



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Evaluation de la composition phytochimique et des propriétés antimicrobiennes de deux plantes aromatiques utilisées dans la production du moût sucré et du *tchapalo*, deux boissons artisanales de Côte d'Ivoire

Dolourou DIARRASSOUBA<sup>1,3\*</sup>, Solange AKA<sup>2</sup>, Karamoko OUATTARA<sup>1</sup>, Issa BAGRE<sup>1</sup>, Nanga Yesse ZINZINDORF<sup>3</sup>, Koffi Marcellin DJE<sup>2</sup> et Yao Guillaume LOUKOU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de pharmacodynamique Biochimie de l'Université Felix Houphouët Boigny de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup> Laboratoire de biotechnologie et microbiologie des aliments, UFR des Sciences et technologies des aliments, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup> Laboratoire national de la santé publique, 18 BP 2403 Abidjan 18, Côte d'Ivoire

\* Auteur correspondant ; E-mail : [dolouroud@gmail.com](mailto:dolouroud@gmail.com) ; Tél : 07047260 / 053343 66

Received: 02-09-2020

Accepted: 27-12-2020

Published: 31-12-2020

### RESUME

La recherche de nouvelles molécules antimicrobiennes à partir de sources naturelles est une opportunité pour conserver les aliments. L'objectif de cette étude est d'évaluer la composition phytochimique et les propriétés antimicrobiennes des feuilles de *Adansonia digitata* (Bombacaceae) et des écorces de *Grewia venusta* (Tilaceae), deux plantes aromatiques utilisées dans la production du moût sucré et du *tchapalo*. Le criblage phytochimiques à partir des extraits aqueux, décoctés et méthanoliques de ces plantes a été réalisé selon les méthodes standards de colorimétries. L'activité antimicrobienne a été également évaluée sur 21 souches en utilisant la méthode de diffusion en puits. Les Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) et Bactéricides ont été déterminées respectivement par les méthodes de macro-dilution en milieu liquide et ensemencement sur milieu gélosé. Les résultats ont montré la présence de tannins, de triterpénoïdes, de cardiotoniques glycosides et de saponines dans ces extraits. Tous les extraits ont été actifs sur *Staphylococcus aureus* ATCC25923 avec des diamètres d'inhibition allant de 10,33±1 à 20,3±1,5 mm. Les extraits méthanoliques ont présenté les CMI les plus faibles (12,5 mg/mL), avec une activité bactéricide et/ou fongicide sur la plupart des souches microbiennes testées. Ces résultats confirment les activités antimicrobiennes des composés phytochimiques de ces plantes qui pourraient jouer le rôle de stabilisant et conservateur du moût sucré et du *tchapalo*.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Bactéricide, fongicides, moût sucré, *tchapalo*, *Adansonia digitata*, *Grewia venusta*.

## Evaluation of the phytochemical composition and antimicrobial properties of two aromatic plants used in the production of sweet wort and *tchapalo*, two artisanal beverages from Côte d'Ivoire

### ABSTRACT

The search for new antimicrobial molecules from natural sources is an opportunity to preserve food. The objective of this study is to evaluate the phytochemical composition and antimicrobial properties of the leaves of *Adansonia digitata* (Bombacaceae) and the bark of *Grewia venusta* (Tilaceae), two aromatic plants used in the production of sweet must and *tchapalo*. Phytochemical screening from the aqueous, decocted and methanolic

extracts of these plants was performed using standard colorimetric methods. Antimicrobial activity was also evaluated on 21 strains using the well diffusion method. Minimum Inhibitory Concentrations (MIC) and Bactericides were determined respectively by the liquid macro-dilution and agar plating methods. Results showed the presence of tannins, triterpenoids, cardiotoxic glycosides and saponins in these extracts. All extracts were active on *Staphylococcus aureus* ATCC25923 with inhibition diameters ranging from 10.33±1 to 20.3±1.5 mm. The methanolic extracts had the lowest MICs (12.5 mg/mL), with bactericidal and/or fungicidal activity on most of the microbial strains tested. These results confirm the antimicrobial activities of the phytochemical compounds of these plants that could play the role of stabilizer and preservative of sweet wort and *tchapalo*.  
© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Bactericide, fungicides, sweet wort, *tchapalo*, *Adansonia digitata*, *Grewia venusta*.

## INTRODUCTION

Omniprésents dans la nature, les microorganismes sont de « petits organismes », des êtres vivants si petits qu'ils sont seulement observables au microscope (Majdi, 2008). Ils sont présents dans l'eau, dans l'air, sur les surfaces, sur la peau et à l'intérieur de l'organisme. Parmi eux, certaines espèces sont utiles à l'homme et d'autres pathogènes et qui sont à l'origine des maladies infectieuses et des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) (Anani et al., 2000). On estime à 800 000 personnes qui meurent de gastroentérites dans le monde chaque année dont les personnes à risques sont les enfants de 0 à 5 ans, les personnes du troisième âge et ceux ayant un système immunitaire affaibli par une maladie (la tuberculose, le VIH/SIDA). La pathogénicité des germes dans ce cas se manifeste soit par une augmentation de la charge ou soit par la production de toxine (Onzo et al., 2015).

Dans le traitement des maladies infectieuses, les prescriptions des antibiotiques sont souvent recommandées. Malheureusement, ces produits chimiothérapeutiques semblent inadaptés ou inappropriés aux microorganismes responsables des infections (Konan et al., 2014 ; Kouadio et al., 2015). De plus, nous assistons à une résistance développée par les germes, une résistance due à une émergence des pathogènes responsables de ces infections (Atefeibu, 2002). Dans d'autres régions du monde tout comme en Côte d'Ivoire, l'épidémiologie des gastroentérites est un souci majeur pour les chercheurs à cause de

l'implication de plusieurs microorganismes. A cela, il faut ajouter les difficultés liées à une absence d'hygiène (Soro et al., 2010). Ainsi, l'espoir apporté par la découverte et l'utilisation des antibiotiques fait place à une désolation déconcertée qui effraie le monde et les industries pharmaceutiques.

Face à cette situation, la recherche de nouvelles molécules de médicaments antibiotiques devient une priorité pour les chercheurs (Zirihi et al., 2003 ; Okou et al., 2018). L'une des stratégies pour cette recherche consiste à explorer l'utilisation des plantes médicinales et aromatiques. En effet, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2002) estime que, pour se soigner, 80% de la population africaine ont recours à la médecine traditionnelle pour laquelle la majeure partie des thérapies implique l'exploitation des principes actifs des plantes médicinales. Ces espèces végétales d'aussi grande importance pour la santé des populations méritent d'être étudiées scientifiquement pour leur meilleure utilisation. Parmi elles se trouvent *Grewia venusta* de la famille de Tilaceae et *Adansonia digitata* de la famille de Bombacaceae. Le genre *Grewia* comprend environ 600 espèces et sous-espèces d'arbres et d'arbustes principalement tropicaux, surtout d'Asie, d'Europe, quelques-unes proviennent d'Afrique. Il est constitué de plantes ornementales et quelquefois des espèces productrices de fruits comestibles (les drupes), en particulier *Grewia subinaequalis* dont le fruit est appelé « Phalsa » (Wilson et al., 2010). Dans la littérature très peu de travaux existent

sur *Grewia venusta* appelé aussi *Grewia flavescens*, *Grewia mollis* dont la toxicité en tant qu'additif alimentaire a été étudiée par Wilson et al. (2010).

Parmi les huit espèces du genre *Adansonia* répertoriées à ce jour, sept sont présentés à Madagascar, dont six espèces sont endémiques de cette île. Les espèces de ce genre sont caractéristiques des régions sèches. Elles ont un grand intérêt pour les populations locales comme source de matières premières (fibres, nourriture, pharmacopée) (Chadare et al., 2009).

La flore de Côte d'Ivoire est riche et variée en diverses espèces végétales, mais elle demeure très peu exploitée et valorisée scientifiquement. La présente étude porte sur deux plantes aromatiques et médicinales, *Grewia venusta* et *Adansonia digitata*, souvent utilisées dans le traitement traditionnel de diverses maladies infectieuses, et également dans la production du moût sucré et du *tchapalo*, deux boissons artisanales.

Elle avait pour objectif d'évaluer les composés phytochimiques, les activités antibactériennes et antifongiques des extraits aqueux et méthanoliques de l'écorce de *G. venusta* et des feuilles de *A. digitata* sur les bactéries impliquées en pathologie humaine, les agents pathogènes d'origine alimentaire et les bactéries d'altération des aliments afin de vérifier l'allégation des utilisations thérapeutiques antibactériennes.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué des écorces de *Grewia venusta* et des feuilles de *Adansonia digitata*, deux plantes aromatiques, utilisées dans la production du moût sucré et du *tchapalo*. Elles ont été authentifiées par le Centre Nationale Floristique (CNF) d'Abidjan, Côte d'Ivoire. L'écorce de *G. venusta* a été récoltée au Nord-ouest : 29° de la Côte d'Ivoire dans le département de Dikodougou de coordonnées GPS : 8°22'41''N ; 5°57'54''W dans le mois de Juillet 2017. Quant aux feuilles

de *A. digitata*, elles ont été récoltées au Nord-ouest : 15° dans le département de Korhogo à Napié de coordonnées GPS : 9°14'40''N ; 5°33'17''W en Juillet 2017.

### Souches indicatrices

Les souches indicatrices étudiées étaient constituées de souches alimentaires, industrielles et de référence de la Collection Américain Type Culture (ATCC). Elles ont été fournies par le Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP) d'Abidjan, Côte d'Ivoire. Ce sont huit bactéries à Gram négatif : *Helicobacter pylori*, *Acinetobacter baumannii* ATCC19606, *Salmonella typhimurium* ATCC13311, *Escherichia coli* ATCC25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC700603, *Proteus mirabilis* ATCC35659, *Yersinia enterocolitica* 6529, *Proteus vulgaris* issu d'une eau de puits ; six bactéries à Gram positif : *Listeria monocytogenes* ATCC15313, *Enterococcus cloacae* ATCC49452, *Bacillus cereus* ATCC10876, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ATCC25923 et *Bacillus subtilis* ATCC6633 et six champignons : *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Saccharomyces cerevisiae* (industriel), *Penicillium* sp, *Aspergillus niger* et *Aspergillus flavus* (alimentaire).

### Préparation des différents extraits de plantes aromatiques

Les écorces et les feuilles une fois au LNSP ont été lavées, séchées à la température du laboratoire ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) pendant environ deux semaines et réduites en poudre à l'aide d'un broyeur IKA Labortechnik de type MFC puis utilisées pour les différentes extractions.

### Extraction

Trois types d'extrait ont été utilisés à savoir les extraits aqueux, les extraits décoctés et les extraits méthanoliques. L'extrait aqueux a été préparé selon la méthode de Zirihi et al. (2003). Pour ce faire, 100 g de poudre de plante ont été macérés dans un litre d'eau distillée par homogénéisation dans un Blender de type

Nasco. L'homogénéat obtenu a été filtré successivement deux fois sur du coton hydrophile puis sur papier filtre Whatman n°3. Le filtrat obtenu a été déshydraté à l'aide d'une étuve de type "Prolabo" à 45°C pendant 72 heures afin d'obtenir l'extrait aqueux (EAQ). Pour l'extrait décocté, 100 g de poudre végétale ont été portés à ébullition pendant 60 minutes dans 2 litres d'eau distillée. Le décocté refroidi a été filtré comme précédemment. Le filtrat obtenu a été séché à l'étuve à 45°C, pendant 72 heures pour donner le décocté d'extraits (ED). Les extraits méthanoliques ont également été préparés en prenant 100 g de poudre de plantes aromatiques dans un litre de solution hydro-alcoolique méthanol (méthanol pur pour analyse HPLC) plus eau distillée (70/30 V/V) par homogénéisation dans le blender pendant 15 mn. L'homogénéat obtenu a été filtré comme précédemment. Le filtrat obtenu a été évaporé à l'aide d'une étuve de type « Prolabo » à 45 °C pour obtenir l'extrait méthanolique 70%. Cet extrait a été délipidé à l'hexane. Une opération qui consiste à laver trois fois l'extrait avec de l'hexane (50 mL pour 10 g de matière sèche de l'extrait). L'extrait obtenu est une poudre de couleur marron notée extrait méthanolique (EM).

#### **Rendement des extractions**

Le rendement est la quantité d'extrait obtenue à partir d'une matière végétale (Dinzedi, 2015). Il a été obtenu selon la formule :  $RE (\%) = (M_0/M_1) \times 100$ , RE= Rendement en pourcentage (%),  $M_1$  = masse de la matière sèche (poudre de plante pesée),  $M_0$  =masse de l'extrait sec obtenu. Les extraits secs sont pesés et mis dans des récipients hermétiquement fermés et conservés à 4 °C jusqu'à utilisation.

#### **Criblage phytochimique**

La recherche des composés phénoliques (les tannins, les polyphénols, des saponines, des flavonoïdes, des stéroïdes, des terpénoïdes, les glycosides cardiotoniques et les quinones libres) bioactifs contenus dans les écorces de *G. venusta* et des feuilles de *A. digitata* a été

faite en employant les méthodes standards de colorimétrie décrites par Edeoga et al., (2005).

#### **Détermination des activités antimicrobiennes des antibiotiques (ATB) de références et des extraits de plantes aromatiques**

Les extraits de plantes, sous forme de poudre, ont été stérilisés à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes ; puis 200 mg d'extrait ont été pesés et repris dans 10 mL de diméthylsulfoxyde (DMSO). L'activité antimicrobienne des extraits a été évaluée en utilisant la méthode de diffusion en puits. Les souches ont été revivifiées et cultivées dans du bouillon Mueller-Hinton pour les bactéries, du bouillon Sabouraud pour les levures et du bouillon Sabouraud complété d'une solution saline stérile pour les souches fongiques. La turbidité a été ensuite ajustée à 0,5 Mc Farland, ce qui correspond à  $2 \times 10^8$  UFC/mL pour les bactéries,  $3 \times 10^6$  UFC/mL pour les levures (NCCLS, 2001) et  $1 \times 10^6$  spores/mL pour les moisissures. Les milieux Mueller-Hinton et Sabouraud gélosés, stériles et refroidis jusqu'à 45 °C ont été distribués (20 mL) dans des boîtes de Pétri stériles. Ces boîtes ont été ensuiteensemencées avec 100 µL de suspension des microorganismes à tester, contenant  $2 \times 10^8$  UFC/mL pour les bactéries,  $3.10^6$  UFC/mL pour les levures et  $1 \times 10^6$  spores/mL pour les souches fongiques. Les boîtesensemencées ont été séchées à 37 °C pendant 1 h à l'étuve. Les puits ont été soigneusement creusés sous la forme d'un disque ( $\emptyset = 6,25$  mm) à l'aide des en portes pièces stériles. Ensuite, 60 µL de chaque extrait ont été répartis dans chaque puits des boîtes de Pétri déjà inoculées avec les microorganismes à tester. Les concentrations de 100 µg de gentamicine et 80 µg de nystatine ont été utilisées comme témoin positif respectivement pour les bactéries et les souches fongiques.

Les boîtes de Pétri ont été conservées à 4 °C pendant 1 h (pour permettre la diffusion des substances actives contenues dans les extraits sans que les microorganismes

n'amorcent leur croissance) et ont été ensuite incubées à 37 °C pour les bactéries et 30 °C pour les champignons pendant 24 à 72 heures. Ensuite, les diamètres des zones d'inhibition (mm) ont été mesurés. Pour les extraits comme les antibiotiques de référence, l'absence de croissance bactérienne exprimant une activité antimicrobienne se traduit par un halo translucide autour du puits, de même couleur que la gélose stérile. Le diamètre (d) a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (exprimé en mm) ; plus la zone d'inhibition est grande, plus le germe est sensible. Trois répétitions ont été effectuées par traitement. La sensibilité des différentes souches vis-à-vis des extraits de plantes aromatiques étudiées a été classée en fonction du diamètre d'inhibition selon les critères suivants : non sensible (-) pour  $d < 8$  mm ; sensible (+) pour  $d$  compris 9-14 mm ; très sensible (++) pour  $d$  compris 15-19 mm et extrêmement sensible (+++) pour  $d > 20$  mm (Souhila et Nafaa, 2007) .

#### **Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB) des extraits de plantes**

Les extraits de plantes stériles ont été dissous dans du DMSO à 1%, puis utilisés pour réaliser une gamme de concentration. Une série de dilution a été préparée en utilisant la méthode de dilution par progression géométrique de raison un-demi avec des concentrations allant de 3,125 mg/mL à 100 mg/mL dans les tubes à essai. Pour chaque gamme de concentration 0,2 mL a été prélevé puis déposé dans un tube précis d'une série de tubes expérimentaux d'une part et d'autre part la série de tubes de références. Dans la première série appelée série test, un tube a servi de témoin de contrôle de croissance (contenant 0,2 mL d'eau distillée stérile). Après 3 à 5 heures d'incubation, 0,2 mL du bouillon inoculé a été prélevé, puis homogénéisé à l'aide d'un agitateur vortex type "VLEP Scientifica" dans 20 mL de bouillon Mueller-Hinton stérile. Ensuite, 1,8 mL de ce dernier bouillon ont été prélevés pour compléter le volume (0,2 mL) des tubes de la série test à 2

mL. A la série de référence préparée, les tubes expérimentaux contenaient chacun, 0,2 mL de chaque concentration d'extrait végétal préalablement préparée et le tube témoin 0,2 mL d'eau distillée stérile. A l'ensemble des tubes de la série de référence, 1,8 mL de bouillon stérile ont été ajoutés. L'ensemble des tubes expérimentaux de la série test et les tubes expérimentaux de la série de référence a été homogénéisé à l'aide d'un agitateur vortex type "VLEP Scientifica" puis incubé à 37 °C et 30 °C pendant 24 h (Okou et al., 2018).

La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) a été déterminée par la méthode de macro-dilution en milieu liquide avec appréciation visuelle de la croissance des microorganismes. La CMB a été déterminée conjointement à la détermination de la CMI par ensemencement des tubes en partant de la CMI vers les concentrations élevées (Onzo et al., 2015).

#### **Détermination des concentrations minimales fongicide (CMF) et minimales fongistatiques (CFS) des extraits de plantes**

Pour les champignons filamenteux, les CMF et CFS ont été déterminées par la méthode de dilution en milieu gélosé (NCCLS, 2001 ; Merghache et al., 2012). Les extraits étudiés ont été dissous dans du DMSO à 1%, puis dilués dans une gamme de concentration comme précédemment. Après avoir repéré les tubes dans lesquels aucune croissance n'est constatée, de nouveaux tubes ont été identifiés. Dans chaque tube, il a été introduit 900 µL de bouillon Sabouraud stérile puis 100 µL de chaque extrait ayant présenté une inhibition totale. La même opération a été reprise avec les tubes témoins. Les subcultures ont été observées chaque jour. Après 5-7 jours d'incubation, les subcultures dans lesquelles il n'y avait aucune reprise de croissance ont constitué les concentrations minimales fongicides (CMF). Par contre, les concentrations d'extraits pour lesquelles il y avait une croissance fongique ont constitué les concentrations fongistatiques (CFS) (Moulari, 2005).

### Traitements statistiques

Les données ont été analysées avec le logiciel Statistica (99<sup>ème</sup> édition) en utilisant l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur suivi du test de Tukey pour la comparaison des activités des extraits de plantes aromatiques entre eux d'une part et avec les antibiotiques Gentamicine et Nystatine. Les différences statistiques avec une valeur de probabilité ( $P < 0,05$ ) ont été considérées comme significatives.

## RESULTATS

### Rendement des extractions

Les résultats des trois types d'extraction à partir des écorces de *G. venusta* et des feuilles de *A. digitata* sont représentés dans le Tableau 1. Le rendement le plus élevé a été obtenu avec l'extrait décocté de *A. digitata* (EDB, R = 23,94%), suivi des extraits aqueux des feuilles de *A. digitata* (EAqB, R = 12,97%) et des écorces de *G. venusta* (EAqGv, R = 6,83%). Les plus faibles rendements ont été obtenus respectivement avec l'extrait décocté de *G. venusta* (EDGv, R = 3,93%), suivi des extraits méthanoliques des feuilles de *A. digitata* (EMB, R = 3,8%) et des écorces de *G. venusta* (EMGv, R = 3,09%).

### Composés phytochimiques

L'analyse phytochimique a indiqué la présence des polyphénols, des tannins, des flavonoïdes, des stéroïdes terpénoïdes, des glycosides cardiaques et des saponines dans les extraits des écorces de *G. venusta* et des feuilles de *A. digitata* des échantillons de plantes analysés (Tableau 2). Les composés sont plus abondants dans les extraits méthanoliques que dans les extraits aqueux et décoctés. Les anthocyanes, les saponosides et les coumarines sont faiblement présents dans les échantillons des feuilles que dans les écorces saupoudrées des plantes aromatiques étudiées.

### Spectre d'inhibition des souches microbiennes vis-à-vis des extraits de *G. venusta*, de *A. digitata* et des antibiotiques

La gentamicine a été retenue comme contrôle positif des bactéries Gram (+) et Gram (-) et la nystatine pour les souches fongiques au

cours des travaux. Le Tableau 3 montre la variation de l'inhibition des extraits de *G. venusta*, de *A. digitata* et des antibiotiques vis à vis des souches bactériennes. Les diamètres des zones d'inhibition des extraits actifs variaient d'une souche à une autre et selon les plantes aromatiques étudiées et également d'un solvant à un autre. Les extraits méthanoliques étaient les plus actifs pour les deux plantes aromatiques étudiées et d'effets sensiblement égaux à ceux des antibiotiques utilisés. Les extraits de *G. venusta* ont enregistré les diamètres des zones d'inhibition les plus actifs compris entre  $14,00 \pm 2,65$  mm et  $22,00 \pm 2,00$  mm. Ainsi, *L. monocytogenes* ( $22,00 \pm 2,00$  mm), *E. cloacae* ( $19,67 \pm 2,08$  mm), *B. subtilis* ATCC 6633 ( $19,00 \pm 2,00$  mm), *S. sonnei* ( $18,00 \pm 2,00$  mm), *P. aeruginosa* ATCC27853 ( $16,00 \pm 2,00$  mm), *E. coli* ATCC25922 ( $16,00 \pm 1,73$  mm), *K. pneumoniae* ATCC13883 ( $16,00 \pm 1,73$  mm) ont été très sensibles à l'extrait méthanolique de *G. venusta*. De plus, les souches sensibles à l'extrait méthanolique étaient *B. cereus* ATCC ( $14,00 \pm 1,00$  mm), *S. typhimimum* ATCC14028 ( $14,00 \pm 2,65$  mm), *P. vulgaris* ( $13,00 \pm 1,00$  mm), *Y. enterocolitica* ATCC6529 ( $12,67 \pm 1,15$  mm), *H. pylori* ( $12,00 \pm 2,00$  mm), *S. aureus* ATCC 25923 ( $11,67 \pm 3,06$  mm), *P. mirabilis* ATCC13409 ( $10,00 \pm 3,00$  mm) et *A. baumannii* ( $09,66 \pm 0,58$  mm). Pour les extraits aqueux et décoctés de *G. venusta*, seule *S. aureus* ATCC25923 était très sensible à l'EAqGv ( $18,00 \pm 2,00$  mm) et sensible à l'EDGv ( $10,33 \pm 1,04$  mm).

Quant à *A. digitata*, les diamètres des zones d'inhibition étaient aussi élevés avec l'extrait méthanolique. Cet extrait méthanolique était très actif sur *P. mirabilis* ATCC13409 ( $19,67 \pm 2,02$  mm), *K. pneumoniae* ATCC13883 ( $19,00 \pm 1,00$  mm), *S. aureus* ATCC25923 ( $18,67 \pm 2,52$  mm), *L. monocytogenes* ( $17,67 \pm 0,58$  mm), *E. coli* ATCC25922 ( $17,00 \pm 0,50$  mm), *S. sonnei* ( $16,33 \pm 2,89$  mm) et *H. pylori* ( $15,00 \pm 2,65$  mm). Il avait une activité antimicrobienne faible avec des zones d'inhibition allant de 10 à 12 mm sur les autres souches. Aussi, pour les extraits aqueux et décoctés de *A. digitata*, seule la souche *S. aureus* ATCC25923 était très

sensible avec des diamètres d'inhibition de  $19,00 \pm 1,00$  mm et  $20,33 \pm 1,53$  mm respectivement. *Bacillus subtilis* ATCC6633 était également sensible aux deux extraits aqueux et décoctés de *A. digitata* avec des diamètres d'inhibition respectifs de  $11,00 \pm 0,10$  mm et  $10,00 \pm 0,50$  mm. *Escherichia coli* ATCC25922 était seulement sensible à l'extrait aqueux de *A. digitata* avec  $10,00 \pm 1,00$  mm de diamètre d'inhibition. Toutes les autres souches sont résistantes aux deux extraits aqueux et décocté (EAqB et EDB).

Au niveau des champignons, la variation des diamètres des zones d'inhibition est très significative d'une souche à une autre, d'une plante à une autre et d'un extrait à un autre ( $p < 0,05$ ) (Tableau 4). Les extraits méthanoliques ont inhibé seulement les souches fongiques non filamenteuses à des diamètres variables de  $11,00 \pm 1,00$  mm à  $20,00 \pm 2,65$  mm. L'inhibition la plus importante est obtenue avec l'extrait EMB sur *S. cerevisiae* ( $18,00 \pm 1,00$  mm) et *C. albicans* ( $20,00 \pm 2,65$  mm). Elle est moyennement importante sur *C. glabrata* ( $12,00 \pm 1,00$  mm). De même que l'effet d'inhibition de l'extrait EMGv est moyennement important sur les mêmes souches, mais de diamètres différents :

*C. glabrata* ( $11,00 \pm 1,00$  mm) ; *S. cerevisiae* ( $12,00 \pm 1,00$  mm) ; *C. albicans* ( $11,40 \pm 1,51$  mm).

#### Paramètres antimicrobiens des extraits des plantes aromatiques

Le Tableau 5 présente les concentrations minimales inhibitrices, bactéricides, fongicides, bactériostatiques et fongistatiques des différents extraits actifs des deux plantes aromatiques sur les souches microbiennes testées. Les résultats des CMI variaient entre 12,5 mg/mL et 25 mg/mL pour tous les extraits actifs. Quant aux CMB, elles variaient entre 12,5 mg/mL et 50 mg/mL. Les rapports CMB/CMI et CFS/CMF des extraits des deux plantes étudiées variaient entre 1 et 4. Ainsi tous les extraits ont eu un effet bactéricide sur *S. aureus*. Tous les extraits méthanoliques ont eu un effet fongicide sur *C. glabrata*, *C. albicans* et *S. cerevisiae*. Ils ont également eu un effet bactéricide sur la plupart des bactéries testées à l'exception de *A. baumannii* pour les deux extraits méthanoliques, *B. cereus* et *B. subtilis* ATCC pour l'extrait EMB et *P. mirabilis* ATCC13409 pour l'extrait EMGv.

**Tableau 1 :** Caractéristiques et rendements des extraits de *G. venusta* et de *A. digitata*.

Nom scientifiques	Partie de la plante	Type d'extrait organique	Aspect des extraits	Couleur des extraits	Rendement (%)
<i>A. digitata</i>	Feuilles	EAqB	Poudre	Noir	12,97
		EDB	Poudre	Noir	23,94
		EMB	Visqueux	Verdâtre	3,8
<i>G. venusta</i>	Ecorces	EAqGV	Poudre	Marron	6,63
		EDGV	Poudre	Noir	3,93
		EMGV	Visqueux	Vert	3,09

EAqB : Extrait aqueux *A. digitata*

EDB : Extrait décocté *A. digitata*

EMB : Extrait méthanolique *A. digitata*

EAqGV : Extrait aqueux *G. venusta*

EDGV : Extrait décocté *G. venusta*

EMGV : Extrait méthanolique *G. venusta*

**Tableau 2 :** Criblage phytochimique des extraits de plantes aromatiques.

Composés phénoliques	Extraits de plantes aromatiques					
	EAqB	EDB	EMB	EAqGv	EDGv	EMGv
Polyphénols	+++	++	+++	++	+	++
Tanins	+++	++	+++	+++	+	+++
Flavonoïdes	+++	++	+++	++	++	++
Alcaloïdes	+	+	+	+	++	++
Anthocyane	-	-	+++	-	-	-
Stérols	+	-	++	++	++	-
Triterpènes	-	-	++	+	+	+
Terpénoïdes	+	-	+	+	-	++
Quinones libres	-	-	++	+++	+	++
Saponosides	-	-	+++	-	-	+
Quinones	-	-	+	+	-	++
Glycosides cardiotoniques	++	+	+++	+	-	++
Quinones libres	+	+	+++	-	+	++
Anthraquinones	-	+	++	+	+	++
Coumarines	-	-	+	-	-	-

- : Absence ; +: présence en faible quantité ; ++: présence en quantité moyenne ; +++: Présence en forte quantité.

**Tableau 3 :** Diamètres d'inhibition des différents types d'extraits des deux plantes aromatiques sur les souches bactériennes.

Types Souches bactériennes	Noms scientifiques et parties utilisées							Antibiotique
	d'extraits	<i>Adansonia digitata</i> (feuilles)			<i>Grewia venusta</i> (Ecorce)			Gentamicine
		EAqB	EDB	EMB	EAqGv	EDGv	EMGv	(GEN) 50 µg/mL
<i>Ac. baumannii</i>	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>10,67 ± 2,08<sup>cd</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>9,66 ± 0,58<sup>e</sup></b>	21,67 ± 1,15 <sup>de</sup>	
<i>B. cereus</i> ATCC	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>07,67 ± 1,53<sup>d</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>14,0 ± 1,0<sup>bcd</sup></b>	17,00 ± 1,73 <sup>f</sup>	
<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	<b>11,0 ± 0,10<sup>b</sup></b>	<b>10,00 ± 0,5<sup>b</sup></b>	<b>10,67 ± 1,61<sup>cd</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>19,00 ± 2,00<sup>ab</sup></b>	22,00 ± 1,00 <sup>cde</sup>	
<i>E. Cloacae</i>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>11,0 ± 1,0<sup>cd</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>19,67 ± 2,08<sup>ab</sup></b>	29,00 ± 2,00 <sup>a</sup>	
<i>E. coli</i> 25922	<b>10,0 ± 1,0<sup>b</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>17,0 ± 0,5<sup>ab</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>16,0 ± 1,73<sup>bcd</sup></b>	21,67 ± 0,58 <sup>de</sup>	
<i>H. pylori</i>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>15,0 ± 2,65<sup>abc</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>12,0 ± 2,0<sup>de</sup></b>	23,67 ± 1,53 <sup>bcd</sup>	
<i>K. pneumoniae</i> 13883	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>19,0 ± 1,0<sup>a</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	4,0 ± 1,0 <sup>b</sup>	<b>16,0 ± 1,73<sup>bcd</sup></b>	28,33 ± 1,52 <sup>a</sup>	
<i>L. monocytogenes</i>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>17,67 ± 0,58<sup>ab</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>22,0 ± 2,0<sup>a</sup></b>	20,00 ± 1,73 <sup>def</sup>	
<i>P. mirabilis</i> 13409	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>19,67 ± 2,02<sup>a</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>10,0 ± 3,0<sup>e</sup></b>	21,00 ± 1,73 <sup>def</sup>	
<i>P. vulgaricus</i>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>12,67 ± 2,08<sup>bcd</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>13,0 ± 1,0<sup>cde</sup></b>	20,33 ± 0,58 <sup>def</sup>	
<i>P. aeruginosa</i> 27853	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>14,33 ± 1,53<sup>abc</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>16,0 ± 2,0<sup>bcd</sup></b>	26,00 ± 1,00 <sup>ab</sup>	
<i>S. typhimimum</i> 14028	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>11,00 ± 1,73<sup>cd</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>14,0 ± 2,65<sup>bcd</sup></b>	18,67 ± 1,53 <sup>ef</sup>	
<i>S. sonnei</i>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>16,33 ± 2,89<sup>abc</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>18,0 ± 2,0<sup>abc</sup></b>	20,67 ± 1,15 <sup>def</sup>	
<i>S. aureus</i> 25923	<b>19,0 ± 1,0<sup>a</sup></b>	<b>20,3 ± 1,5<sup>a</sup></b>	<b>18,67 ± 2,52<sup>a</sup></b>	<b>18,0 ± 2,0<sup>a</sup></b>	<b>10,33 ± 1,04<sup>a</sup></b>	<b>11,67 ± 3,06<sup>de</sup></b>	22,33 ± 1,53 <sup>cde</sup>	
<i>Y. enterocolitica</i> 6529	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>12,67 ± 2,52<sup>bcd</sup></b>	0,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<b>12,67 ± 1,15<sup>de</sup></b>	26,67 ± 0,58 <sup>ab</sup>	

a, b, c, d et e sont des lettres portées en indice des moyennes pour le test de comparaison. Elles sont issues du test statistique appliqué. Ainsi, dans chaque colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas de différences significatives au seuil 5%. Une concentration de (100 mg/mL) de chaque extrait a été utilisée.

**Tableau 4 :** Diamètres d'inhibition des différents types d'extraits des deux plantes aromatiques sur les souches fongiques.

Types d'extraits	<i>A. digitata</i> (feuilles)			<i>G. venusta</i> (Ecorce)			Antibiotique
	EAqB	EDB	EMB	EAqGv	EDGv	EMGv	Nystatine (50µg/mL)
<b>Souches fongiques</b>							
<i>C. glabrata</i>	0,0±0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	12,0 ± 1,0 <sup>b</sup>	03,67 ± 0,58 <sup>b</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	11,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	37,56 ± 0,10 <sup>a</sup>
<i>S. cerevisiae</i>	0,0±0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	18,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	05,0 ± 1,0 <sup>ab</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	12,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	30,70 ± 0,35 <sup>b</sup>
<i>Penicillium sp</i>	00,0±0,0 <sup>a</sup>	00,0± 0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	00,00 ± 0,0 <sup>c</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	29,99 ± 0,28 <sup>c</sup>
<i>C. albicans</i>	00,0±0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	20,0 ± 2,65 <sup>a</sup>	06,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	11,4 ± 1,51 <sup>a</sup>	28,56 ± 0,24 <sup>d</sup>
<i>A. niger</i>	00,0±0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	18,56 ± 0,18 <sup>e</sup>
<i>A. flavus</i>	00,0±0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	00,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	17,41 ± 0,23 <sup>f</sup>

**a, b, c, d et e** sont des lettres portées en indice des moyennes pour le test de comparaison. Elles sont issues du test statistique appliqué. Ainsi, dans chaque colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas de différences significatives au seuil 5%. Ainsi, dans chaque colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas de différences significatives au seuil 5%. Une concentration de (100 mg/mL) de chaque extrait a été utilisée.

**Tableau 5 :** Concentrations minimales d'inhibitrices, fongicides, bactéricides et bactériostatiques des différents extraits actifs des deux plantes aromatiques sur les souches bactériennes et fongiques testées.

Types d'extraits	EAqB			EMB			EAqGv			EMGv		
	CMI	CMB	CMB/ CMI	CMI	CMB	CMB/ CMI	CMI	CMB	CMB/ CMI	CMI	CMB	CMB/ CMI
<i>Ac. Baumannii</i>	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/
<i>B. cereus ATCC</i>	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>
<i>B. subtilis ATCC</i>	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>1</b>
<i>E. Cloacae</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>1</b>
<i>E. coli ATCC25922</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>
<i>H. pylori</i>	≥100	≥100	/	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
<i>K. pneumoniae ATCC13883</i>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>
<i>L. monocytogenes</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>
<i>P. mirabilis ATCC13409</i>	≥100	≥100	/	<b>13</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	≥100	≥100	/	≥100	≥100	/
<i>P. Vulgariccus</i>	≥100	≥100	/	<b>13</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
<i>P. aeruginosa ATCC27853</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
<i>S. typhimimum 14028</i>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>
<i>Shigella sonnei</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>2</b>
<i>S. aureus 25923</i>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>
<i>Y. enterocolitica ATCC 6529</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>50</b>	<b>4</b>
<b>Souches fongiques</b>												
<i>S. cerevisiae</i>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>1</b>	≥100	≥100	/	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>1</b>
<i>C. albicans</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
<i>C. glabrata</i>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	≥100	≥100	/	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>2</b>

Toutes les concentrations CMI, CMB, CMF et CFS sont (mg/mL). Interprétations : les substances testées sont dites bactéricide ou fongique, si CMB/CMI ≤ 2 et si CMB/CMI > 2, elles sont dites bactériostatique ou fongistatique (Fauchere et al., 2002.).

## DISCUSSION

L'extraction des feuilles de *A. digitata* et des écorces de *G. venusta* a été effectuée avec de l'eau distillée stérile (aqueux) et de l'eau bouillie (décocté) dans l'optique de faire allusion à l'exploitation réelle des plantes aromatiques dans la production du moût sucré et du *tchapalo*. Les rendements des extraits des plantes aromatiques *A. digitata* sont plus élevés que ceux de l'extrait de *G. venusta* quel que soit le solvant utilisé pour l'extraction. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les différents extraits (aqueux, décocté et méthanolique), se sont de plus en plus débarrassés de macromolécules et non solubles dans les solvants utilisés qui ne retiennent que les molécules bioactives solubles dans ces solvants. La séparation des macromolécules contenues dans la matière végétale des deux plantes est plus importante au niveau de *G. venusta* que celle de *A. digitata* qui s'expliquerait par la présence des nombreuses fibres contenues dans cette dernière (Wilson et al., 2010). En effet, la capacité d'extraction des composés bioactives des plantes est fortement liée à l'affinité du solvant d'une part, à la composition de la plante (les phyto-molécules) d'autre part selon Dah-Nouvlessounon et al. (2015) et à la méthode d'extraction (Ajila et al., 2011). Le méthanol a été utilisé pour sa meilleure capacité à extraire les composés phytochimiques ayant des propriétés antimicrobiennes. Selon Mahmoudi et al. (2013) le méthanol et l'eau sont les meilleurs solvants pour l'extraction des polyphénols bioactifs des végétaux.

Le criblage des extraits de feuilles de *A. digitata* a montré la présence de polyphénols, des flavonoïdes et des tanins condensés très abondants dans les extraits méthanoliques que les extraits aqueux et décoctés. Quant aux saponines, les triterpénoïdes et les alcaloïdes, ils ont une présence variable d'un extrait à un autre. Des travaux réalisés par Roberto et al.

(2004) sur les écorces de tige et de racines de *A. digitata* ont confirmé la présence de terpénoïdes, de tanins et de saponines. Il en est de même pour le criblage phytochimique de *G. venusta* et c'est la première étude phytochimique sur les écorces de cette plante. Les travaux de Lim et al. (2006), Khanna et Kannabiran (2008) ont montré la responsabilité de ces composés à induire les activités antimicrobiennes. La composition phytochimique des feuilles de *A. digitata* et des écorces de *G. venusta* est sensiblement la même quel que soit le type de solvant utilisé.

Les résultats des tests d'inhibition réalisés à partir des différents extraits ont montré que les extraits aqueux et décoctés n'ont pas d'activités antimicrobiennes sur la plupart des souches testées. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les extraits aqueux et décoctés ne contiennent pas les types de tanins et triterpénoïdes responsables des activités antimicrobiennes (Ogundare et al., 2006).

L'extrait aqueux de *A. digitata* a inhibé *B. subtilis* ATCC 6633 et *S. aureus* ATCC 25923. De même, l'extrait décocté de cette espèce a seulement inhibé *S. aureus* ATCC 25923. Les souches sensibles à ces deux extraits sont des bactéries à Gram positif. Mais, la majorité des bactéries à Gram négatif est résistante à ces deux extraits. La sensibilité de *B. subtilis* ATCC et *S. aureus* ATCC pourrait être due non seulement aux changements environnementaux externes, tels que la présence des extraits naturels. Cependant la résistance des bactéries à Gram négatif pourrait être attribuée à la nature de leur enveloppe cellulaire. En effet, ces bactéries possèdent une résistance intrinsèque aux agents biocides qui est en relation avec la nature de leurs membranes externes composées de lipopolysaccharides qui forment une barrière imperméable aux composés hydrophobes. En présence d'agents perméabilisants de la membrane externe, des inactives contre ces

bactéries deviennent actives (Yakhlef et al., 2010).

La majorité des souches testées est sensible aux extraits méthanoliques des deux plantes aromatiques étudiées comparativement aux antibiotiques, Gentamicine et Nystatine utilisées comme antibiotiques de référence respectivement pour la sensibilité des bactéries et des souches fongiques. Les extraits méthanoliques de *G. venusta* sont plus actifs que ceux de *A. digitata* qui sont moins actifs que les antibiotiques de référence. Cela pourrait s'expliquer par la capacité d'extraction des principes actifs du solvant et de la disponibilité de ces composés au niveau de la matière végétale. Les résultats de l'analyse phytochimique ont indiqué la présence des tannins, des triterpénoïdes et des saponines dans les écorces de *Grewia venusta* et les feuilles de *A. digitata*, selon Lim et al. (2006) et Khanna et Kannabiran (2008) responsables des activités antifongiques, et antibactérienne.

Les résultats de notre analyse justifient certains usages ethnopharmacologiques (diarrhées, désinfection et traitement des plaies). Ils démontrent également que ces plantes peuvent être utilisées pour soigner les maladies infectieuses. Dans la mesure où, les extraits aqueux et décocté représentent les formes sous lesquelles les thérapeutes et les productrices de moût sucré et de *tchapalo* utilisent traditionnellement les deux plantes qui inhibent *E. coli*, *B. subtilis* et *S. aureus* pour soigner ou pour obtenir leur produit. Ils peuvent donc servir de moyens de sécurité sanitaire dans la production du moût sucré et du *tchapalo* en Côte d'Ivoire.

L'effet fongicide et fongistatique des extraits méthanoliques de *G. venusta* et de *A. digitata* sur *S. cerevisiae*, *C. albicans* et *C. glabrata* respectivement pourraient être dus à l'inhibition des spores ou aux mycéliums par les extraits comme le démontre l'étude réalisée

par Lagnika et al. (2012). Ces auteurs ont trouvé que le pourcentage d'inhibition de sporulation était 70% tandis que l'inhibition mycélienne était moins de 40% et la CMI avoisinait 0,039 à 2,5 mg/mL. Cependant, les extraits aqueux et décoctés se sont révélés inefficaces contre l'ensemble des souches fongiques testées, de même que l'extrait EMB et EMGv sur *A. niger*, *A. flavus* et *Penicillium* sp. Nos résultats sont différents de ceux obtenus par Samatha et al. (2018) qui ont observé des diamètres de zone d'inhibition de 15,92 à 18,25 mm pour l'extrait méthanolique de feuilles de *A. digitata* vis-à-vis d'*Aspergillus* et *Penicillium* sp. respectivement. Ce qui démontre que l'activité antifongique dépend de la méthode d'extraction des extraits, comparativement aux résultats obtenus par l'extraction au Soxhlet de l'équipe de Samatha et al. (2018). Les extraits méthanoliques des deux végétaux produisent les diamètres d'inhibition les plus importants et leurs valeurs se démarquent significativement ( $p < 0,05$ ) de celles des autres extraits aqueux et décoctés étudiés. En effet, EMGv produit les plus grands diamètres d'inhibition ( $p < 0,05$ ) que l'extrait EMB qui sont tous sensiblement égaux aux antibiotiques de référence utilisés.

## Conclusion

Ce travail a permis de mettre en évidence les propriétés antibactériennes des extraits des organes de deux plantes aromatiques et médicinales étudiées. Les résultats obtenus ont révélé la présence des principes actifs antibactériens dans chacune des plantes. Certains extraits présentent des effets bactéricides. Les résultats ont démontré que ces plantes peuvent être utilisées pour soigner les maladies infectieuses. Ils peuvent également servir de moyens de sécurité sanitaire dans la production du moût sucré et du *tchapalo* en Côte d'Ivoire. Il serait par conséquent intéressant d'entreprendre des

études approfondies sur les composés phytochimiques des extraits méthanoliques de ces plantes et d'envisager la mise au point d'un complément alimentaire pouvant stabiliser et conserver le moût sucré et le *tchapalo*.

### CONFLITS D'INTERETS

Tous les auteurs n'ont déclaré aucuns conflits d'intérêts.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

DD est l'investigateur principal et a participé à la planification et à la réalisation de l'étude. Il a effectué la saisie et l'analyse des données. ASG, BB, OK, DKM et NVZ ont participé à la planification de l'étude et ont contribué au processus de rédaction. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

### REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques utilisées dans la production du moût sucré et du *tchapalo* en Côte d'Ivoire. Nous tenons à remercier le Dr Tra Bi du Centre Nationale Floristiques (CNF) d'Abidjan, les productrices de *tchapalo*, et le responsable du service de Laboratoire de Microbiologie Alimentaire, Médical et Pharmaceutique (LMAMP) du Laboratoire Nationale de Santé Publique (LNSP) d'Abidjan de Côte d'Ivoire.

### REFERENCES

Ajila CM, Brar SK, Verma M. 2011. Extraction and analysis of polyphenols: Recent trends. *Crit. Rev. Biotechnol.*, **31**(3): 227-249.  
DOI: 10.3109/07388551.2010.513677  
Anani K, Hudson JB, de Souza LC, Akpagana K, Towe GHN, Amason JT, Gbeassor M. 2000. Investigation of medicinal plants of Togo for antiviral and antimicrobial activities. *Phar Biol.*, **38**(1): 40-45.

DOI: 10.1076/1388-0209(200001)3811-BFT040

- Atefeibu ESI. 2002. Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne de *Acacia nilotica* var *adansonii*. Thèse de pharmacie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, p.37.
- Chadare F, Linnemann A, Hounhouigan J, Nout M, Van Boekel M. 2009. Baobab food products: a review on their composition and nutritional value. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, **49**(3): 254-274.  
DOI: 10.1080/10408390701856330
- Dah-Nouvlessounon D, Adoukonou-Sagbadja H, Diarrassouba N, Sina H, Adjonohoun A, Inoussa M, Akakpo D, Gbenou JD, Kotchoni SO, Dicko MH, Baba-Moussa L. 2015. Phytochemical analysis and biological activities of *Cola nitida* bark. *Biochem. Res. Int.*, 2015(111): 1-12  
DOI: 10.1155/2015/493879
- Dinzedi MR. 2015. Activités antibactériennes des extraits de *Terminalia catappa* et *Thonningia sanguinea* sur *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* multirésistantes d'origine humaine. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, p.133.
- Edeoga HO, Okwu DE, Mbaebie BO. 2005. Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**(7): 685-688.  
DOI: 10.5897/AJB2005.000-3127
- Fauchere LL, Avril JL. 2002. Bactériologie Générale et Médicale. Editions Ellipses : Paris.
- Khanna VG, Kannabiran K. 2008. Antimicrobial activity of saponin fractions of leaves of *Gymnema sylvestre* and *Eclipta prostrate*. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **24**(11): 2737-2740. DOI: 10.1007/s11274-008-9758-7

- Kouadio NJ, Guessennnd NK, Kone MW, Moussa B, Koffi YM, Guede KB, Yao K, Bakayoko A, Tra Bi HF, Dosso M. 2015. Evaluation de l'activité des feuilles de *Mallotus oppositifolius* (Geisel.) Müll.-Arg (Euphorbiaceae) sur des bactéries multirésistantes et criblage phytochimique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3): 1252-1262. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.10>
- Konan KF, Guessennnd KN, Oussou KR, Bahi C, Coulibaly A, Djaman AJ, Dosso M. 2014. Effet antibactérien de l'extrait aqueux de l'écorce de *Terminalia glaucescens* Planch ex Benth (Combretaceae) sur la croissance in vitro des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi (EBLSE). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(3): 1192-1201. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.30>
- Lagnika L, Amoussa M, Adjovi Y, Sanni A. 2012. Antifungal, antibacterial and antioxidant properties of *Adansonia digitata* and *Vitex doniana* from Bénin pharmacopeia. *J. Phar. Phytoth.* **4**(4): 44-52. DOI:10.5897/JPP12.006.
- Lim SH, Darah I, Jain K. 2006. Antimicrobial activities of tannins extracted from *Rhizophora apiculata* barks. *J. Trop. For. Sci.*, **18**(1): 59-65. <https://www.jstor.org/stable/43594647>
- Mahmoudi S, Khali M, Mahmoudi N. 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.) *Nat. Technol.*, **5** : 35-40.
- Merghache D, Boucherit-Atmani Z, Boucherit K. 2012. Évaluation de l'activité antifongique de différents extraits de la cannelle de Chine (*Cinnamomum cassia*). *Phytothérapie*, **10**: 215-221. DOI 10.1007/s10298-012-0718-x
- Moulari B. 2005. Propriétés antimicrobiennes *in vitro* d'extraits de deux plantes Africaines- Rôle de l'astilbine-potentialisation du pouvoir antibactérien par nanoencapsulation. Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comité, France, p. 204.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) 2001. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: eleventh informational supplement, M 100- S11, Wayne, PA, USA.
- Ogundare AO, Adetuyi FC, Akinyosoye FA. 2006. Antimicrobial activity of *Vernonia tenoreana*. *Afr. J. Biotech.* **5**(18): 1663-1668. <https://doi.org/10.5897/AJB.347D0736747485>
- Okou OC, Yapo SES, Kporou KE, Baibo GL, Monthaut S, Djaman AJ. 2018. Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de feuilles de *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae) sur la croissance *in vitro* de 3 souches d'entérobactéries 12287. *J. Appl. Biosc.*, **122**: 12287-12295. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v122i1.8>
- OMS. 2002. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2002 (WHO/EDM/TRM/2002.1).
- Onzo CF, Azokpota P, Dah-Nouvlessounon D, Toure H, Adjatin A, Baba-Moussa L. 2015. Évaluation de l'activité antimicrobienne de quatre feuilles utilisées comme emballages dans l'artisanat agroalimentaire au Bénin. *J. Appl. Biosci.*, **95** : 9015-9027. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v95i1.11>.
- Roberto C, Gilda E, Filogonio M, Luis MP, Sergio RP. 2004. Bioactive Terpenoids from Roots and Leaves of *Jatropha*

- gaumeri. *Rev. Soc. Qu\_m. Méx.*, **48**: 11-14.
- Samatha T, Shyamsundarachary R, Chandrakala G, RamaSwamy N. 2018. Antifungal activity of methanolic extracts of *Adansonia digitata* L. a globally endangered tree species. *Cur. Trends Technol. Sci.*, **7**(2) : 840-843.
- Soro D, Koné MW, Kamanzi K. 2010. Evaluation des activités antimicrobiennes et anti-radicales libres de quelques taxons bioactifs de Côte D'Ivoire. *European J. Sci. Res.*, **40**(2): 307-317.
- Souhila B, Nafaa B. 2007. Détermination « in vitro » du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. <http://www.memoireonline.com/10/11/4897/>.
- Wilson O, Julius L, Godwin, Joseph Z, Fate, Mike A. Madusolumuo. 2010. Toxic Effects of *Grewia mollis* Stem Bark in Experimental Rats. Toxic Effects of *Grewia mollis* Stem Bark in Experimental Rats. *J. American. Sci.*, **6**(12): 1544-1548. <http://www.americanscience.org>
- Yakhlef G. 2010. Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. Thèse, Université El Hadj Lakhdar –Batna, Algérie p.110.
- Zirih GN, Kra AKM, Guédé-Guina F. 2003. Évaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* (Lamarck) O. Kantze (Asteracées) « PYMI » sur la croissance *in vitro* de *Candida albicans*, *Revue Méd. Pharm. Afr.*, **17**(3): 11-18.