

Évaluation des activités biologiques de *Psiadia altissima*, plante endémique de Madagascar

Norohariliva Holiniaina RAKOTOMALALA¹, André RAZAFIMANDEFITRA¹, Mamy Julien RANDRIANIRINA², Jocelyne RASOLOND RAMANITRA^{1*} et Adolphe RANDRIANTSOA²

¹Laboratoire de Chimie Organique, Département de Génie Chimique de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA), BP 1500, Antananarivo 101, Madagascar

²Laboratoire de Pharmacologie Expérimentale, Fondation Albert et Suzanne RAKOTO RATSIMAMANGA / Institut Malgache de Recherches Appliquées (IMRA), BP 3833, Antananarivo 101, Madagascar

* Correspondance, courriel : j.rasolondramanitra@moov.mg

Résumé

L'étude pharmacologique de différents extraits de la plante *Psiadia altissima* Benth et Hook (Asteraceae) a permis de mettre en exergue des potentialités thérapeutiques de la plante liées à son utilisation dans la médecine populaire. Tous les organes de la plante ont fourni une huile essentielle qui inhibe fortement la croissance du germe pathogène *Staphylococcus aureus*. Les huiles de feuilles et de fleurs ont un large spectre d'action, et montrent en particulier une activité antifongique remarquable sur *Candida albicans*. Les huiles essentielles de feuilles, fleurs et tiges exercent un effet broncho relaxant de façon concentration dépendante lors de tests *in vitro*. La fraction oxygénée de l'huile essentielle de feuilles est la plus active avec une CE₅₀ de 45,83 µg / mL. L'extrait brut de feuilles a une activité moindre (EC₅₀ = 1560 µg / mL), et l'extrait brut de racines est inactif (EC₅ > 3000 µg / mL). Ces résultats sur les propriétés biologiques de *Psiadia altissima* constituent une étape dans la validation de son usage traditionnel, et ouvrent la perspective pour une exploitation de cette plante endémique et abondante comme source d'extraits végétaux anti infectieux et antiasthmatiques.

Mots-clés : *Psiadia altissima*, Asteraceae, activités antimicrobiennes, activité broncho relaxante, huiles essentielles, extrait non volatile.

Abstract

Evaluation of the biological activities of *Psiadia altissima*, an endemic plant from Madagascar

The studies of the pharmacological activities of various extracts from *Psiadia altissima* Benth et Hook (Asteraceae) demonstrated some potential therapeutic properties of the plant that can explain its traditional uses. The essential oil from leaves, flowers, stems and roots exhibited significant activity against *Staphylococcus aureus*. A better antimicrobial profile was observed for leaf oil and flower oil which were found to have a strong antifungal activity against *Candida albicans*. Each essential oil tested induced a concentration dependant *in vitro* bronchodilator effect. The oxygenated fraction of leaf oil was the most active with a EC₅₀ of 45,83 µg / mL. Crude extract from leaves was less active (EC₅₀ = 1560 µg / mL) whereas crude

extract from roots had a poor effect ($EC_{50} > 3000 \mu\text{g} / \text{mL}$). These results on the biological properties of *Psiadia altissima* constitute a step towards the validation of its use in the Malagasy traditional medicine, and make this endemic widespread plant a source of valuable extracts for the treatment of infectious and asthma diseases.

Keywords : *Psiadia altissima*, *Asteraceae*, *antimicrobial activities*, *bronchodilator activity*, *essential oils*, *crude extract*.

1. Introduction

Dans une étude antérieure [1], nous avons présenté des résultats sur la variabilité des huiles essentielles de *Psiadia altissima* (Asteraceae) obtenues à partir de feuilles, tiges, fleurs et racines du végétal. Poursuivant notre objectif d'une valorisation de cette plante endémique utilisée dans la médecine traditionnelle malgache, nous avons effectué des tests d'évaluation des activités biologiques de ces huiles essentielles ainsi que d'extraits non volatiles. Il s'agit de tests d'activités antimicrobiennes motivés par l'utilisation traditionnelle de la plante pour soigner certaines infections de la peau [2] et aussi en odontalgie [3], ou encore comme remède contre la diarrhée [4]. Ces maladies sont dues à des microorganismes pathogènes dont on connaît les résistances croissantes qu'ils développent vis-à-vis des antibiotiques, ce qui nécessite de trouver de nouvelles molécules plus efficaces. Les huiles essentielles qui sont des produits naturels sont de plus en plus considérées comme une bonne alternative. Des tests d'activité broncho relaxante ont été également réalisés, car dans la pharmacopée malgache, l'espèce *Psiadia altissima* est répertoriée dans les plantes destinées à soigner les maladies de l'appareil respiratoire [2]. Elle est indiquée pour soigner la toux [5], et est également signalée comme étant un expectorant [6]. Les infections respiratoires sont une pathologie fréquente à Madagascar en raison de la dégradation de la qualité de l'air due en particulier aux multiples feux de brousse, et cette maladie constitue avec le paludisme et les diarrhées, un problème majeur de santé publique. Ainsi, pour *Psiadia altissima* qui a des potentialités thérapeutiques, nous rapportons dans le présent article des éléments de preuve scientifique sur les utilisations traditionnelles de la plante.

2. Matériel et méthodes

2-1. Obtention des extraits végétaux

Les échantillons végétaux ont été collectés à Ambatofotsy, zone localisée à 21 kms au sud de la capitale Antananarivo, dans le district d'Antananarivo-Atsimondrano, région d'Analamanga (Madagascar). Leur identification a été réalisée par les botanistes du parc botanique et zoologique de Tananarive (PBZT). La période de collecte correspond à la saison sèche, soit entre mi-juillet et fin septembre.

2-1-1. Les huiles essentielles

Les feuilles, tiges, fleurs et racines fraîchement collectées de *Psiadia altissima* sont soumises séparément à une hydrodistillation sur un appareil de type Clevenger [7]. L'huile essentielle de feuilles a été soumise à une chromatographie sur colonne de silice utilisant l'hexane pour éluer la fraction peu polaire notée F-HC, un gradient de dichlorométhane dans l'hexane, puis de méthanol dans le dichlorométhane pour éluer la fraction polaire de l'huile notée F-Oxy.

2-1-2. Les extraits non volatiles

Les feuilles et les racines de *Psiadia altissima* sont mises à sécher séparément à l'air libre et à l'abri de la lumière. Chaque matériel végétal sec est ensuite broyé en poudre. Le protocole d'extraction consiste en un dégraissage de la poudre végétale par une macération dans l'hexane, suivi d'une macération dans l'éthanol à 80 % pour obtenir une solution hydroalcoolique d'extrait brut. L'évaporation du solvant conduit à l'obtention d'un extrait brut de feuilles noté E_{B-F} et d'un extrait brut de racines noté E_{B-RA}.

2-2. Tests d'activités antimicrobiennes

La méthode de diffusion sur milieu gélosé ou méthode des disques a été utilisée pour évaluer le potentiel antimicrobien des huiles essentielles de *Psiadia altissima* [8, 9]. Chaque test est fait systématiquement en double, et fournit un aromatoگرامme [10].

2-2-1. Principe

Des disques stériles de papier Whatmann imbibés des huiles essentielles à tester sont déposés sur une culture de germes pathogènes préalablement ensemencés sur un milieu gélosé. La diffusion des produits dans le milieu peut provoquer une inhibition de la croissance des germes. Une zone circulaire appelée zone d'inhibition est observée lorsque le produit à tester est actif. Le diamètre de ce halo d'inhibition détermine la sensibilité des microorganismes pathogènes vis-à-vis du produit.

2-2-2. Appréciation de la sensibilité des souches

Des intervalles de valeurs de diamètre d'inhibition sont définis afin d'apprécier la sensibilité d'un germe vis-à-vis d'un produit à tester [11]. Le **Tableau 1** en donne les détails.

Tableau 1 : Echelle de sensibilité des souches

Diamètre d'inhibition (d en mm)	Sensibilité du germe	Notation
$d \leq 7$	insensible	-
$7 \leq d \leq 8$	peu sensible	+
$8 < d \leq 9$	sensible	++
$d > 9$	très sensible	+++

2-2-3. Les souches microbiennes testées

Quatre souches microbiennes de la collection du laboratoire de microbiologie du CNRE d'Antananarivo (Centre National de Recherche sur l'environnement) ont été utilisées :

- *Staphylococcus aureus* ATTC 11632 : une bactérie gram (+) qui peut provoquer des infections suppuratives de la peau ou des muqueuses, également responsable d'infections nosocomiales et d'intoxications alimentaires ;
- *Escherichia coli* ATTC 25922 : une bactérie gram (-) qui est responsable de suppurations péritonéales, urinales ou génitales. Elle peut aussi provoquer des gastro-entérites et des infections urinaires ;
- *Salmonella enteridis* ATTC 13076 : une bactérie gram (-) qui se développe le plus souvent sur les

aliments riches en protéines animales comme les produits carnés. Les manifestations cliniques dues à cette bactérie sont la fièvre typhoïde, la gastro-entérite, et chez les sujets fragilisés, des manifestations extra digestives allant de problèmes cardiovasculaires jusqu'à l'atteinte du système nerveux central ;

- *Candida albicans* : une levure responsable des mycoses, des candidoses et des ulcères.

2-2-4. Conditions expérimentales

Chaque huile essentielle pure est testée à la dose de 10 µL. L'incubation se fait à la température de 37°C pendant 24 heures pour les bactéries, et 30°C pendant 48 heures pour la levure.

2-3. Tests d'activité broncho relaxante

Des tests *in vitro* sont réalisés sur une trachée isolée de cobaye pour vérifier l'effet broncho relaxant des produits végétaux, en utilisant l'histamine pour précontracter l'organe [12].

2-3-1. Principe

La trachée est sensibilisée par une injection d'histamine; sur l'organe ainsi précontracté, on administre le produit à tester. Le produit est actif si on observe un relâchement de la trachée.

2-3-2. Protocole

2-3-2-1. Les produits à tester

Les huiles essentielles et les fractions d'huile essentielle de feuilles sont dissoutes dans du Tween 20, puis chaque solution obtenue est diluée à l'eau distillée dans une proportion de 10 / 90 volume à volume. Les extraits bruts sont dissous dans le DMSO, puis chaque solution obtenue est diluée à l'eau distillée dans une proportion de 10 / 90 volume à volume.

2-3-2-2. Prélèvement et préparation de la trachée

Des cochons d'Inde de poids moyen de 300 ± 20 g sont utilisés. L'animal a été sacrifié sous anesthésie. La trachée est prélevée et placée dans une boîte de Pétri contenant le liquide physiologique de Krebs-Henseleit (composition en mM : NaCl 118,1; KCl 4,7; CaCl₂ 2,5; MgSO₄ 1,2; KH₂PO₄ 1,2; NaHCO₃ 2,5 et glucose 11,1). L'organe est ensuite nettoyé, puis découpé en anneaux de 3 à 4 mm de longueur. Chaque anneau soumis à une tension isométrique initiale de 1,5 g est suspendu à une tige métallique reliée à un capteur de tension qui mesure toute variation de la tension de l'organe. Le capteur est relié à un enregistreur. L'anneau baigne dans une cuve à organe remplie de liquide de Krebs-Henseleit maintenu à une température de 37°C et aéré en continu avec du carbogène pour maintenir un pH de 7,4. Chaque anneau est laissé s'équilibrer pendant une période de 1h30 durant laquelle la solution physiologique a été renouvelée toutes les 30 minutes. La **Figure 1** présente six cuves à organe montées en série pour six tests réalisés en parallèle. Après l'équilibration, la viabilité des anneaux est vérifiée par une sensibilisation avec de l'histamine à 10⁻⁴M. Le maximum de contraction se traduit par la formation d'un plateau au niveau de l'enregistreur. Les anneaux sont ensuite rincés trois fois, puis laissés au repos pendant 30 minutes pour les faire revenir à la tension initiale.



Figure 1 : *Appareillage à organe isolé pour la mesure d'activité broncho relaxante*

2-3-2-3. Mesure de l'effet broncho relaxant des produits issus du végétal

Chaque anneau est contracté avec de l'histamine $2 \times 10^{-5}M$, et lorsque le plateau de contraction est atteint comme indiqué à la **Figure 2**, chaque produit à tester est administré à l'organe à des concentrations croissantes et cumulatives :

- 0,25 mg / mL à 1 mg / mL pour l'huile essentielle totale ;
- 25 μ g / mL à 100 μ g / mL pour les fractions d'huile essentielle ;
- 0,5 mg / mL à 3 mg / mL pour les extraits bruts.

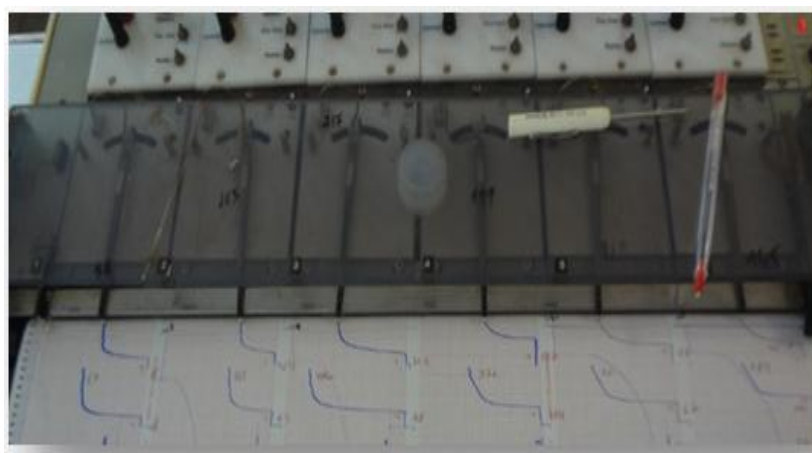


Figure 2 : *Tracé du plateau de contraction de la trachée*

L'activité d'un produit est exprimée en pourcentage de relaxation, et la CE_{50} d'un produit est la concentration du produit testé produisant 50 % de l'effet maximal de relaxation. Elle est déterminée par la méthode de régression linéaire. Chaque test est répété 6 fois, et les résultats sont exprimés sous forme de valeur moyenne corrigée de l'écart-type réduit ($\bar{x} \pm e.s.m$). La comparaison des résultats se fait par la signification statistique qui est déterminée par le test-*t* de Student. La différence est considérée comme significative pour la valeur de $p < 0.05$.

3. Résultats et discussion

3-1. Rendement en extrait

Le calcul de rendement en extrait à partir du végétal permet de dresser le **Tableau 2** pour les huiles essentielles et le **Tableau 3** pour les extraits bruts.

3-1-1. Huiles essentielles

Tableau 2 : Teneur en huile essentielle de *Psidium altissimum* selon l'organe du végétal

Organe de la plante	Feuilles	Tiges	Fleurs
Masse de végétal (g)	1208	592	1477
Rendement (%)	0,14	0,06	0,09

Le rendement en huile essentielle de *Psidium altissimum* est généralement faible, et de tous les organes distillés, ce sont les feuilles qui donnent le meilleur rendement, soit 0,14 %. Nos campagnes de collecte se sont déroulées en période de saison sèche, ce qui pourrait expliquer ces faibles valeurs, car d'autres auteurs ont signalé des valeurs de rendement jusqu'à 1,5 % [13].

3-1-2. Extraits bruts

Tableau 3 : Rendement en extrait brut de *Psidium altissimum* selon l'organe du végétal

Organe de la plante	Feuilles	Racines
Masse de poudre végétale (g)	300	300
Masse d'extrait brut (g)	53,49	31,90
Rendement (%)	17,83	10,63
Désignation	E _{B-F}	E _{B-RA}

L'extrait brut de feuilles est obtenu avec un rendement 1,7 fois plus élevé que celui de racines; les feuilles sont ainsi plus riches en matière organique que les racines.

3-2. Activités antimicrobiennes

Les mesures des halos d'inhibition sont récapitulées dans le **Tableau 4** où figurent également les résultats de tests des antibiotiques de référence menés en parallèle aux fins de comparaison. Parmi les quatre huiles essentielles testées, celle de feuilles provoque une inhibition de croissance de tous les germes avec des valeurs qui se situent entre 12 mm et 25 mm, ce qui indique une très forte sensibilité des germes à ce produit. Certaines valeurs sont comparables à celles des antibiotiques de référence, comme c'est le cas pour *Staphylococcus aureus* (21 contre 24) et *Candida albicans* (25 contre 27). Ces deux microbes sont connus pour provoquer des infections dentaires par leur présence dans la cavité buccale [14]. Ainsi, l'huile essentielle de feuilles de *P. altissimum* peut être proposée en thérapie endodontique pour combattre les infections dentaires sévères provoquées par *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*. Ceci va dans le sens de la politique nationale de la santé bucco-dentaire à Madagascar qui est de réduire à court terme la morbidité et la mortalité liées aux affections bucco dentaires par la mise en place d'un système de soins accessible par tous.

Tableau 4 : Appréciation des activités antimicrobiennes des huiles essentielles et des antibiotiques de référence

	Microorganismes pathogènes			
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enteridis</i>	<i>Candida albicans</i>
HE-feuilles	+++ (21 mm)	+++ (12 mm)	+++ (12 mm)	+++ (25 mm)
HE-fleurs	+++ (17 mm)	+++ (10 mm)	++ (9 mm)	+++ (17 mm)
HE-tiges	+++ (12 mm)	-	-	-
HE-racines	+++ (16 mm)	-	-	+ (7,5 mm)
spectinomycine 100 µg	+++ (24 mm)			
acide nalidixique 30 µg		+++ (20 mm)		
triméthoprim 5 µg			+++ (25 mm)	
Nistatine 100 µg				+++ (27 mm)

- valeur inférieure à 7 mm

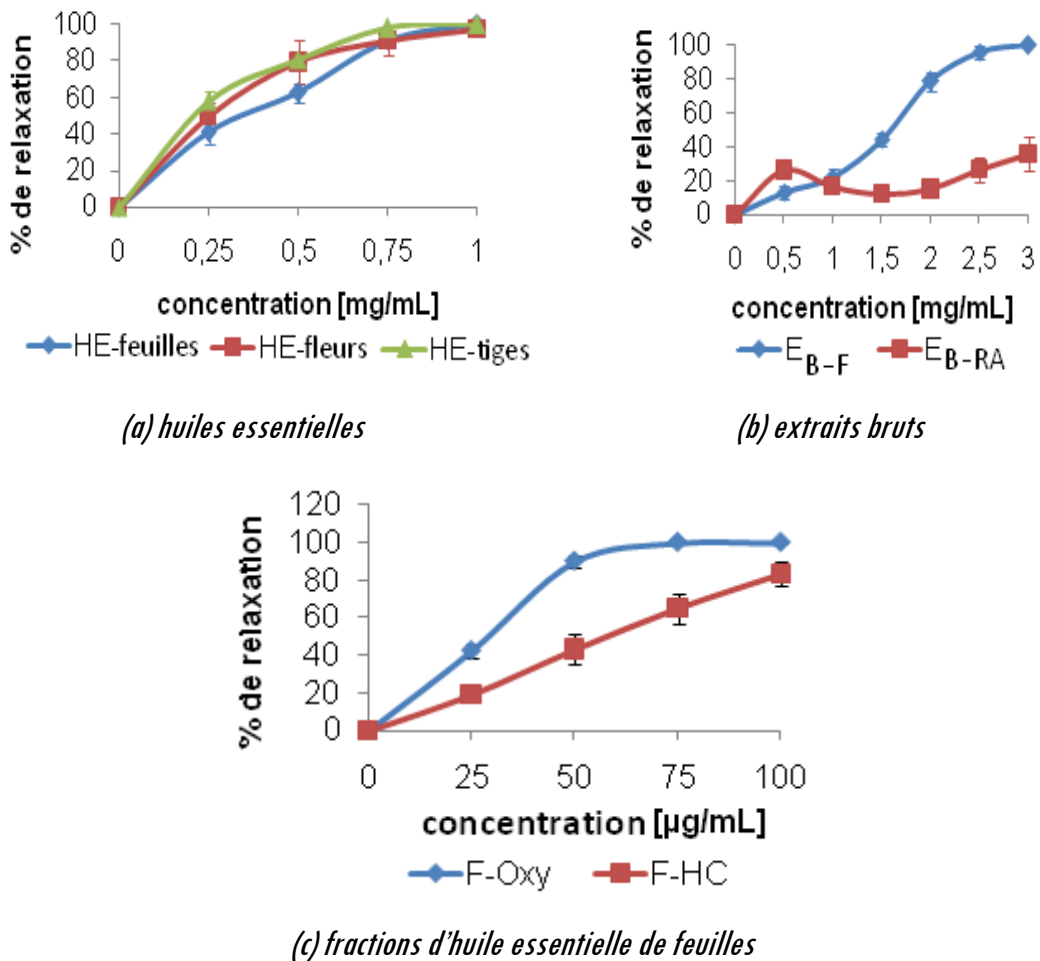
[15] ont décrit un effet antibactérien important de *Psiadia altissima* sur trois des bactéries gram (+) testées, mais sur *Staphylococcus aureus*, l'huile essentielle n'avait montré qu'une action inhibitrice modérée, et elle a été considérée comme inactive sur les bactéries gram (-) testées dont *Escherichia coli*. Ainsi, notre huile montre un meilleur profil antimicrobien avec un large spectre d'action incluant une forte action antifongique vis-à-vis de *Candida albicans*. Cette différence de propriétés pharmacologiques s'explique par une différence de la composition chimique des huiles essentielles [16]. L'huile essentielle de fleurs a aussi un pouvoir antimicrobien relativement élevé; les valeurs qui s'échelonnent entre 9 mm et 17 mm indiquent que les germes sont dans l'ensemble sensibles à cette huile. Les huiles essentielles de tiges et de racines semblent plus sélectives dans leur action; en effet, elles sont très actives sur les bactéries gram (+), et sans effet sur les bactéries gram (-) et la levure pathogène. Dans une étude récente sur l'huile essentielle de *Ferula gummosa* [17], les auteurs ont suggéré que les effets antimicrobiens observés sur *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans* pourraient être attribués au composant principal de l'huile qui est le β -pinène présent à près de 52 % dans *F. gummosa*. Nos huiles contiennent entre 31,4 % et 58,65 % de β -pinène [1], cependant, celle qui a la plus forte teneur en β -pinène, à savoir l'huile essentielle de tiges, n'a pas donné les meilleurs résultats d'inhibition. Ceci souligne l'importance des effets synergiques dans chaque huile essentielle signalés auparavant par d'autres auteurs [18, 19]. Nos travaux complètent ceux réalisés sur des espèces du genre *Psiadia* qui sont endémiques de la région de l'Océan Indien, comme celles de l'île Maurice, et qui sont également source d'huiles essentielles à activités antimicrobiennes intéressantes [20].

3-3. Activité broncho relaxante

La **Figure 3** présente les pourcentages de relaxation en fonction de la concentration administrée d'huiles essentielles (a), d'extraits bruts (b) et de fractions d'huile essentielle de feuilles (c). Le **Tableau 5** donne les résultats de l'activité broncho relaxante de chaque produit testé.

Tableau 5 : Effet broncho relaxant des différents extraits testés (n = 6)

Extrait testé	CE ₅₀ (µg / mL)
Extrait brut de racines	> 3000
Extrait brut de feuilles	1560 ± 30
Huile essentielle de fleurs	360 ± 70
Huile essentielle de feuilles	340 ± 60
Huile essentielle de tiges	210 ± 30
F - HC	59,77 ± 7
F - Oxy	28,08 ± 1

**Figure 3 : Influence de la concentration de produit sur la relaxation de la trachée (n=6)**

L'allure des courbes de la **Figure 3 (a)** indique que les trois huiles essentielles testées ont une activité broncho relaxante concentration dépendante, avec un effet d'autant plus prononcé que la quantité administrée est plus importante. Les valeurs de CE₅₀ sont de même ordre de grandeur pour les trois huiles, entre 210 µg / mL et 360 µg / mL. Lorsque l'huile essentielle de feuilles est fractionnée, l'activité est nettement améliorée, soit, CE₅₀ = 59,77 µg / mL pour F-HC et CE₅₀ = 28,08 µg / mL pour F-Oxy, avec un effet plus rapide de F-Oxy comparé à F-HC d'après l'allure des courbes de la **Figure 3 (c)**. Ceci justifie la démarche de fractionnement, car les valeurs de CE₅₀ des fractions sont alors comparables à la valeur CE₅₀ = 35,03 µg / mL du 1,2-benzopyrane, une coumarine isolée d'une plante malgache qui est connue pour son utilisation dans le

traitement de problèmes respiratoires [21]. Les extraits bruts sont les moins actifs de tous les produits testés; d'après la **Figure 3 (b)**, l'extrait brut de feuilles exerce un effet broncho relaxant qui augmente avec la concentration administrée, mais la valeur de CE_{50} est relativement élevée (1560 $\mu\text{g} / \text{mL}$), et l'extrait brut de racines est considéré comme inactif, car à la concentration maximale testée, on n'atteint pas 50 % de relaxation.

4. Conclusion

La recherche d'activités antimicrobiennes sur les huiles essentielles distillées à partir des différents organes de la plante *Psiadia altissima* a montré que ces huiles ont un profil antibactérien intéressant. Ainsi, le germe pathogène *Staphylococcus aureus* est très sensible à toutes les huiles testées, ce qui confère à la plante un pouvoir antiinfectieux élevé. De plus, l'huile essentielle de feuilles possède un large spectre d'action, car elle inhibe fortement la croissance de *Staphylococcus aureus* ainsi que celle de la levure *Candida albicans*, ce qui permet d'envisager des applications dans des traitements endodontiques. Ces résultats confirment les utilisations traditionnelles signalées auparavant, et montrent tout l'intérêt que présentent les huiles essentielles de *Psiadia altissima* dans la lutte contre les microbes pathogènes. Les tests d'activité broncho relaxante réalisés *in vitro* sur un modèle constitué d'une trachée isolée et précontractée à l'histamine ont montré que les produits extraits de *Psiadia altissima* sont capables de provoquer un effet relaxant concentration dépendante. Les huiles essentielles sont nettement plus actives que les extraits non volatiles de la plante, et les parties aériennes de la plante sont plus actives que les racines. Ceci justifie l'utilisation des feuilles comme remède contre les encombrements respiratoires dans la médecine populaire, et permet d'envisager une valorisation de *Psiadia altissima* pour le traitement de l'asthme. De plus, c'est une espèce très répandue à Madagascar, et l'exploitation des feuilles du végétal n'exposera pas la plante à un danger d'extermination.

Remerciements

Nous sommes sincèrement reconnaissants au laboratoire de « Microbiologie de l'environnement » du Centre National de Recherche pour l'Environnement CNRE, Antananarivo, pour la réalisation des tests antimicrobiens.

Références

- [1] - N. H. RAKOTOMALALA, A. RAZAFIMANDEFITRA, D. RABEHAJA et J. RASOLONDRAMANITRA, Etude de la composition chimique des huiles essentielles de *Psiadia altissima*, plante endémique de Madagascar, *Afrique SCIENCE*, 12 (3) (2016) 241 - 249
- [2] - R. PERNET et G. MEYER, Pharmacopée de Madagascar, *Publications de l'Institut de Recherche Scientifique, Tananarive-Tsimbazaza*, (1957)
- [3] - S. ANDRIAMIHAJA, Essai d'inventaire des plantes médicino-dentaires malgaches, *Mission Française de Coopération et d'Action Culturelle à Madagascar, Ministère de la Recherche Scientifique et Technologie pour le Développement*, (1986)
- [4] - M. DEBRAY, H. JACQUEMIN et R. RAZAFINDRAMBAO, Contribution à l'inventaire des plantes médicinales de Madagascar, *Travaux et documents de l'ORSTOM*, 8 (1971) 49 - 150
- [5] - R. BOST, Pharmacopée malgache, *Mém. Inst. Sci. Madagascar*, Série B, Tome X, (1961)
- [6] - P. BOITEAU, Précis de matière médicale malgache, La librairie de Madagascar, (1979)
- [7] - British Pharmacopoeia. London : HMSO, (1988)

- [8] - J. H. MÜELLER et J. HINTON, Milieux de cultures, *Proc Soc Exp Path*, (1941) 181 - 183
- [9] - S. LAMBIN et A. GERMAN, *Précis de microbiologie*, Paris, Maloine Tome I, (1976)
- [10] - P. BELAICHE, Traité de phytothérapie et d'aromathérapie : *l'aromatogramme*, Paris, Maloine, Tome I, (1979)
- [11] - T. A. DAVIES, L. M. KELLY, M. R. JACOBS et P. C. APPELBAUM, Antipneumococcal activity of telithromycin by agar dilution, microdilution, E test and disk diffusion methodologies, *J. Clin. Microbiol*, 38 (4) (2000) 1444 - 1448
- [12] - K. SATAKE, K. TAKAGI, I. KODAMA, H. HONJO, J. TOYAMA et S. SHIBATA, Relaxant effect of NKH477, a new water-soluble forskoline, *Br. J. Pharmacol.*, 123 (4) (1998) 753 - 61
- [13] - P. DANTHU, M. RAKOTIBE, P. MAUCLERE, H. ANDRIANOELISOA, O. BEHRA, V. RAHAJANIRINA, B. MATHEVON, E. RALAMBOFETRA et P. COLLAS de CHATELPERRON, Essential oil production increases value of *Psiadia altissima* fallows in Madagascar's eastern forests, *Agroforest Syst.*, 72 (2008) 127 - 135
- [14] - D. N. NIRUPAMA, M. T. NAINAN, R. RAMASWAMY, S. MURALIDHARAN, H. H. L. USHA, R. SHARMA et S. GUPTA, *In vitro* evaluation of antimicrobial efficacy of four endodontic biomaterials against *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus*, *Int. J. Biomaterials*, Vol. 2014 (2014)
- [15] - A. R. P. RAMANOELINA, G. P. TERROM, J. P. BIANCHINI et P. COULANGES, Contribution à l'étude de l'action antibactérienne de quelques huiles essentielles extraites de plantes malgaches, *Arch. Inst. Pasteur Madagascar*, 53 (1) (1987) 217 - 226
- [16] - J. PELLECUER, J. ALLEGRINI et S. de BUOCHBERG, Etude *in vitro* de l'activité antibactérienne et antifongique de l'essence de *Satureia montana* L. Labiées, *J. Pharm. Belg.*, 29 (2) (1974) 137 - 144
- [17] - A. ABBASZADEGAN, A. GHOLAMI, H. MIRHADI, M. SALIMINASAB, A. KAZEMI et M. R. MOEIN, Antimicrobial and cytotoxic activity of *Ferula gummosa* plant essential oil compared to NaOCl and CHX : a preliminary *in vitro* study, *Restor Dent Endod.*, 40 (1) (2015) 50 - 57
- [18] - S. BURT, Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in foods, *Int. J. Food Microbiol.*, 94 (3) (2004) 223 - 253
- [19] - H. J. D. DORMAN et S. G. DEAN, Antimicrobial agents from plants : antibacterial activity of plant volatile oils, *J. Appl. Microbiol.*, 88 (2) (2000) 308 - 316
- [20] - J. GOVINDEN-SOULANGE, N. MAGAN, A. GURIB-FAKIM, A. GAUVIN, J. SMADJA et H. KHODJA, Chemical composition and *in vitro* antimicrobial activities of the essential oils from endemic *Psiadia* species growing in Mauritius, *Biol. Pharm. Bull.*, 27 (11) (2004) 1814 - 1818
- [21] - D. RAMANITRAHASIMBOLA, D. A. RAKOTONDRAMANANA, P. RASOANAIVO, A. RANDRIANTSOA, S. RATSIMAMANGA, G. PALAZZINO, G. GALEFFI et M. NICOLETTI, Bronchodilator activity of *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching and its bioactive constituent, *J. ethnopharmacol*, 120 (2005) 400 - 407