

Criblage chimique de quelques champignons du Katanga (RDC) et évaluation de leur activité biologique

[Chemical Screening of some mushrooms of Katanga (DRC) and their biological activities evaluation]

Marsi K. MBAYO¹, Emery M. KALONDA¹, Patrick T. TSHISAND¹, Olive TATCHOUA², Sangwa KAMULETE², Glauber K. MBAYO², Eddy N. KIHUYA³, Joseph B. KAHUMBA², and Jean-Baptiste S. LUMBU²

¹Laboratoire des substances naturelles, Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, RD Congo

²Laboratoire de Pharmacognosie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques, Université de Lubumbashi, RD Congo

³Laboratoire de chimie, Département de Chimie, Section sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogie de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The chemical screening has showed that 17 edible and non-edible mushrooms studied contained saponins (100%), tannins (82.4%), anthocyanins (70.58%), coumarins (29.5%), flavonoids (23.5%) and steroids (17.6%). However, alkaloids, terpenoids and quinones have been identified in fungi studied.

All of the extracts have inhibited the action of bacteria studied, but the most active extracts were those of *Amanita rubescens* (0.3125mg/mL), *Schizophyllum commune* (0.625mg/mL) and *Trichaptum abietinum* (0.625mg/mL) on *S. aureus* and *Stereum hirsutum* (0.625mg/mL) on *S. aureus* and *S. pneumoniae*. Moreover, all of extracts have got bacteriostatic effect (87.5%) on the tested germs except *Ganoderma lucidum* extract on *S. aureus*, *Lactarius angusters* on *S. sonnei*, *Schizophyllum commune* on *S. sonnei* and *S. aureus*, *Trametes gibbosa* on *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* sur *S. sonnei* which have bactericidal effect against the same germs studied. Moreover, all the extracts showed antioxidant activity except extract *Trichaptum abietinum*.

KEYWORDS: Mushroom, antimicrobial, antioxidant, chemical screening.

RESUME: Le criblage chimique a montré que les 17 champignons comestibles et non comestibles étudiés contenaient les saponines (100%), les tanins (82,4%), les anthocyanes (70,58%), les coumarines (29,5%), les flavonoïdes (23,5%) et stéroïdes (17,6%). Cependant, les alcaloïdes, les quinones et les terpénoïdes n'ont pas été mis en évidence dans les champignons étudiés.

Tous les extraits ont inhibé l'action des germes étudiés mais les extraits les plus actifs ont été ceux de *Amanita rubescens* (0,3125mg/mL), de *Schizophyllum commune* (0,625mg/mL) et de *Trichaptum abietinum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* ainsi de *Stereum hirsutum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* et *S. pneumoniae* et sur *S. aureus*. Par ailleurs, tous les extraits avaient des effets bactériostatiques (87,5%) sur les germes testés sauf ceux de *Ganoderma lucidum* sur *S. aureus*, de *Lactarius angusters* sur *S. sonnei*, de *Schizophyllum commune* sur *S. sonnei* et sur *S. aureus*, de *Trametes gibbosa* sur *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* sur *S. sonnei* qui ont été bactéricides vis-à-vis des mêmes germes. Par ailleurs, tous les extraits ont manifesté l'activité antioxydante à l'exception de l'extrait de *Trichaptum abietinum*.

MOTS-CLEFS: Champignon, antimicrobien, antioxydant, criblage chimique.

1 INTRODUCTION

Les champignons jouent et continuent à jouer un rôle important dans plusieurs aspects de l'activité humaine. Les champignons comestibles, par exemple, sont largement utilisés dans l'alimentation humaine [1]. A Lubumbashi, du mois d'octobre au mois d'avril, les différents marchés locaux sont envahis par des vendeurs des champignons qu'ils récoltent dans les écosystèmes avoisinant la ville. En effet, les champignons constituent en général un aliment très apprécié et consommé au Congo, plus particulièrement au Katanga durant la période pluvieuse. En plus de leur goût et leur bel arôme, les champignons sont riches en vitamines, sels minéraux, lipides, glucides et acides aminés notamment pour la régularisation du cœur et du foie [2-3]. Par ailleurs, les champignons non comestibles sont connus comme des espèces vénéneuses susceptibles de provoquer parfois des accidents graves et des intoxications mortelles [4].

Toutefois, selon les diverses enquêtes menées dans ville de Lubumbashi et ses environs sur la médecine traditionnelle, les champignons n'étaient presque pas indiqués dans la phytothérapie de Lubumbashi et de ses environs. En effet, Petit et ses collaborateurs, dans leur étude "Bunganga ya mici", ont inventorié 132 espèces utilisées en médecine traditionnelle parmi lesquelles *Polypore sp* (un champignon) qui était indiqué dans le traitement de l'angine [5].

La littérature à notre portée, signale que les champignons contiennent des substances capables d'inhiber l'activité microbienne ou l'action des radicaux libres. En effet, les champignons contiennent une grande diversité de biomolécules ayant des propriétés nutritionnelles et médicinales [2]. En raison de ces propriétés, ils ont été reconnus comme aliments fonctionnels et comme source pour le développement de nouveaux médicaments et nutraceutiques [1,6]. Les antioxydants présents dans les champignons sont d'un grand intérêt en tant qu'agents de protection pour aider le corps humain afin de réduire les dommages oxydatifs sans aucune interférence.

Les champignons sont reconnus comme des aliments fonctionnels et comme une source de composants physiologiquement bénéfiques. 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, de réduire l'inflammation et d'aider à équilibrer les niveaux de sucre dans le sang et soutenir le mécanisme de détoxification de l'organisme. 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 synergique [1,7-9].

C'est pour cette raison que la présente étude va procéder à un criblage chimique et à l'évaluation de l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante de 17 champignons de l'écosystème de Lubumbashi dont 12 sont comestibles et 5 non comestibles.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 CHAMPIGNONS ÉTUDIÉS

Dans le tableau 1, nous regroupons quelques informations en rapport avec la classification des champignons récoltés dans l'écosystème de Lubumbashi.

Tableau 1. Classification des champignons étudiés

Champignons	Type	Classe	Ordre	Famille	Nom vernaculaire
<i>Amanita loosii beeli</i>	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Amanitaceae	Mpufia (bemba)
<i>Amanita rubescens</i>	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Amanitaceae	Lubosambwa (bemba)
<i>Boletus eruthropus</i>	Comestible	Agaricomycète	Boletale	Boletaceae	Bowa (luba)
<i>Cantharellus cibarius</i>	Comestible	Agaricomycète	Cantharellale	Cantharellaceae	Bumpukutu (bemba)
<i>Cantharellus symoensii</i>	Comestible	Agaricomycète	Cantharellale	Cantharellaceae	Bwitondo (Bemba)
<i>Ganoderma lucidum</i>	Non comestible	Agaricomycète	Polyporales	Ganodermataceae	-
<i>Inonotus hispidus</i>	Non comestible	Agaricomycète	Hymenochaetale	Hymenochaetaceae	-
<i>Lactarius angustis</i>	Comestible	Agaricomycète	Russulale	Russulaceae	Musefwe (bemba)
<i>Lactarius kabansus</i>	Comestible	Agaricomycète	Russulale	Russulaceae	Kabansa, Manza manza (bemba)
<i>Lactarius sp</i>	Comestible	Agaricomycète	Russulale	Russulaceae	Muania (Bemba)
<i>Lepiota procera</i>	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Agaricaceae	Mbundelema (Luba)
<i>Schizophyllum commune</i>	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Schizophyllaceae	Busepa (Bemba)
<i>Stereum hirsutum</i>	Non comestible	Agaricomycète	Russulale	Stéreceae	-
<i>Termitomyces letestui</i>	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Lyophyllaceae	Katoto (Bemba, lamba, sanga); Mapumdule (Tshiluba)
<i>Trametes gibbosa</i>	Non comestible	Agaricomycète	Polyporale	Polyporaceae	-
<i>Tremella mesenterica</i>	Non comestible	Tremellomycete	Tremellale	Tremellaceae	Menga (bemba)
<i>Trichaptum abietinum</i>	Comestible	Agaricomycète	Polyporale	Polyporaceae	-

Tous les champignons appartiennent au règne Fungi et à l'embranchement des Basidiomycota. A l'exception de *Tremella mesenterica* qui appartient à la classe des Tremellomycetes, tous les autres champignons sont de la classe des Agaricomycetes.

Sur les dix-sept espèces étudiées, six appartiennent à l'ordre des Agaricales, quatre à l'ordre des Russulales, trois à l'ordre des Polyporales, deux à celle des Cantharellales, un à l'ordre des Boletales et le dernier à l'ordre des Hymenochaetales.

2.2 GERMES UTILISÉS

Les germes utilisés sont deux bactéries gram- (*Shigella sonnei* et *Pseudomonas aeruginosa*) et deux bactéries gram + (*Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pneumoniae*) fournis par le Grand Laboratoire Provincial de Lubumbashi.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 MISE EN EVIDENCE DE GROUPES DE SUBSTANCES CHIMIQUES

a. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont mis en évidence par six réactifs de précipitation, à savoir le réactif de Dragendorff, le réactif de Mayer, le réactif de Hager, le réactif de Bertrand, le réactif de Sonnenschein et le réactif de Wagner. Cette mise en évidence a été réalisée sur un extrait méthanolique dissous dans une solution d'acide chlorhydrique 1% filtrée, basifiée et extraite au chloroforme à trois reprises. Le résidu chloroformique obtenu est repris par l'acide chlorhydrique 1%. La solution acide

surnageante est déposée en six gouttes sur une lame et traitées respectivement par les six réactifs précipitants décrits ci-dessus. Le test n'est positif que dans le cas où tous les six réactifs donnent un précipité [10,11].

b. Flavonoïdes et anthocyanes

L'extrait aqueux flavonoïque donne, en présence de l'acide chlorhydrique concentré et de copeaux de magnésium, une coloration rose-rouge ou rouge violacé dans la couche surnageante d'alcool isoamylique (réaction de Shinoda). L'extrait aqueux anthocyanique donne, en présence de l'acide chlorhydrique concentré, une coloration rouge dans la couche surnageante d'alcool isoamylique [10,11].

c. Hydroxyanthraquinones

En présence d'une base (NaOH, KOH), les hydroxyanthraquinones donnent une coloration rouge caractéristique (réaction de Bornträger) [10,11].

d. Saponines

La détection des saponines est basée sur le pouvoir moussant dû à un effet tensioactif suite à la présence du noyau triterpénique et des résidus osidiques (molécules amphipatiques). En cas d'une mousse non persistante de l'infusé durant vingt minutes dans un tube à essai de 16 x160 mm ou d'une hauteur inférieure à 10 mm, on teste le filtrat avec un mélange d'acide sulfurique 1N et de dichromate de potassium 10%, les saponines donnent une coloration vert-sale ou violette virant au rouge [12].

e. Stéroïdes et terpénoïdes

En présence d'acide acétique anhydre et d'acide sulfurique concentré, l'extrait organique étheré contenant les stéroïdes donne une gamme de colorations mauves à vertes. L'identification des terpénoïdes suit le même schéma ; l'ajout du réactif de Hirschson (Acide trichloroacétique) donne une couleur jaune virant au rouge, ce qui indique la présence des terpénoïdes [12].

f. Tanins

En présence de chlorure ferrique 1%, les extraits aqueux tanniques donnent une gamme de colorations bleu-vert, bleu sombre ou verte et/ou de précipités [12].

g. Hétérosides cyanogènes

En présence d'acide cyanhydrique dégagé par hydrolyse des hétérosides cyanogènes sous l'effet de la chaleur, le papier picrosodé de couleur jaune vire à l'orange ou au rouge suivant sa concentration [11].

f. Coumarines

L'extrait étheré obtenu après macération des champignons sont évaporés à l'air libre puis repris dans l'eau chaude. Ajouter dans la solution aqueuse, une solution étherée d'ammoniac à 20% et observer la fluorescence sous UV à 366nm. Une coloration bleue intense indique la présence des coumarines [12].

2.3.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

Le test sur les radicaux libres est effectué après une chromatographie ascendante sur couche mince (CCM). Les extraits (100µg) sont déposés sur les plaques de silicagel 60 F₂₅₄ sur verre. Les chromatogrammes sont développés dans un mélange Hexane - Acétate d'éthyle – Dichlorométhane -Acide acétique (6÷2÷1÷0,5). Après séchage des plaques, les pulvériser avec une solution méthanolique de DPPH à 0,004%. Les composés actifs apparaissent sous forme de spots jaunes ou blancs sur un fond pourpre, après 30 min de réaction [13-15].

2.3.3 EXTRACTION BRUTE DES SUBSTANCES

50g de poudre de champignons séchés sont additionnés de 250 ml du méthanol et macérés pendant 24 heures. Le mélange est filtré, la solution organique est évaporée sous vide en utilisant un évaporateur rotatif. L'opération est répétée quatre fois. Les filtrats sont rassemblés et sont évaporés ; on obtient le résidu méthanolique [16].

2.3.4 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

a. Tests d'activité antibactérienne

On dissout le produit antimicrobien dans le DMSO. On réalise la concentration finale de la solution mère à l'aide du bouillon peptonné. La concentration maximale de DMSO est de 3% (v/v). On réalise ensuite les dilutions dans des tubes à essai suivant le schéma ci-après :

Tableau 2. Schéma d'une microplaque stérile en plastique munie de 96 cupules

Rangées		Colonnes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T ₁	A à D	C-	Sm ₁	1/2	1/4	Cd	1/8	1/16	1/32	C+	1/64	1/128	1/256
T ₂	E à H	C-	Sm ₂	1/2	1/4	Cd	1/8	1/16	1/32	C+	1/64	1/128	1/256

Légende:

T₁ : Test du premier produit antimicrobien réalisé en quadruplicate : Rangées A, B, C et D.

T₂ : Test du second produit antimicrobien réalisé en quadruplicate : Rangées E, F, G et H.

Sm : Solution mère du produit antimicrobien.

C+ : Contrôle positif (milieu + suspension bactérienne, pour s'assurer qu'il y a bien croissance de germes).

C- : Contrôle négatif (milieu de culture seul, pour s'assurer qu'on a bien travaillé dans des conditions stériles).

Cd : Contrôle DMSO : DMSO 3% dans le milieu de culture + suspension bactérienne : s'assurer que l'effet éventuellement observé n'est pas dû au DMSO utilisé pour dissoudre le produit à tester. Il doit y avoir croissance dans le contrôle DMSO.

On pèse exactement 2mg de résidu sec que l'on dissout dans 2ml de bouillon peptonné pour avoir une concentration initiale de 1mg/mL en phase d'ensemencement. A l'aide d'une micropipette multicanaux, prélever 50 µL de dilution, transférer dans la plaque d'incubation colonne par colonne. De même, prélever de façon aseptique avec une micropipette multicanaux 50µL d'inoculum standardisé, transférer dans les cupules de la plaque d'incubation, en mélangeant par aspiration/dispensation.

Seule la dernière concentration à laquelle le développement de germe a été inhibé était retenue comme concentration minimale inhibitrice (CMI) [17].

b. Détermination des CMB

Dans la batterie des concentrations croissantes, la concentration minimale inhibitrice (CMI) est un point limite aisément déterminable qui doit être complété par un autre paramètre appelé Concentration Minimale Bactéricide (CMB).

Si l'action de l'extrait du champignon est létale pour une partie de la population bactérienne, on parle de zone de bactéricidie après un temps donné d'incubation à 37°C. La fiabilité relative à la bactériostase est fonction des CMI couplées à des CMB des extraits par rapport aux germes en cause [18].

En pratique, après avoir observé la CMI, on considère tous les cupules de dilutions décroissantes en allant vers la plus faible. La concentration qui se révèle CMB est celle dont le repiquage sur le milieu de culture stérile ne permet le développement de germe étudié [19].

c. Effet des extraits

Pour déterminer l'effet de l'extrait, il est indispensable de connaître la CMI et la CMB afin d'évaluer les caractéristiques des solutions des extraits. En effet, si le rapport CMB/CMI vaut 1-2, l'extrait est bactéricide ; par contre si le rapport se situe entre 4-16, on dira que l'extrait est bactériostatique [19].

3 RESULTATS

3.1 CRIBLAGE CHIMIQUE

La mise en évidence de divers groupes de substances est basée sur les tests de coloration et de précipitation en solution. Les tests de précipitation ont permis de mettre en évidence successivement les tanins et les alcaloïdes tandis que les tests de coloration en solution pour mettre en évidence les flavonoïdes, les anthocyanes, les coumarines, les stéroïdes, les terpénoïdes et les quinones. Les hétérosides cyanogènes ont été mis en évidence par le changement de la coloration du papier picrosodé mis en contact avec la vapeur des extraits végétaux. Les résultats sont consignés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3. Résultats préliminaires du criblage chimique

Espèces	Alc	Ant	Com	Flav	Qun	Sap	Ster	Tan	Ter	TOTAL	Hcn
<i>Amanita loosi beeli</i>	-	+	+	-	-	+	-	+	-	4/9 44,4%	-
<i>Amanita rubescens</i>	-	-	+	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
<i>Boletus eruthropus</i>	-	+	-	-	-	+	-	++	-	4/9 44,4%	-
<i>Cantharellus cibarius</i>	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
<i>Cantharellus symoensii</i>	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
<i>Ganoderma lucidum</i>	-	-	+	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
<i>Inonotus hispidus</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	2/9 22,2%	-
<i>Lactarius angusters</i>	-	+	+	-	-	+	-	+	-	4/9 44,4%	-
<i>Lactarius kabansus</i>	-	+	-	+	-	++	-	+	-	4/9 44,4%	-
<i>Lactarius sp</i>	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
<i>Lepiota procera</i>	-	+	-	-	-	++	+	+	-	3/9 33,3%	-

Tableau 3. Suite

Espèces	Alc	Ant	Com	Flav	Qun	Sap	Ster	Tan	Ter	TOTAL	Hcn
<i>Schizophyllum commune</i>	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
<i>Stereum hirsutum</i>	-	+	-	+	-	++	+	+	-	5/9 55,6%	-
<i>Termitomyces letestui</i>	-	+	+	+	-	+	-	-	-	3/9 33,3%	-
<i>Trametes gibbosa</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1/9 11,1	-
<i>Tremella mesenterica</i>	-	+	-	+	-	++	-	+	-	4/9 44,4%	-
<i>Trichaptum abietinum</i>	-	-	-	-	-	++	-	+	-	2/9 22,2%	-
Total sur 17	0	12	5	4	0	17	3	14	0		0
Pourcentage (%)	0,0	70,58	29,5	23,5	0	100	17,6	82,4	0		0

Légende : **Alc** : alcaloïdes ; **Ant**: Anthocyanes; **Com** : Coumarines ; **Flav** : Flavonoïdes ; **Qun**: Quinones; **Ter**: Terpénoïdes ; **Sap** : Saponines; **Ster** : Stéroïdes ; **Tan** : Tanins

Les champignons étudiés contiennent en moyenne une substance chimique bioactive sur les neuf recherchées. Les groupes de substances les plus abondants dans les champignons étudiés sont les saponines (100% des résultats positifs), les tanins (82,4% des résultats positifs) et les anthocyanes (70,58% des résultats positifs). Par ailleurs, les coumarines (29,5%), les flavonoïdes (23,5%) et stéroïdes (17,6%) sont les groupes de métabolites faiblement représentés. Cependant, les alcaloïdes, les quinones et les terpénoïdes n'ont pas été mis en évidence dans les champignons étudiés.

3.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

L'évaluation de l'activité antibactérienne est basée sur l'interaction entre les solutions des extraits des champignons avec les germes dans le milieu de culture. Les résultats de ces tests sont repris dans les tableaux 4 à 6 ci-dessous.

3.2.1 DETERMINATION DES CMI DES EXTRAITS ETUDIÉS

Tableau 4. Résultats de la détermination des CMI des extraits étudiés

Champignons	CMI (mg/mL)			
	Pa	Sa	Sp	Ss
<i>Amanita rubescens</i>	2,5	0,3125	5	5
<i>Boletus eruthropus</i>	5	5	5	5
<i>Cantharellus cibarus</i>	2,5	1,25	2,5	5
<i>Cantharellus symoensii</i>	2,5	1,25	2,5	2,5
<i>Ganoderma lucidum</i> ^{nc}	2,5	1,25	1,25	2,5
<i>Inonotus hispidus</i> ^{nc}	2,5	2,5	2,5	1,25
<i>Lactarius angusters</i>	5	2,5	2,5	2,5
<i>Lactarius kabansus</i>	5	2,5	2,5	2,5
<i>Lepiota procera</i>	2,5	2,5	5	5

Tableau 4. Suite

Champignons	CMI (mg/mL)			
	Pa	Sa	Sp	Ss
<i>Schizophyllum commune</i>	2,5	2,5	0,625	2,5
<i>Stereum hirsutum</i> ^{nc}	2,5	0,625	0,625	2,5
<i>Termitomyces letestui</i>	2,5	2,5	5	2,5
<i>Trametes gibbosa</i> ^{nc}	1,25	2,5	5	2,5
<i>Tremella mesenterica</i> ^{nc}	1,25	1,25	5	2,5
<i>Trichaptum abietinum</i>	1,25	0,625	1,25	5
CMI moyenne	2.75±1.27	1.93±1.18	3.08±1.74	3.25±1.32

Pa : *Pseudomonas aeruginosa* ; Sa : *Staphylococcus aureus* ; Sp : *Streptococcus pneumoniae* ; Ss : *Shigella sonnei*, nc : non comestible

Tous les extraits ont inhibé l'action des germes étudiés ; toutefois, les extraits les plus actifs sont ceux de *Amanita rubescens* (0.3125mg/mL), de *Schizophyllum commune* (0.625mg/mL), de *Trichaptum abietinum* (0.625mg/mL) et de *Stereum hirsutum* (0.625mg/mL). Tous ces extraits ont été actifs sur *S. aureus*. Par ailleurs les extraits de *Stereum hirsutum*, en plus de leur activité vis-à-vis de *S. aureus*, ils ont également été actifs sur *S. pneumoniae*.

Les germes les plus sensibles aux extraits sont *Staphylococcus aureus* (1.93±1.18mg/mL) et *Pseudomonas aeruginosa* (2.75±1.27mg/mL)

3.2.2 DETERMINATION DES CMB DES EXTRAITS METHANOLIQUES

Tableau 5 : Résultats de la détermination des CMB des extraits étudiés

Champignons	CMB (mg/mL)			
	Pa	Sa	Sp	Ss
<i>Amanita rubescens</i>	10	2,5	ND	ND
<i>Boletus eruthropus</i>	ND	ND	ND	10
<i>Cantharellus cibarus</i>	10	ND	ND	ND
<i>Cantharellus symoensii</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Ganoderma lucidum</i> ^{nc}	ND	2,5	10	10
<i>Inonotus hispidus</i> ^{nc}	ND	ND	ND	5
<i>Lactarius angusters</i>	ND	ND	ND	5
<i>Lactarius kabansus</i>	ND	ND	ND	10
<i>Lepiota procera</i>	10	ND	ND	ND
<i>Schizophyllum commune</i>	ND	5	ND	5
<i>Stereum hirsutum</i> ^{nc}	ND	2,5	ND	10
<i>Termitomyces letestui</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Trametes gibbosa</i> ^{nc}	ND	ND	ND	5
<i>Tremella mesenterica</i> ^{nc}	ND	5	ND	10
<i>Trichaptum abietinum</i>	ND	5	ND	10

Pa : *Pseudomonas aeruginosa* ; Sa : *Staphylococcus aureus* ; Sp : *Streptococcus pneumoniae* ; Ss : *Shigella sonnei*, nc : non comestible ND : non déterminé

Après repiquage, il a été observé que seuls 16/60 extraits ont inhibé la croissance des germes sur gélose, soit 26,7% des 60 extraits testés. Il s'agit des extraits de *Amanita rubescens* sur *P. aeruginosa* (CMB = 10mg/mL) et *S. aureus* (CMB = 2,5mg/mL), de *Ganoderma lucidum* sur *S. aureus* (CMB = 2.5mg/mL), *S. pneumoniae* (CMB = 10mg/mL) et *S. sonnei* (CMB = 10mg/mL), de *Inonotus hispidus* et de *Lactarius angusters* avec une CMB de 5mg/mL sur *S. sonnei*, de *Lactarius kabansus* sur *S. sonnei* (CMB = 10mg/mL), de *Lepiota procera* sur *P. aeruginosa* (CMB = 10mg/mL), de *Schizophyllum commune* sur *S. aureus* et *S. sonnei* avec une CMB de 5mg/mL, de *Stereum hirsutum* sur *S. aureus* (CMB = 2,5mg/mL) et *S. sonnei* (CMB =

10mg/mL), de *Trametes gibbosa* sur *S. sonnei* (CMB = 10mg/mL) et de *Tremella mesenterica* ainsi que de *Trichaptum abietinum* respectivement sur *S. aureus* et *S. sonnei* avec des CMB respectives de 5mg/mL et de 10mg/mL.

3.2.3 DETERMINATION DE L'EFFET DES EXTRAITS ETUDIÉS

Les résultats de la détermination de l'effet des extraits étudiés sont repris dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Résultats de la détermination de l'effet des extraits étudiés

Espèces	Germes	CMI	CMB	CMB/CMI	Observation
<i>Amanita rubescens</i>	<i>S. sonnei</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	10	4	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	0,3125	2,5	8	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Boletus eruthropus</i>	<i>S. sonnei</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Cantharellus cibarus</i>	<i>S. sonnei</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	10	4	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Cantharellus symoensii</i>	<i>S. sonnei</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	10	4	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	1,25	2,5	2	Bactéricide
	<i>S. pneumoniae</i>	1,25	10	8	Bactériostatique
<i>Inonotus hispidus</i>	<i>S. sonnei</i>	1,25	5	4	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Lactarius angusters</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	5	2	Bactéricide
	<i>P. aeruginosa</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique

Tableau 6 : Suite

Espèces	Germes	CMI	CMB	CMB/CMI	Observation
<i>Lactarius kabansus</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	10	4	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Lepiota procera</i>	<i>S. sonnei</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	1,5	10	4	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Schizophyllum commune</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	5	2	Bactéricide
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	2,5	5	2	Bactéricide
	<i>S. pneumoniae</i>	0,625	ND	ND	Bactériostatique
<i>Stereum hirsutum</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	10	4	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	0,625	2,5	4	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	0,625	ND	ND	Bactériostatique
<i>Termitomyces letestui</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Trametes gibbosa</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	5	2	Bactéricide
	<i>P. aeruginosa</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Tremella mesenterica</i>	<i>S. sonnei</i>	2,5	10	4	Bactériostatique
	<i>P. aeruginosa</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	1,25	5	4	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	5	ND	ND	Bactériostatique
<i>Trichaptum abietinum</i>	<i>S. sonnei</i>	5	10	2	Bactéricide
	<i>P. aeruginosa</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	<i>S. aureus</i>	0,625	5	8	Bactériostatique
	<i>S. pneumoniae</i>	1,25	ND	ND	Bactériostatique

Il ressort de ce tableau que 87,5% des extraits ont un effet bactériostatique sur les germes testés. Seuls les extraits de *Ganoderma lucidum* (CMI :1,25mg/ml et CMB : 2,5mg/ml) sur *S. aureus*, de *Lactarius angusters* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei*, de *Schizophyllum commune* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et sur *S. aureus*, de *Trametes gibbosa* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* ont manifesté un effet bactéricide.

3.3 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

La mise en évidence de l'activité antioxydante des espèces ont été réalisé par chromatographie sur couche mince. Les résultats cette recherche sont repris dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7. Résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante

Espèces	Coloration de spot après révélation au DPPH	Résultats
<i>Amanita loosi beeli</i>	Jaune	+++
<i>Amanita rubescens</i>	Jaune	++
<i>Boletus eruthropus</i>	Jaune	+++
<i>Cantharellus cibarius</i>	Jaune	++
<i>Cantharellus symoensii</i>	Jaune	+++
<i>Ganoderma lucidum</i> ^{nc}	Jaune	+++
<i>Inonotus hispidus</i> ^{nc}	Jaune	+
<i>Lactarius angusters</i>	Jaune	++
<i>Lactarius kabansus</i>	Jaune	+++
<i>Lactarius sp</i>	Jaune	+++
<i>Lepiota procera</i>	Jaune	+++
<i>Schizophyllum commune</i>	Jaune	+
<i>Stereum hirsutum</i> ^{nc}	Jaune	+++
<i>Termitomyces letestui</i>	Jaune	+
<i>Trametes gibbosa</i> ^{nc}	Jaune	+
<i>Tremella mesenterica</i> ^{nc}	Jaune	+++
<i>Trichaptum abietinum</i>	Incolore	-

Tous les extraits ont manifesté une activité antioxydante à l'exception de l'extrait de *Trichaptum abietinum*.

4 DISCUSSION

4.1 CRIBLAGE CHIMIQUE

Sur 153 tests de criblage chimique réalisés, 53 étaient positifs, soit 34,64%. En ce qui concerne, le nombre de substances par espèce, les champignons étudiés peuvent être classés en 5 groupes. Le groupe de champignons à 5 groupes de substances chimiques renferme une seule espèce ; il s'agit de *Stereum hirsutum*. Le deuxième groupe renferme 5 espèces de champignons contenant 4 groupes des substances chimiques (*Amanita loosi beeli*, *Boletus eruthropus*, *Lactarius angusters*, *Lactarius kabansus* et *Tremella mesenterica*). Le troisième regroupe 8 espèces qui renferment chacune 3 groupe de substances recherchées (*Amanita rubescens*, *Cantharellus cibarius*, *Cantharellus symoensii*, *Ganoderma lucidum*, *Lepiota procera*, *Lactarius sp*, *Schizophyllum commune* et *Termitomyces letestui*). Le quatrième et le cinquième groupe renferment respectivement deux espèces à 2 groupes de substances chimiques (*Inonotus hispidus* et *Trichaptum abietinum*) et une espèce à un seul groupe de substances chimiques sur les 10 recherchés (*Trametes gibbosa*).

L'abondance relative des groupes de substances chimiques recherchés dans les champignons peut être représentée sur la figure 1 ci-dessous.

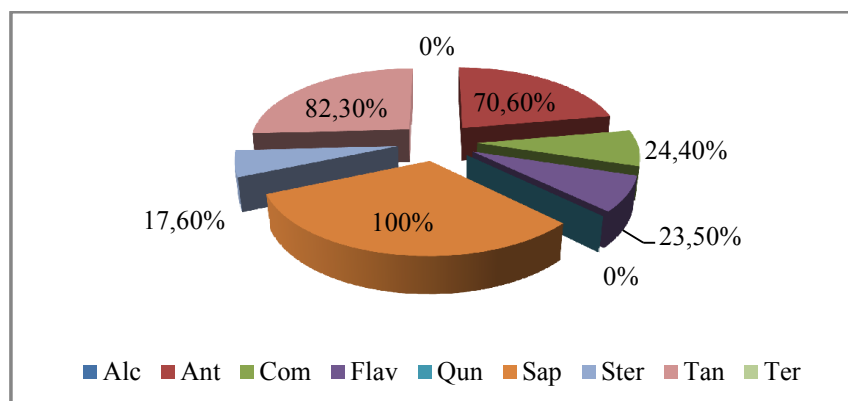


Figure 1. Abondance des substances recherchées

Il ressort de cette figure que les saponines (100%), les tanins (82,4%) et les anthocyanes (70,58%) sont les groupes les plus abondants dans les champignons étudiés. Par ailleurs, les coumarines (29,5%), les flavonoïdes (23,5%) et les stéroïdes (17,6%) sont les groupes rares dans les échantillons analysés. En outre, les alcaloïdes, les quinones, les terpénoïdes sont des groupes qui n'ont pas été mis en évidence dans les échantillons étudiés. Cela pourrait être dû au fait que durant la période de récolte la teneur en ces métabolites secondaires était faible, ce qui n'a pas permis d'atteindre le seuil de détection de la méthode utilisée.

La présence de groupes de substances chimiques notamment les anthocyanes, les flavonoïdes, les coumarines dans certains champignons étudiés est bénéfique pour les consommateurs de ces denrées. En effet, les terpénoïdes sont connus comme inducteurs d'apoptose tandis que les flavonoïdes sont des antioxydants puissants qui éliminent les radicaux libres générés par le stress oxydatif et qui sont à l'origine des plusieurs pathologies notamment le vieillissement précoce, les maladies cardiovasculaires et les cancers [21].

Aggarwal et ses collaborateurs ont isolé de l'extrait méthanolique de *Inonotus hispidus*, récolté en Inde, trois molécules dont deux flavonoïdes (Inonotusin et hispidin) et 3,4-dihydroxybenzaldéhyde [22]. Cependant pour la présente étude, la recherche des flavonoïdes dans ce champignon était négatif.

4.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

De l'évaluation de l'activité antibactérienne, il a été constaté que la plus faible CMI a été obtenue avec les extraits de *Amanita rubescens* (0,3125mg/mL) sur *S. aureus*, de *Schizophyllum commune* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*, de *Stereum hirsutum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* et *S. pneumoniae* et de *Trichaptum abietinum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*.

Après repiquage, il a été observé que la plus faible CMB (cfr tableau 5) était de 2,5mg/mL obtenues avec les extraits de *Amanita rubescens*, de *Ganoderma lucidum* et de *Stereum hirsutum* sur *S. aureus*. Ce dernier est le germe le plus sensible de 4 germes testés.

Il a également été observé, après repiquage des extraits, que seul l'extrait de *Ganoderma lucidum* sur les 17 étudiés (soit 5,88% des extraits) a inhibé la croissance de *S. pneumoniae* à 10mg/mL. Par ailleurs, *Pseudomonas aeruginosa* a été inhibé par trois extraits sur les 17 étudiés, soit 17,65% des extraits à 10mg/mL. Il s'agit des extraits de *Amanita rubescens*, de *Cantharellus cibarius* et de *Lepiota procera*. *S. aureus* a été inhibé par 35,29% des extraits, soit 6 extraits sur les 17 étudiés (*Amanita rubescens*, *Ganoderma lucidum* et *Stereum hirsutum* à 2,5mg/mL ainsi que de *Schizophyllum commune*, *Tremella mesenterica* et *Trichaptum abietinum* à 5mg/mL). Enfin *S. sonnei* a été inhibé par 58,82% des extraits, soit 10 sur 17 extraits étudiés. Il s'agit des extraits de *Boletus eruthropus*, de *Ganoderma lucidum*, de *Lactarius kabansus*, de *Stereum hirsutum*, de *Tremella mesenterica*, de *Trichaptum abietinum* à 10mg/mL ainsi que les extraits de *Inonotus hispidus*, de *Lactarius angusters*, *Schizophyllum commune* et *Trametes gibbosa* à 5mg/mL.

En outre, les extraits de *Ganoderma lucidum* ont inhibé 3 germes sur les 4 testés. Par contre, les extraits de *Amanita rubescens*, de *Schizophyllum commune*, de *Stereum hirsutum*, de *Tremella mesenterica* et de *Trichaptum abietinum* ont inhibé 2 germes sur les 4 soumis aux tests.

En comparant les CMI et les CMB obtenues, il ressort que 91,52% des extraits (cfr tableau 6) ont un effet bactériostatique sur les germes testés. Seuls les extraits de *Ganoderma lucidum* (CMI :1,25mg/ml et CMB : 2,5mg/ml) sur *S. aureus*, de *Lactarius angusters* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei*, de *Schizophyllum commune* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et sur *S. aureus*, de *Trametes gibbosa* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* avait un effet bactéricide sur les germes.

Les résultats obtenus dans cette étude sont comparables à ceux de la littérature à notre portée. En effet, les extraits méthanoliques de *Cantharellus cibarius* ont montré une bonne activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* [1]. *Cantharellus cibarius* semble être une bonne option pour inhiber l'activité de *Staphylococcus aureus*, et dans certains cas, *Bacillus cereus* et *Bacillus subtilis* [24]. Selon Barros et al. [25], *Cantharellus cibarius* n'a montré aucune activité contre les bactéries Gram-, par opposition à Ozen et al. [32] qui ont affirmé que ce champignon avait une activité contre *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Ganoderma lucidum est connu comme un champignon médicinal traditionnel. Ses divers extraits ont été montrés la même efficacité que le sulfate de gentamycine. Il a montré une activité inhibitrice modérée vis-à-vis *Staphylococcus aureus* [23] comme c'est le cas dans la présente étude.

La sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* aux extraits méthanoliques des champignons étudiés est d'une grande importance, car les souches du genre *Pseudomonas* présentent une résistance aux antibiotiques utilisés en pratique. Ainsi tout agent antibactérien auquel elles sont sensibles mérite une attention particulière [19].

4.3 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

Il ressort que tous les extraits analysés (cfr tableau 7) ont manifesté une activité antioxydante vis-à-vis du DPPH à l'exception des extraits des *Trichaptum abietinum*. Ces résultats montrent que les champignons étudiés contiennent des substances chimiques qui pourraient être bénéfiques pour l'organisme vivant et les champignons comestibles pourraient être utilisés comme alicaments. Ainsi la consommation des champignons peut être bénéfique pour notre organisme parce que les composés qu'ils contiennent, protégeraient l'organisme contre les agressions des radicaux libres.

Les champignons étudiés ont manifesté une activité antioxydante. Cette dernière pourrait être corrélée avec leur composition chimique. En effet, plusieurs études ont montré que quelques champignons notamment *Amanita rubescens*, *Cantharellus cibarius*, *Ganoderma lucidum*, *Inonotus hispidus* et *Schizophyllum commune* ont des activités antioxydantes in vitro vis-à-vis du DPPH et de l'ABTS [6-9,20,22].

D'autres études ont démontré que les champignons contiennent des substances à effets antioxydants. En effet, les composés phénoliques particulièrement peuvent agir comme antioxydant en brisant les chaînes radicales des produits plus stables dans les membranes des microsomes de foie, avec la capacité de protéger les lipoprotéines de basse densité et les macrophages lourds. Ils peuvent aussi jouer un rôle important pour assurer la protection instinctive contre le stress oxydatif et les effets secondaires de sa contribution avec des vitamines [7].

Eu égard à ce qui précède, devant les problèmes de santé publique que connaissent la population katangaise en particulier et RD Congolais en général, les champignons pourraient apporter une réponse thérapeutique adaptée à la population. Ainsi, les remèdes à base de champignons comme ceux des plantes constitueraient, une voie prometteuse pour le développement des nouveaux alicaments et/ou médicaments.

5 CONCLUSION

Cette étude avait comme objectif de faire le criblage chimique de 17 champignons récoltés dans les environs de Lubumbashi et d'évaluer leurs activités antibactériennes et antioxydantes.

Le criblage chimique a permis d'identifier les saponines, les tanins, les anthocyanes, les coumarines, les flavonoïdes et les stéroïdes dans les champignons étudiés. Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antibactérienne a démontré que les extraits méthanoliques de champignons étudiés ont tous inhibé les germes dont 87,5% (36/48 extraits testés) étaient bactériostatiques et 12,5% étaient bactéricides vis-à-vis des 4 germes étudiés. Les plus faibles CMI ont été obtenues avec les extraits de *Amanita rubescens* (0,3125mg/mL) sur *S. aureus*, de *Schizophyllum commune* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*, de *Stereum hirsutum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* et *S. pneumoniae* et de *Trichaptum abietinum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*. Enfin, tous les champignons ont manifesté une activité antioxydante vis-à-vis du DPPH à l'exception des extraits des *Trichaptum abietinum*.

Avec les activités antioxydantes et antibactériennes établies des extraits de champignons comestibles et non comestibles étudiés, nous suggérons de procéder à une extraction des substances chimiques par des solvants à polarité croissante pour déterminer les caractéristiques chimiques et biologiques de chaque extrait qui sera obtenus.

REFERENCES

- [1] M.J. Alves, I.C.F.R. Ferreira, J. Dias, V. Teixeira, A. Martins, M. Pintado, "A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds", pp.1.36.
- [2] F. Malaisse, "How to live and survive in Zambezian open forest (Ecoregion), Presses Agronomiques de Gembloux", Gembloux; pp.61-68, 186, 2010.
- [3] F. Malaisse, "Se nourrir en forêt claire Africaine, Approche écologique et nutritionnelle", Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, pp.39-53, 1997.
- [4] P. Corsin, "Flore universelle", Edition de Lausanne, Lausanne, pp.109-150, 1971.
- [5] P. Petit et M. Vwakanakazi, "Bunganga ya mici : guérisseurs et plantes médicinales à Lubumbashi" ; Rapport des recherches effectuées durant la 12^e session des travaux de l'Observatoire du Changement Urbain (OCU) ; Université de Lubumbashi; pp.70-110, 2004.
- [6] S. Wei and L.J. L. D. Van Griensven, "Pro- and Antioxidative Properties of Medicinal Mushroom Extracts", International Journal of Medicinal Mushrooms, 10(4):315–324, 2008.
- [7] H.H. Arbaayah And Y. Umi Kalsom, "Antioxidant properties in the oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) and split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) ethanolic extracts", Mycosphere 4 (4): 661–673, 2013.
- [8] G. Shirmila Jose and P.M. Radhamany, "Identification and determination of antioxidant constituents of bioluminescent mushroom", Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 386-391, 2012.
- [9] A.H. Wani, R. H. Boda, Taskeen-un-Nisa and L.A. Peer, "Potential antioxidant activity of some mushrooms growing in Kashmir Valley", Mycopath, 8(2): 71-75, 2010.
- [10] J. Harborne, "Méthodes phytochimiques : Un guide pour des techniques d'analyses des plantes", Ed. Chapman, Londres, p.271, 1973.
- [11] S. Lumbu, K.M. Mbayo et K. Kahumba, "Analyse semi-quantitative de quelques plantes utilisées en médecine traditionnelle à Lubumbashi et ses environs", Ann. Méd.Vét. ; PUL, XVII, 1, 8-12, 2005.
- [12] J. Bruneton, "Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales", 3^e éd., TEC, Paris, pp.21, 23, 320-370, 1999.
- [13] J. Kouamé, C. Gnoula, E. Palé, H. Bassolé, I. P. Guissou, J. Simporé et Nikiéma, "Etude des propriétés cytotoxiques et anti-radicalaires d'extraits de feuilles et de galles de *Guiera senegalensis* J. F. Gmel (Combretaceae)", Science et technique, Sciences de la santé, Vol. 32, n°1 et 2, 9-23, 2009.
- [14] J.-L. A. Moroh, C. Bahi, K. Dje, Y. G. Loukou, F. Guede-Guina, "Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique (EAC) de *Morinda morindoides* (Baker) milne-redheat (rubiaceae) sur la croissance in-vitro des souches d'*Escherichia coli*", Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 77, pp. 44 – 61, 2008.
- [15] S. Dramane, K.M. Witabouna, K. Kagoyire, "Evaluation des Activités Antimicrobiennes et Anti-Radicaux Libres de Quelques Taxons Bioactifs de Côte d'Ivoire", European Journal of Scientific Research, Vol.40 No.2, pp.307-317, 2010.
- [16] M. Maciel, A.C. Pinto, J.B. Viciga et N.F. Grymberg, "Plantas medicinais, a necessidade de estudos multidisciplinares", Quimica Nova, (25), pp 428-438, 2002.
- [17] M.W. Kone et A.K. Kamanzi, "Inventaire ethnométrique et évaluation de l'activité de plantes médicinales utilisées en Côte d'Ivoire contre les helminthiases intestinales", Pharm. Méd. Afr. : 56 -71, 2006.
- [18] M. Wery, "Protozoologie médicale", Ed. De Boeck, Bruxelles, pp 40, 41, 46, 1995.
- [19] B.C. Loubaki, A.S. Ouattara, C.A.T. Ouattara, R. Ouedraogo Traore et A.S. Traore, "Activités antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de *Detarium microcarpum* [Cesalpiniaceae (Guill et Perr)] sur huit espèces bactériennes impliquées dans certaines maladies infectieuses au Burkina Faso", Sciences et Médecine, Rév. Cames - Série A, vol. 01, 66-73, 1999.
- [20] A. Keleş, İ. Koca and H. Gençcelep, "Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms, Food: Processing & Technology, Volume 2, Issue 6:1-6, 2011.
- [21] H. Tapiero, K.D. Tew, N. BA and G. Mathé, "Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies?" Biomedicine and Pharmacotherapy 56 (4) : 200-207, 2002.
- [22] P. Aggarwal, P. Sharma, S. Sharma and J. Aggarwal, "Antioxidant mushroom: review", International Research Journal of Pharmacy, 3(6):65-70, 2012.
- [23] S. Quereshi, A.K. Pandey and S.S. Sandhu, "Evaluation of antibacterial activity of different *Ganoderma lucidum* extracts", J Sci Res., 3: 9-13, 2010.
- [24] L. Barros, T. Cruz, P. Baptista, L.M. Estevinho and ICFR Ferreira, "Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals", FoodChemToxicol 46: 2742–2747, 2008.

- [25] L. Barros, B.A. Venturini, P. Baptista, L.M. Estevinho and ICFR Ferreira, "Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: A comprehensive study", *J.Agric.Food Chem*, 56: 3856-3862, 2008.
- [26] K. Kambu, L. Tona, S. Kaba, K. Cimanga et N. Mukala, "Activité antispasmodique d'extraits à partir de plantes utilisées en préparations comme antidiarrhéiques à Kinshasa, Zaïre", *Ann. Pharmaceutiques françaises*, Ed Masson, Paris, 48(4), pp 200-208, 1990.