

RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union - Discipline - Travail



Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la
Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ
JEAN LOROUGNON GUEDE

THÈSE DE DOCTORAT

FORMATION DOCTORALE

AGRICULTURE ET ENVIRONNEMENT TROPICAL

Mention : Agriculture et foresterie tropicale

Spécialité : Phytopathologie

THÈME :

**Pathogénicités des champignons des adventices sur
l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) et stratégie
de lutte biologique en Côte d'Ivoire**

Prénoms : Aboulaye

NOM : TRAORE

JURY

Président : M. AYOLIE Koutoua, Professeur Titulaire, Université Jean LOROUGNON
GUEDE

Co-directeur : Mme TRAORE-OUATTARA Karidia, Professeur Titulaire, Université Jean
LOROUGNON GUEDE

Co-directeur : M. SORO Sibirina, Maître de Conférences, Université Jean LOROUGNON
GUEDE

Rapporteur : M. KRA Kouamé Daniel, Maître de Conférences, Université Nangui
ABROGOUA

Examineur : M. KOFFI N'dodo Boni Clovis, Maître de Conférences, Université Jean
LOROUGNON GUEDE

Examineur : Mme TOURE Awa, Maître de Conférences, Université Félix
HOUPHOUET-BOIGNY

Soutenue le .24/01/2026

TABLE DES MATIERES

	Pages
DEDICACE	IX
AVANT-PROPOS	X
REMERCIEMENTS	XI
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	XVI
LISTE DES TABLEAUX.....	XVIII
LISTE DES FIGURES	XIX
LISTE DES ANNEXES.....	XXII
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	6
1.1. GENERALITES SUR L’ANACARDIER.....	7
1.1.1. Origine et distribution -----	7
1.1.2. Position systématique de l’anacardier -----	8
1.1.3. Description botanique de l’anacardier -----	9
1.1.4. Importance de l’anacardier -----	10
1.1.4.1. Importance socio-économique.....	10
1.1.4.2. Importance industrielle.....	11
1.1.5. Culture de l’anacardier -----	12
1.1.5.1. Ecologie de l’anacardier.....	12
1.1.5.2. Production de la noix de cajou.....	13
1.1.6. Contraintes sanitaires de l’anacardier -----	14
1.1.6.1. Insectes ravageurs de l’anacardier	14
1.1.6.2. Principales maladies de l’anacardier.....	16
1.1.6.2.1. Maladies fongiques de l’anacardier	16
1.1.6.2.2. Maladies non fongiques de l’anacardier	20
1.1.6.3. Adventice ou mauvaise herbe	21
1.1.6.3.1. Classification et identification des adventices.....	21
1.1.6.3.2. Nuisibilité directe des adventices sur les cultures	22
1.1.6.3.3. Adventices hôtes de pathogènes dans les cultures.....	23

1.2. GENERALITES SUR LES METHODES DE LUTTE CONTRE LES BIOAGRESSEURS DE L'ANACARDIER.....	24
1.2.1. Lutte agronomique contre les bioagresseurs de l'anacardier -----	24
1.2.2. Lutte chimique contre les bioagresseurs de l'anacardier -----	25
1.2.3. Lutte biologique à base d'extraits végétaux contre les bioagresseurs de l'anacardier -----	26
1.2.3.1. Lutte à base de plantes aromatiques.....	26
1.2.3.2. Lutte à base de plantes non aromatiques	27
1.3 : GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE	29
1.3.1. Situation géographique -----	29
1.3.2. Relief et hydrographie -----	29
1.3.3. Climat et végétation -----	30
1.3.4. Population et activités économiques -----	31
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES.....	31
2.1 MATERIEL	32
2.1.1. Matériel biologique -----	32
2.1.1.1. Jeunes plants d'anacardiens -----	32
2.1.1.2. Matériel de lutte biologique-----	32
2.1.2. Matériel de laboratoire -----	33
2.1.3. Matériel technique de terrain-----	34
2.2. METHODES D'ETUDE.....	34
2.2.1. Caractérisation des adventices présentant des symptômes de maladie dans le verger anacardier -----	35
2.2.1.1. Choix des vergers d'anacardier dans les zones agroécologiques	35
2.2.1.2. Mise en place du dispositif	35
2.2.1.3. Collecte des données.....	36
2.2.1.3.1. Inventaire des adventices symptomatiques	36
2.2.1.3.2. Détermination des types de symptômes sur les adventices.....	37
2.2.1.3.4. Collecte des échantillons symptomatiques.....	37
2.2.1.4. Analyse microbiologique des échantillons	37
2.2.1.5. Traitement des données	38
2.2.1.5.1. Distribution de adventices symptomatiques.....	38
2.2.1.5.2. Détermination de la proportion des types morphologiques	38

2.2.1.5.3. Détermination de la proportion des classes botaniques	39
2.2.1.5.4. Détermination de la fréquence des types de symptôme	39
2.2.1.5.5. Détermination de la fréquence des adventices symptomatiques	39
2.2.1.5.6. Evaluation de la prévalence des adventices infectées.....	40
2.2.1.5.7. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques.....	40
2.2.2. Identification des champignons associés aux symptômes d'infection des adventices dans les vergers d'anacardières -----	41
2.2.2.1. Isolement monospore des champignons.....	41
2.2.2.2. Identification des genres fongiques	41
2.2.2.3. Détermination de la fréquence d'isolement des genres fongiques	42
2.2.2.4. Répartition des genres fongiques isolées sur les adventices	42
2.2.2.5. Evaluation de la croissance mycélienne des champignons les plus fréquents sur les adventices dans les vergers d'anacardier	43
2.2.3. Evaluation de la capacité de transmission et le pouvoir pathogène des champignons présents sur les adventices malades aux plants d'anacardières-	44
2.2.3.1. Production des jeunes plants d'anacardières.....	44
2.2.3.1.1. Semis des noix de cajou	44
2.2.3.1.2. Evaluation des paramètres de germination des noix de cajou	45
2.2.3.2. Evaluation de la transmission des champignons présents sur les adventices aux plants d'anacardières	45
2.2.3.2.1. Choix des adventices symptomatiques	45
2.2.3.2.2. Mise en place du dispositif expérimental.....	46
2.2.3.2.2. Suivi sanitaire des jeunes plants d'anacardier	47
2.2.3.2.3. Evaluation de la sévérité des attaques.....	48
2.2.3.2.4. Calcul de la prévalence des attaques	48
2.2.3.2.5. Calcul de l'indice de sévérité.....	48
2.2.3.3. Test de pathogénicité des champignons des adventices sur l'anacardier ...	49
2.2.3.3.1. Choix des isolats fongiques pour les tests de pathogénicité <i>in</i> <i>vivo</i>	49
2.2.3.3.2. Préparation des inocula fongiques	49
2.2.3.3.3. Application de l'inoculum sur les plants d'anacardières	50
2.2.3.3.4. Suivi sanitaire des plants d'anacardier inoculés	51
2.2.3.3.5. Traitement des données.....	52

2.2.4. Test de l'activité antifongique des extraits végétaux contre les champignons pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices -----	53
2.2.4.1. Récolte des plantes de lutte biologique.....	53
2.2.4.2. Préparation des extraits aqueux et éthanoliques.....	53
2.2.4.3. Extraction de l'huile essentielle de <i>Ocimum gratissimum</i>	54
2.2.4.4. Rendement des extraits végétaux	54
2.2.3.5. Test de lutte biologique <i>in vitro</i>	54
2.2.3.5.1. Préparation des concentrations des extraits végétaux	54
2.2.3.5.2. Ensemencement des champignons	55
2.2.3.5.3. Mensuration du diamètre des isolats fongiques.....	56
2.2.3.5.4. Détermination du taux d'inhibition de la croissance des colonies fongiques.....	57
2.2.3.5.5. Test de lutte biologique contre l'antracnose de l'anacardier <i>in vivo</i>	57
2.2.3.5.5.1. Dispositif d'étude expérimental <i>in vivo</i>	57
2.2.3.5.5.2. Test de lutte préventive	59
2.2.3.5.5.3. Test de lutte curative	59
2.2.3.5.5.4. Suivi sanitaire des plants d'anacardier	60
2.2.5. Analyse statistique des données -----	60
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....	62
3.1. RESULTATS	63
3.1.1. Caractéristiques des adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier-----	63
3.1.1.1. Composition de la flore adventice symptomatique dans l'ensemble des zones agroécologiques	63
3.1.1.2. Composition de la flore adventice symptomatique en fonction de la zone agroécologique.....	68
3.1.1.3. Localisation des formes de symptômes sur les organes des adventices dans les vergers d'anacardier	69
3.1.1.4. Caractéristiques des symptômes de maladie sur les adventices dans les vergers d'anacardier.....	70
3.1.1.4.1. Taches nécrotiques.....	70
3.1.1.4.2. Dépôt de poudre sur les feuilles des adventices	72

3.1.1.5. Fréquence d'observation des symptômes sur les adventices	73
3.1.1.6. Effet de quelques paramètres sur la fréquence des symptômes sur les adventices	75
3.1.1.6.1. Effet de la zone agroécologique sur la fréquence des symptômes sur les adventices	75
3.1.1.6.2. Effet de la saison sur la fréquence des symptômes sur les adventices	77
3.1.1.6.3. Effet du type de couronne sur la fréquence des formes de symptômes	77
3.1.1.6.4. Effet de l'interaction de la zone agroécologique et du type de saison sur la fréquence des formes de symptôme	80
3.1.1.6.5. Effet de la zone agroécologique et du type de couronne sur la fréquence des formes de symptômes	82
3.1.1.6.6. Effet de la saison et du type de couronne du verger anacardier sur la fréquence des formes de symptôme	84
3.1.1.7. Répartition des formes de symptômes dans les différentes zones agroécologiques	86
3.1.1.8. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier	87
3.1.1.8.1. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardiens de la zone agroécologique Nord	87
3.1.1.8.2. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est	89
3.1.1.8.3. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest	89
3.1.1.8.4. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre	93
3.1.1.9. Prévalence des adventices infectées dans le verger d'anacardier	95
3.1.1.10. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier	96
3.1.1.10.1. Effet de la zone agroécologique sur le taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier	96

3.1.1.10.2. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans la zone agroécologique Centre-ouest	97
3.1.1.10.3. Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre	99
3.1.1.10.4. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est	102
3.1.1.10.5. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord	105
3.1.1.11. Taux de présence des champignons sur les types morphologiques par zone agroécologique	108
3.1.2. Identification des champignons associés aux symptômes d'infection sur les adventices dans les vergers d'anacardiers -----	110
3.1.2.1. Flore fongique sur les adventices symptomatiques	110
3.1.2.2. Fréquence d'isolement des principaux champignons présents sur les adventices	113
3.1.2.3. Croissance mycélienne des champignons les plus fréquents sur les adventices	114
3.1.2.3.1. Diamètre de croissance de cinq isolats de <i>Colletotrichum</i> sp ...	114
3.1.2.3.2. Diamètre de croissance de quatre isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp ..	115
3.1.2.3.3. Diamètre de croissance de cinq isolats de <i>Pestalotia</i> sp.....	116
3.1.2.4. Distribution des genres fongiques selon les zones agroécologiques	117
3.1.2.5. Adventices hébergeant les genres fongiques inventoriés	118
3.1.3. Transmission de diverses maladies des adventices symptomatiques aux anacardiers -----	123
3.1.3.1. Paramètres de germination des noix de cajou utilisées pour la production des plants d'anacardier.....	123
3.1.3.2. Etat sanitaire des jeunes plants d'anacardiers mis en contact avec les adventices	124
3.1.3.2.1. Champignons associés aux symptômes induits sur les jeunes plants d'anacardiers	124
3.1.3.2.2. Prévalence de l'infection des plants d'anacardiers	126
3.1.3.2.3. Indice de sévérité de la maladie.....	127

3.1.3.3. Caractéristiques pathologiques de douze isolats de <i>Colletotrichum</i> sp sur les plants d'anacardiers	129
3.1.3.3.1. Symptômes induits par les isolats sur les jeunes plants d'anacardier	129
3.1.3.3.2. Incidence de la maladie sur les plants d'anacardier	129
3.1.3.3.3. Indice de sévérité de la maladie sur les plants d'anacardier	132
3.1.3.4. Caractéristiques pathologiques de douze isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp isolés sur les adventices.....	134
3.1.3.4.1. Symptômes induits sur les plants d'anacardier	134
3.1.3.4.2. Incidence de la maladie	135
3.1.3.4.3. Indice de sévérité des symptômes sur les tiges inoculées	138
3.1.3.4.4. Taux de mortalité des plants d'anacardier	142
3.1.4. Activité antifongique des extraits végétaux -----	131
3.1.4.1. Rendement des extraits végétaux.....	131
3.1.4.2. Activité antifongique des extraits de <i>Cnestis ferruginea</i>	131
3.1.4.2.1. Activité antifongique de l'extrait aqueux de <i>Cnestis ferruginea</i>	131
3.1.4.2.2. Activité antifongique de l'extrait éthanolique de <i>Cnestis ferruginea</i>	133
3.1.4.3. Activité antifongique des extraits de <i>Azadirachta indica</i>	135
3.1.4.3.1. Activité antifongique de l'extrait aqueux de <i>Azadirachta indica</i>	135
3.1.4.3.2. Activité antifongique de l'extrait éthanolique de <i>Azadirachta indica</i>	136
3.1.4.4. Activité antifongique des extraits de <i>Nauclea latifolia</i>	138
3.1.4.4.1. Activité antifongique de l'extrait aqueux de <i>Nauclea latifolia</i> .	138
3.1.4.4.2. Activité antifongique de l'extrait éthanolique de <i>Nauclea latifolia</i>	139
3.1.4.5. Effet préventif de l'extrait aqueux de <i>Nauclea latifolia</i> contre l'antracnose <i>in vivo</i>	141
3.1.4.5.1. Prévalence de la maladie	141
3.1.4.5.2. Indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier	142

3.1.4.6. Effet curatif de l'extrait aqueux de <i>Nauclea latifolia</i> contre l'antracnose <i>in vivo</i>	143
3.1.4.6.1. Prévalence de la maladie	143
3.1.4.6.2. Indice de sévérité	145
3.2. DISCUSSION.....	147
3.2.1. Caractéristiques des adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier-----	147
3.2.2. Flore fongique présente sur les adventices dans les vergers d'anacardier---	150
3.2.3. Pouvoir pathogène des champignons présents sur les adventices dans les vergers d'anacardier-----	152
3.2.4. Activité antifongique des extraits de plantes -----	156
CONCLUSION PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS	159
4.1. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	160
4.2. RECOMMANDATIONS.....	161
REFERENCES	162
ANNEXES	
PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	

DEDICACE

A

Mon père TRAORE Moussa

Ma mère KONATE Téninko

Mon regretté oncle DIABATE Bakary Vié

Mes Maîtres

AVANT-PROPOS

Le Projet de Promotion de la Compétitivité de la chaîne de valeur de l'Anacarde (PPCA), mis en vigueur le 20 août 2018, a pour Objectif de Développement (ODP), d'accroître la productivité, la qualité et la valeur ajoutée de la noix de cajou en Côte d'Ivoire. Le Conseil du Coton et de l'Anacarde (CCA) et le Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA) ont signé le 07 décembre 2018, la convention portant sur la mise en œuvre des activités des sous-composantes 2.1. « Mise en œuvre du Programme National de Recherche sur l'Anacarde (PNRA) et développement du matériel végétal amélioré » et 2.2. « Appui aux services de vulgarisation agricole et de transfert de technologies sur l'anacarde ».

Le PNRA repose sur 6 axes de recherche :

- Axe 1 : Génétique / Sélection ;
- Axe 2 : Agronomie / Multiplication du matériel de plantation ;
- Axe 3 : Défense de la culture (Entomologie et Phytopathologie) ;
- Axe 4 : Caractérisation moléculaire (Biotechnologie) ;
- Axe 5 : Caractérisation des sols (Pédologie);
- Axe 6 : Génie des procédés (Transformation).

L'axe 3, Défense de la Culture (DC) a pour objectif général d'améliorer le revenu des producteurs d'anacarde et la productivité des vergers à travers l'accès aux stratégies de lutte durable contre les nuisibles. C'est dans cette optique que le thème de cette thèse « **Pathogénicités des champignons des adventices sur l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) et stratégie de lutte biologique en Côte d'Ivoire** » a été formulé.

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est le couronnement de plusieurs années d'études et de sacrifice. Je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué de manière significative à sa réalisation.

Je remercie Madame ADOHI Krou Viviane, Professeur Titulaire de Physique Nucléaire, en sa qualité de présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour son dynamisme et son leadership au service de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE. Je la remercie surtout pour avoir autorisé mon inscription en thèse de doctorat dans l'institution qu'elle dirige.

J'adresse également mes sincères remerciements à Monsieur SORO Dogniméton, Professeur Titulaire de Pédologie et, par ailleurs, Vice-président de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, chargé de la pédagogie et de la vie universitaire pour ses conseils reçus durant mes années d'études de Master et de Doctorat, pour sa rigueur et sa disponibilité.

Je remercie Monsieur KONE Issiaka, Professeur Titulaire de Sociologie et, par ailleurs, Vice-président de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, chargé de la recherche, de l'innovation et des relations extérieures pour ses efforts, son engagement au service de l'institution et ses enseignements.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences de Microbiologie et Sécurité Alimentaire et, par ailleurs, Directeur de l'UFR Agroforesterie pour avoir permis mon inscription en thèse pour réaliser cette étude.

Je remercie également Madame YOBOUE N'guessan Lucie, Professeur Titulaire d'entomologie agricole, et par ailleurs la Présidente du Conseil Scientifique de l'UFR Agroforesterie pour sa disponibilité qui a facilité le traitement des documents administratifs et surtout pour ses conseils qui m'ont été très utiles.

Je dis un grand merci à Monsieur DIOMANDE Souleymane, Maître Assistant de Malherbologie et, par ailleurs, Secrétaire Général de l'Université Polytechnique de San-Pedro, pour ses conseils et ses encouragements qui m'ont été très utiles pour la réalisation de cette étude.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur AYOLIE Koutoua, Professeur Titulaire de Physiologie végétale et, par ailleurs, Directeur du Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, pour sa disponibilité, ses qualités humaines et ses enseignements. Je

lui dis également merci pour m'avoir accepté au sein de son laboratoire pour mes travaux.

Je remercie très profondément Madame TRAORE-OUATTARA Karidia, Professeur Titulaire de Ecologie végétale /Spécialité Malherbologie et, par ailleurs, Directrice de l'Institut Universitaire d'Ingénierie du Paysage et du Bois de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, pour avoir accepté de diriger ma thèse de doctorat. Je la remercie également pour ses qualités humaines, son engagement, sa disponibilité et ses conseils scientifiques et maternels qui m'ont énormément aidé durant ces années de recherche. Merci pour tous les soutiens moral et financier qui m'ont énormément aidé à traverser des moments de grande incertitude.

A Monsieur SORO Sibirina, Maître de Conférences de Phytopathologie et, par ailleurs Coordonnateur de l'Axe Défense de la Culture du Programme National de Recherche sur l'Anacarde (DC/PNRA), je dis simplement merci, car je peine à trouver le mot juste pour lui exprimer toute ma reconnaissance pour tout ce qu'il a fait pour moi durant mon Master et ma thèse. Merci surtout pour la confiance qui lui a permis de me confier la responsabilité de gérer l'Unité de Phytopathologie de la DC/PNRA au sein de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE depuis 2020, juste après mon Master. Cela m'a permis d'apprendre, de comprendre et de découvrir le monde de la recherche scientifique. Grâce à lui également, j'ai eu mon projet de thèse au compte de la DC/PNR. En plus de sa rigueur scientifique, j'ai appris de ses qualités humaines, son engagement, sa disponibilité et ses conseils scientifiques qui ont énormément contribué à la réussite de ce projet de thèse.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury, Monsieur AYOLIE Koutoua, Professeur Titulaire (Président du jury), Madame TRAORE-OUATTARA Karidia, Professeur Titulaire (Directeur de thèse), Monsieur SORO Sibirina, Maître de Conférences (Directeur de thèse), Monsieur KRA Kouamé Daniel, Maître de Conférences (Rapporteur de la thèse), Monsieur KOFFI N'dodo Boni Clovis, Maître de Conférences (Examineur de la thèse) et Madame TOURE Awa, (Examineur de la thèse) qui ont bien voulu consacrer aussi de leur temps à l'amélioration de la qualité scientifique de ce mémoire de thèse.

Je remercie également Monsieur DRO Bernadin, Maître de Conférences en Biologie végétale pour ses énormes contributions à la rédaction de ce mémoire et ses conseils.

A Monsieur KONE Daouda, Professeur Titulaire de Phytopathologie, j'adresse mes sincères remerciements pour m'avoir accepté dans son équipe DC/PNRA, pour la réalisation de ma thèse de doctorat, merci également pour ses conseils et ses encouragements.

Je remercie Monsieur N'DEPO Ossey Robert, Maître de Conférences d'Entomologie agricole pour ses orientations et ses conseils scientifiques qui ont beaucoup apporté à ce travail.

Je remercie Monsieur ABO Kouabenan, Professeur Titulaire de Phytopathologie à l'Institut Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Yamoussoukro (INP-HB), pour ses énormes contributions, ses mots d'encouragement et ses conseils scientifiques qui ont été d'une très grande utilité dans ce travail.

J'adresse mes remerciements à Madame OUALI N'GORAN San-Whouly Mauricette, Professeur Titulaire d'Entomologie Agricole à l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Cocody, pour ses remarques et suggestions qui ont contribué à l'amélioration de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à KOUAME N'guessan François, Professeur Titulaire de Botanique à l'Université Nangui Abrogoua, pour ses remarques et suggestions qui m'ont aidé dans ce travail.

Je remercie Monsieur KOFFI N'dodo Boni Clovis, Maître de Conférences de Phytopathologie et, par ailleurs Directeur Adjoint du Centre de Formation Continue de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, pour m'avoir initié à la Phytopathologie depuis la Licence. Je le remercie pour sa rigueur scientifique et son engagement qui ont fini par me donner l'amour de la phytopathologie.

Je remercie Monsieur KOUASSI Henri, Professeur Titulaire de Botanique, pour avoir accepté d'identifier les espèces d'adventice.

A Monsieur GUE Arsène, Maître Assistant de Malherbologie, je dis infiniment merci pour ses conseils et son aide qui m'ont beaucoup aidé dans la rédaction de ce mémoire.

Je remercie Monsieur TRA BI Crolaud Sylvain, Maître de Conférences d'Entomologie agricole, pour sa rigueur scientifique, ses conseils et ses différentes formations en analyse statistique de données.

Je remercie Monsieur SORO Senan, Professeur Titulaire en Entomologie agricole à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE, pour ces conseils scientifiques.

Au Docteur OUATTARA Abou, Maître de Conférences en Biologie Santé à l'UFR Agroforesterie de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE pour ses conseils et ses orientations.

Mes remerciements vont également à l'endroit de Madame KOUANGO Marie Claire épouse Koffi, secrétaire de l'UFR Agroforesterie, pour ses efforts et sa disponibilité qui ont facilité le traitement des documents administratifs.

Je remercie Monsieur GUY Mensah Apollinaire, Directeur de Recherche du CAMES en Zootechnie et Faune au Bénin et, par ailleurs, Vice-Président du Groupe de spécialistes des Crocodiles de l'IUCN pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre, pour ses sages conseils, son enseignement en rédaction scientifique et sa disponibilité. Le Professeur Mensah a toujours répondu à mes mails pour me guider malgré son agenda chargé.

A Monsieur WONNI Issa, Professeur Titulaire de Phytopathologie et, par ailleurs, Directeur du Laboratoire du Centre National de Spécialisation en Fruits et Légumes à Bobo-Dioulasso et aussi de l'Ecole National de Formation Agricole de Matourkou, j'adresse mes sincères remerciements pour ses conseils et surtout pour son accueil très chaleureux lors de mon stage au sein de son laboratoire à Bobo-Dioulasso.

J'exprime toute ma reconnaissance à mon Maître de stage, Monsieur DIANDA Z. Oumarou Chargé de Recherche en Phytopathologie à l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) de Farakoba, Bobo-Dioulasso, pour ses efforts inlassables à mes côtés lors de mon stage en Microbiologie.

Je remercie mes collaborateurs de l'Axe Défense de la Culture du Programme National de Recherche sur l'Anacarde Dr SILUE Nakpalo, Dr KONATE Mory Latif, Dr TEHUA Amoa Armist, Dr AKESSE, Dr KOUMAN Abenan Manou Natacha, Dr SORO Nagnon. Arsène, AYEMOU Alloua Richmonde Emmanuella, KOFFI Franck Stanislas pour leur soutien tant au niveau du terrain que du laboratoire.

Aux amis du Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole particulièrement ceux de l'Unité de Phytopathologie, Dr YAO Jean Jaurès, Dr N'GUESSAN Parfait, SILUE Sana, FONDJO Ben Bakary, BAILLET Pélagie, AMANDE Koffi Etienne et CISSE Issa et KOMENAN N'guessan Romain, je dis merci pour leurs soutiens multiformes et surtout leur esprit de fraternité et d'équipe qui m'ont permis de travailler dans un environnement apaisé.

A mes amis du laboratoire du CNS-FL de Bobo-Dioulasso, particulièrement aux doctorants BOUGOUME Arouna, KAFANDO Aïda et KANSSIE Jacqueline et aux élèves ingénieurs YONI Mélanie (Mariam), TOU Aminata, KASSAMBA Diabi et la technicienne du laboratoire Laurentine, je dis merci pour votre disponibilité et votre générosité qui m'ont permis de faire mon stage sans me sentir à l'étranger.

A Monsieur BAMBA Bah (Badjan) et sa femme COULIBALY Fatim, je dis simplement merci, car aucun mot ne pourra les remercier assez. Je les remercie pour leurs actions humaines et généreuses pendant mes moments les plus difficiles ici à Daloa. Grâce à leur aide, j'ai pu me remettre sur pied pour continuer ma marche avec une liberté d'esprit qui m'a permis de finir le Master et suivi d'un doctorat aujourd'hui.

A mes chers parents, mes frères et sœurs j'adresse mes remerciements chaleureux pour leur soutien, leur patience et tout le sacrifice dont ils ont fait preuve durant toutes ces années d'étude. Grâce à vous, je suis aujourd'hui arrivé à cette étape capitale et décisive de ma courte vie.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ACi	: African Cashew Initiative
AD	: Adventice
AHA	: Adventice hôte alternatif
AHC	: Adventice hôte commun
AI	: Adventice infectée
ANOVA	: Analyse of Variance (Analyse de Variance)
APG	: Angiosperm Phylogeny Group
BM	: Banque Mondiale
BPA	: Bonnes Pratiques Agricoles
CCA	: Conseil du Coton et de l'Anacarde
CCAK	: Conseil du Coton, de l'Anacarde et du Karité
CNS-FL	: Centre National de Spécialisation en Fruits et Légumes
ColC	: Isolat de <i>Colletotrichum</i> provenant du Centre
ColCO	: Isolat de <i>Colletotrichum</i> provenant du Centre-Ouest
ColE	: Isolat de <i>Colletotrichum</i> provenant de l'Est
ColN	: Isolat de <i>Colletotrichum</i> provenant du Nord
DB	: Dépôt de poudre blanche
DC	: Défense de la Culture
Des	: Dessèchement
DGTCP	: Direction Générale du Trésor et de la Comptabilité Publique
FAO	: Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FIRCA	: Fond Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles
HE	: Huile Essentielle
MEPD	: Ministère de l'Economie du Plan et du Développement
IFFN	: International Forest Fire News
JPA	: Jeune Plant d'Anacardier
LasioC	: Isolat de <i>Lasiodiplodia</i> provenant de Centre
LasioCO	: Isolat de <i>Lasiodiplodia</i> provenant du Centre-Ouest
LasioE	: Isolat de <i>Lasiodiplodia</i> provenant de l'Est
LasioN	: Isolat de <i>Lasiodiplodia</i> provenant de Nord
PDA	: Potato Dextrose Agar

PIB	: Produit Intérieur Brut
PN	: Plage de Nécrose
PNRA	: Programme National de Recherche sur l'Anacarde
Po	: Points nécrotiques
Ro	: Dépôt de poudre rougeâtre
Sietta	: Salon international des équipements et des technologies de transformation de l'anacarde
TCC	: Tache nécrotique évoluant en Cercles Concentriques
UFR	: Unité de Formation et de Recherche

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Principaux insectes ravageurs et quelques dégâts causés sur l'anacardier	15
Tableau II : Principales maladies fongiques de l'anacardier et leurs agents pathogènes ..	19
Tableau III : Appareils de laboratoire et leur usage	33
Tableau IV : Echelle de notation de la sévérité du dessèchement	52
Tableau V : Adventices symptomatiques inventoriées dans les vergers d'anacardier	64
Tableau VI : Proportion des genres et espèces par famille	67
Tableau VII : Distribution des adventices symptomatiques selon les zones agroécologiques	68
Tableau VIII : Formes de symptômes de maladie sur les organes des adventices	69
Tableau IX : Fréquence des symptômes de maladie selon les zones agroécologiques	76
Tableau X : Fréquences des formes de symptômes en fonction de la saison.....	78
Tableau XI : Fréquence des formes de symptômes en fonction du type de couronne	79
Tableau XII : Fréquence des symptômes en fonction des saisons et des zones agroécologiques	81
Tableau XIII : Fréquence des symptômes en fonction de la zone agroécologique et du type de couronne	83
Tableau XIV : Fréquences des formes de symptômes en fonction du type de couronne et de la saison	85
Tableau XV : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest.....	98
Tableau XVI : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre	101
Tableau XVII : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est.....	104
Tableau XVIII : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord.....	107
Tableau XIX : Caractéristiques morphologiques des champignons isolés sur les adventices	112
Tableau XX : Liste des genres fongiques en fonction des zones agroécologiques	118
Tableau XXI : Adventices infectées par les champignons dans le verger anacardier.....	120
Tableau XXII : Rendement des différents extraits végétaux.....	131

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Carte de la distribution de l'anacardier à l'échelle mondiale	8
Figure 2 : Vue d'un pied adulte d'anacardier dans un verger	9
Figure 3 : Différentes parties du fruit de l'anacardier et quelques produits finis	12
Figure 4 : Vue de quelques symptômes de maladies bactériennes et virales de l'anacardier ...	20
Figure 5 : Symptômes de maladies fongiques sur feuilles d'adventices	24
Figure 6 : Zones agroécologiques prospectées dans le bassin anacardier ivoirien	32
Figure 7 : Jeunes plants d'anacardier en pépinière âgés d'un mois.....	32
Figure 8 : Vue des rameaux des plantes utilisées pour la lutte biologique	33
Figure 9 : Schéma du dispositif d'inventaire des adventices hôtes	36
Figure 10 : Jeunes anacardiers en contact avec des adventices infectées	47
Figure 11 : Suivi de la croissance de la colonie fongique.....	56
Figure 12 : Schéma du dispositif expérimental <i>in vivo</i>	58
Figure 13 : Spectres des classes botaniques et des types morphologiques	63
Figure 14 : Proportion des classes botaniques en fonction des zones agroécologiques	69
Figure 15 : Différentes formes de nécroses sur les adventices	71
Figure 16 : Dépôts de poudre sur les feuilles	72
Figure 17 : Fréquences d'observation en fonction des formes de symptômes.....	74
Figure 18 : Cercle de corrélation des variables formes de symptôme aux axes 1 et 2.....	74
Figure 19 : Nombre de symptôme en fonction des zones agroécologiques.....	86
Figure 20 : Fréquences d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades de la zone agroécologique Nord.....	88
Figure 21 : Fréquence d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades dans la zone agroécologique Est.....	91
Figure 22 : Fréquence d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades dans la zone agroécologique Centre-ouest.....	92
Figure 23 : Fréquence d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades dans la zone agroécologique Centre	94
Figure 24 : Prévalence en fonction des zones agroécologiques	95
Figure 25 : Taux de présence des champignons sur les adventices en fonction des zones agroécologiques	96
Figure 26 : Cercle de corrélation des variables aux axes 1 et 2 de l'ACP	99
Figure 27 : Cercle de corrélation des variables aux axes 1 et 2 de l'ACP.....	102

Figure 28 : Cercle de corrélation entre les variables et les axes 1 et 2 de l'ACP	105
Figure 29 : Cercle de corrélation entre les variables et les axes 1 et 2 de l'ACP	108
Figure 30 : Taux de présence des champignons sur les types morphologiques en fonction des zones agroécologiques	109
Figure 31 : Champignons associés à la rouille et au duvet blanc sur les adventices.....	111
Figure 32 : Fréquence d'isolement en fonction des genres fongiques sur les adventices	114
Figure 33 : Evolution du diamètre des isolats de <i>Colletotrichum</i> sp en fonction du temps	115
Figure 34 : Evolution du diamètre des isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp en fonction du temps	116
Figure 35 : Evolution du diamètre des isolats de <i>Pestalotia</i> sp en fonction du temps	117
Figure 36: Nombre d'espèces d'adventices en fonction des genres fongiques.....	122
Figure 37 : Vitesse de germination des noix de cajou en fonction du temps.....	123
Figure 38 : Délai de germination des noix en fonction des essais.....	124
Figure 39 : Champignons associés aux symptômes de maladies sur les plants d'anacardier...	125
Figure 40 : Prévalence de la maladie sur les plants d'anacardier en fonction du temps	127
Figure 41 : Indice de sévérité des maladies sur les plants d'anacardier en fonction du temps	128
Figure 42 : Symptômes observés sur les plants d'anacardiens inoculés	129
Figure 43 : Incidence de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de <i>Colletotrichum</i> sp.....	131
Figure 44 : Indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de <i>Colletotrichum</i> sp	133
Figure 45 : Symptômes induits sur les plants d'anacardier inoculés	134
Figure 46 : Incidence de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction en fonction des isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp	137
Figure 47 : Taille moyenne des lésions en fonction des isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp sur les jeunes plants d'anacardier	140
Figure 48 : Indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp	141
Figure 49 : Taux de mortalité des jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de <i>Lasiodiplodia</i> sp.....	143
Figure 50 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de <i>C. ferruginea</i>	132
Figure 51 : Taux d'inhibition des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de <i>C. ferruginea</i>	133

Figure 52 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de <i>C. ferruginea</i>	134
Figure 53 : Taux d'inhibition des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de <i>C. ferruginea</i>	134
Figure 54 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de <i>A. indica</i>	135
Figure 55 : Taux d'inhibition de la croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de <i>A. indica</i>	136
Figure 56 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de <i>A. indica</i>	137
Figure 57 : Taux d'inhibition de la croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de <i>Azadirachta indica</i>	137
Figure 58 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de <i>N. latifolia</i>	138
Figure 59 : Taux d'inhibition de la croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de <i>N. latifolia</i>	139
Figure 60 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de <i>N. latifolia</i>	140
Figure 61 : Taux d'inhibition des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de <i>N. latifolia</i>	140
Figure 62 : Prévalence de la maladie en fonction du temps.....	142
Figure 63 : Indice de sévérité de la maladie en fonction du temps	143
Figure 64 : Prévalence de la maladie en fonction du temps.....	144
Figure 65 : Indice de sévérité de la maladie en fonction du temps	146

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de relevé des adventices symptomatiques dans le verger anacardier

Annexe 2 : Fiche de suivi sanitaire des plants d'anacardier inoculés en serre avec les isolats
Colletotrichum sp isolés sur les adventices

Annexe 3 : Fiche de suivi sanitaire des plants d'anacardier inoculés en serre avec les isolats
Lasiodiplodia sp isolés sur les adventices

Annexe 4 : Technique de production d'inoculum fongique

Annexe 5 : Production des jeunes plants d'anacardier

Annexe 6 : Inoculation des feuilles et fruit détachées de l'anacardier *in vitro*

Annexe 7 : Isolats fongiques utilisés pour les tests de pathogénicité *in vivo*

Annexe 8 : Technique de production d'inoculum fongique

Annexe 9: Technique d'inoculation brutale des plants d'anacardier avec les isolats de
Lasiodiplodia sp isolés sur les adventices

INTRODUCTION

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est une plante pérenne Dicotylédone de la famille des Anacardiaceae. Originaire du Brésil, il est principalement cultivé pour la production de la noix de cajou, qui est l'un des trois premiers produits agricoles exportés par la Côte d'Ivoire (Koné, 2010). Sa valorisation économique a suscité la transformation des plantations forestières à base d'anacardier de la Société de Développement des Forêts (SODEFOR) et de la Société Technique pour la Modernisation de l'Agriculture en Côte d'Ivoire (SATMACI), en vergers de production de noix brutes destinées à l'exportation (Lautié *et al.*, 2001 ; Dugué *et al.*, 2003). Elle a également galvanisé les populations à s'adonner à cette culture dans plusieurs régions du pays (Sinan & N'dri, 2016). La filière anacarde, avec un chiffre d'affaires de plus de 600 milliards de francs CFA, et une contribution au Produit Intérieur Brut (PIB) de plus de 7 %, occupe une place très importante dans l'économie ivoirienne (DGTCP, 2024).

La capacité de l'anacardier à s'adapter à diverses conditions pédoclimatiques, a facilité sa dispersion dans la quasi-totalité des régions de la Côte d'Ivoire. Il se développe sur différents types de sol et tolère les variations climatiques (Goujon *et al.*, 1973 ; Deverin, 2005). Cette extension des superficies cultivées a permis à la Côte d'Ivoire de se hisser au rang du premier producteur mondial de la noix brute de cajou en 2015, avec une production estimée à 702 510 tonnes (Sanogo, 2016). Depuis lors, la production ivoirienne de noix brute de cajou croît à un rythme soutenu qui permet au pays de maintenir sa position de leader mondial, avec une production estimée à plus de 1 225 935 tonnes en 2023, soit plus de 40 % de la production mondiale (Coulibaly, 2024). En 2025, la production ivoirienne de la noix de cajou a atteint 1 549 221 tonnes (CCAK, 2026).

Le taux de transformation de la noix de cajou en Côte d'Ivoire est passé de 6,22 % en 2016 à 21 % en 2023. En 2025, le pays a transformé environ 34 % de sa production. Ce qui lui a permis de se positionner au rang du troisième transformateur mondial et celui du premier au niveau africain. Il est également le deuxième exportateur mondial d'amande de cajou après le Vietnam. Le pays compte à ce jour 37 unités de transformation avec une capacité de installée d'environ 830 000 tonnes par an (Coulibaly, 2024 ; DGTCP, 2024).

Cette culture contribue à l'amélioration de la qualité de vie dans les zones de production. Ces dernières ont connu une réduction de la pauvreté et du taux de chômage grâce aux revenus générés par la noix de cajou. Cette activité favorise l'autonomisation des femmes et des jeunes grâce à leur implication dans toute la chaîne de valeur. Selon la banque mondiale (2025), plus de 18 321 emplois dont 66 % occupés par les femmes, ont été créés.

Ainsi, elle permet de freiner l'exode rural et la déscolarisation des enfants (Sinan & N'dri, 2016). La valeur économique de l'anacardier a augmenté grâce à l'importance de ses produits dérivés dans les domaines de la nutrition, de la médecine et de l'industrie (Tuo, 2007 ; Kabuo *et al.*, 2015). Grâce à ces atouts, il s'impose comme un élément stratégique dans le développement socio-économique de la Côte d'Ivoire.

Cependant, l'avenir de la filière anacarde en Côte d'Ivoire est compromis par les problèmes phytosanitaires parmi lesquels, figurent les insectes ravageurs, les maladies et l'enherbement. Ces problèmes sont de nature à fragiliser le rendement des vergers d'anacardiers. Ils favorisent également une diminution de la qualité sanitaire et nutritionnelle de la pomme et de l'amande de cajou.

Les travaux de recherche concernant la protection sanitaire des vergers d'anacardier du pays ont permis d'identifier les nuisibles les plus dommageables et d'élaborer des stratégies de lutte contre certains agents pathogènes. Ainsi, plusieurs insectes ravageurs de l'anacardier ont été identifiés par N'depo *et al.* (2017) et Akessé *et al.* (2018). Koné *et al.* (2015) ont identifié les principales maladies et leurs agents pathogènes responsables des différentes menaces chez la plante. Konaté *et al.* (2020) ont réalisé un inventaire et établi une liste des adventices dans les vergers.

En Côte d'Ivoire, il est rapporté que les agents pathogènes fongiques sont responsables des pathologies les plus dommageables de l'anacardier (Koné *et al.*, 2015 ; Soro *et al.*, 2022). Les facteurs de prolifération des maladies fongiques augmentent leur impact sur les cultures (Dentika *et al.*, 2021). Le manque d'entretien favorise le développement de diverses espèces de plantes adventices dans les cultures. L'augmentation du coût des opérations de nettoyage due la raréfaction de la main d'œuvre dans les zones de production oblige les producteurs à délaissé les vergers. Aussi, le manque d'encadrement technique fait que les producteurs ne sont généralement pas situés sur les périodes propices de nettoyage. Ces activités sont généralement planifiées pendant la phase de fructification, juste pour le ramassage des noix. Pendant cette phase, le manque d'information fait que des producteurs utilisent les herbicides chimiques souvent non recommandés et à des doses non autorisées pour la gestion des adventices. Cette mauvaise pratique, les expose aux risques d'intoxication et menace la biodiversité.

La diversité de la flore adventice augmente la compétition interspécifique pour les éléments essentiels à une production optimale de la culture principale (Munier-Jolain *et al.*, 2008 ; Kouakou *et al.*, 2016). Par ailleurs, elle crée un microclimat favorable au

développement des maladies biotiques dont la prolifération est accélérée par les adventices réservoirs de pathogènes (Alhaithloul, 2019 ; Dentika *et al.*, 2021). Cette double contrainte contribue inéluctablement à la chute du potentiel de production des anacardiers.

Les moyens de lutte contre les maladies fongiques de l'anacardier reposent essentiellement sur l'utilisation de pesticides chimiques. Ces produits de synthèse ont une action rapide et permettent de lutter efficacement contre les nuisibles (Li-Ming *et al.*, 2008). Cependant, leur usage prolongé dans le temps entraîne le développement de résistances chez les bioagresseurs.

De plus, l'application non contrôlée et le non-respect des doses prescrites, engendrent des problèmes d'écotoxicité (pollution de l'air et des eaux), de biodiversité (destruction de la faune y compris les pollinisateurs) et de santé humaine (Diop, 2013). Elle dégrade également la qualité nutritionnelle des fruits par la présence de résidus dépassant les limites de tolérance du Codex Alimentarius de l'Union européenne. Ce qui occasionne la perte de marchés. Outre tous ces risques, leur coût élevé n'est pas à la portée des petits producteurs. Il devient alors nécessaire de trouver des alternatives à la lutte chimique. La lutte biologique à base d'extraits de plantes locales est un excellent moyen à promouvoir pour une production en quantité et de qualité.

La découverte de plantes à effet biopesticide a conduit à l'élaboration de pesticides biologiques capables de réduire significativement la gravité des maladies. Le biopesticide NECO fait à base de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* a réduit significativement la croissance de *Xanthomonas* sp, *Colletotrichum gloeosporioides* et celle de *Pestalotia heterocornis* qui sont des espèces de pathogènes bactérienne et fongique fréquemment isolées sur les feuilles de l'anacardier en Côte d'Ivoire (Silué *et al.*, 2018). Pourtant, son efficacité dans la protection des anacardiers dans un environnement où ils ne sont plus les seuls sujets malades, pourrait être limitée. D'où la nécessité de la prise en compte des facteurs de prolifération des maladies, en occurrence les plantes hôtes alternatifs.

Il apparaît clairement qu'aucune étude en Côte d'Ivoire ne traite des adventices hôtes alternatifs (AHA) de champignons pathogènes de l'anacardier dans les vergers. Pourtant, la capacité des adventices à s'ériger en foyers d'infestation dans les cultures telles que les Solanaceae, le café et l'igname a été démontrée dans des études antérieures (Traoré *et al.*, 2013 ; Kumar *et al.*, 2021 ; Dentika *et al.* 2021). Selon Dentika *et al.* (2021), les adventices hôtes font partie des principaux facteurs de prolifération des maladies fongiques dans les cultures. Leur présence dans les vergers peut augmenter l'impact des maladies fongiques sur

les anacardiens. Ce qui entraîne une chute du potentiel de production de ces derniers et par ricochet, une baisse de la production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire.

Il devient alors nécessaire d'identifier les adventices hôtes de maladies fongiques de l'anacardier afin de réduire leur présence dans les vergers. Il est aussi nécessaire de trouver des extraits végétaux efficaces dans le contrôle des maladies fongiques des adventices transmises à l'anacardier afin de réduire l'usage des fongicides chimiques dans la production de la noix de cajou.

La mise en évidence de la transmission des maladies fongiques des adventices à l'anacardier permet une identification des adventices hôtes de maladies dans les vergers d'anacardiens. Le test de l'activité antifongique permet de trouver des extraits végétaux efficaces pour le contrôle biologique des maladies fongiques de l'anacardier.

Face à ce constat, la question de recherche suivante mérite d'être élucidée. La réduction des adventices hôtes de maladie fongique de l'anacardier dans les vergers et l'utilisation d'extraits végétaux pour le contrôle des maladies fongiques peuvent-elles permettre d'augmenter la production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire ?

La présente étude a pour objectif général d'augmenter la production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire par la réduction des adventices hôtes de maladies fongiques de l'anacardier dans les vergers. Il s'agit plus spécifiquement de :

- 1- caractériser les adventices présentant des symptômes d'infections dans le verger d'anacardier en Côte d'Ivoire ;
- 2- identifier les champignons associés aux symptômes d'infections des adventices dans le verger d'anacardier ;
- 3- évaluer la capacité de transmission et le pouvoir pathogène des champignons présents sur les adventices malades aux plants d'anacardiens ;
- 4- tester l'activité antifongique d'extraits de plantes contre les champignons pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices.

Le manuscrit est subdivisé en trois parties auxquelles s'ajoutent l'introduction, la conclusion, les perspectives, les recommandations, et les références. La première partie est consacrée aux généralités, la seconde partie expose le matériel et les méthodes adoptées, et enfin la troisième partie donne les résultats et leurs discussions.

**PREMIERE PARTIE :
GENERALITES**

1.1. Généralités sur l'anacardier

1.1.1. Origine et distribution

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est un arbre fruitier tropical de la famille des Anacardiaceae. Il a été découvert au Brésil, où il était cultivé par les populations indigènes (Marc *et al.*, 2012). Ces dernières le cultivaient certainement pour sa pomme. Contrairement à la noix, la pomme de cajou une fois mure peut être consommée directement sans aucune technologie. Les navigateurs portugais ont apprécié l'anacardier certainement pour d'autres atouts. Outre la production de pommes comestibles, cette plante était capable de rendre d'énormes services écosystémiques. Cette plante s'adapte facilement aux conditions pédoclimatiques de diverses zones. Grâce aux navigateurs portugais, sa culture s'est répandue dans le monde entre le XVe et le XVIIIe siècle (Purseglove, 1988 ; Aogou, 1996 ; Dendena & Corsi, 2014). L'anacardier a été introduit en Afrique de l'ouest, en Afrique de l'Est, en Inde et dans le Sud-Ouest de l'Asie (Indonésie, Philippines, Thaïlande, etc.).

L'appellation cajou a été inspirée de "acâ-yú" qui signifie pomme jaune en tupi-guarani, une tribu indienne au Nord-Est du Brésil. Contrairement à la noix, ce peuple avait une préférence pour la pomme de cajou (Lautié *et al.*, 2001).

Aujourd'hui, l'anacardier est cultivé dans toutes les zones tropicales du monde principalement pour la production de la pomme et de la noix de cajou (Figure 1). Les principaux pays producteurs de la noix de cajou au monde sont présents en Asie du Sud-Est, en Amérique du Sud, et en Afrique (Ouest et Est). L'Afrique est le continent qui détient le plus grand nombre de pays producteurs de noix de cajou. Il s'agit notamment de la Côte d'Ivoire, du Burkina Faso, du Bénin, du Nigeria, du Sénégal, du Mozambique, du Togo, du Ghana, de la Tanzanie, de la Guinée, de la Guinée-Bissau et du Kenya (Rongead, 2012).

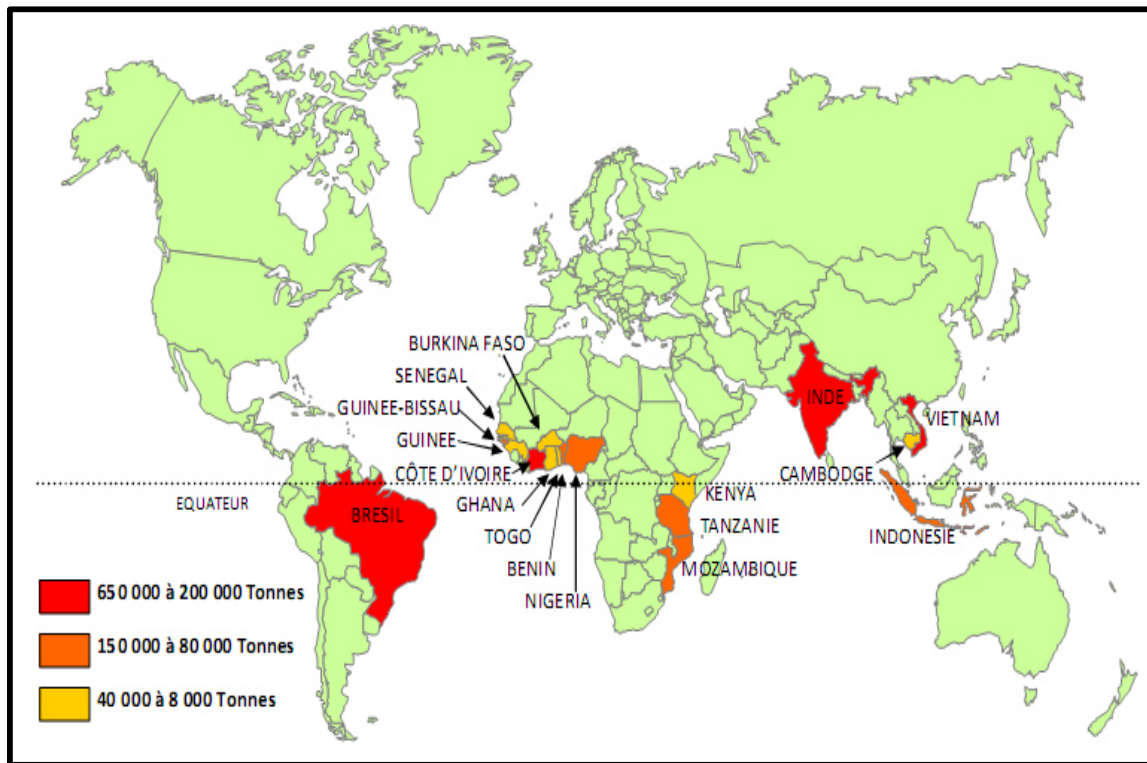


Figure 1 : Carte de la distribution de l'anacardier à l'échelle mondiale (Rongead, 2012)

1.1.2. Position systématique de l'anacardier

La position systématique de l'anacardier selon la classification phylogénétique APG (Angiosperm Phylogeny Group) IV est la suivante (Chase *et al.*, 2016) :

Règne	: Végétal
Division	: Magnoliophyta
Embranchement	: Magnoliophytes
Classe	: Dicotylédones
Ordre	: Sapindales
Famille	: Anacardiaceae
Tribu	: Anacardieae
Genre	: <i>Anacardium</i>
Espèce	: <i>Anacardium occidentale</i> L.

1.1.3. Description botanique de l'anacardier

L'anacardier est également connu sous les noms vernaculaires d'anacarde, d'acajou ou de cajou (en français), de "cashew nut" (en anglais), de "habb Al-biladhir" (en arabe), puis de "yao kuo" (en chinois) selon (Orwa *et al.*, 2010 ; Ahmadou, 2019). C'est une espèce diploïde qui produit la noix de cajou. Le nom Scientifique *Anacardium occidentale* a été donné en 1753 par le naturaliste suédois Carl Von Linné. C'est un arbre à la cime évasée mesurant de 4 à 10 m de haut. Il est ancré au sol grâce à une racine principale pivotante soutenue par des racines secondaires. Son écorce a une couleur gris clair ou brune. Chez les jeunes individus, cette écorce paraît lisse, mais chez les adultes, elle présente de légères fissures. Les feuilles sont simples entières de couleur vert foncé, persistantes, alternes, ovales, arrondies au sommet, coriaces non stipulées et de forme elliptique. La longueur des feuilles varie de 10 à 20 cm, avec une largeur pouvant atteindre 10 cm (Figure 2). Les fleurs sont pentamères et mesurent un centimètre de diamètre. Elles sont rosâtres, linéaires, recourbés, très odorantes et groupées en panicules. Deux types de fleurs à savoir les fleurs unisexuées mâles et les fleurs hermaphrodites existent chez l'anacardier. Après la floraison, le vrai fruit appelé noix de cajou se développe en premier lieu jusqu'à atteindre sa taille maximale. Le fruit doté d'une noix de couleur grise brunâtre se forme à la fin de la saison sèche. C'est une drupe indéhiscente. Ensuite, survient le développement du pédoncule pour devenir la pomme de cajou. L'anacardier a une durée de vie comprise entre 20 et 30 ans. La phase de floraison commence vers l'âge de 2-3 ans. La pleine floraison se situe vers la 7^{ème} année (Fournet, 2002 ; Lacroix, 2003).

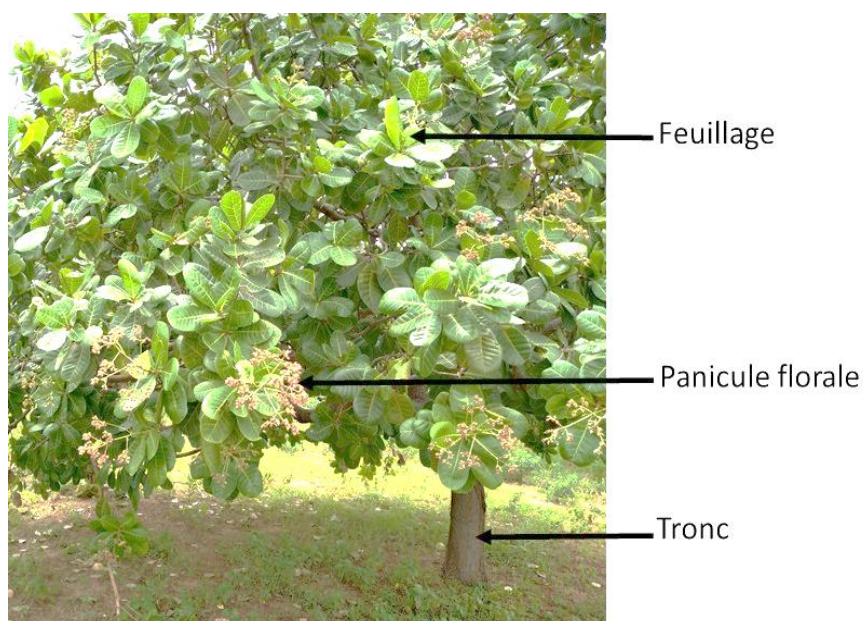


Figure 2 : Vue d'un pied adulte d'anacardier dans un verger (Photo TRAORE)

1.1.4. Importance de l'anacardier

L'anacardier est l'une des principales cultures pérennes de la Côte d'Ivoire. Cette plante regorge de nombreux atouts. Son importance est perceptible au niveau socio-économique et industriel.

1.1.4.1. Importance socio-économique

L'anacardier est une plante qui possède de nombreux atouts socio-économiques. L'importance socio-économique de l'anacardier se situe au niveau alimentaire, sanitaire, la protection des sols, et l'amélioration des conditions de vie.

Au niveau alimentaire, la pomme et l'amande de cajou sont riches en éléments nutritifs indispensables au bon fonctionnement de l'organisme humain (Ouattara *et al.*, 2016). Elles servent à fabriquer divers produits tels que le jus, la liqueur, le beurre, l'huile et le tourteau qui sont consommés partout dans le monde. Ces derniers renferment des sucres totaux, des minéraux, des protéines, des caroténoïdes, de la vitamine C et des polyphénols (Haendler *et al.*, 1970 ; Soro, 2012). Ils possèdent des propriétés antioxydantes et leur consommation permet de combler certaines carences en nutriments surtout chez les enfants et les femmes allaitantes (Michodjehoun-Mestres *et al.*, 2009 ; Ndiaye *et al.*, 2022). Le yaourt au beurre de cajou aux Etats-Unis et les noix de cajou grillées enrobées d'épices en Inde sont des produits innovants pour satisfaire les personnes ayant adopté un régime végétalien (FAOSTAT, 2019). Le tourteau issu du pressage de l'huile est très riche en protéine (29,5%). Il est valorisé dans l'alimentation animale (Kouakou *et al.*, 2018 ; Ouattara *et al.*, 2023). Les pellicules (testa) sont riches en protéines et servent, en Inde, d'aliments pour les volailles à condition de ne pas contenir trop de baume (Haendler *et al.*, 1970).

Au niveau social, le développement de la filière anacarde a contribué à réduire le taux de chômage et à freiner l'exode rural (Djaha *et al.*, 2014). Selon FIRCA (2023), l'anacardier est cultivé en Côte d'Ivoire sur une superficie de plus de 1 400 000 hectares appartenant à 420 000 producteurs. La filière fait vivre directement plus de 1,5 millions de personnes dans le pays. Le bois issu du recépage de l'anacardier ou des opérations de réhabilitation des vergers est utilisé comme bois de chauffe. Il sert également à fabriquer du charbon de bois et est utilisé en menuiserie pour la confection des meubles, ce qui constitue une alternative à l'utilisation des essences forestières (Tuo, 2007). Son écorce et ses feuilles sont utilisées dans le traitement de certaines maladies telles que la toux, la fièvre, le diabète, la colique intestinale, l'ulcère, les maladies urinaires et des hémorroïdes (Farahin *et al.*, 2022).

Les produits dérivés de la pomme et de l'amande de cajou protègent les consommateurs contre les maladies cardio-vasculaires et d'autres pathologies chroniques (Vinson *et al.*, 2001).

Au niveau de la protection des sols et des cultures, l'anacardier grâce à son système racinaire lutte contre l'érosion des sols. Il restaure le couvert végétal et freine l'avancée du désert par sa capacité d'adaptation à diverses conditions pédoclimatiques. Dans certaines zones de production, il sert à protéger les exploitations agricoles contre les dégâts causés par les bœufs (Ruf *et al.*, 2019).

Au niveau économique, la commercialisation de la noix de cajou permet de générer des revenus aussi bien pour les acteurs de la chaîne de valeur que pour les pays producteurs (Martin, 2003 ; Bezerra *et al.*, 2007 ; Sobhana *et al.*, 2013).

1.1.4.2. Importance industrielle

Les différentes parties du fruit de l'anacardier peuvent être transformées en divers produits (Figure 3). La pomme (faux fruit) qui est composée à 85 % d'un jus sucré, sert à fabriquer du jus, de la liqueur, du vinaigre ou du vin (Ouattara *et al.*, 2016). La noix de cajou est composée d'une coque, d'une pellicule et d'une amande. Chacun de ces éléments possède des atouts industriels (Velmurugan *et al.*, 2014).

Selon Lautié *et al.* (2001) la coque correspond entre 50 et 55 % du poids de la noix. La coque de la noix de cajou contient un liquide acide appelé baume de cajou Cashew Nut Shell Liquide (CNSL). Ce dernier a de multiples usages dans l'industrie. C'est une résine phénolique vésicante et toxique, mais, très riche en composés phénoliques naturels. Il intervient dans la fabrication d'encres, d'insecticides ou d'éléments de frictions de véhicules tels que les freins et les embrayages (Telascrea *et al.*, 2014). Le baume de cajou est également utilisé dans l'industrie des revêtements pour la fabrication des vernis et matières plastiques (Balgude & Sabnis, 2014).

La coque une fois retirée, sert de combustible pour la cuisson ou le chauffage dans le processus de transformation des noix de cajou (Neya *et al.*, 2017). La pellicule entourant l'amande est brûlée comme la coque, elle est aussi utilisée comme combustible ou en tant que complément à l'alimentation du bétail (Adouko, 2013 ; Yao *et al.*, 2013).

L'huile d'amande de cajou est riche en acide oléique et stéarique et son rapport acides saturés/acides insaturés est de 4,1. La proportion d'acide linoléique de cette huile est 17,1 %.

Sa composition en acides gras, fait d'elle une huile intermédiaire entre l'huile d'arachide et l'huile d'olive. Elle est intéressante sur le plan nutritionnel (Haendler *et al.*, 1970).



Figure 3 : Différentes parties du fruit de l'anacardier et quelques produits finis

1.1.5. Culture de l'anacardier

1.1.5.1. Ecologie de l'anacardier

L'anacardier est principalement cultivé dans la zone intertropicale du monde (Lautié, 2001). Mais, ses faibles exigences édaphiques et climatiques ont favorisé sa dispersion dans différentes zones pédoclimatiques (Deverin, 2005). C'est une espèce rustique qui tolère une large gamme de variation climatique. Elle s'adapte aux variations de températures dont la moyenne se situe entre 22 °C et 35 °C et de pluviométrie allant de 500 à 3700 mm. Cette plante se développe dans les zones arides et semi-arides, mais mieux sur les sols légers, drainés, profonds et fertiles (Tandjiekpon, 2005). Une pluviosité annuelle comprise entre 800 et 1800 mm répartie sur cinq à sept mois, ainsi qu'une saison sèche bien marquée de cinq à sept mois, favorise une bonne fructification (Goujon *et al.*, 1973). Les températures qui favorisent une bonne croissance sont comprises entre 20 et 36 °C (Rongead, 2012). Les régions du Nord, du Centre et du Nord-Est constituent la majeure partie du bassin anacardier ivoirien, mais il est de plus en plus cultivé dans les régions du Centre-ouest (Letto *et al.*, 2022).

1.1.5.2. Production de la noix de cajou

L'Afrique de l'Ouest constitue la principale zone de production de la noix de cajou au monde. La production ouest africaine de noix de cajou était estimée à 3,1 millions de tonnes en 2023, soit plus de 40 % de la production mondiale. La majeure partie de la production de cette zone provient de la Côte d'Ivoire (Sietta, 2023).

En Côte d'Ivoire, l'anacardier est cultivé en monoculture ou en association avec d'autres cultures. La monoculture est généralement pratiquée dans les vergers de plus de 10 ans, mais dans les vergers plus jeunes, le riz, le maïs ou l'arachide sont associées à l'anacardier (Sanoko *et al.*, 2024). Les zones agroécologiques Nord, Centre et Est constituent les plus grandes zones de production de la noix de cajou du pays. Toutefois, cette culture s'intensifie dans d'autres zones telle que le Centre-ouest du pays (Letto *et al.*, 2022). Dans cette zone, l'anacardier est associé au cacaoyer dans la plupart des vergers.

La majorité de la production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire est assurée par les petits producteurs. Les vergers sont généralement de petite taille 2,74 ha en moyenne (Sanoko *et al.*, 2024). Ils ont été créés avec des semences « tout venant » non certifiées (Bezerra, 2007 ; Lebailly *et al.*, 2012) et ne respectent pas la densité de 100 anacardiers / ha. Le rendement de ces vergers varie entre 350 kg/ha et 500 kg/ha, alors qu'au Brésil ou en l'Inde, il est de l'ordre de 1500 kg/ha (Djaha *et al.*, 2012). Cette situation a conduit le Programme National de Recherche sur l'Anacarde (PNRA) et le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) à la recherche de matériel végétal amélioré. A ce titre, trois géotypes nommés A24 ; A27 et A30 issus des croisements entre des anacardiers hauts producteurs sélectionnés dans les différentes zones de production sont en cours de diffusion en milieu paysan.

La production ivoirienne de noix brute de cajou a connu une évolution spectaculaire grâce aux réformes entreprises dans le secteur de l'anacarde en 2013 par le gouvernement. Il s'agit de la revalorisation du prix bord champ et de la restructuration de la filière. Grâce à ces réformes, la production qui était de 380 000 tonnes en 2010, a franchie pour la première fois la barre des 700 000 tonnes en 2015. Elle a été de 1 225 935 tonnes en 2023, soit plus de 40 % de l'offre mondiale (Sanogo *et al.*, 2016 ; Coulibaly, 2024).

1.1.6. Contraintes sanitaires de l'anacardier

1.1.6.1. Insectes ravageurs de l'anacardier

Les principaux insectes ravageurs de l'anacardier sont *Helopeltis* sp, *Diastocera trifasciata*, et *Apate terebrans*. Ils causent de nombreux dégâts sur les organes de l'anacardier. Les organes attaqués et les dégâts diffèrent selon l'insecte (Tableau I).







Helopeltis sp est un insecte piqueur-suceur. Les nymphes et les adultes de cet insecte se nourrissent de la sève des jeunes tissus des feuilles, des fleurs et des fruits en formation (N'dépo *et al.*, 2017). Les dégâts sont matérialisés par des lésions nécrotiques le long de la nervure principale. Au niveau du pétiole et du pédoncule floral, apparaissent des dépressions marquées avec un noircissement des tissus et des suintements de gomme. Ce qui a pour conséquence le dessèchement des bourgeons et des panicules florales.

Diastocera trifasciata est un insecte qui cause d'énormes dégâts dans les vergers d'anacardier. Telle une scie, il sectionne les branches et les troncs de l'arbre. Il est communément reconnu sous le nom du « Menuisier » en milieu paysan (Adeigbe *et al.*, 2015 ; N'dépo *et al.*, 2017). La différence fondamentale entre cet insecte et les autres Cerambycidae est la présence des élytres à quatre bandes noires alternées de trois bandes jaunes (Ouali *et al.*, 2020). Le mâle adulte joue le rôle de bucheron tandis que la femelle pond ses œufs sur les branches coupés. Les larves accomplissent leur cycle de développement dans les galeries à l'intérieur des branches coupées (Dwomoh *et al.*, 2008). L'éclosion de l'œuf, le développement larvaire ainsi que la pupaison (métamorphose) ont généralement lieu à l'intérieur du bois mort (Ouali *et al.*, 2019). Les adultes de l'insecte sont observés dans les plantations sans interruption entre le mois d'avril et le mois de janvier (N'dépo *et al.*, 2017). Au Nigéria, les taux d'attaques de l'insecte ont été estimés à 100 % (Asogwa *et al.*, 2011).

Apate terebrans est un insecte qui vit dans le bois frais. Il cause des dégâts au tronc et aux branches de l'anacardier. *A. terebrans* est connu sous le nom de « boreur » en milieu paysan. Sa présence dans le champ est marquée par les trous qu'il creuse dans les troncs ou les branches (N'dépo *et al.*, 2017). Cet insecte débute ses dégâts, justes au-dessus du collet de l'arbre pour atteindre les branches latérales et même les rameaux (Agboton *et al.*, 2014). Les trous d'entrée ainsi forés suivent une même orientation et sont presque équidistants le long de la branche ou du tronc de l'arbre attaqué. Ils sont de différents types suivant leur âge et l'état des galeries dans lesquelles ils débouchent (Agboton *et al.*, 2017). Les galeries vivantes sont matérialisées extérieurement par des trous d'attaque fraîche desquels sortent encore de la

sciure de bois. Les galeries mortes visiblement récentes mais desquelles l'activité de l'insecte foreur n'est plus perceptible. Elles sont caractérisées extérieurement par des trous de couleur noire, non encore cicatrisés. Les galeries anciennes se distinguent extérieurement des précédentes par des trous noirs déjà refermés et présentant de cicatrices très caractéristiques de l'action antérieure de *A. terebrans* (Agboton *et al.* 2017). Lorsque les attaques sont sévères, elles affaiblissent l'arbre, aboutissant dans bien de cas, à une réduction de la production consécutivement à la rupture des branches. Les femelles pondent leurs œufs dans les crevasses de l'écorce sur le tronc (Wagner *et al.*, 2008). *A. terebrans* cause des dégâts dans le verger anacardier ivoirien (N'dépo *et al.*, 2017).

Tableau I : Principaux insectes ravageurs et quelques dégâts causés sur l'anacardier

Insecte ravageur	Description des dégâts	Illustration des dégâts
 <p data-bbox="263 1189 435 1223"><i>Helopeltis</i> sp</p>	<p data-bbox="539 943 1027 1084">Provoque des lésions nécrotiques, taches noires dessèchement des bourgeons et panicules (Anonyme 1, 2024)</p>	
 <p data-bbox="263 1574 549 1608"><i>Diastocera trifasciata</i></p>	<p data-bbox="587 1339 1043 1451">Sectionne les branches et les troncs des anacardier (Ouali <i>et al.</i>, 2020 ; Anonyme 1, 2024)</p>	
 <p data-bbox="263 1962 472 1995"><i>Apathe terebrans</i></p>	<p data-bbox="587 1742 1043 1854">Creuse les galeries dans les branches et les troncs (Anonyme 1, 2024)</p>	

1.1.6.2. Principales maladies de l'anacardier

1.1.6.2.1. Maladies fongiques de l'anacardier

Les principales maladies fongiques de l'anacardier en Côte d'Ivoire sont l'anthracnose, la pestalotiose, la gommose, le dessèchement foliaire, la rouille rouge et le mildiou. Les manifestations et les conséquences diffèrent selon la maladie (Tableau II).

L'anthracnose est par excellence la maladie fongique la plus dommageable de l'anacardier dans toutes les zones agroécologiques du bassin anacardier ivoirien (Koné *et al.*, 2015 ; Soro *et al.*, 2015a). Les symptômes de l'anthracnose apparaissent principalement au niveau des feuilles, des rameaux, des fleurs et des fruits (Soro *et al.*, 2012). Ils varient selon les organes atteints. Sur les feuilles, ils se manifestent par de grandes taches beiges à brunes, des taches sous forme de brûlure sur les feuilles, de pointillés noirs à contour régulier. Au niveau des rameaux et les fruits, les symptômes sont sous forme de taches noires ayant un aspect brillant (Uaciquete *et al.*, 2013 ; Afouda *et al.*, 2013). Silué *et al.*, (2017) ont rapporté que l'agent pathogène responsable de l'anthracnose de l'anacardier en Côte d'Ivoire est le champignon *Colletotrichum gloeosporioides*. Soro *et al.* (2022) ont montré qu'il existe une diversité d'espèces de *Colletotrichum* causant l'anthracnose de l'anacardier dans les vergers ivoiriens. *Colletotrichum gloeosporioides* se caractérisent par un mycélium brun cotonneux sur le milieu de culture PDA. Au microscope, le mycélium est septé et les spores sont allongées et arrondies aux extrémités. Les spores de ce champignon ne sont pas striées. Une humidité élevée est favorable à la dissémination et à la prolifération de *C. gloeosporioides* (Silué *et al.*, 2017 ; Soro *et al.*, 2022). Les pertes de rendement en noix de cajou dues à l'anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), peuvent atteindre 50 % à 70 % (Mathur & Kongsdal, 2003). L'anthracnose est également présente sur l'anacardier au Brésil (Freire *et al.*, 2002). En l'an 2000 au Brésil, elle a causé une chute de production de l'ordre de 40 % (Topper, 2002).

La pestalotiose est une maladie fongique qui attaque les feuilles et les fruits de l'anacardier. Elle se manifeste par l'apparition de plages brunes sur les feuilles et les fruits. En Côte d'Ivoire, la pestalotiose a été identifiée sous forme de taches foliaires. Cette maladie est présente sur l'anacardier dans toutes les zones de production de la noix de cajou. Le champignon responsable de la pestalotiose de l'anacardier en Côte d'Ivoire est *Pestalotia heterocornis*. Ce champignon se caractérise par un mycélium blanc qui évolue en formant des cercles concentriques sur le milieu de culture PDA. Le mycélium de ce champignon est septé


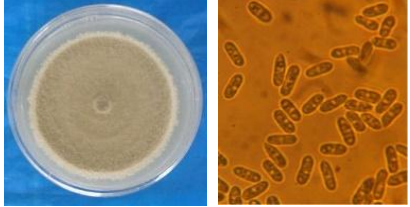
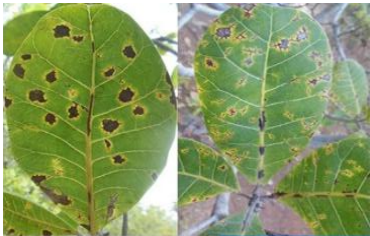
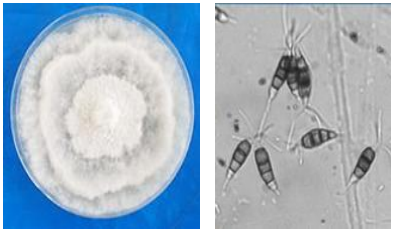
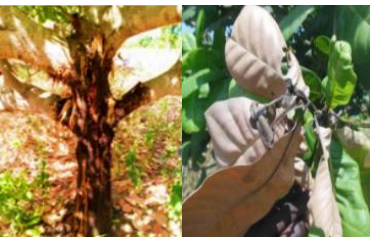


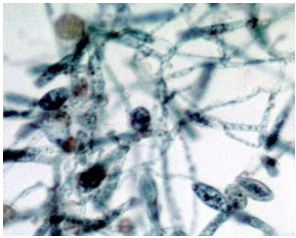


et les spores sont allongées et présentent trois stries avec trois filaments aux extrémités (Nyaka *et al.*, 2021).

La gommose est généralement observée sur le tronc et les rameaux de l'anacardier (Ghini *et al.* 2011). Les troncs attaqués noircissent et laissent couler de la gomme. Les anacardiers atteints sont affaiblis à cause de la rupture des vaisseaux conducteurs et la dégradation du bois. Ce phénomène entraîne dans bien de cas une décoloration des feuilles due à la perte de la chlorophylle pourtant nécessaire à l'activité photosynthétique. Les pieds sévèrement attaqués finissent par dessécher (Soro *et al.*, 2022). Le dessèchement des bourgeons peut occasionner à lui seul des pertes de rendement en noix de cajou de 70 % et la mort de plus de 50 % des pousses végétatives (Loganathan & Vanitha, 2016). L'agent pathogène de la gommose et du dessèchement est *Lasiodiplodia theobromae* (Ghini *et al.*, 2011 ; Wonni *et al.*, 2017). Il se caractérise sur le milieu PDA par une colonie initialement blanc grisâtre, devenant gris-noir avec un mycélium aérien. A la surface de la colonie se forment des pycnides brun foncé et globuleux. Son mycélium est septé et les conidies immatures sont hyalines, unicellulaires, ovoïdes à ellipsoïdes avec une paroi fine. Lorsqu'elles sont matures, elles se cloisonnent et deviennent bicellulaires avec une couleur brun foncé présentant des stries longitudinales (Aguilera-Cogley *et al.*, 2022). Les spores de ce champignon sont disséminées par les courants d'air, les pluies et les irrigations par aspersion. Les périodes très pluvieuses sont favorables au parasitisme de *Lasiodiplodia theobromae* (Sumerbell *et al.*, 2004). Au Panama, l'incidence du chancre des branches de l'anacardier causé par *Lasiodiplodia theobromae* est estimée à 70 % (Aguilera-Cogley *et al.* 2022).

La Rouille rouge de l'anacardier est une maladie fongique provoquée par *Cephaleuros virescens* (Ngoh *et al.*, 2021). Les symptômes sont des dépôts de poudre de couleur rougeâtre, et de forme circulaire ayant un aspect poudreux visible sur la face supérieure des feuilles et des fruits (Soewarto, 2017 ; Pereira *et al.*, 2020). Cette maladie a un impact négatif sur la productivité de l'anacardier dans la mesure où elle provoque une défoliation de l'arbre, la nécrose des tissus et la perte de fruits. La rouille est présente dans toutes les zones de production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire. L'incidence de la rouille rouge dans le verger anacardier peut atteindre 90 % (Ponmurugan *et al.*, 2009 ; Afouda *et al.*, 2013 ; Koné *et al.*, 2015).

Le mildiou est une maladie fongique de l'anacardier provoquée par *Oïdium anacardii* Noack. Il se manifeste par l'apparition d'un duvet blanc sur la face supérieure des feuilles et/ou des panicules florales. Une fois attaquées, les fleurs aux extrémités des branches chutent causant ainsi une faible fructification. Il peut engendrer des pertes de rendement de l'ordre de 70 à 100 % (Sijaona, 2001 ; Rongead, 2012). Cette maladie est moins présente dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire.

Tableau II : Principales maladies fongiques de l'anacardier et leurs agents pathogènes

Maladie	Description des symptômes	Agent pathogène
 <p>Anthracnose</p>	<p>Apparition de plages et/ ou de points nécrotiques de couleur noir sur les feuilles (Silué <i>et al.</i>, 2017 ; Soro <i>et al.</i>, 2022)</p>	 <p><i>Colletotrichum gloeosporioides</i></p>
 <p>Pestalotiose</p>	<p>Apparition de plages brunes sur les feuilles (Silué <i>et al.</i>, 2017)</p>	 <p><i>Pestalotia heterocornis</i></p>
 <p>Gommoses et dessèchement foliaire</p>	<p>Noircissement du tronc suivie de gomme ; dessèchement des bourgeons foliaires (Soro <i>et al.</i>, 2022 ; Aguilera-Cogley <i>et al.</i>, 2022)</p>	 <p><i>Lasiodiplodia</i> sp</p>
 <p>Mildiou</p>	<p>Apparition de couches blanches sur les feuilles. (Sijaona, 2001)</p>	 <p><i>Oidium anacardii</i></p>
 <p>Rouille rouge</p>	<p>Apparition de dépôts de poudre rougeâtre à la face supérieure des feuilles. (Afouda <i>et al.</i>, 2013)</p>	 <p><i>Cephaleuros virescens</i></p>

1.1.6.2.2. Maladies non fongiques de l'anacardier

Outres les pathologies fongiques, l'anacardier est parasité par d'autres maladies biotiques. La Figure 4 illustre les maladies non fongiques de l'anacardier en Côte d'Ivoire. Il s'agit notamment de maladies bactériennes et virales.

La maladie bactérienne de l'anacardier rencontrée dans les vergers en Côte d'Ivoire se manifeste par des nécroses noirâtres sur les rameaux et des taches noires entourées d'allojaunes sur les feuilles. Elle provoque la chute prématurée des feuilles (Koné *et al.*, 2015). La bactérie responsable de cette maladie est *Xanthomonas axonopodis* pv. *Anacardii*. Elle est présente sur l'anacardier dans toutes les zones de production de la noix de cajou du pays (Kouman *et al.*, 2022). Au Brésil, plusieurs espèces et souches d'une même espèce de *Xanthomonas* sont responsables de dégâts importants sur l'anacardier (Ah-You *et al.*, 2007 ; Gama *et al.*, 2011).

Les maladies virales de l'anacardier sont la mosaïque des feuilles et la rosette des feuilles. Elles sont caractérisées par des panachures le long des nervures secondaires avec un recroquevillement de la feuille vers le bas et l'intérieur (Koné *et al.*, 2015). Ces maladies sont moins fréquentes dans les vergers en Côte d'Ivoire.

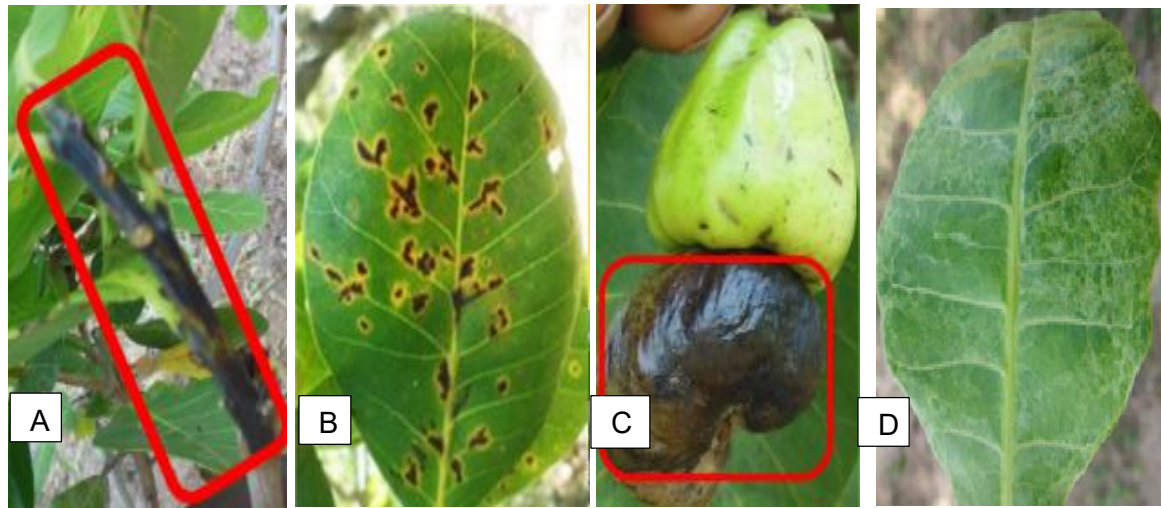


Figure 4 : Vue de quelques symptômes de maladies bactériennes et virales de l'anacardier

(Wonni *et al.* 2017 ; Anonyme 1, 2024)

(A) : maladie bactérienne sur rameau d'anacardier ; (B) : maladie bactérienne sur feuille d'anacardier et (C) : maladie bactérienne sur noix de cajou ; (D) : maladie virale sur feuille d'anacardier

1.1.6.3. Adventice ou mauvaise herbe

Le mot adventice dérive du latin « *adventicius* » signifiant « qui vient d'ailleurs » donc supplémentaire ou encore qui vient accidentellement (Tissut *et al.*, 2006). Une adventice est une plante qui pousse sur un terrain sans y avoir été semée ou plantée. Selon Brunel & Tison (2005) les adventices sont des plantes qui se propagent naturellement dans les habitats naturels ou semi naturels, alors qu'une mauvaise herbe est une plante herbacée ou ligneuse indésirable là où elle se trouve. Elle désigne également un élément végétal inopportun non semé ou non planté provenant de graine ou de multiplication végétative (Tissut *et al.*, 2006).

Les adventices poussent accidentellement dans les cultures, mais les plantes associées à la culture principale par le producteur peuvent parfois devenir des adventices au-delà d'une certaine densité (Barralis, 1984). Les termes adventice et mauvaise herbe sont souvent considérées comme synonymes. Dans cette étude, ces deux termes désignent toute espèce végétale autre que l'anacardier dans le verger.

1.1.6.3.1. Classification et identification des adventices

La classification permet de percevoir les similitudes et les différences entre les adventices, de déterminer les espèces avec leurs familles botaniques. Elle est perçue comme étant la distribution méthodique des plantes en différents groupes nommés classe, famille, genre et espèce. Certaines adventices présentent les mêmes caractéristiques du point de vue phénotypique. La diversité des adventices dans les cultures a été démontrée dans des études antérieures (Traoré *et al.*, 2008). Les adventices peuvent être regroupées en deux grandes classes au sein du sous-embanchement des angiospermes. Il s'agit des Monocotylédones et des Dicotylédones. Les Monocotylédones sont caractérisées par la présence d'un cotylédon et les Dicotylédones par deux cotylédons.

La classification des adventices peut se faire également par la détermination du type biologique, du type morphologique et du mode de reproduction des adventices (Konaté *et al.*, 2020 ; Touré *et al.*, 2018). Les adventices peuvent être des arbustes, des herbacées et des lianes (Aké-Assi, 2002 ; Touré *et al.*, 2018). Une bonne connaissance des types biologiques des différentes adventices au sein d'une culture conduit à une maîtrise de la végétation et de son mode de propagation (Emberger, 1966). Selon le cycle de développement, il y a des adventices annuelles, des adventices bisannuelles, des adventices pluriannuelles et les adventices vivaces (Emberger, 1971).

Les adventices annuelles aussi appelées thérophytes, sont des adventices qui accomplissent leurs cycles biologiques dans l'année agricole. Elles se reproduisent par graines et effectuent un cycle complet de développement en une saison (Reynier, 2000).

Les adventices bisannuelles ou hémicryptophytes sont des plantes à rosettes qui développent l'appareil reproducteur la deuxième année. Ces adventices complètent leur cycle au cours de deux années. La première année est consacrée à la production des rosettes de feuilles et la seconde à la production des fleurs et des graines (Reynier, 2000).

Les adventices pluriannuelles sont représentées par les hémicryptophytes, les chaméphytes et les phanérophytes. Ce sont des adventices qui vivent plusieurs années dans le champ. Elles se régénèrent par des bourgeons de remplacement au ras du sol. Ces derniers sont situés soit au cœur des rosettes hivernales fixés sur un plateau racinaire persistant, soit au sein des gaines desséchées de la touffe précédente (cas des graminées pérennes). Les adventices pluriannuelles sont très compétitives car elles ont la capacité de se propager par multiplication végétative en plus de la reproduction par les graines comme pour les adventices annuelles (Safir, 2007).

Les adventices vivaces sont aussi appelées géophytes. Elles se caractérisent par la durée de leur cycle de vie au sein d'une culture. Ces adventices ont la capacité de se propager à partir de différents organes végétatifs. En plus de la multiplication par graines, elles sont capables de se propager par les bulbes, les rhizomes ou les stolons (Safir, 2007).

1.1.6.3.2. Nuisibilité directe des adventices sur les cultures

La nuisibilité directe des adventices désigne la compétition qu'elles mènent avec les plantes cultivées pour les éléments essentiels à leur développement. Elle est à l'origine de nombreuses pertes de rendement (Silva *et al.*, 2006). Les adventices exigent pour leur développement des besoins quasiment identiques à ceux des plantes cultivées. Il s'agit surtout des besoins en eau, en éléments minéraux, la lumière et l'occupation de l'espace (Gazoyer *et al.*, 2002 ; Araniti *et al.*, 2011 ; Kouakou *et al.*, 2016 ; Munier-Jolain *et al.*, 2008). Elles réduisent directement le potentiel de production des cultures par la compétition pour les éléments essentielles (Silva *et al.*, 2006 ; Munier-Jolain *et al.*, 2008 ; Traoré *et al.*, 2013 ; Yaduraju & Mishra, 2018). En Inde, 33 % des pertes de récolte sont causées par les adventices contre 26 % pour les pathogènes et 20 % pour les insectes nuisibles (Yaduraju *et al.*, 2015 ; Yaduraju & Mishra, 2018). Au Pérou, plus de 60 % des pertes de rendement dans les plantations de caféiers sont dues aux adventices (Silva *et al.*, 2006).

1.1.6.3.3. Adventices hôtes de pathogènes dans les cultures

Les adventices hôtes hébergent des pathogènes (bactéries, virus, insectes, champignons) dans les cultures (Pysek & Richardson, 2010 ; Traoré *et al.*, 2013 ; Kumar *et al.*, 2021). Les adventices créent un microclimat favorable au développement des bioagresseurs dans les cultures (Wisler & Norris 2005; Alhaithloul, 2019). Des études antérieures ont montré la présence des adventices hôtes de divers pathogènes de cultures dans plusieurs pays.

Dans le Nord-est de l'Espagne les adventices hôtes du virus de la mosaïque du concombre sont présentes dans les cultures de tomate (Laviña *et al.*, 1996). La présence de ces adventices augmentent le risque de propagation des maladies dans les champs de tomate. La prolifération des maladies dans la culture affecte le rendement et la qualité des produits

Au Pérou, *Colletotrichum* sp, *Cercospora coffeicola* et *Phoma costarricensis* infectent à la fois le caféier et certaines adventices dans les plantations. Le champignon *Cercospora coffeicola*, signalé sur les adventices *Cyathula achyranthoides* Kunth (Amaranthaceae) et *Chromoleana laevigata* Lam. (Asteraceae), est responsable de la tache de fer du Caféier. *Colletotrichum* sp, responsable de l'antracnose du caféier, est rapporté sur *Anthurium croatii* Madison (Araceae) dans les plantations de caféiers (Alvarado-Huaman *et al.*, 2019). Les genres fongiques *Puccinia* spp., *Uromycete* spp., et *Septora* spp. sont présents sur *Sida accuta* Burm. f. (Malvaceae), *Oplismenus burmanii* Retz P. Beav (Poaceae), *Emilia sonchifolia* L. DC. (Asteraceae) et *Commelina diffusa* Burm. f. (Commelinaceae) dans les cultures (Grajales *et al.* 2003).

En Guadeloupe, *Colletotrichum gloeosporioides* et *Colletotrichum truncatum* sont présents sur les adventices dans les champs d'igname (Dentika *et al.*, 2021). La prévalence de *Colletotrichum gloeosporioides* est très élevée sur les adventices *Alocasia macrorrhiza* L. G. Don (Araceae), *Bidens alba* L. DC (Asteraceae), *Datura stramonium* L. (Solanaceae), *Indigofera spicata* Forssk. (Fabaceae), *Spigelia anthelmia* L. (Loganiaceae), *Passiflora foetida* L. (Passifloraceae) et *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae). La présence des adventices hôtes dans le champ augmente le risque de propagation de l'antracnose sur les ignames (Dentika *et al.* 2021).

En Colombie, plusieurs espèces de champignons ont été identifiées sur les adventices dans des cultures autres que l'anacardier. La présence de ces champignons sur les adventices est marquée par l'apparition des symptômes sur les feuilles (Mira *et al.*, 2021).

Ces symptômes peuvent être des lésions brunâtres foncées, des lésions nécrotiques, des taches de couleur pourpre, des taches circulaires rougeâtres, des lésions semi-circulaires concentriques, des lésions nécrotiques et des taches jaunâtres (Figure 5).

En Côte d'Ivoire, le verger anacardier abrite une diversité d'espèces d'adventices (Konaté *et al.*, 2020), susceptible d'occasionner d'importantes pertes de rendement en noix de cajou, d'entraver les opérations de ramassage des noix et de s'ériger en foyers d'infestation dans les vergers d'anacardier.

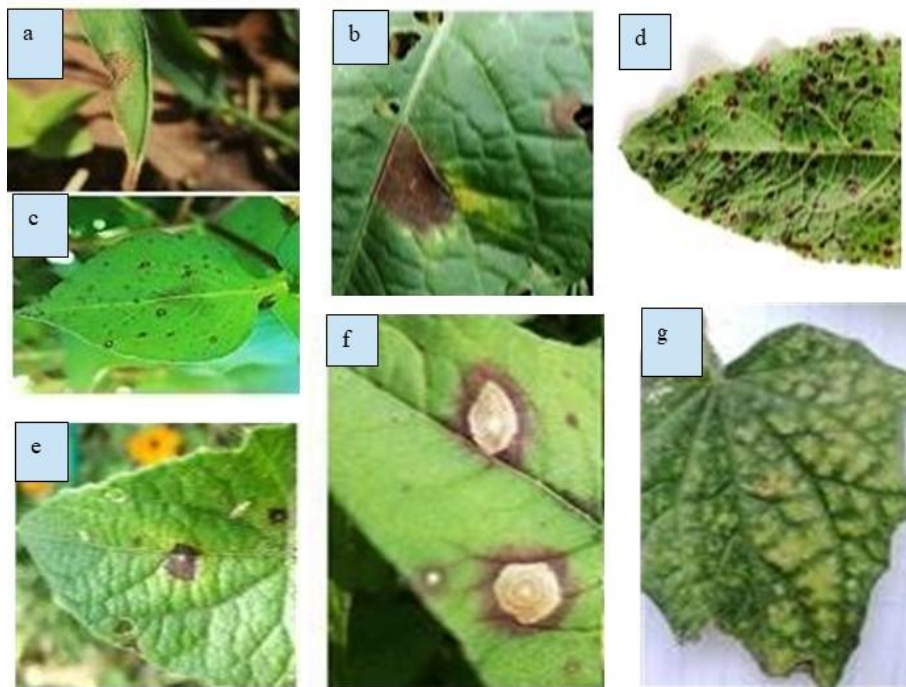


Figure 5 : Symptômes de maladies fongiques sur feuilles d'adventices (Mira *et al.*, 2021)

(a) : Lésions brunâtres foncées ; (b) : Lésions nécrotiques, (c) : Taches de couleur pourpre ; (d) : Taches circulaires rougeâtres ; (e) : Lésions nécrotiques ; (f) : Lésions semi-circulaires concentriques ; (g) : Taches jaunâtres

1.2. Généralités sur les méthodes de lutte contre les bioagresseurs de l'anacardier

1.2.1. Lutte agronomique contre les bioagresseurs de l'anacardier

La lutte agronomique désigne l'ensemble des bonnes pratiques agricoles (BPA) qui permettent de réduire l'impact des bioagresseurs sur les cultures. En culture d'anacarde, la densité de plantation, le nettoyage et l'association culturale sont favorables à la bonne santé du verger (Yadukumar *et al.* 2007).

Le respect de la densité de plantation permet une meilleure aération et une réduction de la compétition interspécifique pour les nutriments. L'ombrage et l'humidité étant favorables à la prolifération des bioagresseurs dans les cultures, Magan & Aldred (2007) encouragent les producteurs à adopter des techniques qui permettent une bonne aération dans les vergers d'anacardiens.

Le nettoyage du verger à des périodes propices permet une aération et une réduction de la population des bioagresseurs. L'élagage des branches est une technique utilisée par certains producteurs pour réduire l'ombrage dans leurs vergers. Le ramassage des branches coupés par *Diastocera trifasciata* suivi de leur brûlure hors du verger anacardier permet de réduire la population de cet insecte dans les vergers anacardiens (Akessé *et al.*, 2020).

L'association culturale permet de gérer efficacement l'enherbement dans les vergers d'anacardier. Les producteurs reconnaissent que l'association culturale permet d'entretenir le verger d'anacardier (Letto *et al.*, 2022). La culture de l'arachide dans les espaces libres entre les rangs d'anacardiens permet de mieux gérer l'enherbement et constitue une source de revenu supplémentaire pour les producteurs (Yadukumar *et al.* 2006). L'association du maïs à l'anacardier est préconisée comme une alternative permettant d'amortir le coût élevé des opérations de désherbage (Adeyemi, 1989). En Côte d'Ivoire, le maïs, l'igname, le cacao et le cotonnier sont les principales cultures associées à l'anacardier (Ky *et al.*, 2022).

1.2.2. Lutte chimique contre les bioagresseurs de l'anacardier

La lutte chimique se définit par l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour détruire, affaiblir ou réprimer les agents pathogènes. En fonction du bioagresseur ciblé, le produit chimique peut être un insecticide, un fongicide ou un herbicide (Ajouz, 2009).

Les insecticides chimiques sont utilisés dans le contrôle des insectes ravageurs de plusieurs cultures dont l'anacardier. Les molécules chimiques telles que l'Acétamipride, Lambda cyhalothrine 25 EC sont utilisées contre les insectes ravageurs des cultures (Li-Ming *et al.*, 2008 ; Ossey *et al.*, 2018 ; Akessé *et al.*, 2020). En fonction du mode d'action, un insecticide peut être qualifié d'insecticide de contact, systémique ou translaminaire (Zoumenou *et al.*, 2015 ; Bao *et al.*, 2007).

Les fongicides chimiques sont utilisés dans le contrôle des maladies fongiques des cultures. Il existe deux grands groupes de fongicide. Il s'agit notamment de fongicides systémiques et de fongicides de contact.

Les fongicides systémiques pénètrent et circulent dans la plante après application. Les fongicides à systémie ascendante sont ceux dont les matières actives sont transportées de façon passive. Leur transport est dirigé des racines ou des feuilles vers les parties plus hautes du végétal; via le xylème (partie interne des parois cellulaires; des vaisseaux du bois). Les fongicides à systémie descendante sont ceux dont le transport actif s'effectue via le phloème à travers les parties vivantes des vaisseaux du liber (Phloème secondaire) de la plante vers les parties jeunes ou vers le système racinaire (Brito de Figueirêdo *et al.*, 2016).

En Côte d'Ivoire, les molécules chimiques telles que le Carbendazime 50 WP, Prochloraze 450 EC et le Propiconazole 250 EC sont utilisées dans le contrôle des maladies fongiques (Silué *et al.*, 2018). Ces molécules permettent une gestion efficace des bioagresseurs. Toutefois, leur utilisation doit se faire en respectant les règles prescrites.

Les herbicides sont utilisés dans la lutte contre l'enherbement dans les cultures (Kalaivanan & Saroj, 2017). Dans la culture de l'anacarde en Côte d'Ivoire, le choix du désherbage chimique se justifierait par le manque de main d'œuvre dans les zones de production (Soro *et al.*, 2015b). Les herbicides chimiques utilisés dans la culture de l'anacardier sont généralement à base de Glyphosate. Au Nigéria, plusieurs travaux préconisent la lutte chimique pour lutter efficacement contre les adventices dans les vergers d'anacardier (Grundon, 1999 ; Famaye & Adeyemi, 2011).

Une mauvaise application des pesticides chimiques peut avoir de graves conséquences sur la santé humaine et l'environnement. En effet, elle est source d'intoxication pour les producteurs, la biodiversité et les consommateurs. Le surdosage des pesticides chimiques conduit à une réduction de la valeur marchande des produits agricoles à cause des résidus dépassant les normes autorisées (Diop, 2013 ; Odhiambo *et al.*, 2014).

1.2.3. Lutte biologique à base d'extraits végétaux contre les bioagresseurs de l'anacardier

1.2.3.1. Lutte à base de plantes aromatiques

Les plantes aromatiques sont caractérisées par leur richesse en huile essentielle qui est un liquide concentré et hydrophobe des composés volatils d'une plante. Ces huiles sont utilisées dans la lutte biologique contre les bioagresseurs des cultures (Olivain *et al.*, 2004 ; Oussou *et al.*, 2004 ; Ajouz, 2009 ; Silué *et al.*, 2018). La flore ivoirienne abrite des plantes aromatiques ayant des propriétés pesticides capables de lutter contre les bioagresseurs des cultures (Seri-Kouassi *et al.*, 2004; Soro *et al.*, 2011).

Les huiles essentielles sont riches en composés phénoliques tels que le thymol, le para-cymène, le γ -terpinène, α -sélénène, le myrcène, le (E)- β -caryophyllène et le α -thujène (Oussou *et al.*, 2010 ; Kpodekon *et al.*, 2013). Ces métabolites secondaires sont toxiques pour les microorganismes (Tiendrébéogo *et al.*, 2017 ; Sirima *et al.*, 2020 ; Zombré *et al.*, 2024). Les huiles essentielles ont servi à la formulation de biopesticides tels que le NECO, ASTOUN, FERCA, PRORALY qui possèdent des composés aromatiques ayant une activité inhibitrice sur les bioagresseurs de l'anacardier (Camara *et al.* 2007 ; Kassi *et al.*, 2014 ; Tiendrébéogo *et al.*, 2017).

L'huile essentielle de *O. gratissimum* est efficace dans la lutte contre *Fusarium oxysporum* f sp, *radicis lycopersici* en Côte d'Ivoire (Soro *et al.* 2011 ; Doumbouya *et al.*, 2012). Les biopesticides formulés à base des huiles essentielles des espèces du genre *Ocimum* sont généralement efficaces contre les insectes (Kobenan *et al.*, 2018 ; Tia *et al.*, 2019, Akessé *et al.*, 2020). L'efficacité insecticide du Neco 50 EC fait à base de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* est due à l'action du Thymol et du γ -Terpinène (Koffi *et al.*, 2013 ; Kassi *et al.*, 2014). Le camphre et le 1,8-cinéole inhibent la germination des organes de propagation et la croissance des pathogènes fongiques (Camara *et al.*, 2007).

1.2.3.2. Lutte à base de plantes non aromatiques

Les plantes non aromatiques sont des plantes qui ne produisent pas d'arôme. Elles sont dépourvues d'huile essentielle, mais peuvent servir à produire des extraits aqueux ou éthanoliques. Le solvant utilisé pour la production de l'extrait aqueux est l'eau tandis que l'extrait éthanolique est produit à partir de l'éthanol. Ces extraits peuvent être obtenus à partir de la poudre des différents organes des plantes. La poudre brute est également utilisée dans le contrôle des bioagresseurs (Zihiri *et al.*, 2008 ; Soro *et al.*, 2011).

Azadirachta indica A. Juss également appelé (*Antelaea azadirachta* L. ou *Melia azadirachta* L. ou margousier ou lilas des Indes), appartient à la famille des Méliaceae (Biswas *et al.*, 2002). Cette plante est appelée neem en anglais (Aribi *et al.*, 2020). En Côte d'Ivoire, cette plante est connue sous le nom de neem. C'est un arbre de taille moyenne qui mesure entre 10 et 15 m de hauteur avec une grande couronne ronde (Ghedira & Goetz, 2014). Son écorce est de couleur marron et crevassée verticalement. Ses feuilles sont composées, penninervées, imparipennées, alternes, groupées près de l'extrémité des branches (Bélanger & Musabyimana, 2005). Les extraits de neem possèdent des propriétés antimicrobiennes (Mordue *et al.*, 2005 ; Benelli *et al.*, 2017).

Le neem est très riche en composés phytochimiques. Les composés essentiels de cette plante sont l'Azadirachtine, l'azadirone, azadiradione et les flavonoïdes. Elle possède également les constituants tels que les tanins, le Bétasitostérol et les vilasanine (Ghédira & Goetz, 2014 ; Gupta *et al.*, 2017 ; Saleem *et al.*, 2018 ; Fernandez *et al.*, 2019). Le neem a un potentiel fongicide lié à la présence de l'Azadirachtine (Saleem *et al.*, 2018). L'huile extraite des grains de neem pourrait être utilisée comme fongicide alternatif à l'oxyde de cuivre dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer en Côte d'Ivoire (Pohe & Agneroh, 2013).

Cnestis ferruginea DC est une plante de la famille des Connaraceae. Elle se présente sous forme d'amas d'arbustes quelque fois grimpante avec 2,5 m de haut. Ses feuilles sont composées avec 5 à 9 paires de folioles de rachis pouvant atteindre 25 cm de long. Elles sont pubescentes et possèdent dix pouces de long avec huit paires de folioles. *C. ferruginea* est rencontrée dans les forêts semi-décidues en Gambie, au Ghana, en Guinée-Bissau, en Côte d'Ivoire, au Libéria, au Nigeria, en Sierra Leone et Bénin (Aschfalk *et al.*, 2000). Elle est riche en composés phénoliques tels que les flavonoïdes, les acides cinnamiques et les coumarines ayant des propriétés antioxydantes (Nijveldt *et al.*, 2001). Les extraits aqueux et méthanoïques des racines, feuilles et tiges de *C. ferruginea* ont des propriétés anti-microbiennes (Boakye *et al.*, 1975). Ses composés isoflavones (amentoflavone) possèdent un effet antifongique contre *Candida albicans* (Declume *et al.*, 1984).

Nauclea latifolia Smith encore appelé *Sarcocephalus latifolius* est une plante de la famille des Rubiaceae. Cette plante peut atteindre une hauteur de 9 mètres avec un fût pouvant atteindre 30 cm de diamètre. Ses feuilles sont opposées, grandes et elliptiques pouvant atteindre plus de 20 cm de longueur sur 15 cm de large. Elles sont dépourvues de poils et de couleur vert brillant et gras. La longueur des pétioles varie de 1 à 2 cm. La nervure principale est pennée à 6 ou 8 paires de nervures secondaires (Arbonnier, 2002). Les feuilles ont des vertus laxatives, antiparasitaires et purgatives. Les extraits hydro-alcooliques obtenus à partir de feuilles de *N. latifolia* ont des propriétés antimicrobiennes (Deeni & Hussain, 1991).

1.3 : Généralités sur la zone d'étude

1.3.1. Situation géographique

L'étude a été réalisée dans quatre zones agroécologiques du bassin anacardier ivoirien. La Côte d'Ivoire est un pays d'Afrique de l'Ouest. Elle couvre une superficie de 322 462 km² dans l'hémisphère Nord entre le tropique du Cancer et l'Equateur. Spécifiquement, elle est située entre le 4°30 et 10°30 de latitude Nord et 2°30 et 8°30 de longitude Ouest. Ce pays est limité au Nord par le Mali et le Burkina Faso, à l'Est par le Ghana, à l'Ouest par la Guinée et le Libéria et au Sud par le Golfe de Guinée où elle bénéficie d'une façade maritime de 566 km. Ses capitales économique et politique sont respectivement Abidjan au Sud et Yamoussoukro au Centre dans la région du Béliér. La distance entre ces deux villes est de 243 kilomètres.

1.3.2. Relief et hydrographie

Le relief de la Côte d'Ivoire est peu accidenté. Il est composé de plaines, de plateaux, de falaises de sable et de lagunes. Il est certes dominé par les plaines, mais dans certaines régions du pays, les plateaux culminent à plus de 1000 mètres. Le mont Nimba situé dans la région des montagnes à l'ouest, culmine à 1752 mètres. Le pays bénéficie d'une ouverture de près de 515 mètres sur l'océan Atlantique.

Le réseau hydrographique ivoirien est formé par quatre grands fleuves, des lacs et des lagunes. Le fleuve Cavally long de 700 km prend sa source en Guinée au nord du mont Nimba et sert de frontière naturelle entre la Côte d'Ivoire et le Liberia. Le Sassandra long de 650 km, prend également sa source en Guinée dans la région de Beyla sous le nom de Féroudogou. Il reçoit sur sa rive droite, deux importants affluents que sont le Bafing et le N'zo. Le Bandama long de 1050 km est le seul fleuve dont le bassin versant est entièrement en Côte d'Ivoire. Il est composé du Bandama rouge et du Bandama blanc qui prennent leur source dans la région de Boundiali au nord du pays. La Comoé long de 1160 km, prend sa source dans les plateaux gréseux du Burkina Faso, dans la région de Banfora. C'est le plus long fleuve de la Côte d'Ivoire. Cet important réseau hydrographique permet au pays de bénéficier d'une bonne diversité faunistique et floristique. Il favorise également le développement de diverses activités agricoles.

1.3.3. Climat et végétation

L'appartenance de la Côte d'Ivoire à la zone intertropicale, lui permet de bénéficier de deux grands domaines climatiques. Ce sont le climat équatorial humide et le climat tropical de savane. La végétation rencontrée est fonction de ces zones climatiques. Ainsi, la Côte d'Ivoire est séparée en deux grandes zones de végétation. Il s'agit de la forêt au sud et de la savane au nord. Le centre du pays constitue une zone de transition entre la forêt et la savane.

Les zones sélectionnées pour la réalisation de cette étude, sont soumises à différentes conditions pédoclimatiques. Les zones agroécologiques Nord et Est appartiennent à la savane soudanaise, sub-soudanaise et guinéenne, alors que la zone agroécologique Centre appartient à la savane guinéenne. Quant à la zone agroécologique Centre-ouest, elle appartient à la zone forestière.

En Côte d'Ivoire, les écosystèmes de savane abritent les espèces de graminées annuelles et vivaces et les espèces ligneuses dont les arbustes et les arbres (Bruzon, 1990). Au niveau climatique, la savane guinéenne est caractérisée par deux saisons de pluies et deux saisons sèches. La pluviométrie annuelle moyenne y varie entre 1600 et 2200 mm (IFFN, 1999).

Au niveau de la végétation, la savane guinéenne est composée d'une mosaïque d'arbres et d'arbustes, de forêts galeries et de forêts sèches de plateau. En ce qui concerne la savane soudanaise, son climat est caractérisé par une saison des pluies de juin à octobre et une longue saison sèche de novembre à mai. La pluviométrie moyenne au niveau de la savane soudanaise est comprise entre 1100 et 1400 mm (IFFN, 1999).

La zone sub-soudanaise est comprise entre la zone guinéenne et la zone soudanaise. Dans cette zone, les arbres et les arbustes sont régulièrement diffusés dans le paysage avec une répartition homogène des espèces ligneuses. La pluviométrie annuelle varie entre 1300 et 1400 mm.

Le climat de la zone agroécologique Centre-Ouest (Daloa) est caractérisé par une période très chaude et sèche de novembre à février et une période pluvieuse de mars à octobre. Les saisons sèches et humides alternent avec les températures variant de 24,65°C à 27,75°C en moyenne. Cette zone est caractérisée par une végétation de forêt dense.

1.3.4. Population et activités économiques

La population de la Côte d'Ivoire est relativement jeune et croît à un rythme soutenu. Son taux de croissance annuelle en 2025 est de 2,73 %. Le nombre de personnes vivantes sur le territoire ivoirien (nationaux et étrangers) est passée de 29 389 150 habitants en 2021 à 32 800 000 en 2025 (RGPH, 2021 ; Anstat, 2025). Elle est composée de 47,6 % de femmes et 52,20 % d'hommes. Selon l'Anstat (2025), la densité est de 100,8 habitants / km². La population active représente 59,20 % et est constituée des personnes dont l'âge varie entre 15 et 64 ans. Elle compte une proportion importante des moins de 15 ans (38,20 %) contre une faible présence (2,6 %) de ceux de plus de 65 ans (RGPH, 2021).

La Côte d'Ivoire compte trois secteurs d'activités économiques à savoir le secteur primaire, secondaire et tertiaire. Le secteur primaire regroupe les activités liées à l'exploitation des ressources naturelles en vue de produire des matières premières. Selon le MEPA (2025), l'agriculture avec une contribution de 14,30 % au PIB en 2023, constitue la base de ce secteur. En effet, plus de 60 % de la population active sont impliqués dans l'agriculture qui contribue à 70 % aux recettes d'exportation. Les cultures pratiquées sont groupées en cultures vivrières et industrielles. Dans le secteur du vivrier, le maïs, l'igname, le riz sont entre autres cultivés selon les besoins des populations. Quant aux cultures industrielles, elles sont dominées par le cacao, l'anacarde, l'hévéa et le palmier à huile. Ces différentes cultures sont pratiquées en fonction de la végétation, du climat, de l'hydrographie et du sol qui caractérisent chaque région du pays.

La culture de l'anacardier est plus développée dans les régions du Nord, du Centre et de l'Est du pays (Letto *et al.*, 2022). Ces Régions de grande production constituent le bassin anacardier ivoirien subdivisé en trois zones agroécologiques. Il s'agit des zones agroécologiques Nord, Centre et Est. La culture de l'anacardier s'intensifie également dans la zone agroécologique Centre-Ouest du pays (Figure 6).

Le secteur secondaire (24,60 % du PIB) concerne l'industrie extractive, l'énergie, l'agroalimentaire et le BTP. Le secteur tertiaire (45,60 % du PIB) est dominé par les télécommunications, les transports, le commerce et les activités financières.

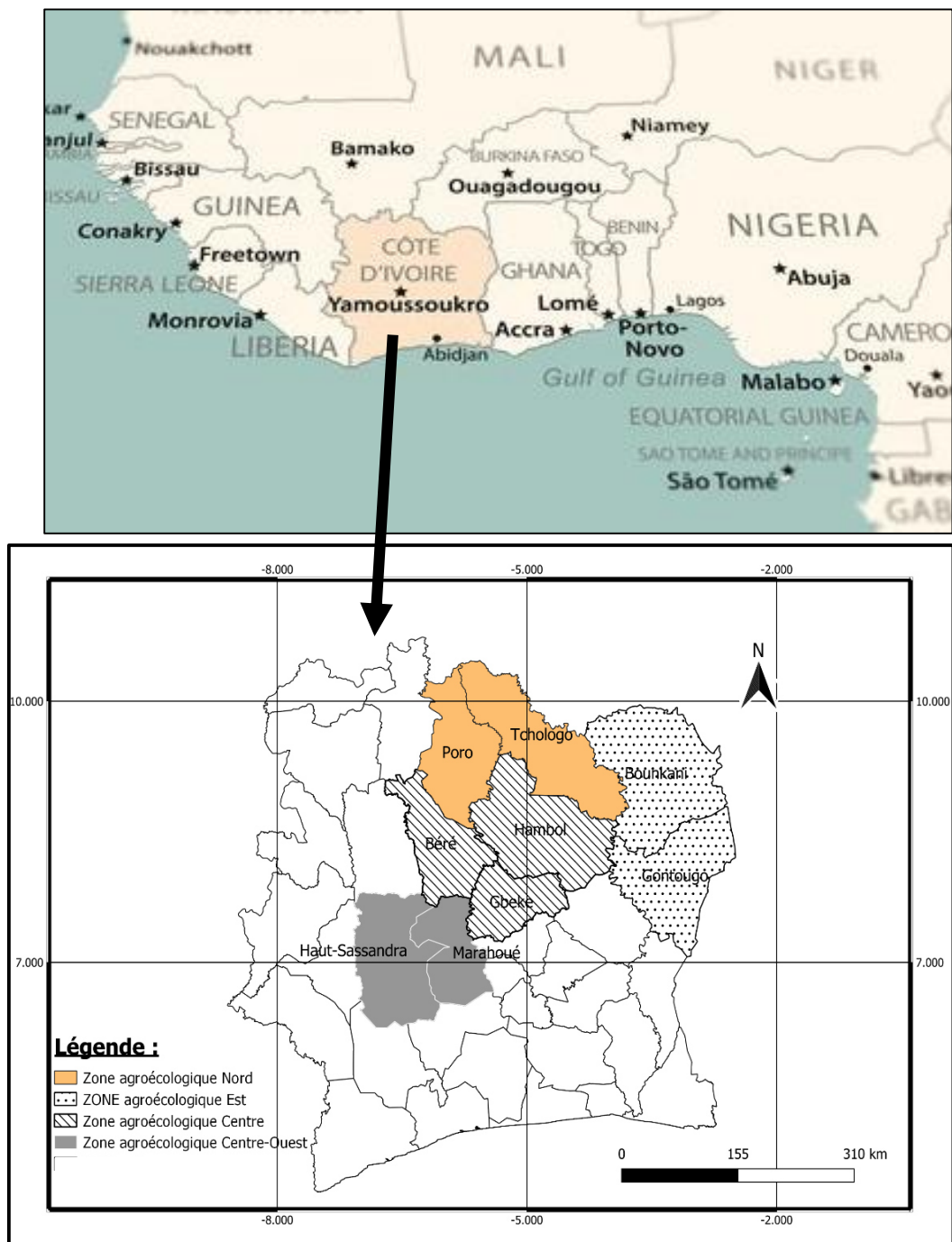


Figure 6 : Zones agroécologiques prospectées dans le bassin anacardier ivoirien

**DEUXIEME PARTIE :
MATERIEL ET METHODES**

2.1 Matériel

2.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé, était composé de jeunes plants d'anacardier, de plantes pour la lutte biologique à savoir *N. latifolia*, *A. indica*, *C. ferruginea*, des adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardiens et des champignons associés aux symptômes observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier.

2.1.1.1. Jeunes plants d'anacardiens

Les jeunes plants d'anacardier sains (Figure 7) ont été produits en pépinière à partir des graines sur du substrat stérile composé de terre et de sciure de bois. Les noix de cajou utilisées pour la réalisation de la pépinière ont été collectées dans les vergers sélectionnés par l'axe Défense de la Culture du Programme National de Recherche sur l'anacarde.



Figure 7 : Jeunes plants d'anacardier en pépinière âgés d'un mois

2.1.1.2. Matériel de lutte biologique

Les plantes utilisées pour la production des extraits aqueux et éthanoliques étaient *Azadirachta indica*, *Cnestis ferruginea* et *Nauclea latifolia*. L'huile essentielle a été produite à partir des feuilles fraîches de *Ocimum gratissimum* (Figure 8).

Ces plantes de la flore ivoirienne possèdent des propriétés antimicrobiennes. Elles sont disponibles dans toutes les zones de production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire. Cependant, très peu d'études traitent de leur effet sur les pathogènes fongiques de l'anacardier. Un biopesticide à base de ces plantes pourrait aider dans le contrôle biologique des maladies fongiques de l'anacardier. Il est donc nécessaire de tester leur activité antifongique sur les champignons pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices dans les vergers.



Figure 8 : Vue des rameaux des plantes utilisées pour la lutte biologique

A : *Azadirachta indica*, **B :** *Cnestis ferruginea* ; **C :** *Nauclea latifolia*, **D :** *Ocimum gratissimum*

2.1.2. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire était composé de consommable et d'appareils de laboratoire. Le consommable était composé de milieu Potatoes Dextrose Agar (PDA), de désinfectants (alcool 70 % et de l'hypochlorite de sodium 5 %), de boîtes de Pétri et de la verrerie. Les appareils utilisés durant les travaux sont consignés dans le tableau III ci-après :

Tableau III : Appareils de laboratoire et leur usage

Désignation	Rôle
Autoclave	stériliser le milieu de culture
Etuve	incubation des champignons et étuvage des extraits
Hotte à flux laminaire	isolement et test <i>in vitro</i> des extraits végétaux
Microscope électronique	observation microscopique des champignons
Agitateur magnétique	homogénéiser le milieu de culture et les extraits
Balance électronique	pesé des produits
Moulin électrique	broyer les feuilles sèches
Mixeur	préparation des extraits végétaux
Plaque chauffante	préparation des produits

2.1.3. Matériel technique de terrain

Le matériel technique était composé de sécateur, de désinfectant, d'enveloppes, de guide d'identification, de fiches de collectes de données, de ficelles et de journaux ; de machette, des barres de fer, de bâche transparente, de sachets de pépinière, de la sciure de bois et de pulvérisateur à main.

2.2. Méthodes d'étude

2.2.1. Caractérisation des adventices présentant des symptômes de maladie dans le verger anacardier

2.2.1.1. Choix des vergers d'anacardier dans les zones agroécologiques

L'échantillonnage a été réalisé dans les différentes zones agroécologiques du bassin anacardier ivoirien. Les vergers ont été sélectionnés en fonction de leur accessibilité et du type de leur couronne. Tous les types de couronne ont été considérés (couronne fermée, couronne ouverte et couronne juxtaposée). Au total, 40 vergers ont été considérés, soit 10 vergers par zone agroécologique. A l'intérieur d'une zone agroécologique investiguée, les vergers sélectionnés étaient distants d'au moins 25 kilomètres. Le maillage de 25 km permet une bonne couverture de la zone prospectée. Elle tient également compte des variations pédoclimatiques qui influencent la composition de la flore adventice.

2.2.1.2. Mise en place du dispositif

Le dispositif d'étude a été installé sur un hectare (200 m x 50 m) dans chaque verger d'anacardier sélectionné pour l'étude. Cette surface a été subdivisée en quatre parcelles élémentaires de forme rectangulaire (25 m x 100 m), soit 2500 m². Dans chaque parcelle élémentaire, trois sous-parcelles élémentaires (20 m x 15 m), soit 300 m² ont été mises en place (Figure 9). L'échantillonnage à l'intérieur des placettes permet une meilleure observation des adventices. Elle permet de rencontrer le maximum d'espèces d'adventices symptomatiques.

Le dispositif a été installé directement dans les vergers dont la superficie est de un hectare. Dans les vergers dont la superficie était supérieure à un hectare, le dispositif a été installé sur un hectare choisi de façon aléatoire.

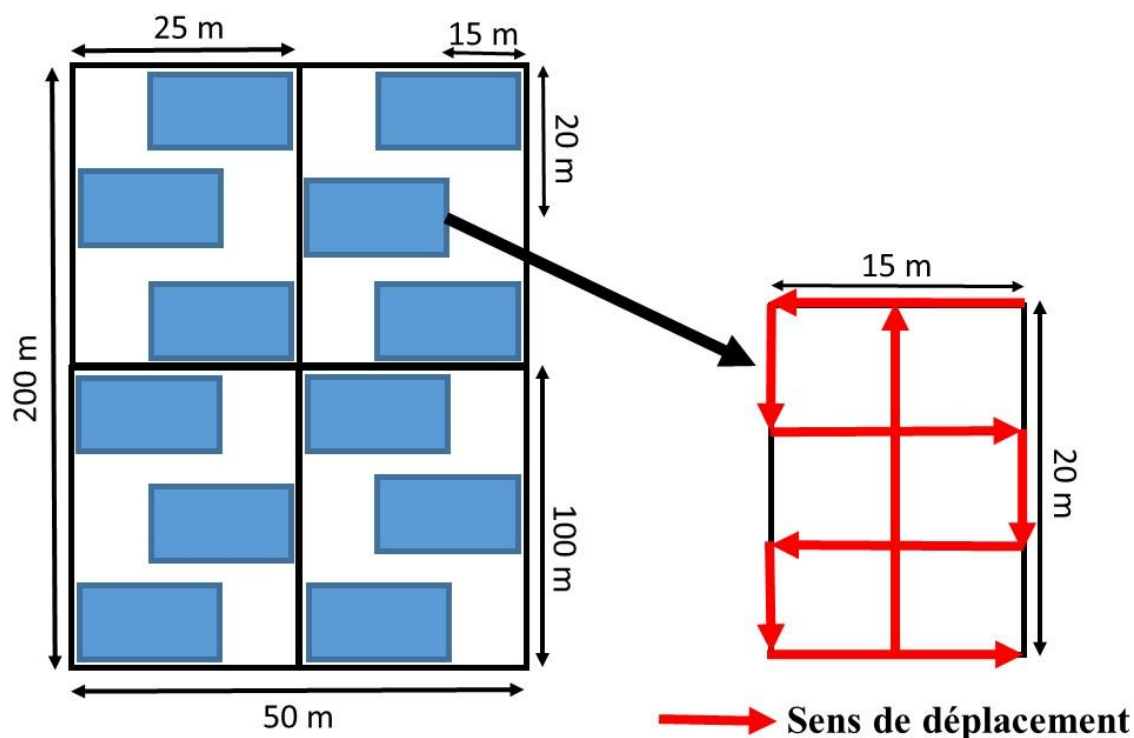


Figure 9 : Schéma du dispositif d'inventaire des adventices hôtes

2.2.1.3. Collecte des données

2.2.1.3.1. Inventaire des adventices symptomatiques

L'inventaire des adventices présentant des symptômes de maladie dans le verger d'anacardier a été effectué entre février 2021 et septembre 2024. Il a eu lieu pendant la saison sèche et la saison des pluies à l'intérieur et en bordure des vergers d'anacardiens. Les sous-parcelles élémentaires ont été parcourues en suivant les interlignes entre les anacardiens.

L'identification a lieu directement sur le terrain pendant l'inventaire. Chaque interligne a été parcouru une seule fois et toute espèce d'adventice présentant un symptôme de maladie dans celui-ci, a été nommée.

Les espèces d'adventices recensées dans le premier interligne qui se répètent dans les suivants, n'ont pas été prises en compte. Le genre, l'espèce, la famille et la classe botanique et le type morphologique ont été déterminés pour chaque adventice symptomatique. Des codes (I1, I2, ...) ont été attribués aux espèces d'adventices inconnues. Les espèces inconnues ont été échantillonnées et transportées dans des sacs au laboratoire à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE pour identification. La liste des espèces d'adventices symptomatiques a été élaborée pour chaque verger prospecté et pour chaque zone.

2.2.1.3.2. Détermination des types de symptômes sur les adventices

Les méthodes modifiées de Afouda *et al.* (2013) et Koné *et al.* (2015) ont été utilisées pour la description visuelle des symptômes sur les adventices. Elles sont basées sur la forme, l'aspect et la couleur du symptôme sur les organes de la plante. Cette description permet de déterminer les différentes formes de symptômes de maladie sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Les organes présentant les symptômes de maladies ont été déterminés.

2.2.1.3.4. Collecte des échantillons symptomatiques

Les échantillons d'organes (feuille ou fruit) ont été prélevés sur les adventices présentant des symptômes de maladies dans les vergers d'anacardier investigués. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un sécateur qui a immédiatement été nettoyé avec de l'alcool 70 % après le prélèvement. Les échantillons ont été conservés individuellement dans des enveloppes stériles. Ces dernières ont été codifiées en fonction de l'espèce d'adventice symptomatique, la localité et la date. Au total, 538 échantillons ont été acheminés au laboratoire pour être diagnostiqués.

2.2.1.4. Analyse microbiologique des échantillons

L'analyse microbiologique des échantillons a été réalisée au Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa. La méthode modifiée de Rivera-vargas (2006) a été utilisée à cet effet. D'abord, les échantillons ont été soigneusement lavés à l'eau de robinet puis essorés sur du papier buvard stérile. Au niveau du front de croissance des symptômes, des explants de 3 à 4 mm², ont été prélevés à l'aide d'un scalpel stérile. Le matériel de prélèvement a été désinfecté avec de l'alcool 70 % après chaque échantillon. Ensuite, les fragments issus d'un même échantillon ont été trempés dans de l'hypochlorite de sodium 5 % pendant 3 minutes avant d'être rincés trois fois successivement à l'eau distillée stérile, puis essorés sur du papier buvard dans un environnement aseptique. Enfin, quatre explants issus d'un même échantillon ont été placés de façon équidistants dans une boîte de Pétri contenant du milieu Potatoes Dextrose Agar (PDA) figé près de la flamme du bec benzène sous une hotte à flux laminaire. La boîte de Pétri a immédiatement été scellée avec du parafilm, codifiée (référence et date) puis incubée à la température de 27 ± 2 °C.

Les colonies fongiques ayant proliférés, ont été purifiées dans les mêmes conditions aseptiques que l'ensemencement. Elle a consisté à transférer un fragment mycélien au centre d'une nouvelle boîte de Pétri contenant du milieu PDA figé. Ce fragment a été prélevé dans la zone d'excroissance de la colonie fongique.

Les isolats fongiques purs ont été obtenus à l'issue de purifications successives sur le milieu PDA. Les champignons associés à la rouille et au duvet n'ont pas été cultivés sur le milieu PDA. Les dépôts de poudre rouge et de duvet blanc ont été observés directement au microscope optique au grossissement 400 X.

2.2.1.5. Traitement des données

2.2.1.5.1. Distribution de adventices symptomatiques

Le nombre d'adventices symptomatiques dans chaque zone agroécologique a été déterminé en confrontant les listes des différents vergers prospectés. La confrontation des listes de toutes les zones agroécologiques a permis de définir l'effectif total des adventices symptomatiques du verger. La composition de la flore adventice dans les différentes zones agroécologiques a été déterminée par le dénombrement du nombre de genre, de l'espèce, de la famille et de la classe botanique et du type morphologique.

2.2.1.5.2. Détermination de la proportion des types morphologiques

Les adventices symptomatiques répertoriées dans les différentes zones agroécologiques ont été classées par type morphologique à savoir les arbustes, les herbacées et les lianes. Le nombre d'adventices symptomatiques de chaque groupe a été déterminé. La proportion de chaque type morphologique a été calculée selon la formule suivante (Hersant, 2005) :

$$P_{(tm)} = (NP_{S(i)} / NtAS) \times 100 \quad (N^{\circ}1)$$

Avec :

$P_{(tm)}$: Proportion des types morphologiques ;

$NP_{S(i)}$: Nombre d'adventice symptomatique d'un type morphologique (i) ;

$NtAS$: Nombre total d'adventice symptomatique de la zone agroécologique.

2.2.1.5.3. Détermination de la proportion des classes botaniques

La proportion des Monocotylédones et des Dicotylédones présentant des symptômes de maladie dans le verger d'anacardier a été calculée selon la formule suivante (Hersant, 2005) :

$$P_{(cl)} = (NAS_{(i)} / NtAs) \times 100 \quad (N^{\circ}2)$$

Avec :

P_(cl) : Proportion des classes ;

NAs_(i) : Nombre d'adventice symptomatique d'une classe (i) ;

NtAs : Nombre total d'adventice symptomatique de la zone agroécologique.

2.2.1.5.4. Détermination de la fréquence des types de symptôme

La fréquence absolue d'un type de symptôme est le nombre de fois où il a été observé dans le verger. La fréquence relative d'un type de symptômes est le rapport de sa fréquence absolue sur le nombre total de parcelles élémentaires. La fréquence relative a été déterminée selon la formule suivante (Hersant, 2005) :

$$Fr (\%) = Fa / NPe \quad (N^{\circ} 3)$$

Avec :

Fr : Fréquence relative ;

Fa : Fréquence absolue ;

NPe : Nombre total de parcelle élémentaire.

2.2.1.5.5. Détermination de la fréquence des adventices symptomatiques

La fréquence absolue d'une espèce d'adventice symptomatique est le nombre de fois où elle a été observée. Cette fréquence correspond au nombre d'échantillon de l'espèce dans une zone agroécologique. La fréquence relative des espèces d'adventice présentant des symptômes de maladie a été calculée dans chaque zone agroécologique selon la formule suivante de Brandão *et al.* (1998) :

$$FE (\%) = (NeE / Nte) \times 100 \quad (N^{\circ}6)$$

Avec :

FE: fréquence relative de l'espèce dans la zone agroécologique;

NeE : nombre d'échantillon de l'espèce dans la zone agroécologique;

Nte : nombre total d'échantillon dans la zone agroécologique.

2.2.1.5.6. Evaluation de la prévalence des adventices infectées

La prévalence désigne la proportion de vergers abritant au moins une adventice présentant un symptôme de maladie. La prévalence des adventices présentant un symptôme de maladie dans le verger anacardier a été déterminée dans chaque zone agroécologique pendant la saison sèche et la saison des pluies. Cela a consisté à faire le rapport entre le nombre de vergers où une adventice symptomatique a été recensée sur le nombre total de vergers prospectés dans la zone agroécologique (Banito *et al.*, 2021) :

$$P (\%) = (NV_{(sy)} / NV_{(p)}) \times 100 \quad (N^{\circ}7)$$

Avec :

P (%) : Prévalence ;

NV_(sy) : Nombre de vergers où le symptôme a été observé;

NV_(p) : Nombre total de vergers d'anacardiers prospectés.

2.2.1.5.7. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques

Le nombre total d'espèces d'adventice présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier a été déterminé. Le nombre d'espèces d'adventice ayant hébergé au moins un genre fongique a également été déterminé. Ces données ont été utilisées pour calculer le taux de présence global de champignons sur les adventices. Il a été calculé comme suit :

$$Tp (\%) = (NEA / NtE) \times 100 \quad (N^{\circ} 4)$$

Avec :

Tp : Taux de présence global des champignons;

NEA : Nombre d'espèces d'adventice testés positifs ;

NtE : Nombre total d'espèces d'adventice présentant des symptômes de la maladie dans les vergers d'anacardier.

Le nombre d'échantillon de chaque espèce d'adventice présentant un symptôme de maladie dans les vergers d'anacardier a été déterminé dans toutes les zones agroécologiques investiguées. Les échantillons ayant hébergé au moins un genre fongique ont été dénombrés par espèce d'adventice en fonction des zones agroécologiques. Le taux de présence des champignons sur une espèce d'adventice dans une zone agroécologique a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Ti (\%)} = (\text{NEp} / \text{NtE}) \times 100 \quad (\text{N}^\circ 5)$$

Avec :

Ti : Taux de présence de champignon sur une espèce d'adventice ;

NEp : Nombre d'échantillons testés positifs pour une espèce d'adventice donnée ;

NtE : Nombre total d'échantillons symptomatiques de l'espèce d'adventice.

2.2.2. Identification des champignons associés aux symptômes d'infection des adventices dans les vergers d'anacardiens

2.2.2.1. Isolement monospore des champignons

Le clonage monospore a été effectué par étalement d'une suspension de spores diluée à 10^2 spores / ml sur un milieu nutritif gélosé contenu dans une boîte de Pétri. Au bout de 24 heures d'incubation à la température de 27 ± 2 °C, une spore germée a été prélevée sous la loupe binoculaire et repiquée sur un autre milieu gélosé. Les boîtes de Pétri ont été conservées dans une étuve pendant une semaine à la même température que précédemment.

2.2.2.2. Identification des genres fongiques

Les agents pathogènes fongiques isolés sur les adventices dans les vergers d'anacardier ont été caractérisés en vue de déterminer les genres fongiques. Cette caractérisation a été faite à deux niveaux à savoir la caractérisation macroscopique et la caractérisation microscopique.

La caractérisation macroscopique a consisté à déterminer l'aspect (cotonneux, lisse ou duveteux), et la couleur (blanc, brun, rougeâtre, gris ou noire) de chaque colonie sur le milieu PDA. La caractérisation microscopique a été faite par observation des éléments microscopiques des isolats fongiques à l'aide d'un microscope électronique au grossissement 400 X. Le type de mycélium (septé ou non septé) a été déterminé. La présence ou l'absence de conidies a été notée. Les conidies ont été décrites selon leur taille et leur forme. La comparaison des éléments observés à ceux décrits dans les clés d'identification de Barnett & Barry (1972) a permis de définir les genres fongiques présents sur les adventices dans le verger anacardier ivoirien.

2.2.2.3. Détermination de la fréquence d'isolement des genres fongiques

La fréquence d'isolement a été calculée pour chaque genre fongique identifié. La formule de Walder (1996) a été utilisée pour calculer la fréquence d'isolement des champignons :

$$\mathbf{Fi (\%)} = \mathbf{(Ni / Nti) \times 100} \quad (\mathbf{N^{\circ} 8})$$

Avec

Fi : Fréquence d'isolement en pourcentage ;

Ni : Nombre d'isolations d'un genre fongique dans tous les échantillons ;

Nti : Nombre total d'isolations de tous les genres fongiques.

2.2.2.4. Répartition des genres fongiques isolées sur les adventices

Les champignons isolés sur les adventices symptomatiques ont été classés par genre en fonction des zones agroécologiques. Cette classification a permis de déterminer le nombre de genres fongiques. Les adventices hébergeant les champignons ont été réparties selon les genres fongiques dans chaque zone agroécologique. A partir de la confrontation des listes de chaque zone agroécologiques investiguée, une liste générale des espèces d'adventices sur lesquelles les champignons sont présents dans les vergers d'ancardier a été établie.

Le nombre d'espèces d'adventices réservoirs de chaque genre fongique a été déterminé par comptage. Cette détermination a permis de mettre en exergue les genres fongiques associés au plus grand nombre d'espèces d'adventices dans les vergers d'anacardiens.

2.2.2.5. Evaluation de la croissance mycélienne des champignons les plus fréquents sur les adventices dans les vergers d'anacardier

La croissance mycélienne des champignons les plus fréquents sur les adventices dans le verger anacardier a été évaluée sur le milieu PDA. Un fragment mycélien a été prélevé dans la zone d'excroissance de chaque champignon puis déposé au centre d'une nouvelle boîte de Pétri contenant le milieu PDA figé. La croissance du mycélium dans la boîte de Pétri a été mesurée à partir de deux diamètres perpendiculaires au centre de la boîte de Pétri. Les mesures ont été prises quotidiennement à l'aide d'une règle graduée. Les isolats ont été sélectionnés en fonction de leur aspect et de leur couleur dans les boîtes de Pétri. Les comparaisons ont été faites entre les isolats du même genre.

2.2.3. Evaluation de la capacité de transmission et le pouvoir pathogène des champignons présents sur les adventices malades aux plants d'anacardiers

Le pouvoir pathogène des champignons et leur transmission aux anacardiers par les adventices malades dans les vergers, ont été évalués sur les jeunes plants d'anacardiers asymptomatiques. Ces plants ont été produits en milieu semi-contrôlé sur du substrat stérile. Le substrat stérile a été utilisé afin de produire des jeunes plants d'anacardier exempt de maladie. L'utilisation de plants sains dans un test d'inoculation permet de mieux juger du pouvoir pathogène des champignons. Elle permet également une meilleure appréciation de la transmission d'agent pathogène à partir d'une plante malade.

2.2.3.1. Production des jeunes plants d'anacardiers

2.2.3.1.1. Semis des noix de cajou

Les noix de cajou ont été semées selon les méthodes de Djaha *et al.* (2010) et de Touré *et al.* (2019). Le substrat de culture utilisé pour le semis des noix était composé de 50 % de terre et de 50 % de sciure de bois. La terre a été prélevée au sein de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE et la sciure de bois dans une menuiserie de la commune de Daloa. Ces deux composés ont été soigneusement mélangés sur une bâche avant d'être stérilisés à la vapeur d'eau pendant deux heures. Le substrat ainsi stérilisé, a été refroidi dans des bacs préalablement nettoyés avec de l'hypochlorite de sodium 5 %. Après 48 heures de refroidissement, le substrat a été réparti dans des pots de 15 cm de haut et 8 cm de diamètre.

Les noix ont été sélectionnées suite à un test de flottaison. Ce test a consisté à mettre les noix dans un seau contenant de l'eau pendant 30 minutes. Toutes les noix ayant coulé au fond du seau ont été retenues pour la suite des travaux. Elles ont été trempées dans de l'eau pendant 72 heures (3 jours) pour la levée de dormance. Ensuite, elles ont été semées dans les pots préalablement remplis de substrat stérile bien humidifié. Chaque pot a reçu exactement une seule noix de cajou. Après le semis, les pots ont été rangés dans une micro-serre construite à cet effet. Le semis a été arrosé et soigneusement couvert avec une bâche noire jusqu'à l'émergence des plantules. La fréquence d'arrosage du semis était d'une fois par jour avec un intervalle d'un jour soit quatre fois par semaine jusqu'à la fin de la germination.

2.2.3.1.2. Evaluation des paramètres de germination des noix de cajou

Les paramètres de germination évalués au niveau des noix de cajou ont été le taux de germination, la vitesse de germination et le délai de germination. Le taux de germination a été le rapport entre le nombre de noix germées et le nombre total de noix semées. Le taux de germination a été calculé selon la formule suivante (Hersant, 2005) :

$$\mathbf{Tg (\%) = (Nng / Nn) \times 100} \quad (\mathbf{N^{\circ} 9})$$

Avec :

Tg (%) : Taux de germination des noix ;
Nng : Nombre de noix germées ;
Nn : Nombre total de noix semées.

La vitesse de germination a été déterminée selon la méthode de Scott *et al.* (1984).

Cette méthode stipule que la vitesse de germination est le temps nécessaire à la germination de 50 % des noix germées. Le nombre de noix germées a été dénombré quotidiennement à partir de la date de germination de la première, jusqu'à l'obtention des 50 %.

Le délai de germination a été déterminé selon la méthode de Thiocone *et al.* (2024). Selon cette méthode, le délai de germination est l'intervalle de temps entre le semis et la germination des premières noix. Il a été obtenu par détermination du nombre de jours entre le semis et la germination des premières noix.

2.2.3.2. Evaluation de la transmission des champignons présents sur les adventices aux plants d'anacardiens

2.2.3.2.1. Choix des adventices symptomatiques

La capacité de transmission des champignons présents sur les adventices aux anacardiens a été évaluée en plantation. Les adventices utilisées pour le test ont été *Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa*, *Millettia zechiana*, *Blighia sapida*, et *Croton hirtus*. Les symptômes observés sur ces adventices étaient semblables à ceux identifiés comme attaques fongiques sur l'anacardier dans des études antérieures. Il s'agit de points nécrotiques, de plages de nécroses ou de nécroses apicales. Les champignons du genre *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* ou *Pestalotia* sont généralement associés à ces symptômes. Ce test a été plus orienté sur la transmission des genres *Colletotrichum* et *Lasiodiplodia* à cause de leur forte

implication dans les maladies les plus dommageables de l'anacardier en Côte d'Ivoire aujourd'hui (Silué *et al.*, 2017 ; Soro *et al.*, 2020). Il est important de savoir si leur transmission à l'anacardier à partir d'adventice malade est possible. Cette étude qui a notre connaissance est la première du genre en Côte d'Ivoire, peut aider dans la sélection des arbres adéquats à associer à l'anacardier dans un contexte de système agroforestier à base d'anacardier. Selon Amani & Kieba (2018), l'agroforesterie est pratiquée par des producteurs. Ces derniers en savent très peu sur les interactions pathologiques qui pourraient exister entre les espèces associées et l'anacardier. L'étude de la transmission de pathogènes permet de donner une idée claire sur la compatibilité pathogénique entre l'anacardier et les autres espèces végétales du système.

2.2.3.2.2. Mise en place du dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était un bloc complètement randomisé avec six traitements trois répétitions. Les traitements (T) formés par les combinaisons d'espèces d'adventices symptomatiques et les jeunes plants d'anacardiers asymptomatiques, étaient les suivants :

- **T0** = Témoin (uniquement 05 jeunes plants d'anacardier) ;
- **T1** = (*Daniellia oliveri* et 05 jeunes plants d'anacardier) ;
- **T2** = (*Vitellaria paradoxa* et 05 jeunes plants d'anacardier) ;
- **T3** = (*Millettia zechiana* et 05 jeunes plants d'anacardier) ;
- **T4** = (*Blighia sapida* et 05 jeunes plants d'anacardier) ;
- **T5** = (*Croton hirtus* et 05 jeunes plants d'anacardier).

Les adventices aux alentours de celle sélectionnée, ont été soigneusement nettoyées et ramassées sur une surface de 5 m² avant l'installation des abris. Chaque adventice infectée et les jeunes plants d'anacardiers ont été isolés dans un abri de 2 m² construit avec une bâche en plastique transparent (Figure 10). A l'intérieur de l'abri, 05 jeunes plants d'anacardiers asymptomatiques ont été déposés près de l'adventice symptomatique. Ces plants étaient dans des pôts et leurs racines n'étaient pas en contact avec le sol. Un lot de 05 jeunes plants d'anacardiers servant de témoin a été disposé à l'intérieur d'un abri dépourvu de plante adventice. L'expérience a été répétée trois fois dans le temps.



Figure 10 : Jeunes anacardiens en contact avec des adventices infectées

2.2.3.2.2. Suivi sanitaire des jeunes plants d'anacardier

La santé des jeunes plants d'anacardier a été évaluée sur une période de cinq semaines. Les évaluations ont été faites toutes les semaines à partir de la date de mise en contact des plants d'anacardier et des adventices symptomatiques. Le nombre de plants malades, la sévérité et le nombre de plants morts ont été évalués toutes les semaines.

Des échantillons ont été prélevés sur les anacardiens ayant présenté un symptôme de maladie auprès de l'adventice malade. Ces échantillons ont été conservés dans des enveloppes puis transportés au laboratoire pour une analyse microbiologique. Les enveloppes ont été référencées en fonction des traitements. Cette analyse a été effectuée sur le milieu Potato Dextrose Agar (PDA). Les isolats fongiques obtenus pour chaque traitement ont été comparés à ceux préalablement identifiés sur l'adventice symptomatique choisie pour le test

2.2.3.2.3. Evaluation de la sévérité des attaques

La sévérité de la maladie sur les plants d'anacardier mis en contact avec les adventices malades a été déterminée selon une échelle de notation allant de 0 à 9 (Groth *et al.*, 1999 ; Cardoso *et al.*, 2004). Cette échelle se présente comme suit :

- 0 = Absence de symptômes ;
- 1 = 1 à 5 % de la surface foliaire infectée ;
- 3 = 6 à 10 % de la surface foliaire infectée ;
- 5 = 11 à 25 % de la surface foliaire infectée ;
- 7 = 26 à 50 % de la surface foliaire infectée ;
- 9 > 50 % de la surface foliaire infectée.

2.2.3.2.4. Calcul de la prévalence des attaques

Les jeunes plants d'anacardiers ayant présenté des symptômes de maladie après leur mise en contact avec les adventices ont été dénombrés toutes les semaines jusqu'à la fin de l'expérimentation. Les valeurs obtenues ont été utilisées pour calculer la prévalence de la maladie selon la formule suivante de Hersant (2005) :

$$P (\%) = (NP_m / NP) \times 100 \quad (\text{N}^\circ 10)$$

Avec :

- P** : Prévalence des attaques ;
- NP_m** : Nombre de plants malades ;
- NP** : Nombre total de plants

2.2.3.2.5. Calcul de l'indice de sévérité

L'indice de sévérité des attaques sur les jeunes plants d'anacardier a été calculé selon la formule suivante de Abu *et al.* (2013) :

$$I_s (\%) = \sum (X_i \cdot n_i) / (N \times Z) \times 100 \quad (\text{N}^\circ 11)$$

Avec :

- I_s** : Indice de sévérité ;
- X_i** : Note affectée à la plante malade ;
- n_i** : Nombre de plants malades ayant la même note x_i ;
- N** : Nombre total de plants et
- Z** : Note la plus élevée.

2.2.3.3. Test de pathogénicité des champignons des adventices sur l'anacardier

2.2.3.3.1. Choix des isolats fongiques pour les tests de pathogénicité *in vivo*

L'antracnose et la gommose sont les maladies fongiques les plus dommageables de l'anacardier aujourd'hui. Elles sont causées respectivement par les champignons du genre *Colletotrichum* et *Lasiodiplodia*. La lutte contre ces pathogènes est une priorité pour les chercheurs et le monde agricole. C'est pourquoi, dans cette étude, les tests de transmission et de pathogénicité sur l'anacardier ont été orientés sur les isolats fongiques du genre *Colletotrichum* et *Lasiodiplodia*. Ils ont été sélectionnés à l'issue d'un test de pathogénicité réalisé *in vitro* sur les feuilles et les pommes physiologiquement matures détachées de l'anacardier. Les isolats ont été testés par zone agroécologique. Les trois isolats les plus virulents de *Colletotrichum* sp et de *Lasiodiplodia* sp de chaque zone agroécologique ont été sélectionnés à l'issue du test *in vitro*. Au total, 12 isolats de *Colletotrichum* sp et 12 isolats de *Lasiodiplodia* sp ont été sélectionnés pour la réalisation du test de pathogénicité sur l'anacardier *in vivo*. Les isolats utilisés pour ce test étaient âgés de 15 jours.

2.2.3.3.2. Préparation des inocula fongiques

L'inoculum des champignons du genre *Colletotrichum* a été préparé selon la méthode de Silué *et al.* (2018) modifiée et adaptée aux conditions de l'étude. La préparation a consisté à racler le mycélium dans 10 ml d'eau distillée stérile à l'aide d'un scalpel stérile. La suspension de spores a été recueillie à l'aide d'une seringue stérile de 20 ml. Cette suspension a été filtrée à l'aide d'un tissu stérile afin d'éliminer les résidus de mycélium. La concentration des conidies a été calibrée à $4,6 \cdot 10^6$ conidies / ml à l'aide de la cellule de Malassez. Le tween 20 a été additionné à la suspension à raison de 1000 μ l pour 100 ml afin de faciliter l'adhésion des spores aux feuilles inoculées. Les différents isolats de *Colletotrichum* ont été numérotés selon les zones agroécologiques comme suit :

- ColE1, ColE2 et ColE3 : les trois isolats de la zone agroécologique Est ;
- ColN1, ColN2 et ColN3 : les trois isolats de la zone agroécologique Nord ;
- ColC1, ColC2 et ColC3 : les trois isolats de la zone agroécologique Centre et
- ColCO1, ColCO2 et ColCO3 : les trois isolats de la zone agroécologique Centre-ouest.

La pathogénicité *in vivo* des isolats de *Lasiodiplodia* a été évaluée à partir de

fragments mycéliens. Les isolats ont été numérotés selon les zones agroécologiques comme suit :

- LasioE1, LasioE2 et LasioE3 : les trois isolats de la zone agroécologique Est sélectionnés pour le test ;
- LasioN1, LasioN2 et LasioN3 : les trois isolats de la zone agroécologique Nord sélectionnés pour le test ;
- LasioC1, LasioC2 et LasioC3 : les trois isolats de la zone agroécologique Centre sélectionnés pour le test ;
- LasioCO1, LasioCO2 et LasioCO3 : les trois isolats de la zone agroécologique Centre-ouest.

2.2.3.3.3. Application de l'inoculum sur les plants d'anacardiers

La sporulation des champignons du genre *Colletotrichum* sur le milieu PDA est rapide. Ils sont plus associés aux symptômes de maladies sur les feuilles de l'anacardier (Afouda *et al.*, 2013). C'est pourquoi une inoculation douce a été réalisée avec la suspension sporale des champignons du genre *Colletotrichum* isolés sur les adventices. Cela a consisté à appliquer la suspension sporale par aspersion sur les feuilles des plants d'anacardier âgés de 30 jours. Un jour avant l'inoculation, les plants ont été arrosés et couverts d'un plastique transparent de sorte à maintenir l'humidité. La virulence de chaque champignon a été testée sur cinq jeunes plants sains d'anacardier. Après l'inoculation, les plants ont été recouverts de plastique transparent pour maintenir l'humidité entre 95-100 %. Les plants ont été régulièrement aspergés d'eau de robinet.

La sporulation des champignons du genre *Lasiodiplodia* sur le milieu PDA est lente. Ils sont associés au symptôme de la gommose sur le tronc de l'anacardier qu'ils infectent généralement à partir des blessures (Wonni *et al.*, 2017). C'est pourquoi une inoculation brutale a été réalisée avec le mycélium des champignons du genre *Lasiodiplodia* isolés sur les adventices. Elle a été réalisée selon la méthode modifiée de Aguilera-Cogley *et al.* (2022). Ainsi, une section de 3 mm a d'abord été faite sur les tiges des plants à l'aide d'un scalpel stérile. Ensuite, une pastille mycélienne de 3 mm a été prélevée au niveau du front de croissance du champignon et placée au niveau de la blessure. Enfin, les sections ainsi comblées ont été pansées avec du parafilm. Chaque champignon a été testé sur cinq plants d'anacardier. Les sections chez les plants témoins ont été comblées avec du PDA simple. Les plants ont été rangés dans une micro-serre pour le suivi sanitaire. L'expérience a été répétée trois fois.

2.2.3.3.4. Suivi sanitaire des plants d'anacardier inoculés

Le suivi sanitaire des plants d'anacardier a été réalisé au niveau foliaire et caulinaire selon le mode d'inoculation. L'évaluation foliaire a été faite sur les plants inoculés par aspersion de la suspension sporale des isolats de *Colletotrichum* sp sur les feuilles. A ce niveau, les différents symptômes manifestés par les plants sur leurs feuilles, ont été relevés et décrits en fonction des isolats fongiques. Le nombre de plants malades dans chaque lot a également été dénombré par comptage. La sévérité de la maladie a été estimée par attribution des notes aux plants selon l'échelle de notation de Cardoso *et al.* (2004).

L'évaluation au niveau caulinaire a été faite sur les plants inoculés au niveau de la tige avec le mycélium des isolats de *Lasiodiplodia* sp. Les plants ayant reçu l'inoculum fongique ont été suivis en évaluant la taille des lésions comparativement aux lots des plants témoins.

La taille des lésions a été mesurée en centimètre à l'aide d'un mètre pliant. Cela a été fait aussi bien dans les lots de plants inoculés que dans les lots de plants témoins. Le nombre de plants malades ou morts a été évalué dans chaque lot de plants. La sévérité des lésions a été évaluée en attribuant des notes à chaque plant malade en fonction des isolats fongiques. Les notes ont été inspirées de l'échelle de notation de Suresh *et al.* (2017), allant de 1 à 5. Elle évalue la sévérité de 0 à 100 % (Tableau IV).

Tableau IV : Echelle de notation de la sévérité du dessèchement (Suresh *et al.*, 2017)

Echelle	Description	Sévérité de la maladie (%)	Réaction
1	Plants apparemment sains	0	Résistante
2	Stade précoce de l'infection caractérisé par le brunissement des pétioles des feuilles et des nervures médianes et la présence de nécroses marginales du limbe des feuilles	1 à 25	Modérément Tolérante
3	Présence des feuilles mortes qui peuvent rester toujours attachées à l'extrémité des rameaux de brunissement vasculaire et de signe de gommoses du tronc	26 à 50	Modérément sensible
4	Présence de feuilles mortes avec des brunissements progressifs et des gommoses réparties sur portions du tronc	51 à 75	Sensible
5	Cas sévère, infection généralisée sur tout le plant, mort du plant	75 à 100	Hautement sensible

2.2.3.3.5. Traitement des données

L'incidence des attaques et l'indice de sévérité ont été calculés comme précédemment (formule N° 10 et 11). Le nombre de plants morts dans les différents lots a été déterminé. Le taux de mortalité dans chaque lot de plants d'anacardier a été calculé en fonction des isolats fongiques et de leur origine à l'aide de la formule ci-contre :

$$\text{TM (\%)} = (\text{NPm} / \text{NP}) \times 100 \quad (\text{N}^\circ 12)$$

Avec :

- TM** : Taux de mortalité ;
- NPm** : Nombre de plants morts ;
- NP** : Nombre total de plants.

2.2.4. Test de l'activité antifongique des extraits végétaux contre les champignons pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices

2.2.4.1. Récolte des plantes de lutte biologique

Les feuilles fraîches d'*Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) ont été récoltées au sein de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE dans le mois d'Octobre 2021. Ces feuilles ont été utilisées pour l'extraction de l'huile essentielle de la plante. Les feuilles fraîches de *Nauclea latifolia* Smith (Rubiaceae) ont été collectées à Korhogo dans le mois de Juin 2022.

Les feuilles fraîches de *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) et *Cnestis ferruginea* DC. (Connaraceae) ont été collectées au sein de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE respectivement en Août 2022 et Janvier 2023. Les feuilles ont été prélevées sur chaque plante à l'aide de machette ou de sécateur préalablement nettoyés avec de l'alcool. Elles ont été transportées dans des sacs propres au Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa.

2.2.4.2. Préparation des extraits aqueux et éthanoliques

Les feuilles de *Nauclea latifolia*, *Cnestis ferruginea*, et *Azadirachta indica* ont été séchées séparément à la température du laboratoire pendant sept jours et pulvérisées à l'aide d'un moulin électrique. La poudre obtenue à partir de chaque plante a été utilisée pour préparer les extraits aqueux et éthanoliques.

Pour la préparation de l'extrait aqueux, la poudre a été macérée dans de l'eau distillée stérile en raison de 100 g/l, puis homogénéisée à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 48 heures. Le mélange a été filtré et étuvé à 50 °C pendant 72 heures. Le filtrat a été récupéré et pesé afin de déterminer le rendement. L'extrait éthanolique a été produit dans les mêmes conditions que l'extrait aqueux, sauf que l'éthanol 70 % a été utilisé comme solvant.

2.2.4.3. Extraction de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*

L'huile essentielle de *O. gratissimum* a été extraite par hydrodistillation à l'aide d'un dispositif de type Clevenger. L'extraction a été réalisée au laboratoire de Physique-chimie de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa.

Les feuilles fraîches de *O. gratissimum* ont été pesées à l'aide d'une balance électronique. Ensuite, elles ont été mises dans une cocotte-minute en raison de quatre kilogrammes pour deux litres d'eau. Cette dernière a été posée sur une plaque chauffante dont la température a été réglée à 370 °C au début de la distillation avant d'être ramenée à 225 °C après 15 min de chauffage. L'extraction a duré trois heures. L'huile a été séparée de l'eau à l'aide d'une ampoule à décanter, puis conservée au réfrigérateur à la température de 8 °C.

2.2.4.4. Rendement des extraits végétaux

La masse de la matière végétale utilisée et celle de l'extrait obtenu ont été déterminées à l'aide d'une balance électronique. Le rendement de chaque extrait végétal a été déterminé en faisant le rapport de la masse de l'extrait végétal obtenu sur la masse de la matière végétale utilisée. Le rendement a été calculé selon la formule de Dinzedi (2015) :

$$R (\%) = (M_{ev} / M_v) \times 100 \quad (N^{\circ} 13)$$

Avec :

- R** : Rendement de l'extrait ;
- M_{ev}** : Masse de l'extrait obtenu;
- M_v** : Masse de la matière végétale.

2.2.3.5. Test de lutte biologique *in vitro*

2.2.3.5.1. Préparation des concentrations des extraits végétaux

La méthode modifiée de Doga *et al.* (2022) a été utilisée pour la préparation des différentes concentrations des extraits aqueux et éthanolique. Les concentrations utilisées pour ces extraits ont été C7 = 15 mg/ml ; C6 = 7,5 mg/ml ; C5 = 3,75 mg/ml ; C4 = 1,88 mg/ml ; C3 = 0,94 mg/ml ; C2 = 0,47 mg/ml ; C1 = 0,24 mg/ml.

Le milieu de culture PDA a été autoclavé à la température de 121 °C pendant 30 minutes sous la pression de 1 bar. Les extraits végétaux ont été additionnés au milieu PDA refroidi à 40 °C. La méthode de la double dilution de liaison géométrique de raison ½ a été utilisée à cet effet (Ahon *et al.*, 2011). Cette méthode a consisté à additionner 1,5 g de l'extrait végétal à 100 ml de milieu PDA. Le mélange a été homogénéisé à l'aide d'un agitateur magnétique, puis la moitié a été distribuée dans des boîtes de Pétri à raison de 20 ml/boîte. Ces boîtes ont été marquées C7. L'autre moitié a été ramenée à 100 ml en y additionnant 50 ml de milieu PDA simple pour obtenir la concentration C6. Ce nouveau mélange a été homogénéisé dans les mêmes conditions que précédemment, puis la moitié a été distribuée dans les boîtes de Pétri. L'autre moitié de C6 a été ramenée à 100 ml en y ajoutant 50 ml de milieu PDA simple pour obtenir la concentration C5. Ce processus a été respecté jusqu'à obtenir la concentration C1. Les boîtes de Pétri servant de témoins n'ont reçu que le milieu PDA simple.

L'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* qui est l'élément de base du biopesticide NECO a été utilisée comme le témoin de référence. Elle a été utilisée à la seule concentration de 1,25 ml/l après des tests préliminaires. Le NECO est le principal biopesticide actuellement utilisé dans la lutte contre les nuisibles de l'anacardier en Côte d'Ivoire. Les bioagresseurs ont la capacité de développer des résistances aux produits avec le temps. Il est donc judicieux de trouver d'autres extraits végétaux dont l'efficacité se rapproche de celle de l'huile essentielle de *O. gratissimum* en vue d'élaborer d'autres biopesticides. C'est dans cette optique que l'activité antifongique des extraits aqueux et éthanoliques de *C. ferruginea*, *A. indica* et *N. latifolia* ont été testés sur les genres fongiques pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices.

2.2.3.5.2. Ensemencement des champignons

L'étude de la sensibilité des champignons vis-à-vis des extraits végétaux a été réalisée selon la méthode de Silué *et al.* (2018). Il s'est agi de placer au centre de chaque boîte de Pétri (amendées et témoins), une rondelle mycélienne de 5 mm de diamètre. Cette rondelle a été prélevée soigneusement au front de croissance du champignon dont la sensibilité est évaluée. Les boîtes de Pétriensemencées ont été scellées avec du parafilm, codifiées puis incubées à la température de 27 ± 2 °C. L'expérience a été répétée trois fois dans le temps.

2.2.3.5.3. Mensuration du diamètre des isolats fongiques

La croissance radiale des colonies des différents champignons a été mesurée à partir des diamètres perpendiculaires tracés au revers de la boîte de Pétri (Figure 11). L'unité de mesure a été le centimètre. Les mesures ont été prises toutes les 24 heures jusqu'à ce que le mycélium atteigne les périphéries des boîtes de Pétri témoins. Les boîtes de Pétri dans lesquelles aucune croissance mycélienne n'a été observée à l'œil nu, ont été ouvertes et chaque fragment mycélien a été ensemencé dans une nouvelle boîte de Pétri contenant du PDA simple. Ces nouvelles boîtes de Pétri ont été conservées dans les mêmes conditions que précédemment.

Les concentrations de l'extrait végétal dans les boîtes de Pétri initiales ont été jugées selon la reprise ou non de la croissance du fragment mycélien sur le nouveau milieu. La concentration a été jugée fongicide dans les cas où aucune reprise de la croissance n'a été observée. Dans les cas où le fragment avait repris sa croissance, la concentration a été jugée fongistatique. Le diamètre moyen de la croissance mycélienne a été calculé selon la formule ci-dessous :

$$\mathbf{Dm = (d1 + d2) / 2} \quad (\mathbf{N^{\circ} 14})$$

Avec :

- Dm** : diamètre moyen de la croissance du champignon ;
- d1** : diamètre croissance du champignon sur l'axe 1 ;
- d2** : diamètre de croissance du champignon sur l'axe 2.

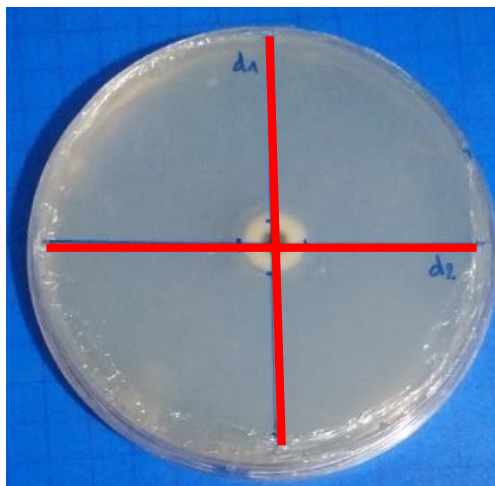


Figure 11 : Suivi de la croissance de la colonie fongique

2.2.3.5.4. Détermination du taux d'inhibition de la croissance des colonies fongiques

Le taux d'inhibition de la croissance des colonies fongiques sur le milieu PDA, a été calculé à l'aide de la formule ci-dessous (Koné *et al.*, 2009) :

$$T(\%) = ((D_0 - D) / D_0) \times 100 \quad (\text{N}^\circ 15)$$

Avec :

- T : Taux d'inhibition de la croissance radiale mycélienne ;
- D₀ : croissance radiale mycélienne dans les boîtes de Pétri témoins ;
- D : croissance radiale mycélienne dans les boîtes de Pétri amendée d'extraits.

2.2.3.5.5. Test de lutte biologique contre l'antracnose de l'anacardier *in vivo*

Le test de lutte biologique *in vivo* a été réalisé avec l'extrait végétal ayant le plus réduit la croissance des champignons *in vitro*. Le test a été réalisé dans une micro-serre au sein de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE. Les jeunes plants d'anacardier utilisés pour ce test étaient âgés de sept semaines. Le test a consisté à déterminer l'effet préventif et curatif de l'extrait végétal sur l'antracnose de l'anacardier *in vivo*. La méthodologie adoptée pour l'évaluation de l'effet curatif et préventif a été inspirée de celles de Djeugap *et al.* (2011) et de Ehui *et al.* (2019).

Le test de l'effet préventif a été évalué afin de déterminer la capacité de l'extrait à empêcher l'apparition des symptômes de la maladie sur les plants d'anacardier inoculés avec une suspension sporale de *Colletotrichum* sp.

Le test de l'effet curatif a été évalué afin de déterminer la capacité de l'extrait à réduire les symptômes de la maladie sur les plants d'anacardier inoculés avec la même suspension sporale. Les inocula fongiques utilisés pour ces tests ont été préparés dans les mêmes conditions que précédemment.

2.2.3.5.5.1. Dispositif d'étude expérimental *in vivo*

Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher complètement randomisé avec six traitements et trois répétitions (Figure 12). Le même dispositif expérimental a été utilisé pour les deux tests.

Les traitements étaient les suivants pour le test de lutte préventive:

- T0 : Plants non traités non inoculés ;
- T1 : Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* avant l'inoculation ;
- T2 : Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* et non inoculés ;
- T3 : Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* avant l'inoculation ;
- T4 : Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* et non inoculés ;
- T5 : Plants non traités avant l'inoculés.

Pour le test de lutte curative, les traitements ont été les suivants :

- T0 : Plants non inoculés non traités ;
- T1 : Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* après l'inoculation ;
- T2 : Plants non inoculés traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ;
- T3 : Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* après l'inoculation ;
- T4 : Plants non inoculés traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* ;
- T5 : Plants inoculés non traités.

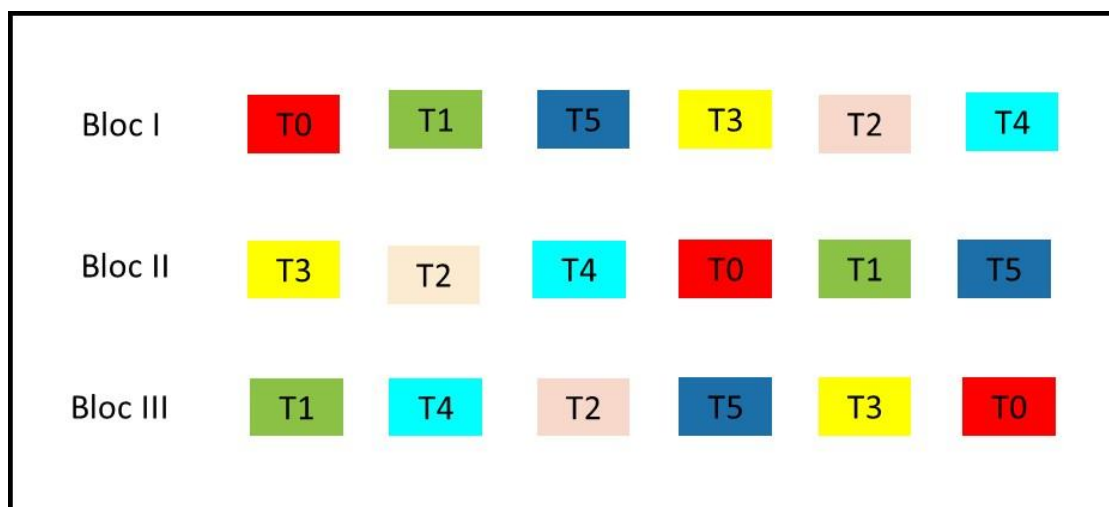


Figure 12 : Schéma du dispositif expérimental *in vivo*

2.2.3.5.5.2. Test de lutte préventive

Le test a été réalisé sur 30 jeunes plants d'anacardiens asymptomatiques (JPAS) produits sur du substrat stérile. Ils ont été répartis en trois lots de 10 plants chacun. L'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* et l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* ont été appliqués respectivement sur les plants des lots 1 et 2, à l'aide d'un pulvérisateur à main. Les plants du lot 3 n'ont reçu aucun produit.

Les produits ont été appliqués à la concentration efficace du test *in vitro*. Chaque lot de JPAS traités ont été couverts avec une bâche blanche transparente pendant une heure avant d'être répartis en deux sous-lots de cinq plants. Les premiers sous-lots de plants traités respectivement avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* et l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* ont été inoculés avec une suspension sporale de *Colletotrichum* de concentration $4,6.10^6$ conidies/ml. Ils ont été marqués (T1) pour *N. latifolia* et (T3) pour l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*. Les plants des seconds sous-lots n'ont pas été inoculés. Ils ont été marqués (T2) pour *N. latifolia* et (T4) pour l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*. Les plants du lot 3 ont également été répartis en deux sous-lots dont l'un a été inoculé et l'autre non. Le sous-lot inoculé a été marqué (T5) et l'autre (T0). Les plants de chaque lot ont été rangés sous des bâches transparentes pendant 24 heures. Après 24 heures d'incubation, les bâches ont été retirées et les plants ont été maintenus dans une micro-serre.

2.2.3.5.5.3. Test de lutte curative

Le test a été réalisé sur 30 jeunes plants d'anacardiens asymptomatiques (JPAS) produits sur du substrat stérile. Ils ont été répartis en deux lots de 15 plants chacun. L'un des lots a été inoculé avant d'être traité avec les différents extraits végétaux. Le second lot a été simplement traité avec les extraits végétaux sans aucune inoculation préalable. L'objectif de cette seconde application était de voir la réaction des jeunes plants d'anacardier aux différents extraits testés.

Les quinze jeunes plants du premier lot ont été inoculés avec une suspension sporale de *Colletotrichum* de concentration $4,6.10^6$ conidies/ml. Après inoculation, ils ont été maintenus sous une bâche transparente à une humidité relative d'environ 95 % favorable à une germination des spores fongiques. Les jeunes plants d'anacardier ainsi incubés ont été équitablement répartis en trois sous-lots de cinq plants chacun.

Les plants des sous-lots 1 et 2 ont été traités respectivement avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* et l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*. Le sous-lot traité avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* a été marqué (T1) et celui traité avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* (T3). Aucun produit n'a été appliqué sur les plants du troisième sous-lot de plants inoculés. Ce dernier a été marqué (T5).

Les quinze jeunes plants d'anacardier du second lot n'ont pas été inoculés. Ils ont également été répartis en trois sous-lot de cinq jeunes plants d'anacardier chacun. Le premier sous-lot de jeunes plants d'anacardier a été traité avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* et marqué (T2). Le second a été traité avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* et marqué (T4). Le troisième n'a reçu aucun extrait végétal, il a été marqué (T0).

2.2.3.5.5.4. Suivi sanitaire des plants d'anacardier

Le suivi sanitaire des plants a été effectué le 7^e, 14^e, 21^e et 28^e jour après les traitements. Il a consisté à relever les symptômes et leur niveau de sévérité, à compter le nombre de plants malades et le nombre de plants morts. Les différents symptômes ont été décrits et des échantillons ont été prélevés sur les organes symptomatiques. Le nombre de plants malades dans chaque lot, a été déterminé par comptage. De même, le nombre de plants morts a été déterminé par comptage dans les différents lots de plants traités ou témoins. Les données obtenues ont été utilisées pour calculer la prévalence et l'indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier comme calculés précédemment.

2.2.5. Analyse statistique des données

Les données collectées ont été saisies à l'aide du tableur Excel 2013. Ce tableur a également été utilisé pour la construction des graphiques. Les logiciels Statistica version 7.1 et le logiciel R Gui version 4.4.0 et R Commander ont été utilisés pour le traitement statistique des données. La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. L'homogénéité des variances a été vérifiée à l'aide du test de Bartlett.

Les données satisfaisant ces deux conditions c'est-à-dire $P > 0,05$ pour Shapiro-Wilk et $P > 0,05$ pour Bartlett ont été soumises à une analyse de variance ANOVA. En cas de différence significative ($P < 0,05$), les moyennes ont été classées à l'aide des tests Post-ANOVA.

Les tests Post-ANOVA utilisés étaient ceux de Newman-Keuls au seuil de 5 % et le test de comparaison multiple de Turkey au seuil de 5 %. Les données ne respectant pas les conditions $P > 0,05$ pour Shapiro-Wilk et $P > 0,05$ pour Barnett, ont été analysées à l'aide du test de Kruskal-Wallis. L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée avec le logiciel Statistica version 7.1.

TROISIEME PARTIE :
RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Caractéristiques des adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier

3.1.1.1. Composition de la flore adventice symptomatique dans l'ensemble des zones agroécologiques

La flore adventice symptomatique inventoriée dans les vergers d'anacardier était composée majoritairement des arbustes Dicotylédones de la famille des Fabaceae. Les symptômes de points nécrotiques et de plage de nécroses ont été les plus observés sur les adventices. Au total, 54 espèces d'adventice réparties entre 49 genres et 23 familles ont présenté des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier (Tableau V).

Les familles les plus abondantes en espèces ont été les Fabaceae (16 espèces), les Asteraceae (4 espèces), les Euphorbiaceae (3 espèces), les Moraceae (3 espèces) et les Poaceae (3 espèces). Elles ont représenté 53,70 % des espèces d'adventices inventoriées. La contribution des autres familles à l'effectif total des espèces d'adventices symptomatiques a été de 46,30 % (Tableau VI).

La proportion des Dicotylédones dans la flore symptomatique sous anacardier a été de 81 % contre 19 % pour les Monocotylédones. La proportion des arbustes a été de 59 % contre 22 % pour les herbacées et 19 % pour les lianes (Figure 13).

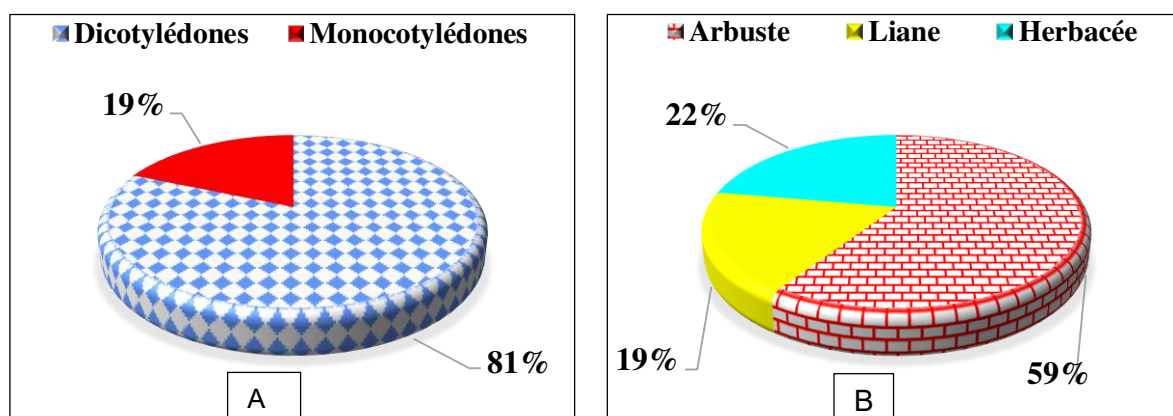


Figure 13: Spectres des classes botaniques et des types morphologiques

(A) : Classes botaniques et (B) : Types morphologiques

Tableau V : Adventices symptomatiques inventoriées dans les vergers d'anacardier

Forme de Symptôme	Espèces Végétales	Classe botanique	Famille botanique	Organe Attaqué
Dépôt de poudres rougeâtres	<i>Ficus sur</i> L.	D	Moraceae	Feuille
	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> Lam.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Pseudocedrela kotschy</i> Schweinf.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Piliostigma thonningii</i> Schumach.	D	Fabaceae	Feuille
Dépôt de poudres blanches	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	D	Euphorbiaceae	Feuille
	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	D	Loganiaceae	Feuille
	<i>Synedrella nodiflora</i> L.	D	Asteraceae	Feuille
	<i>Ficus sur</i> L.	D	Moraceae	Feuille
Plage nécrotique	<i>Daniellia oliveri</i> Rolfe	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Isobertinia doka</i> Craib & Stapf.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Albizia zygia</i> DC	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Blighia sapida</i> K. Koenig	D	Sapindaceae	Feuille et fruit
	<i>Terminalia schimperiana</i> Hochst.	D	Combretaceae	Feuille
	<i>Cola cordifolia</i> Caiv.	D	Malvaceae	Feuille
	<i>Saba senegalensis</i> A.DC.	D	Apocynaceae	Feuille
	<i>Griffonia simplicifolia</i> Vahl ex DC	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	D	Rubiaceae	Feuille
	<i>Mucuna pruriens</i> L.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Anchomanes difformis</i> Blume	M	Arecaceae	Feuille
	<i>Tacca leontopetaloides</i> L.	M	Dioscoreaceae	Feuille
	<i>Piliostigma thonningii</i>	D	Fabaceae	Feuille
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst.	D	Ebenaceae	Feuille	

D : Dicotylédone et M : Monocotylédones

Tableau V : Adventices symptômes inventoriées dans les vergers d'anacardier (suite 1)

Forme de Symptôme	Espèces Végétales	Classe botanique	Famille botanique	Organe attaqué
Plage nécrotique	<i>Desmodium velutinum</i> Willd	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Paullinia pinnata</i> L	D	Sapindaceae	Feuille
Taches nécrotiques concentriques	<i>Ficus exasperata</i> Vahl.	D	Moraceae	Feuille
	<i>Ficus sur</i>	D	Moraceae	Feuille
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Erythrina senegalensis</i> DC	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Vitellaria paradoxa</i> CF. Gaertn	D	Sapotaceae	Feuille
	<i>Combretum</i> sp	D	Combretaceae	Feuille
Nécrose apicale foliaire	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Annona senegalensis</i> Pers	D	Annonaceae	Feuille
	<i>Khaya senegalensis</i> Desr	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Blighia sapida</i>	D	Sapindaceae	Feuille
	<i>Vitex doniana</i> Sweet	D	Lamiaceae	Feuille
Points nécrotiques	<i>Passiflora foetida</i> L.	D	Passifloraceae	Feuille
	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	D	Phyllanthaceae	Feuille
	<i>Daniellia oliveri</i>	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Isobertlinia doka</i>	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> Lour.	M	Poaceae	Feuille
	<i>Setaria barbata</i> Lam.	M	Poaceae	Feuille
	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	M	Poaceae	Feuille
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	D	Sapotaceae	Feuille
	<i>Terminalia schimperiana</i> Hochst.	D	Combretaceae	Feuille
	<i>Mucuna pruriens</i>	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Vitex doniana</i>	D	Lamiaceae	Feuille
	<i>Erythrina senegalensis</i>	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	D	Fabaceae	Feuille

D : Dicotylédone et M : Monocotylédones

Tableau V : Adventices symptômes inventoriées dans les vergers d'anacardier (suite 2)

Forme de Symptôme	Espèces Végétales	Classe botanique	Famille Botanique	Organe attaqué
Points nécrotiques	<i>Millettia zechiana</i> Harms	D	Euphorbiaceae	Feuille
	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	D	Loganiaceae	Feuille
	<i>Lophira lanceolata</i> Tiegh.	D	Ochnaceae	Feuille
	<i>Nauclea latifolia</i>	D	Rubiaceae	Feuille
	<i>Smilax kraussiana</i> Meisn	D	Smilacaceae	Feuille
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	D	Euphorbiaceae	Feuille
	<i>Aframomum</i> sp	M	Zingiberaceae	Feuille
	<i>Commelina bengalensis</i> L.	M	Comelinaceae	Feuille
	<i>Commelina diffusa</i> Burm.	M	Comelinaceae	Feuille
	<i>Erigeron floribundus</i> Kunth.	D	Asteraceae	Feuille
	<i>Uvaria chamea</i> P. Beauv.	D	Annonaceae	Feuille
	<i>Desmodium tortuosum</i> Sw. DC	D	Fabaceae	Feuille
	<i>Terminalia avicinoïdes</i> Guill. Perr.	D	Combretaceae	Feuille
	<i>Blighia sapida</i>	D	Sapindaceae	Feuille
	<i>Stylochiton hypogaeus</i> Lepr.	M	Araceae	Feuille
	<i>Chromolaena odorata</i> L.	D	Asteraceae	Feuille
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	D	Asteraceae	Feuille
	<i>Alchornea cordofolia</i> Schum. Thonn.	D	Euphorbiaceae	Feuille
<i>Croton hirtus</i> L'Hér.	D	Euphorbiaceae	Feuille	

D : Dicotylédones et **M** : Monocotylédones

Tableau VI : Proportion des genres et espèces par famille

Famille	Genre		Espèce	
	N	P(%)	N	P(%)
Annonaceae	2	4,08	2	3,70
Apocynaceae	2	4,08	2	3,70
Araceae	2	4,08	2	3,70
Asteraceae	4	8,16	4	7,41
Combretaceae	1	2,04	2	3,70
Dioscoreaceae	1	2,04	2	3,70
Ebenaceae	1	2,04	1	1,85
Euphorbiaceae	3	6,12	3	5,56
Fabaceae	15	30,61	16	28,85
Zingiberaceae	1	2,04	1	1,85
Lamiaceae	1	2,04	1	1,85
Loganiaceae	1	2,04	1	1,85
Malvaceae	1	2,04	1	1,85
Moraceae	2	4,08	3	5,56
Ochnaceae	1	2,04	1	1,85
Passifloraceae	1	2,04	1	1,85
Phyllanthaceae	1	2,04	1	1,85
Poaceae	3	6,12	3	5,56
Rubiaceae	1	2,04	1	1,92
Sapindaceae	2	4,08	2	3,70
Sapotaceae	1	2,04	1	1,85
Smilacaceae	1	2,04	1	1,85
Commelinaceae	1	2,04	2	3,70
Total	49	100	54	100

N : Nombre d'espèce ou de genre

P : Proportion

3.1.1.2. Composition de la flore adventice symptomatique en fonction de la zone agroécologique

Le nombre d'espèces d'adventices symptomatiques enregistré était sensiblement identique pour toutes les zones agroécologiques investiguées (Tableau VII). Dans la zone agroécologique Centre, 31 espèces d'adventices symptomatiques appartenant à 30 genres et 14 familles ont été inventoriées. 30 espèces d'adventice symptomatiques réparties en 29 genres et 16 familles ont été recensées dans la zone agroécologique Centre-ouest. Le nombre enregistré dans la zone agroécologique Est a été de 30 espèces d'adventices réparties en 29 genres et 14 familles. Dans la zone agroécologique Nord, 30 espèces d'adventices symptomatiques réparties en 18 genres et 13 familles ont été enregistrées.

Les Monocotylédones ont présenté moins de symptôme que les Dicotylédones quelle que soit la zone agroécologique (Figure 14). La proportion de Monocotylédones et de Dicotylédones infectés varie en fonction des zones agroécologiques. Le test de Kruskal-Wallis a montré qu'il existe une différence significative entre la proportion de Monocotylédones et de Dicotylédones infectés dans le verger d'anacardier ($P < 0.05$). La plus forte proportion de Dicotylédones (75,00 %) a été obtenue dans la zone Nord et la plus faible 10,34 % dans la zone Est. La proportion de Dicotylédones dans les zones Centre et Centre-ouest était respectivement de 22,58 % et 30,00 %. La plus forte proportion de Monocotylédones (89,66 %) a été obtenue dans la zone Est et la plus faible (25,00 %) a été obtenue dans la zone Nord. La proportion de Dicotylédones dans les zones Centre et Centre-ouest était respectivement de 77,42 % et 70,00 %.

Tableau VII : Distribution des adventices symptomatiques selon les zones agroécologiques

Zone agroécologique	Nombre de verger	Nombre d'espèce	Nombre de Genre	Nombre de Famille
Nord	10	30	18	13
Est	10	30	29	14
Centre-Ouest	10	30	29	16
Centre	10	31	30	14

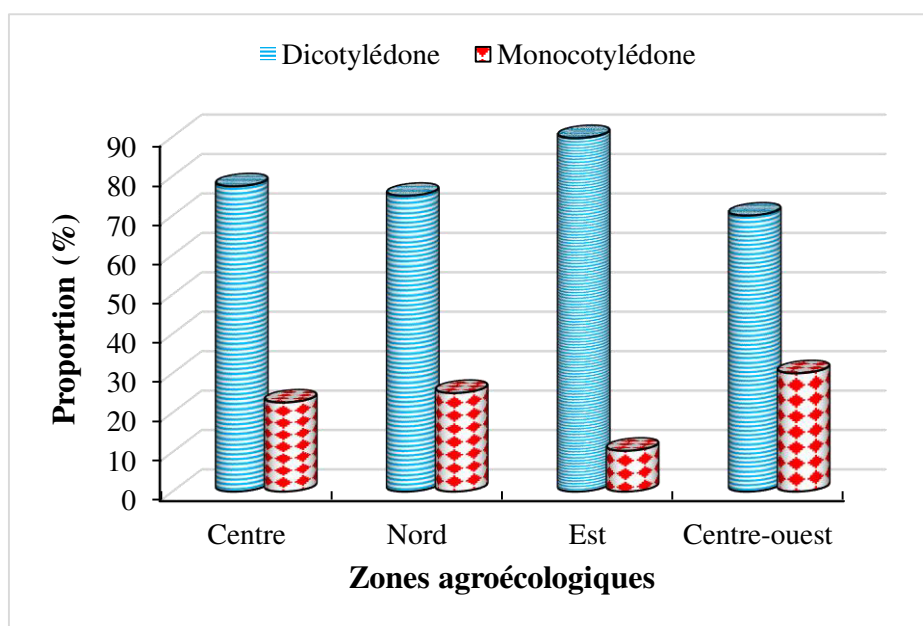


Figure 14 : Proportion des classes botaniques en fonction des zones agroécologiques

3.1.1.3. Localisation des formes de symptômes sur les organes des adventices dans les vergers d'anacardier

Les symptômes identifiés sur les adventices se distinguent selon leurs formes sur les organes atteints. Ils ont été identifiés sur les feuilles ou les fruits des adventices sous forme de nécroses ou de dépôts de poudres. Les feuilles des adventices infectées ont montré une altération d'organes sous plusieurs formes contrairement aux fruits. Toutes les formes de symptômes ont été retrouvées sur les feuilles. Les fruits n'ont présenté que les plages de nécroses et les points nécrotiques (Tableau VIII).

Tableau VIII : Formes de symptômes de maladie sur les organes des adventices

Formes de symptômes	Organes atteints	
	Fruit	Feuille
Tache nécrotique concentrique	-	+
Plage de nécrose	+	+
Points nécrotiques	+	+
Nécrose apicale foliaire	-	+
Dépôt de poudre rougeâtre	-	+
Dépôt de poudre blanche	-	+

+ : Présence. - : Absence

3.1.1.4. Caractéristiques des symptômes de maladie sur les adventices dans les vergers d'anacardier

3.1.1.4.1. Taches nécrotiques

Les taches nécrotiques ont été observées sous différentes formes sur les adventices dans les vergers d'anacardier (Figure 15). Ce sont les cercles concentriques, les plages, les points nécrotiques et les nécroses apicales foliaires. Ces symptômes ont été plus perçus sur les feuilles marquées par une disparition de la couleur verte naturelle qui les caractérise.

Les cercles concentriques ont été observés sur les adventices sous différentes formes et couleurs. Ils ont présenté une couleur rougeâtre, grisâtre ou blanchâtre avec des anneaux plus épais plus ou moins contigus sur les feuilles de *Vitellaria paradoxa* et de *Erythrina senegalensis*, alors que sur celles de *Ficus sur* et *Ficus exasperata*, ils étaient espacés.

Les plages de nécroses ont été identifiées sous forme de brûlure avec une forme irrégulière sur les feuilles. Elles ont présenté des couleurs variant de brun à marron parfois rougeâtre visibles sur les deux faces de la feuille. Ces symptômes étaient dispersés ou formaient une seule grande tache dépassant parfois les 2/3 de la surface foliaire. Les points nécrotiques ont également été observés sur les feuilles. Ils formaient des taches de différentes tailles et couleurs ayant une forme régulière visibles sur les faces supérieure et inférieure des feuilles atteintes. Les nécroses apicales foliaires ont été observées sur le bout des feuilles. Les feuilles atteintes ont présenté une décoloration avec une mosaïque de points.



Taches nécrotiques en cercles concentriques



Plages de nécroses



Points nécrotiques



Nécroses apicales foliaires

Figure 15 : Différentes formes de nécroses sur les adventices

3.1.1.4.2. Dépôt de poudre sur les feuilles des adventices

Les dépôts de poudre ont été observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Ils étaient de couleur rouge et blanche visibles uniquement sur la face supérieure des feuilles (Figure 16). Les poudres rouges avaient une forme irrégulière avec un aspect filamenteux. Ils étaient présents entre autres, sur *Ficus exasperata* et *Zanthoxylum zanthoxyloides*. Les dépôts de poudres blanches étaient sous forme de couches couvrant plus de 90,00 % de la feuille dans certains cas. Ils ont été principalement observés sur *Euphorbia heterophylla*. Ces dépôts ont également été observés sur la face supérieure des feuilles.

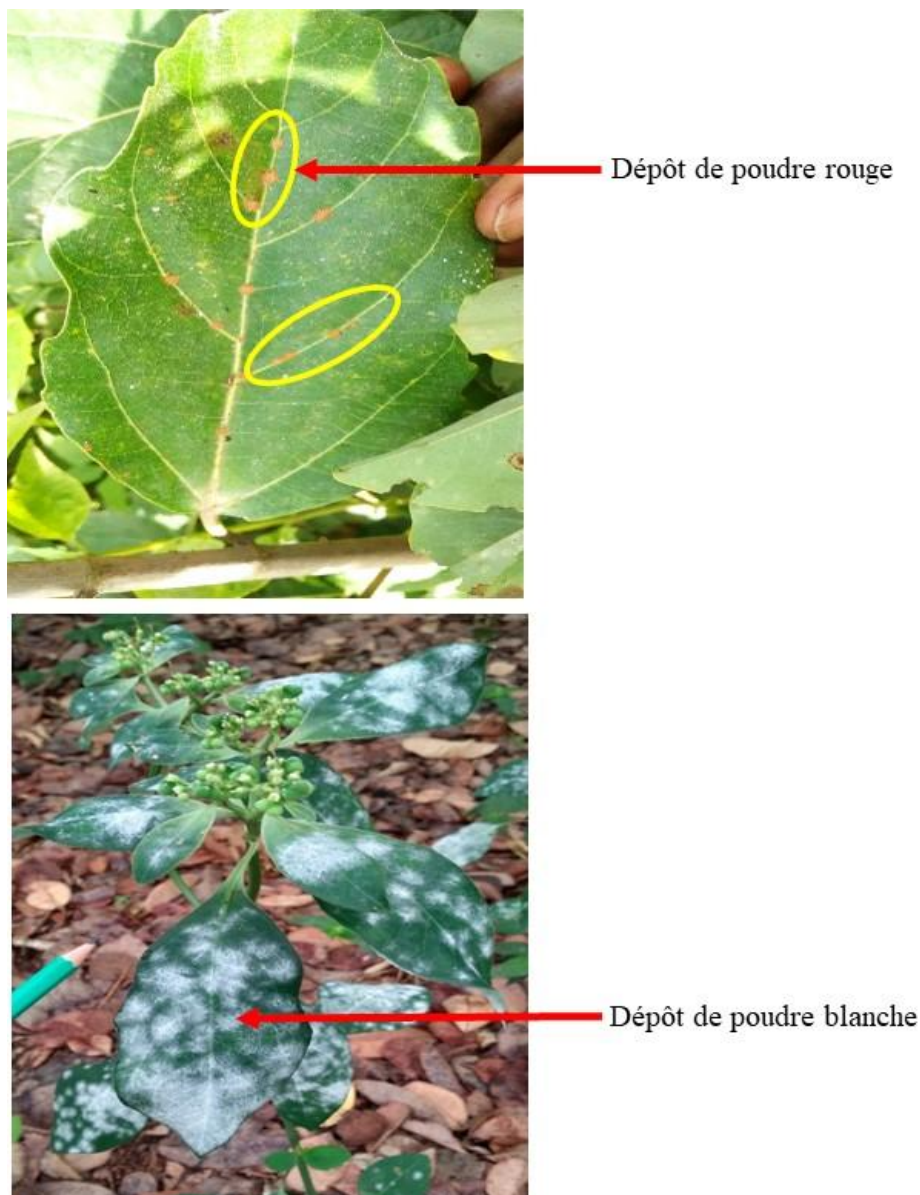


Figure 16 : Dépôts de poudre sur les feuilles

3.1.1.5. Fréquence d'observation des symptômes sur les adventices

La nécrose est la forme d'altération d'organe la plus exprimée sur les feuilles des adventices dans les vergers d'anacardier investigués (Figure 17). La fréquence des symptômes a varié significativement en fonction des formes ($P < 0,05$). La plus forte fréquence (65,00 %) a été obtenue au niveau des plages de nécroses. Les plus faibles fréquences ont été obtenues au niveau des dépôts de poudre rougeâtre, des dépôts de poudre blanche, et des nécroses apicales.

L'analyse en composante principale a montré que 48,26 % de la variabilité observée entre les symptômes de maladie sur les adventices est expliquée par les deux premières composantes, dont 22,27 % pour l'axe 1 et 25,99 % pour l'axe 2 (Figure 18).

Quatre groupes distinctifs se dégagent de l'ACP. Le groupe 1 est formé par les points nécrotiques et les taches de nécroses en cercles concentriques, le groupe 2 est composé de plages de nécroses et nécroses apicales, le groupe 3 est composé de dépôt de poudre rougeâtre et le groupe 4 est composé de dépôt de poudre blanche.

Les points nécrotiques et les taches de nécroses en cercles concentriques sont fortement liés sur la base de leur fréquence sur les adventices dans le verger d'anacardier. Les plages de nécroses et les nécroses apicales sont liées sur la base de leur fréquence sur les adventices dans le verger d'anacardier. Les dépôts de poudre rougeâtre et les dépôts de poudre blanche sont indépendants des autres formes de symptômes sur les adventices dans le verger d'anacardier.

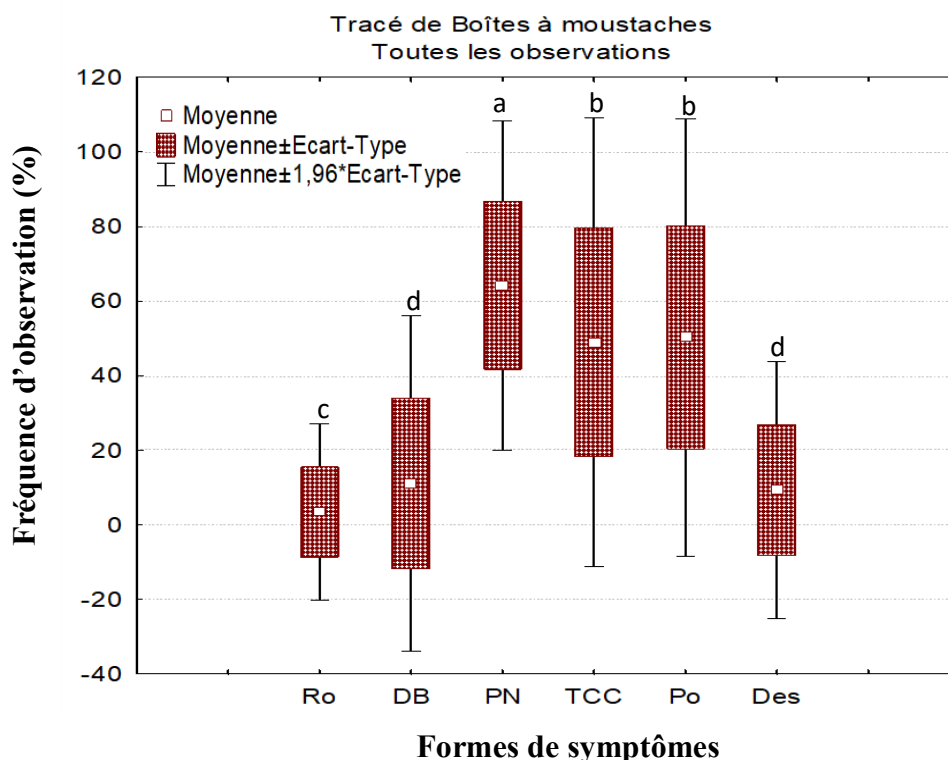


Figure 17 : Fréquences d'observation en fonction des formes de symptômes

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

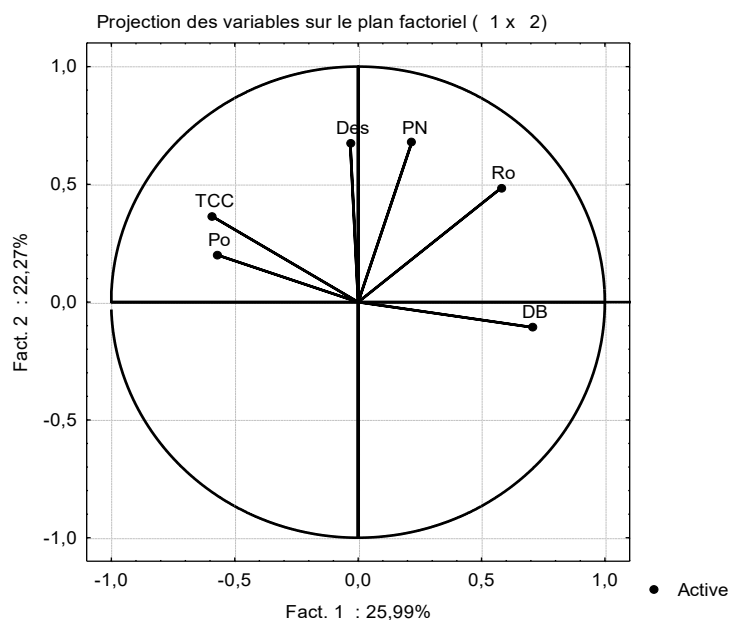


Figure 18 : Cercle de corrélation des variables formes de symptôme aux axes 1 et 2

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

3.1.1.6. Effet de quelques paramètres sur la fréquence des symptômes sur les adventices

3.1.1.6.1. Effet de la zone agroécologique sur la fréquence des symptômes sur les adventices

La zone agroécologique agit différemment sur la fréquence d'apparition des symptômes sur les adventices (Tableau IX). L'apparition des dépôts de poudre rougeâtre, de poudre blanche, de taches nécrotiques en cercles concentriques et de nécroses apicales sur les adventices dans les vergers d'anacardier est liée à la zone de culture ($P < 0,05$). Cependant, celles des points nécrotiques et des plages de nécroses, ne sont pas liées à la zone agroécologique ($P > 0,05$).

Les dépôts de poudre rouge et de poudre blanche ont été plus observés sur les adventices dans la zone agroécologique Centre-ouest que les autres zones. Le symptôme de dépôt de poudre rouge n'a pas été observé sur les adventices dans les zones agroécologiques Centre et Est. Les taches nécrotiques en cercles concentriques et de nécroses apicales ont été plus observées dans la zone agroécologique Nord que les autres zones agroécologiques. Les nécroses apicales n'ont pas été observées sur les adventices dans la zone agroécologique Est.

Tableau IX : Fréquence des symptômes de maladie selon les zones agroécologiques

Zones agroécologiques	Formes de symptôme (Moyennes \pm Ecart type)					
	Ro	DB	TCC	Po	PN	Des
Nord	4,26 \pm 2,25 a	1,38 \pm 1,38 b	66,66 \pm 5,71 a	56,94 \pm 6,64 a	70,83 \pm 4,16 a	22,22 \pm 4,90 a
Centre	0,00 \pm 0,00 b	6,94 \pm 3,94 b	56,94 \pm 6,64b a	58,33 \pm 6,70 a	65,27 \pm 5,76 a	5,55 \pm 3,23 b
Centre-ouest	9,72 \pm 5,00 a	34,72 \pm 7,59 a	33,33 \pm 4,95 b	38,61 \pm 6,50 a	66,66 \pm 5,71 a	9,72 \pm 4,58 b
Est	0,00 \pm 0,00 b	1,38 \pm 1,38 b	38,88 \pm 8,62 ab	47,22 \pm 7,79 a	54,16 \pm 5,05 a	0,00 \pm 0,00 c
F	2,812	13,200	5,483	1,767	1,861	6,431
P	0,04	0,000	0,00	0,16	0,14	0,00

Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes selon le texte de Newman-Keuls à $P < 0,05$.

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

3.1.1.6.2. Effet de la saison sur la fréquence des symptômes sur les adventices

La saison influence différemment la fréquence d'apparition des symptômes sur les adventices dans les vergers d'anacardiens (Tableau X). L'apparition de poudre blanche sur les adventices dans le verger anacardier est liée à la saison ($P < 0,05$). Cependant, celle des poudres rougeâtres, de taches de nécrose en cercles concentriques, points nécrotiques, de plages de nécroses et nécroses apicales sur les adventices dans les vergers d'anacardier ne dépend pas de la saison ($P > 0,05$).

Le symptôme poudre blanche a été plus observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier pendant la saison des pluies. Les dépôts de poudre rougeâtre et de taches de nécroses en cercles concentriques ont été plus observés sur les adventices pendant la saison sèche. Quant aux points nécrotiques, aux plages de nécroses et nécroses apicales, ils ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier pendant la saison des pluies.

3.1.1.6.3. Effet du type de couronne sur la fréquence des formes de symptômes

Le type de couronne affecte différemment la fréquence d'apparition des symptômes sur les adventices dans les vergers d'anacardiens (Tableau XI). L'apparition de poudre rougeâtre, de poudre blanche, de taches nécrotiques en cercles concentriques et de points nécrotiques n'est pas liée au type de couronne du verger d'anacardier ($P > 0,05$). Mais, celle des plages nécrotiques et des nécroses apicales sur les adventices est liée au type de couronne du verger ($P < 0,05$).

Les poudres rougeâtres et les points nécrotiques ont été plus observés dans les vergers à couronne ouverte. Les poudres blanches ont été plus observées dans les vergers à couronne fermée. Quant aux points nécrotiques, ils ont été plus observés sur les adventices dans les vergers à couronne juxtaposée.

Le symptôme, points nécrotiques, a été plus observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne ouverte. Quant au symptôme, nécrose apicale, il a été plus observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne juxtaposée. Ces deux symptômes ont été moins observés dans les vergers d'anacardier à couronne fermée.

Tableau X : Fréquences des formes de symptômes en fonction de la saison

Saison	Formes de symptôme (Moyennes \pm Ecart type)					
	RO	DB	TCC	Po	PN	Des
Pluvieuse	2,08 \pm 1,53a	18,75 \pm 4,71b	47,91 \pm 6,17a	50,55 \pm 5,14a	65,97 \pm 4,00a	10,41 \pm 3,04a
Sèche	4,86 \pm 2,40a	3,47 \pm 2,02a	50,00 \pm 3,85a	50,00 \pm 4,87a	62,50 \pm 3,52a	8,33 \pm 2,81a
F	0,949	8,869	0,081	0,006	0,42	0,251
P	0,33	0,00	0,77	0,93	0,51	0,61

Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes selon le texte de Newman-Keuls à $P < 0,05$.

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

Tableau XI : Fréquence des formes de symptômes en fonction du type de couronne

Type de couronne	Formes de symptôme (Moyennes \pm Ecart type)					
	RO	DB	TCC	Po	PN	Des
Fermée	1,04 \pm 1,04a	13,54 \pm 5,20a	38,54 \pm 5,42a	47,91 \pm 5,81a	57,29 \pm 3,8b	2,08 \pm 1,44b
Ouverte	5,20 \pm 2,59a	9,37 \pm 4,71a	55,20 \pm 5,82a	54,16 \pm 6,14a	75,00 \pm 4,25a	10,41 \pm 3,95a
Juxtaposée	4,16 \pm 3,25a	10,41 \pm 4,23a	53,12 \pm 7,10a	48,75 \pm 6,50a	60,41 \pm 4,97b	15,62 \pm 4,20a
F	0,766	0,209	2,173	0,739	4,660	3,950
P	0,468	0,811	0,121	0,303	0,012	0,02

Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes selon le texte de Newman-Keuls à $P < 0,05$.

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

3.1.1.6.4. Effet de l'interaction de la zone agroécologique et du type de saison sur la fréquence des formes de symptôme

L'interaction de la zone agroécologique et du type de saison influence différemment la fréquence d'apparition des symptômes sur les adventices dans les vergers d'anacardiers (Tableau XII). Elle n'a pas d'effet significatif ($P > 0,05$) sur l'apparition de dépôts de poudre rougeâtre, de points nécrotiques et de plages de nécroses sur les adventices dans le verger d'anacardier. Cependant, elle a un effet significatif ($P < 0,05$) sur l'apparition de dépôt de poudre blanche, de taches nécrotiques en cercles concentriques et nécroses apicales sur les adventices dans le verger d'anacardier

Le symptôme poudre rougeâtre a été plus observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest pendant la saison des pluies. Ce symptôme n'a pas été observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier des zones agroécologiques Centre et Est quel que soit la saison. Quant aux points nécrotiques et aux plages de nécroses, ils ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord, pendant la saison des pluies.

Le symptôme poudre blanche a été plus observé dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest pendant la saison des pluies. Ce symptôme n'a pas été observé dans les zones agroécologiques Nord et Est pendant la saison de sèche. Quant aux symptômes taches nécrotiques en cercles concentriques et nécroses apicales, ils ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord pendant la saison des pluies. Le symptôme nécroses apicales n'a pas été observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est quelle que soit la saison.

Tableau XII : Fréquence des symptômes en fonction des saisons et des zones agroécologiques

Zone Agroécologique	Saison	Formes de symptôme (Moyennes \pm Ecart type)					
		Ro	DB	TCC	Po	PN	Des
Nord	Pluie	5,55 \pm 3,67a	2,77 \pm 2,77b	77,77 \pm 7,73a	61,11 \pm 9,41a	77,77 \pm 6,51a	25,00 \pm 7,21a
Nord	Sèche	2,77 \pm 2,77a	0,00 \pm 0,00b	55,55 \pm 6,94bca	52,77 \pm 9,72a	63,88 \pm 4,39a	19,44 \pm 6,94a
Centre	Pluie	0,00 \pm 0,00a	8,33 \pm 5,89b	61,11 \pm 11,11ca	58,33 \pm 9,31a	69,44 \pm 9,10a	8,33 \pm 5,89b
Centre	Sèche	0,00 \pm 0,00a	5,55 \pm 5,55b	52,77 \pm 7,73bca	58,33 \pm 10,20a	61,11 \pm 7,34a	2,77 \pm 2,77c
Centre-ouest	Pluie	13,88 \pm 8,44a	61,11 \pm 6,05a	30,55 \pm 8,09bc	30,00 \pm 9,16a	66,66 \pm 8,33a	8,33 \pm 5,89b
Centre-ouest	Sèche	5,55 \pm 5,55a	8,33 \pm 5,89b	36,11 \pm 6,05abc	47,22 \pm 8,78a	66,66 \pm 8,33a	11,11 \pm 7,34ab
Est	Pluie	0,00 \pm 0,00a	2,77 \pm 2,77b	22,22 \pm 12,80b	52,77 \pm 11,36a	50,00 \pm 5,89a	0,00 \pm 0,00c
Est	Sèche	0,00 \pm 0,00a	0,00 \pm 0,00b	55,55 \pm 9,10bca	41,66 \pm 11,02a	58,33 \pm 8,33a	0,00 \pm 0,00c
F		1,535	21,989	4,101	1,096	1,215	2,814
P		0,17	0,00	0,00	0,37	0,30	0,01

Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes selon le texte de Newman-Keuls à $P < 0,05$.

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

3.1.1.6.5. Effet de la zone agroécologique et du type de couronne sur la fréquence des formes de symptômes

L'interaction de la zone agroécologique et du type de couronne du verger affecte différemment la fréquence d'apparition des symptômes de maladie sur les adventices (Tableau XIII). Elle n'a pas d'effet significatif ($P > 0,05$) sur l'apparition de dépôt de poudre rougeâtre sur les adventices dans le verger d'anacardier. Cependant, elle a un effet significatif ($P < 0,05$) sur l'apparition de dépôt de poudre blanche, de taches nécrotiques en cercles concentriques, de points nécrotiques, de plages de nécroses et nécroses apicales sur les adventices dans le verger d'anacardier.

Les dépôts de poudre rouge ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne ouverte de la zone agroécologique Centre-ouest. Ce symptôme n'a pas été observé sur les adventices dans les vergers d'anacardier des zones agroécologiques Centre et Est quel que soit le type de couronne. Il n'a également pas été observé dans les vergers d'anacardier à couronne fermée dans la zone agroécologique Centre-ouest.

Les dépôts de poudre blanche et de plages de nécroses ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne ouverte dans la zone agroécologique Centre-ouest. Les dépôts de poudre blanche n'ont pas été observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne fermée ou ouverte dans les zones agroécologiques Nord et Est. Dans la zone agroécologique Centre, il n'a été observé sur les adventices que dans les vergers d'anacardier à couronne juxtaposée. Les taches nécrotiques en cercles concentriques ont été plus observées dans les vergers d'anacardier à couronne juxtaposée de la zone agroécologique Nord. Les points nécrotiques ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne juxtaposée de la zone agroécologique Nord et ceux à couronne ouverte de la zone agroécologique Est. Quant aux nécroses apicales, ils ont été plus observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne ouverte de la zone agroécologique Nord. Ce symptôme n'a pas été observé dans les vergers à couronne fermée / ouverte des zones agroécologiques Centre et Centre-ouest. Dans la zone Est, il n'a pas été observé sur les adventices quel que soit le type de couronne du verger.

Tableau XIII : Fréquence des symptômes en fonction de la zone agroécologique et du type de couronne

Zone agroécologique	Type de couronne	Formes de symptôme (Moyennes ± Ecart type)					
		Ro	DB	TCC	Po	PN	Des
Nord	Fermée	4,16 ± 3,67a	0,00 ± 0,00b	58,33 ± 5,27abc	54,16 ± 7,68b	62,50 ± 5,59ab	8,33 ± 5,27c
Nord	Ouverte	4,16 ± 2,77a	0,00 ± 0,00b	62,50 ± 10,70ab	45,83 ± 10,03bc	70,83 ± 7,68ab	41,66 ± 5,27a
Nord	Juxtaposée	4,16 ± 0,00a	4,16 ± 4,16b	79,16 ± 11,93a	70,83 ± 15,02a	79,16 ± 7,68ab	16,66 ± 8,33ab
Centre	Fermée	0,00 ± 0,00a	20,83 ± 10,03ab	37,50 ± 10,70bc	54,16 ± 11,93b	58,33 ± 10,54ab	0,00 ± 0,00c
Centre	Ouverte	0,00 ± 8,44a	0,00 ± 0,00b	62,50 ± 10,70ab	62,50 ± 10,70ab	75,00 ± 9,12ab	0,00 ± 0,00c
Centre	Juxtaposée	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00b	70,83 ± 10,03a	58,33 ± 13,94b	62,50 ± 10,70ab	16,66 ± 8,33ab
Centre-ouest	Fermée	0,00 ± 0,00a	33,33 ± 15,36ab	29,16 ± 10,03c	54,16 ± 7,68b	54,16 ± 7,68ab	0,00 ± 0,00c
Centre-ouest	Ouverte	16,66 ± 8,33a	37,50 ± 14,06a	37,50 ± 8,53bc	37,50 ± 14,06c	87,50 ± 5,59a	0,00 ± 0,00c
Centre-ouest	Juxtaposée	12,50 ± 12,50a	33,33 ± 12,36ab	33,33 ± 8,33bc	24,16 ± 9,16c	58,33 ± 10,54ab	29,16 ± 10,03b
Est	Fermée	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00b	29,16 ± 13,56	29,16 ± 16,35c	54,16 ± 7,68ab	0,00 ± 0,00c
Est	Ouverte	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00b	58,33 ± 15,36abc	70,83 ± 11,93a	66,66 ± 8,33ab	0,00 ± 0,00c
Est	Juxtaposée	0,00 ± 0,00a	4,16 ± 4,16b	29,16 ± 15,02c	41,66 ± 5,27bc	41,66 ± 5,27b	0,00 ± 0,00c
	F	1,340	3,951	2,623	1,681	2,184	7,973
	P	0,22	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00

Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes selon le texte de Newman-Keuls à $P < 0,05$.

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

3.1.1.6.6. Effet de la saison et du type de couronne du verger anacardier sur la fréquence des formes de symptôme

L'interaction entre le type de couronne du verger et la saison agit différemment sur la fréquence d'apparition des symptômes sur les adventices dans les vergers d'anacardiers (Tableau XIV). Elle n'a pas d'effet significatif sur l'apparition de poudre rougeâtre, de poudre blanche, de taches nécrotiques en cercles concentriques, de points nécrotiques et de nécroses apicales sur les adventices dans le verger d'anacardier ($P > 0,05$). Cependant, l'apparition des plages de nécroses sur les adventices dans le verger d'anacardier est liée à l'interaction entre le type de couronne du verger et la saison ($P < 0,05$).

Les poudres rougeâtres n'ont pas été observées sur les adventices dans les vergers à couronne fermée pendant la saison des pluies. Elles n'ont également pas été observées sur les adventices dans les vergers à couronne juxtaposée pendant la saison sèche. Les nécroses apicales n'ont pas été observées sur les adventices dans les vergers d'anacardier à couronne fermée pendant la saison sèche. Les plages de nécroses ont été plus observées sur les adventices dans le verger d'anacardier à couronne ouverte pendant la saison sèche.

Tableau XIV : Fréquences des formes de symptômes en fonction du type de couronne et de la saison

Type de Couronne	Saison	Formes de symptôme (Moyennes ± Ecart type)					
		Ro	DB	TCC	Po	PN	Des
Fermée	Pluie	0,00 ± 0,00a	22,96 ± 8,96a	29,16 ± 9,14a	56,25 ± 8,77a	62,50 ± 4,86a	4,16 ± 2,80a
Fermée	Sèche	2,08 ± 2,08a	4,16 ± 4,16a	47,91 ± 4,82a	39,58 ± 7,18a	52,08 ± 5,72b	0,00 ± 0,00a
Ouverte	Pluie	6,28 ± 3,26a	16,66 ± 8,08a	62,50 ± 8,42a	50,00 ± 9,73a	70,83 ± 6,76a	10,41 ± 5,72a
Ouverte	Sèche	4,16 ± 4,16a	2,08 ± 2,88a	47,91 ± 7,82a	58,33 ± 7,74a	79,16 ± 5,17a	10,41 ± 5,72a
Juxtaposée	Pluie	8,33 ± 6,40a	16,66 ± 7,10a	52,08 ± 12,48a	45,41 ± 8,71 a	64,58 ± 8,94a	16,66 ± 6,40a
Juxtaposée	Sèche	0,00 ± 0,00a	4,16 ± 4,16 a	54,16 ± 7,43 a	52,08 ± 9,95 a	56,25 ± 4,48b	14,58 ± 5,72a
	F	0,946	1,829	1,636	0,633	2,518	1,610
	P	0,45	0,11	0,16	0,67	0,03	0,16

Les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes selon le texte de Newman-Keuls à $P < 0,05$.

Ro : Dépôt de poudre rougeâtre ; **DB** : Dépôt de poudre blanche ; **PN** : Plages de nécrose ; **TCC** : Taches nécrotiques en cercles concentriques ; **Po** : Points nécrotiques et **Des** : nécroses apicales

3.1.1.7. Répartition des formes de symptômes dans les différentes zones agroécologiques

Les symptômes observés sur les adventices dans les vergers d'anacardier étaient inégalement répartis selon les zones agroécologiques (Figure 19). Les adventices ont présenté plus de symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest. Dans cette zone, six formes de symptômes ont été identifiées. Ce nombre était statistiquement différent de ceux obtenus dans les autres zones agroécologiques ($P < 0,05$). Les adventices ont présenté moins de symptôme de maladie dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est. Trois formes de symptôme y ont été observées. Quatre formes de symptômes ont été observées sur les adventices aussi bien dans les vergers d'anacardier de la zone Centre que ceux de la zone agroécologique Nord.

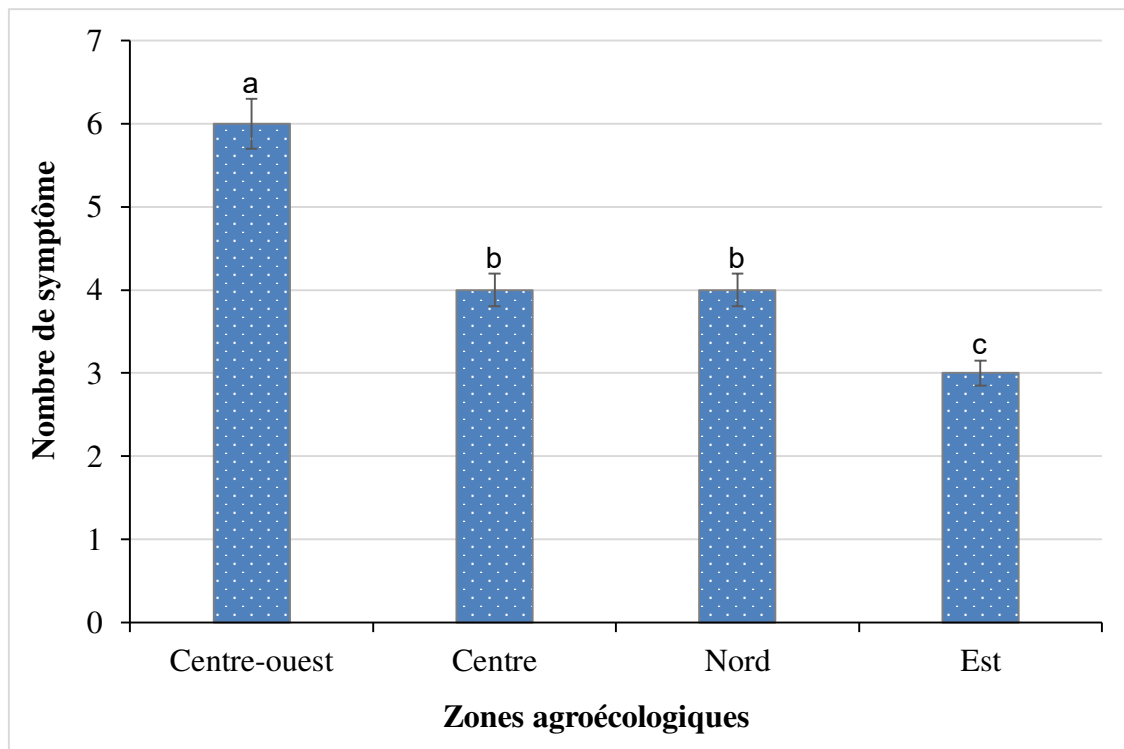


Figure 19 : Nombre de symptôme en fonction des zones agroécologiques

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

3.1.1.8. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier

3.1.1.8.1. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardiens de la zone agroécologique Nord

Les adventices symptomatiques fréquemment rencontrées dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord, étaient des arbustes (Figure 20). Il s'agit notamment de *Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka*. La fréquence d'apparition varie dans les vergers en fonction des espèces adventices malades. La fréquence d'apparition la plus élevée 11,82 % a été obtenue au niveau de *Daniellia oliveri*. La plus petite fréquence d'apparition des adventices malades 2,08 % a été enregistrée chez *Setaria barbata*.

L'analyse de variance a montré une différence très hautement significative entre la fréquence des adventices symptomatiques ($P < 0,000$). Le test de Newman Keuls réalisé au seuil de 5 % a défini quatre groupes d'homogénéité.

Le premier groupe est composé de *D. oliveri*, *V. paradoxa* et *I. doka*. La fréquence d'apparition de ces adventices malades a varié de 10,43 % à 11,42 %. Le deuxième groupe est composé de *P. erinaceus*, *B. ferruginea* et *T. schimperiana*. La fréquence d'apparition de ces adventices malades a varié de 7,98 % à 8,30 %. Le troisième groupe est composé de *L. lanceolata*, *Combretum* sp, *E. senegalensis* et *P. thonningii*. La fréquence d'apparition de ces adventices a varié de 5,49 % à 6,22 %. Le quatrième groupe est composé de *V. doniana*, *Z. zanthoxyloides*, *H. acida*, *N. latifolia*, *E. heterophylla* et *S. barbata*. La fréquence d'apparition de ces espèces d'adventices malades dans les vergers d'anacardiens du Nord a varié de 0,66 % à 4,41 %.

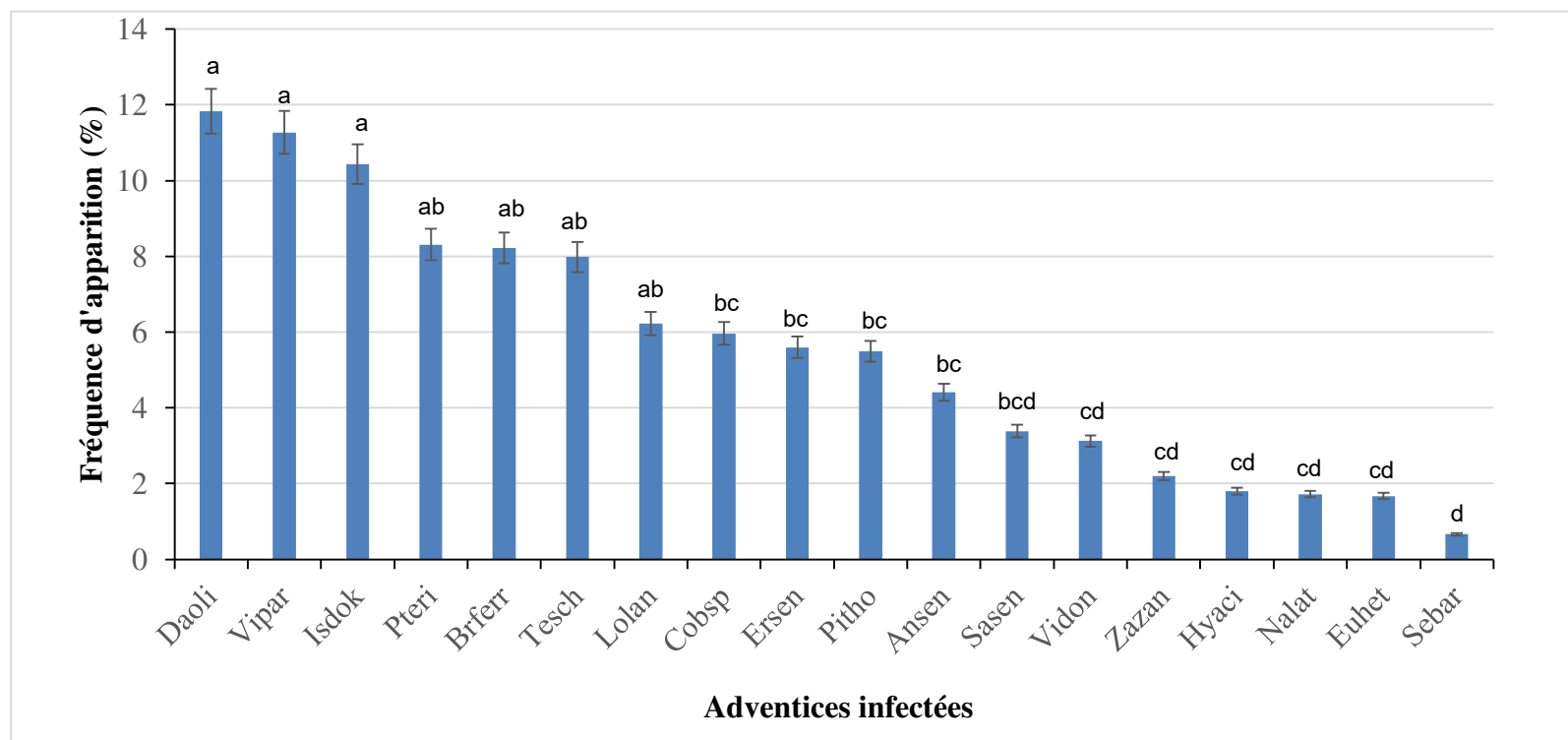


Figure 20 : Fréquences d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades de la zone agroécologique Nord

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Danol : *Daniellia oliveri* ; **Vipar** : *Vitellaria paradoxa* ; **Isdok** : *Isoberlinia doka* ; **Pteri** : *Pterocarpus erinaceus* ; **Brferr** : *Bridelia ferruginea* ; **Tesch** : *Terminalia shimperiana* ; **Lolan** : *Lophira lanceolata* ; **Cobsp** : *Combretum* sp ; **Ersen** : *Erythrina senegalensis* ; **Pitho** : *Piliostigma thonningii* ; **Ansen** : *Annona senegalensis* ; **Vidon** : *Vitex doniana* ; **Zazan** : *Xanthoxylum zanthoxyloides* ; **Hyaci** : *Hymenocardia acida* ; **Nalat** : *Nauclea latifolia* ; **Euhet** : *Euphorbia heterophylla* ; **Sebar** : *Setaria barbata*.

3.1.1.8.2. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est

Les adventices symptomatiques fréquemment rencontrées dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est, étaient des arbustes (Figure 21). La fréquence d'apparition varie en fonction des espèces adventices malades. La fréquence d'apparition la plus élevée (11,62 %) a été obtenue au niveau de *Vitellaria paradoxa*. La plus petite fréquence d'apparition (2,08 %) a été enregistrée chez *Rottboellia cochinchinensis*.

L'analyse de variance a montré une différence très hautement significative entre la fréquence d'apparition des adventices malades ($P < 0,000$). Le test de Newman Keuls réalisé au seuil de 5 % a défini trois groupes d'homogénéité. Le premier groupe est composé de *V. paradoxa* et *D. oliveri* avec pour fréquence respective 11,62 % et 11,54 %. Le second groupe est composé de *P. erinaceus*, *A. zygia*, *T. schimperiana*, *C. pubescens*, *B. sapida*, *F. sur*, *B. ferruginea*, *C. mucunoides*, *M. pruriens*, *F. exasperata*, *E. senegalensis*, *G. simplicifolia*, *P. pinnata*, *D. mespiliformis*, *S. kraussiana* et *P. maximum*. La fréquence de ces adventices a varié de 2,50 % à 7,50 %. Le troisième groupe est représenté par *R. cochinchinensis*.

3.1.1.8.3. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest

Les adventices symptomatiques fréquemment rencontrées dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest étaient des arbustes (Figure 22). La fréquence d'apparition varie en fonction des espèces d'adventices malades. La fréquence d'apparition la plus élevée 9,69 % a été obtenue au niveau de *Bridelia ferruginea*. La plus petite fréquence d'apparition 0,22 % a été enregistrée chez *Chromoleana odorata*. L'analyse de variance a montré une différence très hautement significative entre la fréquence d'apparition des adventices infectées ($P < 0,000$). Le test de Newman Keuls réalisé au seuil de 5 % a défini six groupes d'homogénéité.

Le premier groupe est composé de *B. sapida*, *A. zygia*, et de *B. ferruginea* avec pour fréquence respective 9,12 % ; 9,18 % et 9,66 %. Le deuxième groupe est constitué de *C. pubescens*, *T. schimperiana* et *P. erinaceus* avec respectivement 5,87 % ; 6,04 % et 6,09 %. Le troisième groupe est composé de *M. pruriens* et *M. zechiana* avec pour fréquence respective 4,94 % et 4,98 %.

Le quatrième groupe est formé par *P. stigma*, *D. oliveri*, *G. simplicifolia*, *F. sur*, *E.*

senegalensis, *P. pinnata*, *F. exasperata* et *R. cochinchinensis*. Dans ce groupe, la fréquence d'apparition a varié de 2,91 % pour *R. cochinchinensis* à 3,52 % pour *P. thonningii*. Le cinquième groupe est composé de *K. senegalensis*, *V. doniana*, *I. doka*, *S. barbata*, *H. acida*, *C. bengalensis*, *C. cordifolia* et *P. maximum*. La fréquence d'apparition de ces adventices malades a varié de 1,48 % à 2,28 %. Le sixième groupe est composé de *S. kraussiana*, *D. velutinum*, *C. hirtus*, *E. heterophylla*, *P. foetida*, *D. tortuosum* et *C. odorata*. Dans ce groupe, la fréquence d'apparition a varié de 0,23 % pour *C. odorata* à 1,25 % pour *S. kraussiana*.

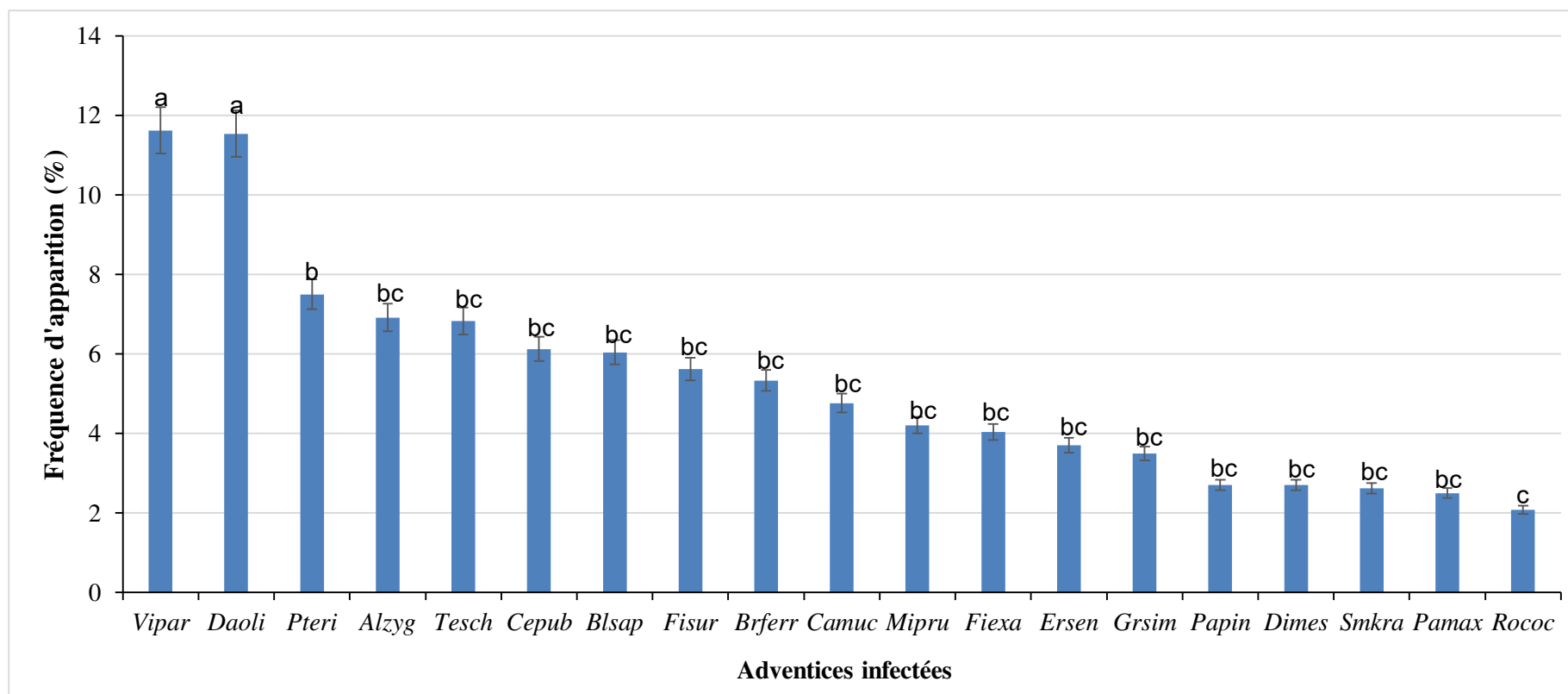


Figure 21 : Fréquence d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades dans la zone agroécologique Est

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Vipar : *Vitellaria paradoxa* ; **Danol** : *Daniellia oliveri* ; **Pteri** : *Pterocarpus erinaceus* ; **Alzyg** : *Albizia zygia* ; **Tesch** : *Terminalia shimperiana* ; **Cepub** : *Centrosema pubescens* ; **Blsap** : *Blighia sapida* ; **Fisur** : *Ficus sur* ; **Brferr** : *Bridelia ferruginea* ; **Camuc** : *Calopogonium mucunoides* ; **Mipru** : *Mucuna pruriens* ; **Fiexa** : *Ficus exasperata* ; **Ersen** : *Erythrina senegalensis* ; **Grsim** : *Griffonia simplicifolia* ; **Papin** : *Paulinia pinnata* ; **Dimes** : *Diospyros mespiliformis* ; **Smkra** : *Smilax kraussiana* ; **Pamax** : *Panicum maximum*, **Rococ** : *Rottboellia cochinchinensis*.

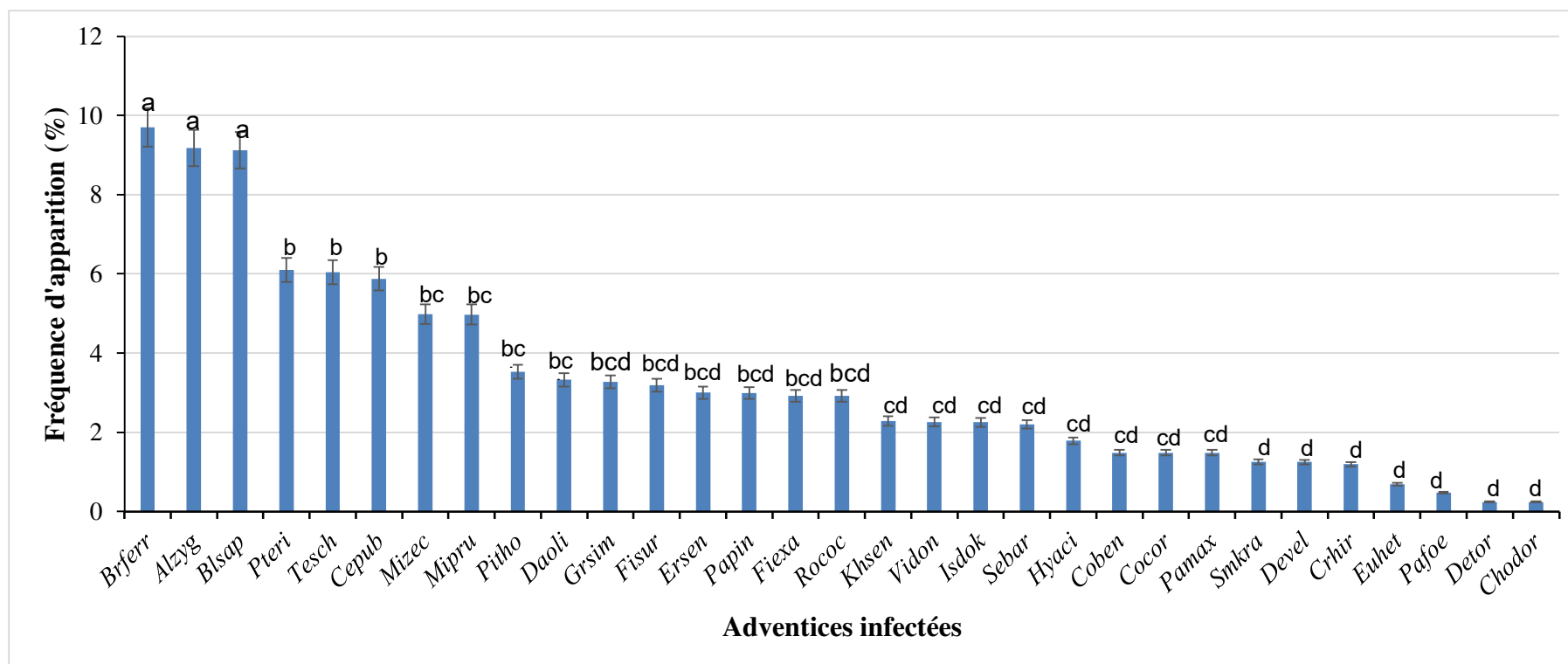


Figure 22 : Fréquence d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades dans la zone agroécologique Centre-ouest

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Brferr : *Bridelia ferruginea* ; **Alzyg** : *Albizia zygia* ; **Blsap** : *Blighia sapida* ; **Pteri** : *Pterocarpus erinaceus* ; **Tesch** : *Terminalia shimperiana* ; **Cepub** : *Centrosema pubescens* ; **Mizec** : *Millettia zechiana* ; **Mipru** : *Mucuna pruriens* ; **Pitho** : *Piliostigma thonningii* ; **Danol** : *Daniellia oliveri* ; **Grsim** : *Griffonia simplicifolia* ; **Fisur** : *Ficus sur* ; **Ersen** : *Erythrina senegalensis* ; **Papin** : *Paulinia pinnata* ; **Fiexa** : *Ficus exasperata* ; **Rococ** : *Rottboellia cochinchinensis* ; **Khsen** : *Khaya senegalensis* ; **Vidon** : *Vitex doniana* ; **Isdok** : *Ioberlinia doka*, **Sebar** : *Setaria barbata* ; **Hyaci** : *Hymenocardia acida* ; **Coben** : *Commelina bengalensis* ; **Cocor** : *Cola cordifolia* ; **Pamax** : *Panicum maximum* ; **Smkra** : *Smilax kraussiana* ; **Devel** : *Desmodium velutinum* ; **Crhir** : *Croton hirtus* ; **Euhet** : *Euphorbia heterophylla* ; **Pafoe** : *Paciflora foetida* ; **Detor** : *Desmodium tortuosum*, **Chodor** : *Chromoleana odorata*.

3.1.1.8.4. Fréquence d'apparition des adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre

Les adventices symptomatiques fréquemment rencontrées dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre étaient des arbustes (Figure 23). La fréquence d'apparition varie en fonction des espèces d'adventices malades. La fréquence d'apparition la plus élevée 13,65 % a été obtenue au niveau de *Daniellia oliveri*. La plus petite fréquence d'apparition 0,33 % a été enregistrée chez *Chromoleana odorata*.

L'analyse de variance a montré une différence très hautement significative entre la fréquence d'apparition des adventices malades dans le verger d'anacardier ($P < 0,000$). Le test de Newman Keuls réalisé au seuil de 5,00 % a défini six groupes d'homogénéité.

Le première groupe est composé des espèces *Isoberlinia doka*, *Vitellaria paradoxa*, et *Daniellia oliveri* avec des fréquences d'apparition respectives de 12,83 % ; 13,15 % et 13,65 %. Le deuxième groupe est représenté par l'espèce *T. schimperiana* avec une fréquence d'apparition de 7,61 %. Le troisième groupe est composé des espèces *M. pruriens*, *B. sapida* et *P. erinaceus* avec des fréquences d'apparition respectives de 5,71 % ; 5,92 % et 6,03 %. Le quatrième groupe est composé des espèces *A. zygia*, *P. thonningii*, *K. senegalensis*, *L. lanceolata*, *C. mucunoides* et *P. pinnata*. La fréquence d'apparition de ces adventices a varié de 3,36 % pour *A. zygia* à 4,83 % pour *P. pinnata*. Le cinquième groupe est composé des espèces *S. kraussiana*, *P. maximum*, *E. heterophylla*, *N. latifolia* et *R. cochinchinensis*. Leur fréquence d'apparition a varié de 1,15 % pour *S. kraussiana* à 2,54 % pour *R. cochinchinensis*. Le sixième groupe est composé des espèces *S. nodiflora* et *C. odorata* avec des fréquences d'apparition respectives de 0,33 % et 0,66 %.

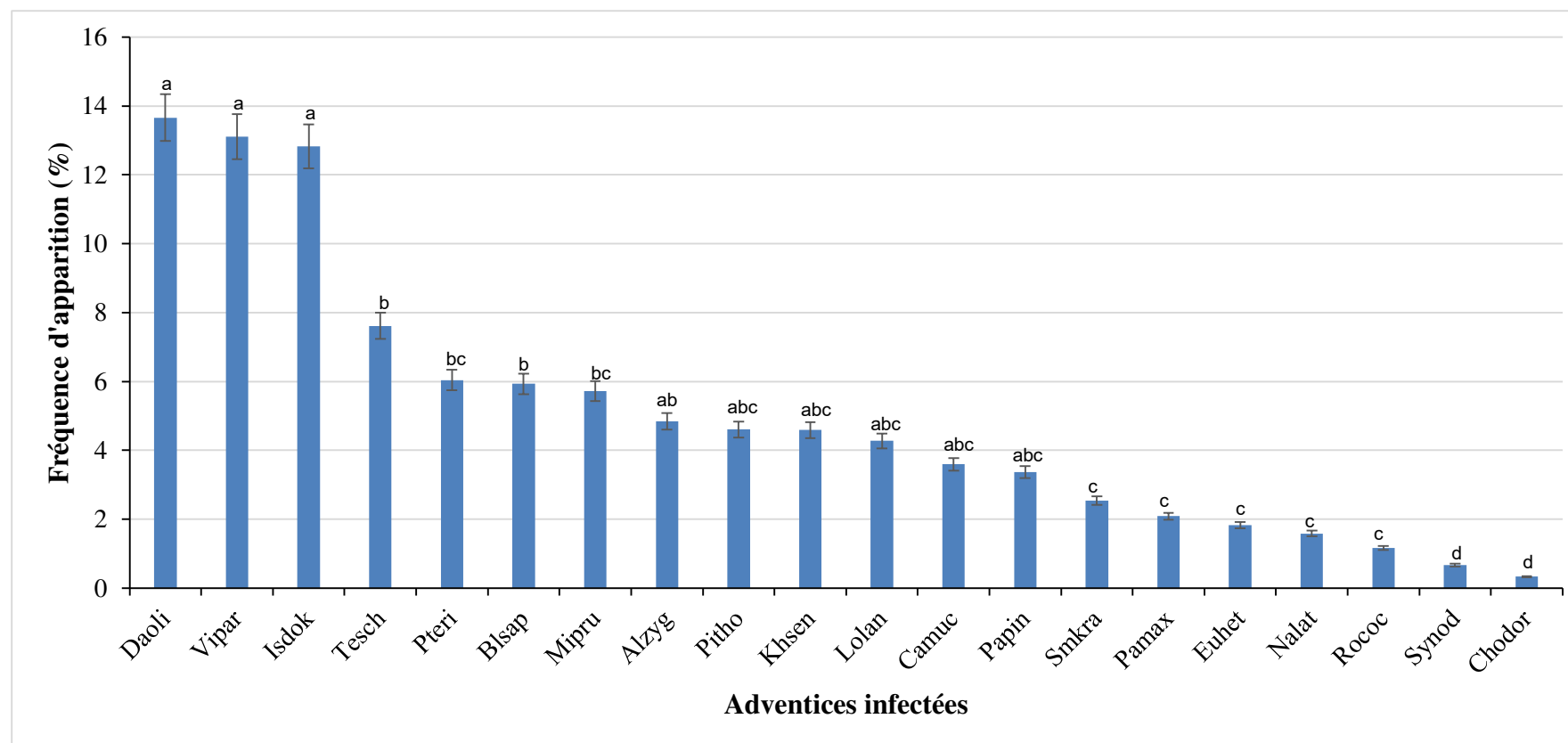


Figure 23 : Fréquence d'apparition en fonction des espèces d'adventices malades dans la zone agroécologique Centre

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

Daoli : *Daniellia oliveri* ; **Vipar** : *Vitellaria paradoxa* ; **Isdok** : *Isoberlinia doka* ; **Tesch** : *Terminalia shimperiana* ; **Pteri** : *Pterocarpus erinaceus* ; **Blsap** : *Blighia sapida* ; **Mupru** : *Mucuna pruriens* ; **Alzyg** : *Albizia zygia* ; **Pitho** : *Piliostigma thonningii* ; **Khsen** : *Khaya senegalensis* ; **Lolan** : *Lophira laceolata* ; **Camuc** : *Calepogonium mucunoides* ; **Papin** : *Paulinia pinata* ; **Smkra** : *Smilax kraussiana* ; **Pamax** : *Panicum maximum* ; **Euhet** : *Euphorbia heterophylla* ; **Nalat** : *Nauclea latifolia* ; **Rococ** : *Rottboellia cochinchinensis* ; **Synod** : *Synedrela nodiflora* et **Chodor** : *Chromoleana odorata*.

3.1.1.9. Prévalence des adventices infectées dans le verger d'anacardier

Les adventices présentant des symptômes de maladie ont été recensées dans tous les vergers investigués dans cette étude. Au moins, une adventice symptomatique a été observée dans chaque verger dans toutes les zones agroécologiques. Aucune différence n'a été observée entre la prévalence en fonction des saisons. La prévalence a été de 100 % dans toutes les zones agroécologiques quelle que soit la saison. (Figure 24).

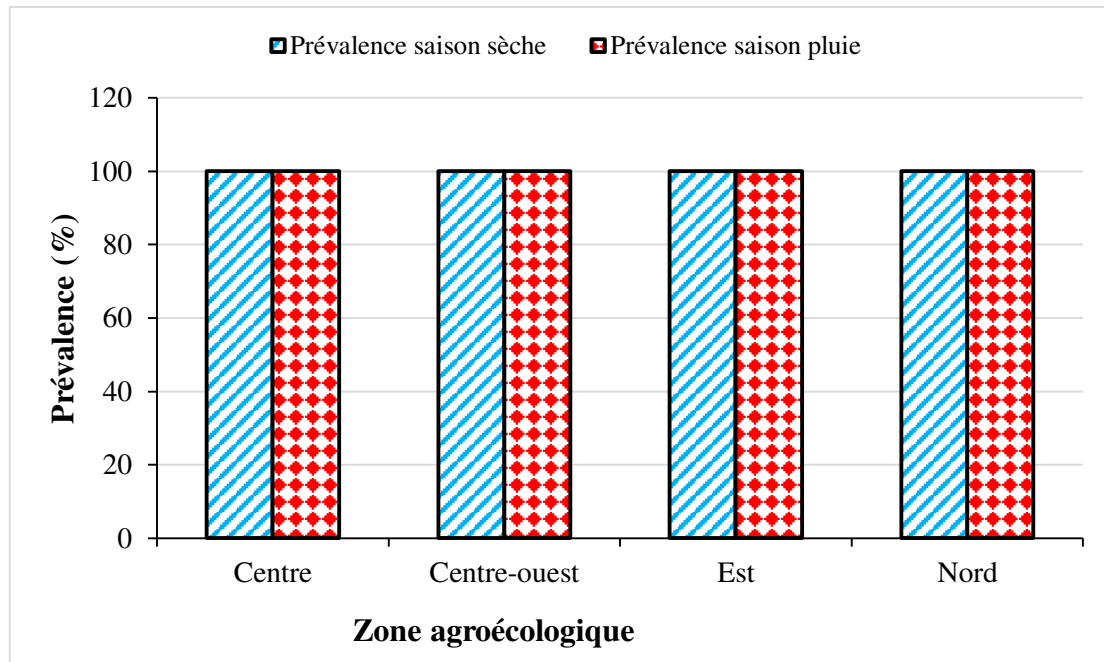


Figure 24 : Prévalence en fonction des zones agroécologiques

3.1.1.10. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier

Les champignons ont été identifiés sur la majorité des adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire. Le taux de présence global obtenu suite à l'analyse microbiologique des échantillons sur le milieu PDA a été de 83,33 %.

3.1.1.10.1. Effet de la zone agroécologique sur le taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier

Le taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier est statistiquement le même dans toutes les zones agroécologiques (Figure 25). En effet, l'analyse statistique indique qu'il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$). Dans les zones agroécologiques Est et Centre-ouest, les champignons étaient présents sur environ 65 % des adventices symptomatiques inventoriées. Ce taux ne diffère pas statistiquement de celles obtenues dans les zones agroécologiques Nord et Centre où les champignons étaient présents sur environ 75 à 83 % des adventices symptomatiques recensées. La zone agroécologique n'a pas d'effet significatif sur le taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier.

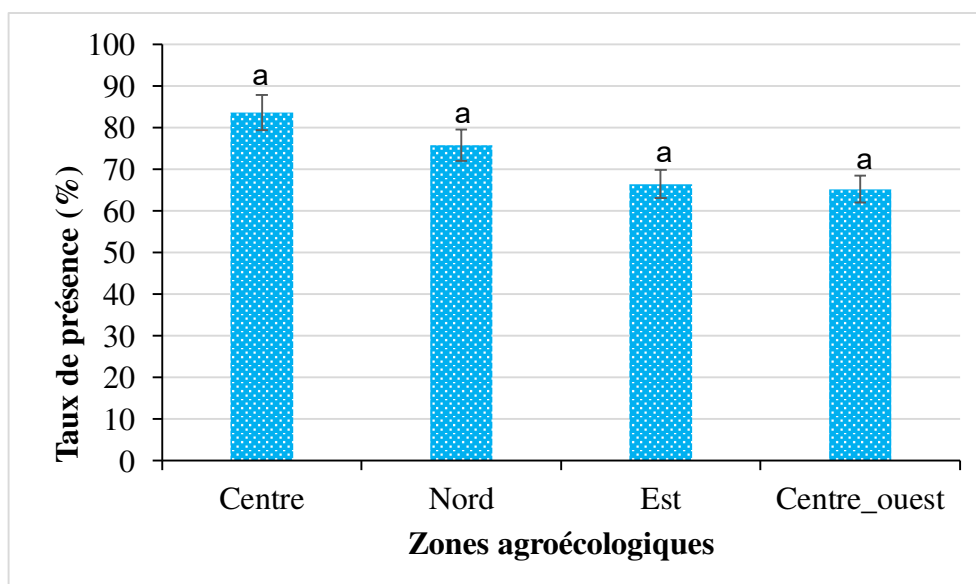


Figure 25 : Taux de présence des champignons sur les adventices en fonction des zones agroécologiques

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

3.1.1.10.2. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans la zone agroécologique Centre-ouest

Les champignons ont été plus isolés sur les Dicotylédones dans la zone agroécologique Centre-ouest. Les taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier ont varié de 37,91 à 100 % (Tableau XV). L'analyse statistique a montré que le taux de présence des champignons varie significativement en fonction des espèces d'adventices ($P < 0.05$). Le test de comparaison multiple de Turkey réalisé au seuil de 5 % a défini trois groupes d'homogénéité.

Le premier groupe regroupe les espèces d'adventices sur lesquelles le taux de présence des champignons est compris entre 89 et 100 %. Il s'agit notamment de *Daniellia oliveri*, *Hymenocardia acida* et *Pterocarpus erinaceus*, *Albizia zygia*, *Blighia sapida*.

Le second groupe est constitué d'espèces d'adventices ayant obtenu un taux de présence fongique variant de 81 à 84 %. Il s'agit notamment de *Bridelia ferruginea*, *Centrosema pubescens*, *Griffonia simplicifolia* et *Terminalia schimperiana*.

Le troisième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 70 à 76 % environ. Il s'agit notamment de *Croton hirtus*, *Erythrina senegalensis*, *Setaria barbata*, *Paullinia pinnata* et *Isobertinia doka*.

Le quatrième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 54 à 65 % environ. Il s'agit notamment de *Cola cordifolia*, *Ficus exasperata*, *Smilax kraussiana*, *Desmodium velutinum*, et *Panicum maximum*.

Le cinquième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 37 à 43 % environ. Il s'agit notamment de *Desmodium tortuosum* et *Passiflora foetida*.

L'analyse en composante principale a montré que 61 % de la variabilité observée entre le taux de présence des champignons sur les adventices est expliquée par les deux premières composantes, dont 36,25 % pour l'axe 1 et 24,75 % pour l'axe 2 (Figure 26).

Trois groupes distinctifs se dégagent de l'ACP. Il s'agit des groupes formés par adventice_infectée, l'âge_verger et le type_couronne du verger et la saison. L'analyse en composante principale a montré que le groupe formé par adventice_infectée n'est pas liée à l'âge_verger, au type_couronne et à saison.

Par contre, l'âge_verger et le type_couronne sont positivement liés.

Il ressort de l'ACP que l'infection des adventices dans le verger d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest est indépendante de l'âge du verger, du type de couronne du verger et de la saison.

Tableau XV : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest

N° d'ordre	Adventice	Taux de présence (%)
1	<i>Albizia zygia</i>	89,11 ± 16,04 a
2	<i>Blighia sapida</i>	92,83 ± 11,52 a
3	<i>Brideria ferruginea</i>	81,77 ± 12,59 b
4	<i>Centrosema pubescens</i>	83,72 ± 10,96 b
5	<i>Chromoleana odorata</i>	62,75 ± 3,53 cd
6	<i>Cola cordifolia</i>	57,79 ± 10,55 cd
7	<i>Croton hirtus</i>	70,33 ± 7,07 bc
8	<i>Daniellia oliveri</i>	100,00 ± 0,00 a
9	<i>Desmodium tortuosum</i>	37,91 ± 17,55 e
10	<i>Desmodium velutinum</i>	52,47 ± 25,13 cd
11	<i>Erythrina senegalensis</i>	76,06 ± 19,40 bc
12	<i>Euphorbia heterophylla</i>	75,33 ± 0,00 bc
13	<i>Ficus exasperata</i>	54,51 ± 14,53 de
14	<i>Ficus sur</i>	99,16 ± 1,18 a
15	<i>Griffonia simplicifolia</i>	84,00 ± 6,11 b
16	<i>Hymenocardia acida</i>	100,00 ± 0,00 a
17	<i>Isobertinia doka</i>	74,89 ± 18,48 bc
18	<i>Khaya senegalensis</i>	71,76 ± 7,51 bc
19	<i>Mucuna pruriens</i>	97,49 ± 1,59 a
20	<i>Millettia zechiana</i>	92,70 ± 3,30 a
21	<i>Passiflora foetida</i>	43,69 ± 15,95 de
22	<i>Panicum maximum</i>	65,33 ± 7,07 cd
23	<i>Paullinia pinnata</i>	72,99 ± 3,76 bc
24	<i>Piliostigma thonningii</i>	60,74 ± 5,56 cd
25	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	100,00 ± 0,00 a
26	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	72,62 ± 3,71 bc
27	<i>Setaria barbata</i>	76,75 ± 2,12 bc
28	<i>Smilax kraussiana</i>	63,33 ± 4,24 cd
29	<i>Terminalia schimperiana</i>	81,80 ± 4,96 b
30	<i>Vitex doniana</i>	91,54 ± 11,49 a
	F	6,403
	P	1,82e-10 ***

Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

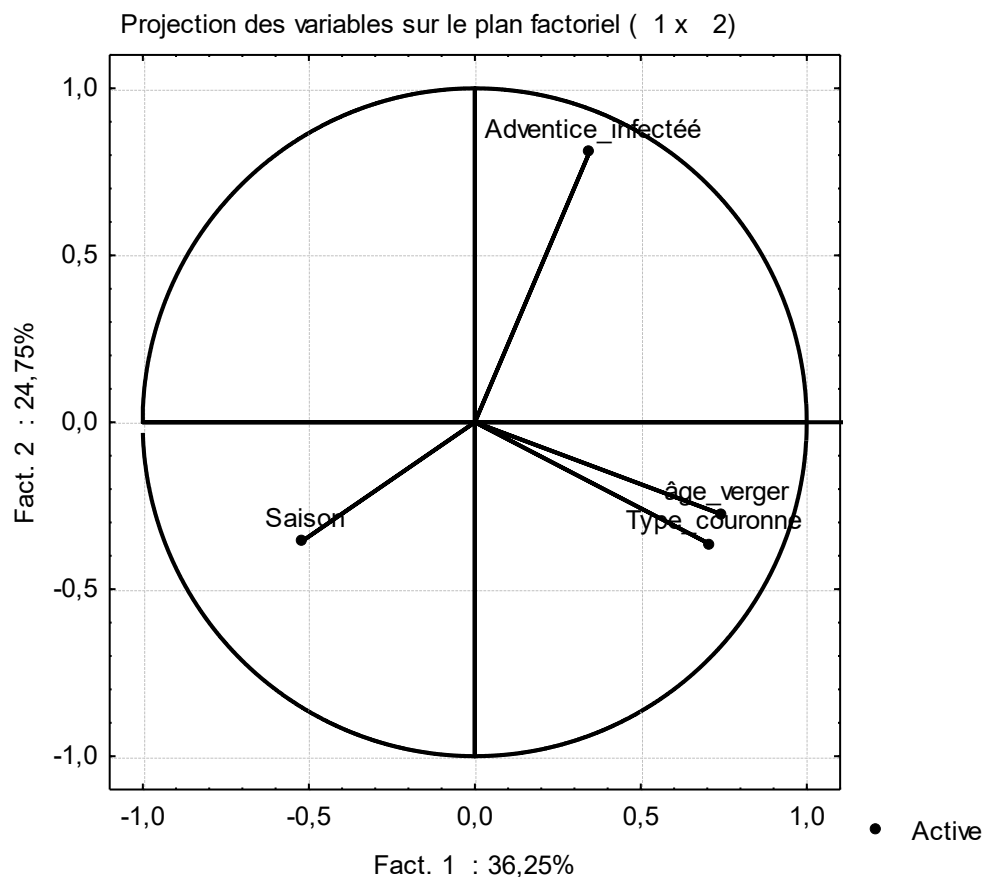


Figure 26 : Cercle de corrélation des variables aux axes 1 et 2 de l'ACP

3.1.1.10.3. Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre

Les champignons ont été plus isolés sur les Dicotylédones dans la zone agroécologique Centre. Le taux de présence des champignons sur les adventices a varié de 61,66 % à 100 % (Tableau XVI). L'analyse statistique a montré que ce taux varie significativement en fonction des espèces d'adventice ($P < 0.05$). Le test de comparaison multiple de Turkey réalisé au seuil de 5 % a défini trois groupes d'homogénéité.

Le premier groupe regroupe les espèces d'adventices sur lesquelles le taux de présence des champignons est compris entre 84 et 100 %. Il s'agit notamment de *Daniellia oliveri*, *Isobertlinia doka*, *Euphorbia heterophylla*, *Lophira lanceolata*, *Vitellaria paradoxa*, *Terminalia schimperiana* et *Micuna pruriens*.

Le second groupe est constitué d'espèces d'adventices ayant obtenu un taux de présence fongique variant de 70 à 82 % environ. Il s'agit notamment de *Blighia sapida*, *Smilax kraussiana*, *Paullinia pinnata*, *Piliostigma thonningii*, *Albizia zygia* et *Khaya senegalensis*.

Le troisième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 61 à 68 % environ. Il s'agit notamment de *Panicum maximum*, *Calopogonium mucunoides* et *Chromoleana odorata*.

L'analyse en composante principale a montré que 57,83 % de la variabilité observée entre les taux de présence des champignons sur les adventices est expliquée par les deux premières composantes, dont 27,20 % pour l'axe 1 et 30,63 % pour l'axe 2 (Figure 27). Quatre groupes distinctifs se dégagent de l'ACP. Il s'agit du groupe « adventice_infectée », du groupe type_couronne, du groupe âge_verger et du groupe saison ».

Les groupes « type_couronne et âge_verger » sont liés. Ces deux groupes ne sont pas liés au groupe saison. Le groupe « adventice_infectée » n'est lié à aucun groupe. Il en ressort que le taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre ne dépend ni de l'âge du verger, ni du type de couronne et de la saison.

Tableau XVI : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre

N° d'ordre	Adventice	Taux de présence (%)
1	<i>Albizia zygia</i>	81,78 ± 8,56 bc
2	<i>Blighia sapida</i>	79,69 ± 8,16 bc
3	<i>Calepogonium mucunoides</i>	67,84 ± 15,43 d
4	<i>Chromoleana odorata</i>	65,20 ± 7,07 d
5	<i>Daniellia oliveri</i>	100,00 ± 0,00 e
6	<i>Euphorbia heterophylla</i>	84,86 ± 6,57 ce
7	<i>Isobertinia doka</i>	100,00 ± 0,00 e
8	<i>Khaya senegalensis</i>	78,94 ± 10,32 bc
9	<i>Lophira lanceolata</i>	86,20 ± 7,93 de
10	<i>Mucuna pruriens</i>	98,44 ± 1,62 e
11	<i>Nauclea latifolia</i>	76,68 ± 5,81 bc
12	<i>Panicum maximum</i>	61,66 ± 7,07 d
13	<i>Paullinia pinnata</i>	75,25 ± 14,14 bc
14	<i>Piliostigma thonningii</i>	73,29 ± 11,09 bc
15	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	91,66 ± 11,70 de
16	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	70,50 ± 7,07 cd
17	<i>Smilax kraussiana</i>	80,29 ± 14,08 bc
18	<i>Synedrella nodiflora</i>	78,10 ± 4,33 bc
19	<i>Terminalia schimperiana</i>	89,69 ± 4,70 de
20	<i>Vitellaria paradoxa</i>	100,00 ± 0,00 e
	F	9,032
	P	1,36e-12 ***

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

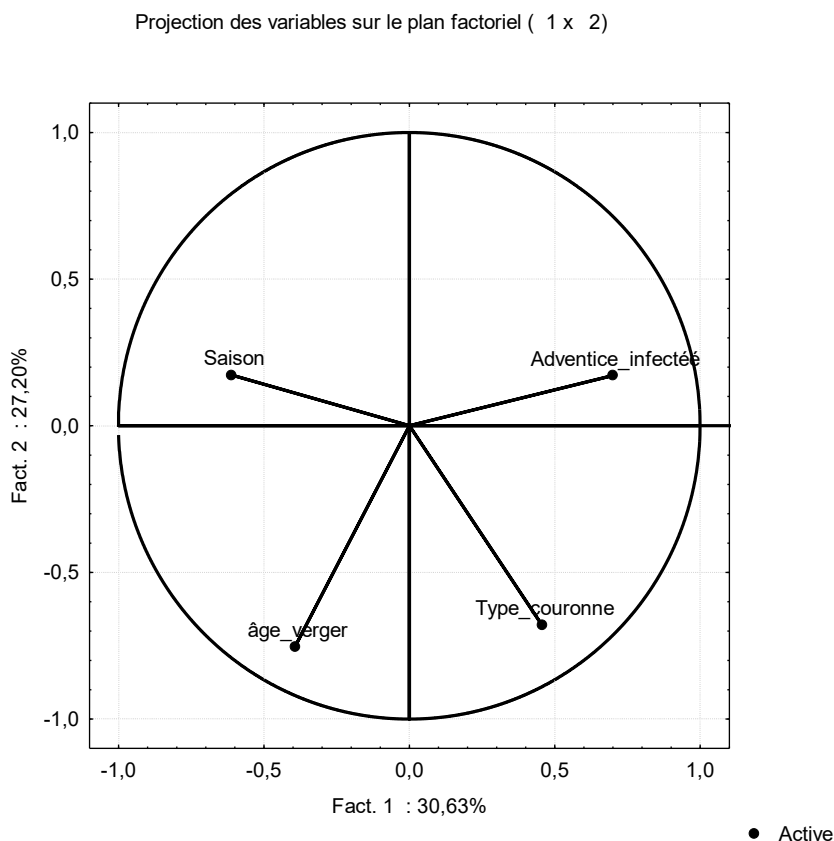


Figure 27 : Cercle de corrélation des variables aux axes 1 et 2 de l'ACP

3.1.1.10.4. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est

Les champignons ont été plus isolés sur les Dicotylédones dans la zone agroécologique Est. Le taux de présence des champignons sur les adventices a varié de 56,20 à 99,01 % (Tableau XVII). L'analyse statistique a montré que le taux de présence des champignons varie significativement en fonction des espèces d'adventices ($P < 0,05$). Quatre groupes d'homogénéité se dégagent du test de comparaison multiple de Turkey réalisé au seuil de 5 %.

Le premier groupe regroupe les espèces d'adventices sur lesquelles le taux de présence des champignons varie de 93 à 99 % environ. Il s'agit notamment de *Albizia zygia*, *Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa*, et *Pterocarpus erinaceus*,

Le second groupe est constitué d'espèces d'adventices ayant obtenu un taux de présence fongique variant de 73 à 81 % environ. Il s'agit notamment de *Blighia sapida*, *Bridelia ferruginea*, *Terminalia schimperiana*, *Griffonia simplicifolia* *Centrosema pubescens* et *Micuna pruriens*.

Le troisième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 65 à 70 % environ. Il s'agit notamment de *Calopogonium mucunoides*, *Calopogonium mucunoides*, *Ficus sur*, *Ficus exasperata* et *smilax kraussiana*.

Le quatrième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 56 à 60 % environ. Il s'agit notamment de *Paullinia pinnata*, *Panicum maximum*, et *Diospyros mespiliformis*.

Les taux de présence, les plus élevés ont été obtenus sur *Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa*, *Albizia zygia*, et *Pterocarpus erinaceus*. Les taux de présence les moins élevés ont été obtenus sur *Diospyros mespiliformis* et *Paulinia pinata*.

L'analyse en composante principale a montré que 56,67 % de la variabilité observée entre les taux de présence des champignons sur les adventices est expliquée par les deux premières composantes, dont 25,71 % pour l'axe 1 et 30,96 % pour l'axe 2 (Figure 28). Quatre groupes distinctifs se dégagent de l'ACP. Il s'agit des groupes « adventice_infectée, type_couronne, saison et âge_verger ». Les groupes « adventice_infectée et type_couronne » sont liés, alors que les groupes « saison et âge_verger » sont des groupes individuels. Il en ressort que la présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est ne dépend ni de la saison, ni de l'âge du verger mais plutôt du type de couronne.

Tableau XVII : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Est

N° d'ordre	Adventice	Taux de présence (%)
1	<i>Albizia zygia</i>	94,27 ± 5,54 a
2	<i>Blighia sapida</i>	80,40 ± 8,97 bc
3	<i>Brideria ferruginea</i>	79,13 ± 10,23 bc
4	<i>Calepogonium mucunoides</i>	68,63 ± 10,22 b
5	<i>Centrosema pubescens</i>	77,20 ± 17,09 bc
6	<i>Daniellia oliveri</i>	99,01 ± 1,79 a
7	<i>Diospyros mespiliformis</i>	56,47 ± 4,76 c
8	<i>Erythrina senegalensis</i>	73,77 ± 11,32 bc
9	<i>Ficus exasperata</i>	69,63 ± 10,86 b
10	<i>Ficus sur</i>	70,55 ± 14,84 b
11	<i>Griffonia simplicifolia</i>	78,84 ± 9,97 bc
12	<i>Mucuna pruriens</i>	87,30 ± 14,14 bc
13	<i>Panicum maximum</i>	60,50 ± 7,07 c
14	<i>Paulinia pinata</i>	56,20 ± 0,00 c
15	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	93,62 ± 9,40 a
16	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	75,20 ± 7,07 bc
17	<i>Smilax kraussiana</i>	65,16 ± 7,30 b
18	<i>Terminalia schimperiana</i>	82,77 ± 12,35 bc
19	<i>Vitellaria paradoxa</i>	98,53 ± 2,27 a
	F	7,743
	P	3,85e-11 ***

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls

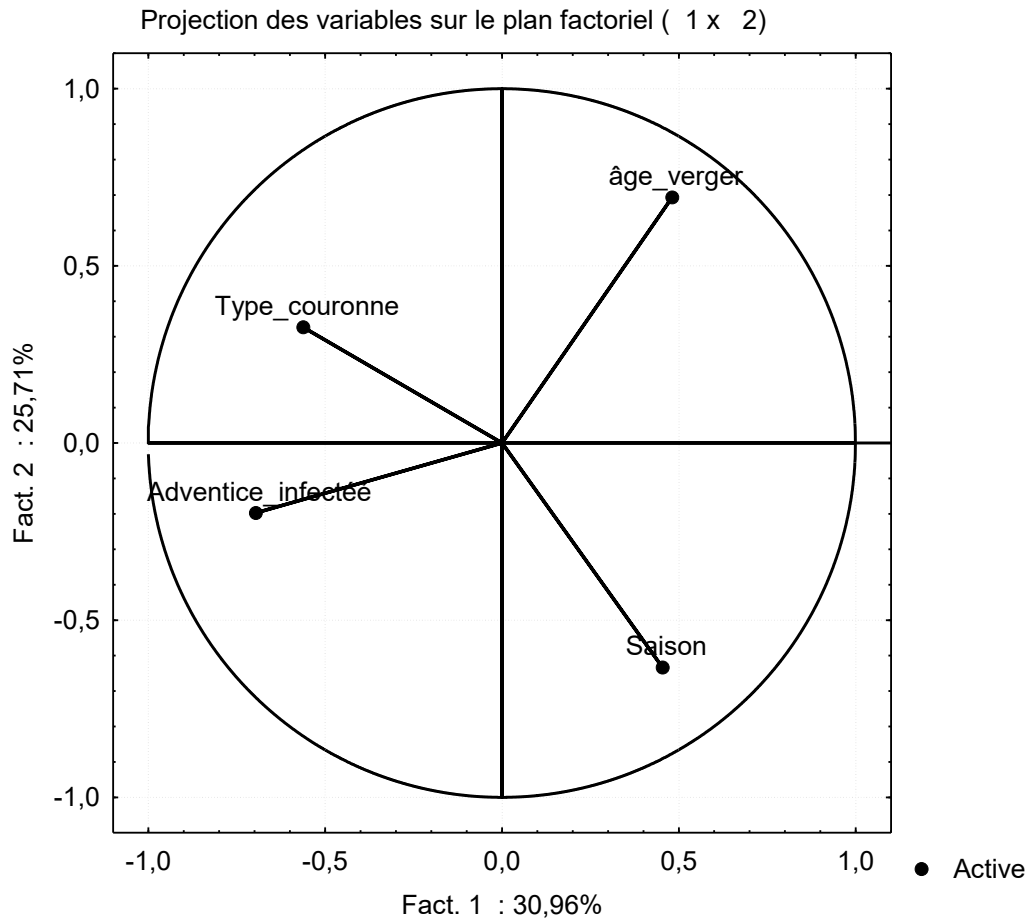


Figure 28 : Cercle de corrélation entre les variables et les axes 1 et 2 de l'ACP

3.1.1.10.5. Taux de présence des champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord

Les champignons ont été plus présents sur les Dicotylédones dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord. Le taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers de la zone agroécologique Nord a varié de 50,49 % à 100,00 % (Tableau XVIII) L'analyse statistique a montré que le taux de présence des champignons varie significativement en fonction des espèces d'adventice ($P < 0,00$). Le test de comparaison multiple de Turkey réalisé au seuil de 5 % a mis en évidence quatre groupes d'homogénéité.

Le premier groupe regroupe les espèces d'adventices sur lesquelles le taux de présence des champignons varie de 95 à 100 % environ. Il s'agit notamment de *Combretum* sp, *Daniellia oliveri*, *Hymenocardia acida*, *Vitellaria paradoxa*, *Isobertinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*, et *Zanthoxylum zanthoxyloides*.

Le second groupe est constitué d'espèces d'adventices ayant obtenu un taux de présence fongique variant de 73 à 87 %. Il s'agit notamment de *Erythrina senegalensis*, *Terminalia schimperiana*, *Lophira lanceolata* et *Bridelia ferruginea*.

Le troisième groupe est formé d'espèces d'adventices au niveau desquelles le taux de présence fongique enregistré est compris entre 50 à 68 % environ. Il s'agit notamment de *Annona senegalensis*, *Nauclea latifolia*, *Vitex doniana*, *Euphorbia heterophylla* et *Saba senegalensis*.

Les plus forts taux de présence des champignons ont été obtenus sur *Daniellia oliveri*, *Combretum* sp, *Hymenocardia acida*, *Vitellaria paradoxa*, *Isobertia doka*, et *Pterocarpus erinaceus*. Les plus faibles taux de présence des champignons ont été obtenus sur *Euphorbia heterophylla*, *Vitex doniana*, *Nauclea latifolia* et *Annona senegalensis*.

L'analyse en composante principale a montré que 55,13 % de la variabilité observée entre les taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord est expliquée par les deux premières composantes, dont 25,82 % pour l'axe 1 et 29,31 % pour l'axe 2 (Figure 29). Quatre groupes distinctifs se dégagent de l'ACP. Il s'agit des groupes « adventice_infectée, type_couronne, saison et âge_verger ». Les groupes « adventice_infectée et type_couronne » sont liés, alors que les groupes « saison et âge_verger » sont des groupes individuels. Il en ressort que le taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord ne dépend ni de la saison, ni de l'âge du verger mais plutôt du type de couronne.

Tableau XVIII : Taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Nord

N° d'ordre	Adventice	Taux de présence (%)
1	<i>Annona senegalensis</i>	66,04 ± 4,88 c
2	<i>Brideria ferruginea</i>	78,79 ± 12,48 bc
3	<i>Combretum sp</i>	100,00 ± 0,00 a
4	<i>Daniellia oliveri</i>	100,00 ± 0,00 a
5	<i>Erythrina senegalensis</i>	73,23 ± 12,19 bc
6	<i>Euphorbia heterophylla</i>	50,49 ± 41,29 c
7	<i>Hymenocardia acida</i>	100,00 ± 0,00 a
8	<i>Isoberlinia doka</i>	98,30 ± 2,20 a
9	<i>Lophira lanceolata</i>	87,00 ± 15,73 b
10	<i>Nauclea latifolia</i>	66,34 ± 11,62 c
11	<i>Piliostigma thonningii</i>	79,53 ± 13,87 bc
12	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	99,28 ± 1,75 a
13	<i>Saba senegalensis</i>	71,23 ± 5,85 c
14	<i>Setaria barbata</i>	85,33 ± 0,00 b
15	<i>Terminalia schimperiana</i>	86,19 ± 9,12 b
16	<i>Vitex doniana</i>	68,87 ± 8,86 c
17	<i>Vitellaria paradoxa</i>	100,00 ± 0,00 a
18	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	95,25 ± 6,71 a
	F	6,303
	P	0,0000000085 ***

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

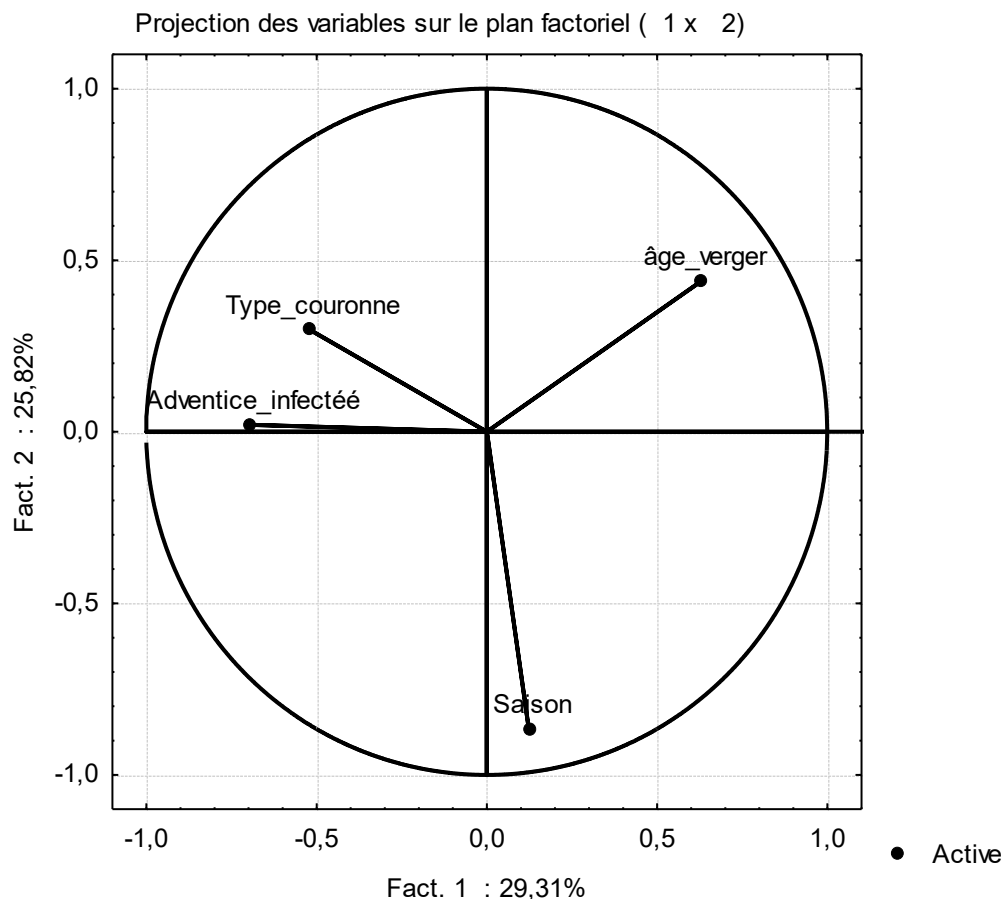


Figure 29 : Cercle de corrélation entre les variables et les axes 1 et 2 de l'ACP

3.1.1.11. Taux de présence des champignons sur les types morphologiques par zone agroécologique

Les arbustes symptomatiques ont hébergé plus de champignons dans les vergers d'anacardier quelle que soit la zone agroécologique. Après les arbustes, les champignons ont été plus présents sur les herbacées symptomatiques dans les zones agroécologiques Nord, Centre-ouest et Centre. Dans la zone agroécologique Est, les champignons ont été plus présents sur les lianes symptomatiques après les arbustes (Figure 30). L'analyse de variance a montré que le taux de présence des champignons sur les adventices dans les vergers d'anacardier a varié significativement en fonction des zones agroécologiques et des types morphologiques ($P < 0.05$).

Le test de Newman-Keuls réalisé au seuil de 5 % a montré deux groupes d'homogénéité au niveau des arbustes. Le premier groupe est représenté par la zone agroécologique Nord où 83,33 % des arbustes hébergent des champignons.

Le second groupe regroupe les zones agroécologiques Est, Centre et Centre-ouest. Dans ces zones, environ 55 % des arbustes hébergent des champignons dans les vergers d'anacardier.

Au niveau des herbacées, le test de Newman-Keuls a mis en évidence deux groupes d'homogénéité. Le premier groupe est constitué des zones agroécologiques Centre et Centre-ouest où respectivement 25 % et 23,33 % des herbacées hébergent des champignons. Le second groupe est représenté par les zones agroécologiques Nord et Est où environ 11 % des herbacées symptomatiques hébergent des champignons.

Au niveau des lianes, également deux groupes d'homogénéité se dégagent. Il y a le groupe du Nord où très peu de lianes hébergent des champignons. Dans cette zone agroécologique, le taux de présence a été de 5,56 %. Le deuxième groupe est composé des zones agroécologiques Est, Centre-ouest et Centre où le taux de présence sur les lianes est trois fois celui du Nord.

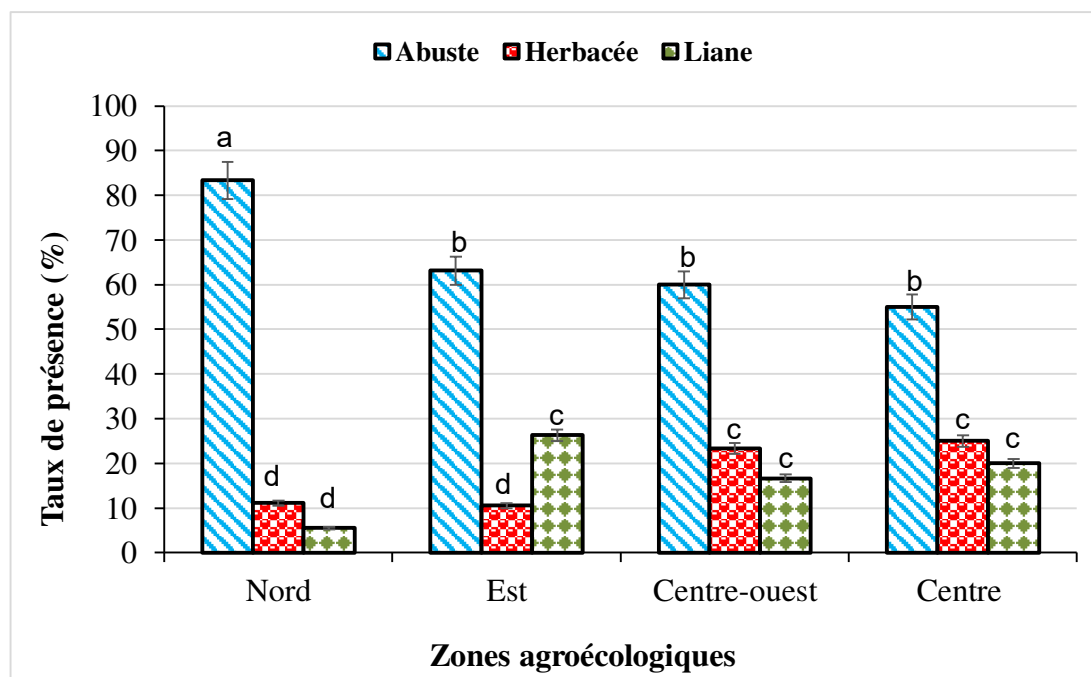


Figure 30 : Taux de présence des champignons sur les types morphologiques en fonction des zones agroécologiques

Les bandes surmontées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

3.1.2. Identification des champignons associés aux symptômes d'infection sur les adventices dans les vergers d'anacardiers

3.1.2.1. Flore fongique sur les adventices symptomatiques

Les observations faites sur les champignons associés à la poudre rouge et à la poudre blanche ont permis d'identifier deux genres fongiques. Ce sont *Cephaleuros* sp identifié sur les poudres rouges et *Oidium* sp identifié sur les poudres blanches (Figure 31).

Il existe une diversité de genres fongiques sur les adventices présentant des nécroses dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire. Les caractéristiques observées au niveau macroscopique et microscopique ont été clairement différentes entre les différents groupes (Tableau XIX).

Les caractéristiques des champignons du groupe (A) ont été similaires à celles du genre *Colletotrichum*. Ils ont présenté un mycélium aérien peu touffu cotonneux blanchâtre au revers grisâtre avec parfois des amas de spores orangées sur le milieu PDA. Au microscope, ces champignons ont présenté des mycéliums septés et des conidiophores simples, droits de couleur marron clair et de nombreuses microconidies et macroconidies. Les microconidies et les macroconidies étaient renflées, incolores et solitaires. Les microconidies étaient ovales et hyalines, tandis que les macroconidies étaient cylindrique, allongées sans cloisons avec des bouts arrondis.

Les caractéristiques des champignons du groupe (B) ont été similaires à celles du genre *Lasiodiplodia*. Ces champignons ont présenté un mycélium initialement blanc qui noircit après multiplication sur le milieu PDA avec parfois des amas de spores noirs sur les bordures de la boîte de Pétri. Les colonies, à maturité, ont présenté des pycnides à la surface. Les isolats de ces champignons étaient également caractérisés par une croissance très rapide sur le milieu de culture PDA. Le mycélium de ces champignons a colonisé toute la boîte de Pétri (90 mm) en trois jours. Au microscope, le mycélium était cloisonné et ramifié. Les conidies étaient initialement hyalines, unicellulaires et de forme oblongue. Ces conidies portaient une cloison centrale bicellulaire à maturité. Elles étaient de couleur brun sombre, à paroi épaisse et une surface externe avec striations longitudinales.

Les caractéristiques des champignons du groupe (C) ont présenté des caractéristiques similaires à celles du genre *Pestalotia*. Les champignons de ce groupe ont présenté un mycélium blanc cotonneux sur le milieu PDA. Leur croissance sur le milieu PDA dans la boîte de Pétri, laissait apparaître des cercles concentriques avec des amas de spores noirs à la surface. Au microscope, leurs conidies étaient allongées et septées présentant des filaments sous forme de corne à leurs extrémités. Les champignons de ce groupe correspondaient au genre *Pestalotia*.

Les caractéristiques des champignons du groupe (D) ont été similaires à celles du genre *Curvularia*. Les champignons de ce groupe ont présenté un mycélium dont la couleur variait du gris au noir sur le milieu PDA. Au microscope, le mycélium était septé et hyalin. Les conidies de ces champignons avaient une paroi lisse. Elles étaient tri-septées incurvées ou droites.

Les caractéristiques des champignons du groupe (E) ont été similaires à celles du genre *Alternaria*. Les champignons de ce groupe ont présenté un mycélium de couleur brun foncé à la périphérie vers le centre sur le milieu PDA. Au niveau microscopique, les conidiophores étaient simples ou ramifiés, droits ou flexibles, souvent géniculés, de couleur pâle à brun doré. Les conidies étaient branchées en longueur en chaîne, elliptiques, de couleur pâle à brun doré, lisses ou verruqueuses, avec cloisons transversales.

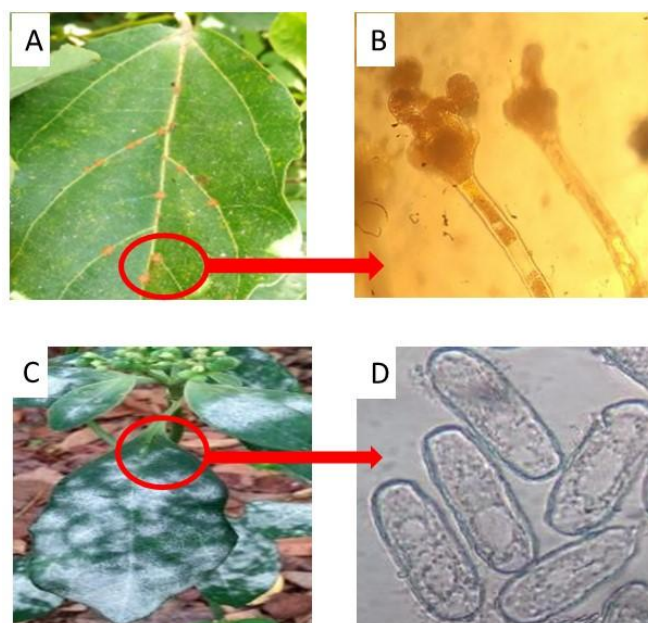

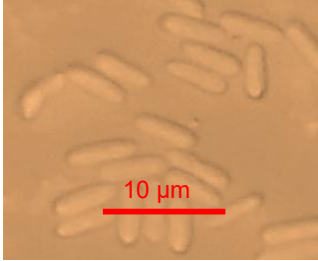
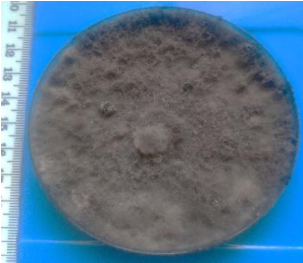
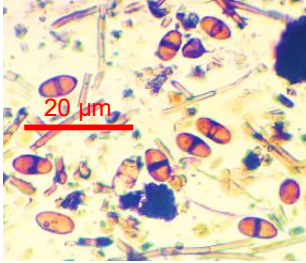

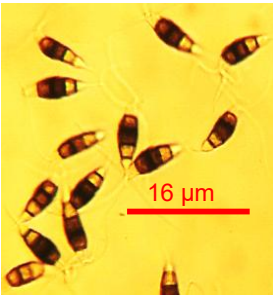
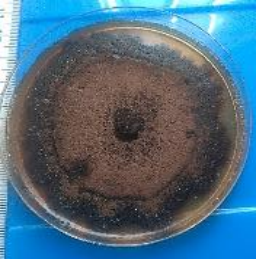

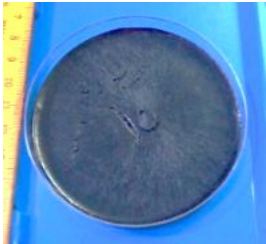
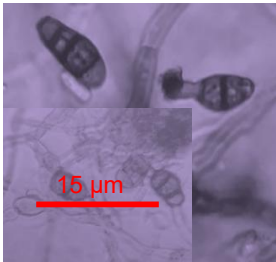


Figure 31 : Champignons associés à la rouille et au duvet blanc sur les adventices

(A) : Rouille sur feuille de *Ficus sur* ; (B) : *Cephaleuros* sp ; (C) : Duvet blanc sur *Euphorbia heterophylla* et (D) : *Oïdium* sp.

Tableau XIX : Caractéristiques morphologiques des champignons isolés sur les adventices

Code	Aspect macroscopique	Aspect microscopique	Nom du champignon
A			<i>Colletotrichum</i> sp
B			<i>Lasiodiplodia</i> sp
C			<i>Pestalotia</i> sp
D			<i>Curvularia</i> sp
E			<i>Alternaria</i> sp

3.1.2.2. Fréquence d'isolement des principaux champignons présents sur les adventices

Les genres fongiques les plus fréquents sur les adventices dans les vergers d'anacardier ont été *Colletotrichum* sp et *Lasiodiplodia* sp. Les fréquences d'isolement de *Colletotrichum* sp ont été les plus élevées dans toutes les zones agroécologiques (Figure 32). Le test de Kruskal-Wallis a montré que la fréquence d'isolement des genres fongiques varie significativement en fonction des zones agroécologiques (p -value > 0.05). La plus forte fréquence d'isolement de *Colletotrichum* sp ($F = 55,25$ %) a été obtenue dans la zone agroécologique Centre et la plus faible ($F = 47,5$ %) a été obtenue dans les zones agroécologiques Nord et Est.

La plus forte fréquence d'isolement de *Lasiodiplodia* sp ($F = 40,33$ %) a été obtenue dans la zone agroécologique Est et sa plus faible fréquence d'isolement ($F = 30,00$ %) a été obtenue dans les zones agroécologiques Nord. Sa fréquence d'isolement dans les zones agroécologiques Est et Centre-ouest a été respectivement de ($F = 35,25$ %) et ($F = 35,33$ %).

La plus forte fréquence d'isolement de *Pestalotia* sp ($F = 22,50$ %) a été obtenue dans la zone agroécologique Nord. Sa plus faible fréquence d'isolement ($F = 10,50$ %) a été obtenue dans la zone agroécologique Centre. Sa fréquence d'isolement dans les zones agroécologiques Est et Centre-ouest a été respectivement de ($F = 12,16$ %) et ($F = 17,25$ %).

La fréquence d'isolement de *Alternaria* sp a été de ($F = 2,5$ %) dans la zone agroécologique Centre-ouest. Ce champignon n'a été isolé sur les adventices que dans la zone agroécologique Centre-ouest. La plus forte fréquence d'isolement de *Curvularia* sp ($F = 25,66$ %) a été obtenue dans la zone agroécologique Nord et la plus faible ($F = 6,7$ %) dans la zone agroécologique Centre-ouest. Le genre *Curvularia* sp n'a pas été isolé sur les adventices dans les zones agroécologiques Centre et Est.

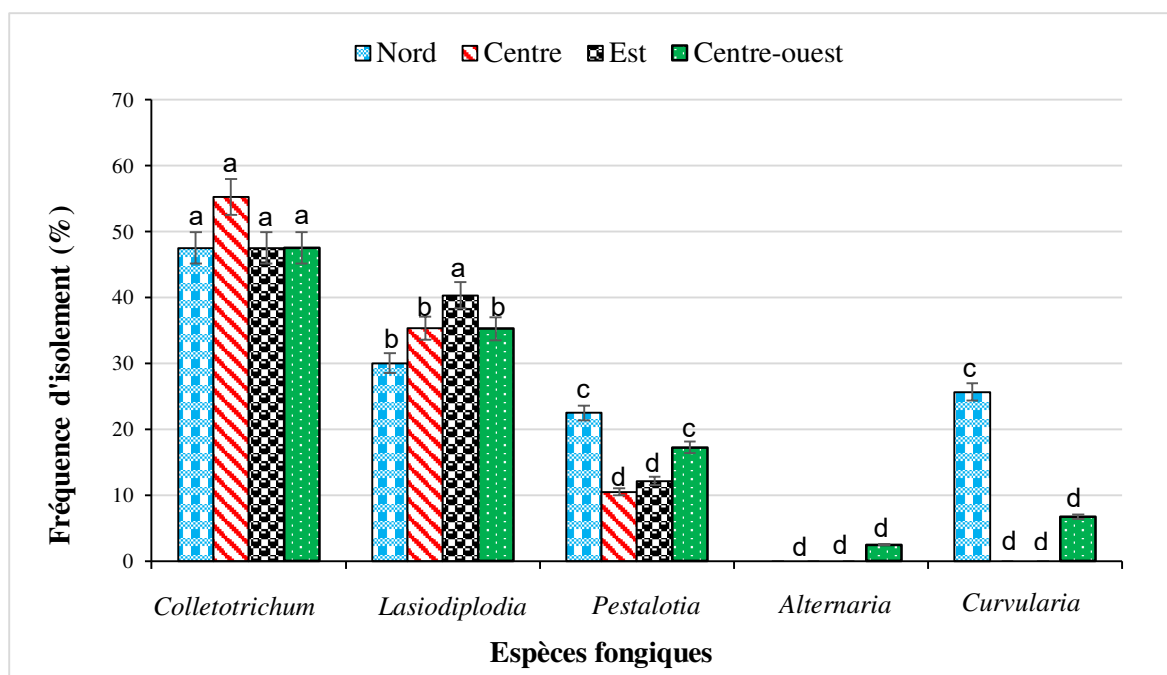


Figure 32 : Fréquence d'isolement en fonction des genres fongiques sur les adventices

Les bandes surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

3.1.2.3. Croissance mycélienne des champignons les plus fréquents sur les adventices

3.1.2.3.1. Diamètre de croissance de cinq isolats de *Colletotrichum* sp

Les courbes de la croissance des isolats de *Colletotrichum* sp sur le milieu Potatoes Dextrose Agar (PDA) ont présenté la même allure. Il n'y a pas de différence entre les isolats au niveau de leur croissance sur le milieu PDA (Figure 33). Au cours de la première phase, allant du 1^{er} au 3^e jour, le diamètre radial des isolats ont été sensiblement identiques. A partir de la seconde phase allant du 3^e au 7^e jour, les diamètres des isolats ont évolué différemment. Le plus grand diamètre de croissance 8,5 cm a été atteint par l'isolat *Colletotrichum* sp 5 le 6^e jour. Les isolats *Colletotrichum* sp 1 et *Colletotrichum* sp 3 n'ont atteint cette valeur que le 7^e jour. Les plus faibles diamètres de croissance 7 cm et 6,5 cm ont été obtenus respectivement par les isolats *Colletotrichum* sp 4 et *Colletotrichum* sp 2.

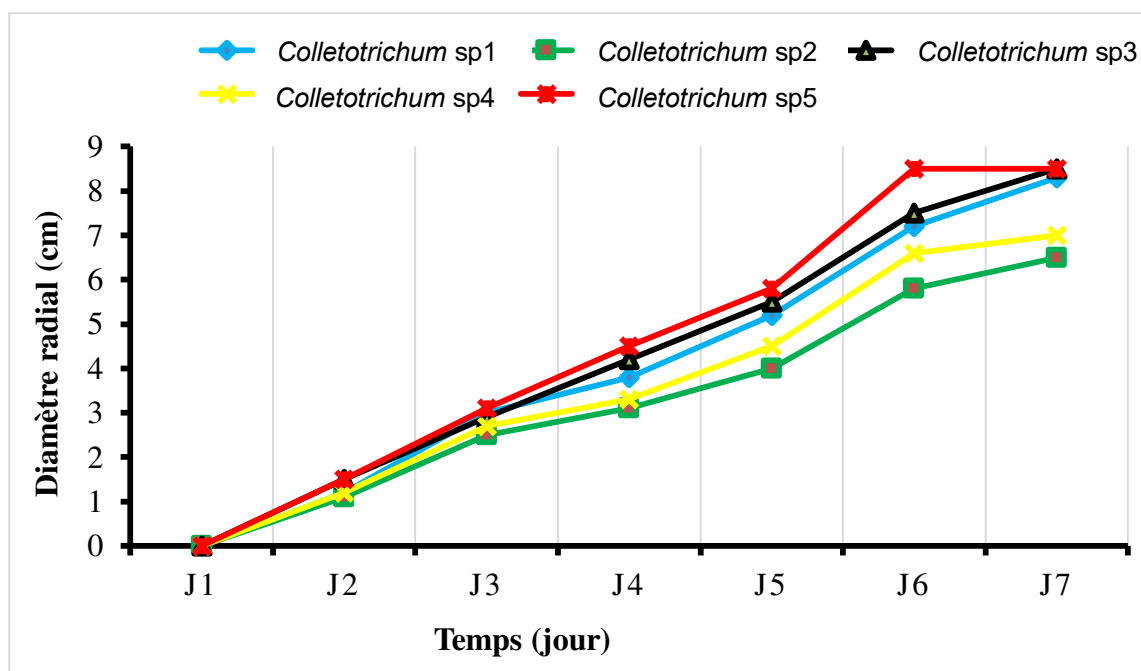


Figure 33 : Evolution du diamètre des isolats de *Colletotrichum* sp en fonction du temps

3.1.2.3.2. Diamètre de croissance de quatre isolats de *Lasiodiplodia* sp

Les courbes de la croissance des isolats de *Lasiodiplodia* sp sur le milieu Potatoes Dextrose Agar (PDA) ont présenté la même allure. Il n'y a pas de différence entre les isolats au niveau de leur croissance sur le milieu PDA (Figure 34). Le diamètre de croissance des isolats a varié de 0,3 cm à 8,5 cm. Le plus grand diamètre de croissance 8,5 cm a été obtenu par l'isolat *Lasiodiplodia* sp 2 au 3^e jour. Par contre le diamètre de croissance de l'isolat *Lasiodiplodia* sp 4 a été de 6,5 cm le 3^e jour. Le diamètre de croissance des isolats *Lasiodiplodia* sp 1 et *Lasiodiplodia* sp 3 au 3^e jour a été respectivement de 7 cm et 8 cm.

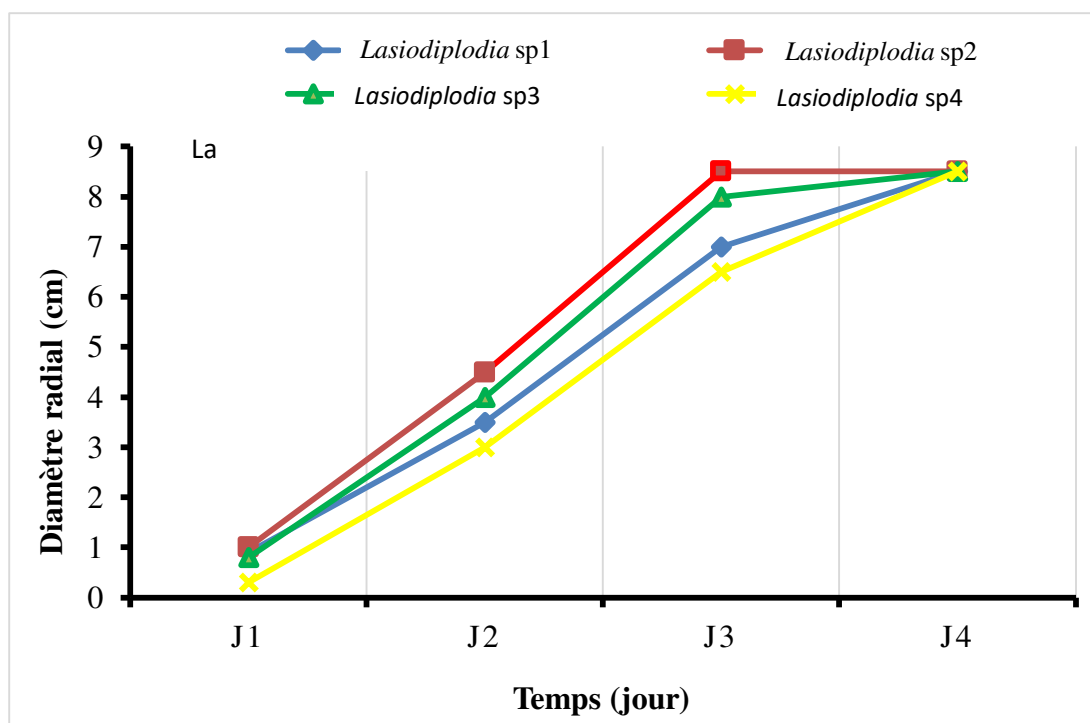


Figure 34 : Evolution du diamètre des isolats de *Lasiodiplodia* sp en fonction du temps

3.1.2.3.3. Diamètre de croissance de cinq isolats de *Pestalotia* sp

Les courbes de la croissance des isolats de *Pestalotia* sp sur le milieu Potatoes Dextrose Agar (PDA) ont présenté la même allure. Il n'y a pas de différence entre les isolats au niveau de leur croissance sur le milieu PDA (Figure 35). Elles ont présenté trois phases. La première phase part du 1^{er} au 2^e jour d'incubation et montre une croissance lente de tous les isolats. La deuxième phase allant du 2^e au 5^e jour est caractérisée par une augmentation rapide du diamètre de croissance de tous les isolats. Le plus grand diamètre de croissance (3,8 cm) a été obtenu par l'isolat *Pestalotia* sp 5. Le plus petit diamètre de croissance (3 cm) a été obtenu par l'isolat *Pestalotia* sp 2. La troisième phase part du 5^e au 10^e jour d'incubation. Au cours de la troisième phase, excepté l'isolat *Pestalotia* sp 2, tous les isolats ont atteint leur diamètre maximal de 8,5 cm le 10^e jour. Le diamètre de l'isolat *Pestalotia* sp 2 a été de 8,4 cm le 10^e jour.

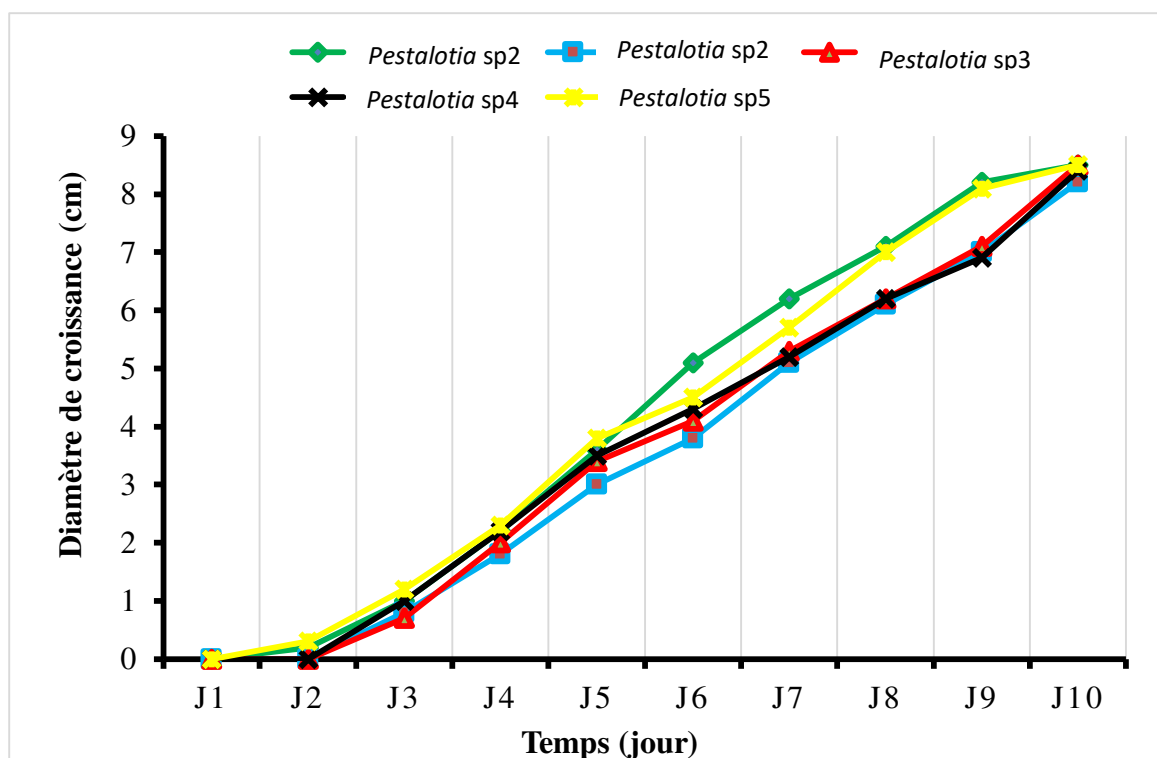


Figure 35 : Evolution du diamètre des isolats de *Pestalotia* sp en fonction du temps

3.1.2.4. Distribution des genres fongiques selon les zones agroécologiques

Les genres fongiques identifiés sur les adventices sont inégalement répartis entre les zones agroécologiques (Tableau XX). La zone agroécologique Centre-ouest a été la plus riche en genre fongique identifié sur les adventices dans le verger d'anacardier. Tous les sept genres fongiques y ont été identifiés. Elle a été suivie de la zone agroécologique Nord où six genres fongiques ont été identifiés sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Le nombre de genres fongiques identifiés sur les adventices dans les vergers d'anacardier des zones agroécologiques Centre et Est a été de quatre.

Les champignons les plus distribués dans les zones agroécologiques ont été *Colletotrichum* sp, *Lasiodiplodia* sp, *Pestalotia* et *Oidium* sp. Ces champignons ont été identifiés sur les adventices dans les vergers d'anacardier de toutes les zones agroécologiques prospectées. Les genres *Curvularia* sp et *Cephaleuros* sp ont été identifiés sur les adventices dans les vergers d'anacardier des zones agroécologiques Nord et Centre-ouest. Le genre *Alternaria* sp a été identifié sur les adventices dans les vergers d'anacardier de la zone agroécologique Centre-ouest.

Tableau XX : Liste des genres fongiques en fonction des zones agroécologiques

Genres d'isolats	Zones agroécologiques			
	Nord	Centre	Est	Centre-ouest
<i>Colletotrichum</i>	+	+	+	+
<i>Lasiodiplodia</i>	+	+	+	+
<i>Pestalotia</i>	+	+	+	+
<i>Alternaria</i>	-	-	-	+
<i>Curvularia</i>	+	-	-	+
<i>Cephaleuros</i>	+	-	-	+
<i>Oïdium</i>	+	+	+	+

- : Absence de l'espèce de la zone ; + : Présence de l'espèce dans la zone.

3.1.2.5. Adventices hébergeant les genres fongiques inventoriés

Les genres fongiques *Colletotrichum*, *Pestalotia* et *Lasiodiplodia* ont été identifiés sur la majorité des adventices symptomatiques inventoriées dans les vergers d'anacardier (Tableau XXI). Quatre genres fongiques ont été identifiés sur *Ficus sur* et *Erythrina senegalensis*. *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Cephaleuros* et *Oïdium* ont été identifiés sur *Ficus sur*. Les genres identifiés sur *Erythrina senegalensis* ont été *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Pestalotia* et *Alternaria*. Trois genres fongiques ont été identifiés sur *Daniellia oliveri*, *Blighia sapida*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Isobertinia doka*, *Hymenocardia acida* et *Terminalia schimperiana*. Les champignons identifiés sur ces adventices appartenaient aux genres *Colletotrichum*, *Pestalotia*, *Lasiodiplodia*, *Alternaria* et *Cephaleuros*. Deux genres fongiques ont été identifiés sur *Albizia zygia*, *Centrosema pubescens*, *Bridelia ferruginea*, *Ficus exasperata*, *Croton hirtus*, *Setaria barbata* et *Cola cordifolia*. Un seul genre fongique a été isolé sur *Synedrella nodiflora*, *Comelina bengalensis*, *Comelina diffusa*, *Combretum* sp. Aucun genre fongique n'a été identifié sur *Ageratum conizoides*, *Alchornea cordifolia*, *Anchomanes diformis*, *Aframomum* sp, *Erigeron floribundus*, *Passiflora foetida*, *Stylochiton hypogaeus* et *Tacca leontopetaloides*.

Le genre *Colletotrichum* a été le plus présent sur les adventices dans le verger d'anacardier (Figure 36). Il a été identifié sur 32 espèces d'adventices dans les vergers d'anacardier. Le genre *Alternaria* a été identifié sur 02 espèces d'adventices.

Les genres *Lasiodiplodia*, *Pestalotia*, *Cephaleuros* ont été identifiés respectivement sur 26 ; 14 ; et 4 espèces d'adventices. *Curvularia* et *Oidium* ont été identifiés sur 03 espèces d'adventices.

Tableau XXI : Adventices infectées par les champignons dans le verger anacardier

Espèces végétales	Genres fongiques						
	<i>Colleto</i>	<i>Lasiodi</i>	<i>Pest.</i>	<i>Curvu</i>	<i>Altern.</i>	<i>Cephale.</i>	<i>Oïd.</i>
<i>Ageratum conizoides</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Albizia zygia</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Alchornea cordofolia</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anchomanes diformis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annona senegalensis</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Aframomum sp</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blighia sapida</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Bridelia ferruginea</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Calepogonium mucunoides</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Centrosema pubescens</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Chromolaena odorata</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cola cordifolia</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Combretum sp</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Comelina bengalensis</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Comelina diffusa</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Croton hirtus</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Daniellia oliveri</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Desmodium tortuosum</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Desmodium velutinum</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Diospyros mespiliformis</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Erigerone floribundus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythrina senegalensis</i>	+	+	+	-	+	-	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Ficus exasperata</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Ficus sur</i>	+	+	-	-	-	+	+
<i>Griffonia simplicifolia</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Hymenocardia acida</i>	+	+	-	-	-	+	-
<i>Isoberlinia doka</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Khaya senegalensis</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Millettia zechiana</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Mucuna pruriens</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nauclea latifolia</i>	-	-	+	+	-	-	-

(+) : présence et (-) : absence

Colleto : Colletotrichum; *Lasio* : Lasiodiplodia; *Pesta* : Pestalotia; *Curvu* : Curvularia; *Alter* : Alternaria; *Cepha* : Cephaleuros et *Oïdi* : Oidium

Tableau XXI : Adventices infectées par les champignons dans le verger anacardier (suite)

<i>Espèces végétales</i>	<i>Espèces fongiques</i>						
	<i>Colleo</i>	<i>Lasio.</i>	<i>Pesta.</i>	<i>Curvu.</i>	<i>Alter</i>	<i>Cepha</i>	<i>Oïdi</i>
<i>Panicum maximum</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Passiflora foetida</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paullinia pinnata</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Piliostigma thonningii</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Porophyllum sp</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>Saba senegalensis</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Setaria barbata</i>	-	-	-	+	+	-	-
<i>Smilax kraussiana</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Spigelia anthelmia</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Stylochiton hypogaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedrella nodiflora</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Tacca leontopetaloides</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Terminalia avicinoides</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Terminalia schimperiana</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Uvaria chamea</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Vitellaria paradoxa</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Vitex doniana</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	+	-	-	-	-	+	-

(+) : présence et (-) : absence

Colleto : *Colletotrichum*; *Lasio* : *Lasioidiplodia*; *Pesta* : *Pestalotia*; *Curvu* : *Curvularia*; *Alter* : *Alternaria*; *Cepha* : *Cephaleuros* et *Oïdi* : *Oïdium*

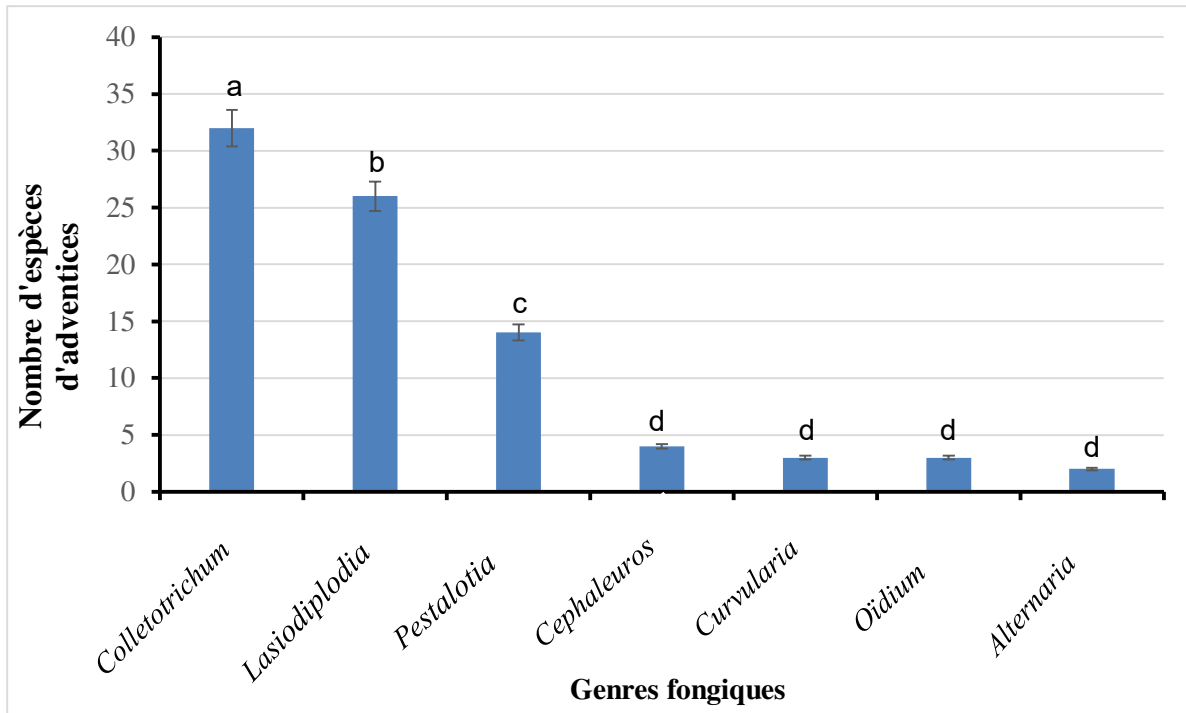


Figure 36: Nombre d'espèces d'adventices en fonction des genres fongiques

3.1.3. Transmission de diverses maladies des adventices symptomatiques aux anacardiens

3.1.3.1. Paramètres de germination des noix de cajou utilisées pour la production des plants d'anacardier

Le taux de germination des noix de cajou utilisées pour la production des plants d'anacardier a été très élevé pour tous les essais. Il a été respectivement de 95,00 %; 90,00 % et 92,00 % pour les essais 1 ; 3 et 2.

Le pourcentage de germination de 50,00 % pour les essais 1 et 2 a été enregistré le 3^e jour de la germination, alors que pour l'essai 3, cette valeur a été obtenue le 4^e jour. Les plus grandes vitesses de germination ont été atteintes le 5^e jour de la germination. A cette date, la vitesse de germination a été respectivement de 65,00 % ; 69,00 % et 72,00 % pour les essais, 3 ; 2 et 1 (Figure 37). Le délai de germination des noix de cajou pour l'essai 1 a été de 14 jours, alors que pour les essais 2 et 3, il a été respectivement de 16 et 17 jours (Figure 38).

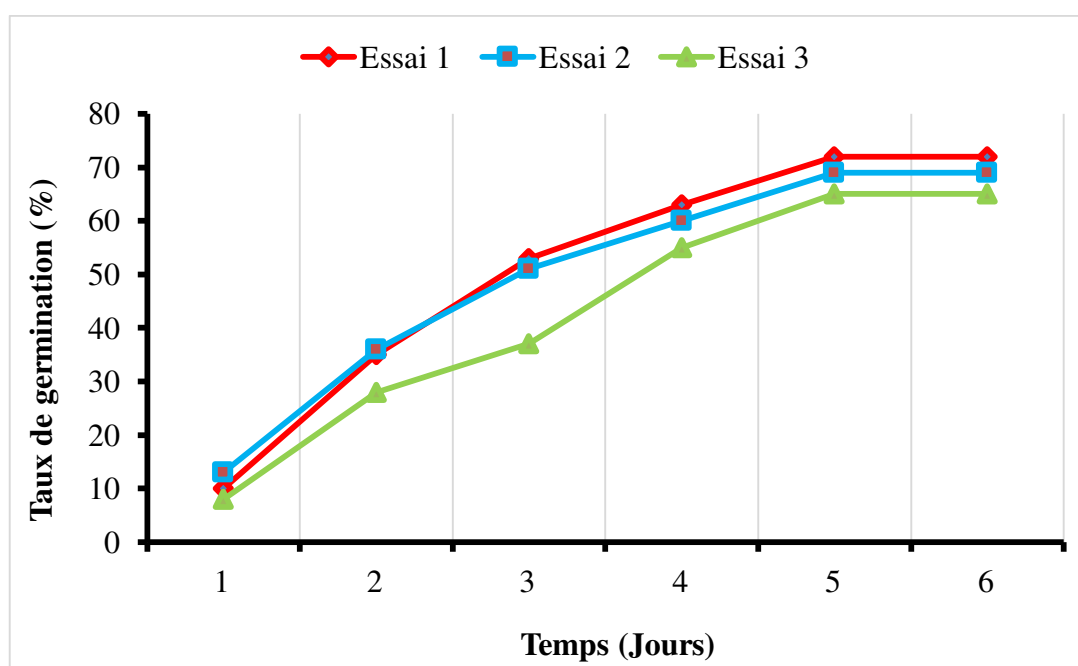


Figure 37 : Vitesse de germination des noix de cajou en fonction du temps

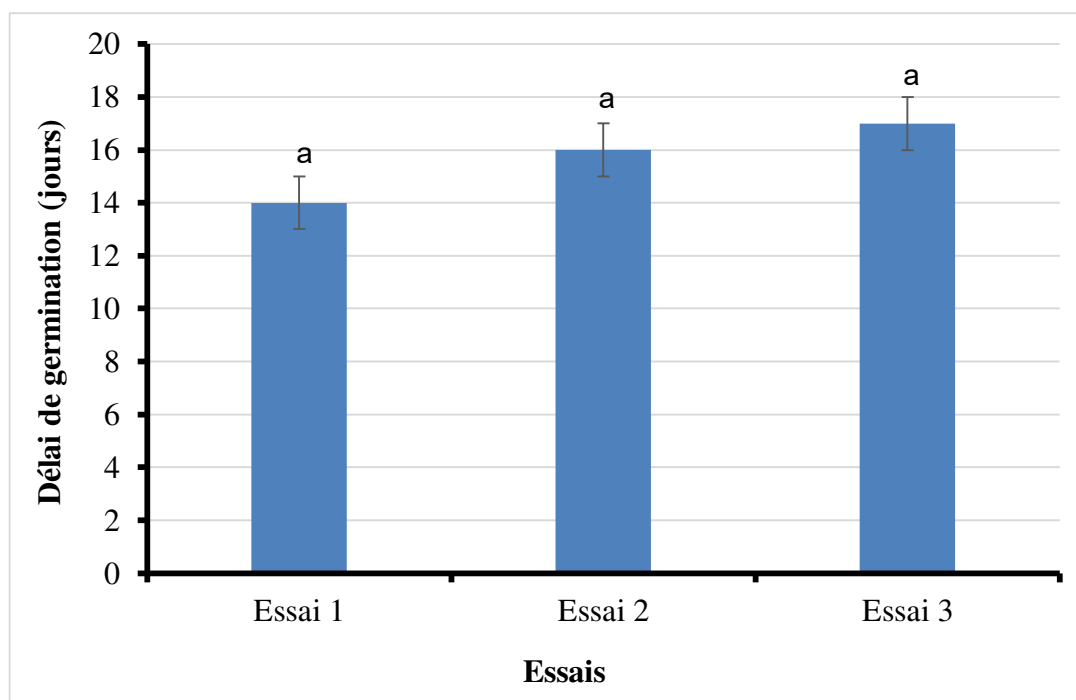


Figure 38 : Délai de germination des noix en fonction des essais

3.1.3.2. Etat sanitaire des jeunes plants d'anacardiers mis en contact avec les adventices

3.1.3.2.1. Champignons associés aux symptômes induits sur les jeunes plants d'anacardiers

Les anacardiers mis en contact avec les adventices présentant des symptômes d'infection dans les vergers d'anacardier *in situ*, ont manifesté divers symptômes de maladie (Figure 39). Il s'agit de taches nécrotiques, de dépérissement, de nécroses apicales foliaires et de duvet blanc. Ces symptômes ont été observés sur les feuilles des jeunes plants d'anacardier. L'analyse microbiologique des échantillons symptomatiques prélevés sur les anacardiers a montré que quatre genres fongiques sont associés aux symptômes. Il s'agit de *Pestalotia*, de *Colletotrichum* pour les nécroses et le dépérissement, de *Lasiodiplodia* pour les nécroses apicales foliaires et de *Oidium* pour les dépôts de poudre blanche sur les feuilles des plants. Les genres *Colletotrichum* et *Pestalotia* étaient associés aux symptômes sur les plants mis en contact avec *Daniellia oliveri* ou *Vitellaria paradoxa*. Le genre *Lasiodiplodia* était associé aux symptômes sur les plants d'anacardier mis en contact avec *Millettia zechiana* et *Blighia sapida*. Le genre *Oidium* était associé aux symptômes sur les plants d'anacardier mis en contact avec *Croton hirtus*.

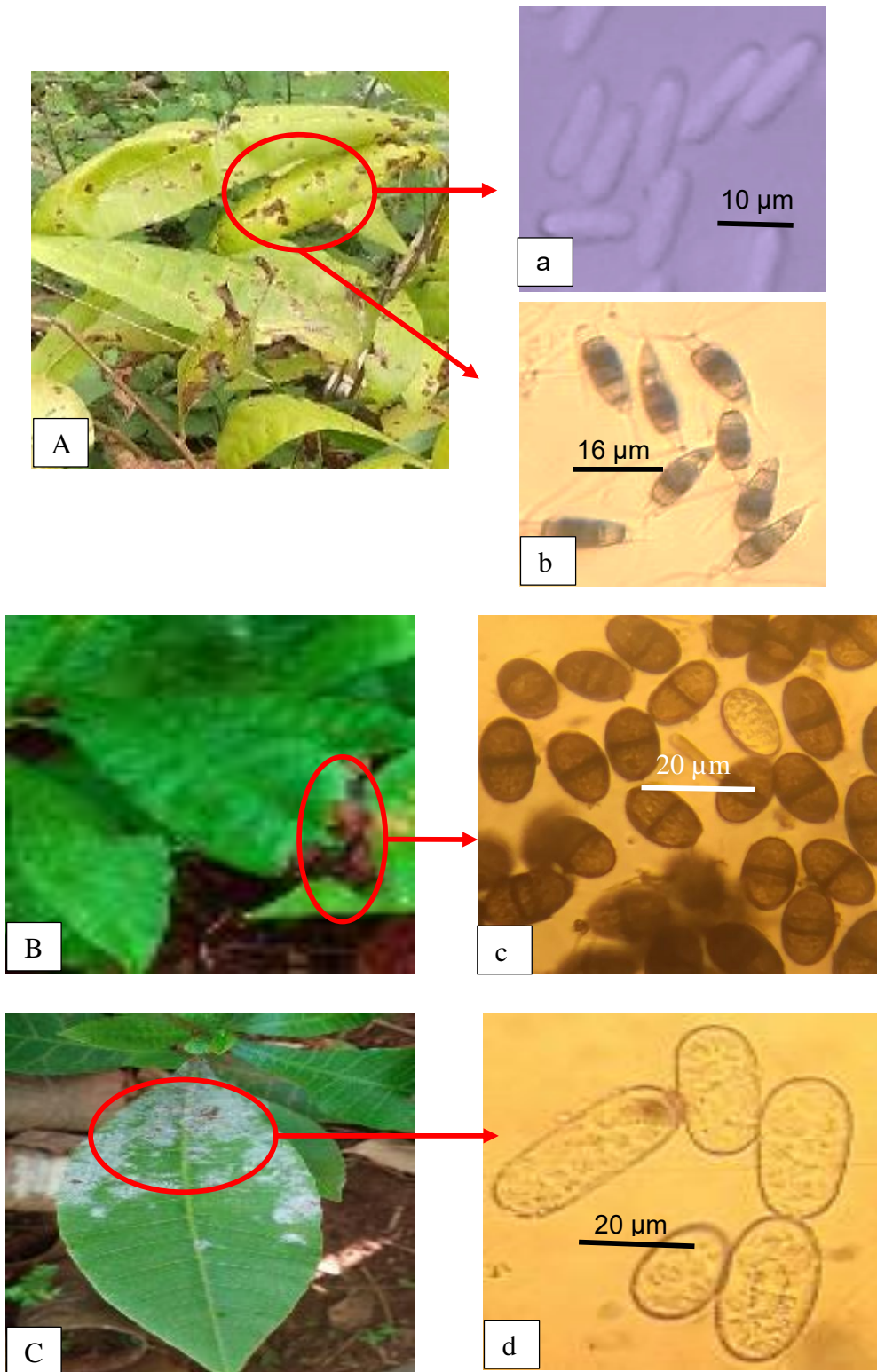


Figure 39 : Champignons associés aux symptômes de maladies sur les plants d'anacardier

(A) : Symptôme de taches nécrotiques sur feuille d'anacardier ; (B) : Symptôme de dessèchement sur feuille d'anacardier ; (C) : Symptôme de dépôt de poudre blanche sur feuille d'anacardier ; (a) : Vue microscopique de *Colletotrichum* sp ; (b) : Vue microscopique de *Pestalotia* sp ; (c) : Vue microscopique de *Lasiodiplodia* sp et (d) : Vue microscopique de *Oidium* sp.

3.1.3.2.2. Prévalence de l'infection des plants d'anacardiers

Les symptômes d'infection ont été observés dans tous les lots de plants d'anacardier mis en contact avec les adventices symptomatiques. Cependant, les infections ont évolué différemment sur les plants d'anacardier en fonction du temps et des espèces d'adventices (Figure 40).

Les plus fortes valeurs de la prévalence ont été enregistrées dans les lots de plants d'anacardier mis en contact avec *Daniellia oliveri* (T1) entre la première et la troisième semaine. En effet, dans ce lot, la prévalence est passée de 0 à 75,20 % de la première à la deuxième semaine et atteint 100 % au cours de la troisième semaine. Elle est restée constante jusqu'à la cinquième semaine.

Les plus faibles valeurs de la prévalence ont été obtenues dans le lot de plants mis en contact avec *Blighia sapida* (T4) entre la première et la cinquième semaine. Dans ce lot, aucun plant d'anacardier malade n'a été observé entre la première et la deuxième semaine. Cependant, la prévalence est passée de 0 à 25 % entre la deuxième et la troisième semaine. Elle a été respectivement de 65,50 % et de 92 % au cours de la quatrième et de la cinquième semaine.

La prévalence enregistrée dans les lots de plants d'anacardier mis en contact avec *Vitellaria paradoxa* (T2) est passée de 0 à 65,20 % entre la première et la deuxième semaine. Elle a été respectivement de 90,33 % et 100 % la troisième et la quatrième semaine. La prévalence est restée constante entre la quatrième et la cinquième semaine.

La prévalence obtenue dans les lots de plants d'anacardier mis en contact avec *Croton hirtus* (T5) est passée de 0 à 40 % entre la première et la deuxième semaine. Elle a été respectivement de 90,33 % et 100 % la troisième et la quatrième semaine. La prévalence est restée constante entre la quatrième et la cinquième semaine.

La prévalence enregistrée dans les lots de plants d'anacardier mis en contact avec *Millettia zechiana* (T3) est passée de 0 à 33,20 % entre la première et la deuxième semaine. Elle a été respectivement de 62,20 % et 100 % la troisième et la quatrième semaine. La prévalence est restée constante entre la quatrième et la cinquième semaine.

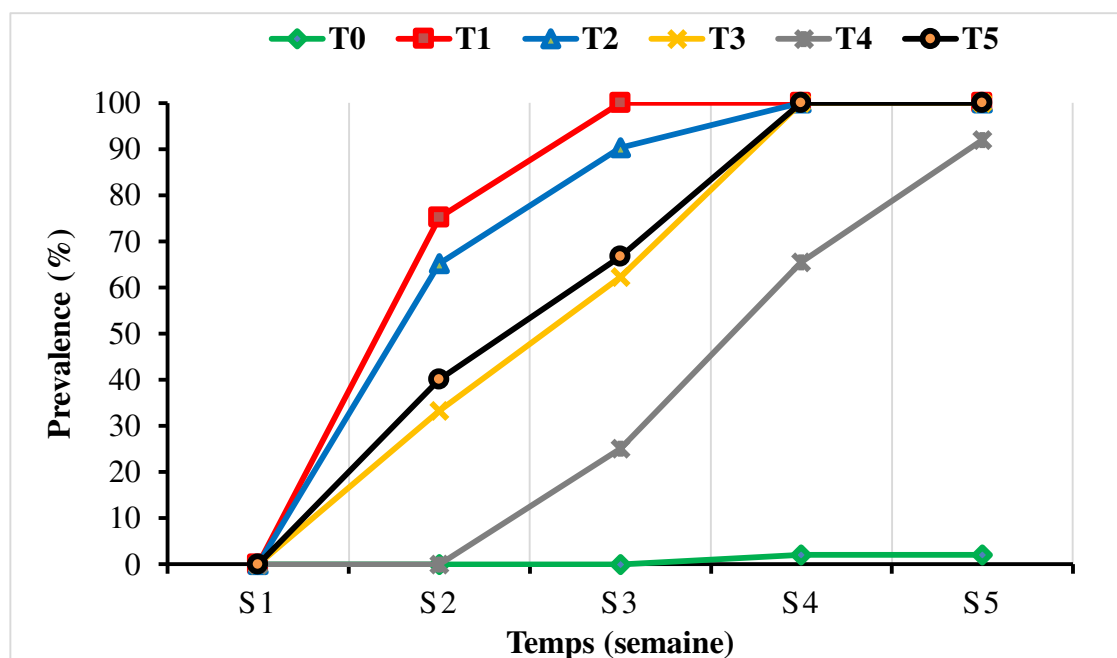


Figure 40 : Prévalence de la maladie sur les plants d'anacardier en fonction du temps

T0 = Témoin (uniquement 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T1** = (*Daniellia oliveri* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T2** = (*Vitellaria paradoxa* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T3** = (*Millettia zechiana* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T4** = (*Blighia sapida* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T5** = (*Croton hirtus* et 05 jeunes plants d'anacardier).

3.1.3.2.3. Indice de sévérité de la maladie

L'indice de sévérité de la maladie dans les lots de plants d'anacardier varie en fonction du temps et des espèces d'adventices symptomatiques (Figure 41). Les indices de sévérité les plus élevés ont été enregistrés dans les lots de plants d'anacardier mis en contact avec *Daniellia oliveri* (T1), *Vitellaria paradoxa* (T2) et *Croton hirtus* (T5). Dans ces lots, l'indice de sévérité est passé de 0 à 98,60 % pour *D. oliveri* et de 0 à 95,85 % pour *Vitellaria paradoxa* et *Croton hirtus* Entre la première et la cinquième semaine. Les plus faibles indices de sévérité ont été obtenus dans les lots de plants mis en contact avec *Blighia sapida* (T4). Dans ces lots, aucun symptôme n'a été observé sur les plants d'anacardier entre la première et la deuxième semaine. Cependant, entre la deuxième et la cinquième semaine, l'indice de sévérité est passé de 0 à 50,85 %. Dans les lots de plants mis en contact avec *Millettia zechiana* (T3), l'indice de sévérité est passé de 0 à 85,33 % entre la première et la cinquième semaine.

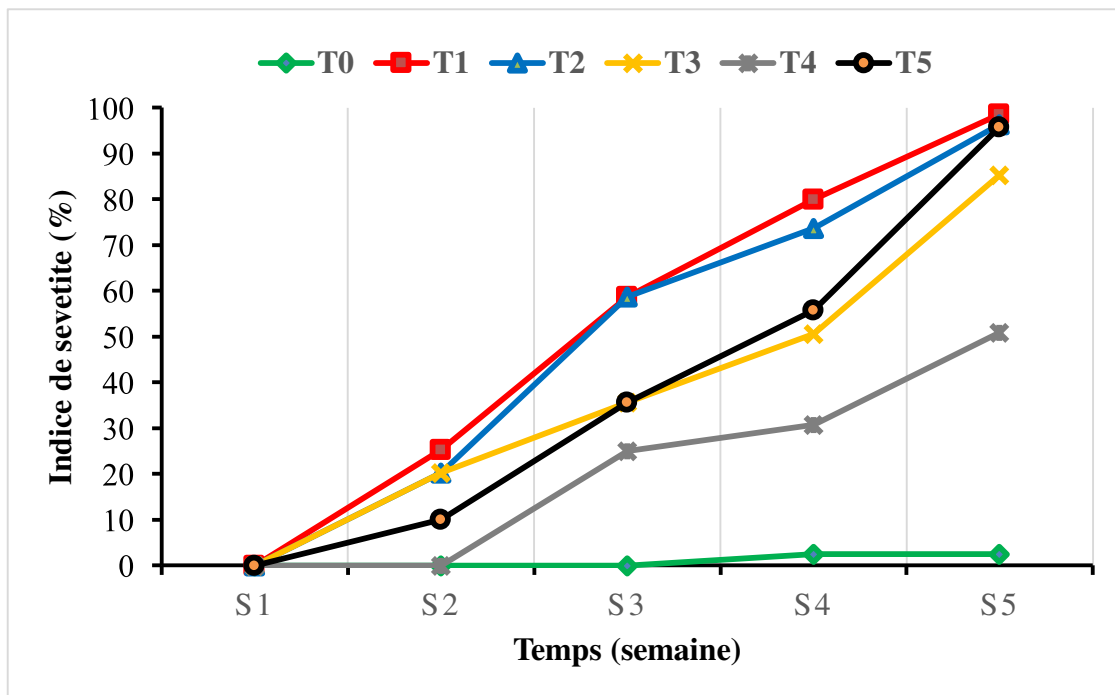


Figure 41 : Indice de sévérité des maladies sur les plants d'anacardier en fonction du temps

T0 = Témoin (uniquement 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T1** = (*Daniellia oliveri* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T2** = (*Vitellaria paradoxa* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T3** = (*Millettia zechiana* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T4** = (*Blighia sapida* et 05 jeunes plants d'anacardier) ; **T5** = (*Croton hirtus* et 05 jeunes plants d'anacardier).

3.1.3.3. Caractéristiques pathologiques de douze isolats de *Colletotrichum* sp sur les plants d'anacardiers

3.1.3.3.1. Symptômes induits par les isolats sur les jeunes plants d'anacardier

Les jeunes plants d'anacardier inoculés avec les isolats de *Colletotrichum* isolés sur les adventices ont présenté des symptômes d'infection. Les symptômes identifiés ont été des points noirs et des plages de nécroses (Figure 42). Les points noirs ont été observés sur le limbe et les nervures des feuilles atteintes. Les plages de nécroses ont débuté par l'apparition de taches nécrotiques sur le limbe. Ces taches se sont élargies avec le temps et ont fusionné laissant apparaître de larges plages sous forme de brûlure sur les feuilles. Aucun symptôme de maladie n'a été observé sur les plants témoins.

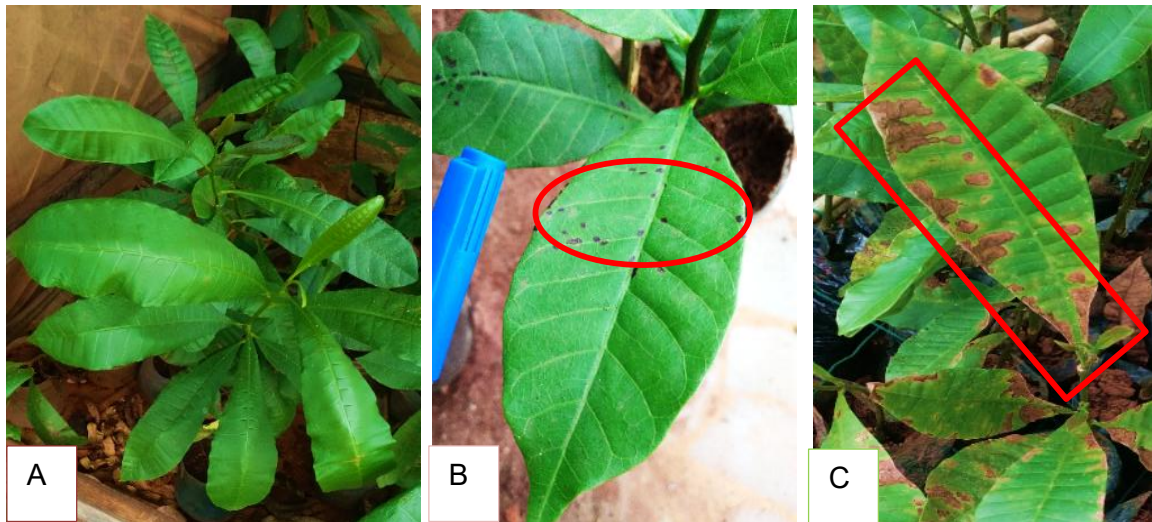


Figure 42 : Symptômes observés sur les plants d'anacardiers inoculés

(A) : Plants d'anacardiers témoins ; (B) : Pointillés noirs sur feuilles d'anacardiers inoculés et (C) : Plage de nécroses sur feuilles d'anacardiers inoculés.

3.1.3.3.2. Incidence de la maladie sur les plants d'anacardier

Le suivi sanitaire a permis d'identifier des plants d'anacardier malades dans tous les lots ayant reçu l'inoculum fongique. La sensibilité des plants d'anacardier diffère selon les isolats de *Colletotrichum* et de leur origine (Figure 43).

L'analyse de variance a montré que l'incidence de la maladie varie significativement en fonction des isolats et de leur origine ($P < 0,001$). Le test de comparaison multiple de Turkey réalisé au seuil de 5 %, a défini trois groupes homogènes au niveau de l'analyse interzones.

Le premier groupe est représenté par un seul isolat ColE1 provenant de la zone agroécologique Est. Les plants d'anacardier ont été très sensibles à cet isolat. L'incidence de la maladie a été d'environ 90 % dans ces lots de plants. Le second groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre, Est et Nord (ColC1, ColC2, ColE1, ColE3, ColN1 et ColN2). Les plants d'anacardier ont été sensibles à ces isolats. L'incidence de la maladie dans ces lots, a varié d'environ 40 à 80 %. Le troisième groupe était composé des isolats provenant des zones agroécologiques Centre-ouest, et Nord (ColCO1, ColCO2, ColCO3, ColN3). Les plants d'anacardier ont été moins sensibles à ces isolats. L'incidence de la maladie dans ces lots a varié d'environ 30 à 40 %.

Le test de comparaison multiple de Turkey n'a pas montré de différence significative entre l'incidence enregistrée dans les lots de plants inoculés avec les isolats provenant de la même zone agroécologique ($P > 0.001$). La sensibilité des plants d'anacardier aux différents isolats de *Colletotrichum* reste statistiquement la même pour les isolats de la même zone.

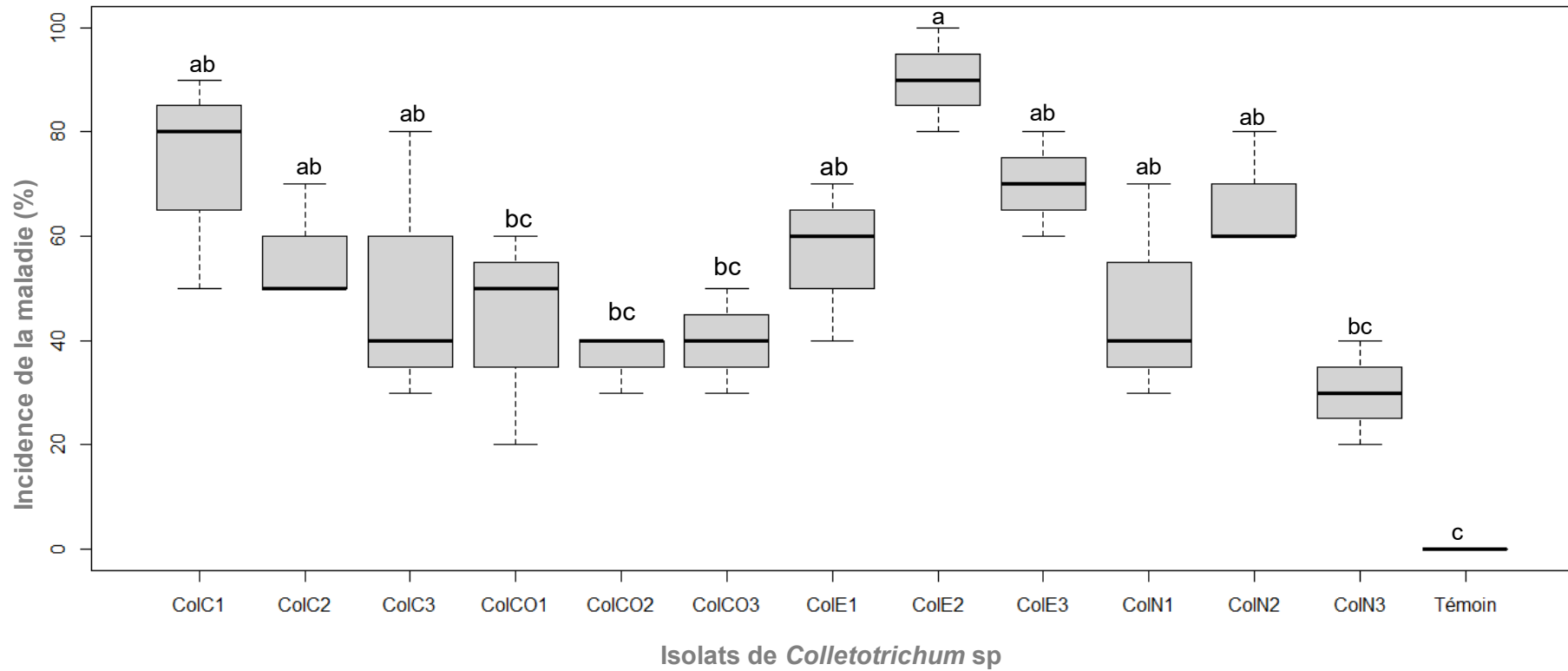


Figure 43 : Incidence de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de *Colletotrichum* sp

ColC1, ColC2, ColC3 : Isolats *Colletotrichum* provenant du Centre ; **ColCO1, ColCO2 et ColCO3 :** Isolats *Colletotrichum* provenant du Centre-ouest ; **ColE1, ColE2 et ColE3 :** Isolat de *Colletotrichum* provenant de l'Est ; **ColN1, ColN2 et ColN3 :** Isolat de *Colletotrichum* provenant du Nord.

3.1.3.3.3. Indice de sévérité de la maladie sur les plants d'anacardier

Tous les plants d'anacardier ont présenté des symptômes de maladie. Cependant, la gravité des symptômes sur les plants diffèrent en fonction des isolats et de leurs origines (Figure 44). L'analyse de variance a montré que la sévérité des symptômes varie significativement en fonction de l'origine des isolats ($P < 0,001$). Le test de comparaison multiple de Turkey a mis en évidence trois groupes homogènes au niveau de l'analyse interzones.

Le premier groupe est composé des isolats provenant de la zone agroécologique Est (ColE2 et ColE3). La maladie a été très sévère dans les lots de plants inoculés avec ces isolats. L'indice de sévérité enregistré dans ces lots de plants a été d'environ 50 %.

Le second groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre et Nord (ColC2 et ColN3). La maladie a été moins sévère dans les lots de plants inoculés avec ces isolats. L'indice de sévérité obtenu dans ces lots de plants a été d'environ 10 %.

Le troisième groupe est intermédiaire entre le premier et le second. Il est composé d'isolats provenant des quatre zones agroécologiques investiguées (ColC2, ColC3, ColCO1, ColCO2, ColCO3, ColE1, ColN1 et ColN2). La maladie a été sévère dans les lots de plants inoculés avec ces isolats. L'indice de sévérité dans ces lots de plants a été d'environ 20 %.

L'analyse de variance réalisée à l'intérieur des zones agroécologiques ne montre aucune différence statistique entre l'indice de sévérité de la maladie enregistré dans les différents lots de plants inoculés ($P > 0,05$).

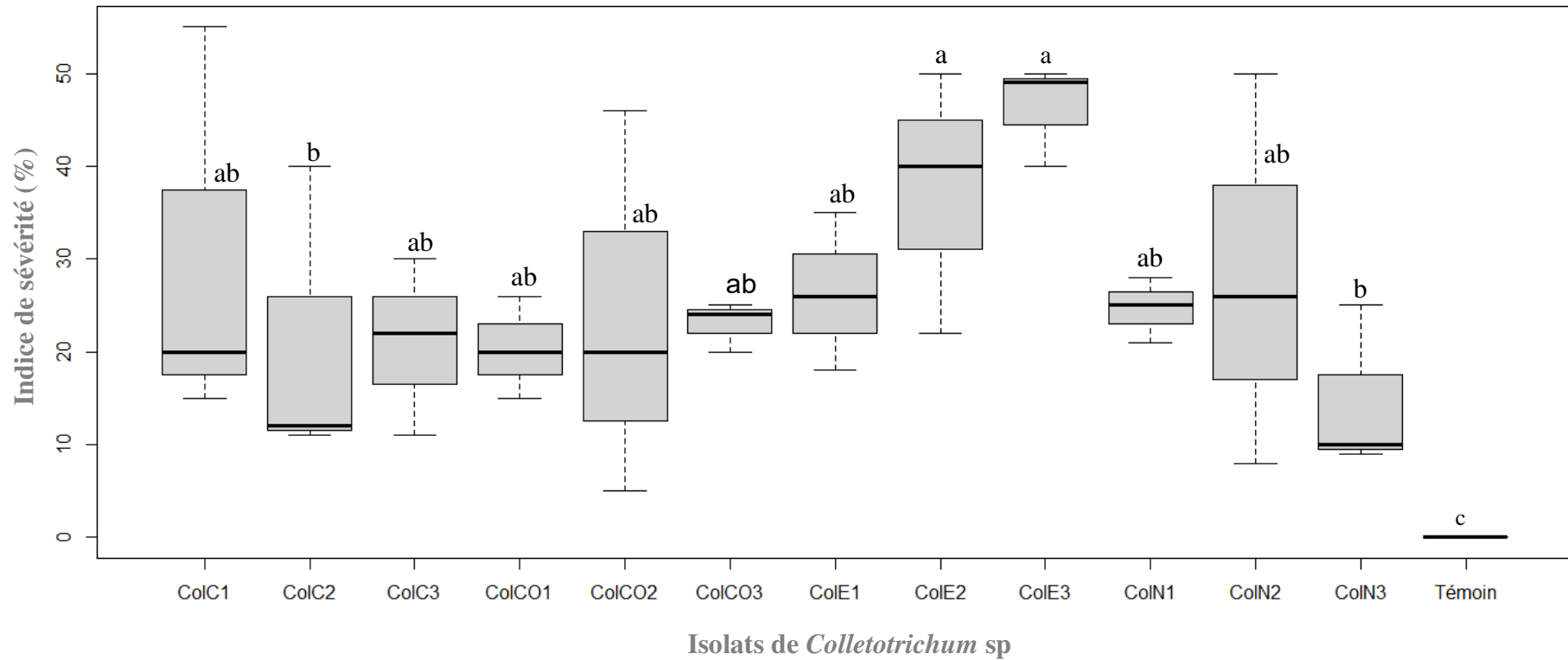


Figure 44 : Indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de *Colletotrichum* sp

ColC1, ColC2 et ColC3 : Isolats de *Colletotrichum* provenant du Centre ; **ColCO1, ColCO2 et ColCO3 :** Isolats de *Colletotrichum* provenant du Centre-ouest ; **ColE1, ColE2 et ColE3 :** Isolat de *Colletotrichum* provenant de l'Est et **ColN1, ColN2 et ColN3 :** Isolat de *Colletotrichum* provenant du Nord.

3.1.3.4. Caractéristiques pathologiques de douze isolats de *Lasiodiplodia* sp isolés sur les adventices

3.1.3.4.1. Symptômes induits sur les plants d'anacardier

Les plants d'anacardier inoculés avec les isolats de *Lasiodiplodia* sp isolés sur les adventices malades dans les vergers, ont présenté des symptômes d'infection (Figure 45). Les symptômes observés ont été le brunissement des tiges et le flétrissement des feuilles suivi du dessèchement des plants d'anacardiers. L'infection a commencé par un brunissement de la partie de la tige du plant ayant reçu le fragment mycélien. Cette tache a évolué de part et d'autres de la blessure pour atteindre les parties saines du plant d'anacardier inoculé. Au bout de deux semaines, l'infection a atteint les feuilles. Les feuilles atteintes et les bourgeons apicaux ont ramolli et ont fini par se dessécher.

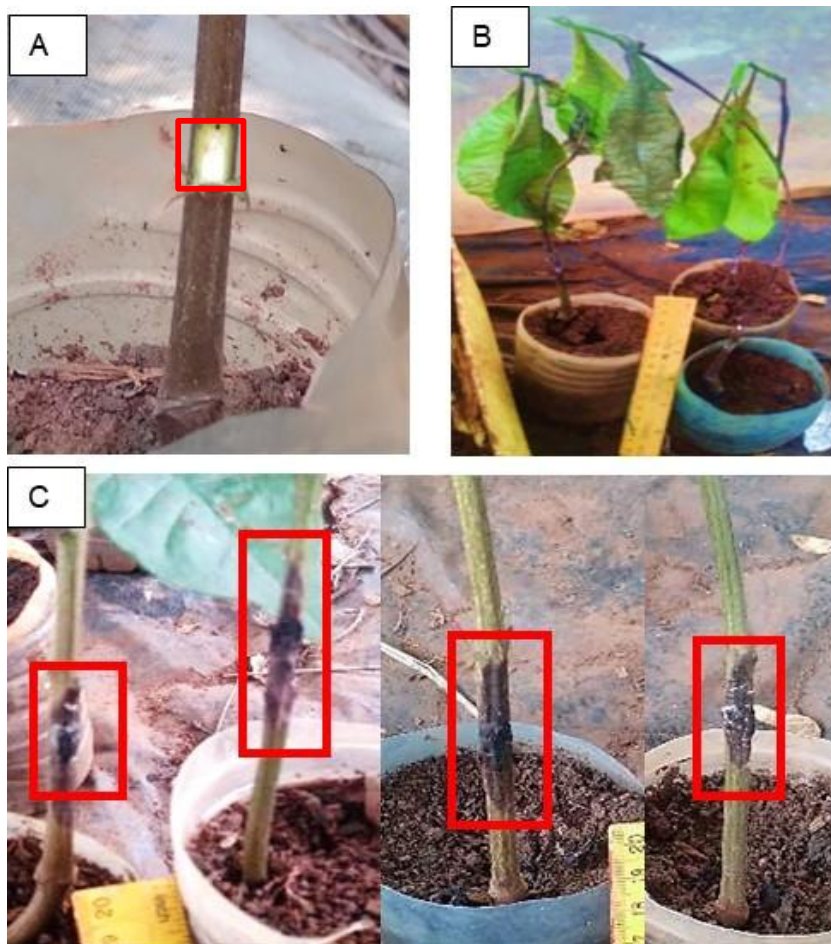


Figure 45 : Symptômes induits sur les plants d'anacardier inoculés

A : Plants témoins ; **B** : Symptômes de flétrissement et de dessèchement des plants et **C** : Symptômes de brunissement sur les tiges inoculés avec *Lasiodiplodia* sp.

3.1.3.4.2. Incidence de la maladie

Le suivi sanitaire a permis d'identifier des plants d'anacardier malades dans tous les lots de plants inoculés. L'incidence de la maladie varie en fonction de la sensibilité des plants d'anacardier (Figure 46). L'analyse de variance a montré que l'incidence de la maladie varie significativement en fonction des isolats et de leur origine ($P < 0,05$). Le test de comparaison multiple de Turkey réalisé au seuil de 5 %, a défini quatre groupes homogènes au niveau de l'analyse interzones.

Le premier groupe est représenté par les isolats provenant des zones agroécologiques Centre-ouest, Est et Nord (LasioCO1, LasioE1 et LasioN2). Les plants d'anacardier ont été très sensibles à ces isolats. L'incidence de la maladie a été d'environ 80 % dans ces lots de plants.

Le second groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre, Est et Nord (LasioC2, LasioC3, LasioE1 et LasioN3). Les plants d'anacardier ont été sensibles à ces isolats de *Lasiodiplodia* sp testés. L'incidence de la maladie dans ces lots de plants a été d'environ 70 %.

Le troisième groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Est, Centre, et Centre-ouest (LasioE2, LasioC1 et LasioCO2). Les plants d'anacardier ont été moyennement sensibles à ces isolats. L'incidence de la maladie dans ces lots de plants a été d'environ 50 %. Le quatrième groupe était composé d'un isolat provenant de la zone agroécologique Centre-ouest, (LasioCO3). Les plants d'anacardier ont été moins sensibles à cet isolat. L'incidence de la maladie dans ces lots de plants a été d'environ 40 %.

L'analyse à l'intérieur des zones n'a pas montré de différence entre l'incidence de la maladie dans les lots de plants inoculés avec les isolats de la zone agroécologique Centre. Il n'en est de même pour les isolats de la zone agroécologique Nord. Au niveau de la zone agroécologique Centre-ouest, trois groupes homogènes se dégagent selon le test de comparaison multiple de Turkey. Le premier groupe concerne l'isolat LasioCO1. Les jeunes plants d'anacardier ont été plus sensibles à cet isolat. Le second groupe est constitué de l'isolat LasioCO2. Les jeunes plants d'anacardier ont été moyennement sensibles à cet isolat. Le troisième est formé par l'isolat LasioCO3. Les plants d'anacardier ont été moins sensibles à cet isolat.

Dans la zone agroécologique Est, trois groupes homogènes ont été observés. Le premier groupe est formé par l'isolat LasioE1. Les plants d'anacardier ont été plus sensibles à cet isolat. Le second groupe est formé par l'isolat LasioE2. Les plants d'anacardier ont été sensibles à cet isolat. Le troisième groupe est composé par l'isolat LasioE3. Les plants d'anacardier ont été moins sensibles à cet isolat.

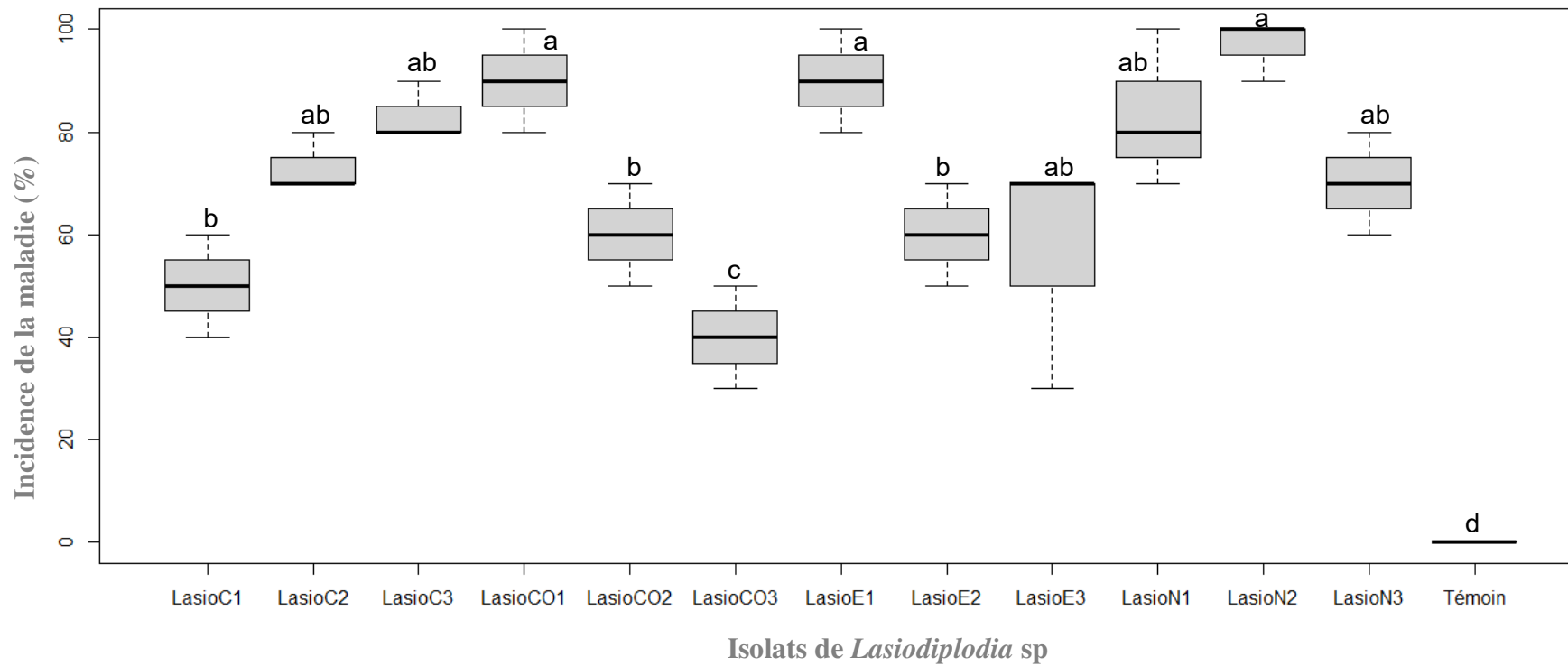


Figure 46 : Incidence de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction en fonction des isolats de *Lasiodiplodia* sp

LasioC1, LasioC2 et LasioC3 : isolats de *Lasiodiplodia* provenant de Centre ; **LasioCO1, LasioCO2 et LasioCO3 :** isolats de *Lasiodiplodia* provenant de Centre-ouest et **LasioN1, LasioN2 et LasioN3 :** isolats de *Lasiodiplodia* provenant de Nord

3.1.3.4.3. Indice de sévérité des symptômes sur les tiges inoculées

Les symptômes de maladie ont été observés sur les jeunes plants d'anacardier inoculés. Tous les isolats de *Lasiodiplodia* testés ont causé des lésions sur les tiges des plants d'anacardier inoculés. La gravité des symptômes varie en fonction des isolats et de leurs origines.

Les lésions de plus grande taille ont été enregistrées dans les lots de plants inoculés avec l'isolat LasioN1 provenant de la zone agroécologique Nord. Dans ces lots, la taille moyenne a été de 12,83 cm. La plus petite taille de lésion (6,60 cm) a été obtenue dans les lots de plants inoculés avec l'isolat LasioN3 prévenant de la zone agroécologique Nord (Figure 47).

L'analyse de variance a montré que l'indice de sévérité des symptômes varie significativement en fonction des isolats *Lasiodiplodia* sp et de leurs origines ($P < 0,05$). De l'analyse interzone, trois groupes homogènes se dégagent selon le test de comparaison multiple de Turkey (Figure 48).

Le premier groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre, Est et Nord (LasioC2, LasioE1, LasioE2, LasioE3 et LasioN1). La maladie a été très sévère dans les lots de plants inoculés avec ces isolats. Les indices de sévérité enregistrés dans ces lots étaient compris entre 50 et 75 %. Les plants d'anacardier inoculés sont donc sensibles à ces isolats fongiques.

Le second groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre-ouest et Nord (LasioCO1 et LasioN2). La maladie a été moyennement sévère dans les lots de plants inoculés avec ces isolats. Les indices de sévérité obtenus dans ces lots étaient compris entre 26 et 50 %. Les plants d'anacardier sont donc modérément sensibles à ces isolats fongiques.

Le troisième groupe est constitué d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre, Centre-ouest et Nord. La maladie a été moins sévère dans les lots de plants inoculés avec ces isolats. Dans ces lots, les indices de sévérité enregistrés étaient inférieurs à 25 %. Les plants d'anacardier sont modérément tolérants à ces isolats fongiques.

La comparaison intrazone a révélé des différences significatives entre la virulence des isolats provenant de la même zone agroécologique. Dans la zone agroécologique Centre, deux groupes statistiquement différents se dégagent du test de comparaison multiple de Turkey. La maladie a été plus sévère dans les lots de plants inoculés avec les isolats LasioC2

et LasioC3 que ceux inoculés avec l'isolat LasioC1. Le test de comparaison multiple de Turkey a mis en évidence deux groupes homogènes dans la zone agroécologique Centre-ouest. Le premier groupe est composé de l'isolat LasioCO1 et le second est constitué des isolats LasioCO2 et LasioCO3. La maladie a été plus sévère dans les lots de plants inoculés avec LasioCo1. Dans de la zone agroécologique Est, aucune différence statistique n'a été observée entre la sévérité de la maladie dans les différents lots de plants inoculés quel que soit l'isolat de *Lasiodiplodia* sp utilisé. Le test de comparaison multiple de Turkey a défini trois groupes homogènes. Le premier groupe est composé de l'isolat LasioN1, le second concerne l'isolat LasioN2 et le troisième est constitué de l'isolat LasioN3. La maladie a été sévère dans les lots de plants inoculés avec l'isolat LasioN1. La maladie a été moyennement sévère dans les lots de plants inoculés avec LasioN2, et moins sévère ceux inoculés avec LasioN3.

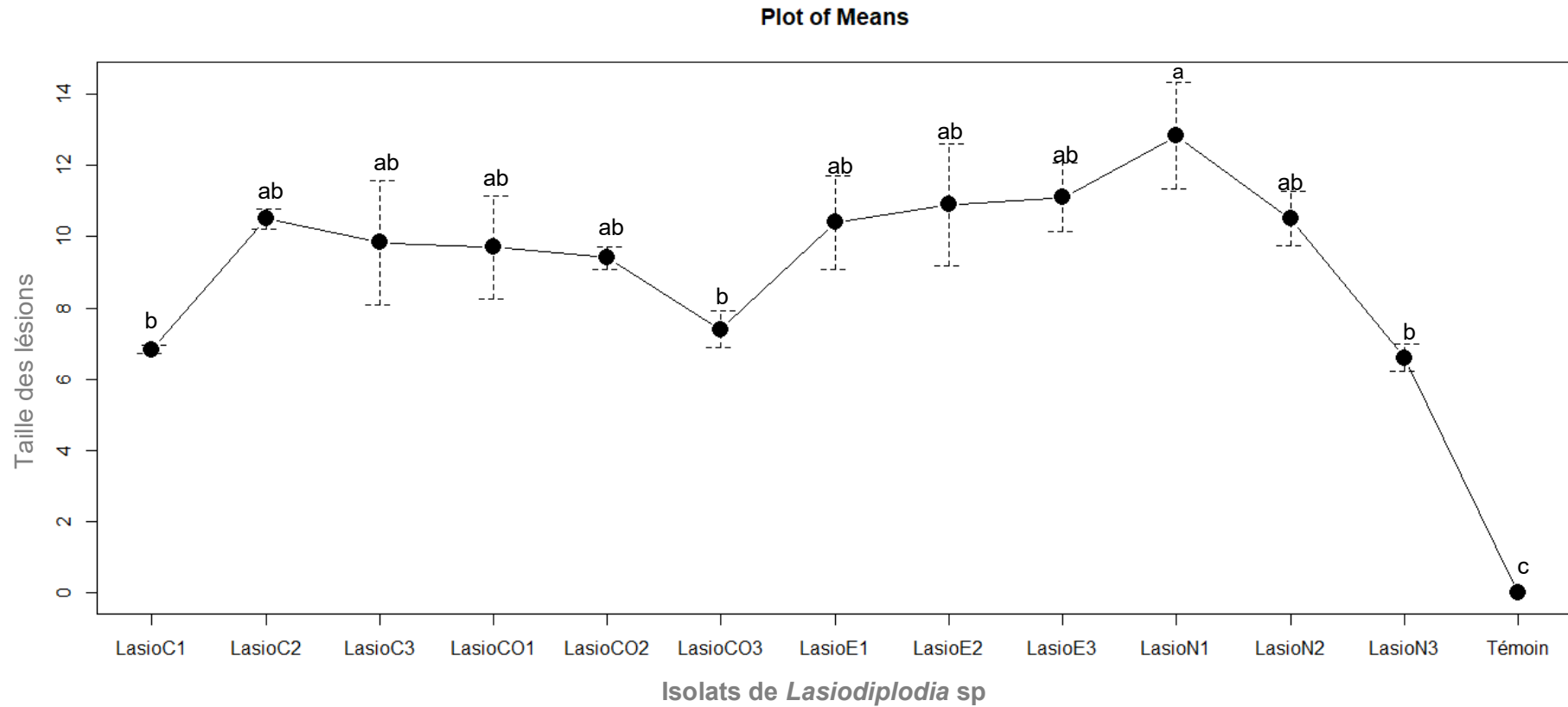


Figure 47 : Taille moyenne des lésions en fonction des isolats de *Lasiodiplodia* sp sur les jeunes plants d'anacardier

LasioC1, LasioC2 et LasioC3 : isolats de *Lasiodiplodia* provenant de Centre ; **LasioCO1, LasioCO2 et LasioCO3** : isolats de *Lasiodiplodia* provenant de Centre-ouest et **LasioN1, LasioN2 et LasioN3** : isolats de *Lasiodiplodia* provenant de Nord.

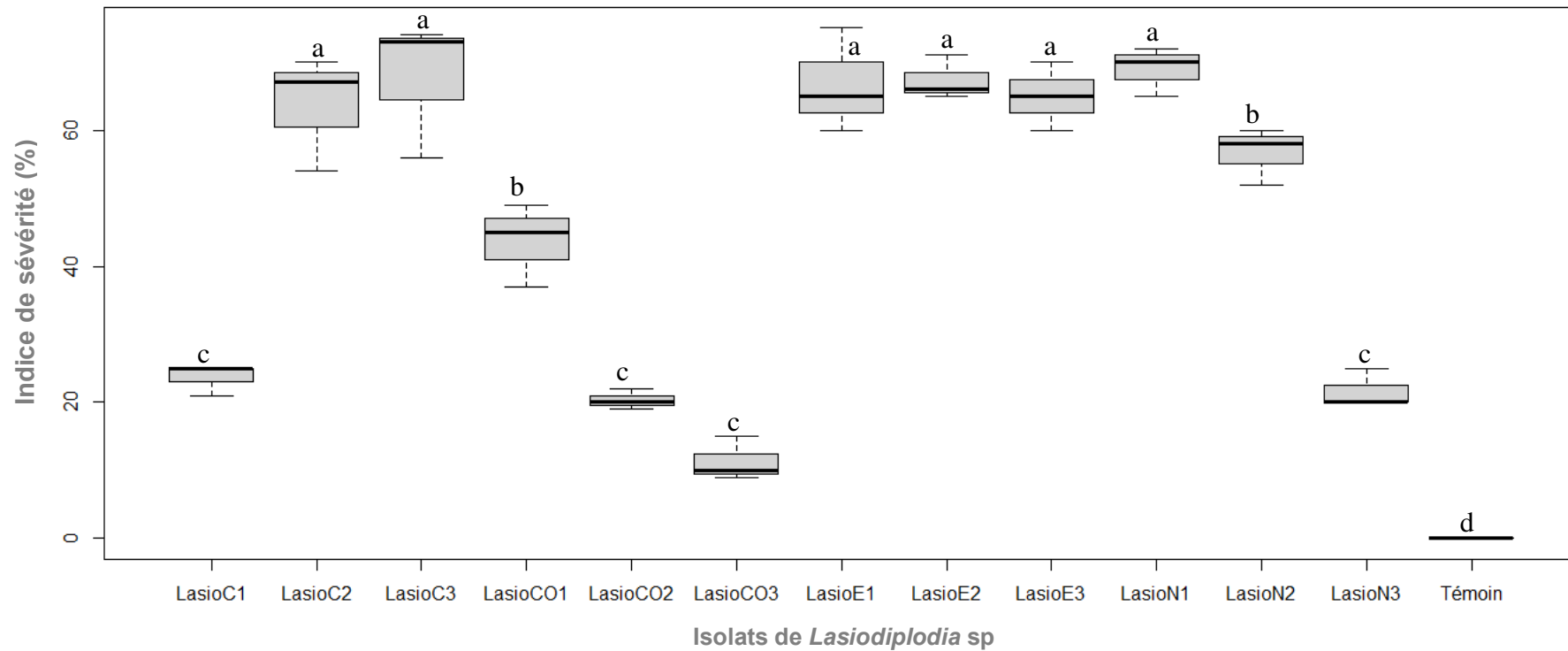


Figure 48 : Indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de *Lasiodiplodia* sp

LasioC1, LasioC2 et LasioC3 : Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de Centre ; **LasioCO1, LasioCO2 et LasioCO3 :** Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de Centre-ouest ; **LasioE1, LasioE2 et LasioE3 :** Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de l'Est et **LasioN1, LasioN2 et LasioN3 :** Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de Nord.

3.1.3.4.4. Taux de mortalité des plants d'anacardier

Des plants morts ont été enregistrés dans tous les lots de plants inoculés avec les isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant des adventices symptomatiques des vergers d'anacardiers. Le taux de mortalité dans les lots de plants d'anacardier, diffère en fonction des isolats et de leurs origines (Figure 49). L'analyse de variance a montré une différence significative entre le taux de mortalité enregistré dans les lots de plants inoculés ($P < 0,05$).

La comparaison multiple de Turkey réalisée entre les zones au seuil de 5 % a permis de définir deux groupes homogènes. Le premier groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre, Est et Nord (LasioC1, LasioC3, LasioE1, LasioN2 et LasioN3). Ces isolats ont été très virulents sur les jeunes plants d'anacardier inoculés. Le taux de mortalité enregistré dans les lots de jeunes plants d'anacardier inoculés avec ces isolats a varié de 80 à 90 % environ.

Le second groupe est composé d'isolats provenant des zones agroécologiques Centre, Centre-ouest et Est (LasioC2, LasioCO1, LasioCO2, LasioCO3, LasioE2, LasioE3 et LasioN1). Ces isolats ont été moyennement virulents sur les jeunes plants d'anacardier inoculés. Le taux de mortalité enregistré dans les lots de jeunes plants d'anacardier inoculés avec ces isolats a varié de 50 à 60 % environ.

Le test de comparaison multiple de Turkey réalisé à l'intérieur des zones agroécologiques a défini deux groupes homogènes dans la zone agroécologique Centre. Le premier groupe est constitué des isolats LasioC1 et LasioC3 et le second groupe concerne l'isolat LasioC2. Les isolats LasioC1 et LasioC3 ont été plus virulents sur les jeunes plants d'anacardier que l'isolat LasioC2. Dans la zone agroécologique Centre-ouest, un seul groupe se dégage du test de comparaison multiple de Turkey. Les isolats de *Lasiodiplodia* de cette zone ont présenté un niveau de virulence statistiquement identique sur les jeunes plants d'anacardier. Le test de comparaison multiple de Turkey a défini deux groupes homogènes dans la zone agroécologique Est. Le premier groupe est constitué de l'isolat LasioE1 et le second groupe concerne les isolats LasioE2 et LasioE3. L'isolat LasioE1 a été plus virulent sur les jeunes plants d'anacardier que les isolats LasioE2 et LasioE3. Le test de comparaison multiple de Turkey a défini deux groupes homogènes dans la zone agroécologique Nord. Le premier groupe est constitué des isolats LasioN2 et LasioN3 et le second groupe concerne l'isolat LasioN1. Les isolats LasioN2 et LasioN3 ont été plus virulents sur les jeunes plants d'anacardier que l'isolat LasioN1.

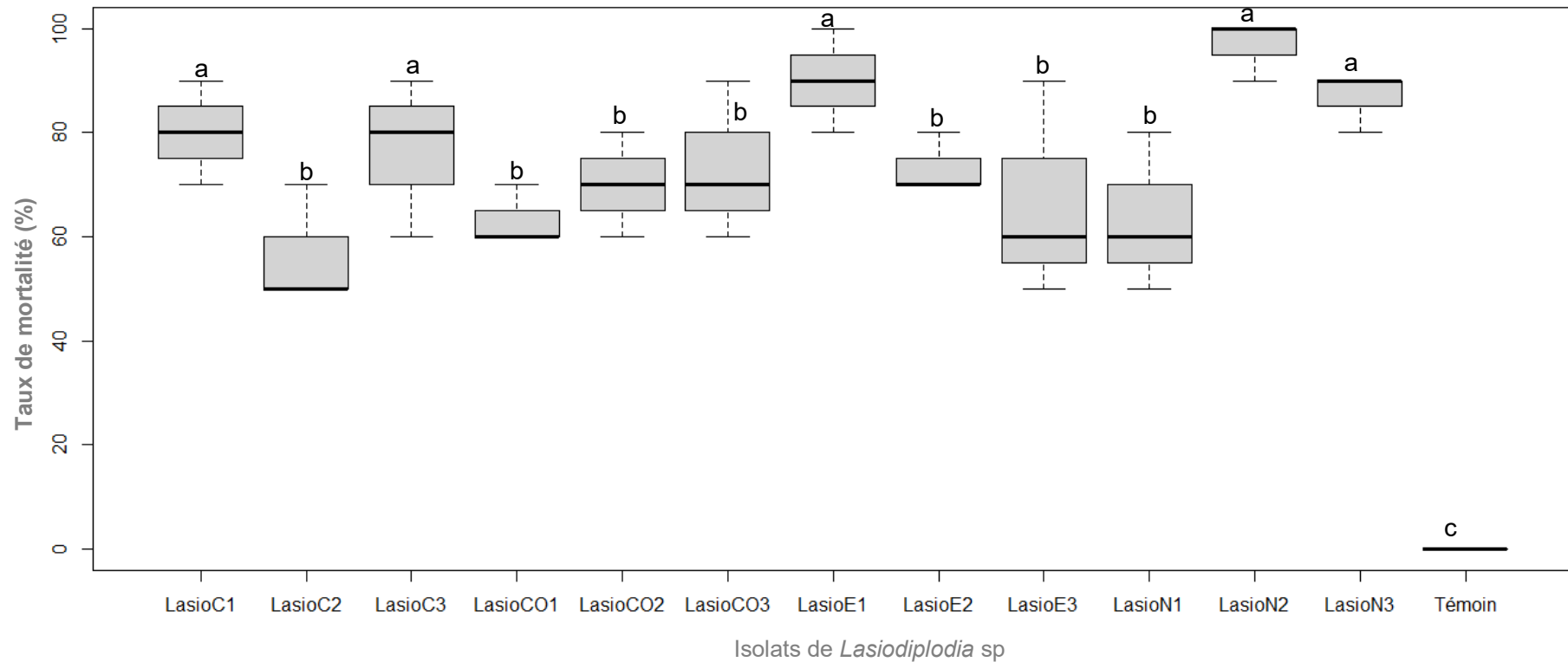


Figure 49 : Taux de mortalité des jeunes plants d'anacardier en fonction des isolats de *Lasiodiplodia* sp

LasioC1, LasioC2 et LasioC3 : Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de Centre ; **LasioCO1, LasioCO2 et LasioCO3 :** Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de Centre-ouest ; **LasioE1, LasioE2 et LasioE3 :** Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de l'Est et **LasioN1, LasioN2 et LasioN3 :** Isolats de *Lasiodiplodia* sp provenant de Nord.

3.1.4. Activité antifongique des extraits végétaux

3.1.4.1. Rendement des extraits végétaux

Le rendement en extrait aqueux ou éthanolique varie en fonction des espèces végétales. Au niveau de toutes les plantes utilisées, le rendement en extrait aqueux a été plus élevé que celui de l'extrait éthanolique (tableau XXII). Les rendements les plus élevés ont été obtenus au niveau de *N. latifolia* pour les deux extraits. Le plus faible rendement en extrait aqueux a été enregistré chez *C. ferruginea*. Au niveau de l'extrait éthanolique, le plus faible rendement a été obtenu chez *A. indica*. Le rendement en huile essentielle a été le plus faible.

Tableau XXII : Rendement des différents extraits végétaux

Espèce végétale	Rendement (%)		
	Extrait aqueux	Extrait éthanolique	Huile essentielle
<i>Azadirachta indica</i>	31	22	-
<i>Nauclea latifolia</i>	36	25	-
<i>Cnestis ferruginea</i>	30	23	-
<i>Ocimum gratissimum</i>	-	-	0,86

3.1.4.2. Activité antifongique des extraits de *Cnestis ferruginea*

3.1.4.2.1. Activité antifongique de l'extrait aqueux de *Cnestis ferruginea*

Aux concentrations testées, l'extrait aqueux de *C. ferruginea* a été moins efficace que le produit de référence (T+) chez tous les champignons, mais il a été meilleur que le témoin négatif à toutes les concentrations. La sensibilité des champignons augmente avec la concentration de l'extrait aqueux de *C. ferruginea*. Les concentrations les plus élevées ont eu plus d'effet sur la croissance mycélienne des différents champignons (Figure 50 ; Figure 51). L'analyse statistique a montré que la concentration de cet extrait a un effet significatif sur la croissance *in vitro* de tous les genres fongiques évalués ($P < 0,05$).

Au niveau du genre *Colletotrichum*, l'extrait aqueux de *C. ferruginea* utilisé à la concentration C1 = 0,24 mg/ml a réduit la croissance de 20,37 %. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 65,35 %.

Au niveau de *Lasiodiplodia*, l'extrait aqueux de *C. ferruginea* utilisé à la concentration C1 = 0,24 mg/ml a réduit la croissance de 21,29 %. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 68,14 %.

Au niveau de *Pestalotia*, l'extrait aqueux de *C. ferruginea* utilisé à la concentration C1 = 0,24 mg/ml a réduit la croissance de 24,81 %. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 60,74 %.

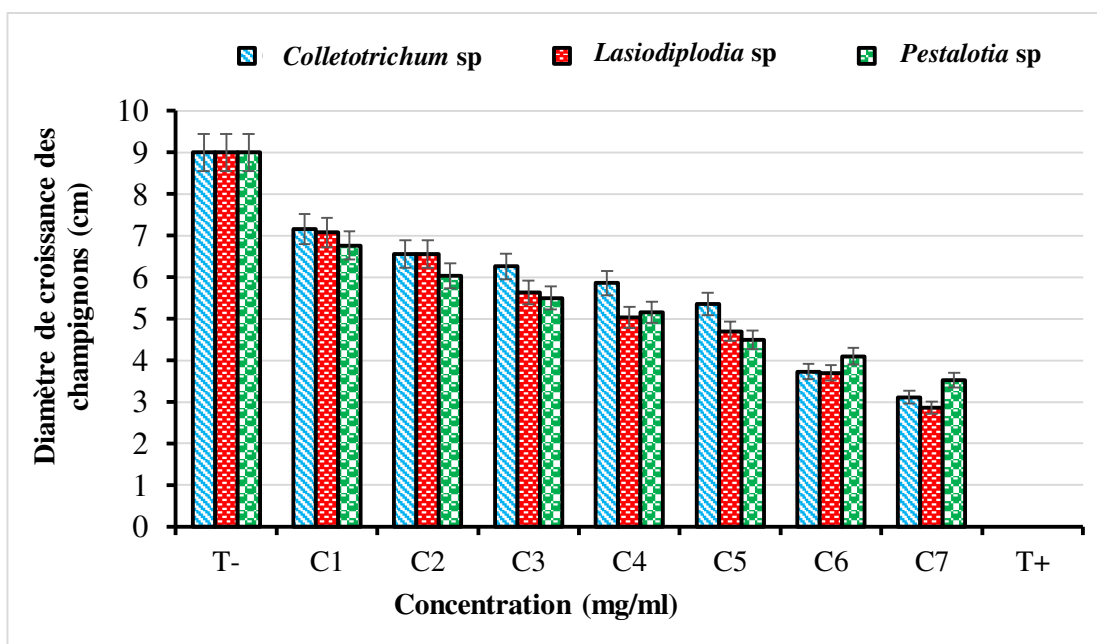


Figure 50 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de *C. ferruginea*

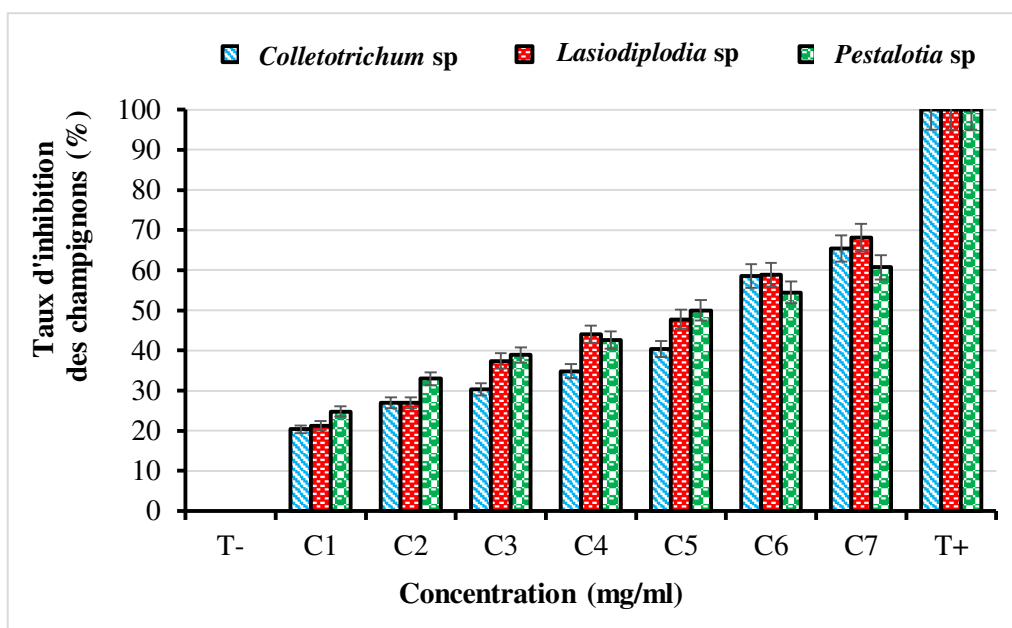


Figure 51 : Taux d'inhibition des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de *C. ferruginea*

3.1.4.2.2. Activité antifongique de l'extrait éthanolique de *Cnestis ferruginea*

Aux concentrations testées, l'extrait éthanolique de *C. ferruginea* a été moins efficace que le produit de référence (T+) chez tous les champignons, mais il a été meilleur que le témoin négatif à toutes les concentrations. La sensibilité des champignons augmente avec la concentration de l'extrait éthanolique de *Cnestis ferruginea*. Les concentrations les plus élevées ont eu plus d'effet sur la croissance mycélienne des différents champignons (Figure 52 ; Figure 53). L'analyse statistique a montré que la concentration de cet extrait a un effet significatif sur la croissance *in vitro* de tous les genres fongiques évalués ($P < 0,05$).

Au niveau du genre *Colletotrichum*, l'extrait éthanolique de *C. ferruginea* a réduit la croissance de 24,07 % avec la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml de l'extrait qui a réduit sa croissance de 71,12 %.

Au niveau du genre *Lasiodiplodia*, l'extrait éthanolique de *C. ferruginea* a réduit la croissance de 16,66 % avec la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 66,66 %.

Au niveau du genre *Pestalotia*, l'extrait éthanolique de *C. ferruginea* a réduit la croissance de 24,07 % à la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 70,37 %.

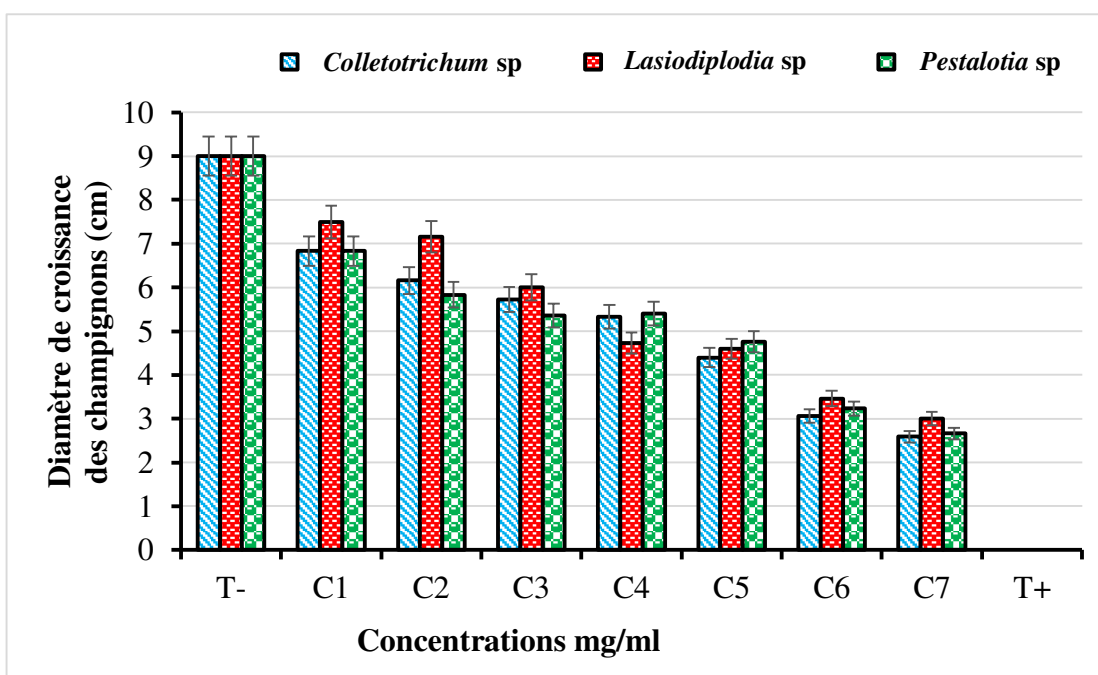


Figure 52 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de *C. ferruginea*

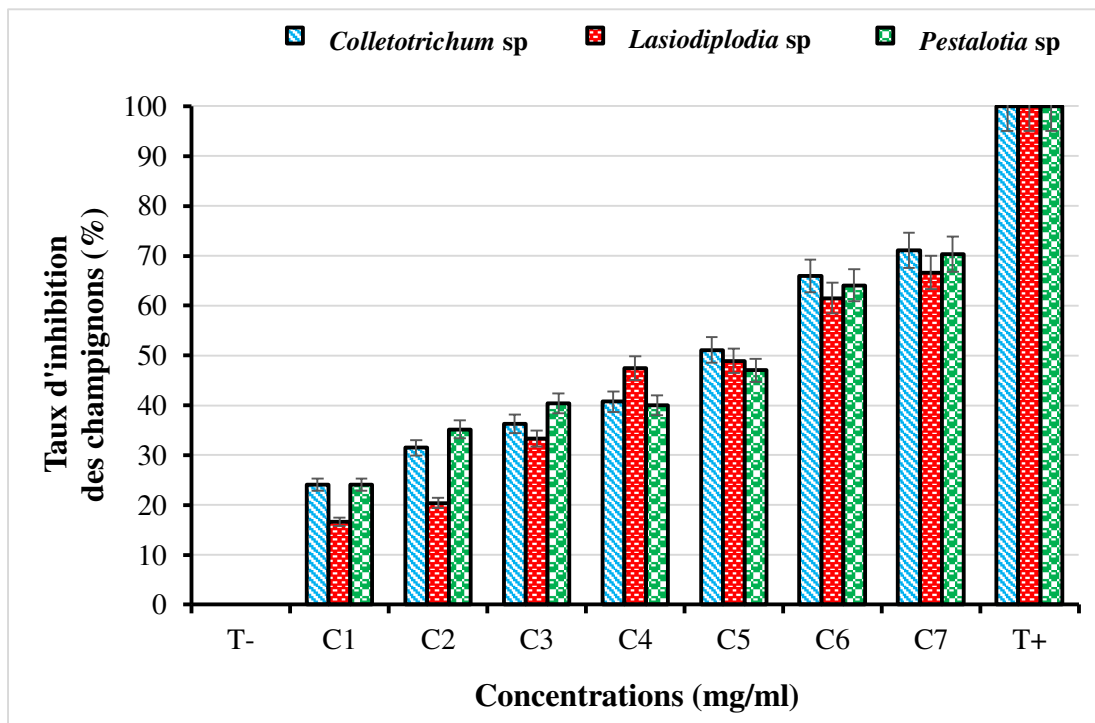


Figure 53 : Taux d'inhibition des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de *C. ferruginea*

3.1.4.3. Activité antifongique des extraits de *Azadirachta indica*

3.1.4.3.1. Activité antifongique de l'extrait aqueux de *Azadirachta indica*

Aux concentrations testées, l'extrait aqueux de *A. indica* a été moins efficace que le produit de référence (T+) chez tous les champignons, mais il a été meilleur que le témoin négatif (T-) à toutes les concentrations. La sensibilité des champignons augmente avec la concentration de l'extrait aqueux de *A. indica*. Les concentrations les plus élevées ont eu plus d'effet sur la croissance mycélienne des différents champignons (Figure 54 ; Figure 55). L'analyse statistique a montré que la concentration de cet extrait n'a pas d'effet significatif sur la croissance *in vitro* de tous les genres fongiques évalués ($P > 0,05$).

Au niveau du genre *Colletotrichum*, l'extrait aqueux de *A. indica* a réduit la croissance de 1,85 % avec la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 5,66 %.

Au niveau du genre *Lasiodiplodia*, l'extrait aqueux de *A. indica* a réduit la croissance de 11,11 % à la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 34,25 %.

Au niveau du genre *Pestalotia*, l'extrait aqueux de *A. indica* utilisé à la concentration C1 = 0,24 mg/ml a réduit la croissance de 5,55 %. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 39,25 %.

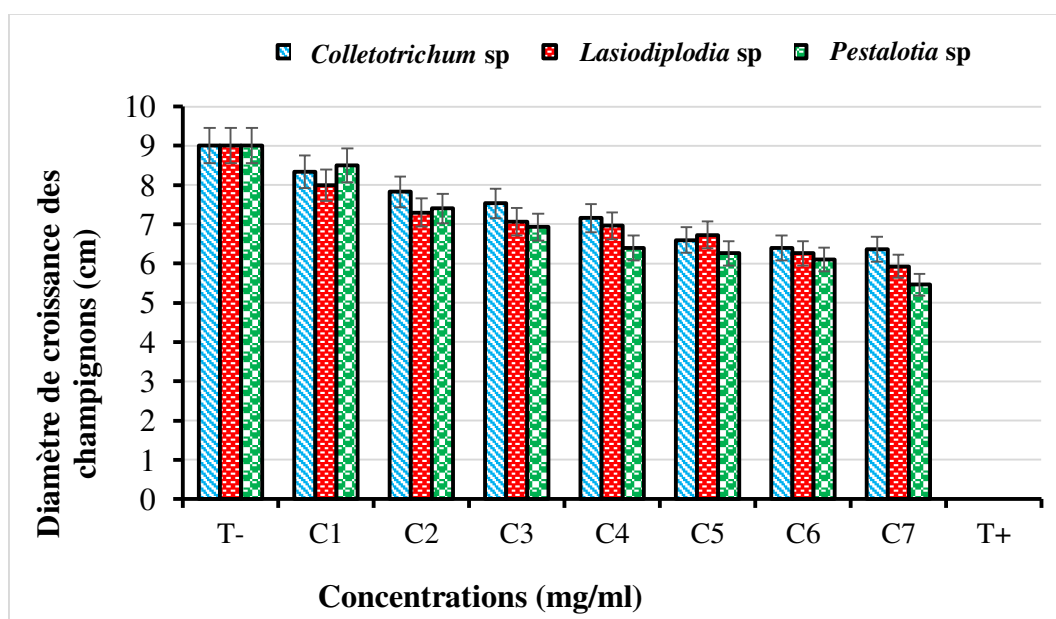


Figure 54 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de *A. indica*

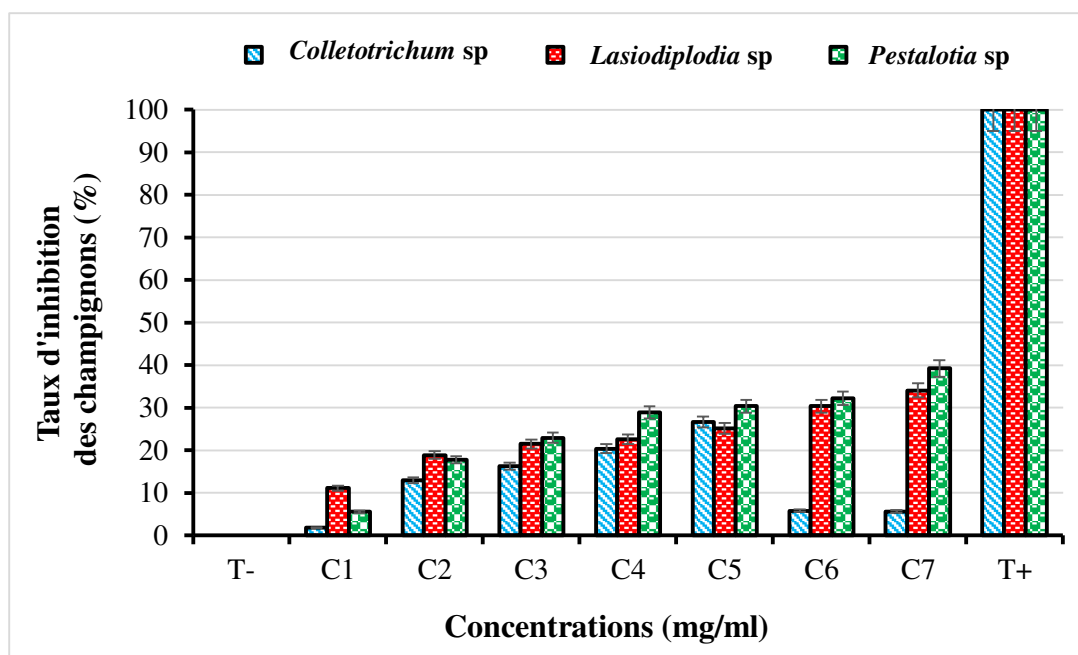


Figure 55 : Taux d'inhibition de la croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de *A. indica*

3.1.4.3.2. Activité antifongique de l'extrait éthanolique de *Azadirachta indica*

Aux concentrations testées, l'extrait éthanolique de *A. indica* a été moins efficace que le produit de référence (T+) chez tous les champignons, mais il a été meilleur que le témoin négatif (T-) à toutes les concentrations. La sensibilité des champignons augmente avec la concentration de l'extrait éthanolique de *A. indica*. Les concentrations les plus élevées ont eu plus d'effet sur la croissance mycélienne des différents champignons (Figure 56 ; Figure 57). L'analyse statistique a montré que l'extrait éthanolique de *A. indica* n'a pas d'effet significatif sur la croissance de *Colletotrichum* sp, de *Lasiodiplodia* sp et de *Pestalotia* sp sur le milieu PDA ($P > 0,05$).

Au niveau du genre *Colletotrichum*, l'extrait éthanolique de *A. indica* a réduit la croissance de 1,85 % à la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml de l'extrait qui a réduit sa croissance de 37,03 %.

Au niveau du genre *Lasiodiplodia*, l'extrait éthanolique de *A. indica* a réduit la croissance de 9,25 % avec la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 32,96 %.

Au niveau du genre *Pestalotia*, l'extrait éthanolique de *A. indica* a réduit la croissance de 14,07 % avec la concentration C1 = 0,24 mg/ml. Ce champignon a été plus sensible à la concentration C7 = 15 mg/ml qui a réduit sa croissance de 39,25 %.

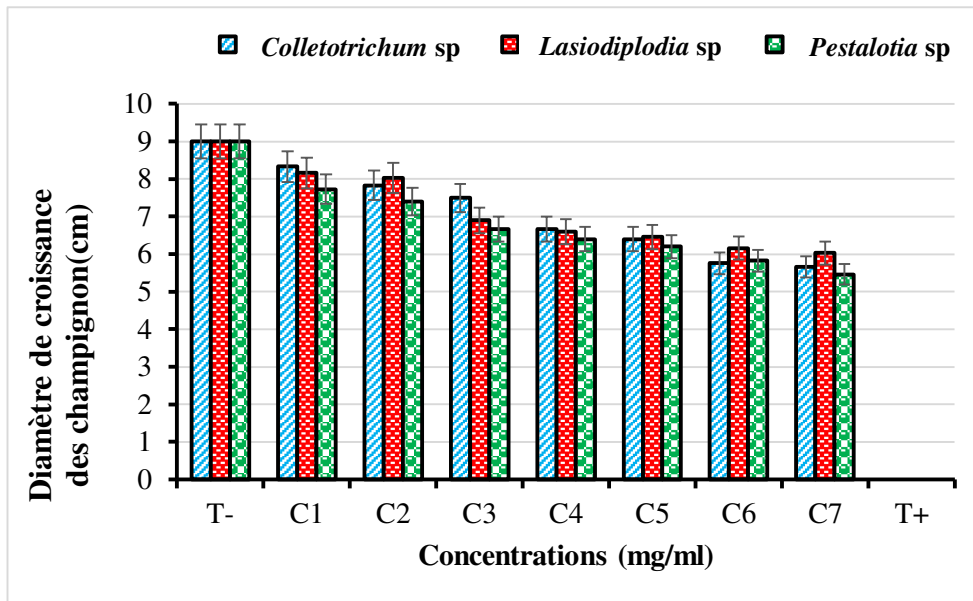


Figure 56 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de *A. indica*

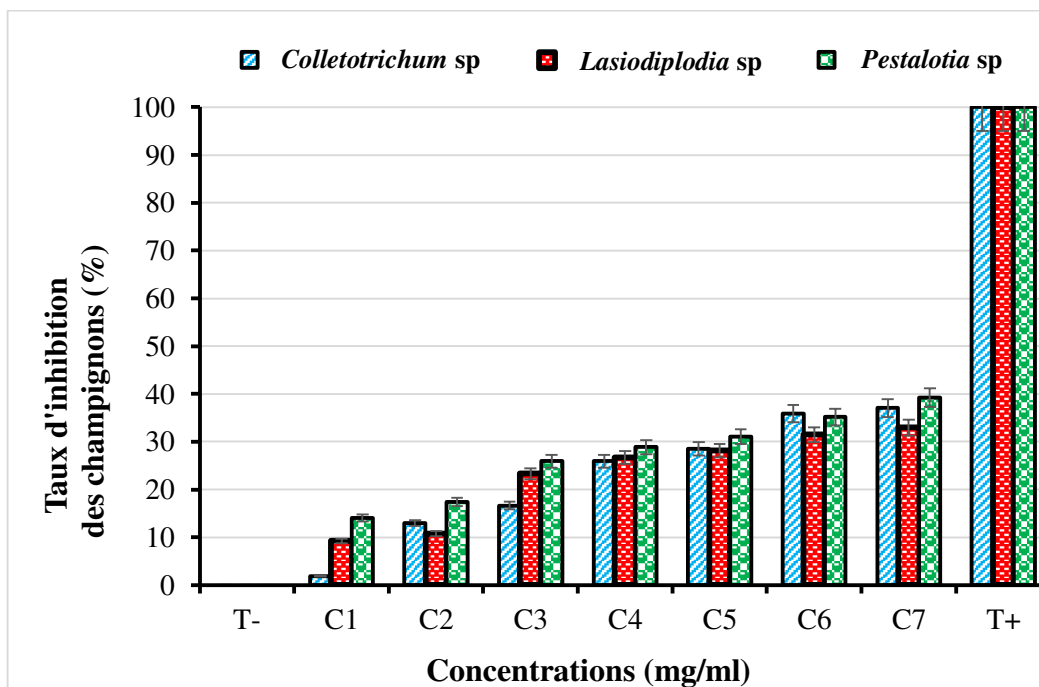


Figure 57 : Taux d'inhibition de la croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de *Azadirachta indica*

3.1.4.4. Activité antifongique des extraits de *Nauclea latifolia*

3.1.4.4.1. Activité antifongique de l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia*

Aux concentrations comprises entre C3 et C7, l'extrait aqueux de *N. latifolia* a été aussi efficace que le produit de référence dans la réduction de la croissance de *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* et *Pestalotia* sur le milieu PDA (Figure 58 ; Figure 59). L'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* a inhibé à 100 % la croissance des champignons à partir de la concentration C3 = 0,94 mg/ml. Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne a été de 0 % pour tous les champignons dans les boîtes de Pétri non amendées (témoin négatif T-). L'analyse statistique a montré que l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* a un effet très hautement significatif sur la croissance de *Colletotrichum* sp, de *Lasiodiplodia* sp et de *Pestalotia* sp ($P < 0,05$).

A la concentration C1 = 0,24 mg/ml, l'extrait éthanolique de *N. latifolia* a réduit de 83,33 % la concentration de *Colletotrichum* sp. A cette même concentration, la croissance de *Lasiodiplodia* sp a été réduite de 79,62 % et celle de *Pestalotia* sp a été réduite de 91,85 %.

A la concentration C2 = 0,47 mg/ml, l'extrait éthanolique de *N. latifolia* a réduit de 96,29 % la croissance de *Colletotrichum* sp. A cette même concentration, la croissance de *Lasiodiplodia* sp a été réduite de 93,7 % et celle de *Pestalotia* sp a été réduite de 97,40 %.

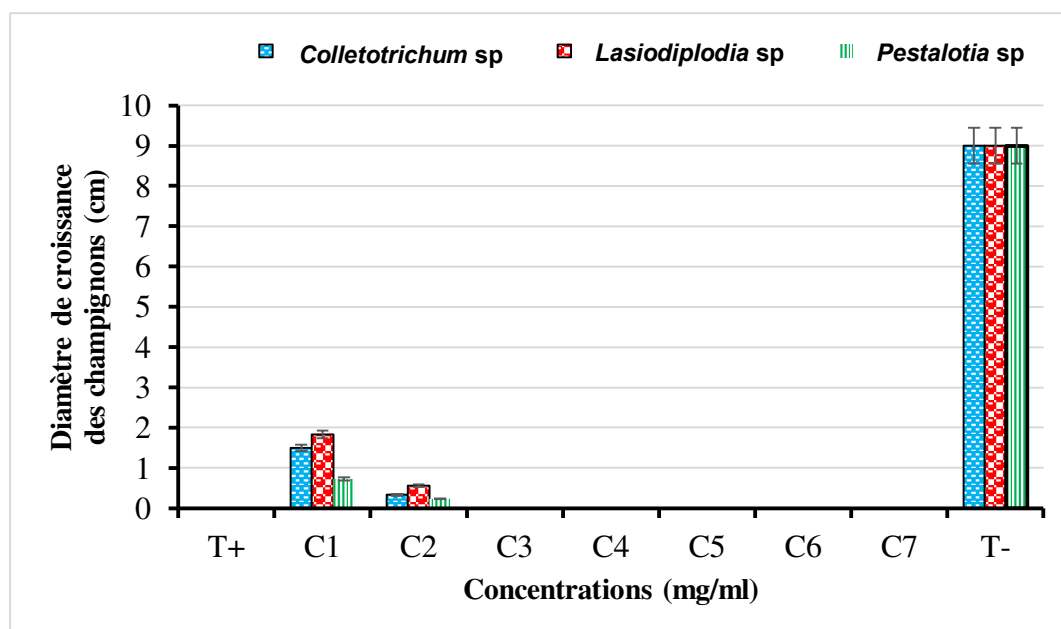


Figure 58 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de *N. latifolia*

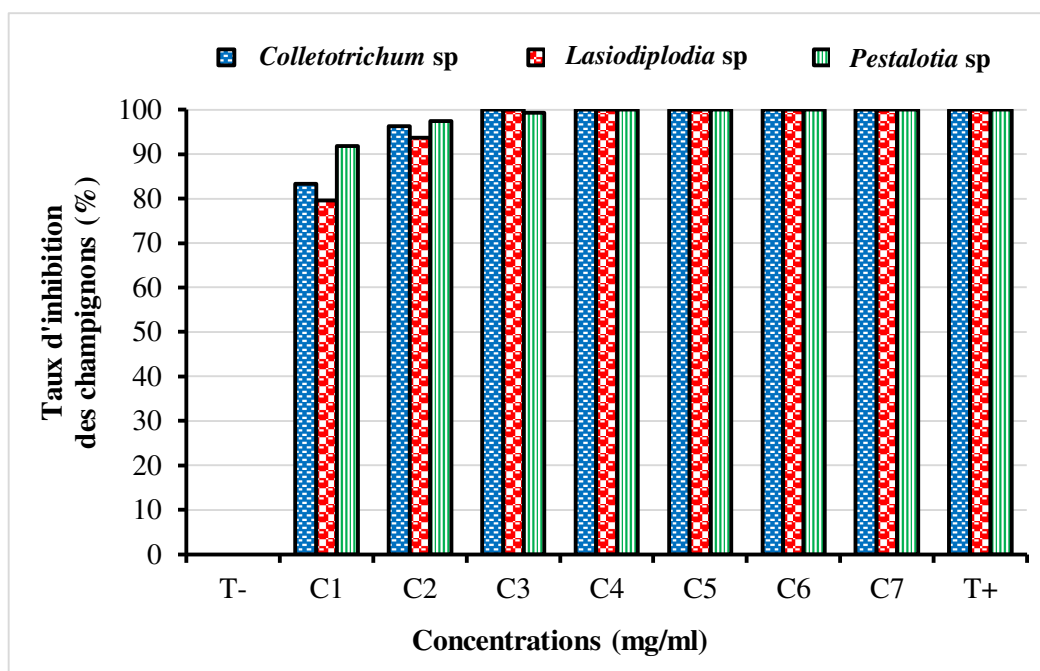


Figure 59 : Taux d'inhibition de la croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de *N. latifolia*

3.1.4.4.2. Activité antifongique de l'extrait éthanolique de *Nauclea latifolia*

Aux concentrations comprises entre C3 et C7, l'extrait éthanolique de *N. latifolia* a été aussi efficace que le produit de référence (Figure 60 ; Figure 61). L'extrait éthanolique de *N. latifolia* a inhibé à 100 % la croissance des champignons à partir de la concentration C3 (0,94 mg/ml). Ce taux n'a pas été statistiquement différent de ceux obtenus aux concentrations C1 et C2 de l'extrait éthanolique de *N. latifolia* ($P > 0,05$). Aucune réduction de la croissance des champignons n'a été observée dans les boîtes de Pétri témoins négatifs.

A la concentration C1 = 0,24 mg/ml, l'extrait éthanolique de *N. latifolia* a réduit de 85,18 % la concentration de *Colletotrichum* sp. A cette même concentration, la croissance de *Lasiodiplodia* sp a été réduite de 89,18 % et celle de *Pestalotia* sp a été réduite de 72,22 %.

A la concentration C2 = 0,47 mg/ml, l'extrait éthanolique de *N. latifolia* a réduit de 95,55 % la croissance de *Colletotrichum* sp. A cette même concentration, la croissance de *Lasiodiplodia* sp a été réduite de 95,95 % et celle de *Pestalotia* sp a été réduite de 88,88 %.

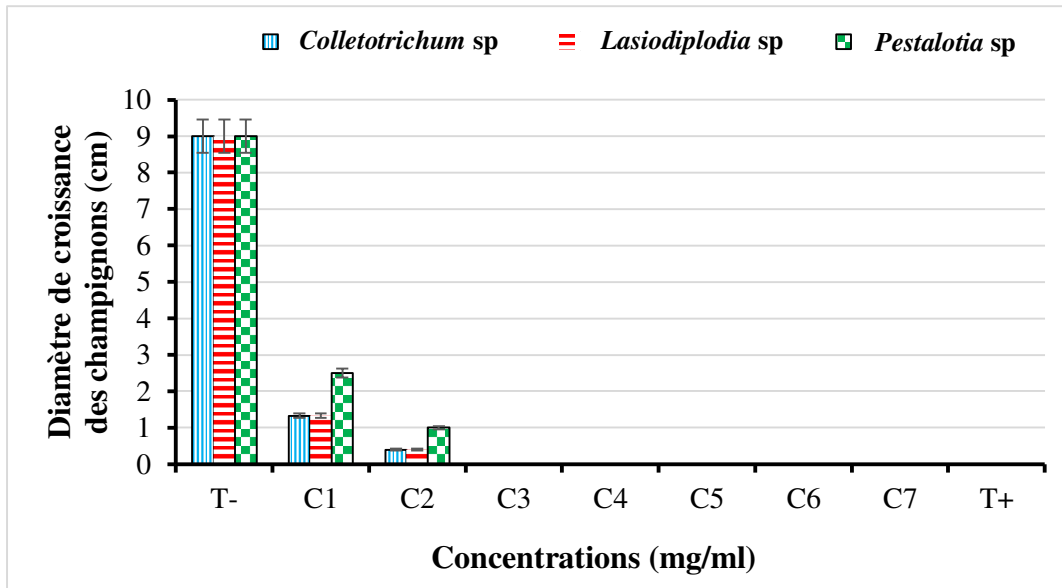


Figure 60 : Diamètre de croissance des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanologique de *N. latifolia*

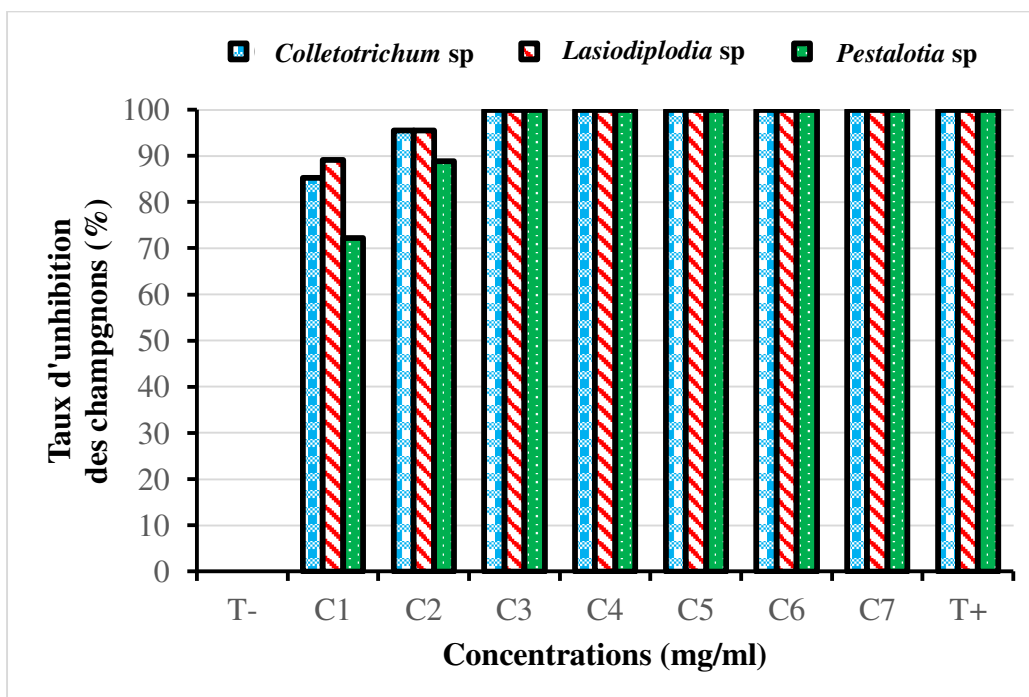


Figure 61 : Taux d'inhibition des champignons en fonction des concentrations de l'extrait éthanologique de *N. latifolia*

3.1.4.5. Effet préventif de l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* contre l'antracnose *in vivo*

3.1.4.5.1. Prévalence de la maladie

Le temps de latence a été plus court dans les lots de plants non traités comparativement aux lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* ou l'huile essentielle de *O. gratissimum* avant l'inoculation. Les plants des lots non traités avant l'inoculation ont présenté des symptômes de maladie au cours de la première semaine (T5). Aucun symptôme caractéristique n'a été observé dans les lots de plants non inoculés (T0 ; T2 et T4) entre la première et la cinquième semaine. Dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ou l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*, des symptômes ont été observés entre la deuxième et la troisième semaine après inoculation (Figure 62).

Les valeurs de la prévalence enregistrées ont mis en évidence une évolution rapide de la maladie dans les lots de plants non traités avant l'inoculation. Dans ces lots, la prévalence est passée de 0 à 75,25 % entre la première et la troisième semaine. Elle atteint 100 % à partir de la quatrième semaine.

La maladie a évolué lentement dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* ou l'huile essentielle de *O. gratissimum* avant l'inoculation. Dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia*, la prévalence est passée de 0 à 20 % entre la deuxième et la cinquième semaine après inoculation. Dans ce même intervalle de temps, elle est passée de 0 à 15 % dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* avant inoculation. L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre la prévalence enregistrée dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* et ceux traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* avant l'inoculation ($P < 0,01$).

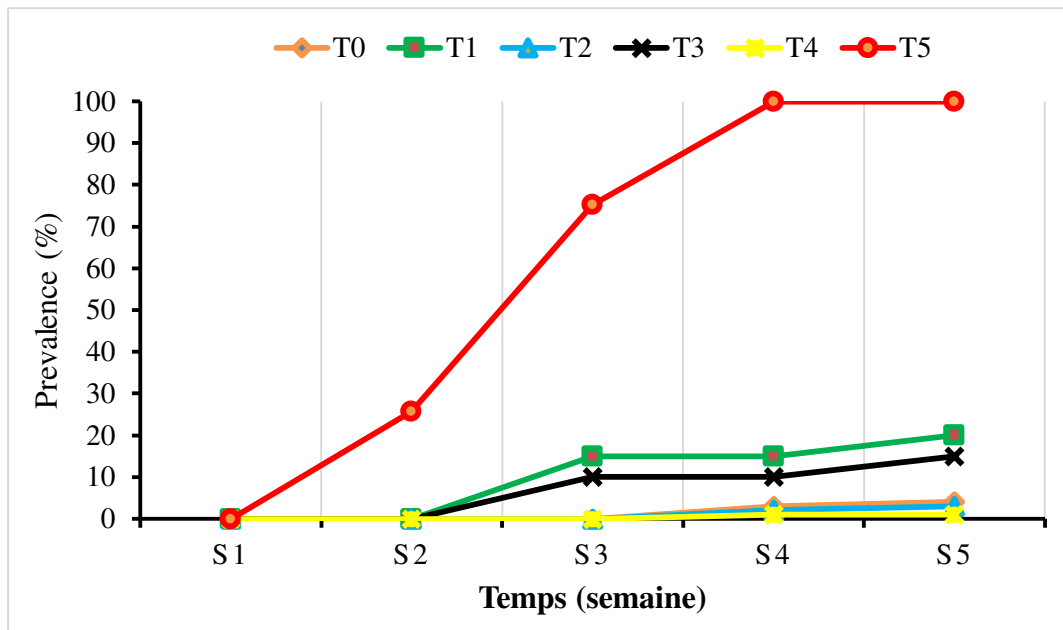


Figure 62 : Prévalence de la maladie en fonction du temps

T0 : Plants non traités non inoculés ; **T1** : Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* avant l'inoculation ; **T2** : Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* et non inoculés ; **T3** : Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* avant l'inoculation ; **T4** : Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* et non inoculés ; **T5** : Plants non traités avant l'inoculés.

S1 : Première semaine ; **S2** : Deuxième semaine ; **S3** : Troisième semaine ; **S4** : Quatrième semaine ; **S5** : Cinquième semaine

3.1.4.5.2. Indice de sévérité de la maladie sur les jeunes plants d'anacardier

La maladie a été plus sévère dans les lots de plants inoculés non traités (T5). Dans ces lots, l'indice de sévérité est passé de 0 à 10 % entre la première et la deuxième semaine. Dans ce même intervalle de temps, la sévérité a été nulle dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ou l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* avant l'inoculation. La maladie a été absente dans les lots de plants non inoculés (Figure 63).

La maladie a été très sévère dans les lots de plants inoculés non traités entre la deuxième et la cinquième semaine. Au cours de cette période, l'indice de sévérité de la maladie est passé de 10 à 75 %. Dans le même intervalle de temps, la maladie a été moins sévère dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* ou l'huile essentielle de *O. gratissimum* avant inoculation. L'indice de sévérité est passé de 0 à 15 % dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* entre la deuxième et la cinquième semaine. Dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum*, l'indice de sévérité est passé de 0 à 5 % entre la deuxième et la cinquième semaine.

L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre l'indice de sévérité enregistré dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* et ceux traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* avant l'inoculation ($P < 0,01$).

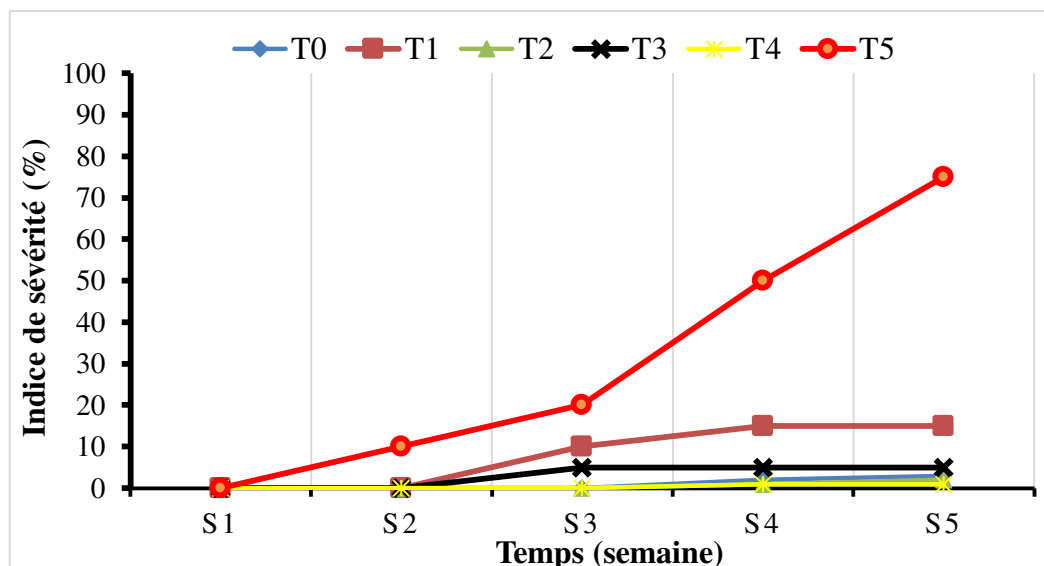


Figure 63 : Indice de sévérité de la maladie en fonction du temps

T0 : Plants non traités non inoculés ; **T1 :** Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* avant l'inoculation ; **T2 :** Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* et non inoculés ; **T3 :** Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* avant l'inoculation ; **T4 :** Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* et non inoculés ; **T5 :** Plants non traités avant l'inoculés ; **S1 :** Première semaine ; **S2 :** Deuxième semaine ; **S3 :** Troisième semaine ; **S4 :** Quatrième semaine ; **S5 :** Cinquième semaine

3.1.4.6. Effet curatif de l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* contre l'antracnose *in vivo*

3.1.4.6.1. Prévalence de la maladie

Le temps de latence a été plus court dans les lots de plants non traités comparativement aux lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* (T1) ou l'huile essentielle de *O. gratissimum* (T3) après l'inoculation. Les plants des lots non traités après l'inoculation ont présenté des symptômes de maladie au cours de la première semaine (T5). Aucun symptôme caractéristique n'a été observé dans les lots de plants non inoculés (T0 ; T2 et T4) entre la première et la cinquième semaine. Dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ou l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*, des symptômes ont été observés entre la deuxième et la troisième semaine après inoculation (Figure 64).

Les valeurs de la prévalence enregistrées ont mis en exergue une évolution rapide de la maladie dans les lots de plants non traités après l'inoculation. Dans ces lots, la prévalence est passée de 0 à 55,55 % entre la première et la troisième semaine. Elle atteint 100 % à partir de la quatrième semaine.

La maladie a évolué lentement dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* ou l'huile essentielle de *O. gratissimum* après l'inoculation. Dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia*, la prévalence est passée de 0 à 20 % entre la deuxième et la cinquième semaine après inoculation. Dans ce même intervalle de temps, elle est passée de 0 à 18,75 % dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* après inoculation. L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre la prévalence enregistrée dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* et ceux traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* après l'inoculation ($P < 0,01$).

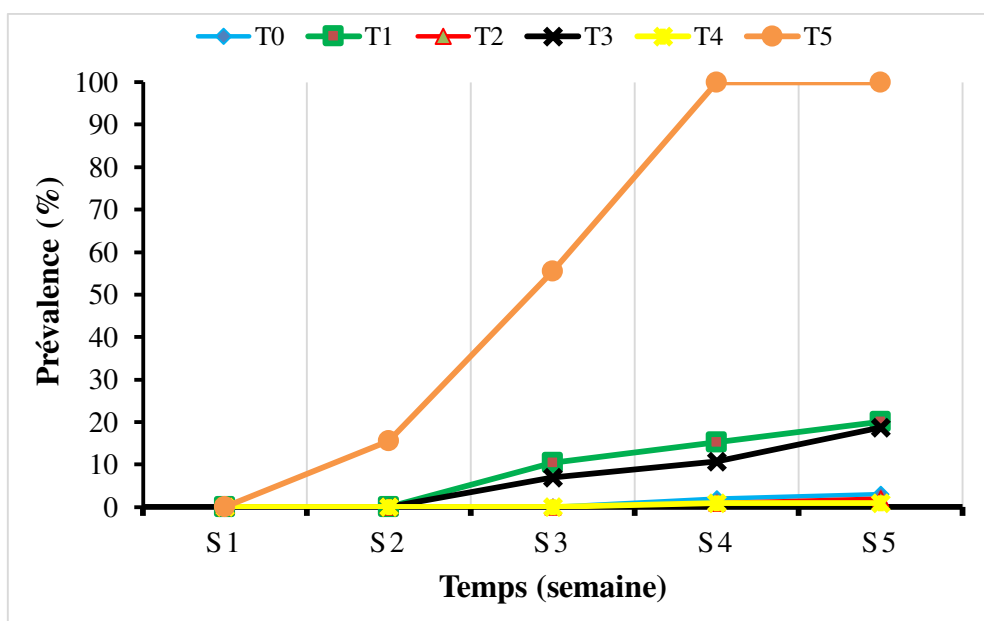


Figure 64 : Prévalence de la maladie en fonction du temps

T0 : Plants non inoculés non traités ; **T1 :** Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* après l'inoculation ; **T2 :** Plants non inoculés traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ; **T3 :** Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* après l'inoculation ; **T4 :** Plants non inoculés traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* ; **T5 :** Plants inoculés non traités.

S1 : Première semaine ; **S2 :** Deuxième semaine ; **S3 :** Troisième semaine ; **S4 :** Quatrième semaine ; **S5 :** Cinquième semaine

3.1.4.6.2. Indice de sévérité

La maladie a été plus sévère dans les lots de plants inoculés non traités (T5). Dans ces lots, l'indice de sévérité est passé de 0 à 20 % entre la première et la deuxième semaine. Dans ce même intervalle de temps, la sévérité a été nulle dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ou l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* après l'inoculation (T1 et T3). Dans les lots de plants d'anacardier non inoculés (T0, T2 et T4), la maladie a été absente (Figure 65).

La maladie a été très sévère dans les lots de plants inoculés non traités entre la deuxième et la cinquième semaine. Au cours de cette période, l'indice de sévérité de la maladie est passé de 10 à 75 %. Dans le même intervalle de temps, la maladie a été moins sévère dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* ou l'huile essentielle de *O. gratissimum* après inoculation. Entre la deuxième et la troisième semaine, l'indice de sévérité de la maladie est passé de 0 à 13 % dans les lots de plants traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* entre. Dans ces lots, l'intensité de la maladie a baissé entre la deuxième et la cinquième semaine.

La sévérité de la maladie qui était de 13 % à la deuxième semaine a chuté à 10 % pendant la cinquième semaine. Entre la deuxième et la troisième semaine, l'indice de sévérité de la maladie est passé de 0 à 10 % dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum*. Dans ces lots de plants, l'intensité de la maladie a baissé entre la deuxième et la cinquième semaine. L'indice de sévérité de la maladie a chuté de 10 à 5 % entre la troisième et la cinquième semaine. L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre l'indice de sévérité enregistré dans les lots de plants traités avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* et ceux traités avec l'extrait aqueux de *N. latifolia* après l'inoculation ($P < 0,01$).

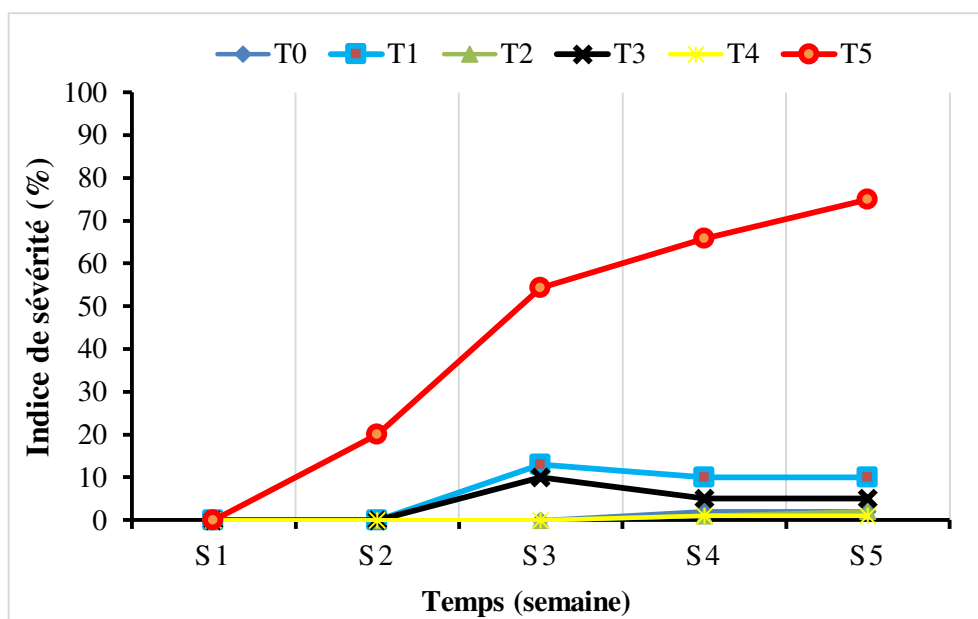


Figure 65 : Indice de sévérité de la maladie en fonction du temps

T0 : Plants non inoculés non traités ; **T1** : Plants traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* après l'inoculation ; **T2** : Plants non inoculés traités avec l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia* ; **T3** : Plants traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* après l'inoculation ; **T4** : Plants non inoculés traités avec l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* ; **T5** : Plants inoculés non traités.

S1 : Première semaine ; **S2** : Deuxième semaine ; **S3** : Troisième semaine ; **S4** : Quatrième semaine ; **S5** : Cinquième semaine

3.2. Discussion

3.2.1. Caractéristiques des adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier

Lorsqu'une plante est malade, elle l'exprime par l'apparition de symptôme sur au moins un de ses organes. Ce dernier présente un aspect différent du phénotype normal connu. Le symptôme exprimé peut être attribué à plusieurs microorganismes. L'analyse microbiologique permet de déterminer le pathogène responsable de l'anomalie observé sur la plante.

Les inventaires réalisés dans les vergers d'anacardier des zones agroécologiques Nord, Centre, Centre-ouest et Est du bassin anacardier ivoirien, ont permis de recenser une diversité d'adventices présentant des symptômes de maladie. Ces adventices appartiennent à plusieurs familles dont les plus rencontrées sont les Fabaceae (16 espèces), les Asteraceae (4 espèces), les Euphorbiaceae (3 espèces), les Moraceae (3 espèces) et les Poaceae (3 espèces). Les adventices symptomatiques les plus rencontrées dans les vergers sont *Daniellia oliveri*, *Isoberlinia doka*, *Pterocarpus erinaceus*, *Vitellaria paradoxa*, *Blighia sapida*, *Albizia zygia* et *Terminalia schimperiana*. Elles pourraient être des hôtes potentiels d'agents pathogènes et constituer des sources d'inoculum secondaire dans les cultures d'anacardier. Ce qui constituerait une double contrainte liée à l'enherbement sur la productivité des vergers d'anacardier ivoiriens déjà parasités par plusieurs insectes ravageurs et maladies dont les plus redoutables sont d'ordre fongiques (N'dépo *et al.* 2017 ; Soro *et al.* 2015). La capacité des adventices à héberger des pathogènes a été démontrée dans des cultures autres que l'anacardier. Traoré *et al.* (2013) ont collecté 31 échantillons appartenant à cinq espèces d'adventices hôtes de la virose dans les cultures de Solanaceae en Côte d'Ivoire. Au Maroc, Aroussi & Barkati (2018) ont identifié huit adventices hôtes de maladie fongique dans la zone aride de M'sila. Le nombre d'adventices symptomatiques identifiées dans cette étude (54 espèces d'adventice) est supérieur à ceux obtenus par Traoré *et al.* (2013) et Aroussi & Barkati (2018). Cette différence pourrait s'expliquer par la taille des parcelles prospectées, la spéculation, la nature de l'agent pathogène, la période de prospection et les conditions pédoclimatiques.

Les feuilles des adventices de la famille des Fabaceae, Dicotylédones arbustes ont présenté plus de symptômes d'infection que celles des lianes et des Monocotylédones dans les vergers d'anacardier.

La forte présence des symptômes sur les Dicotylédones arbustes pourrait s'expliquer par la structure, la forme de leurs feuilles ou la composition du bois qui les constitue. En effet, les feuilles des Dicotylédones ont généralement une large surface et une structure complexe. Ces caractéristiques leur permettent de maintenir de l'humidité favorable au développement des microorganismes notamment les champignons. Leur bois est riche en lignines, en protéines et en sucres qui sont indispensables au développement des champignons. En outre, les Dicotylédones de par leur taille, sont plus proches du feuillage des anacardiés. Cette proximité additionnée à leur compatibilité faciliterait un échange d'inoculum avec l'anacardier. Contrairement aux Monocotylédones, les Dicotylédones sont en majorité des repousses d'arbre ou d'arbuste qui résistent aux herbicides et ont une grande capacité de repousser après les opérations de désherbage manuel. Kalaiivanan & Saroj (2017) ont soutenu que le désherbage des vergers anacardiés se fait manuellement, mécaniquement ou chimiquement. Traoré *et al.* (2010) ont montré que l'aptitude de résistance des Dicotylédones à l'effet du travail de sol explique leur dominance sur les parcelles cultivées. Ce point de vue est également soutenu par Rahali *et al.* (2010) qui ont rapporté que le travail du sol dans les parcelles cultivées est défavorable aux Monocotylédones.

Le nombre d'adventices présentant un symptôme d'infection diffère d'une zone à l'autre. Mais, ceux des zones Centre, Centre-ouest et Est sont supérieurs à celui du Nord. Cette différence pourrait s'expliquer par les conditions pédoclimatiques et le niveau d'entretien des vergers. La zone agroécologique Nord est relativement moins humide que les autres. Le faible niveau d'humidité dans les vergers d'anacardier limiterait le développement de certains microorganismes. Les vergers d'anacardier des zones agroécologiques Centre, Centre-Ouest et Est où un plus grand nombre d'espèces d'adventices a été recensé, étaient plus enherbés et moins entretenus. En revanche, les vergers de la zone agroécologique Nord étaient moins enherbés et mieux entretenus. Ces résultats corroborent ceux de Soro *et al.* (2020) qui ont montré que le niveau sanitaire des vergers peut être influencé par les conditions pédoclimatiques et les pratiques culturales adoptées.

Les différentes formes de symptôme sur les adventices ont été décrites selon leurs formes et leurs couleurs sur les organes dans les vergers. Cette étude a permis de détecter une diversité de formes de symptômes sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Ainsi, six formes de symptômes de maladie ont été recensées dans les vergers étudiés. Ce sont des plages de nécroses, des points nécrotiques, des taches nécrotiques en cercles concentriques, des dépôts de poudre blanche, de dépôt de poudre rougeâtre et de nécrose apicale foliaire. Cette

diversité de formes de symptômes sur les adventices serait due à l'implication de divers pathogènes dans l'infection des adventices sous anacardier. Ces résultats corroborent ceux de Mira *et al.* (2021) qui ont observé différentes formes de symptômes sur les adventices dans les cultures.

Les plages de nécroses sous forme de brûlures sur les feuilles des adventices dans les vergers d'anacardier seraient dues à l'anthracnose. Selon Afouda *et al.* (2013) l'anthracnose se manifeste par des plages brunes évoluant sous forme de brûlures sur les feuilles de l'anacardier. Ce symptôme a également été identifié sur l'anacardier en Côte d'Ivoire comme symptôme de l'anthracnose par Silué *et al.* (2017) et Soro *et al.* (2022). Koné *et al.* (2015) et Soro *et al.* (2022) ont identifié respectivement les dépôts de poudre rougeâtre et les dépôts de poudre blanche sur les feuilles de l'anacardier en Côte d'Ivoire. Wonni *et al.* (2017) ont rapporté que les dépôts de poudre rougeâtre sur les feuilles de l'anacardier constituent la rouille de l'anacardier au Burkina Faso.

Cette étude a révélé la présence de champignons sur les adventices symptomatiques dans les vergers d'anacardier. Le taux de présence global des champignons sur les adventices a été de 83,33 %. Ce taux élevé confirmerait l'implication des champignons phytopathogènes dans l'induction de la majorité des symptômes identifiés sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Ces résultats pourraient s'expliquer par la sensibilité des adventices aux champignons phytopathogènes dans les vergers d'anacardier. A notre connaissance, il s'agit de la première étude du genre réalisée dans les vergers d'anacardiens en Côte d'Ivoire. Ailleurs, la sensibilité des adventices aux champignons phytopathogènes dans d'autres cultures a été démontré dans plusieurs études antérieures (Sales *et al.*, 2012 ; Vasconcelos *et al.*, 2012 ; Olivera *et al.*, 2018 ; Kumar *et al.*, 2022). Triolet *et al.* (2022) ont montré la présence de divers genres fongiques sur les adventices présentant différentes formes de symptômes en Inde. Zinssou *et al.* (2021) ont montré la présence de trois espèces de champignons sur *Vitellaria paradoxa* à partir de trois différentes formes de symptômes au Bénin. Des résultats similaires ont été obtenus par Alvarado-Huaman *et al.* (2019) sur *Cyathula achyranthoides* (Kunth) et *Chromoleana laevigata* (Lam.) infectées par *Cercospora coffeicola*, champignon responsable de la tache de fer du Caféier au Pérou. Ces auteurs ont rapporté que *Colletotrichum* sp isolé sur l'adventice *Anthurium croatii* est responsable de l'anthracnose du Caféier. Dentika *et al.* (2021) ont montré la sensibilité des adventices à l'anthracnose dans les champs d'igname en Guadeloupe. Ils ont rapporté que les adventices ayant une prévalence élevée de l'anthracnose dans les champs d'igname étaient susceptibles

d'augmenter les risques de propagation de la maladie.

Le taux de présence global des champignons sur les adventices est inférieur à 100 %, cela indique une possible présence d'autres types de pathogènes sur les adventices. Traoré *et al.* (2013) ont montré la présence des virus sur les adventices en Côte d'Ivoire.

Cette étude montre la présence d'une diversité d'espèces d'adventices présentant des symptômes de maladie dans les vergers d'anacardier. Ces adventices présentent diverses formes de symptômes. Ces symptômes sont majoritairement provoqués par des champignons. Les champignons présents sur les adventices dans les vergers pourraient être les mêmes que ceux déjà identifiés sur l'anacardier en Côte d'Ivoire.

3.2.2. Flore fongique présente sur les adventices dans les vergers d'anacardier

La nuisibilité directe des adventices dans une culture est liée à la compétition qu'elles mènent avec les plantes cultivées pour les nutriments indispensables à leur développement harmonieux. A cette contrainte, s'ajoute également la nuisibilité indirecte désignant la capacité des adventices à héberger d'autres bioagresseurs dans les cultures. Cette double contrainte des adventices dans les vergers d'anacardier peut être préjudiciable à la production de la noix de cajou.

L'analyse microbiologique réalisée pour la première fois sur les échantillons d'organes symptomatiques prélevés sur les adventices dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire, a montré qu'elles hébergent des champignons. Après identification, il ressort que ces champignons appartiennent à sept genres fongiques. Ce sont *Colletotrichum* sp, *Lasiodiplodia* sp, *Pestalotia* sp, *Curvularia* sp, *Alternaria* sp, *Cephaleuros virescens* et *Oidium anacardii*. Cette étude qui est la première du genre en Côte d'Ivoire, a montré qu'il existe une diversité d'agents pathogènes fongiques sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Par ailleurs, ces résultats mettent en lumière la nuisibilité indirecte des adventices dans les vergers d'anacardier investigués. Il existerait une compatibilité pathogénique entre les genres fongiques identifiés et les adventices dans les cultures d'anacardier. Les conditions pédoclimatiques qui prévalent dans les différentes zones agroécologiques investiguées seraient favorables à l'expression des champignons sur les adventices sensibles.

Les champignons identifiés appartiennent aux genres fongiques fréquemment identifiés sur l'anacardier. Cela constitue une contrainte pour la production de la noix de

cajou, dans la mesure où certains de ces champignons peuvent être des espèces pathogènes de l'anacardier. Les adventices qui les hébergent dans les vergers, pourraient constituer des sources d'inoculum capables d'accélérer la prolifération des maladies fongiques dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire. Dentika *et al.* (2021) ont identifié *Colletotrichum* sur les adventices dans les champs d'igname en Guadeloupe. Soro *et al.* (2022) ont montré la présence d'une diversité d'espèce de *Colletotrichum* sur l'anacardier en Côte d'Ivoire. Au Burkina Faso, *Alternaria* sp et *Curvularia* sp ont également été identifiés sur l'anacardier (Wonni *et al.*, 2017).

Cette étude a également montré que les genres *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* et *Pestalotia* sont les plus présents sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Ils ont été isolés respectivement sur 32 ; 26 et 14 espèces d'adventices. La forte présence de ces genres sur les adventices pourrait s'expliquer par leur capacité à contourner les mécanismes de défense mis en place par diverses espèces végétales. Kouadia *et al.* (2019) ont montré que les champignons du genre *Colletotrichum* peuvent infecter plusieurs espèces végétales.

La diversité d'hôtes de *Colletotrichum* et de *Lasiodiplodia* a été rapportée par Figueiredo *et al.* (2012), Yéo *et al.* (2024) et Maciel *et al.* (2015). Par ailleurs, Chliyeh *et al.* (2014) et Madhi *et al.* (2016) ont mis en évidence le caractère pathogène de *Pestalotia* sp sur diverses plantes.

Cette étude a montré que les genres *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* et *Pestalotia* sont les plus fréquents dans toutes les zones agroécologiques. Ce résultat pourrait s'expliquer par la capacité de ces champignons à s'adapter à différentes conditions pédoclimatiques. Dianda *et al.* (2018) ont montré la capacité de *Lasiodiplodia theobromae* et de *Pestalotiopsis microspora* à induire le dessèchement du manguier dans quatre différentes provinces du Burkina Faso. Plusieurs études ont montré que le complexe *Colletotrichum gloeosporioides* est responsable de l'anthracnose de l'anacardier dans différentes zones de production (Afouda *et al.*, 2013 ; Koné *et al.*, 2015 ; Wonni *et al.*, 2017).

Les autres genres fongiques à savoir *Oidium*, *Alternaria*, *Curvularia* et *Cephaleuros* ont été occasionnellement isolés sur les échantillons symptomatiques prélevés sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Ils pourraient être des champignons saprophytes sur les adventices. La majorité des espèces d'adventices dans les vergers d'anacardier résisterait à leurs différentes attaques.

Il s'agit de la première étude qui montre la présence d'une diversité de champignons

sur les adventices dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire. Ils appartiennent aux genres fongiques identifiés sur l'anacardier. La présence dans les vergers, des espèces d'adventices qui les hébergent constitue une menace pour la production de la noix de cajou, surtout si leur pathogénicité sur l'anacardier est avérée. Elle sera d'autant plus préoccupante si la transmission de champignons pathogènes entre les adventices malades et l'anacardier est possible *in situ*.

3.2.3. Pouvoir pathogène des champignons présents sur les adventices dans les vergers d'anacardier

L'utilisation de matériel végétal de bonne qualité physiologique et exempt de maladie, permet de mieux juger du pouvoir pathogène de l'inoculum fongique dans un test de pathogénicité. Les plants d'anacardier utilisés pour la réalisation des tests *in vivo* et *in situ*, ont été issus de noix de cajou ayant un taux de germination supérieur à 90 %. Ce qui atteste de leur bonne qualité physiologique et sanitaire pour la production de plants exempts de maladie. Ce taux de germination élevé pourrait s'expliquer par l'origine des semences. Elles ont été collectées dans les vergers expérimentaux de l'Axe Défense de la Culture du Programme National de Recherche sur l'Anacarde. Ces vergers bénéficient d'un suivi sanitaire régulier qui permet de réduire les risques de contamination des noix. Ce fort taux de germination serait également lié à la qualité du substrat utilisé pour le semis. Un substrat bien stérilisé est exempt de pathogènes capables d'infecter les noix semées. Thiocone *et al.* (2024) ont obtenu un pourcentage de germination des noix de cajou variant entre 23,08 % et 64,62 %. Les valeurs des variables mesurées varient selon les essais. Cette variation serait due à la provenance des noix de cajou utilisées lors des différents essais. Les vergers dans lesquels les noix ont été collectées appartiennent à différentes zones agroécologiques. Selon plusieurs auteurs la provenance de la noix de cajou peut influencer sa germination. Ouattara *et al.* (2013) et Touré *et al.* (2018) ont rapporté que la localisation et la provenance influencent les performances et la capacité de germination des graines des espèces végétales. Aref *et al.* (2011) soutiennent que les conditions environnementales dans lesquelles les semences ont été produites peuvent avoir un effet sur la germination.

Cette étude a également montré que les adventices infectées transmettent les pathogènes fongiques aux anacardiens sains. L'évolution de la maladie sur l'anacardier, diffère selon l'espèce de la plante adventice infectée. En effet, l'évolution de l'infection a été plus rapide sur les plants mis en contact avec *Daniellia oliveri* comparativement aux autres.

Ce résultat pourrait s'expliquer par une quantité élevée de spores fongiques libérées par les champignons qu'elle héberge. Les pathogènes fongiques associés à cette plante auraient une sporulation rapide. De ce fait, *D. oliveri* est un danger potentiel pour la production de la noix de cajou. Son retrait en vue d'une meilleure gestion des infections fongiques dans le verger est nécessaire. Par contre, l'évolution de l'infection sur les anacardiens en contact avec *Blighia sapida* était faible. Les champignons présents sur cette espèce auraient une sporulation tardive. Cette variation pourrait s'expliquer par la différence de la composition physicochimique des plantes infectées. La sporulation est nécessaire au transfert des spores fongiques entre les plantes. Madelin (1994) a rapporté qu'elle a lieu lorsque les conditions de vie deviennent défavorables au champignon. Les substances nécessaires au développement des champignons s'épuiseraient plus vite chez certaines adventices infectées que d'autres.

L'analyse microbiologique des échantillons prélevés sur les jeunes plants d'anacardier mis en contact avec les adventices malades a permis d'isoler les champignons du genre *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Pestalotia* et *Oidium*. Ce résultat pourrait expliquer le caractère pathogène de ces champignons aussi bien pour les adventices que pour l'anacardier. Les autres genres fongiques tels que *Alternaria*, *Curvularia* et *Cephaleuros* qui n'ont pas été transmis seraient des champignons saprophytes. Pourtant, Wonni *et al.* (2017) ont montré que *Alternaria* et *Curvularia* sont responsables de pathologie fongique de l'anacardier au Burkina Faso. De même, Afouda *et al.* (2013) ont rapporté que *Cephaleuros virescens* est responsable de la rouille rouge de l'anacardier au Bénin. Ce résultat serait également dû aux conditions environnementales qui n'auraient pas été favorables à l'expression de ces champignons. Un pathogène virulent, a besoin d'un environnement favorable pour causer la maladie sur un hôte sensible. Les adventices malades sélectionnées pour le test ne seraient pas des hôtes de *Alternaria*, *Curvularia* et *Cephaleuros*. Ce qui expliquerait leur absence sur les jeunes d'anacardiens mis en contact avec les adventices malades.

Par ailleurs, cette étude a montré que tous les isolats de *Colletotrichum* testés *in vivo*, ont induit des symptômes d'infection sur les jeunes plants d'anacardier. Le réisolement à partir des échantillons symptomatiques a permis d'obtenir les isolats initiaux. Ce résultat prouve que les isolats de *Colletotrichum* sp inoculés aux jeunes plants sont pathogènes de l'anacardier. Les symptômes identifiés sur les anacardiens étaient des points nécrotiques noirs et des plages de nécroses rougeâtres évoluant sous forme de brûlure sur les feuilles. Ces symptômes sont similaires à ceux de l'anthracnose décrits sur l'anacardier par Afouda *et al.*

(2013), Silué *et al.* (2017) et Soro *et al.* (2022). Ces auteurs ont rapporté que *Colletotrichum gloeosporioides* est responsable de l'antracnose de l'anacardier au Bénin et en Côte d'Ivoire. Les adventices hôtes des isolats fongiques testés seraient des hôtes alternatifs de l'antracnose dans les vergers d'anacardier. Elles sont des sources d'inoculum fongique dans les vergers d'anacardier. Ainsi, elles contribuent à la prolifération des champignons pathogènes en occurrence *Colletotrichum* dans les vergers. Grâce à cette étude, ces adventices ont été identifiées. Il s'agit notamment de *D. oliveri*, *V. paradoxa*, *M. pruriens*, *B. sapida*, *A. zygia* et *P. erinaceus* qui sont fréquemment rencontrées dans les vergers d'anacardier investigués. Elles sont généralement conservées dans les vergers par les producteurs pour leur intérêt économique, alimentaire et médicinal (Konaté *et al.*, 2021). Selon, Tittikpina *et al.* (2014) et Panla *et al.* (2023) *Daniellia oliveri* et *Pterocarpus erinaceus* sont utilisées par les populations dans le traitement de certaines maladies au Togo.

Cette étude met en exergue, la diversité d'hôtes de *Colletotrichum* dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire. Cette diversité d'hôtes pourrait s'expliquer par la capacité des champignons du genre *Colletotrichum* à infecter plusieurs espèces de plantes. Sanders *et al.* (2003) et Pandey *et al.* (2012) ont montré que *Colletotrichum gloeosporioides* est un champignon pathogène du manguier et de l'avocatier. Les douze isolats testés appartiendraient au complexe *C. gloeosporioides*. Muntala *et al.* (2021) ont montré la présence des symptômes de l'antracnose sur les jeunes plants d'anacardier inoculés avec une suspension sporale de *Colletotrichum gloeosporioides* au Ghana.

Une différence en virulence a été notée entre les isolats. Les isolats ColE2 et ColE3 présents respectivement sur *V. paradoxa* et *A. zygia* dans la zone agroécologique Est et l'isolat ColN1 présent sur *D. oliveri* dans la zone agroécologique Nord ont été les plus virulents. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les isolats proviennent des espèces différentes d'une part et de leur appartenance à différentes zones agroécologique d'autre part. Kouamé *et al.* (2011) ont rapporté une différence de virulence entre deux isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* inoculés à des mangues de la variété keitt. Ces résultats pourraient aussi être liés aux caractéristiques phénotypiques des isolats qui peuvent varier en fonction des conditions environnementales du milieu ou de la composition physicochimique de l'hôte. Cette variation aurait un effet sur le pouvoir pathogène des champignons. Photita *et al.* (2005) et Martinez *et al.* (2009) ont rapporté qu'une variation de la couleur du mycélium du blanc au gris ou du rose à l'orange est possible et que ces variations sont dues à la plante hôte, à la nature de la souche et des conditions environnementales.

Les champignons ré-isolés sur les feuilles d'anacardiers infectées ont été identiques aux isolats d'origines. Ces résultats prouvent que les champignons testés sont pathogènes de l'anacardier. Ils sont la preuve de les responsables de l'antracnose peuvent être hébergés par des espèces d'adventices dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire.

Les isolats de *Lasiodiplodia* testés ont induit des symptômes de brunissement sur les tiges, de flétrissement des feuilles et de flétrissement général suivi de la mort des anacardiers. Les champignons isolés sur les plants d'anacardier infectés ont été identiques aux isolats initiaux. Cette étude montre que les isolats de *Lasiodiplodia* présents sur les adventices dans les vergers sont pathogènes de l'anacardier. Ces isolats pourraient appartenir à l'espèce *Lasiodiplodia theobromae*. Farr & Rossman (2022) ont montré que *Lasiodiplodia theobromae* est un agent pathogène fongique commun de diverses plantes hôtes. Wonni *et al.* (2017) et Aguilera-Cogley *et al.* (2022) ont rapporté que *Lasiodiplodia theobromae* est respectivement responsable de la gommose et du chancre des branches de l'anacardier. Soro *et al.* (2020) ont montré que *Lasiodiplodia* sp est associé au dessèchement des bourgeons foliaires de l'anacardier. Ce champignon a également été identifié sur des plantes autres que l'anacardier. Ainsi, Dianda *et al.* (2018) ont montré que *Lasiodiplodia theobromae* est responsable du dessèchement du manguier au Burkina Faso. Cependant, d'autres espèces de *Lasiodiplodia* pourraient être associées aux infections des plantes. Thangarajah & Emmanuel (2024) ont également identifié des champignons de genre *Lasiodiplodia* sur les plants de *Aloe vera* au Sri Lanca. La diversité d'hôtes de *Lasiodiplodia* dans les cultures a été signalée au Mexique par Picos-Muñoz *et al.* (2015).

L'évaluation des paramètres sanitaires a montré une différence de virulence entre les isolats de *Lasiodiplodia* sp présents sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Cette différence serait due à une diversité d'espèces au sein des isolats présents sur les adventices. Plusieurs espèces de *Lasiodiplodia* ont été identifiées sur diverses espèces de plantes avec des niveaux de virulence variés. Rangel-montoya *et al.* (2021) ont montré que *Lasiodiplodia theobromae* est un complexe qui renferme plus d'une espèce. Ils ont identifié quatre espèces de *Lasiodiplodia* dans les vignobles de Mexique. Il s'agit de *Lasiodiplodia exigua*, *L. brasiliensis*, *L. crassispora* et *L. gilanensis*. Ces auteurs ont observé une différence de virulence entre les espèces identifiées. Les espèces *L. brasiliensis* et *L. gilanensis* étaient très virulentes, alors que l'espèce *Lasiodiplodia exigua* était très répandue, mais moins virulente que les deux précédentes.

Hernández-Ramírez *et al.* (2022) ont identifié et caractérisé des isolats de *Lasiodiplodia* sur *Guarianthe skinnerie* Dressler & W.E. Higgins (Orchidaceae) au Mexique. Ces auteurs ont rapporté que cinq des isolats caractérisés, appartenaient à l'espèce *Lasiodiplodia theobromae*, tandis que trois autres ont été classées *Lasiodiplodia* sp. Selon Neto *et al.* (2024), *Lasiodiplodia hormozganensis* est un pathogène fongique de l'*Aloe vera* au Brésil. Qiao *et al.* (2022) ont également identifié deux nouvelles espèces de *Lasiodiplodia* sur *Acer truncatum* et *Cotinus coggygia* en Chine. Ces nouvelles espèces sont *Lasiodiplodia acerina* G.H. Qiao & W.T. et *Lasiodiplodia cotini* G.H. Qiao & W.T. La diversité des champignons du genre *Lasiodiplodia* a également été rapportée par Thangarajah & Emmanuel (2024). Au Cameroun, *Lasiodiplodia theobromae* est également identifié comme responsable du Dieback du cacoyer (Mbenouna *et al.*, 2008).

L'anthracnose et la gommose sont deux maladies fongiques redoutables de l'anacardier en Côte d'Ivoire. Elles sont causées par les champignons du genre *Colletotrichum* et *Lasiodiplodia*. Cette étude a démontré la présence des adventices hôtes alternatifs de ces champignons pathogènes dans les vergers d'anacardier. Ces dernières constituent des sources d'inoculum capables d'accélérer la prolifération des maladies et d'accroître leur impact sur la production de la noix de cajou. Cette découverte ouvre de nouvelles pistes de contrôle des maladies fongiques dans les vergers d'anacardier. Elles permettent de réduire l'usage abusif des produits chimiques dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire, pour une production de noix de cajou de bonne qualité sanitaire et nutritionnelle.

3.2.4. Activité antifongique des extraits de plantes

L'usage abusif des pesticides chimiques dans la protection des cultures, engendre des dommages environnementaux et sanitaires perceptibles à tous les niveaux. La lutte biologique à base d'extrait de plante se présente comme une excellente alternative. Les plantes ayant un bon rendement en extrait végétal et une bonne activité antifongique sont de bonnes candidates pour l'élaboration de fongicide biologique.

L'étude a montré que le rendement en extrait aqueux des différentes plantes est meilleur que celui de l'extrait éthanolique. Les rendements les plus élevés (extraits aqueux ou éthanolique) ont été obtenu avec *Nauclea latifolia*. Ce résultat pourrait s'expliquer par la nature des solvants utilisés et la composition physicochimique des différentes plantes. Certains solvants seraient plus favorables à la libération de métabolites secondaires que

d'autres. Okou *et al.* (2018) ont obtenu un rendement de 34 % en extrait aqueux des feuilles de *Solanum torvum* Swartz contre 26 % pour l'extrait éthanolique.

Ouattara *et al.* (2019) ont obtenu un rendement de 32 % pour l'extrait aqueux de *Erigeron floribundus* contre 26 % pour son extrait éthanolique.

L'évaluation de l'activité antifongique *in vitro* des extraits végétaux a mis en exergue leur capacité à réduire la croissance de *Colletotrichum*, de *Lasiodiplodia* et de *Pestalotia*. Les extraits aqueux et éthanolique de *N. latifolia* ont été aussi efficace que le produit de référence à partir de la concentration (C3 = 0,94 mg/ml). Cette plante serait riche en composés bioactifs capables d'inhiber la croissance des pathogènes fongiques. Ce résultat met en évidence le potentiel antifongique des extraits de *N. latifolia* sur la croissance des pathogènes fongiques. Thangara *et al.* (2000) ont rapporté que l'activité d'une substance végétale est liée à sa composition en principes actifs. Deeni & Hussain (1991) ont rapporté que les extraits hydro-alcooliques obtenus à partir de feuilles de *N. latifolia* ont des propriétés antimicrobiennes.

L'évaluation de l'efficacité de l'extrait aqueux de *Nauclea latifolia in vivo*, a montré qu'il possède un effet préventif et curatif sur l'anthracnose. Il a montré une efficacité proche de celle de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* utilisée comme produit de référence. L'extrait aqueux de *N. latifolia* inhiberait la germination des spores de *Colletotrichum*, champignon responsable de l'anthracnose de l'anacardier. Cette efficacité de l'extrait aqueux de *N. latifolia* pourrait s'expliquer par sa richesse en composés phénoliques ayant une activité antifongique. Les champignons du genre *Colletotrichum* seraient sensibles aux extraits végétaux. Koné *et al.* (2024) ont montré que *Colletotrichum gloeosporioides* isolé sur le piment (*Piper nigrum*) est sensible à l'extrait aqueux de *Erigeron floribundus*.

Cette étude a également montré que *Lasiodiplodia* sp est plus sensible à l'extrait aqueux de *Cnestis ferruginea* que les autres genres fongiques étudiés. Les extraits (aqueux et éthanolique) de cette plante n'ont certes pas été aussi efficace que le produit de référence, mais ils ont réduit la croissance des champignons. Cette plante contiendrait des métabolites secondaires à effet fongicide. Nijveldt *et al.* (2001) soutiennent que les extraits produits à partir des organes de *C. ferruginea* sont riches en composés phénoliques tels que les flavonoïdes, les acides cinnamiques et les coumarines. Selon Boakye *et al.* (1975), les extraits aqueux et méthanoïque des racines, des feuilles et des tiges de *C. ferruginea* ont des propriétés anti-microbiennes. Cette plante peut également être valorisée dans la protection sanitaire du verger d'anacardier contre les maladies microbiennes.

Par ailleurs, l'étude a montré que l'efficacité des extraits végétaux augmente avec la concentration. Cela pourrait s'expliquer par une augmentation de la quantité de métabolites secondaires. Ouattara *et al.* (2019) ont montré que la croissance mycélienne de *Sclerotium rolfsii* et de *Colletotrichum musae* diminue avec l'augmentation de la concentration de l'extrait aqueux de *Erigeron floribundus* (Kunth.) Sch. Bip. (Asteraceae).

Cette étude a montré que l'extrait aqueux de *N. latifolia* a des propriétés fongicides proches de celle de l'huile essentielle de *O. gratissimum*. Cet extrait possède un effet préventif et curatif sur l'antracnose de l'anacardier. Il s'agit de la première utilisation des extraits de cette plante contre les champignons pathogènes de l'anacardier en Côte d'Ivoire. *N. latifolia* peut aider à formuler un biofongicide contre l'antracnose de l'anacardier.

**CONCLUSION
PERSPECTIVES
ET
RECOMMANDATIONS**

4.1. Conclusion et perspectives

En somme, cette étude a permis de mettre en exergue, la présence d'adventices hôtes de pathogènes fongiques de l'anacardier dans les vergers d'anacardier en Côte d'Ivoire. Elles sont majoritairement composées d'arbustes Dicotylédones de la famille des Fabaceae. Les symptômes qu'elles présentent sont des nécroses de différentes formes et des dépôts de poudres rougeâtres ou blanches. Ces derniers sont plus présents sur les feuilles. Les champignons qui leur sont associés appartiennent à sept genres. Il s'agit de *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Pestalotia*, *Cephaleuros*, *Oïdium*, *Curvularia* et *Alternaria*.

Dans toutes les zones agroécologiques couvertes par l'étude, *Colletotrichum* et *Lasiodiplodia* ont eu les fréquences d'isolement les plus élevées. Pourtant, ces deux sont reconnus comme les plus dommageables de l'anacardier en Côte d'Ivoire. Leurs isolats provenant des adventices ont infecté les plants d'anacardier *in vivo* après inoculation. Cela prouve que les adventices sur lesquelles ils ont été isolés sont des sources d'inoculum dans les vergers. Ce résultat est consolidé par celui du test d'inoculation croisée, réalisée en plantation qui a mis en évidence la transmission de *Colletotrichum* et *Lasiodiplodia* aux plants d'anacardier en contact avec les adventices infectées (*Daniellia oliveri*, *Vitellaria paradoxa*, *Blighia sapida*, *Millettia zechiana* et *Croton hirtus*). Outre la compétition, cette étude a montré que l'enherbement est un facteur important de la prolifération des maladies fongiques dans les vergers d'anacardier.

Par ailleurs l'étude a permis de mettre en exergue, le potentiel antifongique de *Nauclea latifolia*. En effet, ses extraits aqueux et éthanolique, inhibent à partir de la concentration 0,94 mg/l, la croissance *in vitro* des deux champignons pathogènes redoutables de l'anacardier en Côte d'Ivoire. De plus, l'efficacité de son extrait aqueux contre l'anthracnose *in vivo*, est très proche de celle de l'huile essentiel de *Ocimum gratissimum* qui a servi à formuler le biopesticide NECO, actuellement utilisé dans le contrôle des maladies de l'anacardier. Cette première utilisation de *Nauclea latifolia* contre les champignons pathogènes de l'anacardier montre qu'elle est prometteuse pour la protection sanitaire du verger anacardier. A ce titre, cette plante pourrait être candidate pour la mise en place d'un biopesticide efficace contre l'anthracnose dans les vergers d'anacardier.

Cette étude ouvre de nouvelles pistes prometteuses qui permettront de réduire l'usage des produits chimiques dans la lutte contre les maladies fongiques de l'anacardier. Ce qui aura pour conséquences une augmentation de la production de la noix de cajou de bonne qualité sanitaire et nutritionnelle en Côte d'Ivoire.

Les différents résultats obtenus dans cette étude, sont pertinents et prometteurs pour garantir la durabilité de la production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire. Ils sont également favorables à la protection de l'environnement et la préservation de la biodiversité. Toutefois, le renforcement de ces acquis, nécessite la réalisation d'autres études. Ce qui justifie la formulation des perspectives de recherche suivantes :

- réaliser une étude phylogénétique des principaux champignons pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices dans les vergers ;
- formuler un biopesticide à base de *Nauclea latifolia* contre les maladies transmises à l'anacardier par les adventices ;
- évaluer l'effet de la destruction des adventices réservoirs de pathogènes fongiques sur l'évolution des maladies fongiques dans les vergers d'anacardier.

4.2. Recommandations

Ce travail a permis de confirmer la présence des adventices hôtes de pathogènes fongiques de l'anacardier dans les vergers. Les principales espèces d'adventices et les champignons qu'elles hébergent sont connus. Par ailleurs, le potentiel antifongique de *Nauclea latifolia* sur les principaux pathogènes fongiques de l'anacardier présents sur les adventices est prouvé. Sur la base de ces résultats, il convient de formuler des recommandations en vue de leur valorisation.

Ce travail invite les autorités politiques à encourager les programmes de criblage de toutes les plantes hôtes de champignons pathogènes cultivées dans les vergers d'anacardier.

Par ailleurs, il encourage le monde scientifique à prendre en compte la compatibilité pathogénique dans les programmes de sélection des cultures à associer à l'anacardier.

Les producteurs de la noix de cajou doivent retirer des vergers d'anacardier les adventices infectées à faible intérêt socio-économique. Ils doivent intégrer les adventices infectées à fort intérêt socio-économique dans les stratégies de lutte contre les maladies au même titre que l'anacardier.

REFERENCES

- Abu B. A., Nur A.I. M. & Umi K.Y. (2013). Diversity of *Fusarium* species associated with post-harvest fruit rot disease of tomato. *Sains Malaysiana*, 42(7) : 911–920.
- ACi (2008). Apprécier la qualité des noix de cajou brutes. *Rongead*, 25 p.
- Adeigbe O.O., Olasupo F.O., Adewale B.D. & Muyiwa A.A. (2015). A review of cashew research and production in Nigeria in the last four decades. *Science Research Essays*, 10(5) : 196-209.
- Adeyemi A.A. (1989). Cultural weed control in cashew plantations: use of intercrops to reduce weed incidence in cashew plots. *Integrated pest management in tropical and subtropical cropping systems*, 89(3) : 8-15.
- Adouko A.A-O. (2013). Etude de quelques propriétés biochimiques et de la digestibilité *in vitro* de différentes préparations de farines de l'amande de cajou (*Anacardium occidentale*). Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 40p.
- Afouda A., Zinsou V., Balogoun R.K., Onzo A. & Ahohuendo B.C. (2013). Inventaire des agents pathogènes de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 73 : 13-19.
- Agboton C., Onzo A., Korie S., Tamò M. & Vidal S. (2017). Spatial and temporal infestation rates of *Apate terebrans* (Coleoptera : Bostrichidae) in cashew orchards in Bénin, *West African Entomology*, 25(1) : 24–36.
- Agboton C., Onzo A., Ouessou F.I., Goergen G., Vidal S. & Tamò M. (2014). Insect fauna associated with *Anacardium occidentale* (Sapindales : Anacardiaceae) in Benin, *West African Journal of Insect Science*, 14(229) : 1-11.
- Aguilera-Cogley V., Atencio R. & Jaén M. (2022). First report of *Lasiodiplodia theobromae* causing branch canker and dieback of cashew in Panama. *New Disease Report*, 45(1) : 1-3.
- Ahmadou A. (2019). Réduction de la mycotoxicité dans l'agriculture malienne à partir de l'utilisation de biochar obtenu des sous-produits de la filière cajou. Thèse de Doctorat, UFR Sciences et Techniques de l'Agriculture, Université Montpellier (France), 170 p.

- Ahon M.G., Akapo-Akue J.M., Kra M.A., Ackah J.B., Zirihi G.N. & Djaman J.A. (2011). Antifungal activity of the aqueous and hydroalcoholic extracts of *Terminalia superba* Engl. on the *in vitro* growth of clinical isolates of pathogenic fungi. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(2) : 250 -257.
- Ah-You, Gagnevin N., Joue L., Rodrigue E., Neto J. & Pruvost O. (2007) : Pathological variation within *Xanthomonas campestris* pv. *Mangiferaeindicae* supports its separation into three distinct pathovars that can be distinguished by amplified fragment length polymorphism. *Phytopathology*, 97 : 1568-1577.
- Ajouz S. (2009). Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofongicides. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences agricoles, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, France, 213p.
- Aké-Assi L. (2002). Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse : *Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève*, 58 : 362-373.
- Aké-Assi L. (2012). Abrégé de médecine et pharmacopée africaines : quelques plantes employées traditionnellement dans la couverture des soins de santé primaire. Edition NEI-CEDA, Côte d'Ivoire : 82-86.
- Akessé E.N, Ouali N. S-W. M., N'Dépo O.R. & Tano D.K.C. (2018). Population fluctuation of *Diastocera trifasciata* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Cerambycidae), cashew branches girdler in the Brobo locality (Central Côte d'Ivoire). *Journal of Entomology Zoology Stududie*, 6(5) : 1064-1070.
- Akessé E.N., Ouali N.M.S-W, Minhobo Y.M., Koffi K.M. & Koné D. (2020). Efficacité d'une lutte mécanique associée au biopesticide Neco 50 EC dans le contrôle des adultes de *Diastocera trifasciata* (Coleoptera : Cerambycidae), ciseleur des branches d'anacardier en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 14(3) : 1038-1051.
- Akosua D.A., Yaw D.B., Theresa A.A., Francis A. & Christian A. (2021). Antimicrobial properties of *Cnestis ferruginea* Vahl ex DC. *Heliyon*, 7(11) : 1-9.
- Alhaithloul H. A.S. (2019). Prevalence study of weeds in some economic orchards trees. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 7(4) : 512- 518.

- Alvarado-Huaman L., Castro-Cepero V., Tejada-Soraluz J.L., Borjas-Ventura R. & Julca-Otiniano A. (2019). Fungi and nematodes associated with weeds in the coffee crop (*Coffea arabica* L.) in the Central jungle of Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2) : 37-45.
- Amani C.Y. & Kieba M.K. (2018). Approche socio-écologique des pratiques agroforestières paysannes à base d'anacardiens à Odienné (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Annales de l'Université de Moundou*, 4(1) : 139-155.
- Anonyme 1: (2024): Carte sanitaire de l'anacardier actualisée en Côte d'Ivoire. <http://www.cartesanitaireanacardier-dcpnra.ci>. Consulté le 20 mars 2025.
- Anstat (2025). Chiffres clés de la Côte d'Ivoire. www.antat.ci, 37p.
- Aogou S.A. (1996). L'anacardier, *Anacardium occidentale*, famille des anacardiées. *Le Flamboyant*, 38 : 7-11.
- Araniti F., Sorgonà A., Lupini A. & Abenavoli M.R. (2011). Screening of Mediterranean wild plant species for allelopathic activity and their use as bio-herbicides. *Allelopathy Journal*, 29(1) : 107-124.
- Arbonnier M. (2002). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN. Edition 2. Revue et augmentée. 1, Paris (France), 573p.
- Aref I., Ali H., Atta E., Alshahrani T. & Ahmed A. (2011). Effects of seed pretreatment and seed source on germination of five *Acacia* spp. *African Journal of Biotechnology*, 10 : 15901-15910.
- Aribi N., Denis B., Kilani-Morakchi S. & Joly D. (2020). L'azadirachtine, un pesticide naturel aux effets multiples. *Médecine/Sciences*, 36 : 44-49.
- Aroussi S. & Barkati F.Z. (2018). Aperçu sur quelques adventices atteintes de maladies fongiques en région aride. Cas de la zone de M'sila. Mémoire de Master Sciences Agronomiques option : Protection des Végétaux, Université Mohamed Boudiaf - M'sila, Algérie, 59 p.
- Aschfalk A.; Steingass H.; Müller W. & Drochner W. (2000) : Acceptance and Digestibility of Some Selected Browse Feeds with Varying Tannin Content as Supplements in Sheep Nutrition in West Africa. *Journal of veterinary medicine*, 47(9) : 513-524.

- Asogwa E.U., Ndubuaku T.C. N. & Hassan A.T. (2011). Distribution and damage characteristics of *Analeptes trifasciata* Fabricius 1775 (Coleoptera: Cerambycidae) on cashew (*Anacardium occidentale* Linnaeus 1753) in Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(3) : 421-431.
- Balgude D. & Sabnis A. (2014). An environment friendly alternative for the modern coating industry. *Journal of Coatings Technology and Research*, 11 : 15 p.
- Banito A., Kpemoua E.K., Dayiwo R.K., Tedihou E. & Sikirou R. (2021). Inventaire des maladies de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans la préfecture de Tchamba au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 15(6) : 2514-2525.
- Bao G., Wang M.H., William L.C., Dao J.C. & Zheng J.S. (2007). Risk assessment of cyhalothrin on aquatic organisms in paddy field in China. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 48 : 69-74.
- Barnett H.L. & Hunter B.B. (1972). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 3rd Edition, Burgess Publishing Co., Minneapolis (Etats Unis), 241 p.
- Barralis G. (1984). Adventices des cultures 50 à 500 millions de semences/ha. *Cultivar*, 178 : 16-19.
- Bélangier A. & Musabyimana T. (2005). Le Neem contre les insectes et les maladies. Association pour la Promotion des produits naturels (ASPRO), Journées Horticoles au Canada, 13 p.
- Benelli G., Canale A., Toniolo C., Higuchi A., Murugan K., Pavela R. & Nicoletti M. (2017). Neem (*Azadirachta indica*): towards the ideal insecticide? *Natural product research*, 31 : 369-386.
- Bezerra M.A., de Lacerda C.F., Filho E.G., de Abreu C.E.B. & Prisco J.T. (2007). Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 19(4) : 449-461.
- Biswas K., Chattopadhyay I., Banerjee R.K. & Bandyopadhyay U. (2002). Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current Science*, 82 (11) : 1336-1345.
- Boakye Y.K. & Konning R. (1975). Implications toxicologiques de la fraction alcaloïde brut des racines de *Cnestis ferruginea* DC. Foie indices de fonction de rats mâles. *Journal d'Institut Wistar des Sciences Biomédicale*, 5 : 145-156.

- Brandão L. (1998.). Da Quod Amem Amore Amargor na Poesia de Marcial. (Estudos da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra ; 26). *Revue des Études Anciennes*, 103 : 3-4.
- Brito D.F.M.C., Potting J., Serrano L.A.L., Bezerra M.A., Barros D.S.V., Gondim R.S. & Nemecek T. (2016). Environmental assessment of tropical perennial crops: the case of the Brazilian cashew. *Journal of Cleaner Production*, 112(1) : 131-140.
- Brunel S. & Tison J. (2005). Study on invasive plants in the Mediterranean Basin. *Rencontre Environnement*, 59 : 49-50.
- Bruzon V. (1990). Les savanes du nord de la Côte-d'Ivoire. Mésologie et dynamique : l'herbe, le feu et le pâturage. Thèse de Doctorat, Université de Paris VII, Paris (France), 301 p.
- Camara B., Koné D., Kanko C., Anno A.P. & Aké S. (2007). Activité antifongique des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L., de *Monodora myristica* (Gaaertn) Dunal et de deux produits de synthèses (Impulse et Folicur), sur la croissance mycélienne et la production de spore *in vitro* de *Deightonella torulosa* (Syd.) Ellis. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 09 : 187-201.
- Cardoso J.E., Santos A.A., Rossetti A.G. & Vidal J.C. (2004). Relationship between incidence and severity of cashew gummosis in semiarid north-eastern Brazil. *Plant Pathology*. 53(3) : 363 - 367.
- Chase M.W., Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W., Judd W.S., Soltis D.E., Mabberley D.J., Sennikov A.N., Soltis P.S. & Stevens P.F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1) : 1–20.
- Chliyeh M., Rhimini Y., Selmaoui K., Touhami A.O., Filali-Maltouf A., El Modafar C., Moukhli A., Oukabli A., Benkirane R. & Douira A. (2014). First report of *Pestalotia fici* causing leaf chlorosis and fruit rot on olive (*Olea europaeal*) in Morocco. *International Journal of Recent Scientific Research*, 5(1) : 136-141.
- Coulibaly A. (2024). Production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire. *Tribune hebdomadaire du Centre d'Information et de Communication Gouvernementale (CICG)*, le 24 Juin 2024 à Abidjan, Côte d'Ivoire. <https://news.abidjan.net>, consulté 06 mars 2025.

- Declume C. & Assamoi A. (1984). Etude comparative de l'activité d'élimination des polyphénols évaluée par des méthodes différentes. *Journal Chimique d'Agriculture Alimentaire*, 47 : 425-431.
- Deeni Y.Y. & Hussain H.S.N. (1991). Screening for antimicrobial activity and for alkaloids of *Nauclea latifolia*. *Journal of Ethnopharmacology*, 35(1) : 91-96.
- Dendena B. & Corsi S. (2014). Cashew, from seed to market: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34 : 753-772.
- Dentika P.; Ozier-Lafontaine H. & Penet L. (2021). Weeds as Pathogen Hosts and Disease Risk for Crops in the Wake of a Reduced Use of Herbicides: Evidence from Yam (*Dioscorea alata*) Fields and *Colletotrichum* Pathogens in the Tropics. *Journal of Fungi*, 7(4) : 1-9.
- Deverin Y. (2005). L'anacardier : une OPA sur le foncier. Aires culturelles : *Afrique noire*, 288p.
- DGTCP (2024). Côte d'Ivoire / Compétitivité de la Filière Cajou : Cap sur la transformation de 50 % de la production à l'horizon 2030. <http://www.tresor.gouv.ci>, consulté le 26/03/2025 à 18h30.
- Dianda Z.O., Wonni I., Zombré C., Traoré O., Sérémé D., Boro F., Ouédraogo I., Ouédraogo S.L. & Sankara P. (2018). Prévalence du dessèchement du manguier et evaluation de fréquence des champignons associés à la maladie au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 126: 12686-12699.
- Dinzedi M.R. (2015). Activités antibactériennes de extraits de *Terminalia catappa* et *Thonningia sanguinea* sur *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* multiresistantes d'origine humaine. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan (Côte d'Ivoire), 133 p.
- Diop A. (2013). Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). Thèse de Doctorat, Spécialité Chimie analytique, Université du Littoral Côte d'Opale (France), 190 p.
- Djaha A.J.-B., N'da H. A., Koffi K.E., Adopo A.N. & Aké S. (2014). Diversité morphologique des accessions d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) introduits en Côte d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 23 : 244 - 258

- Djaha J.-B.A., N'Guessan A.K., Ballo C.K. & Aké S. (2010). Germination des semences de deux variétés d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites destinées à servir de porte-greffe en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 32 : 1995-2001.
- Djeugap J.F., Fontem D.A. & Taponjou A.L. (2011). Efficacité *in vitro* et *in vivo* des extraits de plantes contre le mildiou (*Phytophthora infestans*) de la morelle noire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(6): 2205-2213.
- Doga D., Ouattara K.E., Orsot B.A.M.B., Zirih G.N. & Zézé A. (2022). Evaluation *in vitro* de l'activité fongicide de l'extrait aqueux des feuilles de *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae) sur *Fusarium* sp. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(5): 1860-1867.
- Doumbouya M., Abo K., Lepengué A.N., Camara B., Kanko K., Aidara D. & Koné D. (2012). Activités comparées *in vitro* de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 50 : 3520-3532.
- Dugue P., Koné F.R. & Koné G. (2003). Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricole des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. *Actes du colloque Savanes africaines*, 27-31 mai 2002, Garoua (Cameroun), 12p.
- Dwomoh E.A., Ackonor J.B. & Afun J.V.K. (2008). Survey of insect species associated with cashew (*Anacardium occidentale* Linn) and their distribution in Ghana. *African Journal of Agricultural Research*, 3(3) : 205- 214.
- Ehui K.J.N., Touré H.M.A.C., Kouamé K.G., Abo K. & Koné D. (2019). Caractérisation pathogénique et structuration morpho-culturelle des populations de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz manihotis agent causal de l'antracnose du manioc en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 40(1) : 6514-6525.
- Emberger L. (1971). Travaux de botanique et d'écologie. Masson, Paris, France, 520 p.
- Emberger L. (1966). Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer. Colloque de morphologie (Les Types biologiques). *Bulletin de la Société Botanique de France*, 113(2) : 147-156.

- Famaye A.O & Adeyemi E.A. (2011). Effect of cashew/rice/plantain intercropped on weed incidence in Edo state, Nigeria. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(6) : 62-65.
- FAOSTAT (2019). FAOSTAT of the United Nations. Données issues de l'archive originale du 7 janvier 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Consulté le 12 juillet 2021.
- Farahin P.N., Haron N., Susanti D. & Zin N.H.M.D. (2022). *Anacardium occidentale* linn. leaves and its medicinal properties. *Malaysian Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 25(3) : 27-36.
- Farr D.F. & Rossman A.Y. (2022). Fungal Databases U. S. National Fungus Collections, ARS, USDA. <https://nt.ars-grain.gov/fungaldatabases>. Consulté le 20 Juin 2023.
- Fernandes S.R. Barreiros L., Oliveira R.F., Cruz A., Prudêncio C., Oliveira A.I., Pinho C., Santos N. & Morgado J. (2019). Chemistry, bioactivities, extraction and analysis of azadirachtin: *State-of-the-art. Fitoterapia*, 134 : 141-150.
- Figueiredo L.C., Figueirêdo G.S., Quecine M.C., Cavalcanti F.C.N., Santos A.C. & Costa, A.F. (2012). Genetic and pathogenic diversity of *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal agent of cashew anthracnose. *Indian Journal of Fundamental Applied Life Sciences*, 2: 250-259.
- FIRCA 2018). La filière du progrès : la filière anacarde acte 20, 2^{ème} semestre 2018. Magazine d'information, Côte d'Ivoire, 56 p.
- Fortin V., Ouarda T.B.M.J. & Bobée B. (1997). The use of artificial neural networks for the prédiction of water quality parameters. *Water Resources Research*, 33 : 2423-2424.
- Fournet J. (2002). Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. CIRAD-Ed. Gondwana, Montpellier, France, 2 : 25-38.
- Freire F., Cardoso J., Dos Santos A. & Viana F. (2002). Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.). *Brazilian Crop Protection*, 21(6) : 489-494.
- Gama M.A.S., Mariano R.L.R., Viana F.M.P., Ferreira M.A.S.V. & Souza E.B. (2011). Polyphasic characterization of pigmented strains of *Xanthomonas* pathogenic to cashew trees. *Plant disease*. 95(7) : 793-802.
- Ghedira K. & Goetz P. (2014). *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, Meliaceae. *Phytothérapie*, 12(4) : 252-257.

- Ghini R., Bettiol W. & Hamada E. (2011). Diseases in tropical and plantation crops as affected by climate changes : current knowledge and perspectives. *Plant Pathology*, 60 :122-132.
- Goujon P., Lefèbvre A., Leturcq P., Marcellesi A.P. & Praloran J.C. (1973). Etudes sur l'Anacardier. *Bois et Forêts des Tropiques*, (151) : 27-53.
- Grajales F.; García S. & Bernal M. (2003). Effect of the application of glyphosate on the flora and microflora associated with weeds in the coffee crop (*Coffea arabica* L.) in the Municipality of Santa Rosa de Cabal, Department of Risaralda. *American Phytopathological Society*, 8(10). 225-254.
- Groth J.V., Ozmon E.A. & Busch R.H. (1999). Repeatability and relationship of incidence and severity measures of scab of wheat caused by *Fusarium graminearum* in inoculated nurseries. *Plant Disease*, 83 : 1033-1038.
- Grundon N. (1999). Overview of Australian Cashew Literature, CSIRO Land and Water Technical Report 25/99, Australie, 47p.
- Gupta S.C., Prasad S., Tyagi A.K., Kunnumakkara A.B. & Aggarwal B.B. (2017). Neem (*Azadirachta indica*): An indian traditional panacea with modern molecular basis. *Phytomedicine*, 34 : 14-20.
- Haendler L. & Duverneuil G. (1970). Note sur les possibilités de transformation des fruits et des "faux fruits" de l'anacardier (*Anacardium occidentale*). *Fruits*, 25 (5) : 379-384.
- Hernández-Ramírez F., Fernández-Pavía S.P., Damon A., Guillén-Navarro K. & García-Fajardo V. (2022). Etiology of the “black blotch” caused by *Lasiodiplodia* in pseudobulbs of *Guarianthe skinneri* (Orchidaceae), in the Region of Soconusco, Chiapas, Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 3 : 1083-1095.
- Hersant M. (2005). La proportionnalité dans l’enseignement obligatoire en France, d’hier à aujourd’hui. *Repères IREM*, pp.5-41.
- IFFN (1999). Management and prevention of forest fires in Côte d’Ivoire. SODEFOR’s forest fire protection program, Côte d’Ivoire: 50-56.
- Johnson F., Séri-kouassi B., Aboua L.R.N. & Foua-BI K. (2006). Utilisation de poudres et d’extraits totaux issus de plantes locales des genres *Ocimum* sp et *Mentha* sp comme biopesticides dans la lutte contre *Callosobruchus maculatus* FAB. *Agronomie Africaine*, 18(3) : 221-233.

- Júnior R.S., Rodrigues A.P.M.D.S., Negreiros A.M.P., Ambrósio M.M.D.Q., Barboza H.D.S. & Roberto B. (2019). Weeds as potential hosts for fungal root pathogens of watermelon. *Mossoró*, 32(1) : 1- 6.
- Kabuo N.O., Ojukwu M., Ommeire G.C. & Ibeabuchi J.C. (2015). Extraction and Preservation of Cashew Juice Using Sorbic and Benzoic Acids. *American Journal of Food Science and Technology*, 3(2) : 48-54.
- Kalaivanan D & Saroj P.L. (2017). Weed Management : Cashew Improvement, Production and Processing (Ed. P.L.Saraj), *Indian Council of Agricultural Research*, New Deli, India, 265-276.
- Kassi M., Badou O.J., Tonzibo F., Zafer S., Amari L. & Kone D. (2014). Action du fongicide naturel NECO contre la cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) chez le bananier plantain (AAB) en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 75 : 61-92.
- Kobenan K.C., Tia V.E., Ochou G.E.C., Kouakou M., Bini K.K.N., Dagnogo M., Dick A.E. & Ochou O.G. (2018). Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles d'*Ocimum gratissimum* L. et d'*Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera : Gelechiidae), insecte ravageur du cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14(21) : 286-301.
- Koffi A.M., Tonzibo Z.F., Delort L., Ruiz N., Caldefie-Chézet L. & Chalchat J.C. (2013). Corrélation entre la composition chimique et l'activité antifongique des huiles essentielles à prédominance thymol sur *Candida albicans* et *Aspergillus fumigatus*. *Phytothérapie*, 11 : 134-139.
- Konaté L.M., Kouamé F. N'G., Abo K., Ipou Ipou J., Soro S., Traoré K. & Koné D. (2020). Adventices des vergers de l'anacardier en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 32(3) : 277-295.
- Konate M.L., Ouattara D.N., Kouamé F.N. & Bakayoko A. (2021). Diversity and uses by farmers of cashew (*Anacardium occidentale* L.) orchards weeds in Côte d'Ivoire. *Ethnobotany Research and Applications*, 21 : 1–14.

- Koné D., Abo K., Fatogoma S., Soro S., Camara B. & N'Guessan A.C. (2015). Etablissement de la carte sanitaire du verger anacardier, contrôle et veille sanitaire en Côte d'Ivoire. Rapport d'exécution du projet entre le Conseil du Coton et de l'Anacarde et le Laboratoire de Physiologie Végétale de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 303p.
- Koné M. (2010). Analyse de la chaîne de valeur du secteur anacarde de la Côte d'Ivoire. Initiative du Cajou Africain, Côte d'Ivoire, 76p.
- Koné N.A.N., Mboussi S.B., Alain H., Kenmoe T.P., Songmi S.G. & Ngoh D.J.P. (2024). *In vitro* Evaluation of the Antifungal Effect of the Aqueous Extract of *Erigeron floribundus* on *Colletotrichum gloeosporioides*, the Causal Agent of Anthracnose in Pepper (*Piper nigrum*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 13(11) : 202-215.
- Kouadia A.M.-J., Abo K. & Kouadio K.T. (2019). Evolution des infections naturelles sur les mangues, les avocats et les bananes en Côte d'Ivoire et principaux champignons responsables. *Journal of Applied Biosciences*, 134 : 13710-13721.
- Kouakou J.N., Kouame F.K., Ipou J.I. & Gue A. (2016). Importance relative des mauvaises herbes de la culture du maïs dans le département de M'Bahiakro. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17(3) : 768-778.
- Kouakou N'G.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouame K.B., Yéboué F.P. & Kouba M. (2018). Enhancement of rubber kernel and cashew nut cakes in the diet of postweaning and growing pigs. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 71(1-2) : 81-85.
- Kouamé G.K., Sorho F., Koné D., Bomisso L.E., Aké 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: 33 – 41.
- Kouman A.M.N., Soro S., Camara B., Silue N., Tehua A.A., Soro A.N., Abo K. & Kone D. (2022). Distribution of cashew tree bacterial blight (*Anacardium occidentale* L.) in the cashew nut production areas of Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 34(1) : 21-33.

- Kpodekon M.T., Boko K.C., Mainil J.G., Farougou S., Sessou P., Yehouenou B., Gbenou J., Duprez J.N. & Bardiau M. (2013). Composition chimique et test d'efficacité *in vitro* des huiles essentielles extraites de feuilles fraîches du basilic commun *Ocimum basilicum* et du basilic tropical *Ocimum gratissimum* sur *Salmonella enterica* sérotype Oakland et *Salmonella enterica* sérotype Legon. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 35 :41-48.
- Kranz J. & Rotem J. (1988). Measuring plant disease. Experimental techniques in plant disease epidemiology. Springer, Berlin (Allemagne): 35-50.
- Kumar K., Hacham Y. & Amir R. (2022). The Effect of 10 Crop Plants That Served as Hosts on the Primary Metabolic Profile of the Parasitic Plant *Phelipanche aegyptiaca*. *Metabolites*, 12(12) : 1-15.
- Kumar S., Bhowmick M.K. & Ray P. (2021). Weeds as alternate and alternative hosts of crop pests. *Indian Journal of Weed Science*, 53(1): 14-29.
- Ky A.R.F., Konaté M.L., Mangara A. & Kouamé N.F. (2022). Pratiques paysannes de gestion des adventices dans les vergers de l'anacardier dans trois départements en Côte d'Ivoire. *Revue de l'Environnement et de la Biodiversité-Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique*, 7(2) : 59-67.
- Lacroix E.J. (2003). Les anacardiens, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila au Bénin. Projet restauration des ressources forestières de Bassila. Bassila (Bénin), 75 p.
- Lautié M., Dorniera M., De Souza F.M. & Reynes M. (2001). Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Fruits*, 56(4) : 235-248.
- Laviña A., Aramburu J. & Moriones E. (1996). Occurrence of tomato spotted wilt and cucumber mosaic viruses in field-grown tomato crops and associated weeds in northeastern Spain. *Plant Pathology*, 45(5) : 837–842.
- Lebailly P., Lynn S. & Seri H. (2012). Etude pour la préparation d'une stratégie pour le développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire. Rapport diagnostic AGRER Consortium. Abidjan, Côte d'Ivoire, 89 p.
- Letto A.K.Y.C., Djaha A.J.B., Fondio L., Kouakou T.H., Haba J.F., Adiko Y.O.Y., Ballo A., N'gou C.P. & Doumbia D. (2022). Caractéristiques des systèmes de culture à base d'anacardier dans les zones de production de l'anacarde de la Côte d'Ivoire. *African Crop Science Journal*, 31(1) : 1-13.

- Li-Ming H., John T., Albert W. & Kean G. (2008). Environmental Chemistry, Ecotoxicity and Fate of Lambda-Cyhalothrin. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 100 : 71-91.
- Maciel C.G., Muniz M.F.B., Mezzomo R. & Reiniger L.R.S. (2015). *Lasiodiplodia theobromae* associated with seeds of *Pinus* spp. originated from the northwest of Rio Grande do Sul. *Brazil Scientia Forestalis/forest Sciences*, 43 : 639–646.
- Madelin T.M. (1994). Fungal aerosols: a review. *Journal of aerosol science*. 25: 1405-1412.
- Madhi Q.H., (2016). Isolating and diagnose of the fungus *Pestalotia* spp. that causes spotted leaves for four plants collected from some nurseries of the province of Maysan / Iraq. *European Academic Research*, 4(3) : 2760-2772.
- Magan N. & Aldred D. (2007) : Post-harvest control strategies : minimizing mycotoxines in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2) : 131-139.
- Marc A., Kouassi D., Tetchi F.A. & Amani N. (2012). Phenolic profile of cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L) from Yamoussoukro and Korhogo (Côte d’Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 49 : 3331-3338.
- Martin K.P. (2003). Plant regeneration through direct somatic embryogenesis on seed coat explants of cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Scientia Horticulturae*, 98 : 299 -304.
- Martínez E.P., Hío J.C., Osorio J.A. & Torres M.F. (2009). Identification of *Colletotrichum* species causing anthracnose on Tahiti lime, tree tomato and mango. *Agronomía Colombiana*, 27: 211-218.
- Mathur S.B. & Kongsdal O. (2003). Common Laboratory Seed Health Testing Methods for Detecting Fungi. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, Copenhagen, International Safe Transit Association, Switzerland, 425 p.
- Mbenouna M., Momo Zeutsab E.H., Samuels G., Nsouga A.F. & Nyassea S. (2008). Dieback due to *Lasiodiplodia theobromae*, a new constraint to cocoa production in Cameroon. *Plant Pathology*, 57(2) : 201-400.
- Michodjehoun-M.L., Souquet J.M., Fulcrand H., Meudec E., Reynes M. & Brillouet J.M. (2009). Characterisation of highly polymerised prodelphinidins from skin and flesh of four cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) genotypes. *Food Chemistry*, 114 : 989-995.

- Mira Y.; Castañeda D.; Morales J. & Patiño L. (2021): Phytopathogenic fungi with potential as biocontrol agents for weeds of importance in crops of Antioquia, Colombia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1) : 1–14.
- Mordue L.A. J., Morgan E.D. & Nisbet A.J. (2005). Azadirachtin, a natural product in insect control. In : Gilbert LI, Iatrou K, Gill SS eds. *Comprehensive Molecular Insect Science*. Oxford, United Kingdoms, Elsevier : 117-357.
- Munier-Jolain N., Deytieux V., Guillemin J.P., Granger S. & Gaba S. (2008). Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures. *Innovations Agronomiques*, 3 : 75-88.
- Muntala A., Kwadwo G.S., Mawuenyegan N.P., Larbi-Koranteng S., Kwekucher F.A., Afreh N.D. & Atef M.M. (2021). Diseases and Insect Pests associated with Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchards in Ghana. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(5) : 23-32.
- Muntala A., Norshie P.M., Santo K.G. & Saba C.K.S. (2020). *Colletotrichum gloeosporioides* species complex : pathogen causing anthracnose, gummosis and die- back diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) In Ghana. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(6): 1–10.
- N'depo O.R., Cherif M., Johnson F., Kassi K.F.J.M., N'guessan A.C., Silue N., Akessé E.N., Koné D. & N'goran O. M. (2017). Inventaire des insectes ravageurs du verger anacardier dans les régions de Bounkani, Gontougo et Indénie-Djuablin au Nord-Est en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 13(2) : 333-343.
- Ndiaye L., Charahabil M.M., Niang L., Diouf A. & Ayessou N.C. (2022). Valeur nutritionnelle et énergétique des pommes de cajou (*Anacardium occidentale* L.) de la Casamance, Sénégal. *Afrique SCIENCE*, 21(2) : 13-24.
- Netto M.S.B., de Souza J.F.F., de Souza G.J.T., Assunção I.P., Amar F.A.C, Filho R., Neto F.A., de Farias A.R.G. & de Melo M.P. (2024). *Lasiodiplodia hormozganensis* causing leaf blight on *Aloe vera* in Brazil. *Crop Protection*, 179 : 106-606.

- Neya T., Daboue E., Neya O., Ouedraogo I. & Sena K.Y. (2017). Tolerance à la dessiccation des semences de *Parinari curatellifolia* planch. ex benth, *Vitex doniana* sweet et *Xanthoxylum zanthoxyloides* (lam) watermann au Burkina Faso. *International Journal of Biologique and Chemical*, 11(6) : 2730-2744.
- Ngho D.J.P., Ambang Z., Bekolo N., Heu A. & Kuate T.W. (2014). Effect of extracts of *Thevetia peruviana* (Pers.) K.Schum on development of *Phytophthora megakarya* causal agent of black pod disease of cocoa. *Journal of Applied Biosciences*, 77 : 6564-6574.
- Ngho D.J.P., Heu A., Kone N.A.N., Mboussi S.B., Asta D.B.C., Tchoupou T.D.B. & Ambang Z. (2020). Dieback of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Cameroon. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 32(02) : 231-239.
- Ngho D.J.P., Mbou T.P.R., Djoumba A.B.C., Deurnaye P., Djongnang G., Boydoul F.U., Djile B. & Ambang Z. (2021). *In vitro* and *in vivo* effect of Mancozeb 80 WP on development of *Pestalotia heterocornis* agent of leaf blight of Cashew in Far North Cameroon. *Journal Application Biosciences*, 162(1) : 16694-16706.
- Nijveldt R.J., Nood E., Hoorn P., Boelens G. & Pam L. (2001). La mesure de la protéine avec du phénol de Folin réactif. *Journal de Chimie Biologie*, 193 : 265–275.
- Nonogaki H., Bassel G. & Bewley J. (2010). Germination-Still a mystery. *Plant Sciences*, 179 : 574–581.
- Nyaka A.I.C.N., Fadimatou S.N.M.Z., Dzokouo C.U.D., Bourou S. & Yaouba A. (2021). Effet antifongique de deux extraits de plantes sur les agents pathogènes identifiés sur des fruits de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Nord Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(3) : 1121-1139.
- Odhiambo J.A.O., Gbewonyo W.S.K. & Obeng-Ofori D. (2014). Insecticide use pattern and residue levels in cabbage (*Brassica oleracea* var capitata L.) within selected farms in Southern Ghana. *Journal of Energy and Natural Resource Management*, 1(1) : 44-55.
- Okou O.C., Yapo S.E-S., Kporou K.E., Baibo G.L., Monthaut S. & Djaman A.J. (2018). Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de feuilles de *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae) sur la croissance *in vitro* de 3 souches d'entérobactéries. *Journal of Applied Biosciences*, 122 : 12287-12295.

- Olivain C., Alabouvette C. & Steinberg C. (2004). Production of a mixed inoculum of *Fusarium oxysporum* Fo47 and *Pseudomonas fluorescens* C7 to control *Fusarium* diseases. *Biocontrol Science and Technology*, 14 : 227–238.
- Oliveira E.F., Dos Santos P.R.R. & Dos Santos G.R. (2018). Seeds of weeds as an alternative host of phytopathogens. *Arquivos do Instituto Biológico*, 85: 1-7.
- Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R. & Anthony S. (2010). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya World Agroforestry Centre (ICRAF), CD-ROM.
- Ossey C.L., Aboua L.R.N., Tano D.K.C., Assi A.N.M. & Obodji A. (2018). Effet insecticide, anti-appétant et répulsif des extraits aqueux de quatre plantes locales sur les adultes de *O. mutabilis* Sahlberg (Coleoptera : Chrysomelidae) au sud de la Côte d’Ivoire. *Afrique SCIENCE*, 14(5) : 64 50.
- Ouali N.S.-W.M. & Akessé E.N. (2019). Données bioécologiques de *Diastocera trifasciata* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Cerambycidae), ravageur majeur de l’anacardier (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae) dans la localité de Brobo au centre de la Côte d’Ivoire. *Actes du Colloque International d’Échanges Scientifiques sur l’Anacarde (CIESA). Intensification Agro-écologique de la production et de la transformation du cajou en Afrique : Problématique-Acquis scientifiques et technologiques – Perspectives.* 26-28 octobre 2017, Bassam (Côte d’Ivoire). *Les Presses Universitaires de Liège, Agronomie Gembloux*, Bassam, Côte d’Ivoire, 142-151pp.
- Ouali N.S.-W.M., Koffi K.M., Akessé E.N. & Ehounou P.G. (2020). Morphométrie des adultes de *Diastocera trifasciata* (Fabricius, 1775) (Coleoptera : Cerambycidae), ciseleur des branches d’anacardiers dans la région du Gbêkê (Centre de la Côte d’Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 148: 15230 – 15238.
- Ouattara A. (2023). Effets du tourteau de cajou (*Anacardium occidentale* L.) sur les performances zootechniques, économiques et qualité des œufs de pondeuses (ISA Brown). Thèse de Doctorat, Spécialité Biochimie et Technologie des Aliments, Université Jean LOROUGNON GUEDE, (Daloa, Côte d’Ivoire), 200 p.
- Ouattara B., Diedhiou I., Ndir K., Agbangba E., Cisse N., Diouf D., Akpo E. & Zongo J. (2013). Variation in seed traits and distribution of *Jatropha curcas* L. in Senegal. *International Journal of Current Research*, 5 : 17–21.

- Ouattara G.S., Soro D., Chatigre K.O. & Koffi E.K. (2016). Caractérisation physico-chimique et sensorielle de diverses formulations de jus à base de pomme de cajou et d'ananas. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences*, 10(6) : 2447-2460.
- Ouattara K.E., Camara D., Doga D. & Zirihi G.N. (2019). Evaluation *In Vitro* du Pouvoir Fongicide des Extraits De *Erigeron floribundus* (Kunth.) Sch. Bip. (Asteraceae) sur *Sclerotium rolfsii* et *Colletotrichum musae* Deux Champignons Phytopathogènes. *European Scientific Journal*, 15(9) : 370-388.
- Ouattara K.E., Doga D., Orsot B.A.M.B. & Zirihi G.N. (2021). Plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies microbiennes dans la région du Hambol, nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 47(1) : 8412-8425.
- Oussou K.R., Coffi K., Nathalie G., Séri Y., Gérard K., Mireille D., Yao T.N., Gilles F. & Claude C. (2004). Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte d'Ivoire. *Comptes Rendus Chimie*, 7 : 1081-1086.
- Pamo T.E., Tapondjou L., Tendonkeng F., Nzogang J.F., Djoukeng J., Ngandeu F. & Kana J.R. (2003). Effet des huiles essentielles des feuilles et des extrémités fleuries de *Cupressus lusitanica* sur la tique (*Rhipicephalus lunulatus*) à l'Ouest-Cameroun. *Revue de l'Académie des Sciences du Cameroun*, 3(3) : 169-175.
- Pandey A., Yadava L.P., Mishra R.K., Pandey B.K., Muthukumar M. & Chauhan U.K. (2012). Study on the incident and pathogenesis of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Cause anthracnose of mango. *International Journal of Sciences and Nature*, 3: 220-232.
- Panla K., Atato A., Kanda M., Folega F., Dourma M., Wala K., Batawila K. & Akpagana K. (2023). Connaissances endogènes d'utilisation de *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel (Fabaceae) par les populations des zones écologiques II et III du Togo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 3(2) : 1–16.
- Pereira F.T., Santos W.S., Guimarães G.R., Duarte E.A.A., Oliveira T.A.S., Rodrigues F. & Carvalho D.D.C. (2020). *Cephaleuros virescens* in Brazilian Mahogany : Algae Parasitic Disease Threatening an Important Reforestation Tree. *Journal of Agricultural Studies*, 8(1) : 439-450.
- Photita W., Taylor P.W., Ford R., Hyde K.D. & Lumyong S. (2005). Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Fungal Diversity*, 18: 117-133.

- Picos-Muñoz P., García-Estrada R., León-Félix J., Sañudo-Barajas A. & Allende-Molar R. (2015). *Lasiodiplodia theobromae* in Agricultural Crops in México: Taxonomy, Host, Diversity and Control. *Revista Mexicana De Fitopatología*, 33 : 54–74.
- Pohe J. & Agneroh T.A. (2013). L’huile des graines de neem, un fongicide alternatif à l’oxyde de cuivre dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer en Côte d’Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 62: 4644-4652.
- Ponmurugan P., Saravanan D., Ramya M., Srinivasan T., Baby U. & Ajay D. (2009). Studies on *Cephaleuros parasiticus* Karst, a pathogenic alga causing red rust disease in tea plantations. *Journal of Plantation Crops*, 37 : 70-73.
- Priestley C.M., Williamson E.M., Wafford K.A. & Sattelle D.B. (2003). Thymol, a constituent of thyme essential oil, is a positive allosteric modulator of human GABA (A) receptors and a homo-oligomeric GABA receptor from *Drosophila melanogaster*. *British Journal of Pharmacology*, 140(8) : 1363–1372.
- Purseglove J.W. (1988). Anacardiaceae. Tropical Crops Dicotyledons. English Language Book Society Longman, London, United Kingdom, 18-32.
- Qiao G.; Zhao J.; Liu J.; Tan X. & Qin W. (2022). Two Novel *Lasiodiplodia* Species from 3 Blighted Stems of *Acer truncatum* and *Cotinus coggygia* in China. *Biology*, 11(10) : 1-15.
- Rahali A., Makhlof M. & Benkherbache N. (2010). Influence de l’itineraire technique sur le type et le stock semencier du sol des mauvaises herbes : Cas de la zone semi-aride de Sétif. *Actes des 4èmes rencontres méditerranéennes du semis direct*, 03-05 mai 2010 Sétif (Algérie). *CIHEAM-IAMZ*, 90 - 99p.
- Rangel-montoya E.A., Paolinelli M., Rolshausen P.E., Valenzuela-solano C. & Hernandez Martinez R. (2021). Characterization of *Lasiodiplodia* species associated with grapevines in Mexico. *Phytopathologia Mediterranea*, 60(2) : 237-251.
- Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D. & West C.J. (2000). « Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions ». *Diversity and Distributions*, 6(2) : 93-107.
- Rivera-Vargas L.I., Yanaliz L.N., McGovern R.J., Seijio T. & Davis M.J. (2006). Occurrence and Distribution of *Colletotrichum* spp. on Mango (*Mangifera indica* L.) in Puerto Rico and Florida, USA. *Plant Pathology Journal*, 5 : 191-198.

- Rongead (2012) : Cajouvalor-Burkina Faso Révalorisation des coques de noix de cajou. Commerce international & Développement Durable. <https://www.rongead.org/Projet-CAJOUVALOR-Burkina Faso.html>, consulté le 10 février 2022.
- Ruf F., Kone S. & Bebo B. (2019). Le boom de l'anacarde en Côte d'Ivoire : transition écologique et sociale des systèmes à base de coton et de cacao. *Cahier Agriculture*, 28(21) : 1-12.
- Rynier A. (2000). Manuel de viticulture. 8e édition. Tec & Doc Lavoisier; France, 514p.
- Safir A. (2007). Approche phénologique de quelques groupements d'adventices des cultures dans la région de Tipaza. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique Hassen Badi-El Harrach, Alger, Algérie, 73p.
- Saleem S., Muhammad G., Hussain M.A. & Bukhari S.N.A. (2018). A comprehensive review of phytochemical profile, bioactives for pharmaceuticals, and pharmacological attributes of *Azadirachta indica*. *Phytotherapy research*, 32 : 1241-1272.
- Sales J.R., Oliveira O.F., Medeiros E.V., Guimarães I. M., Correia K. C. & Michereff S.J. (2012). Ervas daninhas como *hospedeiras alternativas* de patógenos causadores do colapso do meloeiro. *Revista Ciência Agronômica*, 43(1): 195-198.
- Sanders G.M. & Korsten L. (2003). A comparative morphology of South African avocado and mango isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Canadian Journal of Botany*, 81: 877–885.
- Sanogo M. (2016). La Côte d'Ivoire, premier producteur mondial de noix de cajou devant l'Inde en 2016. Publié le lundi 15 février 2016 / AFP. <https://news.abidjan.net>, Consulté le 16 avril 2025 à 10h 56.
- Sanoko F.K., Adiko Y.Y.O., Coulibaly F.L., Koffi K. J-M., Fondjo L., Djaha A.J.B. & Malezieux E. (2024). Caractérisation des producteurs d'anacardier et des exploitations agricoles à Lataha (Region du Poro) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 36 (2) : 181-195.
- Scott S.J., Jones R.A. & Williams W.A. (1984). Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. *Crop Sciences*, 24: 1192-1199.
- Seri-Kouassi B.P., Kanko C., Aboua L.R.N., Bekon K.A., Glitho A.I., Koukoua G. & Guessan Y.T. (2004). Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. *Compte Rendu Chimie*, 7 : 1043-1046.

- Sietta (2023) : La 4^{ème} édition du Salon International des Equipements et des Technologies de Transformation de l'Anacarde, tenue les 06, 07 et 08 avril 2023, au palais de la culture d'Abidjan, (Abidjan, Côte d'Ivoire). <https://news.abidjan.net>, consulté le 10 juin 2024.
- Sijaona M.E.R. & Mansfield J.W. (2001). Variation in the response of cashew genotypes to the targeted application of fungicide to flower panicles for control of powdery mildew disease. *Plant Pathology*, 50 : 244-248.
- Silué N., Abo K., Johnson F., Camara B., Koné M. & Koné D. (2018). Evaluation *in vitro* et *in vivo* de trois fongicides de synthèse et d'un fongicide biologique sur la croissance et la sévérité de *Colletotrichum gloeosporioides* et de *Pestalotia heterocornis*, champignons responsables de maladies foliaires de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 30(1) : 107-122.
- 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(2) : 82-88.
- Silva M.C., Várzea V., Guerra G., Gil A., Fernandez D., Petitot A.S., Bertrand B., Lashermes F. & Nicole M. (2006). Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1) : 119-147.
- Sinan A. & N'dri K. A. (2016). Impacts socio-économiques de la culture de l'anacarde dans la sous-préfecture d'Odienné (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 12(32) : 369-383.
- Sirima A., Sereme A., Sereme D., Koïta K., Nana T. A. & Sawadogo M. (2020). Effets de quatre huiles essentielles sur la croissance mycélienne radiale d'un isolat de *Alternaria* sp au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(3) : 762-771.
- Sobhana A., Mathew J. & Mini C. (2013). Utilization of Cashew Apple in the Food Industry in India. Various aspects of cashew production and processing, including challenges and opportunities in the African cashew industry. *Second International Cashew Conference*, 26–29 april 2010, Kampala (Uganda), 150-155.

- Soewarto J. (2017). Maladie fongique et profils de vulnérabilité : le cas de la rouille des Myrtaceae (*Austropuccinia psidii*) en Nouvelle-Calédonie. Thèse de Doctorat, Spécialité Biologie des populations et écologie, Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), 228 p.
- Soro A.N., Soro S., Yeo G., Kouman A.M.N., Tehua A.A., Silué N., Abo K. & Koné D. (2022). Severity and distribution adapted of anthracnose on cashew trees (*Anacardium occidentale* L.) in Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 34(1) : 49-58.
- Soro D. (2012). Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits. Thèse de doctorat, Montpellier SUPAGRO, Spécialité Génie des Procédés, Montpellier, France, 156p.
- Soro S., Abo K., Koné D., Coffi K., Kouadio J. Y. & Aké S. (2011). Comparaison de l'efficacité antifongique de l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum* L. et du fongicide de synthèse Mancozèbe contre le mycopathogène tellurique, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* en cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abri en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 23 (1) : 43-52.
- Soro S., Silué N., Ouattara G.M., Chérif M., Camara I., Sorho F., Ouali N.M., Abo K., Koné M. & Koné D. (2015a). Investigations on major cashew diseases in Côte d'Ivoire. *Third International Cashew Conference*, 16-19 november 2015, Dar Es Salaam, Tanzania, 158-166.
- Soro S., Souleymane S., Gniré Mariam O., Nakpalo S., Daouda K. & Yatty J.K. (2020). Analyse descriptive et facteurs agronomiques d'avant-garde de l'état sanitaire des vergers anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 16(30) : 72-86.
- Soro S., Tuo S., Ouattara G.M., Traore M.M., Kone D. & Kouadio Y.J. (2015b). Inventory of pesticides use in cashew nuts orchards in the north of Côte d'Ivoire. *International Journal of Development Research*, 10(11) : 41925-41929.
- Summerbell R.C., Krajden S., Levine R. & Fuksa M. (2004) : Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Lasiodiplodia theobromae* and successfully treated surgically, *Medicine Mycology*, 42(6) : 543-547.

- Suresh V., Vidya S.B., Kishore V.P. & Koteswara R.S.R. (2017). Mango gummosis disease incidence studies under natural and artificial conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5) : 1037-1041.
- Tandjiékpon A.M., Teblekou K., Dah-Dovonon J.Z., N'Djolosse K., Adjahouinou L.T. & Midingoyi S.J. (2005). Mieux produire l'anacardier au Bénin : *Référentiel technico-économique*. INRAB, 2ième édition. 63 p.
- Telascrea M., Leao A., Ferreira M., Pupo H., Cherian B. & Narine S. (2014). Use of a Cashew Nut Shell Liquid Resin as a Potential Replacement for Phenolic Resins in the Preparation of Panels-A Review. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 604 : 222-232.
- Thangara J.H.S., Adjei O., Allen B.W. & Portaels F. (2000). *In vitro* activity of Ciprofloxacin, Sparfloxacin, Ofloxacin, Amikacin, and Rifampicin against Ghanaian isolates of *Mycobacterium ulcerans*, *Journal of Antimicrobial Agents chemother*, 45(2) : 231-233.
- Thangarajah K. & Emmanuel C. J. (2024). Identification of new phylogenetic lineage of *Lasiodiplodia* causing leaf spot and tip necrosis causing agent on *Aloe vera* in Sri Lanka and screening eco-friendly control measures. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 133(2024) : 102-387.
- Thiocone K.M.O., Charahabil M.M., Tendeng E., Niang D. & Ndiaye L. (2024). Comparaison des paramètres morphologiques et capacité germinative des noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) provenant des quatre zones de production au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 18(4) : 1406-1420.
- Tia E.V., Cissé M., Douan G.B. & Koné A. (2019). Etude comparée de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* DC et d'*Ocimum canum* Sims sur *Cylas puncticollis* Boheman, un charançon de la patate douce. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences*, 13(3) : 1789-1799.
- Tiendrebeogo A., Ouedraogo I., Bonzi S. & Kassankogno A.I. (2017). Etude de l'activité antifongique d'extraits de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stap, *Eclipta alba* L., *Lippia multiflora* M. et *Agave sisalana* P. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(3): 1202-1211.

- Tissut M., Delval P., Mamarot J. & Ravanel P. (2006). Mauvaises herbes, agrosystèmes et techniques de désherbage, in *Plantes, herbicides et désherbage*. 2ème édition. Association de Coordination Technique Agricole, Paris Cedex (France), 635p.
- Tittikpina N.K., Agban A., Gbogbo K.A., Hoekou Y.P., Pereki H., Batawila K. & Akpagana K. (2014). Évaluation des propriétés antimicrobiennes de *Pterocarpus erinaceus* Poir (Faboiidae) et *Daniellia oliveri* (Rolf) Hutch. et Dalz (Caesalpinoïidae), utilisées en médecine traditionnelle au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(4) : 1586-1594.
- Tonon D., Sikirou R., Adomou A. C., Zinsou V., Zocli B., N'Djolosse K. & Bello S. (2017). Efficacité des fongicides Mancozèbe 80 WP et Chlorothalonil-Carbendazime 65 SC contre *Colletotrichum gloeosporioides* agent causal de l'antracnose de l'anacardier au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(5): 2093-2105.
- Topper C.P. (2002). Issues and constraints related to the development of cashew nuts from five selected African countries (Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea, Guinea Bissau and Nigeria). Rapport Réunion régionale sur le développement des exportations de noix de cajou d'Afrique. CCI/CNUCED/OMC/CFC/CNEX. Project No. INT/W3/69 "Développement des exportations des noix de cajou d'Afrique" 23-26 juillet 2002, Hôtel du Port « La Marina », Cotonou, Bénin, 24 p.
- Touré A., Konan A.G., Kouakou N.J. & Ipou I.J. (2018). Méthodes Paysannes dans la Gestion des Adventices de la Culture du Manioc au Centre de la Côte d'Ivoire (Département de Toumodi). *European Journal of Scientific Research*, 151(1) : 22-33.
- Touré A.A., Tidjani A.D., Rajot J.L., Marticorena B., Bergametti G., Bouet C., Ambouta K. J. M. & Garba Z. (2019). Dynamics of wind erosion and impact of vegetation cover and land use in the Sahel: A case study on sandy dunes in southeastern Niger. *Catena*, 177: 272–85.
- Touré M. A., Faye E., Malou G., Diatta M., Ndiaye S.A. & Gassama Y.K. (2018). Traits morphométriques et germination des noix de *Anacardium occidentale* L. au Sénégal. *Afrique Sciences*, 14 : 215–226.
- Traoré K. (2008). Étude comparée de la flore adventice des agro-écosystèmes élaeicoles (*Elaeis guineensis* Jacq.) en basse Côte d'Ivoire : Cas des localités de La Mé et de Dabou. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Spécialité Malherbologie, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 161 p.

- Traoré K., Sorho F., Dramane D.D. & Sylla M. (2013). Adventices hôtes alternatives de virus en culture de Solanaceae en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 25(3) : 231-237.
- Traore K., Soro D., Pene C.B. & Ake S. (2010). Flore adventice sous palmeraie, dans la zone de savane incluse à Dabou, basse Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 22(1) : 21-32.
- Triolet M., Edel-Hermann V., Gautheron N., Mondy S., Reibel C., André O., Guillemin J-P. & Steinberga C. (2022). Weeds Harbor an Impressive Diversity of Fungi, Which Offers Possibilities for Biocontrol. *Applied and Environmental Microbiology*, 88(6): 1-20.
- Tuo G. (2007). Analyse de la filière anacarde en Côte d'Ivoire: stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie en Science Economique, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire, 66 p.
- Uaciquete A., Korstenb L. & Van Der Waals J.E. (2013). Epidemiology of cashew anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) in Mozambique. *Crop Protection*, 49 : 66-72.
- Vasconcelos M.C.C., Silva A.F.A. & Lima R.S. (2012). Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. *Agropecuária Científica no Semi-Árido, Campina Grande*, 8(1): 1-6.
- Velmurugan P., Hydroose M., Lee S.M., Cho M., Park J.H., Balachandar V. & Oh B.T. (2014). Synthesis of silver and gold nanoparticles using cashew nut shell liquid and its antibacterial activity against fish pathogens. *Indian Journal of Microbiology*, 54(2) :196-202.
- Vinson J. A., Yong A., Xuelci S., Ligid Z. & Bose P. (2001). Phenol antioxidant and quantity and quality in foods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49 : 5315–5322.
- Wagner M.R., Cobbinah J.R. & Bosu P.P. (2008). Forest Entomology in West Tropical Africa: Forest Insects of Ghana. Published by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, Netherlands, 305p.
- Walder M. (1996). Statistique et calcul des probabilités. 7^{ème} édition Dalloz, Paris, France : 225-227.
- Wisler G.C. & Norris R.F. (2005). Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Sciences*, 53 : 914-917.

- Wonni I., Sereme D., Ouedraogo I., Kassankagno A.I., Dao I., Ouedraogo L. & Nacro S. (2017). Diseases of cashew nut plants (*Anacardium Occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advences in Plants and Agriculture Research*, 6(3) : 2-8.
- Yadukumar N. & Rejani R. (2006). Temporal and spatial variation of soil moisture content and development of a yield model based on soil moisture content. *Journal of Plantation Crops*, 34(3): 364-367.
- Yadukumar N. (2007). Organic farming in cashew. Proceedings of the National Seminar on Research, Development and Marketing of Cashew, 20-21st November 2007, Goa, Inde, 36-46.
- Yaduraju N.T. & Mishra J.S. (2018). Smart weed management: A small step towards doubling farmer's income. *Indian Journal of Weed Science*, 50(1) : 1–5.
- Yaduraju N.T., Sharma A.R. & Rao A.N. (2015). Weeds in Indian agriculture: Problems and prospects to become self-sufficient. *Indian Farming*, 65(7) : 2-6.
- Yao K.S.A., Kimse M., Soro D. & Fantodji A. (2013). Effet de l'incorporation de la noix de cajou dans les rations alimentaires sur les performances de croissance des porcs : phases post-sevrage et de croissance. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(2) : 479-488.
- Yeo Y.S., Kone Y., Dembele D.D., Amari E.L.N.D.G., Rey J.Y., Del Ponte E.M., Fernandez D. & Kone D. (2024). Prevalence of mango stem-end rot disease in Côte d'Ivoire and identification of associated fungal pathogens. *Tropical Plant Pathology*, 1–17.
- Zinsou V.A., Fanou A.A., Tchemadon G.C., Dossa H.A., Doumatey J.A.P., Sambo P.B.A., Houénoumadin R. & Natta A.K. (2021). Maladies et plantes vasculaires du Karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) au Bénin. *European Scientific Journal*, 17(10) : 270-289.
- Zirihi G.N., Soro S., Kone D. & Kouadio Y.J. (2008). Activité antifongique de l'extrait naturel de combretum sp in vitro sur trois espèces fongiques telluriques des cultures de tomate en côte d'ivoire. *Revue Ivoirienne Sciences et Technologie*, 11 : 131-142.
- Zombré C., Traoré O., Dagano D., Koita K., Wonni I., Dianda Z.O. & Boro F. (2024). Antibacterial activity of essential oils of *Ocimum gratissimum* and *Cymbopogon citratus* on *Xanthomonas citri* pv. *Mangiferae indicae*, causing bacterial black spot of cashew and mango in Burkina Faso. *International Journal of Agriculture & Biology*, 32(4) : 301-307.

Zoumenou B., Aïna M.P., Agbohessi P., Imorou T.I. & Scippo M.L. (2015). Effets toxicologiques et méthodes d'analyse de la lambda-cyhalothrine et de l'acétamipride utilisés dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(4) : 2184-2199.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de relevé des adventices symptomatiques dans le verger anacardier

**FICHES DE L'INVENTAIRE DES ADVENTICES PRESENTANT
DES SYMPTOMES
DE MALADIE DANS LES VERGERS D'ANACARDIER**

Date : 02 / 07 / 2021 Région : Tchologo Localité : Fonikoh Superficie du verger : 0,1 ha
Age du verger : 7 ans Type de couronne du verger : Juxtaposé Saison : Pluie

N°	Nom et famille botanique	Type de symptôme	Description du symptôme
01	<i>Daniellia dhivei</i> Fabaceae	- Plages - Points noirs	- Grandes taches sous forme de brûlure + Points nécrotiques
02	<i>Isobertinia Doka</i> ND	- Points rougeâtre	Petites taches nécrotique dispersées sur le limbe
03	<i>Pterocarpus erindicus</i> Fabaceae	- Plages	+ plusieurs grandes taches + Confluentées
04	Inconnue (I1) ND	- Points nécrotiques - Plage	
05	<i>Vitellina paradoxa</i> Sapotaceae	Pointe nécrotique + Cercles concentriques	+ plusieurs taches nécrotiques + Cercles nécrotiques + Concentriques
07	<i>Vitex doniana</i> ND	- Nécrose apicale foliaire	Dessèchement marginal des feuilles
08	<i>Albizia eggia</i> ND	- Plages - Points nécrotiques	Plages de petites taches rougeâtre et des points noirs
09	<i>Zanthoxylum zantha</i> Fabaceae	Rouge rougeâtre	Plusieurs dépôts de poudre de couleur rougeâtre dispersés sur la feuille
10	<i>Catopogonium mucronatis</i> Fabaceae	- Taches et points nécrotiques	Taches de couleur grisâtre dispersées sur la feuille

* I = adventice non identifiée
* ND = Famille botanique non définie

Annexe 2 : Fiche de suivi sanitaire des plants d'anacardier inoculés en serre avec les isolats
Colletotrichum sp isolés sur les adventices

Annexe 4 : Fiche de suivi sanitaire des plants d'anacardier inoculés en serre avec les isolats

Lasiodiplodia sp isolés sur les adventices

Annexe 5 : Production des jeunes plants d'anacardier



Substrat de culture



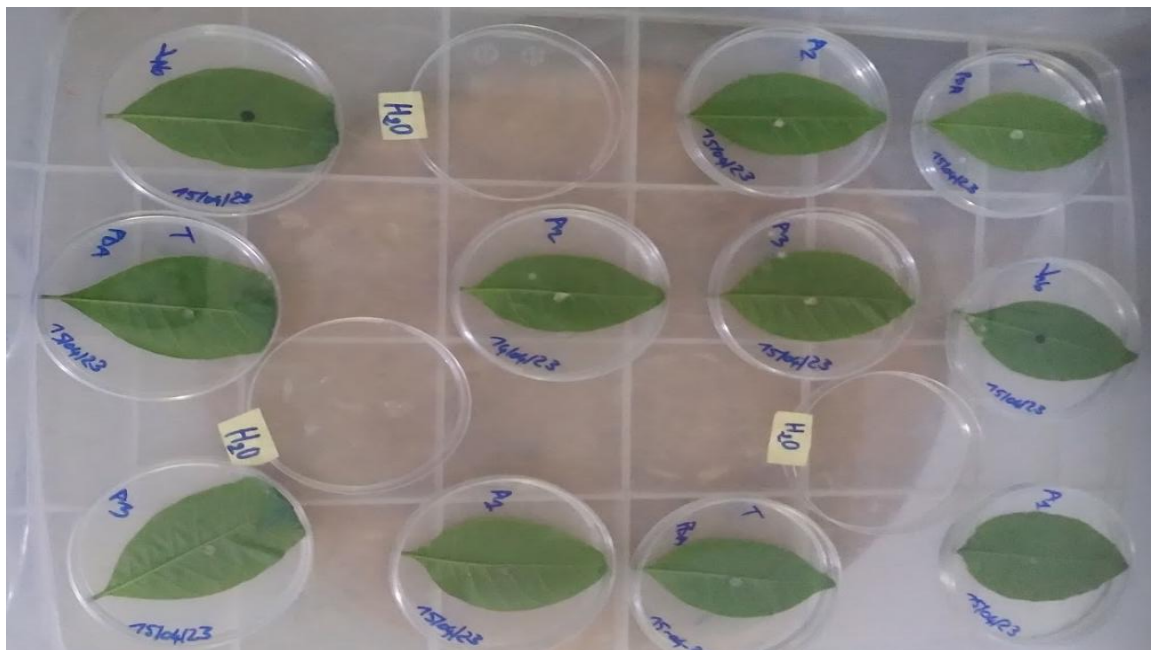
Pôts contenant le substrat plus noix de cajou



Développement des jeunes plants d'anacardier



Annexe 6 : Inoculation des feuilles et fruit détachées de l'anacardier *in vitro*



Feuilles inoculées

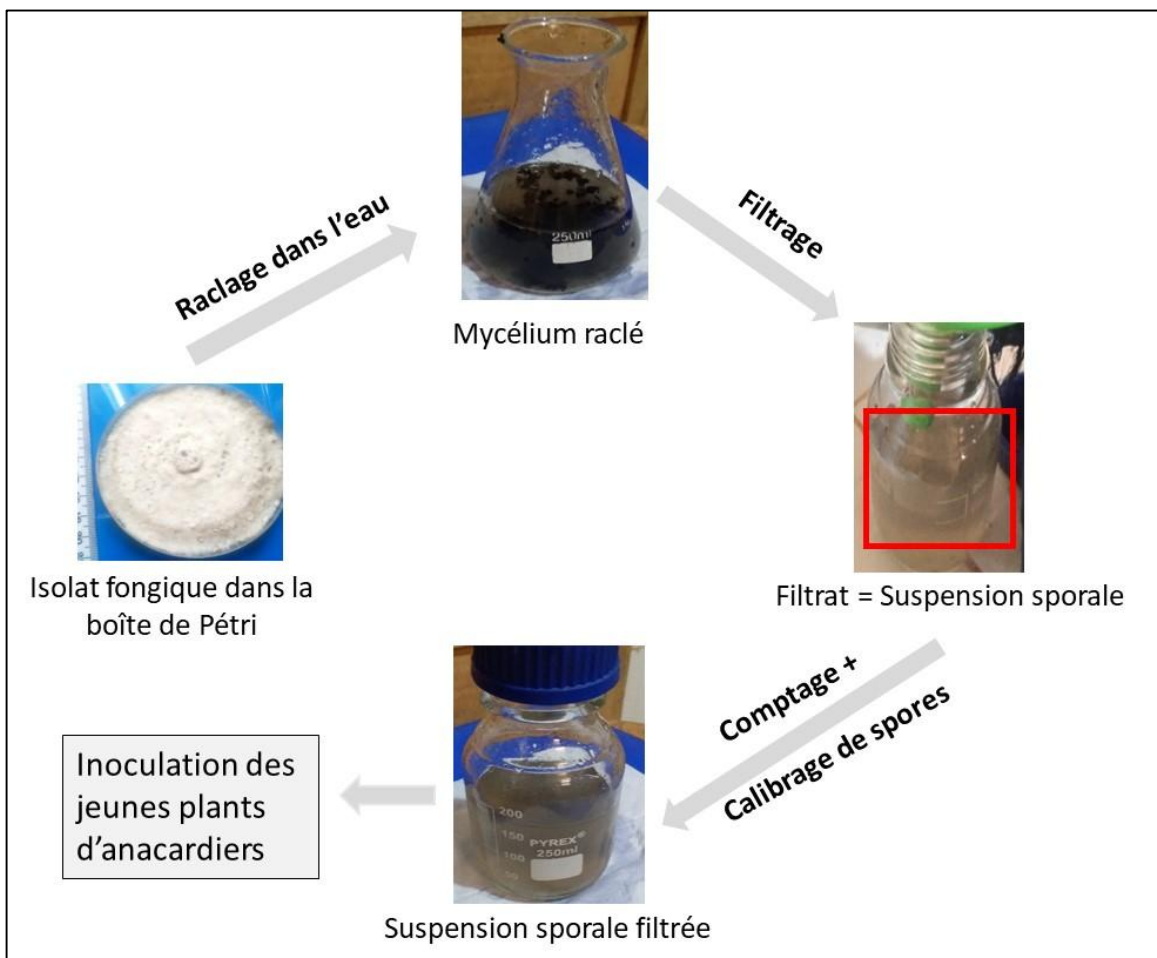


Fruits inoculés

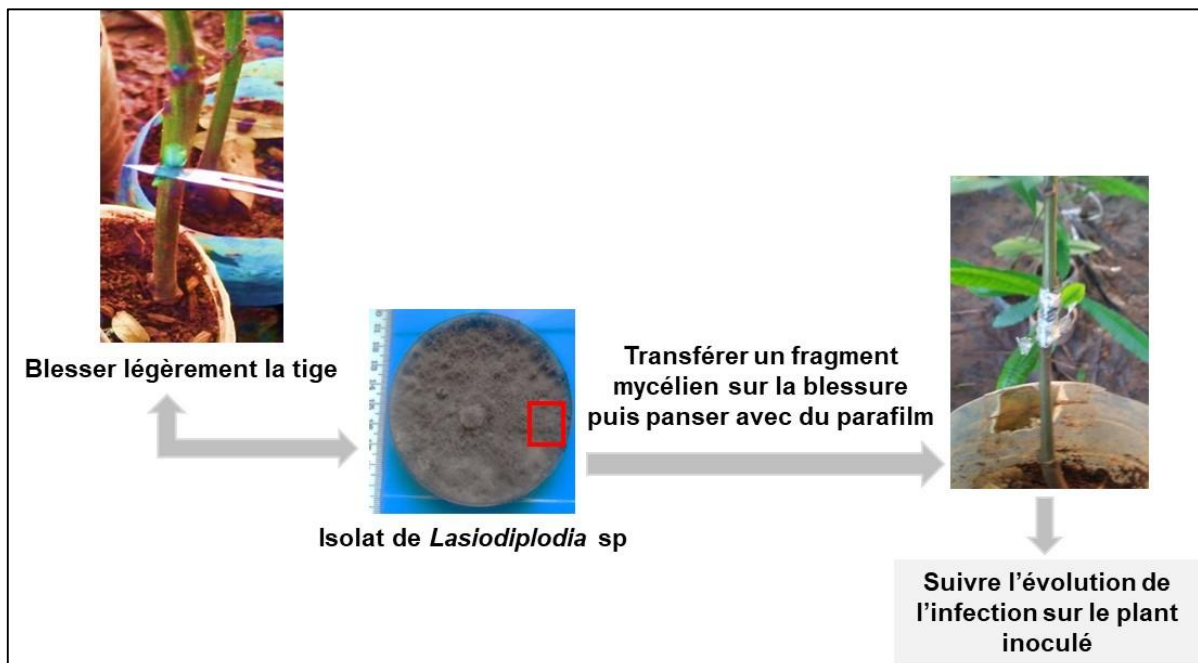
Annexe 7 : Isolats fongiques utilisés pour les tests de pathogénicité *in vivo*

Espèce fongique	Code	Adventice hôte	Zone agroécologique
<i>Colletotrichum</i> sp	ColN1	<i>Daniellia oliveri</i>	Nord
	ColN2	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Nord
	ColN3	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Nord
	ColC1	<i>Daniellia oliveri</i>	Centre
	ColC2	<i>Blighia sapida</i>	Centre
	ColC3	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Centre
	ColE1	<i>Daniellia oliveri</i>	Est
	ColE2	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Est
	ColE3	<i>Albizia zygia</i>	Est
	ColCO1	<i>Blighia sapida</i>	Centre-ouest
	ColCo2	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Centre-ouest
	ColCo3	<i>Micuna pruriens</i>	Centre-ouest
	<i>Lasiodiplodia</i> sp	LasioN1	<i>Daniellia oliveri</i>
LasioN2		<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Nord
LasioN3		<i>Vitellaria paradoxa</i>	Nord
LasioC1		<i>Daniellia oliveri</i>	Centre
LasioC2		<i>Blighia sapida</i>	Centre
LasioC3		<i>Centrosema pubescens</i>	Centre
LasioE1		<i>Daniellia oliveri</i>	Est
LasioE2		<i>Vitellaria paradoxa</i>	Est
LasioE3		<i>Blighia sapida</i>	Est
LasioCO1		<i>Blighia sapida</i>	Centre-ouest
LasioCO2		<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Centre-ouest
LasioCO3		<i>Vitex doniana</i>	Centre-ouest

Annexe 8 : Technique de production d'inoculum fongique



Annexe 9: Technique d'inoculation brutale des plants d'anacardier avec les isolats de *Lasiodiplodia* sp isolés sur les adventices



PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

ARTICLES PUBLIES PENDANT LA THESE (06)

ARTICLES TIRES DE LA THESE (02)

1) **Traoré Aboulaye**, Soro Sibirina, Ayemou A. R. Emmanuella, Traoré-Ouattara Karidia, Kouabenan Abo, Koné Daouda (2023). Fungal flora on weeds in the Cashew (*Anacardium occidentale* L.) orchard in Côte d'Ivoire. *American Journal of Plant Sciences*, 14(4): 448-463.

2) **Traoré Aboulaye**, Soro Sibirina, Ayémou Alloua R. E., Soro N. Arsène, Traoré-Ouattara Karidia and Koné Daouda (2025). Pathogenic Susceptibility of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) to Twelve Isolates of *Colletotrichum* sp Present on Six Weeds in Cashew Orchards in Côte d'Ivoire. *Biotechnology Journal International*, 29(1) : 1-10.

ARTICLES HORS THESE (04)

3) AYEMOU Alloua Richmonde Emmanuella, **TRAORE Aboulaye**, SALLA Moretto, OGOU Sacha Marlène, SORO Sibirina, KOUAME François, TRAORE-OUATTARA Karidia (2023). Étude phytoécologique des adventices des vergers d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) de 4 zones agroécologiques en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 192: 20428 – 20442.

4) CISSÉ Issa, SORO Sibirina, **TRAORÉ Aboulaye**, SILUÉ Sanan, ABO Kouabenan, KONÉ Daouda (2024). Level of Distribution of Cashew Gummosis (*Anacardium Occidentale* L.) In Côte d'Ivoire. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 35-43.

5) Soro Nahangnon Arsène, Soro Sibirina, Dianda Zoéyandé Oumarou, **Traoré Aboulaye**, Wonni Issa, Abo Kouabenan, Koné Daouda (2025). Molecular and Morphological Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* Isolates Causing Anthracnose of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Côte d'Ivoire. *International Journal of Phytopathology*, 14(1) :29-40

6) SORO Sibirina, **TRAORE Aboulaye**, KOFFI N'guessan Mathurin, TRAORE-OUATTARA Karidia (2025). Antifungal potential of local plant extracts in the control of soil-borne diseases of tomato and eggplant in Daloa, Centre-West, Côte d'Ivoire, *World journal of advanced research and reviews*. 28(02), 2311-2321.

ARTICLES EN ATTENTE DE PUBLICATION (01)

1) **TRAORE Aboulaye^{1*}**, SORO Sibirina¹, CISSE Issa¹, FONDJO Ben Bakary¹, KONAN Koffi Serge Pacôme¹, TRAORE-OUATTARA Karidia¹, KONE Daouda² (2025). Virulence on cashew trees of twelve isolates of *Lasiodiplodia* sp from six weeds species in cashew orchards in Côte d'Ivoire, *Journal of Plante Pathology*.

Fungal Flora on Weeds in the Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchard in Côte d'Ivoire

Traoré Aboulaye^{1*}, Soro Sibirina¹, Ayemou A. R. Emmanuella¹,
Traoré-Ouattara Karidia¹, Kouabenan Abo², Koné Daouda³

¹Laboratory for the Improvement of Agricultural Production, UFR Agroforestry, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratory of Phytopathology and Plant Biology, Department of Training and Research in Agriculture and Animal Resources, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INPHB), Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

³African Centre of Excellence on Climate Change, Biodiversity and Sustainable Agriculture (CEA-CCBAD), Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Abidjan, Côte d'Ivoire

Email: *traoreaboulaye044@gmail.com

How to cite this paper: Aboulaye, T., Sibirina, S., Emmanuella, A.A.R., Karidia, T.-O., Abo, K. and Daouda, K. (2023) Fungal Flora on Weeds in the Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchard in Côte d'Ivoire. *American Journal of Plant Sciences*, **14**, 448-463. <https://doi.org/10.4236/ajps.2023.144029>

Received: February 2, 2023

Accepted: April 14, 2023

Published: April 17, 2023

Copyright © 2023 by author(s) and Scientific Research Publishing Inc. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Since 2015, Côte d'Ivoire has been the world's largest cashew producer. However, cashew orchards in Côte d'Ivoire are infected by fungal diseases that weaken production. And the contribution of weeds to the spread of these diseases is not yet understood. This study was initiated with the aim of establishing the role of weeds in the proliferation of pathogenic fungi in orchards. It consisted of a survey of weeds showing disease symptoms in cashew orchards in Côte d'Ivoire from February 2021 to July 2022. The itinerant method was used for the weed inventory. Symptomatic leaves were collected and sent to the laboratory for diagnosis on PDA (Potatoes Dextrose Agar) medium. In total, 50 species in 46 genera and 23 families were recorded. Laboratory diagnosis of the samples showed that 80% of the weeds identified harboured pathogenic fungi. The highest infection rates were obtained on *Danielia oliveri* R. (99.33% to 100%), *Vitellaria paradoxa* G. (100%), *Pterocarpus erinaceus* P. (83.91% to 99.33%), *Micuna pruriens* L. (98.33% to 100%) and *Isobertia doka* C. et S. (56.33% to 100%). The diagnosis revealed the presence of *Lasiodiplodia* sp, *Colletotrichum* sp, *Pestalotia* sp, *Alternaria* sp and *Curvularia* sp on weeds in the cashew orchard in Côte d'Ivoire.

Keywords

Weed, Infection Rate, Symptoms, Cashew, Côte d'Ivoire

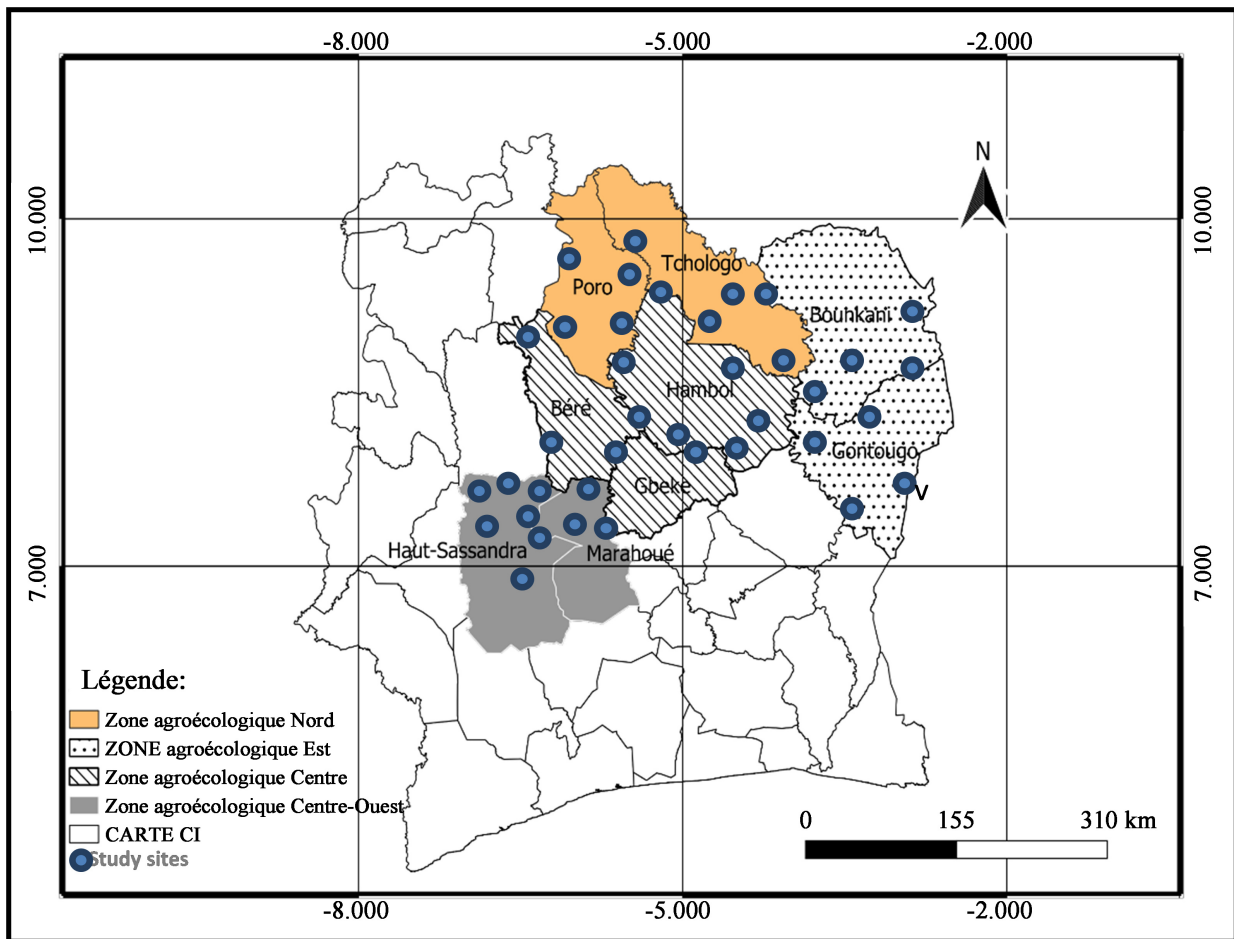


Figure 1. Study areas.

The Northern agro-ecological zone is characterized by a Sudanese climate with two seasons. The dry season runs from November to April and the rainy season from May to October. Average temperatures vary between 24°C and 33°C. The average annual rainfall is between 1100 and 1600 mm. The vegetation in this zone is savannah.

The eastern agro-ecological zone is characterised by a tropical climate with a very hot and dry period from November to February and a rainy period from March to October. The average annual temperature in this zone is 26.4°C and rainfall averages 850.8 mm. The vegetation is essentially tree and shrub savannah with gallery forests.

The climate of the Central agro-ecological zone is of the Baulean type, characterised by a very hot and dry period from November to February and a rainy period from March to October. The average annual temperature varies between 26°C and 34°C. The average annual rainfall varies between 745.4 mm and 1580 mm. The vegetation is dominated by savannah trees.

The Centre-West agro-ecological zone is characterised by a mountain climate with four seasons. The long rainy season starts in April and ends in mid-July, while the short dry season lasts from mid-July to mid-September. The short

rainy season runs from mid-September to mid-November and the long dry season from December to March. The dry and wet seasons alternate with temperatures ranging from 24.65°C to 27.75°C on average. Almost the entire basin is in the tropical rainforest zone with dense forest vegetation.

2.2. Material

The plant material used in this study consisted of leaves of weeds showing disease symptoms in the cashew orchard. The technical equipment consisted of a GPS, a camera, pruning shears and sterile bags. In the laboratory, PDA medium, an autoclave, a laminar flow hood and an electronic balance were used.

2.3. Methods

2.3.1. Collection of Samples

Surveys were conducted in orchards in four agro-ecological zones of the Ivorian cashew basin from February 2021 to July 2022. In each agro-ecological zone, ten orchards of one hectare in size were randomly selected. The itinerant method was used for the inventory of weeds showing disease symptoms in the orchard. The method consisted of walking the orchard in a diagonal direction. Weeds with disease symptoms found elsewhere in the orchard were added to the list. During this survey, the name and morphological type of weeds showing disease symptoms were determined. Attacked organs were collected with pruning shears which were immediately cleaned with 70% alcohol after sampling. The samples collected consisted mainly of leaves. These samples were stored in envelopes and coded and sent to the laboratory for diagnosis on PDA (Potatoes Dextrose Agar) medium.

2.3.2. Isolation and Purification of Fungi

In the laboratory, samples showing the characteristic symptoms of anthracnose, desiccation and pestalotiose were selected for diagnosis. Riviera's method has been modified and used [17]. Each sample was thoroughly washed with tap water and dried on blotting paper. After drying, the samples were cleaned with 70% alcohol. Then, 3 - 4 millimetre explants were taken from the growth front of the symptoms using a sterile scalpel. The sampling equipment was automatically cleaned with 70% alcohol after each sample. Explants from the same sample were then soaked in 5% sodium hypochlorite for 3 minutes before being rinsed three times in succession with sterile distilled water and dried on blotting paper in an aseptic environment. Seeding of the explants was done under a laminar flow hood near the flame of the benzene burner. It consisted of placing four explants of the same sample equidistantly in a Petri dish containing frozen PDA medium. The Petri dishes were sealed with para film, coded (reference and date) and then incubated at a temperature of 27°C ± 2°C until proliferation of the fungal colonies.

The purification of the fungal colonies was done under the same aseptic conditions as the inoculation. A fragment of the mycelium was removed from the outgrowth zone of the fungal colony and transplanted into the centre of a new

Petri dish containing frozen PDA medium. Pure fungal isolates were obtained from successive purifications [18]. The fungal isolates obtained from the diagnosis were identified according to their macroscopic characteristics on PDA medium and microscopic characteristics according to the identification key of [19].

2.3.3. Weeds Infection Rate

A weed is said to be infected if the diagnosis reveals the presence of at least one fungus on a sample from one of its organs showing disease symptoms. The infection rate was calculated according to the following formula:

$$Ti(\%) = (NEp/NtE) * 100 \quad (1)$$

With:

Ti: Infection rate of a weed,

NEp: Number of samples testing positive and

NtE: Total number of weed samples showing disease symptoms.

2.3.4. Frequency of Fungi

Walder's formula was used to calculate the isolation frequency of fungi [20]:

$$Fi(\%) = (Ni/Nti) * 100 \quad (2)$$

With:

Fi: Frequency of isolation in percentage.

Ni: Number of isolations of one fungal genus in all samples.

Nti: Total number of isolations of all fungal genera.

2.3.5. Data Processing

Microsoft Excel 2013 spreadsheet software was used for data entry and graph construction. Statistica version 7.1 was used for statistical analysis of the data. Normality was checked before the data were subjected to analysis of variance (ANOVA). When differences were significant at the 5% level, comparison of means by the Newman-Keuls test was performed.

QGIS software version 3.28.0 was used to produce the Study Area Map.

3. Results and Discussion

3.1. Results

3.1.1. Observed Symptoms

The study conducted on weed symptomatology in the cashew orchard in Côte d'Ivoire identified 50 species divided into 46 genera and 23 families. The most represented family was the Fabaceae. Weeds showing disease symptoms in the cashew orchard belonged to two classes, namely Dicotyledons (76%) and Monocotyledons (24%). The main symptoms identified were of four types. These included necrosis on the leaves, beach-like spots in the form of burning, desiccation and deposits of red or whitish powder on the leaves (**Figure 2**). Laboratory diagnosis of the samples showed that 80% of the weeds identified harboured cashew pathogenic fungi in the orchard in Côte d'Ivoire. The infected weeds were

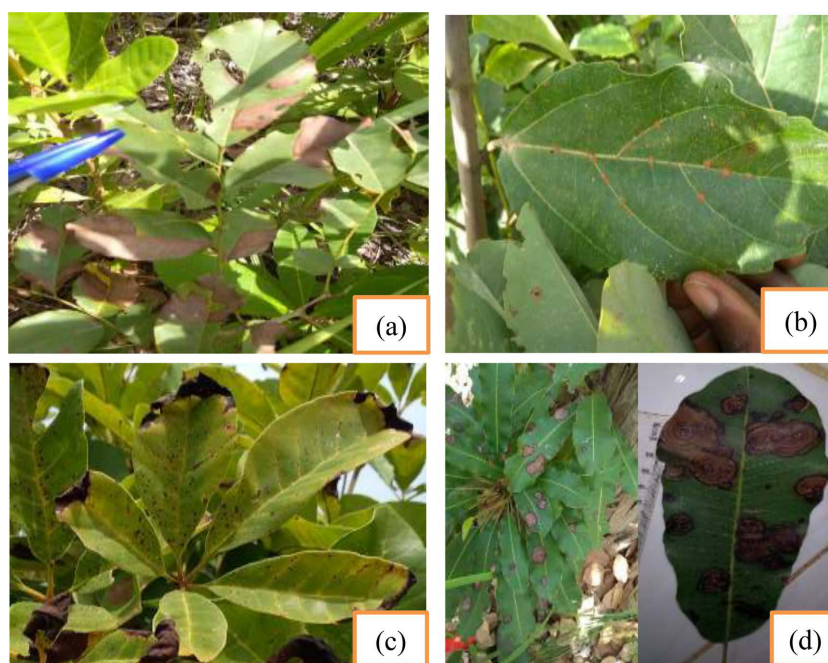


Figure 2. Symptoms observed on weeds in the cashew orchard. (a) Necrosis patch (Anthracnose) on *Pterocarpus erinaceus* Poir. (b) Rust on *Ficus sur* leaf on F. (c) Withering on leaves of *Vitex doniana* S. (d) Necrosis spots evolving in concentric circles on leaves of *Vitellaria paradoxa* G.

distributed among three morphological types, namely shrubs (65%), lianas (25%) and herbaceous plants (10%).

3.1.2. Weed Infection Rate in Cashew Orchard According to Agro-Ecological Zones

Figure 3 shows the infection rate of weeds showing disease symptoms in the cashew orchard in Côte d'Ivoire. The weed infection rate varies according to the agro-ecological zones. ANOVA tests showed that there was no significant difference ($F = 1.96$ and $P = 0.12$) between weed infection rates in the different agroecological zones surveyed. However, the highest infection rate (79.12%) was obtained in the Central agroecological zone. In contrast, the lowest weed infection rate was obtained in the Eastern agro-ecological zone. Intermediate infection rates of 63.51% and 60.15% were obtained in the North and Centre-West agroecological zones respectively.

3.1.3. Weed Infection Rate in the Agro-Ecological Zones According to Species

The infection rate within the agro-ecological zones varies according to the weeds identified. The ANOVA test performed at the 5% level showed that there was a highly significant difference ($F = 14.35$ and $P = 0.000$) between the weed infection rates within each agroecological zone.

The highest weed infection rates in the eastern agro-ecological zone were obtained on *Daniellia oliveri* R. (100%), *Micuna pruriens* L. (100%), *Vitellaria paradoxa* G. (100%) and *Albizia zygia* M. (99%). Intermediate infection rates were

obtained on *Bridelia ferruginea* B. (87.13%), *Terminalia schimperiana* H. (75.25%), *Diospiros mespiliformis* H. (45.33%) and *Calepogonium mucunoides* Desv. In contrast, *Centroseuma pubescens* B. and *Ficus sur* F. had the lowest infection rate (25.75%) in the eastern agro-ecological zone. The infection rate was zero for the weeds *Anchomanes diformis* Bl., *Stylochiton hypogaeus* Lepr. and *Synedrella nodiflora* L. (Figure 4).

Weed infection rates in the Central agro-ecological zone varied from 25.66%

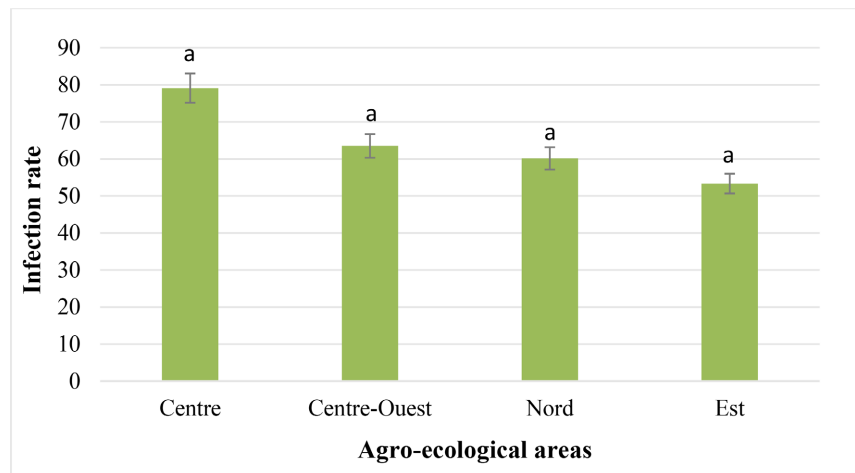


Figure 3. Weed infection rates according to agro-ecological zones. Bands with the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

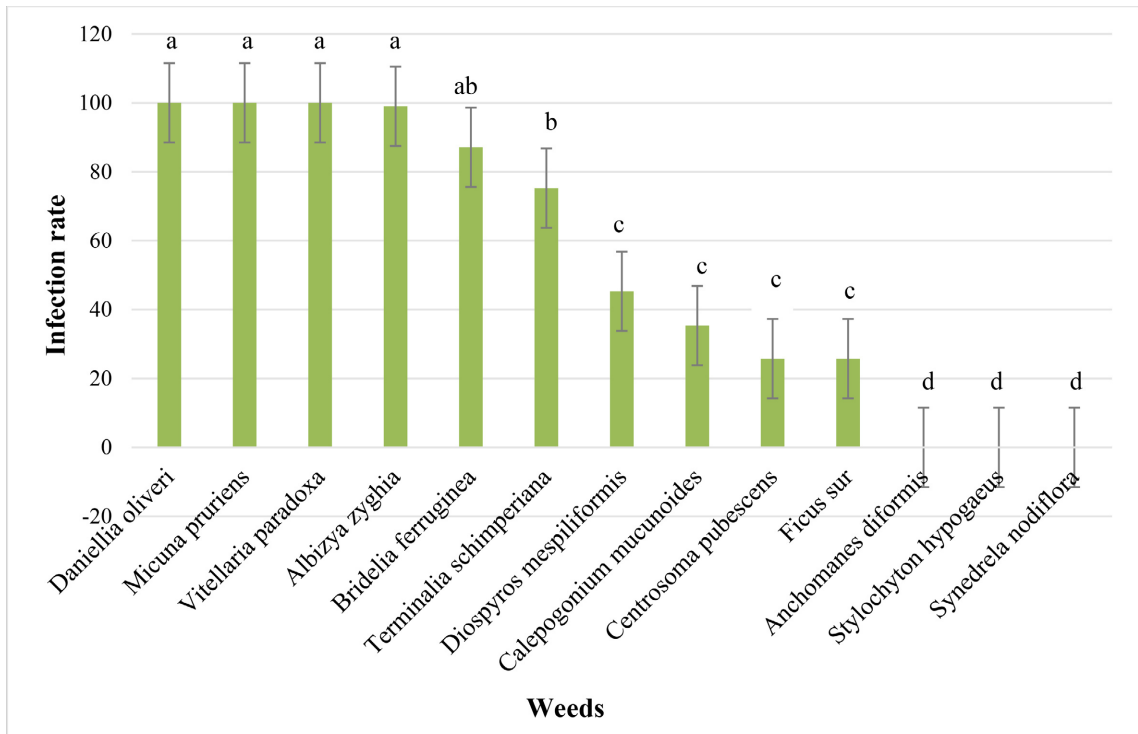


Figure 4. Weed infection rate according to species in the agro-ecological zone East. Bands with the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

to 100%. The highest infection rates were obtained on *Daniellia oliveri* (100%), *Isoberlinia doka* C. et S. (100%), *Vitellaria paradoxa* G. (100%), *Pterocarpus erinaceus* P. (99.33%) and *Micuna pruriens* L. (99.26%). While *Calepogonium mucunoides* Desv. had the lowest infection rate (25.66%) in the Central agro-ecological zone. In this zone, no fungi were isolated from the weeds *Pseudocedrela kotchyi* Sch. and *Tacca leontopetaloides* L. (Figure 5).

The infection rate of the weeds in the northern agro-ecological zone varied from 25.75% to 100%. The highest infection rates were obtained on *Daniellia oliveri* R. (100%), *Vitellaria paradoxa* Gaertn. (100%), *Isoberlinia doka* Craib. et Stapf. (98.86%) and *Piliostigma thonningii* Schumach (87.22%). The species *Vitex doniana* S. had the lowest infection rate (25.75%) in the Northern agro-ecological zone. In this zone, intermediate infection rates were recorded for the species *Terminalia schimperiana* H. (78.66%), *Bridelia ferruginea* B. (77.54%), *Erythrina senegalensis* DC. (75.66%), *Nauclea latifolia* Smith. (70.60%) and *Saba senegalensis* A. DC. (67.66%). The infection rate was zero for the weeds *Anona senegalensis* Pers., *Hymenocardia acida* Tul. and *Setaria barbata* Lam (Figure 6).

In the Centre-Ouest agro-ecological zone, infection rates of weeds showing disease symptoms in orchards varied from 20.56% to 99.33%. The highest infection rates were obtained on *Daniellia oliveri* R. (99.33%), *Micuna pruriens* L. (95.33%) and *Vitex doniana* S. (95%). On the other hand, the species *Millettia zechiana* Harms. had the lowest infection rate (20.56%) in the Centre-Ouest agro-ecological zone. The infection rate was zero for the weeds *Calepogonium*

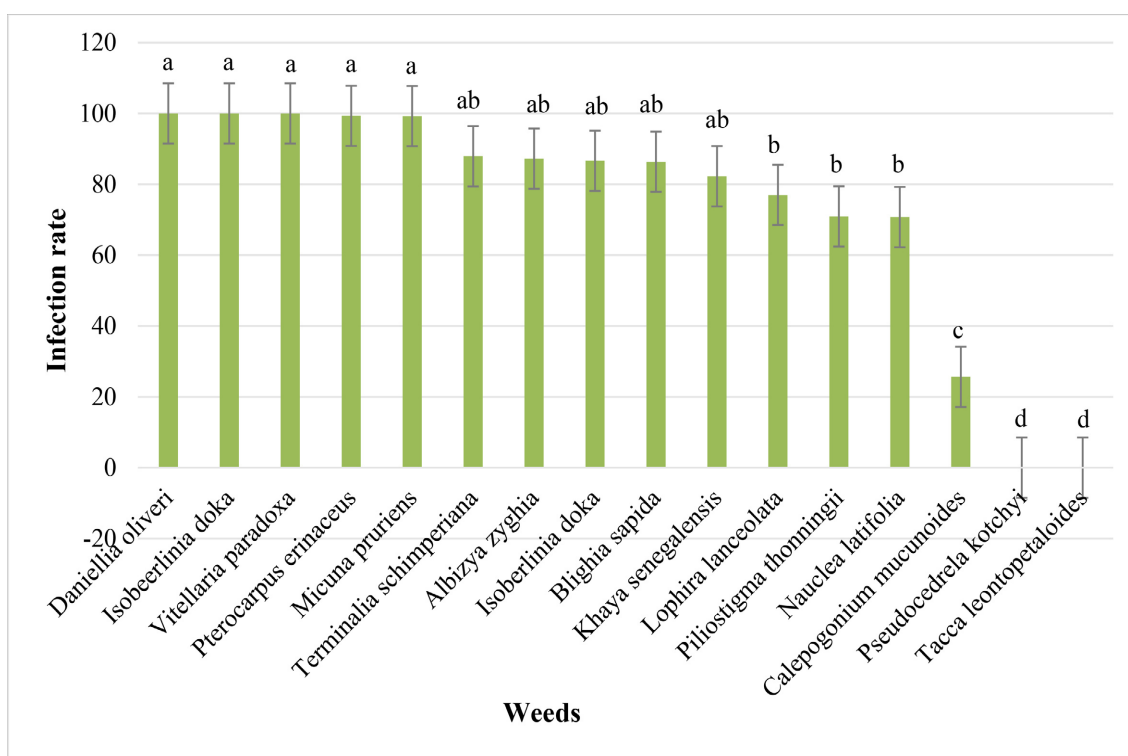


Figure 5. Weed infection rate according to species in the Centre agro-ecological zone. Bands with the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

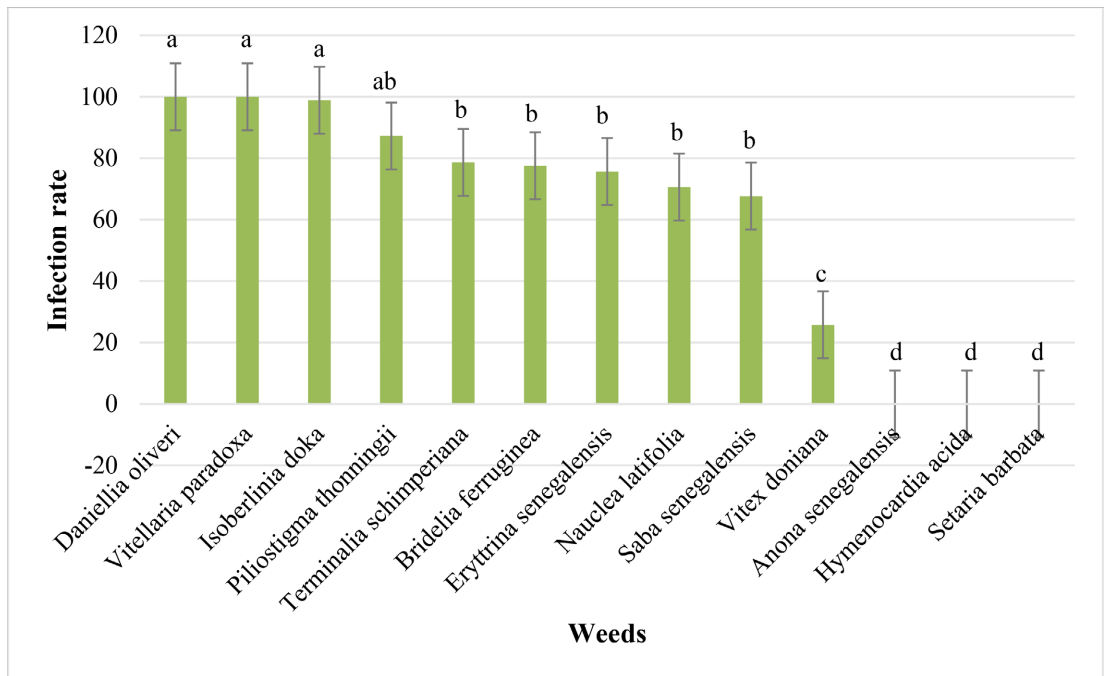


Figure 6. Weed infection rate according to species in the Northern agro-ecological zone. Bands with the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

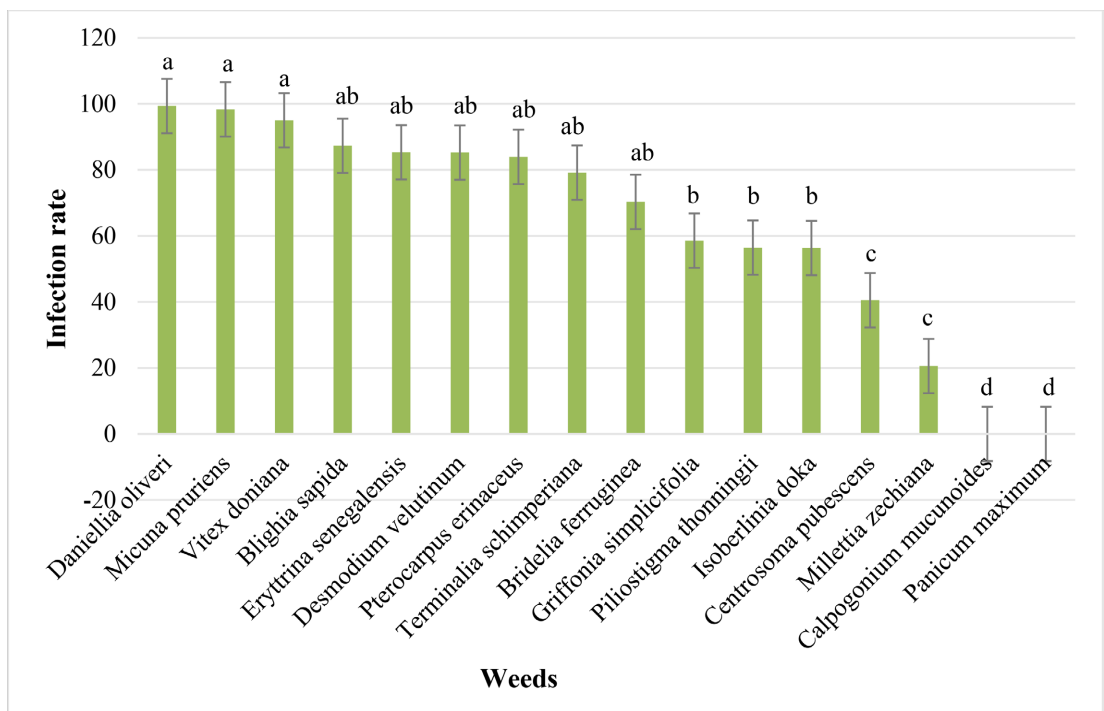


Figure 7. Weed infection rate according to species in the Centre-Ouest agro-ecological zone. Bands with the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

mucunoides Desv. and *Panicum maximum* Jacq. (Figure 7).

3.1.4. Fungal Flora on Weeds

Samples taken from weeds showing disease symptoms in the cashew orchard

were subjected to laboratory diagnosis. This diagnosis revealed that five species of fungi, namely *Lasiodiplodia* sp, *Colletotrichum* sp, *Pestalotia* sp, *Alternaria* sp and *Curvularia* sp are present on weeds in the cashew orchard in Côte d'Ivoire. These mycopathogens were identified on the basis of morphological characters on the PDA culture medium and under the microscope. Three of the species identified were common on shrubs and vines in the four agroecological zones surveyed (**Figure 8**).

The other two, *Alternaria* sp and *Curvularia* sp, were occasionally found on shrubs and grasses in the Central-Western and Northern agro-ecological zones of Côte d'Ivoire (**Figure 9**).

3.1.5. Frequency of Fungi

Figure 10 shows the frequency of isolation of the three most frequent fungi on weeds in the cashew orchard in Côte d'Ivoire. The graph shows that the species *Colletotrichum* sp was the most frequent in all agro-ecological zones. Furthermore, the frequencies of *Colletotrichum* sp (47.5% to 55.25%), were statistically identical for all agro-ecological zones. In contrast, the isolation frequencies of *Pestalotia* sp (10.5% to 22.5%) were the lowest in all agro-ecological zones. The isolation frequencies of *Lasiodiplodia* sp (30% to 40.33%) were intermediate in all agro-ecological zones.

The analysis within each agro-ecological zone shows that there is a significant difference between the isolation frequencies of the different fungus species. In fact, in the Northern agro-ecological zone, the highest frequency (47.5%) was obtained by *Colletotrichum* sp. and the lowest frequency (22.25%) was obtained by *Pestalotia* sp. In the Central agro-ecological zone, the highest frequency

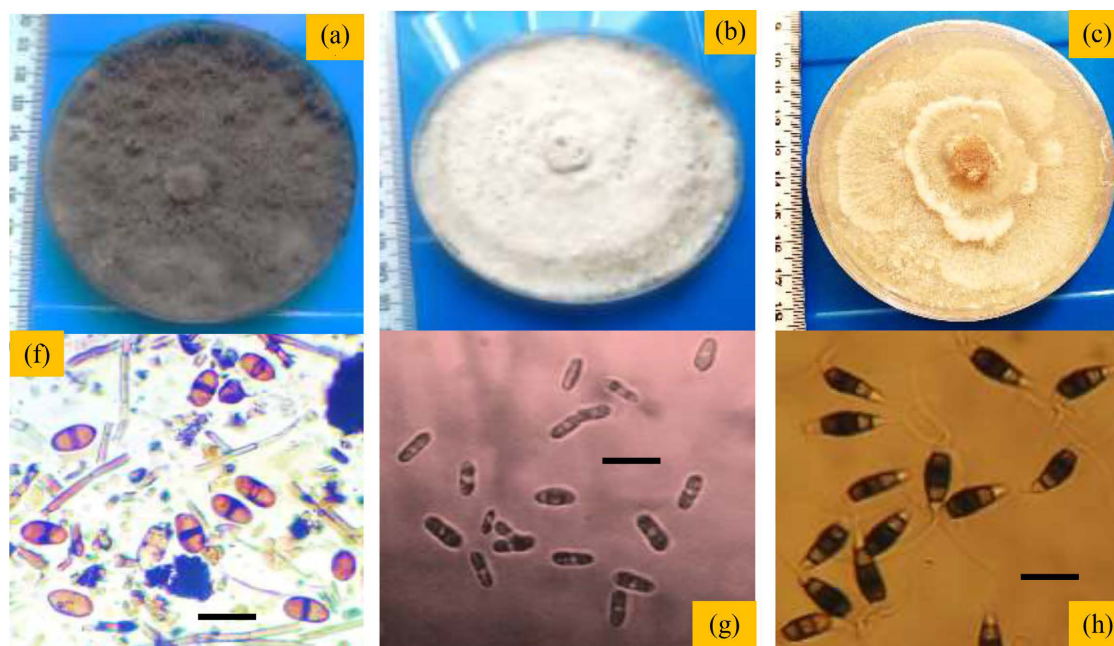


Figure 8. Main fungi identified on weeds in cashew orchard. (a) and (f): *Lasiodiplodia* sp; (b) and (g): *Colletotrichum* sp; (c) and (h): *Pestalotia* sp. (Observation au microscope optique, grossissement 40)

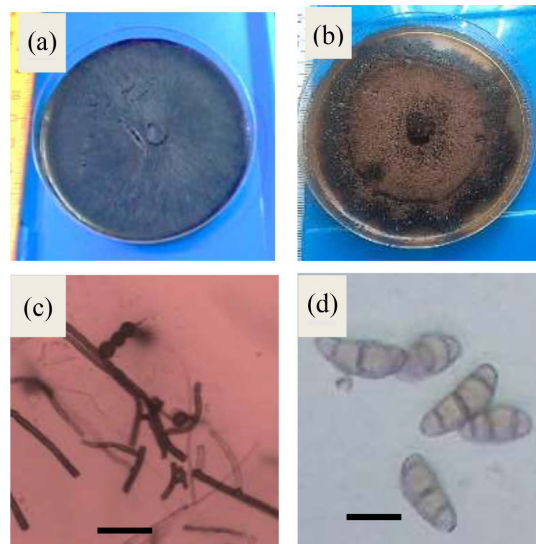


Figure 9. Fungi occasionally found on weeds. (a) and (c): *Alternaria* sp. (b) and (d): *Curvularia* sp. (Observation au microscope optique, grossissement 40)

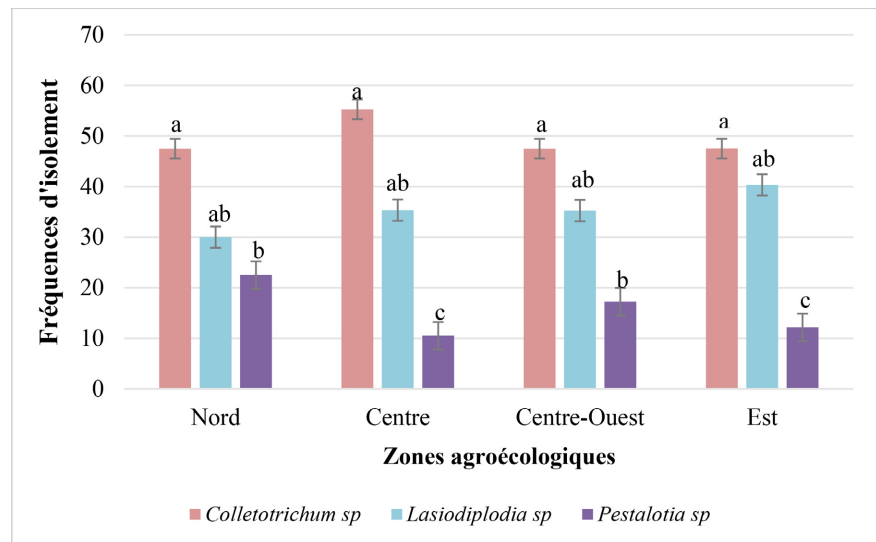


Figure 10. Frequency of species according to agro-ecological zones. Bands with the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

(55.25%) was obtained by *Colletotrichum* sp. While *Pestalotia* sp. had the lowest frequency of isolation (10.5%). The highest frequency of isolation (47.5%) in the agroecological zone Centre-West was obtained by *Colletotrichum* sp. While, the lowest frequency (17.25%) was obtained by *Pestalotia* sp. In the agroecological zone East, the highest frequency of isolation (47.51%) was obtained by *Colletotrichum* sp. And *Pestalotia* sp had the lowest frequency of isolation (12.16%).

3.2. Discussion

The results showed that fungi are present on weeds in the cashew orchard in Côte d'Ivoire. The infection rate of the weeds surveyed was 80%. This high in-

fection rate indicates that the majority of the symptoms observed on weeds in the cashew orchard are due to fungal attacks. The main symptoms identified were necrosis spots on the leaves, beach spots in the form of burning, desiccation and red or white powdery deposits on the leaves. The high presence of these symptoms on weeds in the cashew orchard is thought to be related to the presence of *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotia heterocornis*, *Cephaleuros virescens* or *Oïdium anacardii*. These symptoms are identical to those described on cashew by several authors in previous studies. The necrosis spots evolving into a beach-like burn on cashew leaves are caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. And the red powdery deposits on cashew leaves were described as a symptom of red rust caused by *Cephaleuros virescens* on cashew [21]. Similarly in Cameroon, cashew powdery mildew is manifested by the appearance of whitish colonies on the upper leaves [22]. In Burkina Faso, *Lasiodiplodia theobromae* is responsible for mango tree desiccation [23]. *Pestalotia heterocornis* causes leaf necrosis spots in cashew in Côte d'Ivoire [24].

At the level of morphological type, results showed that shrubs with an infection rate of (65%) were the most infected in the cashew orchard. This could be explained by the fact that the shrubs have a tissue structure similar to that of cashew. These plants, which are essentially made of lignin, would be compatible to the same fungal pathogens. This high rate for shrubs would also be due to the fact that the latter benefit from a relatively longer presence time than the other morphological types in the orchard. This time would be sufficient for the pathogenic fungi to establish a compatibility relationship with the shrubs. Some shrubs in the cashew orchard have food or medicinal functions [25].

Diagnosis of symptomatic samples identified five species of fungi, namely *Colletotrichum* sp, *Lasiodiplodia* sp, *Pestalotia* sp, *Curvularia* sp and *Alternaria* sp. According to several authors the fungal genera identified are responsible for cashew tree diseases in different producing countries [26] [27] [28]. They are said to be capable of attacking all cashew organs. In Côte d'Ivoire, *C. gloeosporioides* has been identified as responsible for anthracnose on all cashew organs [26]. The species *L. theobromae*, is involved in the drying of cashew buds bitten by *helopeltis* sp in Côte d'Ivoire [27]. In Burkina Faso, *C. gloeosporioides*, *P. heterocornis* and *Alternaria* sp have been identified on cashew leaves [28]. Furthermore, these authors reported that *Curvularia* sp is associated with disease symptoms on cashew nut and cashew apple.

C. gloeosporioides and *L. theobromae* were the most frequent species in all agroecological zones. This could be explained by the diversity of host plants of these two species in the cashew orchard. This frequency would also reflect the ability of these fungi to adapt to different agroclimatic conditions. *C. gloeosporioides* and *L. theobromae* are associated with mango desiccation in four provinces belonging to different agroclimatic zones in Burkina Faso [29].

The presence of alternative weed hosts of anthracnose and desiccation in the orchard is a threat to cashew production in Côte d'Ivoire. Indeed, in Mozambique, the yield losses due to cashew anthracnose are between 50% and 70% [30].

The bud desiccation alone can cause cashew yield losses of 70% and the death of more than 50% of vegetative shoots [31]. Furthermore, the results highlight the indirect harmfulness of weeds in the cashew orchard in Côte d'Ivoire. A similar study showed that weeds maintain phytoviruses in Solanaceae crops in Côte d'Ivoire [32].

4. Conclusion

At the end of this study, it was found that the cashew orchard harbours a diversity of weeds hosts of cashew pathogenic fungi in Côte d'Ivoire. The symptoms observed were anthracnose, desiccation, mildew/oidium rust and pestalotiosis. The overall infection rate of weeds showing these symptoms in the orchard was 80%. And the most infected weeds in the cashew orchard were *Daniellia oliveri*, *Vitellaria oliveri*, *Pterocarpus erinaceus*, *Micuna pruriens*, *Albizia zygia* and *Bridelia ferruginea*. Furthermore, the study revealed the presence of *Colletotrichum* sp, *Lasiodiplodia* sp, *Pestalotia* sp, *Curvularia* sp and *Alternaria* sp on weeds. The results of this study are interesting and deserve to be deepened by a molecular characterization of the fungi obtained and the realization of transmission tests of the fungi between the infected weeds and the cashew trees.

5. Significance Statement

This is the first study carried out on alternative weed hosts of cashew pathogenic fungi in the cashew orchard in Côte d'Ivoire. The results of this study show that the cashew orchard in Côte d'Ivoire harbours alternative weed hosts of pathogenic fungi.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA), the Projet de Promotion de la Compétitivité de la Chaîne de valeur de l'Anacarde (PPCA), the Conseil du Coton et de l'Anacarde (CCA), the Programme National de Recherches sur l'Anacarde (PNRA), for their financial support. We also thank the Agricultural Production Improvement Laboratory of the University Jean Lorougnon Guédé of Daloa for the equipment.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

References

- [1] Pursglove, J.W. (1968) Tropical Crops: Dicotyledons, Longman Scientific and Technical. John Wiley and Sons Inc., New York.
- [2] RONGEAD (2013) Connaître et comprendre le marché international de l'anacarde. 49.
- [3] Monteiro, F., Romeiras, M.M., Figueiredo, A., Sebastiana, M., Baldé, A., Catarino, L.

- and Batista, D. (2015) Tracking Cashew Economically Important Diseases in the West African Region Using Metagenomics. *Frontiers in Plant Science*, **30**, Article 482. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00482>
- [4] FAO (2020) Base des données de la FAO 2020. <http://faostat3.fao.org/20-05-2020>.
- [5] CCA (2022) L'ouverture de la campagne 2022 de commercialisation de la noix de cajou. Abidjan.
- [6] Balogoun, I., Saïdou, A., Ahoton, E.L., Amadji, G.L., Ahohuendo, B.C., Adebo, I.B., Babatounde, S., Chougourou, D., Adoukonou-Sagbadja, H. and Ahanchede, A. (2014) Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture au Bénin. *Agronomie Africaine*, **26**, 9-22.
- [7] Bezerra, M.A., de Lacerda, C.F., Filho, E.G., de Abreu, C.E.B. and Prisco, J.T. (2007) Physiology of Cashew Plants Grown under Adverse Conditions. *Brazilian Journal Plant Physiology*, **19**, 449-461. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400012>
- [8] Piepoli, M.F., *et al.* (2016) Main Messages for Primary Care from the 2016 European Guidelines on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *European Journal of General Practice*, **24**, 51-56. <https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1398320>
- [9] Assunção, R.B. and Mercadante, A.Z. (2003) Carotenoids and Ascorbic Acid Composition from Commercial Products of Cashew Apple (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, **16**, 647-657. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00098-X](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00098-X)
- [10] Abreu, F.A., Perez, M., Dornier, M. and Reynes, M. (2005) Potentialités de la micro-filtration tangentielle sur membranes minérales pour la clarification du jus de pomme de cajou. *Fruits*, **60**, 33-40. <https://doi.org/10.1051/fruits:2005010>
- [11] Brito, B., Rodriguez, M., Samaniego, I., Jaramillo, I.M. and Vaillant, F. (2008) Characterising Polysaccharides in Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) Purée and Their Enzymatic Liquefaction. *European Food Research and Technology*, **226**, 355-361. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0545-0>
- [12] Michodjehoun-Mestres, L. (2009) Etude des composés phénoliques de la pomme cajou (*Anacardium occidentale* L.) Biochimie, chimie et technologie alimentaire. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, Montpellier.
- [13] Abreu, F.A. (2012) Etude d'un procédé intégrant la microfiltration tangentielle pour la production d'extraits concentrés en caroténoïdes à partir de pommes de cajou. Sciences des procédés-Sciences des aliments, Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, Montpellier.
- [14] Soro, D. (2012) Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou: Performances et impacts sur la qualité des produits. Thèse de doctorat, du Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques, Montpellier.
- [15] NARI (2009) Naliendele Agricultural Institute. Diseases and Insect Pests of Cashew. Technical Report, Naliendele, 62.
- [16] Koné, D., Abo, K., Fatogoma, S., Soro, S., Camara, B. et N'Guessan, A.C. (2015) Etablissement de la carte sanitaire du verger anacardier, contrôle et veille sanitaire en côte d'ivoire. Rapport d'exécution du projet entre le Conseil du Coton et de l'Anacarde et le Laboratoire de Physiologie Végétale de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, 303.
- [17] Rivera-Vargas, L.I., Yanaliz, L.N., McGovern, R.J., Seijio, T. and Davis, M.J. (2006) Occurrence and Distribution of *Colletotrichum* spp. on Mango (*Mangifera indica*

- L.) in Puerto Rico and Florida, USA. *Plant Pathology Journal*, **5**, 191-198.
<https://doi.org/10.3923/ppj.2006.191.198>
- [18] N'Guettia, M.Y., Diallo, A.H., Kouassi, N. and Coulibaly, F.C. (2013) Diversité morphologique et pathogénique des souches de *Colletotrichum* sp. responsables de l'antracnose de la mangue en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **18**, 2775-2784.
- [19] Barnett, H. and Barry, B.H. (1972) *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing In., Minneapolis.
- [20] Walder, M. (1996) *Statistique et calcul des probabilités*. 7th Edition, Dalloz, Paris.
- [21] Afouda, L.C.A., Zinsou, V., Balogoun, R.K., Onzo, A. and Ahohuendo, B.C. (2013) Inventaire des agents pathogènes de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Bénin. *Bull. Rech. Agron. Bén.*, **73**, 13-19.
- [22] Dooh, N.J.P., Asta, D.B.C., Djile, B., Tchoupou, T.B.D., Heu, A., Mboussi, B.S., Kuate, T.N.W. and Ambang, Z. (2021) Principales maladies fongiques des anacardières (*Anacardium occidentale* L.) au Cameroun. *Journal of Agricultural Science*, **13**, 124-134. <https://doi.org/10.5539/jas.v13n3p124>
- [23] Dianda, Z.O. (2019) Caractérisation des agents pathogènes associés au dessèchement du manguier et essai de méthode de lutte contre la maladie au Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou.
- [24] Nakpalo, S., Soro, S., Koné, T., Kouabenan, A., Koné, M. and Koné, D. (2017) Champignons parasites dans les vergers d'anacardières (*Anacardium occidentale* L.) de Côte d'Ivoire. *Plant Pathology Journal*, **16**, 82-88.
<https://doi.org/10.3923/ppj.2017.82.88>
- [25] Konaté, L.M., Ouattara, D.N., Kouamé, F.N'G. and Bakayoko, A. (2021) Diversity and Uses by Farmers of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchards Weeds in Côte d'Ivoire. *Ethnobotany Research & Applications*, **21**, Article No. 21.
<https://doi.org/10.32859/era.21.21.1-14>
- [26] Soro, S., Silué, N., Ouattara, G.M., Chérif, M., Camara, I., Sorho, F., Ouali, N.M., Abo, K., Koné, M. and Koné, D. (2015) Investigations on Major Cashew Diseases in Côte d'Ivoire. *Proceedings of the Third International Cashew Conference*, Dar Es Salaam, 16-19 November 2015, 158-166.
- [27] Soro, S., Sanogo, S., Ouattara, M., Silue, N., Koné, D. and Kouadio, J. (2020) Analyse descriptive et facteurs agronomiques d'avant-garde de l'état sanitaire des vergers anacardières (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, **16**, 72-86. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n30p72>
- [28] Wonni, I., Sereme, D., Ouedraogo, I., Kassankagno, A.I., Dao, I., Ouedraogo, L. and Nacro, S. (2017) Diseases of Cashew Nut Plants (*Anacardium occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advances in Plants & Agriculture Research*, **6**, 78-83.
<https://doi.org/10.15406/apar.2017.06.00216>
- [29] Dianda, Z.O., Wonni, I., Zombré, C., Traoré, O., Sérémé, D., Boro, F., Ouédraogo, I., Ouédraogo, S.L. and Sankara P. (2018) Prévalence du dessèchement du manguier et évaluation de la fréquence des champignons associés à la maladie au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, **126**, 12686-12699.
<https://doi.org/10.4314/jab.v126i1.6>
- [30] Mathur, S.B. and Kongsdal, O. (2003) *Common Laboratory Seed Health Testing Methods for detecting fungi*. 1st Edition, International Seed Testing Association, Switzerland.
- [31] Loganathan, M. and Vanitha, K. (2016) Management of Diseases in Cashew. In: *Integrated Pest Management in Cashew*, Lecture Notes 2016. ICAR-Directorate of

Cashew Research Puttur-574 202, Dakshina Kannada Karnataka, 21-23.

- [32] Traoré, K., Sorho, F., Dramane, D.D. and Sylla, M. (2013) Adventices hôtes alternatifs de virus en culture de Solanaceae en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, **25**, 231-237.



Pathogenic Susceptibility of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) to Twelve Isolates of *Colletotrichum* sp Present on Six Weeds in Cashew Orchards in Côte d'Ivoire

**Traoré Aboulaye ^{a*}, Soro Sibirina ^a,
Ayémou Alloua R. E. ^a, Soro N. Arsène ^b,
Traoré-Ouattara Karidia ^a and Koné Daouda ^b**

^a *Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire.*

^b *African Centre of Excellence on Climate Change, Biodiversity and Sustainable Agriculture (CEA-CCBAD), Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Abidjan, Côte d'Ivoire.*

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: <https://doi.org/10.9734/bji/2025/v29i1760>

Open Peer Review History:

This journal follows the Advanced Open Peer Review policy. Identity of the Reviewers, Editor(s) and additional Reviewers, peer review comments, different versions of the manuscript, comments of the editors, etc are available here: <https://www.sdiarticle5.com/review-history/128488>

Original Research Article

Received: 17/10/2024

Accepted: 20/12/2024

Published: 01/01/2025

*Corresponding author: E-mail: traoreaboulaye044@gmail.com;

ABSTRACT

Cashew nuts are one of the agricultural products that contribute significantly to Côte d'Ivoire's economic development. However, cashew nut production in Côte d'Ivoire is threatened by anthracnose. Reducing anthracnose proliferation factors could reduce its impact on cashew trees. The aim of the study was to assess the virulence of *Colletotrichum* sp. isolated from weeds in cashew trees. It assessed the pathogenicity of 12 isolates of *Colletotrichum* sp. extracted from six weeds on cashew plants. The inocula were prepared by scraping the mycelium of each fungus in 10 ml of sterile distilled water. The spore suspension was collected and calibrated at 4.6.106 conidia/ml using a Malassez cell. This suspension was applied by spraying to the leaves of 30-day-old cashew plants. The parameters assessed were symptom incidence and severity index. All isolates tested induced symptoms characteristic of anthracnose on cashew plants. There was a significant difference between isolates in terms of their virulence. The highest incidence of 90% was obtained on plants inoculated with the ColE2 isolate and the lowest incidence of 30% was obtained on plants inoculated with the ColN3 isolate. The highest severity index of 7.66 was obtained on plants inoculated with the ColE3 isolate and the lowest severity index of 2.00 was obtained on plants inoculated with the ColN3 isolate. These results show that *Daniellia oliveri* (Rolfe), *Vitellaria paradoxa* (G), *Micuna pruriens* (L.), *Blighia sapida* (K. Koenig), *Albizia zygia* (DC) and *Pterocarpus erinaceus* (Poir) are hosts of anthracnose in cashew orchards in Côte d'Ivoire. Their integration into cashew pathogen control strategies is necessary.

Keywords: Inoculation; anthracnose; incidence; pathogenicity; Côte d'Ivoire.

1. INTRODUCTION

The cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) is a perennial plant cultivated mainly for its nuts and cashew apples. Belonging to the Anacardiaceae family, the cashew tree has a high commercial value due to the food and industrial value of the cashew kernel. It is the only species of the *Anacardium* genus that is of economic interest because of its ability to produce nutritious apples and nuts (Agostini-Costa et al., 2006). As with other crops, abiotic and biotic factors constitute constraints to cashew cultivation. Among the biotic constraints, anthracnose is the major fungal disease of this crop in several producing countries (Wonni et al., 2017; Muntala et al., 2020; Veloso et al., 2022). This disease has a significant impact on the production potential of cashew trees. Anthracnose attacks leaves, inflorescences, nuts, and cashew apples, resulting in huge yield losses of more than 50% (Houndahouan et al., 2018). This disease in cashew is caused by the *Colletotrichum gloeosporioides* species complex including *Colletotrichum chrysophilum*, *Colletotrichum fragariae*, *Colletotrichum fructicola*, *Colletotrichum gloeosporioides sensu stricto*, *Colletotrichum queenslandicum*, *Colletotrichum siamense* and *Colletotrichum tropicale* (Veloso et al., 2018). In Côte d'Ivoire, anthracnose is present on cashew trees in all orchards, with varying degrees of severity from one site to another (Soro et al., 2015; Soro et al., 2022). It manifests itself through typical

symptoms such as patches of necrosis in the form of leaf scorch, scattered black dots on leaf blades, black spots on inflorescences and necrosis on cashew apples (Soro et al., 2013; Silué et al., 2017; Soro et al., 2022). In addition to cashew, the *C. gloeosporioides* species complex attacks other fruit plants (Figueiredo et al., 2012). The presence of alternative *Colletotrichum* host plants in a field increases the risk of anthracnose spreading to cultivated plants (Dentika et al., 2021). The work of (Aboulaye et al., 2023) showed the presence of *Colletotrichum* fungi on weeds in the Ivorian cashew orchard. However, the pathogenic nature of these fungi on cashew remains to be demonstrated. The aim of this study was to assess the virulence of *Colletotrichum* sp. isolated from weeds in cashew crops. Specifically, the aim was to determine the latency period for the effect of the isolates on cashew plants and then to assess their incidence and the severity of the symptoms induced in a controlled environment.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Study Area

The study was carried out at the Agricultural Production Improvement Laboratory of the Jean Lorougnon Guédé University. This university is located in the town of Daloa in central-western Côte d'Ivoire. The town of Daloa is located at latitude 6°53 north and longitude 6°27 west. Daloa is 139.1 km from Yamoussoukro, the

political capital of Côte d'Ivoire, via the A6 motorway. It is the capital of the Haut-Sassandra Region, with a surface area of 15,200 km² and an estimated population of more than 1,396,977 (RGPH, 2021). The climate is Sudano-Guinean, with four seasons. The main rainy season lasts from April to mid-July, while the short dry season lasts from mid-July to mid-September. The short rainy season runs from mid-September to mid-November and the long dry season from December to March. The dry and wet seasons alternate, with temperatures ranging from 24.65°C to 27.75°C on average. Daloa's soil substrate is made up of old Precambrian granite. The region's soils are predominantly ferrallitic. They are generally very deep, with high levels of organic matter. They have good agricultural potential for all types of crop (Zro et al., 2016).

2.2 Materials

This work required the use of a set of materials comprising plant material, technical material and fungal material. The plant material consisted of 30-day-old cashew seedlings. These plants were produced on sterile substrate in nursery bags and pots. The substrate consisted of 50% soil and 50% wood soot. The substrate was steam sterilised for 60 minutes in a hermetically sealed metal bucket. The equipment used included an autoclave, a laminar flow hood, a Malassez cell, an electronic balance and an electron microscope. PDA (Potato Dextrose Agar) culture

medium was used to grow the fungi. The fungal material consisted of 12 isolates of *Colletotrichum* sp present on weeds in the cashew orchard (Table 1).

2.3 Methods

2.3.1 Study design

The system used was a completely randomised block with 13 treatments and 3 replicates. Each *Colletotrichum* sp isolate corresponded to a treatment that was applied to 05 cashew plants for one replication. Control plants were treated with tap water.

2.3.2 Preparation of fungal inocula

The inoculum was prepared according to the method of (Silué et al., 2018), which was modified and adapted to the conditions of our study. The pure fungal cultures used for inoculum production were aged for 15 days on PDA medium. Preparation consisted of scraping the mycelium from each mushroom in 10 ml of sterile distilled water using a sterile scalpel. The spore suspension was collected using a sterile 20 ml syringe and filtered using filter paper to remove any residual mycelium. The concentration of conidia was calibrated at $4.6 \cdot 10^6$ conidia/ml using the Malassez cell. A drop of tween 20 was added to the spore suspension to facilitate its adhesion to the inoculated leaves.

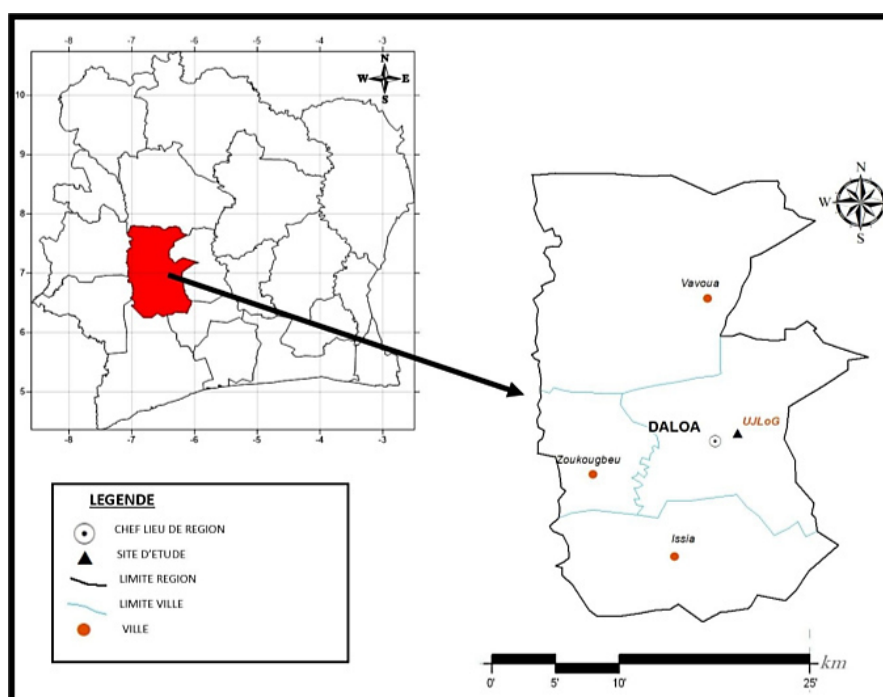


Fig. 1. Map of the study area (Kouadio, 2015)

Table 1. Fungal isolates used for pathogenicity testing on cashew seedlings

Fungal Genus	Code	Host Weed Zone	Agro-ecological
<i>Colletotrichum</i>	ColN1	<i>Daniellia oliveri</i>	North
	ColN2	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	North
	ColN3	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Nord
	ColC1	<i>Daniellia oliveri</i>	Centre
	ColC2	<i>Blighia sapida</i>	Centre
	ColC3	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Centre
	ColE1	<i>Daniellia oliveri</i>	East
	ColE2	<i>Vitellaria paradoxa</i>	East
	ColE3	<i>Albizia zygia</i>	East
	ColCO1	<i>Blighia sapida</i>	Central West
	ColCo2	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Central West
	ColCo3	<i>Micuna pruriens</i>	Central West

Table 2. Anthracnose severity rating scale according

Grade	Surface area of infected	Interpretation
0	0 %	No symptoms
1	1-5 %	Moyenne
3	6-10 %	Medium
5	11-25 %	Mildly severe
7	26-50 %	Severe
9	>50 %	Very severe

2.3.3 Application of inoculum to cashew seedlings

The inoculum was applied to 30-day-old cashew plants. One day before inoculation, the plants were covered with transparent plastic to maintain humidity. The virulence of each fungus was tested on 05 healthy cashew seedlings. The inoculum was applied to the leaves of each cashew plant. After inoculation, the plants were covered with transparent plastic, depending on the isolate, for 48 hours to maintain humidity (95-100%). The plants were regularly sprayed with tap water. The experiment was repeated three times.

2.3.4 Evaluation of parameters

2.3.4.1 Incidence of attack

Young cashew plants showing symptoms of disease after contact were counted manually. The incidence was calculated using the following formula (Kranz, 1988):

$$I = (NPm / NP) \times 100$$

With:

I: Incidence of attacking plants ; **NPm**: Number of diseased plants; **NP**: Total number of plants.

2.3.4.2 Severity of attack

The severity of the disease on inoculated plants was determined using a visual rating scale

from 0 to 9 (Groth et al., 1999; Cardoso et al., 2004).

The severity index was calculated using the following formula from (Abu et al., 2013) :

$$Is = \sum (Xi * ni) / (N * Z)$$

With :

Is : Severity index ; **Xi** : Score assigned to the diseased plant ; **ni** : Number of diseased plants with the same score **xi** ; **N** : Total number of plants and **Z** : the highest score.

2.3.4.3 Statistical analysis of the data

The data were analysed using the software (R 4.4.0). Following tests for normality and homogeneity of variance, the data were subjected to an analysis of variance. In the event of significant differences between the means, the Tukey's test was used to compare the means.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Results

3.1.1 Symptoms induced by isolates on young cashew trees

The *Colletotrichum* isolates identified on the weeds induced two types of symptoms on the inoculated young cashew seedlings. These included black dots scattered across the leaf

blades and patches of greyish necrosis in the form of burning on the leaves. However, no disease symptoms were observed on the control plants (Fig. 2). Microbiological analysis of the infected leaves taken from the inoculated cashew trees enabled the initial fungi to be re-isolated.

3.1.2 Incidence of symptoms

Fig. 3 shows the results relating to the incidence of symptoms induced by *Colletotrichum* sp. isolates on inoculated young cashew plants. The results showed that all inoculated cashew seedlings showed disease symptoms, in contrast to non-inoculated seedlings. Analysis of variance revealed a highly significant variation in incidence depending on the origin of the fungal isolates ($P < 0.001$). The highest incidence (90%) was obtained on plants inoculated with the ColE2 isolate from the east. The lowest incidence (30%) was obtained on plants inoculated with the ColN3 isolate from the north.

The results also showed a highly significant variation in the incidence of symptoms induced on young cashew seedlings by isolates from the same agroecological zone ($P < 0.001$). For isolates from the Centre agro-ecological zone, the highest incidence (73.33%) was obtained on plants inoculated with the ColC1 isolate. The lowest incidence (50%) was found in plants inoculated with the ColC3 isolate. For isolates from the Centre-West agro-ecological zone, the highest incidence (43.33%) was obtained in plants inoculated with the ColCO1 isolate and the lowest incidence (36.66%) was obtained in plants inoculated with the ColCO2 isolate. For isolates from the eastern agro-ecological zone, the

highest incidence (90%) was obtained on plants inoculated with the ColE2 isolate. The lowest incidence (56.66%) was obtained in plants inoculated with the ColE1 isolate. For isolates from the Northern agro-ecological zone, the highest incidence (66.66%) was obtained on plants inoculated with the ColN2 isolate. The lowest incidence (30%) was obtained in plants inoculated with the ColN3 isolate.

3.1.3 Symptom severity index

Fig. 4 shows the results of the evaluation of the symptom severity index induced by *Colletotrichum* sp. isolates on young cashew seedlings. The results showed that the incidence was high in the inoculated plants. Analysis of variance showed highly significant variation in symptom incidence according to the origin of the isolates ($P < 0.001$). In fact, the highest severity index of 7.66 was obtained in plants inoculated with the ColN3 isolate from the North. The lowest severity index was 2.00 for plants inoculated with the ColE3 isolate from the east.

The results also showed a highly significant variation in the severity index between isolates from the same agro-ecological zone ($P < 0.001$). In the Centre agro-ecological zone, the highest severity index (6.66) was obtained on plants inoculated with the ColC1 isolate. The lowest severity index (5) was obtained on plants inoculated with the ColC2 isolate. In the Centre-Ouest agro-ecological zone, the lowest severity index (3.66) was obtained on plants inoculated with the ColCO1 isolate. And the lowest severity index (2.66) was obtained on plants inoculated with the ColCO3 isolate. In the eastern agro-

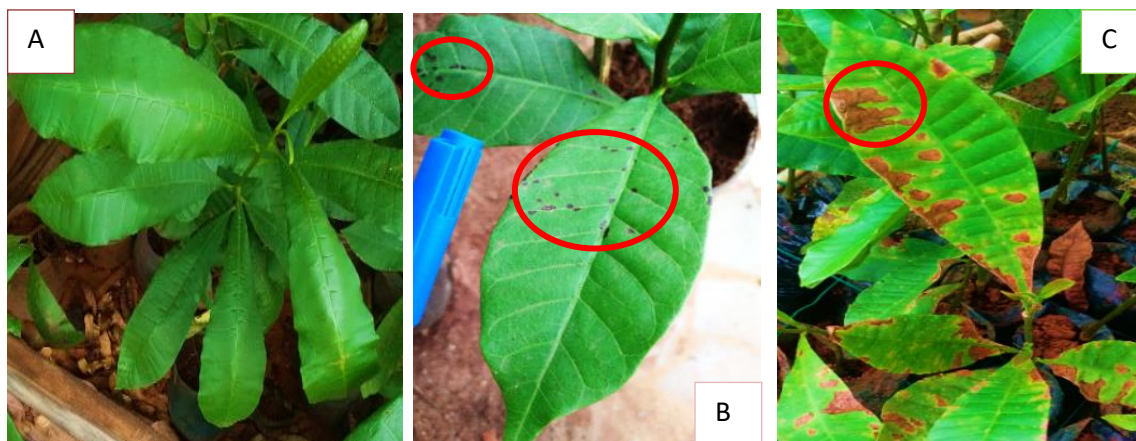


Fig. 2. Symptoms induced on inoculated cashew plants
(A): Control cashew plants; (B): Black dotted lines on inoculated cashew leaves and
(C): Patches of necrosis on inoculated cashew leaves

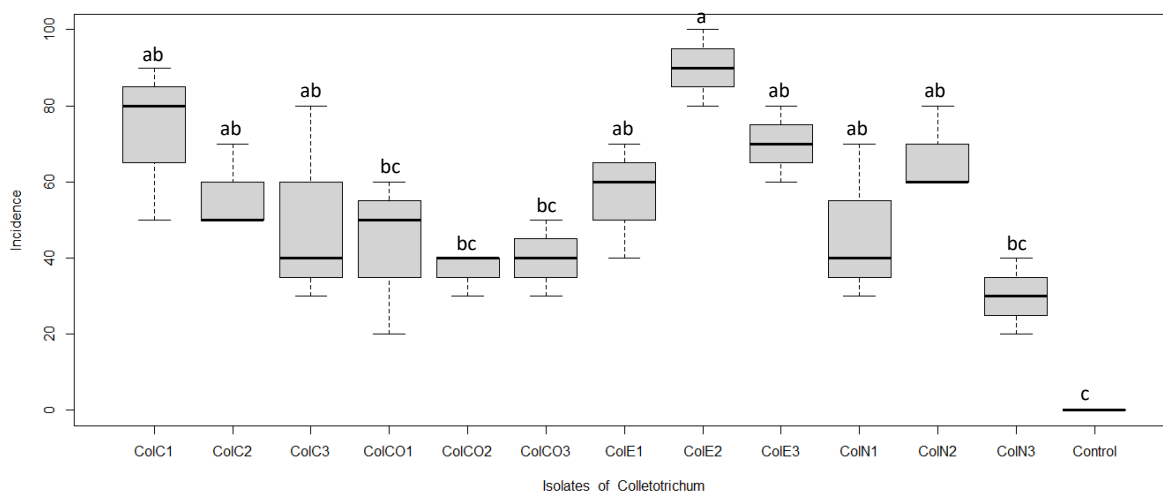


Fig. 3. Incidence of symptoms induced on young cashew plants

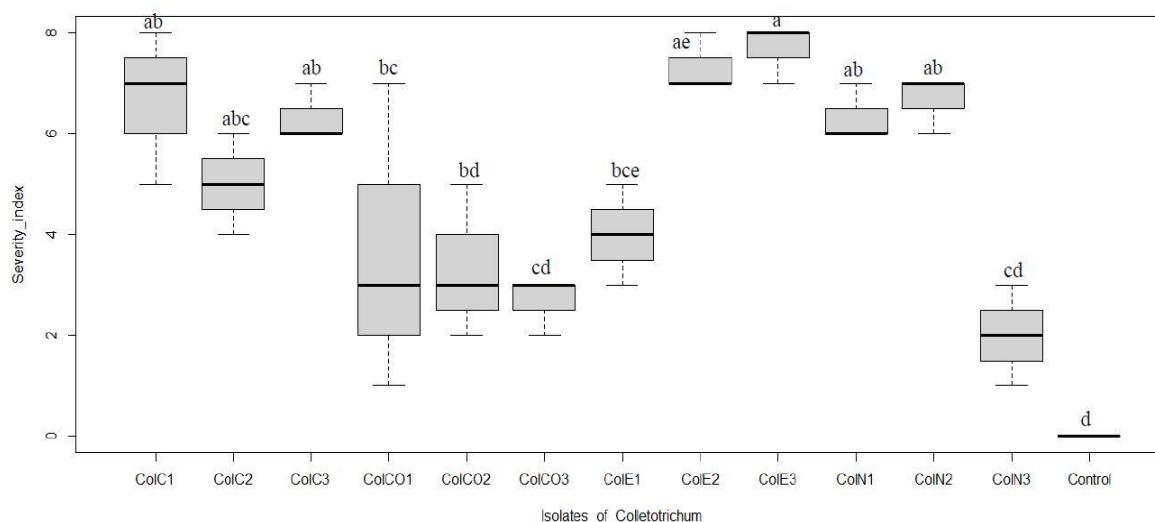


Fig. 4. Symptom severity index on young cashew plants

ecological zone, the highest severity index (7.66) was obtained on plants inoculated with the ColE3 isolate and the lowest severity index (4.00) was obtained on plants inoculated with the ColE1 isolate. In the northern agro-ecological zone, the highest severity index (6.66) was obtained on plants inoculated with the ColN2 isolate and the lowest severity index (2.00) was obtained on plants inoculated with the ColN3 isolate.

3.2 Discussion

The results showed that all isolates induced symptoms characteristic of anthracnose in young cashew seedlings. This means that the isolates

tested are pathogenic to cashew. Consequently, the weed hosts of these fungi would be alternative hosts of anthracnose in the cashew orchard. The symptoms identified on the weeds were black or grey dots scattered across the leaf blades and patches of reddish necrosis developing in the form of scorch marks on the weed leaves. These symptoms are similar to the anthracnose symptoms described on cashew in several previous studies (Afouda et al., 2013; Silué et al., 2017; Soro et al., 2022). These authors reported that *Colletotrichum gloeosporioides* is responsible for cashew anthracnose in Benin and Côte d'Ivoire. The twelve isolates tested belonged to the

gloeosporioides complex. These results corroborate those of (Muntala et al., 2020), who reported anthracnose symptoms on young cashew seedlings inoculated with a spore suspension of *Colletotrichum gloeosporioides*. A difference in virulence was noted between the isolates. The ColE2 and ColE3 isolates present on *V. paradoxa* and *A. zygia* respectively in the eastern agro-ecological zone and the ColN1 isolate on *D. oliveri* in the northern agro-ecological zone were more virulent and aggressive than the others. The difference in aggressiveness observed could be explained by the fact that the isolates come from different species and belong to different agroecological zones. These results are similar to those of (Kouamé et al., 2011), who reported a difference in virulence between two isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* inoculated into mangoes belonging to the keitt variety. These results could also be linked to the phenotypic characteristics of the isolates, which can vary according to the environmental conditions of the medium or the physicochemical composition of the host. This result is in agreement with those of (Photita et al., 2005; Martínez et al., 2009) who reported that a variation in the colour of the mycelium from white to grey or from pink to orange is possible and these variations are due to the host plant, the nature of the strain and the environmental conditions. The fungi re-isolated from infected cashew leaves are identical to the original isolates. Koch's postulate has therefore been verified. The fungi found to be pathogenic to cashew trees in this study came from *D. oliveri*, *V. paradoxa*, *M. pruriens*, *B. sapida*, *A. zygia*, and *P. erinaceus*. These results attest to the presence of weed hosts of anthracnose in the cashew orchard. The presence of these weeds in the orchard would not be a problem if they were fully taken into account in anthracnose control strategies. But some of them, notably *V. paradoxa* and *B. sapida*, are deliberately kept in the orchards for their fruit, which is used for human consumption. Others are kept for their therapeutic properties (Sanders & Korsten, 2003). These plants thus escape cleaning operations and are not taken into account in fungicide treatments of orchards. The ability of fungi from these weeds to induce anthracnose in cashew trees remains a concern. The work of (Aboulaye et al., 2023) showed that *D. oliveri*, *V. paradoxa*, *M. pruriens*, *B. sapida*, *A. zygia* and *P. erinaceus* have high infection rates in ivoirien cashew orchards. In addition to cashew, *Colletotrichum gloeosporioides* attacks other plants such as mango and avocado (Sanders &

Korsten, 2003; Pandey et al., 2012). The ability of weeds to harbour fungal crop pathogens has been demonstrated in previous studies (Sales et al., 2012; Vasconcelos et al., 2012; De Oliveira et al., 2018; Alvarado-Huaman et al., 2019; Kumar et al., 2021). The work of (Alvarado-Huaman et al., 2019) showed that *Cercospora coffeicola* isolated from the weeds *Cyathula achyranthoides* (Kunth) and *Chromolaena laevigata* is responsible for iron spot of coffee. The same authors reported that *Colletotrichum* sp. isolated from *Anthurium croatii* is responsible for the anthracnose of coffee.

4. CONCLUSION

The isolates of *Colletotrichum* sp. present on weeds in the cashew orchard in Côte d'Ivoire are pathogenic to cashew. All twelve isolates tested induced symptoms in inoculated plants. The symptoms induced on young inoculated plants were typical of anthracnose. The weeds, *D. oliveri*, *V. paradoxa*, *M. pruriens*, *B. sapida*, *A. zygia*, and *P. erinaceus* are alternative hosts of anthracnose in cashew orchards in Côte d'Ivoire. Their presence in the orchard certainly increases the risk of spreading anthracnose in the cashew orchard. However, some of them are permanently maintained in the orchard for their economic, nutritional, and therapeutic role. These trees should be regularly monitored in the same way as the cashew tree in order to reduce the risk of the disease spreading. For others, choosing a good cleaning period could help to control them better.

DISCLAIMER (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Authors hereby declare that NO generative AI technologies such as Large Language Models (ChatGPT, COPILOT, etc.) and text-to-image generators have been used during the writing or editing of this manuscript.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work, which consisted in testing the pathogenicity of *Colletotrichum* sp isolates from weeds on cashew trees, is the first of its kind in Côte d'Ivoire. It was carried out with the financial and material support of the Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA), the Projet de Promotion de la Compétitivité de la Chaîne de valeur de l'Anacarde (PPCA), the Conseil du

Coton et de l'Anacarde (CCA), the Programme National de Recherches sur l'Anacarde (PNRA).

COMPETING INTEREST

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

- Aboulaye, T., Sibirina, S., Emmanuella, A. A. R., Karidia, T.-O., Abo, K., & Daouda, K. (2023). Fungal flora on weeds in the cashew (*Anacardium occidentale* L.) orchard in Côte d'Ivoire. *American Journal of Plant Sciences*, *14*, 448–463. <https://doi.org/10.4236/ajps.2023.144029>
- Abu, B. A., Nur Ain, I. M., & Umi, K. Y. (2013). Diversity of *Fusarium* species associated with post-harvest fruit rot disease of tomato. *Sains Malaysiana*, *42*, 911–920.
- Afouda, L. C. A., Zinsou, V., Balogoun, R. K., Onzo, A., & Ahohuendo, B. C. (2013). Inventaire des agents pathogènes de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Bénin. *Bulletin de Recherche Agronomique du Bénin*, *73*, 13–19.
- Agostini-Costa, T. S., Faria, J. P., Naves, R. V., & Vieira, R. F. (2006). Cajus do cerrado. In R. F. Vieira, T. S. Agostini-Costa, D. B. Silva, F. R. Ferreira, & S. M. Sano (Eds.), *Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil* (1st ed., pp. 136–151). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- Alvarado-Huaman, L., Castro-Cepero, V., Tejada-Soraluz, J. L., Borjas-Ventura, R., & Julca-Otiniano, A. (2019). Fungi and nematodes associated with weeds in the coffee crop (*Coffea arabica* L.) in the Central jungle of Perú. *Revista de Investigación e0020vn: Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, *6*(2), 37–45.
- Cardoso, J. E., Santos, A. A., Rossetti, A. G., & Vidal, J. C. (2004). Relationship between incidence and severity of cashew gummosis in semiarid northeastern Brazil. *Plant Pathology*, *53*, 363–367. <https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.01007.x>
- De Oliveira, E. F., Dos Santos, P. R. R., & Dos Santos, G. R. (2018). Seeds of weeds as an alternative host of phytopathogens. *Arquivos do Instituto Biológico*, *85*, 1–7, e0972017.
- Dentika, P., Ozier-Lafontaine, H., & Penet, L. (2021). Weeds as pathogen hosts and disease risk for crops in the wake of a reduced use of herbicides: Evidence from yam (*Dioscorea alata*) fields and *Colletotrichum* pathogens in the tropics. *Journal of Fungi*, *7*, 283.
- Figueiredo, L. C., Figueirêdo, G. S., Quecine, M. C., Cavalcanti, F. C. N., Santos, A. C., & Costa, A. F. (2012). Genetic and pathogenic diversity of *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal agent of cashew anthracnose. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, *2*, 250–259.
- Groth, J. V., Ozmon, E. A., & Busch, R. H. (1999). Repeatability and relationship of incidence and severity measures of scab of wheat caused by *Fusarium graminearum* in inoculated nurseries. *Plant Disease*, *83*, 1033–1038.
- Houndahouan, D. E. T., Zanou, A., Sikirou, R., Adomou, A., Zinsou, V., Boukari, S., & N'djolossè, K. (2018). Les pertes économiques dues à l'anthracnose de l'anacardier au Bénin. *European Scientific Journal*, *14*(15), 127–138. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p127>
- Kouadio, K. F. (2015). *Contributions des biotechnologies à la sécurité alimentaire : cas du biofertilisant organique symbiose (Anabaena-Azollae et Azolla filiculoides) sur oryza sativa (riz CB-one) en Côte d'Ivoire* (Master's thesis, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, 50p).
- Kouamé, G. K., Sorho, F., Koné, D., Bomisso, L. E., Aké, 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*, 33–41.
- Kranz, J. (1988). Measuring plant disease. In J. Kranz & J. Rotem (Eds.), *Experimental techniques in plant disease epidemiology* (pp. 35–50). Springer.
- Kumar, S., Bhowmick, M. K., & Ray, P. (2021). Weeds as alternate and alternative hosts of crop pests. *Indian Journal of Weed Science*, *53*(1), 14–29.
- Martínez, E. P., Hío, J. C., Osorio, J. A., & Torres, M. F. (2009). Identification of *Colletotrichum* species causing anthracnose on Tahiti lime, tree tomato,

- and mango. *Agronomía Colombiana*, 27, 211–218.
- Muntala, A., Norshie, P. M., Santo, K. G., & Saba, C. K. S. (2020). *Colletotrichum gloeosporioides* species complex: Pathogen causing anthracnose, gummosis, and die-back diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Ghana. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(6), 1–10. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2020.2.6.146>
- Pandey, A., Yadava, L. P., Mishra, R. K., Pandey, B. K., Muthukumar, M., & Chauhan, U. K. (2012). Study on the incident and pathogenesis of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., cause of anthracnose of mango. *International Journal of Sciences and Nature*, 3, 220–232.
- Photita, W., Taylor, P. W., Ford, R., Hyde, K. D., & Lumyong, S. (2005). Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Fungal Diversity*, 18, 117–133.
- RGPH (2021). *Recensement général de la population et de l'habitat en Côte d'Ivoire*.
- Sales, J. R., Oliveira, O. F., Medeiros, E. V., Guimarães, I. M., Correia, K. C., & Michereff, S. J. (2012). Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. *Revista Ciência Agronômica*, 43(1), 195–198.
- Sanders, G. M., & Korsten, L. (2003). A comparative morphology of South African avocado and mango isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Canadian Journal of Botany*, 81, 877–885.
- Silué, N., Abo, K., Johnson, F., Camara, B., Koné, M., & Koné, D. (2018). Evaluation in vitro et in vivo de trois fongicides de synthèse et d'un fongicide biologique sur la croissance et la sévérité de *Colletotrichum gloeosporioides* et de *Pestalotia heterornis*, champignons responsables de maladies foliaires de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 30(1), 107–122.
- 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.
- Soro, A. N., Soro, S., Yéo, G., Kouman, A. M. N., Tehua, A. A., Silué, N., Abo, K., & Koné, D. (2022). Severity and distribution updated of anthracnose on cashew trees (*Anacardium occidentale* L.) in Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine Sp.*, 34(1), 49–58. <https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/229507>
- Soro, S., N'Da, A. A., & Koné, D. (2013). Comportement des génotypes d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) à l'antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) au Nord de la Côte d'Ivoire. (AGRAR), Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 19p.
- Soro, S., Silué, N., Ouattara, G. M., Chérif, M., Camara, I., Sorho, F., Ouali, N. M., Abo, K., Koné, M., & Koné, D. (2015). Investigations on major cashew diseases in Côte d'Ivoire. *Proceedings of the Third International Cashew Conference*, 16-19 November 2015, Dar es Salaam, Tanzania, 158–166.
- Vasconcelos, M. C. C., Silva, A. F. A., & Lima, R. S. (2012). Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 8(1), 1–6.
- Veloso, J. S., Câmara, M. P. S., Lima, W. G., Michereff, S. J., & Doyle, V. P. (2018). Why species delimitation matters for fungal ecology: *Colletotrichum* diversity on wild and cultivated cashew in Brazil. *Fungal Biology*, 122(7), 677–691. <https://doi.org/10.1016/J.FUNBIO.2018.03.005>
- Veloso, J. S., Duarte, I. G., Farias, O. R. D., & Câmara, M. P. S. (2022). Antracnose do cajueiro: Etiologia, sintomatologia e aspectos epidemiológicos. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 28(July), 200–215. <https://doi.org/10.31976/0104-038321v280009>
- Wonni, I., Sereme, D., Ouedraogo, I., Kassankagno, A. I., Dao, I., Ouedraogo, L., & Nacro, S. (2017). Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 6(3), 78–83. <https://doi.org/10.15406/apar.2017.06.00216>

Zro, B. G. F., Guéi, A. M., Nangah, K. Y., Soro, D., & Bakayoko, S. (2016). Statistical approach to the analysis of the variability

and fertility of vegetable soils of Daloa (Côte d'Ivoire). *African Journal of Soil Science*, 4(4), 328–338.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of the publisher and/or the editor(s). This publisher and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

© Copyright (2025): Author(s). The licensee is the journal publisher. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:

The peer review history for this paper can be accessed here:

<https://www.sdiarticle5.com/review-history/128488>

COMMUNICATIONS ORALES

1) **Traoré Aboulaye**, Soro Sibirina, Ayémou Alloua Richmonde Emmanuella, Soro Nahangnon Arsène, Fondjo Ben Bakary, Ayolié Koutoua, Traoré Karidia, Abo Kouabenan et Koné Daouda (2023). Adventices hôtes alternatifs de l'anthraxose maladie majeure de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire. Colloque International de l'Agroforesterie à l'Université Jean LOROUGNON GUEDE du 13 au 15 décembre 2023, Daloa, Côte d'Ivoire.

2) **TRAORE Aboulaye**, SORO Sibirina, AYEMOU A. R. Emmanuella, OUATTARA Traore Karidia, ABO Kouabenan, KONE Daouda (2024). Symptomatologie des maladies fongiques sur les adventices dans les vergers d'anacardiers (*Anacardier occidentale* L.) dans les zones agroécologiques Centre et Est du bassin anacardier ivoirien. 1^{ère} édition du Colloque international sur la place des initiatives locales dans le développement durable des États – 2024 (PILDDE-2024) à l'Université Polytechnique de San Pedro du 23 au 26 octobre 2024, San Pedro, Côte d'Ivoire.

3) **Traoré Aboulaye**, Soro Sibirina, Ayémou Alloua Richmonde Emmanuella, Traoré Karidia, Abo Kouabenan et Koné Daouda (2024). Variabilité saisonnière du taux d'infection des adventices dans le verger anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire. Colloque international sur les défis de la sécurité alimentaire et du développement durable en Afrique » les 3, 4, 5 et 6 décembre 2024, Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo, Côte d'Ivoire.

Adventices hôtes alternatifs de l'antracnose maladie majeure de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire

Traoré Aboulaye^{1*}, Soro Sibirina¹, Ayémou Alloua Richmonde Emmanuella¹, Soro Nahangnon Arsène², Fondjo Ben Bakary¹, Ayolié Koutoua¹, Traoré Karidia¹, Abo Kouabenan³ et Koné Daouda²

¹Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole (LAPA), BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), Laboratoire de Phytopathologie et de Biologie Végétale, Département de la Formation et de la Recherche en Agriculture et des Ressources Animales, BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondant, contact et Adresse Email : +225 0787282536, traoreaboulaye044@gmail.com

Résumé: Adventices hôtes alternatifs de l'antracnose maladie majeure de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire

L'antracnose est la maladie fongique majeure de l'anacardier en Côte d'Ivoire. Les adventices hôtes de cette maladie dans le verger, augmentent son impact sur la productivité. L'objectif de cette étude était de caractériser l'antracnose sur les adventices dans le verger. L'étude a été réalisée dans quatre zones agroécologiques du bassin anacardier ivoirien de Février 2021 à Août 2023. Les symptômes de l'antracnose ont été décrits sur les adventices dans les vergers d'anacardiers prospectés. L'analyse microbiologique des échantillons d'organes malades a été effectuée sur le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) dans des boîtes de Pétri. Les colonies fongiques isolées et purifiées ont été décrits par observation macroscopique et microscopique. Les genres fongiques ont été déterminés à l'aide de clés d'identification. Le test de pathogénicité des champignons isolés a été fait sur l'anacardier. Les résultats ont montré qu'il existe trois types de symptômes causés par l'antracnose sur les adventices dans le verger anacardier. L'analyse microbiologique a prouvé la présence du champignon *Colletotrichum* sp sur les échantillons présentant les symptômes identifiés. L'étude a montré la présence de l'antracnose sur quinze adventices du verger d'anacardiers. Il est nécessaire d'intégrer ces adventices dans les stratégies de contrôle de l'antracnose.

Mots clés : champignon, *Colletotrichum* sp, pathogénicité, productivité et symptôme



Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la
Recherche Scientifique



ATTESTATION

décernée à :

TRAORE ABOULAYE

en sa qualité de Membre du Comité d'Organisation de la 1^{ère} édition de la
**semaine d'excellence sur le thème : "Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ :
un établissement d'excellence au service du développement durable"**
du 14 au 16 Mai 2024

16 MAI 2024

Date

La Présidente du Comité d'Organisation

Mme **TRAORE - OUAÏTARA KOUADIO**
Professeur Titulaire
Université Jean Lorougnon Guédé / Daire

Symptomatologie des maladies fongiques sur les adventices dans les vergers d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) dans les zones agroécologiques Centre et Est du bassin anacardier ivoirien

TRAORE Aboulaye^{1*}, SORO Sibirina¹, AYEMOU A. R. Emmanuella¹, OUATTARA Traore Karidia¹, ABO Kouabenan³, KONE Daouda²

¹ Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole (LAPA), UFR Agroforestérie, Université Jean Lorougnon GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

² Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD), Université Félix Houphouët BOIGNY (UFHB), 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³ Laboratoire de Phytopathologie et de Biologie Végétale, Département de la Formation et de la Recherche en Agriculture et des Ressources Animales, Institut National Polytechnique Félix Houphouët BOIGNY (INP-HB), BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

*Email de l'auteur correspondant : traoreaboulaye044@gmail.com

INTRODUCTION

L'anacardier est une plante pérenne dicotylédone de la famille des Anacardiaceae. Originaire du Brésil, l'anacardier est cultivé en Côte d'Ivoire pour la production de la noix de cajou. La noix de cajou est l'un des principaux produits agricoles qui contribuent au rayonnement économique de la Côte d'Ivoire. La Côte d'Ivoire est le premier producteur mondial de noix de cajou avec une production estimée à plus de 1 225 935 tonnes en 2023, soit 40 % la production mondiale (Coulibaly, 2024). Selon le ministre de l'agriculture Adjoumani, la contribution du secteur cajou au Produit Intérieur Brute (PIB) en 2023, oscille entre 8 et 9 %. Malheureusement, l'avenir de la cajouculture ivoirienne est menacé par de nombreux problèmes phytosanitaires dont les maladies et l'enherbement. Les maladies les plus dommageables de l'anacardier en Côte d'Ivoire sont d'ordre fongique. Il s'agit entre autres de l'antracnose causé par *Colletotrichum gloeosporioides* et *Pestalotia heterocornis* et du dessèchement et la gommosse causée par *Lasiodiplodia theobromae* (Silué *et al.* 2018 ; Soro *et al.*, 2020). Les contraintes liées à l'enherbement se situent principalement à deux niveaux. La compétition que mènent les adventices avec les cultures pour les éléments essentiels à leur développement. Et la capacité de certaines adventices à s'ériger en foyers d'infestation dans les cultures (Traoré *et al.*, 2013 ; Triolet *et al.*, 2022). Cette double contrainte des adventices, concours inéluctablement à la chute du potentiel de production de l'anacardier. Dès lors, la lutte contre l'enherbement ne doit plus se limiter au simple nettoyage du verger, mais elle doit aussi être orientée vers la recherche de plantes adventices foyers d'infestation dans les vergers. C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude dont l'objectif général était de déterminer les symptômes de maladies fongiques sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Il s'est agi spécifiquement de décrire les symptômes de maladies sur les adventices, puis d'identifier les champignons présents sur les adventices.

METHODES

L'étude a été réalisée dans les zones agroécologiques Centre et Est du bassin anacardier ivoirien. Au niveau de la zone Centre, les vergers ont été prospectés dans les localités de Mankono et de Bouaké. A l'Est, les vergers prospectés étaient dans les localités de Bondoukou

et de Gouméré. Dans chaque localité, 03 vergers ont été considérés. La surface prospectée dans chaque verger était de un hectare. Les vergers ont été prospectés dans le sens des diagonales en vue de décrire les types de symptômes de maladie sur les adventices. La description a consisté à donner la forme, l'aspect et la couleur des symptômes. Les échantillons ont été prélevés sur les organes symptomatiques des adventices puis conservés dans des enveloppes. Les enveloppes ont été codifiées puis acheminées au laboratoire pour l'analyse microbiologique des échantillons. Les échantillons ont été analysés par ensemencement sur le milieu Potatoes Dextrose Agar (PDA). Les colonies fongiques obtenues ont été purifiées puis identifiées au niveau macroscopique en vue de déterminer les genres fongiques présents sur les adventices.

RESULTATS

L'étude de la symptomatologie des maladies fongiques sur les adventices a permis de d'identifier cinq types de symptômes. Il s'agissait de la rouille rouge, des plages de nécrose, des pointillés, des duvets blancs et des taches nécrotiques évoluant en cercles concentriques. Ces symptômes ont été principalement identifiés sur les feuilles des adventices. L'analyse microbiologique des échantillons a montré que les champignons du genre *Lasiodiplodia* sont associés au dessèchement des feuilles de *Vitex doniana*. Les champignons associés aux plages et aux taches nécrotiques évoluant en cercles concentriques étaient du genre *Colletotrichum* et du genre *Pestalotia*. Le genre *oidium* était associé aux duvets blancs et le genre *Cephaleuros* était associé à la rouille rouge.

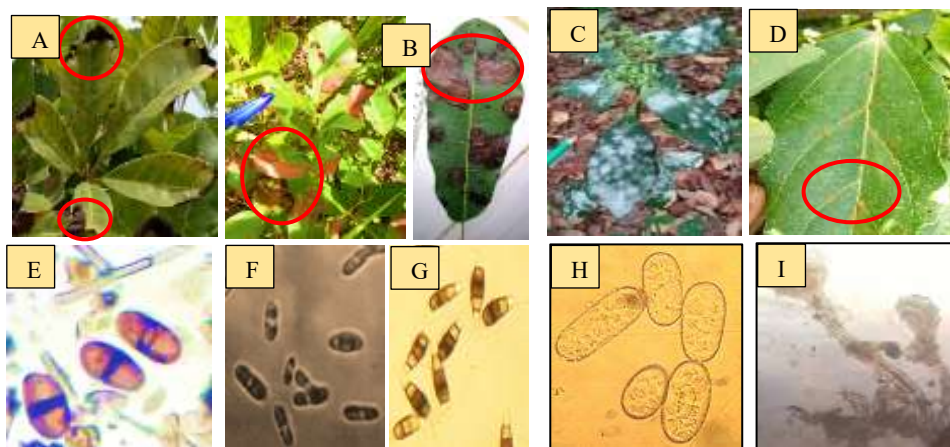


Figure 1 : Champignons présents sur les adventices

(A) : Pointillés et dessèchement sur feuilles de *Vitex doniana* ; (B) : Plages de nécroses sur feuilles de *Pterocarpus erinaceus* et de *Vitellaria paradoxa* ; (C) : Duvets blancs sur feuilles de *Euphorbia heterophylla* ; (D) : Rouille sur feuille de *Ficus* sur ; (E) : *Lasiodiplodia* sp ; (F) : *Colletotrichum* sp ; (G) : *Pestalotia* sp ; (H) : *Oidium* sp et (I) : *Cephaleuros* sp.

DISCUSSION

Ces résultats suggèrent une compatibilité pathogénique entre les champignons identifiés et les adventices symptomatiques du verger anacardier. Cette compatibilité se traduit par la présence de champignons sur les organes symptomatiques. Les champignons identifiés seraient capables de contourner le système de défense des adventices infectées. Ces résultats corroborent ceux de Triollet *et al.*, (2022) et Dentika *et al.*, (2021), qui ont montré la présence de symptômes de maladies fongiques sur les adventices dans les cultures.

CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les symptômes identifiés sur les adventices sont dus aux champignons. Les champignons appartiennent aux genres fongiques identifiés sur l'anacardier. Cette étude a permis de montrer la présence d'adventices foyers d'infestation dans le verger anacardier. Ces adventices pourraient augmenter la pression des maladies fongiques sur l'anacardier. Il est donc nécessaire de les intégrer dans les stratégies de contrôle des maladies dans le verger.

Mots clés : Symptôme, noix de cajou, dommageable, pathogènes fongiques, Côte d'Ivoire

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Coulibaly A. (2024). Tribune hebdomadaire du Centre d'Information et de Communication Gouvernementale (CICG) «Tout savoir», le 04 juin 2024 à Abidjan.
- Dentika, P.; Ozier-Lafontaine, H.; Penet, L. (2021). Weeds as Pathogen Hosts and Disease Risk for Crops in the Wake of a Reduced Use of Herbicides: Evidence from Yam (*Dioscorea alata*) Fields and *Colletotrichum* Pathogens in the Tropics. *Journal. Fungi*, 7, 283.
- Silué N., Soro S., Koné T., Abo K., Koné M. & Koné D. (2018). Parasitical fungi in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchard of Côte d'Ivoire. *Plant Pathology. Journal.* (16), pp 82 - 88.
- Soro, S., Sanogo, S., Ouattara, M., Silue, N., Koné, D. and Kouadio, J. (2020) Analyse descriptive et facteurs agronomiques d'avant-garde de l'état sanitaire des vergers anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 16, 72-86. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n30p72>.
- Traoré K., Sorho F., Dramane D. D. & Sylla M. (2013). Adventices hôtes alternatives de virus en culture de Solanaceae en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 25 (3) : 231 – 237.
- Triolet M., Edel-Hermann V., Gautheron N., Mondy S., Reibel C., André O., Guillemin J-P. & Steinberg C. (2022). Weeds Harbor an Impressive Diversity of Fungi, Which Offers Possibilities for Biocontrol. *Appl Environ Microbiol*; 88 (6):e0217721.



Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la
Recherche Scientifique

ATTESTATION DE COMMUNICATION



Université Polytechnique
de San Pedro

Delivrée à

TRAORE Aboulaye

Pour sa communication à la première édition du Colloque International sur la Place des Initiatives Locales dans le Développement Durable des Etats (PILDDE 2024) dont le thème est Agriculture Durable, Souveraineté Alimentaire et Nutritionnelle à l'Université Polytechnique de San Pedro, du 23 au 26 octobre 2024.

Titre de la communication : Symptomatologie des maladies fongiques sur les adventices dans les vergers d'anacardiers (*Anacardium occidentale* L.) dans les zones agroécologiques Centre et Est du bassin anacardier ivoirien.

Type : Communication orale

Fait à San Pedro, le 26 octobre 2024

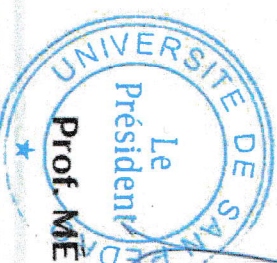
Le Président du Comité d'Organisation

OUATTARA KARAMOKO
Professeur Titulaire
Université de San Pedro

Prof. OUATTARA KARAMOKO



Le Président de l'Université



Le
Président

Prof. MÉITÉ MÉKÉ

Variabilité saisonnière du taux d'infection des adventices dans le verger anacardier au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire

Traoré Aboulaye^{1*}, Soro Sibirina¹, Ayémou Alloua Richmonde Emmanuella¹, Traoré Karidia¹, Abo Kouabenan³ et Koné Daouda²

¹Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole (LAPA), BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), Laboratoire de Phytopathologie et de Biologie Végétale, Département de la Formation et de la Recherche en Agriculture et des Ressources Animales, BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondant, contact et Adresse Email : +225 0787282536, traoreaboulaye044@gmail.com

Résumé: Variabilité saisonnière du taux d'infection des adventices dans le verger anacardier au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire

L'enherbement est l'un des problèmes majeurs qui limite la production de la noix de cajou en Afrique. En plus de concurrencer les anacardiers pour les éléments essentiels, certaines adventices s'érigent en foyers d'infestation dans les vergers. La maîtrise de ces adventices dans un contexte d'agroforesterie à base d'anacardier est nécessaire. L'objectif de cette étude était d'évaluer la variabilité du taux d'infection des adventices dans les vergers d'anacardier. L'étude a consisté à inventorier les adventices présentant des symptômes caractéristiques de maladie fongique dans les vergers anacardiens au nord et au centre de la Côte d'Ivoire. Les paramètres évalués étaient la fréquence des symptômes et le taux d'infection des adventices pendant la saison des pluies et pendant la saison sèche. Les organes des adventices présentant les symptômes ont été échantillonnés. Les échantillons ont été analysés au laboratoire sur le milieu PDA. Les données collectées ont été analysées à l'aide du logiciel R version R4.4.0. Les résultats ont montré que le taux d'infection des adventices varie en fonction de la saison et de la zone agroécologique. En effet, le plus fort taux d'infection (87,34 %) a été obtenu pendant la saison sèche dans la zone agroécologique Centre et le plus faible taux d'infection (78,30 %) a été obtenu pendant la saison sèche dans la zone agroécologique Nord. L'analyse statistique a montré que l'interaction entre la saison et la zone agroécologique a un effet significatif ($F = 5.8540$ et $P = 0.017095$) sur le taux d'infection des adventices dans le verger anacardier. Par ailleurs, les taux d'infection les plus élevés ont été obtenus au niveau de *Daniellia oliveri* (Rolf), *Isoperlinia doka* (Craib et Stapf.), *Vitellaria paradoxa* (Gaertn.), *Albizia zygia* (DC.), et *Pterocarpus erinaceus* (Poir.). La compatibilité pathogénique de ces espèces végétales avec l'anacardier dans un système agroforestier devra être étudiée.

Mots clés : Compatibilité pathogénique, Côte d'Ivoire, Enherbement et système agroforestier

Abstract: Seasonal variability of weed infection rates in cashew orchards in northern and central Côte d'Ivoire

Weed infestation is one of the major problems limiting cashew nut production in Africa. In addition to competing with cashew trees for essential elements, certain weeds become infestations in the orchards. Controlling these weeds in a cashew-based agroforestry context is a necessity. The aim of this study was to assess the variability of weed infection rates in cashew orchards. The study consisted in inventorying weeds showing characteristic symptoms of fungal disease in cashew orchards in northern and central Côte d'Ivoire. The parameters assessed were symptom frequency and weed infection during the rainy and dry seasons. Symptomatic weed organs were sampled. Samples were analyzed in the laboratory on PDA medium. The data collected were analyzed using R software version 4.4.0. Results showed that weeds infection rates varied according to season and agro-ecological zone. Indeed, the highest infection rate (87,34 %) was obtained during the dry season in the Central agro-ecological zone, and the lowest infection rate (78,30 %) was obtained during the dry season in the Northern agro-ecological zone. Statistical analysis showed that the interaction between season and agro-ecological zone had a significant effect ($F = 5.8540$ and $P = 0.017095$) on weed infection rates in the cashew orchard. For their part, the highest infection rates were obtained with *Daniellia oliveri* (Rolf), *Isobertinia doka* (Craib et Stapf), *Vitellaria paradoxa* (Gaertn.), *Albizia zygia* (DC.) and *Pterocarpus erinaceus* (Poir.). The pathogenic compatibility of these plant species with cashew trees in an agroforestry system should be studied.

Key words: Pathogenic compatibility, Côte d'Ivoire, Grassing and agroforestry system

COLLOQUE INTERNATIONAL
LES DEFIS DE LA SECURITE ALIMENTAIRE ET DU
DEVELOPPEMENT DURABLE EN AFRIQUE 2024



ATTESTATION DE PARTICIPATION ET DE COMMUNICATION

Décernée à

TRAORE Aboulaye

pour sa participation au colloque organisé les 03, 04, 05 et 06 décembre 2024 à l'Université Peleforo GON
COULIBALY (Côte d'Ivoire) et sa communication intitulée « Variabilité saisonnière du taux d'infection
des adventices dans les vergers anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Nord et au Centre de la
Côte d'Ivoire».

En foi de quoi, cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Korhogo, le 06 Décembre 2024

**DIRECTEUR DE L'UFR
SCIENCES BIOLOGIQUES**



SILUE Siélé

Maître de Conférences

VICE-PRESIDENT /RITRE



KOUAME Adonis Krou Damien

Maître de Conférences

VICE-PRESIDENT /PVU



Président du Comité Scientifique

DIARRASSOUBA Nafan

Professeur Titulaire



Résumé :

La noix de cajou est un produit agricole qui contribue significativement au rayonnement économique de la Côte d'Ivoire. La contribution de la filière anacarde au Produit Intérieur Brut (PIB) du pays oscille entre 8 et 9 %. La filière anacarde est pourvoyeuse de nombreuses opportunités de développement socio-économiques. Cependant, la productivité des vergers d'anacardier est affaiblie par les maladies fongiques. Les facteurs de prolifération de ces maladies augmentent leur impact sur l'anacardier. Les moyens de contrôle sont essentiellement basés sur l'utilisation de pesticides chimiques, malgré leurs dommages sur l'environnement et la santé humaine. L'étude a pour objectif d'augmenter la production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire par la réduction des facteurs de prolifération des maladies fongiques de l'anacardier au moyen de la lutte biologique. Les adventices présentant des symptômes d'infection dans les vergers d'anacardier ont été recensées de 2021 à 2024. Des échantillons ont été prélevés sur les organes symptomatiques, puis acheminés au laboratoire. Ils ont été analysés sur le milieu Potato Dextrose Agar (PDA). Les genres fongiques et leurs taux de présence sur les adventices ont été déterminés. La pathogénicité des genres les plus fréquents, a été évaluée sur l'anacardier. L'effet antifongique des extraits aqueux et éthanoliques de *Azadirachta indica* (A. Juss.), *Cnestis ferruginea* (DC) et *Nauclea latifolia* (Smith) a été évalué sur les champignons pathogènes de l'anacardier présents sur les adventices. L'étude a permis de recenser 54 espèces d'adventice présentant des symptômes de maladie, réparties entre 49 genres et 23 familles. Elles sont dominées par les arbustes Dicotylédones de la famille des Fabaceae. L'analyse microbiologique a révélé la présence des champignons sur 83,33 % des espèces d'adventices recensées. Les champignons sont plus présents sur *Daniellia oliveri* (Rolf), *Vitellaria paradoxa* (Gaertn), *Albizia zygia* (DC), *Pterocarpus erinaceus* (Poir), *Blighia sapida* (K. Koenig) et *Isobertinia doka* (Craib & Stapf). Sept genres fongiques à savoir *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Pestalotia*, *Cephaleuros*, *Oidium*, *Alternaria* et *Curvularia* sont présents sur les adventices dans les vergers d'anacardier. Les adventices infectées transmettent *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* et *Pestalotia* aux anacardiens *in situ*. Par ailleurs, l'étude a montré que les extraits aqueux et éthanolique de *Nauclea latifolia* sont efficaces contre *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* et *Pestalotia* *in vitro*. Son extrait aqueux a un effet préventif et curatif contre l'anthracnose *in vivo*. L'intégration des adventices hôtes de champignons pathogènes de l'anacardier dans les stratégies de lutte contre les maladies fongiques est nécessaire pour l'augmentation de la productivité des vergers. *Nauclea latifolia* est prometteuse pour l'élaboration d'un biofongicide efficace contre l'anthracnose de l'anacardier.

Mots clés : Adventice, Anacardier, Pathogène fongique, Lutte biologique et Côte d'Ivoire

Abstract :

Cashew nuts are an agricultural product that contributes significantly to Côte d'Ivoire's economic prosperity. The cashew sector contributes between 8% and 9% to the country's gross domestic product (GDP). The cashew sector provides numerous opportunities for socio-economic development. However, the productivity of cashew orchards is weakened by fungal diseases. Factors contributing to the proliferation of these diseases increase their impact on cashew trees. Control measures are mainly based on the use of chemical pesticides, despite their harmful effects on the environment and human health. The aim of the study is to increase cashew nut production in Côte d'Ivoire by reducing the factors contributing to the spread of fungal diseases in cashew trees through biological control. Weeds showing symptoms of infection in cashew orchards have been recorded between 2021 and 2024. Samples were taken from symptomatic organs and sent to the laboratory. They were analysed on Potato Dextrose Agar (PDA) medium. The fungal genera and their prevalence on weeds were determined. The pathogenicity of the most common genera was evaluated on cashew trees. The antifungal effect of aqueous and ethanolic extracts of *Azadirachta indica* (A. Juss.), *Cnestis ferruginea* (DC) and *Nauclea latifolia* (Smith) was evaluated on cashew tree pathogenic fungi present on weeds. The study identified 54 weed species showing symptoms of disease, divided into 49 genera and 23 families. They are dominated by dicotyledonous shrubs of the Fabaceae family. Microbiological analysis revealed the presence of fungi on 83.33% of the weed species surveyed. Fungi are more prevalent on *Daniellia oliveri* (Rolf), *Vitellaria paradoxa* (Gaertn), *Albizia zygia* (DC), *Pterocarpus erinaceus* (Poir), *Blighia sapida* (K. Koenig) and *Isobertinia doka* (Craib & Stapf). Seven fungal genera, namely *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Pestalotia*, *Cephaleuros*, *Oidium*, *Alternaria* and *Curvularia* are present on weeds in cashew orchards. Infected weeds transmit *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* and *Pestalotia* to cashew trees *in situ*. Furthermore, the study showed that aqueous and ethanolic extracts of *Nauclea latifolia* are effective against *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* and *Pestalotia* *in vitro*. Its aqueous extract has a preventive and curative effect against anthracnose *in vivo*. The integration of weeds that host pathogenic fungi affecting cashew trees into strategies for controlling fungal diseases is necessary to increase orchard productivity. *Nauclea latifolia* shows promise for the development of an effective biofungicide against cashew anthracnose.

Keywords: Weed, Cashew tree, Fungal pathogen, Biological control, Ivory Coast