

Activité antimicrobienne et composition phytochimique d'extraits de piment "*Capsicum sp.*"

KOFFI Affoué Carole^{1,*}, KOFFI Ahua René², KOSSONOU Yao Kamélé¹, KOFFI-NEVRY Rose³.

¹UFR Ingénierie Agronomique Forestière et Environnementale, Département Procédé des Aliments et Bioproduits Université de Man (Côte d'Ivoire).

²Centre de Recherche Ecologique, Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire).

³Laboratoire de Biotechnologie et de Microbiologie Alimentaire de l'UFR des Sciences et Technologies des Aliments de l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire).

Date de réception : 22 Novembre 2021 ; Date de révision : 10 Décembre 2021 ; Date d'acceptation : 18 Décembre 2021

Résumé:

Le piment "*Capsicum sp.*" est une épice et une plante médicinale. Il renferme de nombreux composés chimiques biologiquement actifs qui exercent différentes activités thérapeutiques: antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse et analgésique. L'objectif de cette étude a été de mettre en évidence une activité thérapeutique du piment. Pour ce faire, six variétés de piment ont été utilisées sous forme d'extraits (aqueux, éthanolique, et acétate d'éthyle) sur des souches fongiques pathogènes (*Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger*). L'activité inhibitrice a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé à l'aide de la gélose Sabouraud sans chloramphénicol (BIO-RAD, France) et par la méthode de double dilution en milieu liquide à l'aide du bouillon Sabouraud (BIO-RAD, France) pour la détermination de la CMI. La composition phytochimique a été déterminée par chromatographie sur couche mince (CCM). Au total, ces extraits ont inhibé tous les germes utilisés excepté *Aspergillus niger*. Ils contiennent de façon générale de nombreux composés tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins, les saponosides, les stéroïdes et les triterpènes. Cependant, les variétés *Capsicum chinense* (variété pendulum) et *Capsicum annum* (variété antillais) contiennent plus de composés à savoir les alcaloïdes, les polyphénols et les composés terpéniques. Ces familles de composés seraient à la base de l'activité microbienne observée dans les différents extraits.

Mots clés: Piment, *Capsicum sp.*, phytochimie, inhibition.

Antimicrobial activity and phytochemical composition of extracts of chilli "*Capsicum sp.*".

Abstract :

The pepper "*Capsicum sp.*" is a spice and a medicinal plant. It contains many biologically active chemical compounds that exert different therapeutic activities: antioxidant, anti-inflammatory, anticancer and analgesic. The objective of this study was to highlight the therapeutic activity of chili pepper. For this purpose, six varieties of chili pepper were used as extracts (aqueous, ethanolic and ethyl acetate) on pathogenic fungal strains (*Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger*). The inhibitory activity was determined by the agar diffusion method using Sabouraud agar without chloramphenicol (BIO-RAD, France) and by the double dilution method in liquid medium using Sabouraud broth (BIO-RAD, France) for MIC determination. The phytochemical composition was determined by thin layer chromatography (TLC). In total, these extracts inhibited all germs used except *Aspergillus niger*. They generally contain numerous compounds such as alkaloids, flavonoids, tannins, saponosides, sterols and triterpenes. However, the varieties *Capsicum chinense* (pendulum variety) and *Capsicum annum* (West Indian variety) contain more compounds namely alkaloids, polyphenols and terpenic compounds. These compounds would be at the base of the microbial activity observed in the different extracts.

Key words: Pepper, *Capsicum sp.*, phytochemistry, inhibition.

Introduction

Depuis son existence sur la terre, l'Homme a fait de l'alimentation son souci quotidien. En effet, il cherche inlassablement à assurer un apport nutritionnel qui lui permet une survie accommodée et plus ou moins aisée (Abekhti, 2017). Cependant, les maladies d'origine alimentaire sont devenues un problème de santé publique. Ainsi, chaque année, plusieurs millions de personnes à travers le monde souffrent de gastro-entérites qui est l'une des principales causes de mortalité chez les nourrissons, les enfants et les personnes âgées (Adenike et al., 2006). L'OMS (2006) indique que plus de 17 million de décès chaque année dont la moitié

provient du continent africain sont dus aux maladies d'origine alimentaire. Selon cet organisme, le nombre d'intoxications alimentaires a également augmenté dans les pays industrialisés en dépit d'un approvisionnement adéquat en eau potable, des normes d'hygiène satisfaisantes et l'utilisation des techniques modernes de conservation des aliments. La plupart des gastro-entérites est due à une intoxication alimentaire dont les agents peuvent être les champignons et les bactéries (Boxman et al., 2007). En effet, certains champignons produisent des toxines qui sont le plus souvent cancérigènes, qui peuvent contaminer les aliments et être ingérées par

(*) Correspondance : Koffi A.C. ; e-mail : carole.koffi@univ-man.edu.ci / kofficaro@yahoo.fr ; tél. : (+225) 0707096605.

l'Homme. Divers microorganismes dont les champignons pathogènes (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* ...) et les bactéries pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, ...) sont impliqués dans ces infections. Pour la prise en charge des infections microbiennes, de nombreux antibiotiques modernes sont employés. Malheureusement, avec l'émergence des microorganismes multirésistants, des échecs thérapeutiques ont été enregistrés (Dumartin et al., 2012). De plus, les conditions socio-économiques défavorables des populations africaines limitent l'accès aux antibiotiques les plus efficaces car très onéreux (Millogo-Koné, 2008). A ce titre, l'exploration de nouveaux extraits ou molécules, réservoirs de principes actifs, est devenue une alternative efficace (Delahousse, 2003). La valorisation scientifique de la médecine traditionnelle doit conduire notamment à la mise au point de médicaments à

base de plantes (Diallo, 2005). Parmi ces plantes, le piment (*Capsicum sp.*) dont les fruits sont utilisés en médecine traditionnelle pour traiter certaines affections en particulier, les troubles intestinaux tels que les gastro-entérites (diarrhée et la dysenterie) (Kouassi et Koffi-Nevry, 2012) pourrait être utilisé. En effet, il peut être consommé à l'état frais de manière directe, frit, en sauce ou en conserve. Il est souvent associé en mélange avec divers autres légumes (Kouassi et Koffi-Nevry, 2012). Outre son utilité alimentaire, le piment rentre dans la quasi-totalité des composés et autres produits proposés par la médecine traditionnelle pour traiter, apaiser et guérir certaines maladies telles que les gastro-entérites (Kouassi et Koffi-Nevry, 2012). L'objectif général de cette étude est d'évaluer l'activité inhibitrice du piment et d'identifier les composés chimiques actifs.

Matériel et Méthodes

1. Matériel

-*Le matériel végétal* utilisé est constitué de six variétés de piment commercialisées sur le marché d'Abidjan : *Capsicum annuum* (variété antillais), *Capsicum frutescens* (variété doux), *Capsicum frutescens* (variété attié), *Capsicum frutescens* (variété soudanais), *Capsicum frutescens* (variété oiseau) et *Capsicum chinense* (variété pendulum). Ces variétés de piment ont été identifiées au Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGHY (Abidjan). Ces espèces proviennent des localités productrices de piment (Centre, Centre-Ouest, Nord-Ouest, Sud) en Côte d'Ivoire.

-*Le matériel biologique* est constitué de cinq souches fongiques : *Aspergillus niger* et *Fusarium sp.* isolées des échantillons de cola, *Alternaria sp.* et *Aspergillus flavus* isolées des sons de blé et *Penicillium sp.* isolée dans une industrie de la place.

-*Le matériel technique* est constitué de matériel usuel de laboratoire de microbiologie, de matériel de chimie qui est constitué d'une cuve à élution contenant le solvant de migration des plaques de verre constituées de silicagel de type 60 F254 (10×20 cm) et une lampe à Ultraviolet (longueur d'onde $\lambda = 254$ nm et 365 nm).

2. Méthodes

2.1 Echantillonnage :

Différents types d'échantillons de piment ont été prélevés dans cinq grands marchés du district d'Abidjan qui représentent les points

d'approvisionnement des grossistes venant de toutes les localités productrices de piment. Il s'agit des grands marchés des communes d'Abobo, de Yopougon, d'Adjamé, de Treichville et de Port-Bouët. Les échantillons de piments ont été prélevés au niveau des vendeuses au détail.

2.2 Préparation des extraits végétaux :

Chaque variété de piment sélectionnée a été distinctement triée, lavée et séchée à l'étuve à 55 °C pendant 8 à 10 jours puis pulvérisées dans un mixeur électrique (Blender 8010E modèle 38BL40) à 3000 trs/min. Ensuite, elle a été tamisée (mailles environ 1-2 mm de diamètre) puis, elle a servi pour la préparation d'un extrait donné. La méthode utilisée a été celle de Angeh et al., 2007.

La préparation de l'extrait aqueux a été réalisée en dissolvant séparément cinquante grammes de poudre de piment précédemment obtenu dans un litre d'eau distillée stérile suivie de leur homogénéisation pendant 15 min à l'aide d'un agitateur magnétique.

L'homogénéat obtenu a été par la suite filtré sur du papier Whatman N°2. Le filtrat obtenu a été ensuite évaporé à l'étuve à 50 °C sur une période de trois jours afin d'avoir un produit sec qui a constitué l'extrait total aqueux (Etaq). Une partie de cet extrait aqueux a servi à préparer l'extrait éthanolique 70 % d'une variété de piment donnée. Quant à l'extrait éthanolique 70 %, il a été préparé en dissolvant séparément vingt-cinq grammes d'un extrait total aqueux donné dans 500 mL d'une solution d'éthanol 70 % suivi de son

homogénéisation sur agitateur magnétique pendant 24 heures à la température ambiante (25-30 °C). L'homogénat ainsi obtenu a été filtré sur du papier Whatman N°2 ensuite évaporé à l'étuve (BINDER) à 50 °C sur une période de deux jours dans le but d'avoir un produit sec qui a constitué l'extrait éthanolique 70 % (Eeth 70 %).

La méthode de préparation de l'extrait à l'acétate d'éthyle (Eace) a été la même que celle de l'extrait éthanolique 70 % à l'exception que cette fois-ci, il a été utilisé un mélange acétate d'éthyle-eau distillée (v/v).

Tous les extraits préparés ont été testés séparément sur la survivance des germes utilisés en milieu gélosé.

2.3 Préparation des gammes de concentrations des extraits de *Capsicum sp.*:

Les gammes de concentration de chaque extrait à tester ont été déterminées selon la méthode de Moroh et al. (2008). Elles ont été préparées distinctement dans 7 tubes à essais numérotés de T1 à T7, de manière à obtenir des gammes de concentrations finales comprises entre 6,72 et 0,10 mg/mL.

2.4 Sensibilité des souches face aux extraits préparés:

La sensibilité des souches aux divers extraits de *Capsicum sp.* préparés a été réalisée par la technique de diffusion en milieu gélosé. Elle a consisté à faire des trous en l'emporte-pièce dans la gélose. Cette méthode a été choisie en lieu et place de la méthode des disques chargés en raison de l'observance de la non-diffusion des extraits préparés dans les études préliminaires. Le principe de cette méthode des puits repose sur la diffusion du composé antimicrobien (chaque gamme de concentration préalablement préparée) en milieu solide. En effet, dans une boîte de Pétri donnée, à partir d'un point précis (trou ou puits), la substance antimicrobienne active diffuse avec la création d'un gradient de concentration après un temps de contact entre celle-ci et le microorganisme (Kouassi et Koffi-Nevry, 2012). Il convient de souligner que le diamètre de la zone d'inhibition détermine la sensibilité ou non de la souche testée vis-à-vis de l'extrait. Plus ce diamètre est grand, plus le germe utilisé est sensible à l'extrait testé. Selon Etuaful et al. (2005), la souche est qualifiée non sensible ou résistante en fonction du diamètre d'inhibition. Ainsi, on notera :

- Souche non sensible ou résistante : diamètre inférieur à 8 mm,
- Souche sensible : diamètre compris entre 9 et 14 mm,

- Souche très sensible : diamètre compris entre 15 et 19 mm,
- Souche extrêmement sensible : diamètre supérieur à 20 mm.

2.5 Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI):

Pour La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) est la plus faible concentration de substance pour laquelle il n'y a pas de croissance visible à l'œil nu après un temps d'incubation de 72 h.

Les gammes de concentrations des extraits de chaque variété de *Capsicum sp.* initialement préparées selon la méthode de la double dilution en milieu liquide, ont été séparément réparties dans sept tubes à hémolyse stériles à raison de 1 mL par tube. Il a été ensuite préparé également une souche microbienne précise de sorte avoir un inoculum dont la turbidité a été ajustée à 10⁶ UFC/mL dans du bouillon Sabouraud. Ensuite encore, dans chacun des sept tubes à hémolyse contenant 1 mL de chaque extrait de *Capsicum sp.* préalablement préparé, il a été ajouté 1 mL de l'inoculum bactérien. Le contenu de chaque tube à hémolyse ainsi préparé a été homogénéisé par un agitateur vortex, puis incubé à 25 °C pendant 72 heures pour l'observance de la turbidité du milieu de culture.

2.6 Tri phytochimique des différents extraits de *Capsicum sp.*:

La triphytochimique est une technique qui permet de déterminer les différents groupes chimiques contenus dans les extraits testés. Les principaux groupes phytochimiques sont : les alcaloïdes, les polyphénols (flavonoïdes, tannins, coumarines, quinones) les saponosides, les terpènes et stéroïdes, les hétérosides cardiotoniques. Cependant, la technique de la chromatographie sur couche mince a été également utilisée pour mettre en évidence les principaux groupes chimiques contenus dans ces extraits. Cette méthode est celle décrite par Portet et al., (2007).

La chromatographie sur couche mince s'est déroulée en plusieurs étapes:

-Préparation de la cuve à migration

La cuve a été lavée puis séchée à l'étuve. Après refroidissement, elle a été saturée avec l'éluant approprié.

-Préparation de la plaque

La plaque était constituée d'une couche d'adsorbant qui a été étalée uniformément sur un support en verre de dimensions 5 × 10 cm avec une épaisseur comprise entre 0,5 et 2 mm (phase stationnaire). L'adsorbant utilisé dans cette étude était le gel de silice (Merck, Belgique) qui a permis

la séparation de substances lipophiles et hydrophiles d'un mélange. Sur la plaque chromatographique, il a été tracé au crayon un trait horizontal à 1 cm du bord inférieur, sur lequel ont été placés de petits points à 0,5 cm de distance où doivent être déposées les taches. Ensuite, à l'aide d'une micropipette, il a été déposé 10 µL de chaque solution sur chaque point. Un témoin a été préparé pour chaque plaque. La plaque ainsi préparée a été séchée à l'aide d'un sèche-cheveux.

-Eluant

L'éluant était formé d'un solvant unique ou d'un mélange de solvant tels que le n-butanol (Prolabo, France), l'acide acétique glacial (prolabo, France), le toluène, l'acétone, le chloroforme, le dichlorométhane, et le méthanol (Prolabo, France). La cuve chromatographique a été remplie du mélange de solvants à une hauteur de 0,5 cm. Elle a été recouverte afin que l'atmosphère dans la cuve reste saturée en vapeur d'éluant (figure 1).



Figure 1 : Plaque de chromatographie des extraits de *Capsicum* sp. au révélateur Anisaldéhyde sulfurique

Résultats

1. Activité inhibitrice:

De manière générale, l'extrait aqueux des variétés de *Capsicum* sp. a permis d'obtenir des diamètres d'inhibition allant de 12 à 18 mm sur la souche *alternaria* sp., de 9 à 18 mm sur la souche *Penicillium* sp. et de 16 mm sur *Fusarium* sp. à la concentration de 6,72 mg/mL.

A la concentration de 3,36 mg/mL de ce même extrait, les diamètres d'inhibition vont de 8,20 à 12,25 mm sur la souche *Alternaria* sp..

A la concentration de 6,72 mg/mL, de manière générale, l'extrait éthanolique 70 % des variétés de *Capsicum* sp. a permis d'obtenir un diamètre d'inhibition de 12 à 19,66 mm sur les souches de *Alternaria* sp., de 16 à 18 mm sur *Penicillium* sp., de 14 à 16 mm sur *Fusarium* sp. et de 6,5 à 12,5 mm sur *Aspergillus flavus*. A cette même concentration il n'y a pas eu d'inhibition sur la souche *Aspergillus niger* ;

A la concentration de 3,36 mg/mL de ce même extrait des variétés de *Capsicum* sp., il a été obtenu des diamètres d'inhibition moyens sur ces mêmes

souches fongiques (*Alternaria* sp., *Penicillium* sp. et *Fusarium* sp.) par contre, il n'a pas d'inhibition sur la souche *Aspergillus niger*.

A la concentration de 6,67 mg/mL de l'extrait à l'acétate d'éthyle des variétés de *Capsicum annuum* (antillais) et *Capiscum chinese* (pendulum) a été obtenu des diamètres d'inhibition de 17,5 mm. Sur la souche *Alternaria* sp.. Les autres variétés n'ont pas eu d'effet sur les souches fongiques étudiées.

A la concentration de 1,68 mg/mL de ces différents extraits des variétés de *Capsicum* sp., il y a eu un faible diamètre d'inhibition sur ces souches fongiques et pour les concentrations inférieures à 1,68 mg/mL, il n'y a eu aucun diamètre d'inhibition sur ces souches fongiques (figure 2,3,4).

En somme, de manière générale les extraits éthanolique 70 % ont été les plus actifs sur les souches testées suivis des extraits aqueux. La souche la plus sensible a été *Alternaria* sp. et la moins sensible a été *Aspergillus niger*.

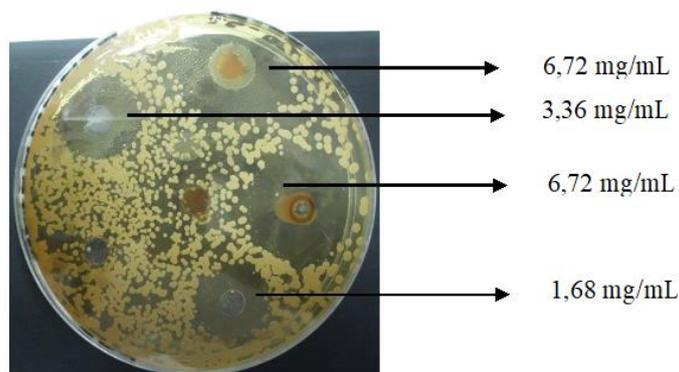


Figure 2 : Zones d'inhibitions de l'extrait éthanolique 70 % de *Capsicum chinense* (pendulum) sur la croissance de *Alternaria sp.* à différentes concentrations.

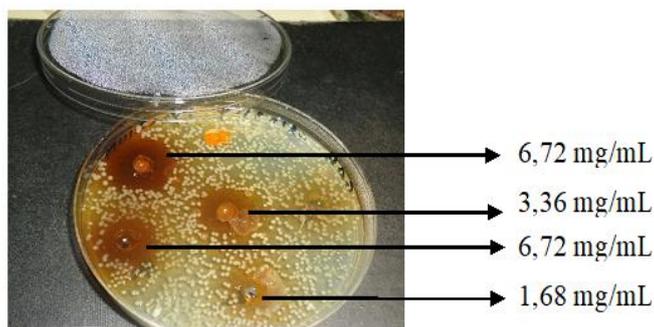


Figure 3 : Zones d'inhibitions de l'extrait éthanolique 70 % de *Capsicum annuum* antillais sur la croissance de *Fusarium sp.* à différentes concentrations.

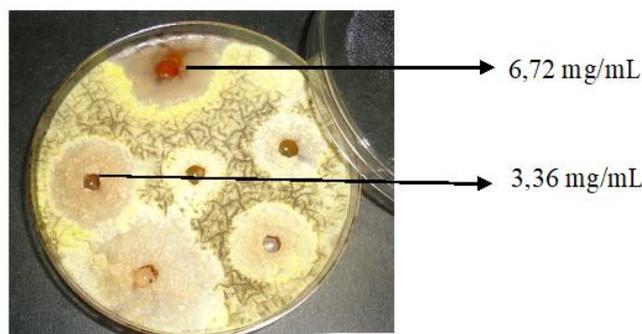


Figure 4 : Zones d'inhibition de l'extrait éthanolique de *Capsicum annuum* antillais sur la croissance de *Aspergillus niger*.

2. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) des extraits de *Capsicum sp.*:

En présence de la souche de *Alternaria sp.*, la plus petite CMI (0,84 mg/mL) a été observée avec les extraits éthanoliques de *Capsicum chinense* (pendulum).

En présence de la souche de *Penicillium sp.*, la plus petite CMI (1,68 mg/mL) a été observée avec les extraits éthanoliques de *Capsicum chinense* (pendulum) et de *Capsicum annuum* (antillais). Au niveau de la souche de *Fusarium sp.*, la plus petite

CMI (3,36 mg/mL) a été observé avec les extraits aqueux et éthanolique 70% de *Capsicum annuum* (antillais), *Capsicum frutescens* (Soudanais) et *Capsicum chinense* (pendulum).

Pour les autres variétés et extraits, la CMI n'a pas pu être déterminée car il y a eu croissance de germes dans tous les tubes expérimentaux (Tableau I).

L'extrait le plus efficace a été l'extrait éthanolique 70 % de *Capsicum chinense* (pendulum) car cet extrait a présenté la plus petite CMI.

Tableau I : Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) des extraits de *Capsicum sp.*, sur les souches étudiées

| Variétés <i>Capsicum</i> | Extraits | <i>Alternaria sp.</i> | <i>Penicillium sp.</i> | <i>Fusarium sp.</i> | <i>A. flavus</i> |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|------------------|
| <i>C.annuum</i> | Aqueux | 1,68 | 3,36 | 3,36 | - |
| Antillais | Ethanolique 70 % | 1,68 | 1,68 | 3,36 | - |
| | Acétatique | 1,68 | - | - | - |
| <i>C.frutescens</i> | Aqueux | 3,36 | - | - | - |
| Soudanais | Ethanolique 70 % | 1,68 | - | 3,36 | - |
| | Acétatique | - | - | - | - |
| <i>C.frutescens</i> | Aqueux | 6,72 | - | - | - |
| Attié | Ethanolique 70 % | - | - | - | - |
| | Acétatique | - | - | - | - |
| <i>C.frutescens</i> | Aqueux | 3,36 | - | - | - |
| Doux | Ethanolique 70 % | - | 3,36 | - | - |
| | Acétatique | - | - | - | - |
| <i>C.frutescens</i> | Aqueux | 3,36 | - | - | - |
| Oiseau | Ethanolique 70 % | 3,36 | - | 6,72 | - |
| | Acétatique | - | - | - | 6,72 |
| <i>C.chinense</i> | Aqueux | 1,68 | 3,36 | - | - |
| Pendulum | Ethanolique 70 % | 0,84 | 1,68 | 3,36 | - |
| | Acétatique | 1,68 | - | 3,36 | 3,36 |

C. Capsicum ; (-) : Indéterminé ; *A. flavus* : *Aspergillus flavus*

NB : CMI (mg/mL).

3. Etude phytochimique:

Les extraits aqueux, éthanolique 70 % et à l'acétate d'éthyle de *Capsicum annuum* antillais contiennent en commun, des flavonoïdes, des tannins, des triterpènes et stéroïdes et des saponosides.

L'extrait éthanolique 70 % contient en plus de ces composés sus-cités qui sont très abondant, les alcaloïdes, les coumarines et les quinones. Quant à l'extrait aqueux, il contient les mêmes composés chimiques que l'extrait éthanolique 70 % mais en

quantité inférieure sauf les flavonoïdes qui sont en quantité élevée (figure 5).

Les extraits aqueux et éthanolique 70 % de *Capsicum frutescens* (soudanais) contiennent les mêmes composés chimiques. Cependant, les flavonoïdes, les triterpènes, stéroïdes et les saponosides sont plus abondants dans l'extrait éthanolique 70 % que l'extrait aqueux. Ces familles de composés chimiques se retrouvent en quantité inférieure dans l'extrait à l'acétate d'éthyle (figure 6).

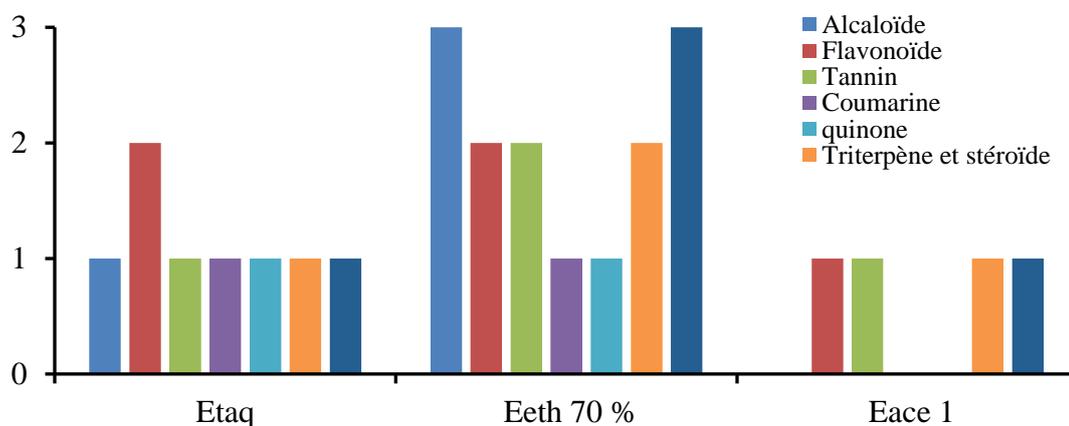


Figure 5 : Composés phytochimiques des extraits de *Capsicum annuum* (antillais) ;

Etaq: extrait aqueux ; Eeth 70 % = extrait éthanolique 70 % ; Eace 1 = extrait acétatique 1 ;

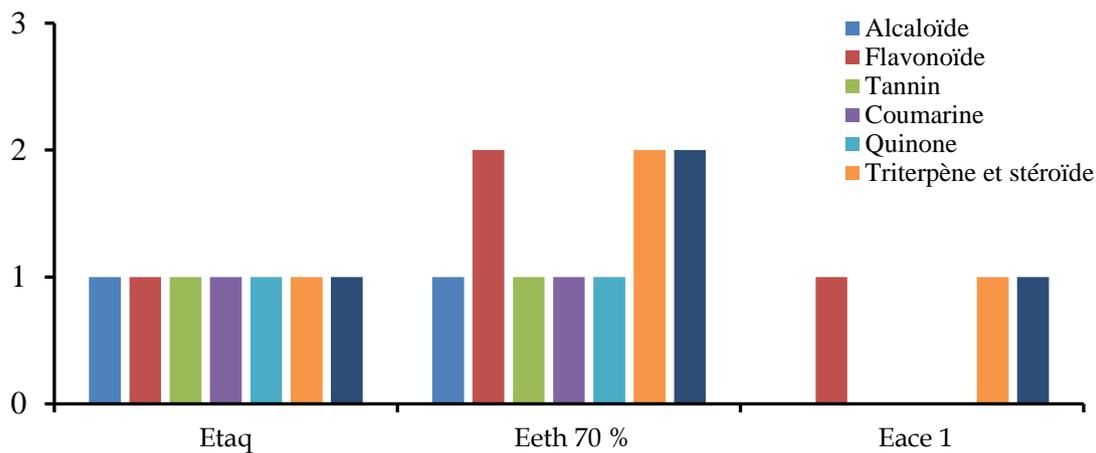


Figure 6 : Composés phytochimiques des extraits de *Capsicum frutescens* (soudanais).

Les extraits aqueux et éthanolique 70 % de *Capsicum frutescens* (attié) contiennent les mêmes composés chimiques. Cependant, les flavonoïdes sont plus abondants dans les extraits éthanoliques (figure 7).

Les extraits aqueux et éthanolique 70 % de *Capsicum frutescens* (doux) et *Capsicum frutescens* (oiseau) contiennent les mêmes composés chimiques avec les mêmes quantités (figure 8 et 9).

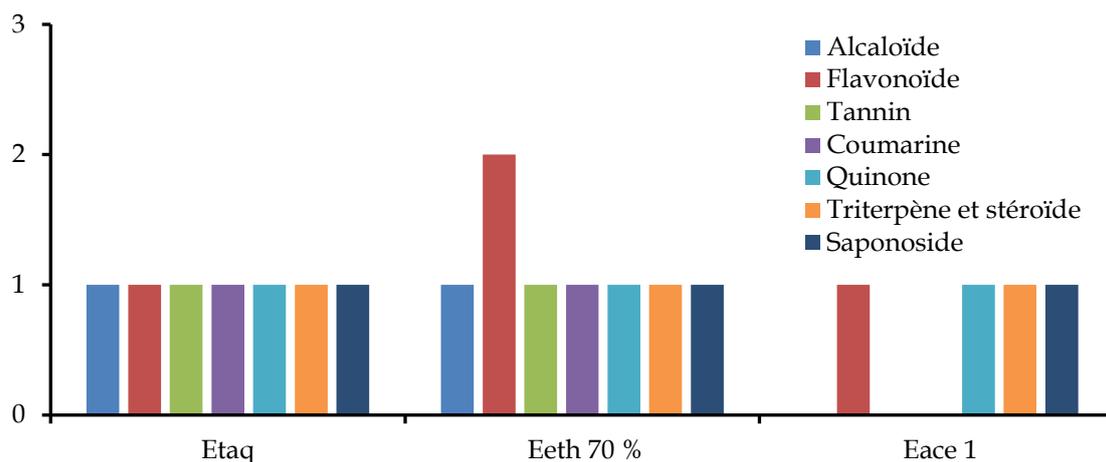


Figure 7: Composés phytochimiques des extraits de *Capsicum frutescens* (attié)

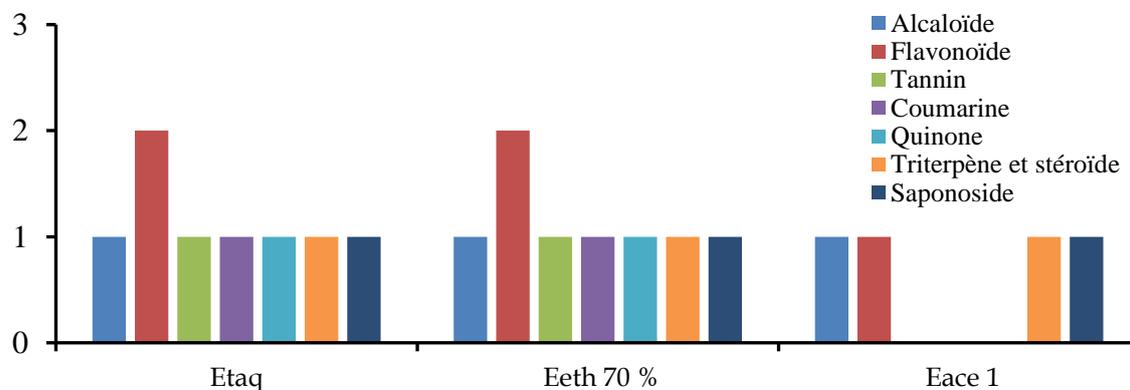


Figure 8: Composés phytochimiques des extraits de *Capsicum frutescens* (doux).

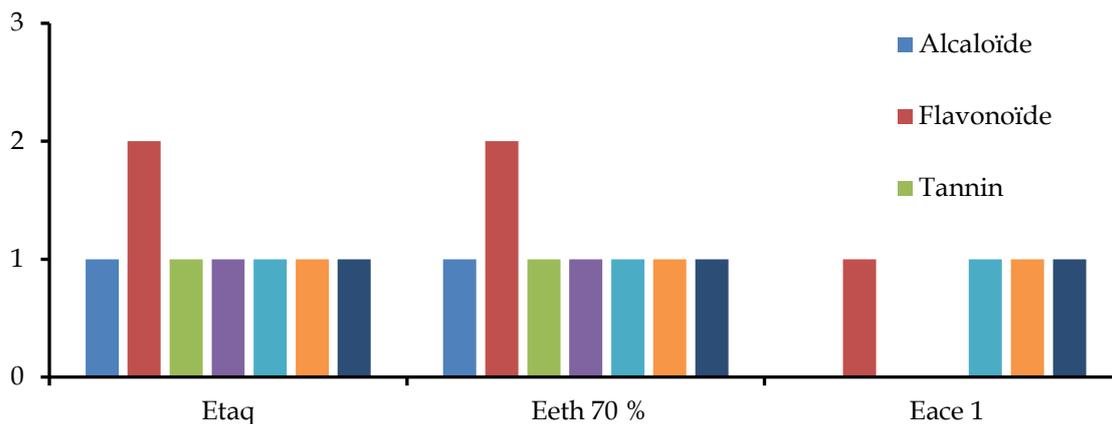


Figure 9: Composés phytochimiques des extraits de *Capsicum frutescens* (oiseau).

Les extraits aqueux, éthanoliques 70 % et à l'acétate d'éthyle de *Capsicum chinense* (pendulum) contiennent pratiquement tous les composés chimiques recherchés en plus ou moins grande quantité selon les extraits. Les mêmes

types de composés chimiques apparaissent dans les extraits aqueux et éthanolique 70 %. Cependant, les saponosides et les alcaloïdes sont plus importants dans les extraits éthanoliques 70 % (figure 10).

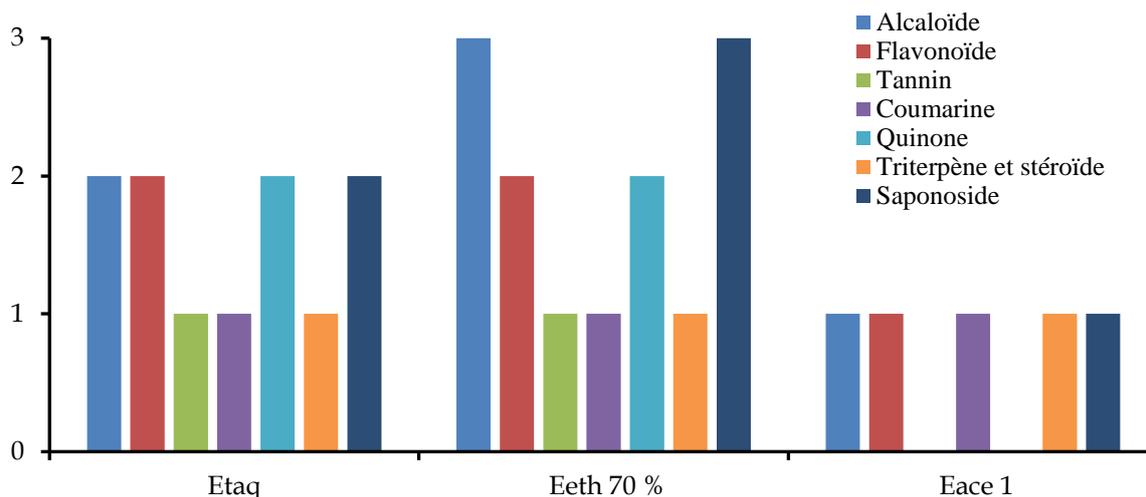


Figure 10: Composé phytochimiques des extraits de *Capsicum chinense* (pendulum)

Discussion

Quant De façon générale, les différentes variétés de *Capsicum sp.* utilisées ont montré une activité inhibitrice sur des moisissures d'origine alimentaire.

Toutefois, les variétés de *Capsicum sp.*, testées ont présenté des diamètres d'inhibition quelle que soit la nature de l'extrait sur quatre des souches fongiques étudiées notamment, *Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, et *Aspergillus flavus*. Ces résultats corroborent ceux de Koffi-Nevry et al. (2012). En effet, ces auteurs ont montré que *Capsicum annum* et *Capsicum frutescens* présentaient des activités inhibitrices contre certaines bactéries pathogènes telles que *E. coli*,

Vibrio cholerea, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Le diamètre le plus élevé a été obtenu avec l'extrait éthanolique 70 % de *Capsicum chinense* (pendulum) sur la souche de *Alternaria sp.* (19,66 mm). Selon Biyiti et al. (2004), un extrait est considéré comme actif s'il induit une zone d'inhibition supérieure ou égale à 10 mm. Ainsi, les extraits aqueux, éthanolique 70 % et à l'acétate d'éthyle peuvent être considérés comme actifs sur *Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*. Aucun extrait n'a eu d'effet sur la croissance de *Aspergillus niger*. Ces résultats corroborent ceux de Tournas et Katsoudas (2005) et ceux de Ouattara et al. (2009) qui ont montré que certaines

espèces de *Aspergillus* sont particulièrement résistantes aux agents thérapeutiques. Les plus faibles valeurs du paramètre inhibitrice CMI = 0,84 mg/mL ont été obtenues avec la souche *Alternaria sp.* en présence des extraits éthanoliques 70 % de *Capsicum chinense* (pendulum). Selon Daroui-Mokaddem (2012), les diamètres d'inhibition ont un rapport avec les valeurs de CMI recherchées c'est-à-dire que les extraits de *Capsicum sp.*, ayant des diamètres d'inhibition les plus élevés sont ceux qui possèderaient les CMI les plus faibles.

L'étude phytochimique a permis de mettre en évidence la présence de différents groupes de composés phytochimiques chez les différentes variétés de piments étudiées. Ce sont notamment, les alcaloïdes, les composés phénoliques (flavonoïdes, tanins, quinones, coumarines) et les composés terpéniques (triterpènes, stéroïdes, saponosides). Ces résultats corroborent ceux obtenus par Kouassi et al. (2012) qui ont travaillé sur les extraits de *Capsicum annuum* et ceux de *Capsicum frutescens*.

En effet, ces derniers ont mis en évidence la présence de stéroïdes, de terpènes, de flavonoïdes, de polyphénols et de quinones dans les extraits de *Capsicum annuum* et dans ceux de *Capsicum frutescens*. De même, N'guessan et al. (2009) ont trouvé ces composés phytochimiques (flavonoïdes, terpènes, polyphénols et quinones)

Conclusion

Les extraits aqueux, éthanolique et à l'acétate d'éthyle des variétés de piment étudiée possèdent une activité inhibitrice sur les souches pathogènes responsables de l'altération des aliments notamment, *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, et *Aspergillus flavus*. Cependant *Capsicum chinense* (variété pendulum) et *Capsicum annuum* (variété antillais) ont été les variétés les plus actives sur les souches fongiques testées. De même, cette étude a permis de mettre en évidence la richesse en principes actifs des extraits aqueux, éthanolique 70 % et à l'acétate d'éthyle des variétés de piment étudiées. Les composés phytochimiques les plus importants révélés dans ce travail sont les alcaloïdes, les polyphénols et les

dans les extraits de *Capsicum sp.*, lors de leur étude sur le criblage phytochimique de quelques plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Les extraits aqueux, éthanolique 70 % et à l'acétate d'éthyle ont montré la présence de flavonoïdes, de tanins et d'alcaloïdes dans les variétés de *Capsicum sp.*. Des résultats similaires ont été obtenus par Nsambu et al. (2014) lors de leur étude sur l'évaluation in vitro de l'activité insecticide des extraits de *Capsicum frutescens* contre les insectes ravageurs des cafeiers.

La connaissance de la nature de ces composés chimiques a permis d'établir une relation entre les activités inhibitrices des extraits de *Capsicum sp.*, et leur composition chimique. L'activité inhibitrice des extraits aqueux et éthanolique 70 % pourrait être attribuée à la présence des alcaloïdes dont les propriétés antimicrobiennes sont avérées (Singh et al., 2012). De même, l'activité inhibitrice des extraits de *Capsicum sp.*, pourrait également être due à la présence des composés phénolique et terpénique.

En effet, selon Chebli et al. (2003), de nombreux travaux ont souligné l'efficacité antifongique des phénols et terpènes des extraits de plantes. Le mécanisme de la toxicité des phénols envers les champignons est basé sur l'inactivation des enzymes fongiques qui contiennent le groupement SH (groupement sulfhydryle) dans leur site actif (Celimene et al., 1999).

composés terpéniques. Les composés les plus actifs et les plus importants en termes de quantité sont les flavonoïdes suivis des alcaloïdes. Les variétés qui ont plus de composés sont *Capsicum annuum* (antillais) et *Capsicum chinense* (pendulum).

Cette abondance en principe actif confère aux piments, des propriétés remarquables, ce qui pourrait justifier ses multiples indications thérapeutiques et pour lesquelles le piment est utilisé en médecine traditionnelle. Ces groupes de composés dont l'activité principale est antimicrobienne ont un intérêt dans diverses pathologies telles que, le cancer et les infections microbiennes.

Références

Abekhti A., 2017. Evolution du concept de la sécurité alimentaire et l'importance de l'intégration du bien-être du citoyen dans les systèmes alimentaires. Recherche dans le cadre du concours de recherche sur la sécurité alimentaire et le confort du citoyen. Département

sciences de la nature et de la vie (Faculté sciences et technologies), Université Ahmed Dray-Adra, 30 p.

Adenike A.O.O., Nonye I.I. et Olokayode M.O., 2006. Characterization and recovery rates of food-indicator microorganisms from home-made oral rehydration

- solutions in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 5 (8), 603-608.
- Angeh J.E., Huang X., Sattler I., Eloff J.N., 2007.** Antimicrobial and anti-inflammatory activity of four known and one new triterpenoid from *Combretum imberbe* (Combretaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 110(1): 56-60.
- Biyiti L.F., Meko'o D.J.L., Tamzc V. et Amvam Z.P.H., 2004.** Recherche de l'activité antibactérienne de quatre plantes médicinales camerounaises. *Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, 13: 11-20.
- Boxman I., Tilburg J., Loeke N., Vennema H., De Boer E. et Koopmans M., 2007.** An efficient and rapid method for recovery of norovirus from food associated with outbreaks of gastroenteritis. *Journal of Food Protection*, 70: 504-508.
- Celimene C.C., Micales J.A., Ferge L. et Young R.A., 1999.** Efficacy of pinosylvins against white-rot and brown-rot fungi. *Holzforschung*, 53: 491-497
- Chebli B., Achouri M., Idrissi Hassani L.M. et Hmamouchi M., 2003.** Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers. *Journal of Ethnopharmacology*, 89: 165-169.
- Daroui-Mokaddem H., Kabouche A., Bouacha M., Soumati B., El-Azzouny A., Bruneau C., Kabouche Z., 2010.** GC/MS analysis and antimicrobial activity of the essential oil of fresh leaves of *Eucalyptus globulus*, and leaves and stems of *Smyrniolobos olusatrum* from Constantine (Algeria). *Natural Product Communications*, 5(10): 1669-72.
- Delahousse G., 2003.** Les plantes à propriétés antifongiques. *Thèse de Doctorat en Pharmacie Université de Nantes (France)*, 109 p.
- Diallo A., 2005.** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* Willd. (Myrtaceae). *Thèse de Doctorat en Pharmacie Université de Bamako. Mali*, 100 p.
- Dumartin C., Rogues A.M., L'Hériteau F., Péfau M., Bertrand X., Jarno P., Boussat S., Giard M., Savey A., Angora P., Ali-Brandemeyer O., Machut A., Alfandari S., Rémy E., Schlemmer B., Touratier S. et Vaux S., 2012.** Numéro thématique-Surveillance de la consommation et de la résistance aux antibiotiques, 42 (43) : 471-493.
- Etuaful S., Carbone B & Grosset J., 2005.** Efficacy of the combination rifampin-streptomycin in preventing growth of *Mycobacterium ulcerans* in early lesions of Buruli ulcer in humans. *Antimicrob Agents Chemother*, 49: 3182-3186.
- Koffi-Nevry R., Kouassi C.K., Zinzerdorf Y.N., Koussémon M. et Yao G.L., 2012.** Antibacterial activity to two bell pepper extracts: *Capsicum Annuum* L and *Capsicum frutescens*. *International Journal of food Properties*, 15: 961-971.
- Kouassi K.C. et Koffi-Nevry R., 2012.** Evaluation de la connaissance et utilisation des variétés de piment (*Capsicum* sp.) cultivées en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6: 175-785.
- Kouassi K.C., Nangama Y., Z., Lathro J., S., Aka S. et Koffi-Nevry R., 2012.** Bioactive compounds and some vitamins from varieties of pepper (*Capsicum*) grown in Côte d'Ivoire. *Pure Applied Biology*, 1(2): 40-47.
- Koné H., Asimi S., Guissou I.P. et Nacoulma O.G., 2008.** Etude de l'activité antimicrobienne d'extraits de *Parkia biglobosa* (JACQ.) benth. sur des souches de *Staphylococcus aureus*. *Pharmacologie et Médecine Traditionnelle Africaine*, 15: 1-5.
- Moroh J.-L.A., Bahi C., DJE K., Loukou Y.G. et Guede-Guina F., 2008.** 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*, 77: 44-61.
- N'guessan K., Kadja B., Zirihi G. N., Traoré D., Aké L.A., 2009.** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences et Nature*, 6 (1): 1-15.
- Nsambu M., Muhigwa B., Rubabura K., Bagalwa M. et Bashwira S., 2014.** Evaluation in vitro de l'activité insecticide des alcaloïdes, saponines, terpenoïdes et stéroïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) contre *Antestiopsis orbitalis ghesquierei*, insectes ravageurs des cafeiers. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(3): 1231-1243.
- O.M.S., 2006.** Maladies infectieuses en Afrique. Situation et perspectives d'action 7eme Réunion du forum pour le partenariat avec l'Afrique. Moscou, Russie. 19 p.
- Quattara S., Kra A.K.M., Kporou K.E. et Guede-Guina F., 2009.** Evaluation de l'activité antifongique des extraits de *Terminalia ivorensis* (tekam 2) sur la croissance in vitro de *Aspergillus fumigatus* (assestement of the antifungal activity of *Terminalia ivorensis* (tekam 2) extracts on the in vitro growth of *Aspergillus fumigatus*). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 78: 302-310.
- Portet B., Fabre N., Roumy V., Gornitzka H., Bourdy G., Chevalley S., Sauvain M., Valentin A., Moulis C., 2007.** Activity-guided isolation of antiplasmodial dihydrochalcones and flavanones from *Piper hostmannianum* var. *berbicense*. *Sciences Direct, Phytochemistry*, 68: 1312-132.
- Singh R., Dar S.A. et Sharma P., 2012.** Antibacterial activity and toxicological evaluation of semi purified hexane extract of *Urta dioica* leaves. *Research Journal of Medicinal Plant*, 6: 123-135.
- Tournas V.H. et Katsoudas E., 2005.** Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. *International Journal of Food Microbiology*, 105: 11-17.