



**Original Paper**

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

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

## Effet antifongique de deux extraits de plantes sur les agents pathogènes identifiés sur des fruits de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Nord Cameroun

Aurélie Irène Claire Ngobisa NYAKA<sup>1\*</sup>, Sine Nsangou Mfiya Zahrah FADIMATOU<sup>2</sup>,  
Camille Ulrich Dzoyem DZOKOUO<sup>1</sup>, Sali BOUROU<sup>3</sup> et Aoudou YAOUNBA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Station Polyvalente de Recherche de Njombé, BP 13 Njombé, Cameroun.

<sup>2</sup>Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale (MINADER), Division de l'Enseignement et de la Formation Agricole coopératives et communautaires (DEFACC) de Yaoundé, BP 2123 Yaoundé, Cameroun.

<sup>3</sup>Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Station Polyvalente de Recherche de Garoua, BP 415 Garoua, Cameroun.

<sup>4</sup>Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA), Université de Dschang, BP 222 Dschang, Cameroun.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [boulnyaka@yahoo.com](mailto:boulnyaka@yahoo.com); Tél. (+237) 691 846 161.

Received: 24-02-2021

Accepted: 15-06-2021

Published: 30-06-2021

### RESUME

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), importante culture de rente, est confrontée à la menace de nombreux pathogènes qui entravent sa productivité au Cameroun. Dès lors, cette étude se propose de déterminer le potentiel d'une lutte biologique à base d'extraits végétaux sur les champignons pathogènes identifiés sur des fruits prélevés dans le bassin de la Benoué. Pour atteindre ces objectifs, l'identification des agents pathogènes des fruits, des tests de pathogénicité et l'évaluation de l'effet antifongique *in vitro* et *in vivo* des extraits de piments et de neem ont été effectués. Les résultats ont montré que ces fruits abritent une diversité d'espèces fongiques dont les principales sont *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium anacardii*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger* et *Phytophthora* sp. Les tests de pathogénicité ont produit les symptômes des maladies observées sur le terrain. L'huile de neem et les extraits de piment ont inhibé totalement la croissance de *C. gloeosporioides*, *O. anacardii* et *A. niger* aux doses respectives de 7,5% v/v et 75 mg/ml. Cependant, l'huile de neem s'est avérée plus efficace. Ces résultats représentent des sources d'information précieuses pour l'implémentation d'une stratégie de lutte intégrée contre les agents pathogènes de l'anacardier à l'origine de la baisse de sa productivité, affectant ainsi son potentiel économique.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Champignons, neem, piment, pathogénicité, inhibition.

## Antifungal effect of two plant extracts on pathogens identified on fruits of Cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) in North Cameroon

### ABSTRACT

The Cashew tree (*Anacardium occidentale* L.), an important cash crop, is challenged by the proliferation of pathogens that affect its productivity in Cameroon. Therefore, this study aims to determine the potential of a

biological control based on plant extracts on pathogenic fungi identified on fruits collected in the Benoué basin. To achieve these objectives, identification of fruit pathogens, pathogenicity tests and evaluation of the *in vitro* and *in vivo* antifungal effect of chilli and neem extracts were carried out. The results showed that these fruits harbour a diversity of fungal species, of which the main ones are *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium anacardii*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger* and *Phytophthora* sp. The pathogenicity tests have generated the symptoms of the diseases observed in the field. Neem oil and chilli extracts completely inhibited the growth of *C. gloeosporioides*, *O. anacardii* and *A. niger* at doses of 7.5% v/v and 75 mg/ml respectively. However, neem oil proved to be more effective. These results represent valuable sources of information for the implementation of an integrated pest management strategy against cashew pathogens that impede the productivity of the tree, thereby affecting its economic potential.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Fungi, neem, chilli pepper, pathogenicity, inhibition.

---

## INTRODUCTION

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est une culture tropicale issue des zones désertiques, disposant d'un fort potentiel de croissance économique (Dedehou et al., 2015) en raison des multiples atouts qu'offre son fruit composé d'une partie supérieure appelée pomme de cajou et d'une partie inférieure appelée noix de cajou ou anacarde. La noix de cajou représente le principal produit commercial de l'anacardier (Martinez et al., 2011). Il est en effet transformée et utilisée dans plusieurs domaines dont l'agroalimentaire, la cosmétologie, la médecine, l'industrie automobile (Aliyu et Awopetu, 2007). La production mondiale de noix de cajou brute est passée de 0,29 million de tonnes en 1961 à 4,9 millions de tonnes en 2016, en raison du développement des capacités de production dans les différents pays. La proximité de l'Afrique avec les États-Unis et l'Europe, les plus grands marchés du monde pour les dérivés de la noix de cajou, est un avantage. L'Afrique est donc de plus en plus sollicitée pour l'expansion de la production de noix de cajou pour combler le déficit d'approvisionnement en matières premières dans les industries de transformation (Jemal et Yalew, 2019). Dans l'Extrême Nord du Cameroun, de nombreux projets sont en cours pour développer la production de noix de cajou (Jules et al., 2020) avec un objectif immédiat qui est la commercialisation et à moyen-long terme la transformation locale en produits

dérivés. Bénéficiant d'un accompagnement institutionnel complet et d'une géographie favorable, la filière pourrait peser d'ici 2023, quelque 5,5 milliards de FCFA et contribuer significativement à l'emploi des jeunes, ainsi qu'à l'amélioration des revenus agricoles au Cameroun. Malheureusement, la noix de cajou est menacée par de nombreuses contraintes biotiques et abiotiques qui entraînent d'importantes pertes de rendement (Issa et al., 2017).

Les nuisances biotiques constituent un véritable frein à la production de l'anacarde et sont principalement imputables aux ravageurs et aux maladies (Balogoun et al., 2014). Parmi les nombreux facteurs qui limitent sa production, les maladies ont été citées comme étant à l'origine des coûts de production élevés, de la mauvaise qualité des noix et du faible prix du marché (Dadili et al., 2018). Dans les études menées sur le continent africain, où la production de noix de cajou est une activité agricole importante, aucune étude sur les dommages n'a été réalisée lorsque la maladie est associée à la production de la plante (Joilson et al., 2019). Au Cameroun, une étude récente a permis de mettre en évidence la susceptibilité de l'anacardier aux maladies d'origine fongique (Jules et al., 2020). Par ailleurs, en Côte d'Ivoire, l'attaque des plantations par le champignon pathogène *Colletotrichum gloeosporioides* peut causer jusqu'à 72% des pertes de production en noix de cajou en conditions favorables à son

développement, avec pour conséquence des pertes économiques pouvant atteindre 221 576 FCFA/ha (Dénis et al., 2018). Selon le document de stratégie nationale de développement des chaînes de valeurs de la filière anacarde au Cameroun 2019-2023, les bassins de production identifiés de l'anacarde sont pour l'essentiel situés dans l'Extrême Nord, le Nord, l'Adamaoua, l'Est et une partie de la région du centre, notamment dans le Département du Mbam. Considérant l'étendue des zones de production et l'importance de cette plante pour l'amélioration des revenus agraires d'une part et d'autre part le déficit de connaissances sur les menaces pathologiques associées aux produits de récolte suivant la spécificité des zones de production, il est plus que urgent de faire un état des lieux des dangers qui pèsent sur les fruits de l'anacardier et de proposer des pistes de solutions appropriées pour y faire face. Dès lors, cette étude a un double objectif à savoir : (1) contribuer à l'identification des principaux agents pathogènes de l'anacardier au Cameroun et (2) évaluer le potentiel d'une lutte biologique en conditions contrôlées en utilisant des extraits de plantes à potentiel pesticide.

## MATERIEL ET METHODES

### Site de l'étude

Le bassin de production de la Bénoué a été la zone de collecte des données. Les enquêtes de cette étude ont été faites dans cinq localités de ce Département. Il s'agit des localités de Ngong, de Lagdo, de Garoua 3<sup>ème</sup>, de Mayo Dadi et de Kismatari (Figure 1).

### Collecte des échantillons

L'échantillonnage a été fait suivant l'âge et l'état physiologique des vergers d'anacardiers (arbre en production). Dans chaque verger, des échantillons de fruits ont été prélevés sur la base des symptômes visibles des maladies puis conservés dans des sacs de congélation sur lesquels étaient marqués le numéro de collecte, la date et le nom de la

localité. Ils ont par la suite été transportés à température basse (dans une glacière) au laboratoire.

### Isolation, purification et caractérisation

Les isolations ont été faites en suivant la méthode décrite par Lepoivre (2003). Les échantillons prélevés en champs ont été ramenés au Laboratoire National d'Analyse Diagnostique des produits et des intrants agricoles (LNAD) logé à la Direction de la Réglementation et du Contrôle de Qualité des intrants et des produits agricoles (DRCQ) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER). Ils ont été disposés individuellement sur 3 couches de papier filtre stérile, humidifié à l'eau distillée stérile. Dans chaque boîte de Pétri contenant le milieu de culture PDA (*Potato Dextrose Agar*), les fragments (05) d'organes infectés ont été ensemencés suivant une disposition équidistante et incubés à température ambiante (25 à 28 °C) pendant 48 à 72 heures ; période nécessaire à l'induction de la sporulation et la formation de conidies spécifiques aux agents pathogènes. Les caractérisations morphologiques du contenu fongique des boîtes ensemencées sont faites à une fréquence journalière. Après des repiquages successifs dans de nouvelles boîtes de Pétri, les cultures pures des agents pathogènes ont été obtenues.

Une partie des cultures pures a été prélevée et observée au microscope optique de marque IRMECO IM-660BI et décrite sur la base des guides d'identification référencés (Barnett et Hunter, 1987; Afouda et al., 2013). Cette description microscopique a permis de caractériser la morphologie du mycélium (septé ou non septé) et les fructifications des conidies de chacune des espèces observées.

### Test de pathogénicité

Le test de pathogénicité a été réalisé en exploitant des cultures pures de trois agents pathogènes majeurs (*Colletotrichum*

*gloeosporioides*, *Oïdium anacardii*, *Aspergillus niger*) scellés dans des boîtes de Pétri avec du para film et conservés à une température de 18 à 20 °C.

Les isolats des trois agents pathogènes sélectionnés ont été inoculés à des fruits sains physiologiquement matures qui n'ont subi aucun traitement chimique après récolte. Les fruits ont été désinfectés par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 1% pendant 5 minutes pour neutraliser les contaminations superficielles. Ils ont été rincés 3 fois avec de l'eau distillée stérile, puis déposés sur du papier Whatman pour essorage.

Deux types d'inoculation (inoculation brutale et inoculation douce) ont été faites suivant la méthode décrite par Kouame et al. (2011), afin de déterminer le mode d'attaque de chaque souche. Pour chaque type d'inoculation, 2 répétitions de 12 fruits repartis en 4 lots de 3 fruits chacun ont été utilisés. Les lots correspondaient, en plus du témoin, au nombre d'agents pathogènes testés.

Les fruits inoculés ont été déposés dans des bacs à raison de 4 fruits par bac et incubés au laboratoire à  $28 \pm 2$  °C et une hygrométrie de  $60 \pm 5\%$ . Quarante-huit heures après inoculation, les premières observations des symptômes apparents sur les fruits infectés ont été faites et ces observations ont été effectuées sur une période totale de 14 jours. Les données recueillies ont permis de calculer la période d'incubation (PI) et le taux de lésions (TL), selon les formules décrites par Shuman (2001):

**PI (jours) = Date d'observation des 1<sup>ères</sup> lésions – la date de l'inoculation**

$$\% \text{ Lésions} = \frac{\text{Nombre de points inoculés ayant produit des lésions}}{\text{Nombre total de points inoculés}} \times 100$$

### **Evaluation de l'efficacité *in vitro* et *in vivo* de certains extraits de plantes sur la croissance et la sévérité des agents pathogènes isolés**

Deux extraits de plante à potentiel fongicide ont été sélectionnés pour évaluer leur

efficacité sur l'inhibition des principaux champignons pathogènes de l'anacardier. Il s'agit des extraits à l'huile de neem (*Azadirachta indica*) et des extraits de poudre de piment (*Capsicum annum*) dont les concentrations sont présentées dans le Tableau 1.

### **Préparation des extraits de plante**

#### **Extraits de piment**

Pour obtenir les extraits de piment, 1 Kg des fruits de *Capsicum annum* de la variété antillaise a été utilisé. Ils ont été triés, lavés et séchés à l'étuve à 55 °C pendant 10 jours jusqu'à obtention d'un poids sec constant (environ 155 g). Les fruits séchés ont été introduits dans un mixeur électrique (Retsch GM 200 à 3000 trs/min). Le mélange obtenu a été tamisé (mailles du tamis 2 mm) pour l'obtention d'une fine poudre de piment. La poudre produite a servi à la production des extraits selon la méthode décrite par N'guessan et al. (2007). L'application de cette méthode a permis d'obtenir deux types d'extraits : un extrait aqueux et un extrait éthanolique.

#### **Extraits de neem**

L'huile de neem utilisée pour les tests a été obtenue par pression mécanique à froid. Ce type d'extraction a pour but d'obtenir une huile végétale exempt de tout contact avec des produits chimiques. A la fin de l'extraction, on obtient une huile de neem brute (mélange d'huile et de boue), qui est par la suite épurée à l'aide des filtres à café. L'huile de neem filtrée obtenue à la fin du processus d'extraction a été conditionnée dans des bouteilles plastiques adaptées.

### **Evaluation de l'activité antifongique *in vitro* des extraits de plante**

L'évaluation *in vitro* de l'activité antifongique des extraits de plantes a été faite par la méthode de dispersion en milieu solide (Yaouba et al., 2017). Deux paramètres ont permis d'évaluer l'activité fongique *in vitro* des extraits, notamment la croissance radiale et la nature de leur toxicité.

### **La croissance radiale des pathogènes**

La croissance radiale (C) de ces pathogènes a été évaluée en mesurant tous les jours et à la même heure l'évolution de la croissance mycélienne. Les données relevées ont été exploitées en utilisant la formule suivante :

$$C = \frac{(d1 + d2)}{2} - d0$$

Avec : C= croissance radiale, d1 et d2 = diamètre de la culture mesurée dans les deux directions perpendiculaires, d0 = diamètre de l'emporte-pièce.

Les données sur la croissance radiale ont été transformées en pourcentages d'inhibition (PI), suivant la formule proposée par Dohou et al. (2004), afin de comparer la croissance du pathogène obtenue sur milieu supplémenté ou non en extrait de plantes.

$$PI = \frac{DT - D}{D} \times 100$$

Avec : D<sub>T</sub> = Diamètre de croissance de la boîte de Pétri témoin négatif, D = Diamètre de croissance de la boîte de Pétri supplémentée de l'extrait de plantes.

Ce test d'évaluation *in vitro* des extraits a été fait suivant un dispositif complètement randomisé avec 3 répétitions. Les valeurs d'inhibition à 50% (CE<sub>50</sub>) et à 90% (CE<sub>90</sub>) ont été obtenues en transformant les pourcentages d'inhibition en probits avant analyse.

### **Nature de la toxicité des extraits de plantes**

L'évaluation de la nature de la toxicité a consisté à voir si l'inhibition de la croissance mycélienne observée s'est accompagnée d'un effet fongicide ou fongistatique de l'extrait. A cet effet, des explants de mycélium dont l'inhibition a été totale sur le milieu PDA supplémenté en extrait de plante ont été repris et déposés aseptiquement sur milieu PDA sans extrait, à proximité d'une flamme de bec Bunsen, sous une hotte à flux laminaire. Après 14 jours d'incubation à une température comprise entre 18-20 °C, l'activité de l'extrait a été considérée comme fongistatique s'il y a eu reprise de la croissance de l'espèce fongique et fongicide dans le cas contraire.

### **Evaluation de l'activité antifongique *in vivo* des extraits de plantes**

#### **Préparation de l'inoculum**

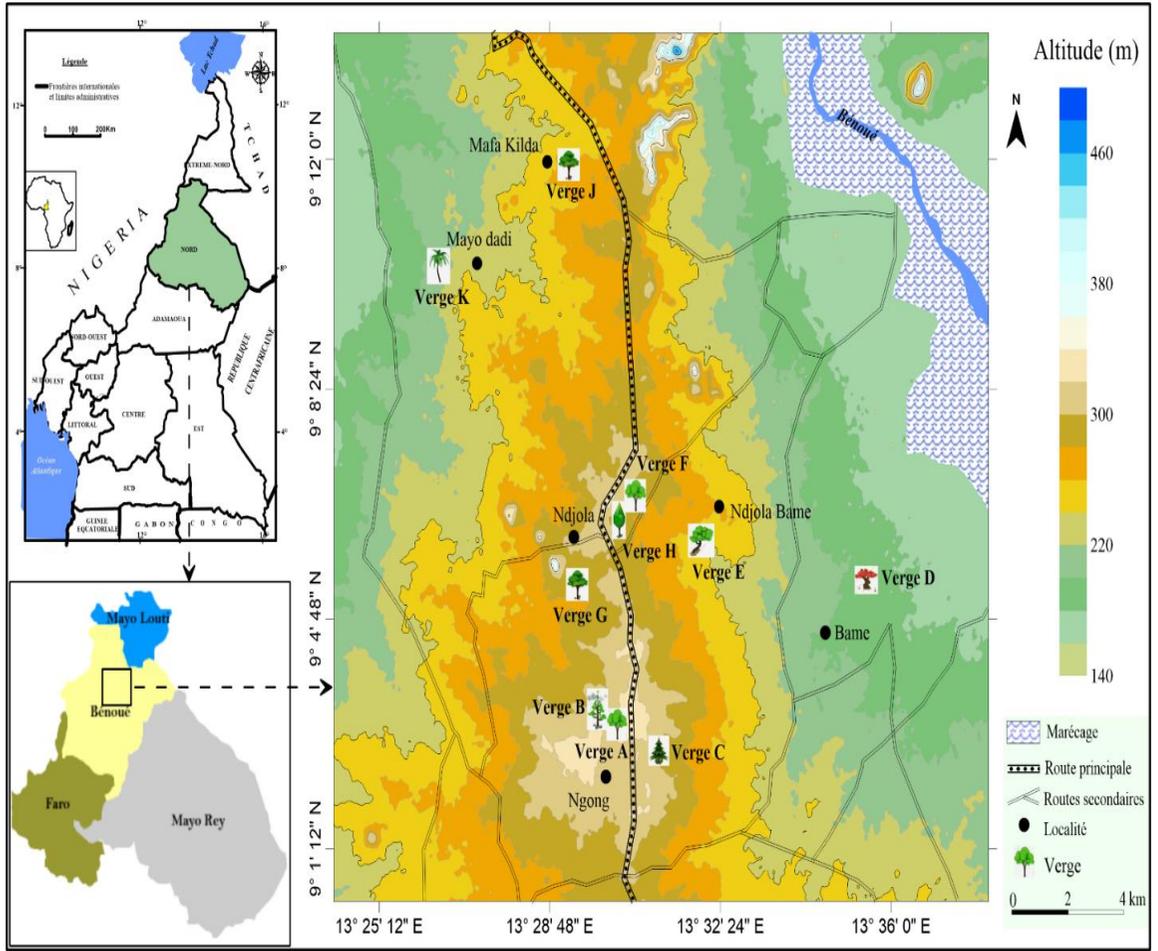
L'inoculum a été préparé à partir des cultures pures de différentes souches fongiques âgées de 21 jours. La suspension de spores a été obtenue en mélangeant la culture pure de chaque champignon avec 20 mL d'eau distillée stérilisée. Après filtration (pour éliminer les fragments mycéliens), une goutte de Tween 20 a été ajoutée pour homogénéiser la suspension. La quantification des inocula a été faite à l'aide d'une cellule de Thomas à 5x10<sup>4</sup> spores/mL.

#### **Inoculation sur des fruits sains d'apparence**

L'inoculation des fruits a été faite suivant la méthode décrite par Chuku et al. (2010), qui a été modifiée et adaptée à notre étude. En effet, les fruits apparemment sains ont été lavés à l'eau du robinet, une fois séchés, ils ont été désinfectés superficiellement avec de l'alcool 95°. Ces fruits ont reçu simultanément 50 µl d'inoculum et 50 µl d'extraits à des concentrations différentes au niveau de la zone de l'épicarpe préalablement blessées à l'aide d'un pinceau métallique. Le mancozèbe et l'eau distillée stérile ont servis respectivement de témoin positif et de témoin négatif. Tous ces fruits ont été placés dans des plaques en plastique contenant du coton hydrophile imbibé d'eau distillée stérile pour maintenir l'humidité. Après 5 jours d'incubation à température ambiante, la surface des lésions observée sur les fruits testés a été mesurée à l'aide d'une règle graduée.

#### **Analyse des données**

Les données ainsi recueillies ont subi une analyse statistique en utilisant le modèle linéaire généralisé (GLM) du logiciel SAS 9.0. Elles ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA). Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% a permis de faire la séparation des moyennes quand l'analyse de variance était significative. La présentation des résultats sous forme graphique est le reflet des données enregistrées et exploitées sous Microsoft Office Excel.



**Figure 1:** Localisation du site de l'étude et des principaux points d'échantillonnage.



**Figure 2 :** Fruits de l'anacardier présentant des signes de (a) pourritures avec des taches rouges et (b) revêtements minces, gris-blanc et poudreux.

**Tableau 1 :** Concentrations utilisées pour évaluer l'effet antifongique des extraits.

<b>Extraits</b>	<b>Concentrations (en mg/mL)</b>		
Extraits éthanoliques	25	50	75
Extraits aqueux	25	50	75
	<b>Concentrations (en % v/v)</b>		
Huile de neem	5	7,5	10

## RESULTATS

### Site de l'étude

Le Tableau 2 ci-après renseigne sur la répartition des arbres échantillonnés dans les différentes localités prospectées dans le département de la Bénoué. Il ressort de ce tableau que 13 vergers ont été inspectés dans l'ensemble des localités considérées. Dans chacun des vergers suivis, 10 arbres ont été choisis. Soit au total, 130 arbres échantillonnés aléatoirement et observés dans le cadre de cette étude.

### Description des symptômes

Certains fruits malades présentaient des taches rouges, des dessèchements des parties infestées qui, par la suite noircissent en prenant un aspect pourri. D'autres montraient un revêtement mince, gris-blanc et poudreux (Figure 2).

### Identification des agents pathogènes

Huit espèces appartenant à 5 classes fongiques ont été isolées et identifiées à partir des cultures pures (Figure 3) des échantillons des champignons pathogènes collectés dans les 5 localités enquêtées. La caractérisation au microscope des isolats au 12<sup>ème</sup> jour permet de mettre en évidence des traits propres aux différents agents pathogènes que sont *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium anacardii*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger*, *Phytophthora* sp., *Penicillium* sp., *Lasiodiplodia* sp. et *Alternaria* sp. (Tableau 3).

### Pathogénicité des principaux champignons isolés sur l'anacardier

La ré-isolation des fruits inoculés ont produits les mêmes symptômes que ceux observés sur le terrain (Figure 4).

#### Durée d'incubation

Le temps nécessaire à l'apparition des premiers symptômes sur les fruits après inoculation (durée d'incubation) par la méthode brutale a été de 6 jours pour tous les isolats. En revanche, avec la méthode d'inoculation douce, les isolats de *C. gloeosporioides* et *O. anacardii* ont induit des symptômes après 8 jours d'inoculation et l'isolat d'*A. niger* après 10 jours d'inoculation (Tableau 4).

#### Taux de lésions

Les taux de lésion causés par les isolats n'ont pas été statistiquement différents selon les méthodes d'incubation au seuil de 5%. Par contre, ces taux de lésions ont variés significativement en fonction du temps d'incubation (6, 10 et 14 jours) pour tous les isolats testés (Tableau 5).

### Effet *in vitro* des extraits de piment et de l'huile de neem

Bien que la réponse n'ait pas été uniforme, tous les extraits ont eu un effet sur la croissance radiale et le pourcentage d'inhibition des différentes souches fongiques testées.

#### Effet des extraits de plantes sur la croissance radiale des différents pathogènes

La Figure 5 montre l'évolution de la croissance radiale des champignons testés. Aucune croissance (radiale) n'a été observée

dans les boîtes de Pétri traitées à l'extrait éthanolique de piment à la dose de 75 mg/mL ; tandis qu'avec les doses inférieures à celle-ci, nous avons constaté une croissance significative des différents champignons pathogènes qui est inférieure à celle du témoin négatif (Figure 5A).

L'extrait aqueux de piment a eu un effet dépressif sur la croissance radiale des différents champignons. Cet effet a été total pour *C. gloeosporioides* et *O. anacardii* à la dose de 75 mg/mL, mais pas sur *A. niger* qui présentait une croissance significativement inférieure à ceux traités au mancozèbe (Figure 5B).

L'huile de neem a inhibé totalement la croissance radiale d'*A. niger* à partir de la dose minimale de 5% v/v utilisée dans l'essai. Par ailleurs, *C. gloeosporioides* et *O. anacardii* ont montré une croissance bien que faible à la concentration de 5% v/v et une inhibition totale à la dose de 7,5% v/v (Figure 5C).

#### **Effet des extraits des plantes sur le pourcentage d'inhibition**

Les différents extraits de plantes ont inhibé la croissance de chacune des espèces fongiques à des degrés variés. La croissance mycélienne des champignons s'est avérée être variable selon la souche testée, le type d'extrait ainsi que la dose appliquée (Figures 6).

L'huile de neem a inhibée à 100% le développement d'*A. niger* à une concentration de 5% v/v. Par contre, à cette même concentration, le taux d'inhibition était de 88% et 78% respectivement pour *C. gloeosporioides* et *O. anacardii*. A 7,5% v/v, l'inhibition a été totale pour tous les trois champignons (Tableau 6).

Les boîtes de Pétri enrichies aux extraits éthanoliques de piment ont présenté une inhibition qui est dépendante de la concentration de l'extrait. En effet, plus la concentration de l'extrait est forte, plus le pourcentage d'inhibition est élevé. Par conséquent, à partir d'une dose de 75 mg/mL le taux d'inhibition est total (100%). Par contre, avec l'extrait aqueux de piment, la dose de 75 mg/mL n'a pas totalement inhibé la croissance d'*A. niger* (Tableau 7).

#### **Activité fongistatique ou fongicide des extraits de plantes**

Les extraits aqueux et éthanoliques de piment ont été testés aux doses croissantes de 25, 50 et 75 mg/mL et ceux à l'huile de neem étaient testés aux doses de 5 ; 7,5 et 10% v/v. Les résultats obtenus montrent que toutes les doses ayant inhibés totalement la croissance radiale des différents champignons ont eu une activité fongistatique pour certains et fongicide pour d'autres (Tableau 8).

Les boîtes de Pétri enrichies à l'extrait éthanolique de piment à la dose de 75 mg/mL a induit une inhibition de 100% sur les trois champignons testés. L'extrait éthanolique de piment a montré une activité fongistatique sur *A. niger* et une activité fongicide sur *C. gloeosporioides* et *Oidium anacardii*. Les boîtes de Pétri enrichies à l'extrait aqueux de piment a induit une inhibition de 100% à la dose de 75 mg/mL pour tous les champignons en dehors d'*A. niger*. Pour *C. gloeosporioides* et *Oidium anacardii* ayant montré une inhibition totale, l'activité de l'extrait est perçue comme fongicide.

L'huile de neem quant à elle a montré une inhibition totale chez *A. niger* à toutes les concentrations. En outre, l'inhibition était totale à la concentration de 10% v/v sur *C. gloeosporioides* et *Oidium anacardii*. Pour toutes ces inhibitions, l'activité de l'huile de neem était fongistatique.

#### **Valeurs d'inhibition à 50% (CE<sub>50</sub>) et 90% (CE<sub>90</sub>) des extraits de plantes sur les agents pathogènes**

Les valeurs moyennes des CE<sub>50</sub> et des CE<sub>90</sub> des extraits des plantes utilisés dans cette étude n'ont pas été significativement différents au seuil de probabilité de 5%. Cependant, l'huile de neem présente les valeurs moyennes les plus faibles vis-à-vis des champignons pathogènes (Tableau 9).

#### **Effet *in vivo* des extraits de piment et de l'huile de neem**

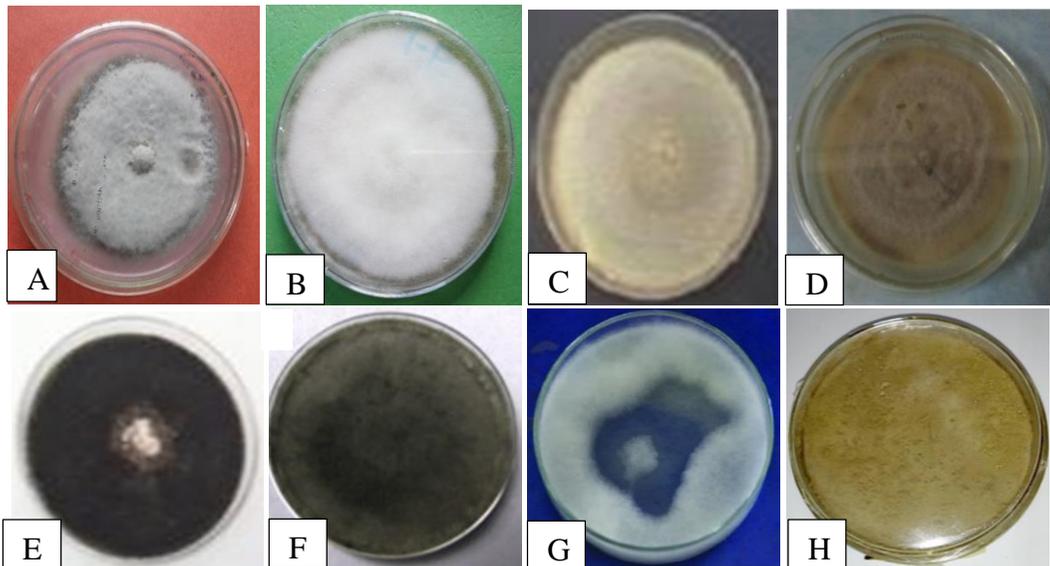
Les fruits de l'anacardier ayant reçus simultanément les inocula des champignons testés et les extraits ont montré 6 jours après inoculation des résultats assez variables. Cela

était certainement lié au champignon inoculé et au type d'extrait, ainsi qu'à leur concentration. Par exemple, en présence des extraits éthanoliques de piment à la dose de 50 mg/mL, la surface de lésion développée par *C. gloeosporioides* était de 25,3 mm<sup>2</sup> tandis que celle développée par *A. niger* à la même dose avec l'extrait aqueux de piment était de 11,5 mm<sup>2</sup> (Tableau 10).

Tous les fruits d'anacardier traités avec les extraits ont présentés des lésions significativement inférieures à celles développées sur les fruits témoins traités à l'eau distillée. Néanmoins, l'huile de neem a montrée de meilleurs résultats sur le contrôle des infections fongiques des fruits.

**Tableau 2 :** Arbres échantillonnés dans le Département de la Bénoué en fonction du nombre de verger correspondant aux localités enquêtées.

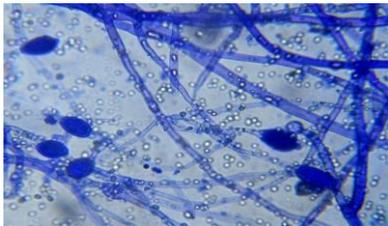
Localités	Nombre de vergers visités	Nombres d'arbres échantillonnés/verger
Ngong	03	10
Lagdo	03	10
Garoua 3 <sup>ème</sup>	03	10
Mayo Dadi	03	10
Kismatari	01	10



**Figure 3 :** Cultures pures des agents pathogènes isolés au laboratoire.

(A) *Colletotrichum gloeosporioides* (B) *Fusarium Solani* (C) *Pennicellum* sp. (D) *Alternaria* sp. (E) *Aspergillus niger* (F) *Lasiodiplodia* sp. (G) *Phytophthora* sp. (H) *Oidium anacardii*.

**Tableau 3 :** Description des agents pathogènes isolés et identifiés au 12<sup>ème</sup> jour.

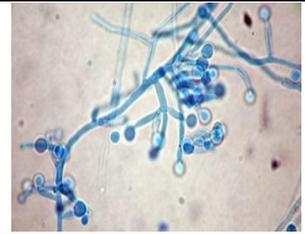
Désignation de l'agent pathogène	Caractéristiques principales	Structures observées
<b>Classe des Sordariomycètes</b>		
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Mycélium cotonneux blanchâtre et septé ;</li> <li>✦ Acervules développés avec soies ;</li> <li>✦ Conidiophores simples, droits, marron clair ;</li> <li>✦ Conidies nombreuses, renflés, incolores, solitaires, fusiformes, parois fines, sans cloisons et hyalines ;</li> <li>✦ Appressoria de forme circulaire et marron claire-marron foncé.</li> </ul>	
<i>Fusarium solani</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Microconidies peu abondantes à cellule unique ;</li> <li>✦ Macroconidies de grande taille, cloisonnées ;</li> <li>✦ Cellules apicales et basales légèrement bombées.</li> </ul>	
<b>Classe des Eurotiomycètes</b>		
<i>Aspergillus niger</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Mycélium de couleur noire ;</li> <li>✦ Conidiophores érigés, à extrémité renflés en une tête sphérique-ovoïde ;</li> <li>✦ Spores formées à partir des stérigmates sous forme de longues chaînes ;</li> <li>✦ Spores nombreuses, noirâtres et globuleuses-ovoïdes.</li> </ul>	
<i>Penicillium</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Conidies rondes ;</li> <li>✦ Conidies sous forme d'exospores produites en continu à l'extrémité des phialides ;</li> <li>✦ Ramification du conidiophore présentant branches de métules ;</li> </ul>	
<b>Classe des Dothideomycètes</b>		
<i>Alternaria</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Mycélium de couleur brun foncé à la périphérie à vers le centre ;</li> <li>✦ Conidiophores simples ou ramifiés, droits ou flexibles, souvent géniculés, de couleur pâle à brun doré ;</li> <li>✦ Conidies branchées en longueur en chaîne, elliptiques, de couleur pâle à brun doré, lisses ou verruqueuses, avec cloisons transversales.</li> </ul>	

- Lasiodiplodia* sp.
- ✦ Colonies mycéliennes initialement blanches puis noires après multiplication ;
  - ✦ Mycélium cloisonné et ramifié ;
  - ✦ Pycnides à la surface des colonies à maturité ;
  - ✦ Conidies initialement hyalines, unicellulaire et forme oblongue ;
  - ✦ Conidies avec cloison centrale bicellulaire à maturité ;
  - ✦ Conidies de couleur brun sombre, à paroi épaisse et surface externe avec striations longitudinales.



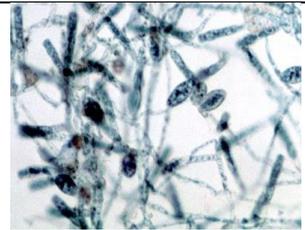
**Classe des Oomycètes**

- Phytophthora* sp.
- ✦ Mycélium brunâtre fibreux et blanc au centre, d'aspect cotonneux et asepté ;
  - ✦ Nombreux filaments mycéliens non cloisonnés ;
  - ✦ Sporangiophores avec renflements ovoïdes représentant les sporanges ;
  - ✦ Sporangies claires ou hyalines.



**Classe des Leotiomycètes**

- Oïdium anacardii*
- ✦ Conidiophores sous forme de tube cylindrique à contenu granuleux ;
  - ✦ Conidies transparentes, parois incolores ou faiblement grisâtres, forme de petits tonnelets à surface granuleuse ;



Fruit inoculé avec *Colletotrichum* par la méthode brutale



Fruit inoculé par *Aspergillus* par la méthode brutale



Fruit inoculé par *Oidium* par la méthode douce



Fruit Témoin

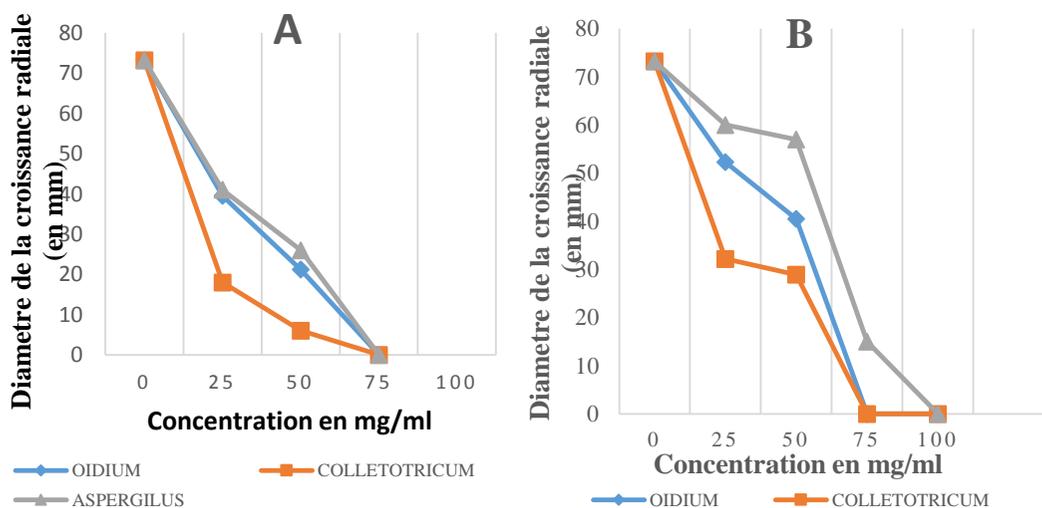
**Figure 4 :** Fruits inoculés avec les différents isolats.

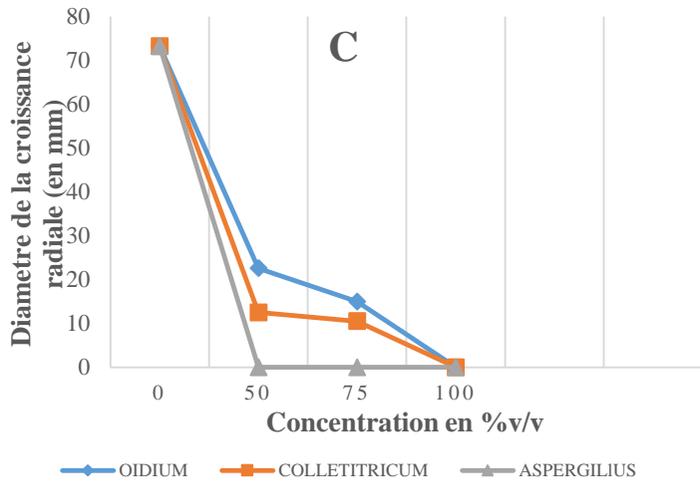
**Tableau 4 :** Durée d'incubation des isolats et méthodes d'inoculation.

Isolats	Méthodes d'inoculation	Durée d'incubation (j)
<i>C. gloeosporioides</i>	Brutale	6
	Douce	8
<i>O. anacardii</i>	Brutale	6
	Douce	10
<i>A. niger</i>	Brutale	6
	Douce	8

**Tableau 5 :** Taux de lésions induites par les isolats inoculés en fonction du temps.

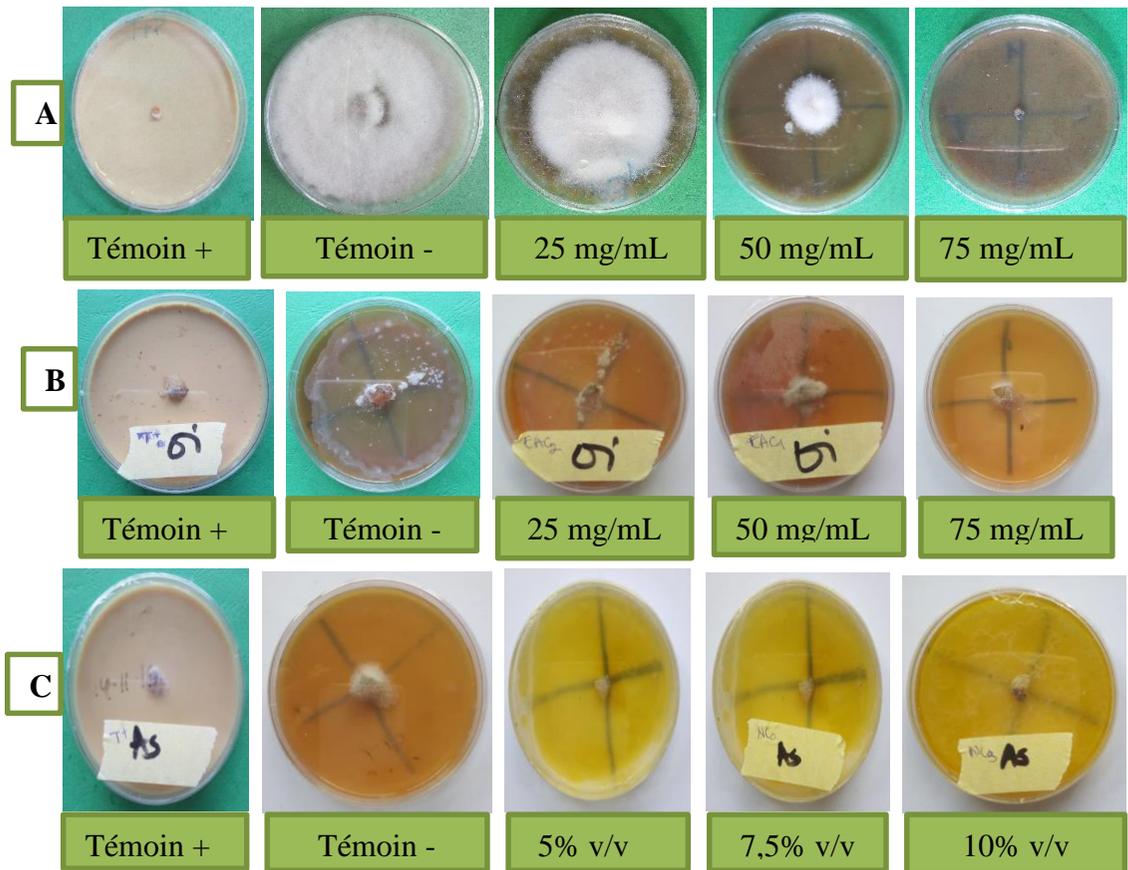
Isolats	Périodes (J)	Taux de lésions (%)
<i>C. gloeosporioides</i>	14	37,5 ± 2,06 <sup>a</sup>
	10	20,7 ± 1,9 <sup>b</sup>
	6	13,5 ± 0,93 <sup>c</sup>
<i>A. niger</i>	14	49,3 ± 2,4 <sup>a</sup>
	10	36,2 ± 2,9 <sup>b</sup>
	6	8 ± 1,03 <sup>c</sup>
<i>O. anacardii</i>	14	45,5 ± 2,9 <sup>a</sup>
	10	32,9 ± 2,8 <sup>b</sup>
	6	12,4 ± 0,8 <sup>c</sup>





**Figure 5 :** Evolution de la croissance radiale des champignons sur milieu PDA enrichi de différents extraits de plantes.

(A) extrait éthanolique de piment ; (B) extrait aqueux de piment ; (C) extrait à l'huile de neem.



**Figure 6 :** Evolution de la croissance radiale des champignons sur milieu PDA enrichi de différentes concentrations en extraits de plantes.

(A) extrait éthanolique de piment ; (B) extrait aqueux de piment ; (C) extrait à l'huile de neem.

**Tableau 6 :** Effet de l'huile de neem sur le pourcentage d'inhibition des champignons pathogènes des fruits (%).

Dose (% v/v)	<i>A. niger</i>	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>O. anacardii</i>
0 (T <sup>-</sup> )	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>
5	100±0,00 <sup>a</sup>	88,67±0,44 <sup>b</sup>	78,2±6,1 <sup>b</sup>
7,5	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>
10	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>
1(M)	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>

**Tableau 7 :** Effet des extraits éthanoliques et aqueux de piment sur le pourcentage d'inhibition des champignons pathogènes des fruits (%).

Type d'extrait	Dose (mg/mL)	<i>A. niger</i>	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>O. anacardii</i>
<b>Extraits éthanoliques</b>	0 (T <sup>-</sup> )	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>
	25	60±1,00 <sup>c</sup>	82,8±0,44 <sup>c</sup>	61,5±0,50 <sup>c</sup>
	50	74±1,20 <sup>b</sup>	93,4±0,45 <sup>b</sup>	79,57±0,75 <sup>b</sup>
	75	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>
	1(M)	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>
<b>Extraits aqueux</b>	0 (T <sup>-</sup> )	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>
	25	40±1,73 <sup>b</sup>	67,2±0,72 <sup>c</sup>	48,87±0,98 <sup>c</sup>
	50	43,3±0,88 <sup>b</sup>	71,5±0,26 <sup>b</sup>	60,53±0,26 <sup>b</sup>
	75	85±1,53 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>
	1(M)	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>

**Tableau 8 :** Activités antifongiques des extraits de plantes.

Extraits	Conc (mg/mL)	Isolats inhibés à 100%	Toxicité
<b>Extrait éthanolique</b>	75	<i>C. gloeosporioides</i>	Fongicide
		<i>O. anacardii</i>	Fongicide
		<i>A. niger</i>	Fongistatique
<b>Extrait aqueux</b>	75	<i>C. gloeosporioides</i>	Fongicide
		<i>O. anacardii</i>	Fongicide
<b>Huile de neem</b>	5% v/v	<i>A. niger</i>	Fongistatique
	7,5% v/v	<i>A. niger</i>	Fongistatique
	10% v/v	<i>A. niger</i> <i>C. gloeosporioides</i> <i>O. anacardii</i>	Fongistatique Fongistatique Fongistatique

**Tableau 9 :** Valeurs moyennes représentant les CE<sub>50</sub> et CE<sub>90</sub> des extraits aqueux et éthanoliques de piment et huile de neem sur les champignons pathogènes des fruits.

Agents pathogènes	Extrait de piment				Huile de neem	
	Extrait Aqueux		Extrait Ethanolique		CE50	CE90
	CE50	CE90	CE50	CE90		
<i>O. anacardii</i>	4±0,74 <sup>a</sup>	7,02±0,82 <sup>a</sup>	7,75±0,8 <sup>a</sup>	13,31±0,84 <sup>a</sup>	1,36±0,12 <sup>a</sup>	2,78±0,36 <sup>a</sup>
<i>A. niger</i>	3,5±0,8 <sup>a</sup>	7,12±0,9 <sup>a</sup>	5,86±1,4 <sup>a</sup>	12,33±3,4 <sup>a</sup>	1,65±0,4 <sup>a</sup>	3,3±1,1 <sup>a</sup>
<i>C. gloeosporioides</i>	3,4±1,05 <sup>a</sup>	5,4±1,11 <sup>a</sup>	5,89±2,2 <sup>a</sup>	10,47±3,4 <sup>a</sup>	1,31±0,43 <sup>a</sup>	2,5±0,71 <sup>a</sup>

**Tableau 10 :** Résultats des tests *in vivo* des extraits de plante sur les champignons pathogènes des fruits.

	Agents pathogènes			
	Conc. ( % v/v)	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>A. niger</i>	<i>O. anacardii</i>
		Surf. (mm <sup>2</sup> )	Surf. (mm <sup>2</sup> )	Surf. (mm <sup>2</sup> )
Huile de neem	T-	110 ± 0,00 <sup>a</sup>	110 ± 0,00 <sup>a</sup>	110 ± 0,00 <sup>a</sup>
	T+	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	00,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>
	5	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	120 ± 0,00 <sup>a</sup>
	7,5% v/v	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	41,83 ± 2,36 <sup>b</sup>
	10% v/v	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	31,00 ± 5,76 <sup>c</sup>
Extrait aqueux de piment	Conc. (mg/mL)	Surf. (mm <sup>2</sup> )	Surf. (mm <sup>2</sup> )	Surf. (mm <sup>2</sup> )
	T-	110 ± 0,00 <sup>a</sup>	110 ± 0,00 <sup>a</sup>	110 ± 0,00 <sup>a</sup>
	T+	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>c</sup>
	25	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	17,83 ± 1,44 <sup>b</sup>	32,20 ± 1,80 <sup>b</sup>
	50	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	11,50 ± 1,00 <sup>c</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>c</sup>
Extrait éthanolique de piment	T-	110 ± 0,00 <sup>a</sup>	110 ± 0,00 <sup>a</sup>	110 ± 0,00 <sup>a</sup>
	T+	0,00 ± 0,00 <sup>e</sup>	17,00 ± 1,32 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>
	25	34,33±1,60 <sup>b</sup>	42,16±1,52 <sup>b</sup>	42,50±2,00 <sup>b</sup>
	50	25,33±9,75 <sup>c</sup>	32,33±0,76 <sup>c</sup>	43,33±3,01 <sup>b</sup>
	75	10,50±1,00 <sup>d</sup>	21,00±0,86 <sup>d</sup>	11,00± 1,32 <sup>c</sup>

Surf. = surface d'étalement du champignon pathogène ; Conc. = concentration des extraits de plante.

## DISCUSSION

Cette étude a permis d'identifier dans les 5 localités prospectées, 8 agents pathogènes communément présent sur les fruits de l'anacardier à savoir *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oïdium anacardii*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger* et *Phytophthora* sp. En Côte d'Ivoire, *Colletotrichum gloeosporioides* est le champignon le plus important qui affecte la noix de cajou dans tous les districts où elle est produite (Silué et al., 2017). Comme l'affirme Issa et al. (2017), ces résultats mettent en évidence les principaux agents pathogènes qui peuvent menacer la productivité de la noix de cajou si des mesures de lutte ne sont pas prises pour limiter leur propagation.

Les inoculations réalisées sur les fruits ont induit des symptômes caractéristiques des maladies observés en champs quelle que soit la méthode d'inoculation utilisée. Ceci traduit le pouvoir pathogène et la virulence des isolats, car sont capables d'infecter les organes de la plante même en l'absence de lésions physiques. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Kouame et al. (2011) qui ont montré la capacité des spores d'isolats de *C. gloeosporioides* (inoculés après blessure et sans blessure) à induire des lésions d'anthracnose sur les mangues.

Les taux de lésions les plus élevés ont été observés après inoculation de *C. gloeosporioides*. Ces résultats sont en accords avec ceux de Kim et Hong (2008) dans lesquels deux isolats de *C. gloeosporioides* inoculés à des fruits du pêcher ont produit précocement des symptômes d'anthracnose avec des diamètres de lésions plus importants. Ces forts taux de lésions pourraient être attribués à la grande capacité de cet isolat à synthétiser des enzymes lytiques pouvant détériorer rapidement la paroi cellulaire des fruits. Par ailleurs, le diamètre des lésions induites par les trois isolats fongiques sur les fruits croît au fil du temps. Cette progression pourrait être attribuée au mûrissement rapide des fruits qui engendre aussi la réduction progressive des éléments impliqués dans le mécanisme de défense des fruits. En effet, selon Zainuri et al. (2003), les fruits matures verts ont un niveau de

composés antifongiques plus élevés que celui des fruits mûrs.

Cette identification des agents pathogènes qui menacent la culture de l'anacardier au Cameroun est fondamentale au regard des propos de Dadili et al. (2018) qui soutiennent qu'il est important de mener des recherches approfondies, en particulier sur la caractérisation des souches de pathogènes et la mise au point d'options de gestion appropriées qui décourageront l'utilisation de pesticides chimiques pour la sécurité de l'environnement et l'amélioration de la production de noix de cajou.

En laboratoire, l'incorporation *in vitro* de l'huile de neem dans le milieu de culture a montré un effet dépressif sur la croissance radiale des champignons testés. Mirza et al. (2000) ont également fait un constat similaire sur l'inhibition significative de la croissance mycélienne de *Phytophthora infestans* suite à l'incorporation dans le milieu de culture de 1, 2 et 3% v/v d'huile de neem. Les extrait de piment (aqueux et éthanolique) ont, eux aussi, inhibé la croissance des champignons testés, malgré une inhibition inférieure à celle du témoin positif. Bien que les extraits de piments soient dotés de propriétés antimicrobiennes (Kouassi, 2012), Koffi et al. (2014) notent qu'ils n'ont eu aucun effet sur *Aspergillus niger*. Par ailleurs, l'effet antifongique supérieur du témoin positif (substance de référence) en comparaison à celui des extraits utilisés pourrait s'expliquer par le fait que les substances de référence sont des molécules pures, isolées et de concentration bien connue ce qui n'est pas forcément le cas avec les extraits utilisés. Telle est la conclusion faite par Tsopmbeng et al. (2014) qui affirment que les extraits bruts refermeraient un grand nombre de composés différents qui, une fois purifiés, présenteraient une activité supérieure à celle des fongicides de synthèse.

L'étude a également montrée que l'extrait éthanolique de piment présente une activité antifongique plus élevée que l'extrait aqueux. Cette assertion est soutenue par les travaux de Bagré et al. (2011) qui mettent en évidence l'efficacité de l'extraction éthanolique en raison d'une meilleure

concentration des principes actifs comparativement à l'extrait total aqueux.

Nous avons constaté une reprise de la croissance mycélienne des champignons préalablement inhibé par l'huile de neem lorsque ceux-ci ont été transférés dans un milieu de culture sans supplément. Cela nous permet de dire que l'huile de neem a un effet fongistatique et non un effet fongicide. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Issa et al. (2020) qui ont montré que l'huile de neem a eu un effet inhibiteur net sur la croissance de l'ensemble des champignons qu'ils ont testés. Quant aux extraits de piment, des effets variés sont constatés : fongistatique ou fongicide. Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Koffi et al. (2014) où ces extraits n'avaient aucun effet sur *Aspergillus niger*. L'effet antifongique des piments serait la résultante d'une combinaison entre les molécules actives comme les triterpénoïdes et les composés volatils ayant également des propriétés antimicrobiennes (Koffi et al., 2014). En effet, les variétés de *Capsicum annum* et de *Capsicum frutescens* contiennent entre autre des alcaloïdes, des flavonoïdes, des tanins, des stéroïdes et des polyphénols qui possèdent des propriétés antimicrobiennes (Kouassi, 2012).

Le test de l'effet des extraits de plantes *in vivo* a montré que les extraits sont efficaces sur les agents pathogènes des fruits par rapport au témoin négatif (eau distillée). Des observations similaires sur l'activité fongicide des substances naturelles ont été faites en utilisant des suspensions à base de racine de rhubarbe médicinale (*Rheum palmatum*) et d'écorce de bourdaine (*Frangula alnus*) qui ont donnés des résultats semblables à ceux du Kocide DF (fongicide de synthèse à base de cuivre) utilisé en Amérique du Nord contre le mildiou de la pomme de terre (Krebs et al., 2006). Autant de pistes prometteuses pour l'effectivité d'une lutte biologique intégrée à l'exploitation des cultures d'importance comme l'anacardier.

## Conclusion

Il ressort de cette étude que les principaux agents pathogènes de l'anacardier répertoriés dans le plus important bassin de

production qu'est le département de la Bénoué sont *Colletotrichum gloeosporioides*, *Oidium anacardii*, *Aspergillus niger*, *Lasiodiplodidum* sp., *Alternaria* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium solani* et *Penicillium* sp. Les fruits inoculés avec les isolats de *C. gloeosporioides*, *Aspergillus niger* et *Oidium anacardii* ont tous présentés des symptômes caractéristiques des maladies observées en champs. L'essai de lutte biologique en conditions contrôlées a présenté des résultats plutôt positifs sur l'inhibition des agents pathogènes. Les extraits de piment ainsi que l'huile de neem se sont illustrés par une efficacité sur l'inhibition de la croissance des champignons testés. Certains ont été fongistatiques, d'autres fongicides avec des valeurs d'inhibition à 50% (CE<sub>50</sub>) et à 90% (CE<sub>90</sub>) relativement basses. Au regard de ces menaces qui pèsent sur le développement serein de la culture de l'anacardier au Cameroun, il est impératif de concevoir et d'implémenter sur le terrain, des méthodes de lutte appropriées et respectueuses de l'environnement.

## CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

L'élaboration et la conception du protocole de cette étude a été faite par NNAIC, YA. FZMNS a effectué les activités de terrain et de laboratoire accompagné de BS. Les analyses statistiques des résultats ont été faites avec la contribution de NNAIC, YA et DDCU. NNAIC, BS et YA ont supervisé le travail. NNAIC, FZMNS et DDCU ont participé activement à la rédaction de ce manuscrit.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Directeur Général de l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Dr WOIN Noé et son pour le soutien, l'accompagnement et la réalisation de cette étude.

## RÉFÉRENCES

Afouda LCA, Zinsou V, Balogoun RK, Onzo A, Ahohuendo BC. 2013. Inventaire des

- agents pathogènes de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **73**: 13-19.
- Aliyu OM, Awopetu JA. 2007. Assessment of genetic diversity in three populations of cashew (*Anacardium occidentale* L.) using protein-isoenzyme electrophoretic analysis. *Genet. Resour. Crop. Evol.*, **54**:1489-1497. DOI: 10.1007/s10722-006-9138-9
- Balogoun I, Saïdou A, Ahoton EL, Amadji GL, Ahohuendo BC, Adebo IB, Babatounde S, Chougourou D, Adoukonou-Sagbadja H, Ahanchede A. 2014. Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture au Bénin. *Agronomie Africaine*, **26**(1): 9-22.
- Bagré I, Bahi C, Ouattara K, Zirih GN, Djaman AJ, Coulibaly A, N'guessan JD. 2011. Étude botanique et exploration de l'activité antifongique de *Morinda morindoides* (Baker) Milne-Redh sur la croissance *in vitro* de *Cryptococcus neoformans*. *Phytothérapie*, **9**:136-141. DOI: 10.1007/s10298-011-0612-y
- Barnett HL, Hunter BB. 1987. *Illustrated Genera of Imperfecti Fungi* (4<sup>th</sup> edn). MacMilan: New York.
- Chuku EC, Osakwe JA, Daddy-West C. 2010. Fungal spoilage of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill), using garlic and ginger. *Scientia Africana*, **9**(2): 42-50.
- Ciulei I. 1982. *Methodology for Analysis of Vegetable Drugs: Pratical Mannuals on the Industrial Utilization of Medicinal and Aromatic Plants* (3<sup>rd</sup> edn). Arta Grafica: Bucharest.
- Dadili JM, Peter AM, Ernest RM. 2018. Status and Management of Cashew Disease in Tanzania. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, **3**(5): 1590-1597. DOI: <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.5.4>
- Dedehou ESCA, Dossou J, Soumanou MM. 2015. Etude diagnostique des technologies de transformation de la pomme de cajou en jus au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(1): 371-387. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.32>
- Dénis E, Tonon H, Afio Z, Rachidatou S, Aristide A, Valérien Z, Sharif B, Kouami N'D. 2018. Les pertes économiques dues à l'antracnose de l'anacardier au Bénin. *European Scientific Journal*, **14**(15): 127-138. DOI: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p127>
- Dohou N, Yamani K, Badoc A, Douira A. 2004. Activité antifongique d'extraits de *Thymelea lythroides* sur trois champignons du riz. *Bull. Soc. Pharm.*, **143**: 31-38.
- Issa W, Drissa S, Ibrahima O, Abalo IK, Issouf D, Léonard O, Souleymane N. 2017. Diseases of cashew nut plants (*Anacardium Occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advances in Plants & Agriculture Research*, **6**(3): 78-83. DOI: 10.15406/apar.2017.06.00216
- Issa A, Zakari AH, Moussa SH, Salamatou MM, Toudou A. 2020. Effet des huiles de pourghère (*Jatropha curcas* L.) et de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur le développement *in vitro* des champignons pathogènes *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum* et *Rhizopus oryzae*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(4): 1282-1293. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i4.10>
- Jemal T, Yalew M. 2019. Cashew production benefits and opportunities in Ethiopia: A Review. *Journal of Agricultural and Crop Research*, **7**(2): 18-25. DOI: 10.33495/jacr\_v7i2.19.105
- Jules PND, Christine BDA, Bouba D, Dany BTT, Alain H, Serge BM, William NTK, Zachée A. 2020. Major fungi diseases of cashew trees (*Anacardium occidental* L.) in Cameroon. *Journal of Agricultural Science*, **13**(3): 124-134. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v13n3p124>
- Joilson SL, Marlon VVM, José EC. 2019. Powdery mildew damage to the production of BRS 189 cashew plants. *Rev. Ceres. Viçosa*, **66**(2): 132-141. DOI: 10.1590/0034-737x201966020008

- Kim GW, Hong KS. 2008. Occurrence of Anthracnose on Peach Tree Caused by *Colletotrichum* species. *Plant Pathol. J.*, **24**(1): 80-83. DOI: 10.5423/PPJ.2008.24.1.080
- Koffi AC, Koffi-Nevry R, Kouassi KC, Loukou YG. 2014. Activité des extraits de six variétés de piment (*Capsicum* spp.) utilisés en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, **82**: 7379-7388. DOI: 10.4314/jab.v82i1.8
- Kouame GK, Sorho F, Kone D, Bomisso LE, Ake S, Yatty J. 2011. Activité pathologique comparée de deux isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ.) sur deux variétés de mangues (*Mangifera indica* L.). *Agronomie Africaine*, **23**(1): 33-41.
- Kouassi C. 2012. Potentialités bioactives et activité antimicrobienne des variétés de piment (*Capsicum* spp.) cultivées en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat/PhD, Université d'Abobo-Adjamé, Abobo-Adjamé, 161 p.
- Krebs H, Dorn B, Forrer HR. 2006. Lutte contre le mildiou de la pomme de terre avec des préparations à base de plantes. *AGRAR Forschung*, **13**(1): 16-21.
- Lepoivre. 2003. *Phytopathologie* (1<sup>ère</sup> éd). Presses Agronomiques de Gembloux : Bruxelles.
- Martinez AR, Penarredona MA, Pheng B, Hoyos DE, Ting JCH, Alvarez NFP. 2011. Global Enterprise Experience. Indicashew, Team 58, 8 p.
- Mirza JI, Hameed S, Ahmad I, Ayub N, Strang RHC. 2000. *In vitro* Antifungal activity of Neem products against *Phytophthora infestans*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **3**: 824-828. DOI: 10.3923/pjbs.2000.824.828
- N'guessan JD, Coulibaly A, Okou OC, Djaman AJ, Guédé-Guina F. 2007. Antibacterial activity of *Thonningia Sanguinea* against some multi-drug resistant strains of *Salmonella enterica*. *African Health Sciences*, **7**(3): 155-158.
- Shuman JL. 2001. Anthracnose Fruit Rot Resistance in Strawberry. PhD Thesis, North Carolina State University, Carolina, 121 p.
- Silué N, Soro S, Koné T, Abo K, Koné M, Koné D. 2017. Parasitical Fungi in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchard of Côte d'Ivoire. *Plant Pathology Journal*, **16**: 82-88. DOI: 10.3923/ppj.2017.82.88
- Tsopmbeng NGR, Lienou JA, Megatche CJP, Fontem DA. 2014. Effect of different pH and temperature levels on in vitro growth and sporulation of *Phytophthora colocasiae*, taro leaf blight pathogen. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, **4**(4): 202-206.
- Yaouba A, Tchikoua R, Tamsa AA, Mpounze P. 2017. Antifungal activities of some plants extract against *Cercospora* spp. causative agent of post-harvest fruits rot. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, **4**(2): 200-203.
- Zainuri IDE, Dann EK, Coates LM, Wearing AH. 2003. Activation Mango Fruit Defense to Anthracnose Disease. Australasian Postharvest Horticulture Conference, Australia, 149-150.