA of the crude extracts could be assessed according to the MIC values recorded. According to the author, species with MIC values lower than 0.5 mg/mL are strong inhibitors, those with values between 0.6 and 1.5 mg/mL are moderate inhibitors, and MIC values higher than 1.6 mg/mL are weak inhibitors. Compared with the MIC figures recorded, crude extracts of carpophores and sclerotia of *P. tuber-regium* could be generally considered as weak inhibitors at tested concentrations, with, however, a much higher sensitivity of pathogenic fungi than bacteria and a higher activity of sclerotia crude extracts than that of the carpophores.

In a similar study of ABA and AFA of selected wild mushrooms that also used MIC values for assessment, Chelela et al.²¹ included crude extracts of mushrooms as well as gentamycin and fluconazole as positive control for ABA and AFA tests respectively. The MIC values recorded by the authors ranged from 0.0015 to 0.0061 mg/mL for gentamycin according to the pathogenic bacteria and from 0.003 to 0.006 mg/mL according to the pathogenic fungi. Referring to the scale of Algiannis et al.,³³ these synthetic antibacterial and antifungal agents could be ranked as very strong inhibitors compared with the tested mushrooms as well as carpophore and sclerotia of *P. tuber-regium* (Tables 1 and 2) representing rather weak inhibitors at tested concentrations. However, the MIC values of carpophore and sclerotia extracts of *P. tuber-regium* could eventually be improved by testing different solvents and varying the concentrations of the extracts.

P. tuber-regium has already been cited in the ATF^{22–24} to cure several diseases including headache, fever, stomach pain, constipation, asthma, and heart disease including throbs and high blood pressure; our results show that carpophores and sclerotia of this species also contain compounds with antifungal and antibacterial properties. It is worth mentioning that in the past, studies on antimicrobial activities by determination of MIC values were carried out only in very few species growing in tropical Africa.^{20,21} In one of these rare studies, Badalyan et al.⁷ already demonstrated the antagonistic antifungal activity of *P. tuber-regium* against selected fungal pathogens that were, however, different from those tested in this study, but also, the authors tested only extracts of carpophores of this species and not their sclerotia, of which the AFA and ABA are evaluated here for

the first time. Likewise, Adebayo et al.⁸ assessed the antibacterial properties of *P. tuber-regium*, but here also, only extracts of carpophores were tested and not those of sclerotia. This study therefore stands as an important contribution to this very wide, but still very poorly investigated research field on the medicinal and pharmacological potential of macroscopic fungi distributed in tropical Africa, including *P. tuber-regium*. The revealed MIC values are similar to those registered in crude extracts of several other species of mushrooms.^{9,10,20,21}

V. CONCLUSIONS

In conclusion, our results stand as a remarkable contribution in the assessment of AFA and AMA of tropical fungi considering that they are, to date, very little investigated in this field of research. These results confirm that hexane and chloroform crude extracts of carpophores, and for the first time, also sclerotia, of *P. tuber-regium* contain, among others molecules, compounds with antimicrobial properties against some human pathogenic fungi and bacteria. On the basis of these rather promising results, more refined studies could be envisaged to accurately identify and isolate the active compounds of the crude extracts that inhibit fungi and bacteria, the ultimate goal being to manufacture natural or new pharmaceutical products that are potentially more efficient against diseases caused by the tested human pathogenic bacteria and fungi including some infectious diseases as well as fungal infections such as mycosis or mycotoxicosis caused by *C. albicans* or *A. fumigatus* and *A. ochraceus*.

ACKNOWLEDGMENTS

The corresponding author is very grateful to the Sud Expert Plantes Développement Durable (SEP2D) program of IRD-Montpellier in France, which granted us funds in the framework of the PRP number 5 project to support the field and laboratory works of this study, as well as the research stay of two of the coauthors at the University of Johannesburg. The authors are very grateful to the pilot committee of SEP2D program and particularly to Mrs. Stéphanie Ardila-Chauvet, head of the program, for her scientific interest and constant follow-up of the project. They are also very grateful to Professor Penny Govender, Head of the Department of Applied Chemistry of the University of Johannesburg for all the facilities offered to carry out this research work in various laboratories of this department. The authors also thank the head of the Department of English at the University of Yaoundé 1 in Cameroon for reading the manuscript.

REFERENCES

1. Alves MJ, Ferreira IC, Dias J, Teixeira V, Martins A, Pintado M. A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Plant Med.* 2012;78:1707–18.
2. Smania AJ, Delle Monache F, Smania EFA, Cueno RS. Antibacterial activity of steroidal compounds isolated from *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. (Aphylllophoromycetidae) fruit body. *Int J Med Mushrooms.* 1999;1:325–30.
3. Imtiaj A, Jayasinghe C, Woo Lee G, Soo Lee T. Antibacterial and antifungal activities of *Stereum ostrae*, an inedible wild mushroom. *Mycobiology.* 2007;35(4):1–10.
4. Ofodile LN, Uma NU, Kokubun T, Grayer RJ, Ogundipe OT, Simmonds MS. Antimicrobial activity of some *Ganoderma* species. *Phytother Res.* 2005;19:310–13.
5. Moradali MF, Mostafavi H, Hejaroude GA, Tehrani AS, Abbasi M, Ghods S. Investigation of potential antibacterial properties of methanol extracts from fungus *Ganoderma applanatum*. *Chemother.* 2006;52(5):241–44.
6. Synytsya A, Monkai J, Bleha R, Macurkova A, Ruml T, Ahn J, Chukeatirote E. Antimicrobial activity of crude extracts prepared from fungal mycelia. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2017;7:257–61.
7. Badalyan SM, Isikhuemhen OS, Gharibyan NG. Antagonistic/antifungal activity of *Pleurotus tuberregium* (Fr.) Singer against selected fungal pathogens. *Int J Med Mushrooms.* 2008;10(2):155–62.
8. Adebayo EA, Martinez-Carrera D, Morales P. Comparative study of antioxidant and antibacterial properties of the edible mushrooms *Pleurotus levis*, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* and *P. tuber-regium*. *Int J Food Sci Technol.* 2018;53(5):1316–30.

9. Subrata G, Gunjan B, Prakash P, Subhash CM, Krishnendu A. Antimicrobial activities of basidiocarps of wild edible mushrooms of west Bengal, India. *Int J Pharm Tech Res.* 2012;4(4):1554–60.
10. Hassan IAF, Zubaida KC, Khan I, Saleh AA. Comparative study of antibacterial activity of wood-decay fungi and antibiotics. *J Bangladesh Pharm Soc.* 2011;6:14–17.
11. Biswas G, Rana S, Acharya K. Cardioprotective activity of ethanolic extract of *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg. *Pharmacologyonline.* 2011;2:808–17.
12. Poucheret P, Fons F, Rapior S. Biological and pharmacological activity of higher Fungi: 20-year retrospective analysis. *Cryptogam Mycol.* 2006;27(4):311–33.
13. Badalyan SM, Barkhudaryan A, Rapior S. Recent progress in research on the pharmaceutical potential of mushrooms and prospects of their clinical application. In: Agrawal DC, Dhanasekaran M, editors. *Medicinal mushrooms, recent progress in research and development.* 1st ed. Springer Nature: Singapore; 2019. p. 1–71.
14. Donatini B. *Les vertus médicinales des champignons*, Imprimerie Gamma à Trinquaux (51), M.I.F. s.a., Cormontreuil, France, 1999.
15. Biswas G, Sarkar S, Acharya K. Hepatoprotective activity of the ethanolic extract of *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morg. *Digest J Nanomater Biostruct.* 2011;6(2):637–41.
16. Okolo KO, Orisakwe OE, Siminialayi IM. Nephroprotective and antioxidant effects of king tuber oyster medicinal mushroom, *Pleurotus tuberregium* (Agaricomycetes), on carbon tetrachloride-induced nephrotoxicity in male Sprague Dawley rats. *Int J Med Mushrooms.* 2018;20(5):419–29.
17. Valverde ME, Hernández-Pérez T, Paredes-López O. Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *Int J Microbiol.* 2015;37:63–87.
18. Iwalokun BA, Otunba AA, Olukoya DK. Comparative phytotechnical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. *Afr J Biotechnol.* 2007;5:1732–39.
19. Tonjock RK, Mih A. Secondary metabolites of oil palm isolates of *Ganoderma zonatum* Murill. from Cameroon and their cytotoxicity against five human tumour cell lines. *Afr J Biotechnol.* 2011;10(42):8440–47.
20. Waithaka PN, Gathuru EM, Githaiga BM, Onkoba KM. Antimicrobial activity of mushroom (*Agaricus bisporus*) and fungal (*Trametes gibbosa*) extracts from mushrooms and fungi of Egerton Main Campus, Njoro Kenya. *J Biomed Sci.* 2017;6(3):1–6.
21. Chelela BL, Chacha M, Matem A. Antibacterial and antifungal activities of selected wild mushrooms from Southern Highlands of Tanzania. *Am J Res Commun.* 2014;2(9):58–68.
22. Oyetayo OV. Medicinal uses of mushrooms in Nigeria: Towards full and sustainable exploitation. *Afr J Trad Complement Alternat Med.* 2011;8(3):267–74.
23. Guissou KLM, Sanon E, Sankara Ph, Guinko S. La mycothérapie au Burkina Faso: Etat des lieux et perspectives. *J Appl Biosci.* 2014;79:6896–6908.
24. Walley R, Rammeloo J. The poisonous and useful fungi of Africa south of Sahara: A literature survey. *National Botanic Garden of Belgium.* 1994;10:1–56.
25. Ijeh II, Okwujiako IA, Nwosu PC, Nnodim HI. Phytochemical composition of *Pleurotus tuber-regium* and effect of its dietary incorporation on body/organ weights and serum triacylglycerols in albino mice. *J Med Plant Res.* 2009;3(11):939–43.
26. Boonsong S, Klaypradit W. Antioxidant activities of extracts from five edible mushrooms using different extractants. *Agric Nat Resour.* 2016;50:89–97.
27. McFarland. The nephelometer: An instrument for estimating the numbers of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index for vaccines. *JAMA.* 1907;49:1176–78.
28. Eloff JN. A sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. *Planta Med.* 1998;64:711–13.
29. Maragesi SM, Nyamwisenda NT, Mwangomo D, Kidukuli A. In vitro antimicrobial activity and determination of essential metal and ash value contents of *Trichodesma zeylanicum*. *Int J Res Pharmacol Pharmacother.* 2013;2:417–24.
30. Ishaku LE, Botha FS, McGway LJ, Eloff JN. The antibacterial activity of extracts of nine plant species with good activity against *Escherichia coli* against five other bacteria and cytotoxicity of extract. *BMC Complement Alternat Med.* 2017;17(133):1–10.
31. Praptiwi, Raunsai M, Wulansari D, Fathoni A, Augusta A. Antibacterial and antioxidant activities of endophytic fungi extracts of medicinal plants from Central Sulawesi. *J Appl Pharm Sci.* 2018;8(8):69–74.
32. Fonkui YT, Ikhile IM, Munganza MF, Fotsing DCM, Arderne C, Noundou SX, Krause MWR, Ndinteh TD, Njobeh BP. Synthesis, characterization and biological application of novel schiff bases of 2-(trifluoromethoxy) alanine. *J Chin Pharm Sci.* 2018;27(5):307–23.
33. Algiannis N, Kalpotzakis E, Mitaku S, Chinou IB. Composition and antimicrobial activity of essential oils of two *Origanum* species. *J Agric Food Chem.* 2001;40:4168–70.