

# RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

## MASTER

## BIORESSOURCES-AGRONOMIE

Option : Amélioration des Ressources Agricoles

Par

AMANDE Koffi Etienne

## THÈME

Année Académique :  
2021-2022

Numéro d'ordre :  
019-2022

**Etude de la compatibilité de la bactériose de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), de l'aubergine (*Solanum aethiopicum* G.), du manioc (*Manihot esculenta* C.) avec l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire**

Soutenu le 02 Juillet 2022

### Jury

M. KOUASSI Kouassi Clément	Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)	Président
M. SORO Sibirina	Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)	Directeur Scientifique
M. SORO Sibirina	Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)	Encadreur
Mme. YAH N'Guettia Marie	Maître -Assistant, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)	Examineur

## **Dédicace**

A Dieu, Auteur de la Vie

## AVANT PROPOS

Ce mémoire de Master a été réalisé à l'UFR Agroforesterie de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG) de Daloa.

Il a été conduit dans le cadre du Projet de Promotion de la Compétitivité de la chaîne de valeur de l'Anacarde (PPCA), mis en vigueur le 20 août 2018, avec pour objectif de développer, 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 de la sous-composante « Programme National de Recherche sur l'Anacarde (PNRA) ».

Dans le cadre de la mise en œuvre du PNRA, le FIRCA a signé avec les Institutions Nationales de Recherche Agricole (INRA), des contrats spécifiques pour la mise en œuvre des activités des différents axes de ce programme.

L'Axe de la Défense de la Culture est géré par le Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB). Il a pour objectif spécifique de contribuer à l'amélioration de la productivité des vergers d'anacardiens à travers l'accès aux stratégies de lutte durable contre les nuisibles. C'est dans la poursuite de cet objectif que ce mémoire de Master a été initié avec pour thème : « Etude de la compatibilité de la bactériose de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), de l'aubergine (*Solanum aethiopicum* G.), du manioc (*Manihot esculenta* C.) de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire ».

## **Remerciements**

Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Biologie et d'Amélioration de la Production Végétale de l'Université Jean Lorougnon Guédé Daloa en Côte d'Ivoire. De nombreuses personnes par conséquent ont participé et contribué de différentes manières à la réalisation de ce travail. Ces mots ne suffisent pas à leur exprimer ma reconnaissance.

Mes remerciements vont d'abord à l'endroit du Professeur Titulaire, Mme TIDOU Abiba Sanogo, Epouse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour les efforts qu'elle consent au quotidien en vue du bon fonctionnement de l'institution qu'elle dirige.

A Monsieur KONE Tidiani, Professeur Titulaire, Vice-Président chargé de la Pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé qui a toujours été disponible pour répondre aux préoccupations académiques. Je tiens à remercier Monsieur AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur Titulaire, Vice-Président chargé de la Planification, Programmation et des Relations Extérieures de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour son implication au bien-être des étudiants.

Je remercie Madame TONESSIA Dolou Charlotte, Maître de Conférences, Directrice de l'UFR Agroforesterie, pour la qualité de l'enseignement dispensé, sa disponibilité et ses sages conseils et surtout ses efforts pour la bonne marche de l'UFR.

J'adresse mes remerciements à Monsieur SORO Sibirina, Maître de Conférences de Phytopathologie, qui a bien voulu accepter la direction scientifique de ce mémoire. Sa rigueur de travail, ses immenses qualités humaines et l'attention particulière qu'il a porté à l'élaboration de ce travail, dénote une profonde marque de sympathie.

A monsieur KOUAME Kouamé Clément, Maître de Conférences de Microbiologie et Sécurité Alimentaire, Président du jury de ce présent mémoire. Malgré ses immenses tâches, il a accepté à contribuer à l'amélioration de la qualité du mémoire par ses critiques pertinentes et ses sages conseils.

A Madame YAH N'Guettia Marie, Maître-Assistant de Phytopathologie pour avoir accepté d'examiner le document, afin d'apporter une touche scientifique.

Je remercie le Docteur SOUMAHIN Eric Francis, Maître-Assistant, Responsable du Parcours Bioressources et Agronomie pour son dynamisme et sa rigueur de travail et ses conseils durant ces années de formation.

Les remerciements vont également à l'endroit de tous les enseignants de l'UFR Agroforesterie pour leur contribution à la formation des étudiants durant ces années.

J'exprime toute ma reconnaissance aux membres de l'Unité de Phytopathologie de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour leur sympathie, leurs conseils, leur aide pour le bon achèvement de ce travail et les agréables moments passés ensemble. Merci du fond du cœur pour tout ce que vous m'avez généreusement apporté, particulièrement, TRAORE Aboulaye, SILUE Sana, BAILLET Pélagie, YAO Jean Jaurès et à Monsieur FONDIO Ben Bakary.

Mes sincères remerciements à toute la famille AMANDE de m'avoir donné tout cet amour et soutien.

Table des matières	page
Dédicace.....	i
AVANT PROPOS.....	ii
Remerciements.....	iii
Liste des sigles et abréviations.....	viii
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures.....	x
INTRODUCTION.....	1
I- GENERALITES.....	4
1-1- Généralité sur l’anacardier.....	4
1-1-1- Origine et distribution.....	4
1-1-2- Position systématique.....	4
1-1-3- Description de l’anacardier.....	5
1-1-4- Ecologie de l’anacardier.....	6
1-1-5- Importance socio-économique de l’anacarde.....	6
1-1-5-1- Importance économique de l’anacarde.....	6
1-1-5-2- Importance sociale de l’anacardier.....	6
1-1-6- Contraintes majeures de la culture de l’anacardier.....	7
1-1-6-1- Ravageurs de l’anacardier.....	7
1-1-6-2- Maladies de l’anacardier.....	7
1-2- Généralité sur le manioc.....	7
1-2-1- Origine et distribution.....	7
1-2-2- Position systématique.....	8
1-2-3- Description botanique du manioc.....	8
1-2-4- Ecologie du manioc.....	9
1-2-5- Importance économique et nutritionnelle du manioc.....	9
1-2-5-1- Importance économique du manioc.....	9
1-2-5-2- Importance nutritionnelle du manioc.....	10
1-2-6- Contraintes majeures liées la culture du manioc.....	10
1-2-6-1- Ravageurs du manioc.....	10
1-2-6-2- Maladies du manioc.....	11
1-3- Généralité sur la tomate.....	12
1-3-1- Origine et distribution de la tomate.....	12
1-3-2- Position systématique de la tomate.....	12
1-3-3- Description botanique de la tomate.....	12
1-3-4- Ecologie de la tomate.....	13
1-3-5- Importance économique et nutritionnelle de la tomate.....	14
1-3-5-1- Importance économique de la tomate.....	14
1-3-5-2- Importance nutritionnelle de la tomate.....	14
1-4- Généralité sur l’aubergine.....	16

1-4-1- Origine et distribution de l'aubergine.....	16
1-4-2-Position systématique de l'aubergine .....	16
1-4-3- Description botanique de l'aubergine.....	16
1-4-4- Ecologie de l'aubergine.....	17
1-4-5- Importance économique et nutritionnelle de l'aubergine .....	17
1-4-5-1- Importance économique de l'aubergine .....	17
1-4-5-2- Importance nutritionnelle de l'aubergine .....	18
1-4-6- Contraintes majeures à la culture de l'aubergine.....	18
1-4-6-1- Ravageurs de l'aubergine.....	18
1-4-6-2- Maladies de l'aubergine .....	19
1-5- Généralité sur la bactériose.....	19
1-6- Méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies .....	20
1-6-1- Lutte agronomique .....	20
1-6-2- Lutte chimique.....	20
1-6-3- Lutte biologique .....	20
1-6-4- Lutte génétique.....	21
<b>II- MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>22</b>
2-1- Présentation de la zone d'étude .....	22
2-2- Matériel.....	23
2-2-1- Matériel végétal .....	23
2-2-2- Sources bactériennes .....	23
2-2-3- Matériel technique et appareils de laboratoire utilisés .....	24
2-3-1- Dispositif expérimental .....	24
2-3-2- Prélèvement des échantillons .....	26
2-3-3- Isolement des agents pathogènes.....	26
2-3-3-1- Préparation du milieu de culture .....	26
2-3-3-2- Préparation des explants.....	26
2-3-3-3- Ensemencement de la suspension .....	27
2-3-3-4- Purification des bactéries .....	27
2-3-4- Identification bactérienne .....	27
2-3-4-1- Observation macroscopique .....	27
2-3-4-2- Observation microscopique.....	27
2-3-5- Mise en place de la pépinière de tomate et d'aubergine.....	28
2-3-6- Suivi et entretien de la pépinière .....	28
2-3-7- Préparation de la parcelle expérimentale.....	28
2-3-8- Repiquage des plants .....	29
2-3-9- Production des plants d'anacardier et de manioc .....	29
2-3-10- Préparation de l'inoculum .....	29
2-3-11- Inoculation des plants.....	29

2-3-12- Evaluation des paramètres.....	29
2-3-12-1- Paramètres pathogéniques.....	29
2-3-12-1-1- Incidence d'attaque.....	29
2-3-12-1-2- Taux de mortalités.....	30
2-3-12-1-3- Indice de sévérité des attaques.....	30
2-3-12-2- Paramètres agronomiques.....	30
2-3-12-2-1- Nombre moyen de feuilles.....	30
2-3-12-2-2- Diamètre moyen au collet.....	31
2-3-12-2-3- Hauteur moyenne des plants.....	31
2-3-13- Traitement des données.....	31
<b>III- RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>32</b>
3-1- Résultats.....	32
3-1-1- Caractères macroscopique et microscopique des isolats bactériens.....	32
3-1-2- Suivi sanitaire des plants.....	32
3-1-3- Effet des isolats sur les paramètres agronomiques et de pathogénicité.....	33
3-1-3-1- Effet des isolats bactériens sur les paramètres agronomiques.....	33
3-1-3-2- Impacts des isolats bactériens sur la croissance et le développement des plants.....	36
3-1-3-3- Effet des isolats bactériens sur les paramètres de pathogénicité.....	38
3-2- Discussion.....	40
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>43</b>



## **Liste des sigles et abréviations**

**CNRA** : Centre National de Recherche Agronomique

**FAO** : Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

**FAOSTAT** : Agence de Statistique de l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture de la FAO

**LMPDA** : Levure Mancozèbe Potato Dextrose Agar

**RGPH** : Recensement Général de la population et de l'Habitat

**MINAGRI** : Ministère de l'Agriculture

**CCA** : Conseil du Coton et de l'Anacarde

**INRA** : Institut National de Recherche Agronomique

**ANADER** : Agence Nationale d'Appui au Développement Rural

**FIRCA** : Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricole

**BPA** : Bonne Pratique Agricole

**CEA-CCBAD** : Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable

**PND** : Plan National de Développement

**Liste des tableaux****page**

Tableau I : Matériel technique et appareils de laboratoire .....	24
Tableau II : Effet des isolats bactériens sur les paramètres agronomiques des plants .....	35
Tableau III : Impact des isolats bactérien sur la croissance et le développement des plants ...	37
Tableau IV : Effet des isolats sur les paramètres de pathogénicité .....	39

<b>Liste des figures</b>	<b>page</b>
Figure 1 : Plants d'anacardier en production .....	5
Figure 2 : Dessin d'un plant de manioc .....	9
Figure 3 : Dessin d'un plant de tomate avec ses différents organes .....	13
Figure 4 : Dessin d'un plant d'aubergine avec ses différents organes .....	17
Figure 5 : Présentation de la zone d'étude .....	22
Figure 6 : Matériel végétal .....	23
Figure 7 : Schema du dispositif expérimental .....	25
Figure 8 : Plantes présentant des symptômes de la bactériose .....	26
Figure 9 : Colonies bactériennes .....	32
Figure 10 : Evolution des symptômes après inoculation des plants.....	33

## **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

Depuis son accession à l'indépendance en 1960, la Côte d'Ivoire a fait le choix de l'agriculture comme gage de son développement économique. En effet, l'agriculture représente le quart du produit intérieur brut de la Côte d'Ivoire et emploie plus de 50 % de la population active. Elle fait vivre les deux tiers de la population ivoirienne. Ce secteur comprend une agriculture vivrière et une agriculture de rente (PND, 2015). L'agriculture de rente concerne essentiellement les cultures pérennes dont la production est destinée à l'exportation. Tandis que les cultures vivrières sont destinées à la consommation locale. La politique de diversification des cultures en Côte d'Ivoire, a favorisé l'introduction de nouvelles cultures dans le cycle des principales cultures d'exportation. L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est l'une de ces cultures qui a pu s'imposer dans différentes zones agroécologiques du pays.

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), originaire d'Amérique du Sud plus précisément des côtes brésiliennes, est devenu une des principales cultures d'exportation de la Côte d'Ivoire. A partir des années 1972, l'espèce a perdu sa vocation écologique au profit d'une dimension économique (Sinan & N'dri., 2016). Depuis lors, le verger d'anacardier continue de s'étendre à toutes les zones favorables à son développement. Depuis 2015, la Côte d'Ivoire demeure le premier producteur et exportateur mondial de noix brutes de cajou avec une production estimée à plus de 900 000 tonnes en 2021 (CCA, 2021). La croissance de la production ivoirienne de noix de cajou est essentiellement due à l'extension des vergers. Pourtant la surface cultivable de terres arabes est limitée, car ces mêmes terres doivent servir à l'agriculture, aux logements de la population et à la réalisation des industries. Cela contribue à l'augmentation de la pression sur les terres réservées à la production vivrière. Ainsi, pour produire de la nourriture les paysans associent aux vergers d'anacardier d'autres cultures tels que le riz, le maïs, l'igname, le manioc, la tomate, l'aubergine, etc. Cette nouvelle forme d'agroforesterie permet aux producteurs non seulement de lutter contre l'insécurité alimentaire mais également d'obtenir des revenus monétaires complémentaires issus de la vente des noix d'anacarde (Afouda *et al.*, 2016). C'est le cas de l'anacarde, du manioc de la tomate et de l'aubergine qui sont de plus en plus associées dans des agrosystèmes en Côte d'Ivoire. Pourtant, ces cultures sont attaquées par diverses pathologies dont la bactériose. La bactériose est une des contraintes majeures à l'expression des potentialités réelles des cultures (Silué *et al.*, 2017). Cette pathologie sévit dans la plupart des zones de production des cultures à travers le monde (Wonni *et al.*, 2017). Les symptômes de cette maladie sont couramment rencontrés sur les feuilles, les tiges et les fruits des cultures. Dans les vergers d'anacardier associés aux cultures vivrières, les symptômes similaires ont été observés tant sur l'anacardier que sur les cultures qui lui sont associées. Ainsi une compatibilité

pathogénique entre l'anacardier et les cultures qui lui sont associées peut compromettre le rendement des vergers.

Malheureusement en Côte d'Ivoire, à part quelques rapports sur les maladies typiques de l'aubergine, du manioc, de la tomate et de l'anacardier, il n'existe pas de données réelles sur la situation pathologique de l'association des cultures vivrières aux plantations d'anacardier. Pourtant, ces informations sont nécessaires pour la mise en place de stratégies de gestion efficace des maladies inféodées à ces cultures afin de contribuer à l'amélioration de leurs productivités.

C'est dans ce contexte que cette étude a été motivée avec pour objectif général de vérifier la compatibilité de la bactériose de la tomate, de l'aubergine ou du manioc avec l'anacardier.

De façon spécifique, il s'agira d'isoler la bactérie associée aux symptômes de maladie sur la tomate, l'aubergine, le manioc et l'anacardier puis de faire un test d'inoculation croisé sur des jeunes plants des différentes spéculations.

Le présent mémoire se présente en trois parties auxquelles s'ajoutent l'introduction, la conclusion et les perspectives. La première partie traite des généralités suivie de la seconde partie qui expose le matériel et la méthodologie adoptée puis la troisième qui présente les résultats obtenus et la discussion.

## I- GENERALITES

### 1-1- Généralité sur l'anacardier

#### 1-1-1- Origine et distribution

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est un arbre tropical dont l'aire d'origine s'étend du Mexique jusqu'au Nord-Est du Brésil et au Pérou (Samal *et al.*, 2003 ; Lyannaz, 2006). L'espèce est l'œuvre de l'explorateur et écrivain André Thevet qui se joignit à une expédition au Brésil en 1555-1556 (Lebailly *et al.*, 2012). Il fut suivi par des explorateurs portugais et quelques botanistes, jusqu'à Linné en 1753. L'anacardier fait partie de la famille des Anacardiaceae, constituée de plantes retrouvées communément dans les zones tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Elle comprend des espèces cultivées pour leurs fruits parmi lesquelles on trouve le manguier, la pistache, le prunier de Cythère et le faux poivrier. C'est une plante pérenne cultivée dans environ 32 pays dans le monde, en particulier sous les tropiques en Amérique, en Asie et en Afrique où les conditions climatiques sont favorables à sa culture (Pradeepkumar *et al.*, 2008). L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) a été introduit en Côte d'Ivoire dans les années 1960 dans l'objectif de freiner la déforestation et lutter contre l'érosion des sols (Goujon *et al.*, 1973).

#### 1-1-2- Position systématique

Règne	: Végétal
Embranchement	: Magnoliophyta
Sous embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Ordre	: Sapindales
Famille	: Anacardiaceae
Genre	: <i>Anacardium</i>
Espèce	: <i>Anacardium occidentale</i> L.

### 1-1-3- Description de l'anacardier

L'anacardier possède une racine pivotante centrale et des racines latérales horizontales. Lorsque le diamètre de la cime atteint deux à quatre mètres, les racines latérales produisent de nouveaux pivots à 2 puis 4 mètres autour du tronc à partir des racines latérales. L'arbre à un tronc noueux comportant beaucoup de ramifications. L'écorce est grise et en général assez lisse. Le bois est résistant aux termites (Eric, 2003). Les feuilles simples de couleur vert foncé sont persistantes, alternes, ovales-ovales et coriaces. Elles mesurent de 10 à 20 cm de long et peuvent atteindre 10 cm de largeur. Elles présentent une nervure centrale bien visible et de 6 à 10 paires de nervures latérales (Heuzé *et al.*, 2016). Les branches sont extrêmement sensibles au feu, et lorsque les branches sont détruites par le feu, il faut de longues années avant que l'arbre ne refasse sa couronne et ceci d'autant plus que l'arbre est âgé. A l'état naturel, les branches touchent rapidement le sol et peuvent même provoquer des marcottes naturelles. L'anacardier porte à la fois des fleurs unisexuées mâles et des fleurs hermaphrodites groupées en racèmes, d'un côté de la branche (Eric, 2003). Les fleurs sont blanches ou jaune pâle striées de rose ou rouge - vert, nombreuses, en panicule ou cymes terminales et odoriférantes. Les pétales sont au nombre de 5 couvertes de larges bractées légèrement pubescentes. Les fruits se forment à la fin de la saison sèche. C'est une drupe indéhiscente, réniformes, d'environ 3 cm de long, dotée d'une coque âcre et toxique qui abrite une amande blanche et comestible (Jacques, 2002) (Figure 1).



**Figure 1** : Dessin d'un plant d'anacardier avec ses différents organes (Köhler, 1887)



#### **1-1-4- Ecologie de l'anacardier**

L'anacardier pousse sur des types de sol très différents. Il supporte même les sols pauvres du fait de ses racines pivotantes à croissance très rapide. Il préfère des sols meubles, profonds et bien drainés. Il a une pluviométrie comprise entre 800 et 1800 mm par an en une seule saison qui dure de 5 à 7 mois. Il a besoin d'une saison sèche marquée de 5 à 7 mois. L'anacardier est sensible au froid et à l'altitude (Soro *et al.*, 2020).

#### **1-1-5- Importance socio-économique de l'anacarde**

##### **1-1-5-1- Importance économique de l'anacarde**

L'anacardier est devenu une culture d'exportation pour la Côte d'Ivoire à partir des années 80 (Lautié *et al.*, 2001 ; Dugué *et al.*, 2003). En effet, depuis 1972, la fonction économique de l'anacarde a pris le dessus sur la fonction écologique. Cela s'est matérialisé par l'augmentation des surfaces consacrées à l'anacarde. Et les volumes de production de noix brutes de cajou se sont accrus considérablement passant de 634631 tonnes en 2019 à 848700 tonnes en 2020, soit une hausse de 33 %, érigeant la Côte d'Ivoire au rang de premier pays producteur et exportateur mondial de noix brutes de cajou, devant l'Inde et le Viêtnam, sur une superficie d'environ 1,4 million d'hectares par près de 400 000 producteurs (FIRCA, 2018). Cette plante, par ses caractéristiques intrinsèques de développement, résistances et économiques est devenue en 2010, le troisième produit agricole de la Côte d'Ivoire exporté dans le monde après le cacao et le caoutchouc (Koné, 2010). L'huile extraite du fruit sert de matériau d'isolant dans l'aviation, à faire des vernis et des insecticides (INRA, 2019). Aujourd'hui, la culture de l'anacarde est une source de revenu pour les populations rurales et périurbaines.

##### **1-1-5-2- Importance sociale de l'anacardier**

L'anacardier possède de nombreuses vertus nutritionnelles et thérapeutiques. En effet, l'écorce de la plante est utilisée dans le traitement de certaines maladies telles que la toux, la fièvre, le diabète, la colique intestinale, l'ulcère et les maladies urinaires (Tuo, 2007). L'amande extraite de la noix de cajou est consommée au même titre que l'arachide sous forme d'amuse-gueule. La pomme est utilisée pour faire du jus et des boissons alcoolisées. Les jeunes rameaux et feuilles peuvent être consommés comme légume et sont une source de nourriture pour les herbivores (Gilleo *et al.*, 2011).

## **1-1-6- Contraintes majeures de la culture de l'anacardier**

### **1-1-6-1- Ravageurs de l'anacardier**

Les ravageurs de l'anacardier sont principalement des insectes. De tous les insectes infestant l'anacardier, *Diastocera trifasciata* (Coleoptera : Cerambycidae) est celui qui occasionne de sérieuses pertes de branches et/ou de tiges à la plante (Adeigbé *et al.*, 2015). Différentes espèces ont été observées dans les vergers d'anacardiers en Côte d'Ivoire. Les principaux insectes ravageurs relevés dans le verger ivoirien appartiennent à l'ordre des Coléoptères. *Apate terebrans* (Bostrychidae), *Plocaederus ferrugineus* (Cerambycidae), *Mecocorynus longiceps* (Curculionidae) et *Diastocera trifasciata* et *Zographus regalis* qui sont de la famille des Cerambycidae (N'Depo *et al.*, 2017). Les plus importants en termes de dégâts sur les feuilles, les fleurs ou les jeunes fruits sont les insectes piqueurs suceurs du genre *Helopeltis* de l'ordre des Hyménoptères et de la famille des Miridae (Akessé *et al.*, 2015 ; Kra *et al.*, 2017).

### **1-1-6-2- Maladies de l'anacardier**

La présence de symptômes (mosaïque, le jaunissement, nécrose, marbrure) sur les feuilles de l'anacardier est causée par un virus. Le virus de la Sharka (PPV : Plum Pox Virus) était soupçonné d'être l'agent pathogène causal des symptômes observés sur les feuilles d'anacardier. En effet, le PPV appartient au genre Potyvirus au sein de la famille Potyviridae. Il induit des symptômes similaires sur le prunier (Wonni *et al.*, 2017). *Xanthomonas axonopodis* pv *Anacardii* est responsable de la bactériose chez l'anacardier. Elle provoque les nécroses noirâtres des rameaux et la chute prématurée des feuilles. Les maladies dues aux champignons sont entre autres, l'*Oidium*, la gommose, l'anthracnose, la rouille (Koné *et al.*, 2015). L'*Oidium* est causé par *Oidium anacardii* Noack et affecte les jeunes plants et les feuilles des arbres adultes. Les fleurs chutent, une fois qu'elles sont attaquées. Cela a pour conséquence une faible fructification.

## **1-2- Généralité sur le manioc**

### **1-2-1- Origine et distribution**

Le manioc (*Manihot Esculenta* Crantz) est une Euphorbiacée originaire d'Amérique Centrale, des Caraïbes et du Nord du Brésil. Il est cultivé dans ces zones depuis 9 000 ans, ce qui en fait l'une des productions agricoles les plus anciennes (Djinodji, 2018). Le manioc est une importante plante à tubercule cultivée dans de nombreux pays à travers le monde et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest (Tighankoumi *et al.*, 2018). Il a été introduit en Afrique de l'Ouest par les Portugais dans la seconde moitié du 16<sup>e</sup> siècle puis s'est répandu au cours

des 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles dans toute l’Afrique et en Asie du Sud, favorisé par les autorités coloniales.

Il a été introduit en Côte d’Ivoire par les populations immigrantes AKAN notamment les Abouré et les Aladjan à partir du Sud de la République du Ghana (ANADER, 2017). En Côte d’Ivoire, le manioc est cultivé sur les 4/5 du territoire national notamment dans le Sud, l’Ouest et le Centre (Kra *et al.*, 2019).

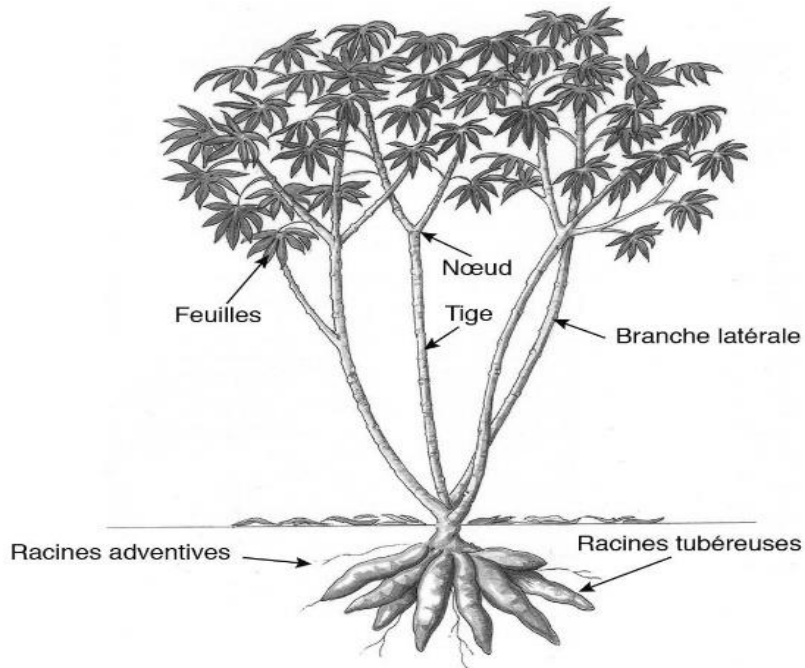
### 1-2-2- Position systématique

Le manioc comprend plus de 300 genres et 8000 espèces presque toutes localisées dans les régions tropicales. Le genre *Manihot* comporte plus de 200 espèces dont la plus importante sur le plan agronomique est *Manihot esculenta* Crantz (Demol *et al.*, 2001).

Règne	: Végétal
Embranchement	: Spermaphytes
Sous embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Ordre	: Euphorbiales
Famille	: Euphorbiacea
Genre	: <i>Manihot</i>
Espèce	: <i>Manihot esculenta</i> C.

### 1-2-3- Description botanique du manioc

Le manioc est un arbuste ligneux, vivace et ramifié pouvant atteindre jusqu’à 5 mètres de hauteur dont la tige se ramifie généralement par trichotomie. Les tiges et les branches portent des nœuds disposés en spirale formant ainsi des entre-nœuds de longueurs différentes. Il produit de larges feuilles fortement lobées, lisses et spiralées de formes très variables. Lors de leur croissance, les arbrisseaux produisent plusieurs racines tubéreuses de réserve contenant jusqu’à 35 % d’amidon, pouvant atteindre jusqu’à 1 mètre de long, et peser collectivement jusqu’à 40 Kg. Leur nombre leur masse et leur dimension varient considérablement selon les variétés et les conditions de culture. Le manioc étant une plante monoïque produit des fleurs régulières femelles et mâles aux dimensions réduites réunies en petites grappes sur le même pied. L’arbuste produit un fruit de forme de capsule non charnue (Kouakou *et al.*, 2015) (Figure 2).



**Figure 2 :** Dessin d'un plant de manioc (Vernier, 2018)

#### **1-2-4- Ecologie du manioc**

Le manioc est une plante dont la culture est circonscrite exclusivement dans les zones tropicales et subtropicales entre les latitudes 30° N et 30° S. Il s'adapte facilement à la plupart des conditions de climat et de sol à l'exception des climats des zones tempérées européennes très froides et des zones désertiques du sahel par exemple. Mais comme pour toutes les plantes cultivées, ses rendements seront très variables selon que les conditions de climat et de sol lui seront favorables ou défavorables. Les meilleurs rendements seront obtenus dans les régions dont la température moyenne variant entre 23 et 25 °C tout au long de l'année, avec une pluviométrie annuelle variant entre 1 200 et 1 800 mm, et une durée de la saison sèche comprise entre 2 à 3 mois. Le manioc préfère les sols argilo-sableux, sols sableux, meubles enrichis en matière organique tendance limono-sableux, sur un relief plat ou présentant une faible pente. Eviter les sols de bas-fonds, les sols à pente forte, les zones mal drainées et les périodes de sécheresse pendant les 3 premiers mois (ANADER, 2017).

#### **1-2-5- Importance économique et nutritionnelle du manioc**

##### **1-2-5-1- Importance économique du manioc**

Au plan mondial, le manioc occupe le 4<sup>e</sup> rang des productions végétales avec une production de 277,9 millions de tonnes (Mt) en 2017, dont 57 % en Afrique, 33 % en Asie et 20 % en Amérique Latine.

L'Afrique produit plus de la moitié du manioc et le Nigéria représente à lui seul plus du tiers de la production africaine, avec un volume estimé en 2017 à 55 Mt, et de loin le plus gros producteur mondial. La Côte d'Ivoire occupe le 7<sup>e</sup> rang africain avec plus de 5,38 Mt. Contrairement à l'Afrique, l'Asie contribue à environ 1/3 de la production mondiale, avec 60 % produit par la Thaïlande (environ 25 Mt), deuxième producteur mondial. L'Amérique Latine et les Caraïbes produisent autour de 35 Mt, ce qui représente 20 % de l'offre mondiale. Le Brésil est le 1<sup>er</sup> producteur régional avec 70 % de la production, soit 24 Mt par an. Cependant sa production est destinée aux produits alimentaires traditionnels et ne contribue qu'à 4 % environ de l'offre mondiale de féculé de manioc. En Côte d'Ivoire, le manioc représente le 2<sup>e</sup> aliment vivrier après l'igname. Il est également utilisé dans les industries (textiles, papier, bière, liqueur, pâte dentifrice, alcool, colle, pain, etc.) (FIRCA, 2018). Ce produit agricole permet d'assurer un revenu et de procurer un emploi à plusieurs centaines de milliers d'ivoirien dans les différents maillons de la chaîne de valeur en milieu rural comme urbain (Simon & Vanessa, 2019).

### **1-2-5-2- Importance nutritionnelle du manioc**

Le manioc contribue à l'alimentation humaine et animale. Il est la deuxième source d'énergie alimentaire dans les pays en développement où les problèmes de malnutrition sont récurrents. (Adijatu *et al.*, 2018). Il est très prisé par les populations africaines car c'est une plante dont les feuilles et les racines sont fortement utilisées pour l'alimentation. Il est très riche en eau et en amidon. Dans les zones de culture, plus de 70 % des productions en tubercules sont consommés sous forme de plats locaux très variés en attiéké, placali, gari, foutou, concondé, akpessi, atoukpou, gâteau, etc. Les feuilles de manioc sont riches en fer. Très riche en certains acides aminés. Les feuilles de manioc sont consommées parfois comme légume, permettant à l'homme de digérer facilement. Les feuilles, l'écorce les tiges, la peau séchée des racines (épluchures) et la chair séchée (cossette) sont utilisés dans l'alimentation des animaux (ANADER, 2017).

### **1-2-6- Contraintes majeures liées la culture du manioc**

#### **1-2-6-1- Ravageurs du manioc**

Les ravageurs du manioc sont des insectes, des acariens et des vertébrés. Les ravageurs attaquent et s'alimentent sur différentes parties des pieds de manioc. Certains s'alimentent sur les feuilles et les tiges tandis que d'autres se nourrissent sur les tiges et les racines. Les ravageurs des feuilles et des tiges de manioc les plus répandus sont la cochenille du manioc, l'acarien vert du manioc, le criquet puant et les aleurodes. Les ravageurs courants des tiges et des racines sont les termites, la cochenille des racines du manioc, la cochenille blanche et les vertébrés.

Les vertébrés qui s'attaquent couramment au manioc sont les oiseaux, les rongeurs, les singes, les porcs et les animaux domestiques. Les principaux oiseaux ravageurs du manioc sont les coqs de brousse ou les francolins (*Francolinus* sp), et les pintades sauvages.

Les principaux rongeurs ravageurs du manioc sont l'agouti (*Thryonomys swinderianus*), le rat géant (*Cricetomys gambianus*), les souris et les écureuils. L'agouti est le rongeur qui inflige les dégâts les plus sévères au manioc. Il coupe et ronge les tiges. Il se nourrit également des racines tubéreuses. Les porcs creusent, déracinent le pied de manioc et consomment les racines tubéreuses. Les singes endommagent le manioc de la même manière. Les bovins, les caprins et les ovins défolient le manioc en se nourrissant des feuilles et des tiges vertes (Braima *et al.*, 2000).

### **1-2-6-2- Maladies du manioc**

Les maladies majeures du manioc sont la mosaïque, la bactériose, l'antracnose, et les pourritures des racines. Ces maladies agressent les feuilles, les tiges et les racines tubéreuses des plants de manioc.

La mosaïque du manioc est causée par un virus qui s'introduit dans les feuilles et les tiges du manioc. Les feuilles de manioc atteintes se décolorent et présentent des taches vert clair, jaunes ou blanches. En cas d'attaque sévère de la mosaïque, les feuilles deviennent très petites, déformées et les plants rabougris. La bactériose est provoquée par une bactérie (*Xanthomonas axonopodis* pv *manihotis*). Les dégâts suscités par la bactériose se présentent sous forme de taches nécrosées d'aspect humide. Les lésions apparaissent entre les nervures foliaires et sont plus visibles sur la face inférieure des feuilles. L'antracnose est occasionnée par un champignon (*Colletotrichum gloeosporioides*). Elle se manifeste sous forme de chancres (lésions) sur la tige et à la base du pétiole foliaire. Alors les feuilles atteintes de bactériose et d'antracnose flétrissent, meurent et tombent provoquant la défoliation et le die-back, voire la mort totale de la pousse. Le pourrissement des racines du manioc est causé par les pathogènes bactériens et fongiques vivant sur ou dans le sol. Ces pathogènes apparaissent généralement dans les sols mal drainés et dans les jachères forestières nouvellement défrichées. Ils entraînent le brunissement, le flétrissement à s'avoir même la chute des feuilles et le dépérissement apical des tiges et des racines. Les feuilles peuvent ne pas tomber, mais la plante perd beaucoup d'eau et meurt (Braima *et al.*, 2000).

### 1-3- Généralité sur la tomate

#### 1-3-1- Origine et distribution de la tomate

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) appartient à la famille des Solanaceae aux côtés d'autres espèces qui sont également bien connues, telles que, la pomme de terre, le tabac, le poivron, l'aubergine et le piment. Elle est originaire des Andes. La tomate cultivée est issue de la domestication de l'espèce sauvage (*Solanum pimpineliform*) d'Amérique du Sud (Doré *et al.*, 2006). Elle fut introduite en Europe au 16<sup>e</sup> siècle par les Espagnols avant la pomme de terre et le tabac (Naika *et al.*, 2005). Elle fut considérée comme le premier légume après la pomme de terre et la deuxième ressource alimentaire mondiale après les céréales. Elle est cultivée dans plus de 170 pays du monde sous divers climats, y compris les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous, abri (FAO, 2007).

#### 1-3-2- Position systématique de la tomate

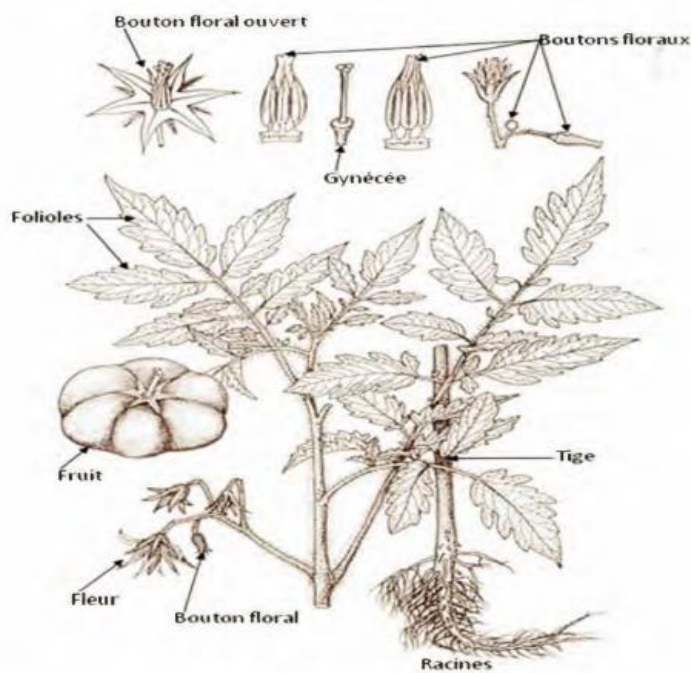
La tomate appartient à la famille des Solanaceae (Blancard, 2009). Linné (1753) avait inclus la tomate dans le genre *Solanum*, en la nommant (*Solanum lycopersicum*); mais Miller (1754) la renomma (*Lycopersicon esculentum*), en créant le genre *Lycopersicon*. La taxonomie actuelle a replacé la tomate dans le genre *Solanum*, section *Lycopersicon*, et son nom est désormais (*Solanum lycopersicum* L). (Spooner *et al.*, 1993).

Règne	: Végétal
Embranchement	: Spermaphytes
Sous-embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Ordre	: Solanales
Famille	: Solanaceae
Genre	: <i>Solanum</i>
Espèce	: <i>Solanum lycopersicum</i> L.

#### 1-3-3- Description botanique de la tomate

La racine pivotante de la tomate croisse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices. La tige présente un port de croissance entre érigé et prostré, elle pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m, elle est pleine, fortement poilue et glandulaire. Les feuilles sont composées et velue. Elle répand une odeur caractéristique, due à la solanine, si on la froisse. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les fleurs sont Bisexuées, régulières et mesurent entre 1,5 et 2 cm de

diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers. Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen, 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Shankara *et al.*, 2005). Le cycle de la graine à la graine est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3,5 à 4 mois de la fleur au fruit (Gallais & Bannerot, 1992) (Figure 3).



**Figure 3 :** Dessin d'un plant de tomate avec ses différents organes (Soro, 2014)

#### 1-3-4- Ecologie de la tomate

Les racines de la tomate ne sont pas assez résistantes pour pénétrer les sols lourds et gravillonnaires. La culture requiert des sols légers, meubles avec un bon drainage et riches en matières organiques, avec un pH relativement acide variant entre 5,5 et 6,8 (Shankara, 2005). La plante est très sensible à l'hygrométrie, elle ne tolère pas les sols engorgés ni l'humidité élevée (plus de 80%), mais une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure pour la fécondation. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. La tomate est une plante exigeante en lumière. Placée dans un endroit ombragé, sa tige s'effile et donne de faible rendement (Djidji, 2005). Elle nécessite un climat relativement frais et sec pour une récolte abondante et de qualité. Cependant, sa culture s'est adaptée à une diversité de condition climatique.



En général, les températures optimales varient de 21 à 24 °C. Toutefois, au-dessus de 38 °C et en dessous de 10 °C, ses tissus sont endommagés (Shankara *et al.*, 2005). La pollinisation et la nouaison des fleurs sont influencées par les températures diurnes et nocturnes. Il faut un écart de 6 °C entre le jour et la nuit pour obtenir une nouaison parfaite des fleurs.

### **1-3-5- Importance économique et nutritionnelle de la tomate**

#### **1-3-5-1- Importance économique de la tomate**

La production mondiale de tomate est passée de 27,6 millions de tonnes en 1961 à 182,3 millions de tonnes en 2018 (Agridata, 2020).

En Afrique subsaharienne, la production de la tomate demeure l'une des principales sources d'activités génératrices de revenus des populations rurales et périurbaines pendant la longue période sèche. De ce fait, cette spéculacion est l'un des piliers du secteur maraîcher et de la sécurité alimentaire en Afrique occidentale (FAO, 2016). L'Afrique occupe le quatrième rang avec 12 % de la production mondiale de tomate après l'Asie (45 %), l'Europe (22 %), et l'Amérique (19 %) (Senan *et al.*, 2007).

En Côte d'Ivoire, les besoins en tomate étaient estimés à plus de 200 000 tonnes en 2002 alors que la production nationale de tomates fraîches qui est de 44 078 tonnes en 2018 reste largement inférieure pour couvrir cette demande (N'zi *et al.*, 2010 ; FAOstat, 2018). Elle figure, en quantité au premier rang des légumes les plus consommés. La tomate (82,8 %) représente le deuxième légume fruit le plus rencontré sur les marchés ivoiriens après le piment (84,1 %) (FIRCA, 2014). Cependant, sa part dans le produit intérieur brut de la Côte d'Ivoire reste négligeable (Adama, 2004).

#### **1-3-5-2- Importance nutritionnelle de la tomate**

Elle est un aliment complémentaire de choix pour renforcer la résistance de l'organisme face aux maladies car elle fournit à l'organisme des éléments de croissance tels que les vitamines, les sels minéraux et les oligoéléments (Kinkela, 2001). Les fruits et légumes sont recommandés dans plusieurs pays pour la prévention des cancers, de l'obésité, et des maladies cardio-vasculaires. Les bienfaits de ces fibres sont aussi reconnus dans le bon déroulement du transit intestinal (Idogun *et al.*, 2008 ; Berger *et al.*, 2010).

### **1-3-6- Contraintes majeures à la culture de la tomate**

De nombreux types de nuisibles attaquent les légumes et s'en nourrissent (insectes, acariens, agents pathogènes et nématodes phytoparasites). Les nuisibles des légumes se nourrissent de différentes parties des plantes. On peut les regrouper en fonction des parties des plantes qu'ils endommagent, par exemple nuisibles des racines/nuisibles du sol, nuisibles qui se nourrissent des feuilles ou des tiges et des fleurs ou des fruits.

#### **1-3-6-1- Ravageurs de la tomate**

Certains nuisibles comme les nématodes phytoparasites, les acariens mangeurs de feuilles et les chenilles de certains papillons, les mouches blanches, les mouches de fruits, les mouches mineuses de feuilles et certaines espèces de pucerons causent de dégâts économiques à la culture de tomate (Braima. *et al.*, 2010).

#### **1-3-6-2- Maladies de la tomate**

Les maladies couramment rencontrées sur la tomate sont causées par des virus, bactéries et champignons.

##### **➤ Maladies virales**

Les maladies virales de la tomate se composent essentiellement de Cucumber Mosaic Virus (CMV) de Tomato Chlorosis Virus (ToCV), de Tomato mosaic virus (ToMV), de Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV), Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), Potato virus Y (PVY), Pepino mosaic virus (RepMV) transmis pour d'autre par les pucerons, d'aleurodes, de thrips, de mouche blanche *Bemisia tabaci*. Les symptômes observés sur les plants attaqués diffèrent d'un virus à l'autre. Toutefois des symptômes similaires peuvent être provoqués par différents virus. Les symptômes observés sont les marbrures, mosaïque sur les jeunes folioles, déformation des folioles, enroulement du limbe et taches angulaires de couleur jaune vif sur les feuilles (Blancard, 2009)

##### **➤ Maladies bactériennes**

La tache bactérienne causée par *Xanthomonas campestris*, la moucheture bactérienne provoquée par la bactérie *Pseudomonas syringae*, le flétrissement bactérien est dû à *Ralstonia solanacearum* connue sous le nom de *Pseudomonas solanacearum* et le chancre bactérien de la tomate occasionné par la bactérie *Clavibacter michiganensis*. Ces maladies apparaissent sur les feuilles pour certaines et pour d'autres sur la tige ou les fruits (Boro, 2014).

### ➤ **Maladies fongiques**

Les champignons d'origines telluriques ou épiphytes sont des maladies fongiques qui causent de nombreux dégâts sur la culture de la tomate. Les plus fréquentes sont : l'Alternariose, l'Anthracnose, la Fusariose, le Mildiou et la pourriture grise. Ces maladies présentent sur les feuilles et les fruits matures sous forme de taches marron, verdâtres à brunâtres, circulaires et humides qui se nécrosent (Djidji *et al.*, 2013).

## **1-4- Généralité sur l'aubergine**

### **1-4-1- Origine et distribution de l'aubergine**

Plante potagère annuelle des régions chaudes, de la famille des Solanaceae, cultivée pour son fruit consommé comme légume, l'aubergine, *Solanum aethiopicum* est d'origine africaine (Djidji *et al.*, 2013). Elle dérive d'une espèce sauvage, *Solanum incanum*, originaire d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient (Mangin, 2009).

### **1-4-2-Position systématique de l'aubergine**

L'aubergine est une espèce non tubéreuse de la famille des Solanaceae. Elle appartient à la tribu des Solanea. Le genre *Solanum* comprend environ 1700 espèces connues. Suivant la classification de Cronquist (1981) nous avons la systématique suivante :

Règne	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Classe	: Magnoliopsida
Ordre	: Solanale
Famille	: Solanaceae
Genre	: <i>Solanum</i>
Espèce	: <i>Solanum aethiopicum</i> Gilo

### **1-4-3- Description botanique de l'aubergine**

La plante possède des tiges ramifiées, des feuilles simples alternées de couleur vert foncé. Les fruits sont généralement ovales, rondes, allongés ou globuleux de couleur rouge, jaunâtre, violette ou blanche. L'aubergine et les espèces qui lui sont apparentées sont hermaphrodites et préférentiellement autogames. Il en existe une multitude de formes, de couleurs, de fruits et plusieurs espèces comestibles en Côte d'Ivoire (Djidji *et al.*, 2013) (Figure 4).



**Figure 4 :** Dessin d'un plant d'aubergine avec ses différents organes (Serpente, 1782)

Racines (A), Bouton floral ouvert (B, C), Fleur (D), Boutons floraux (E, F), Fruit (G) et Semences (H, I).

#### 1-4-4- Ecologie de l'aubergine

La culture de l'aubergine est bien adaptée aux climats tropicaux. C'est une plante qui peut être cultivée pendant toute l'année. Elle demande un climat relativement chaud (optimum 27 °C) pour fournir une récolte abondante et de qualité. L'aubergine se cultive partout en Côte d'Ivoire, mais préfère les sols légers, riches en matière organique et bien drainés avec un pH de 5,5 à 6,8. L'aubergine est plus sensible aux sols acides (Djidji *et al.*, 2013 ; Aglinglo *et al.*, 2018).

Les exigences en eau de la culture de l'aubergine sont importantes et nécessitent un dispositif performant d'irrigation. Les besoins évalués du semis à la récolte oscillent entre 6000-7000 m<sup>3</sup>/ha pour un cycle végétatif d'environ 150 jours, soit une moyenne de 40 à 47 m<sup>3</sup> d'eau par jour et par hectare, pour des cultures au Sahel. La culture est sensible au manque ou à l'irrégularité des apports d'eau. A l'inverse, les excès d'arrosage sont préjudiciables à la qualité et peuvent favoriser certaines maladies.

#### 1-4-5- Importance économique et nutritionnelle de l'aubergine

##### 1-4-5-1- Importance économique de l'aubergine

L'aubergine africaine est l'un des légumes-fruits les plus couramment cultivés et consommés en Afrique tropicale. Elle occuperait la 3<sup>e</sup> place en volume de consommation après la tomate,

l'oignon et le gombo (Lester & Seck, 2004). Le fruit est un légume qui possède une importance économique (Doganlar *et al.*, 2002).

#### **1-4-5-2- Importance nutritionnelle de l'aubergine**

L'aubergine se situerait parmi les légumes les moins caloriques. De sa richesse en eau (92 %), l'aubergine tire une abondance remarquable d'éléments nutritifs (protides, lipides, glucides), de vitamines (A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, C, E, Bêta-carotène) et de minéraux. Outre la quantité intéressante de magnésium et de zinc qu'elle apporte, elle a l'avantage d'être diurétique grâce à sa forte teneur en potassium. Elle améliore le transit par sa richesse en fibres (Aglिंगlo *et al.*, 2018). L'aubergine est considérée comme ayant un potentiel antioxydant élevé. Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres. Ces derniers sont des molécules très réactives qui seraient impliquées dans le développement des maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies liées au vieillissement.

#### **1-4-6- Contraintes majeures à la culture de l'aubergine**

L'aubergine font partie des 40 espèces légumières les plus produites dans le monde (FAO, 2008). Ces solanacées sont cultivées sous tous les climats, notamment en zone tropicale, où leur production est en proie à de nombreuses contraintes biotiques, en particulier les ravageurs et les maladies.

##### **1-4-6-1- Ravageurs de l'aubergine**

L'aubergine peut être attaquée par plusieurs ravageurs qui causent d'importants dégâts depuis la pépinière jusqu'à la récolte. Les limaces et les escargots peuvent s'attaquer à la pépinière et aux plantules de cette Solanaceae. En plantation les acariens, les pucerons (verts, noirs) et les mouches blanches (Aleurodes) sont couramment rencontrés. Ces derniers provoquent des dégâts sur différents organes de l'aubergine et sont de véritables vecteurs de virus et de bactéries. Les dégâts s'observent sur les feuilles dans la plupart des cas, cependant au niveau des jeunes plants, la tige peut être coupée par certains ravageurs tels que les escargots ou les grillons (Sæthre *et al.*, 2011 ; Barthélémy *et al.*, 2017). Les fruits sont le siège des larves des ravageurs tels que les papillons. Les ravageurs causent des dégâts d'importance économique capables d'engendrer d'énormes pertes de rendement sur leurs cultures hôtes respectives (De Lannoy, 2010).

La culture de l'aubergine peut être attaquée par les nématodes à galle du genre *Meloidogyne*. Les plants expriment l'effet des attaques au niveau de la taille des organes.

Ces symptômes sont le flétrissement, le nanisme, la diminution de la taille des feuilles et le jaunissement des feuilles. Sur les racines, le symptôme le plus évident est la formation de galles. D'une manière générale, l'infection par des nématodes engendre une baisse des rendements ou une déformation des fruits. En culture, les nématodes du genre *Meloidogyne* peuvent provoquer des pertes de plus de 86,37 % sur l'aubergine (Maisara, 2015 ; Johnson *et al.*, 2018).

#### **1-4-6-2- Maladies de l'aubergine**

##### **➤ Maladies virales**

La mosaïque et le rabougrissement Marbrure sont des maladies virales qui attaquent les plants de la tomate et l'aubergine. Ces maladies sont caractérisées par une décoloration des feuilles, taches et malformation des feuilles et des fruits des plants infectés. Elles sont transmises par les insectes piqueurs suceurs comme les pucerons, les mouches blanches (Blancard, 2013).

##### **➤ Maladies bactériennes**

La tache bactérienne causée par *Xanthomonas campestris*, la moucheture bactérienne provoquée par la bactérie *Pseudomonas syringae*, le flétrissement bactérien est dû à *Ralstonia solanacearum* connue sous le nom de *Pseudomonas solanacearum* et le chancre bactérien occasionné par la bactérie *Clavibacter michiganensis*. Ces maladies apparaissent sur les feuilles pour certaines et pour d'autres sur la tige ou les fruits (Boro, 2015).

##### **➤ Maladies fongiques**

La culture de l'aubergine est confrontée à des maladies d'origines fongiques. Ces maladies sont provoquées par des champignons qui seraient d'origines telluriques ou épiphytes. Les plus fréquentes sont : l'Alternariose, l'Anthracnose, la Fusariose, le Mildiou et la pourriture grise. Ces maladies présentent sur les feuilles et les fruits matures sous forme de taches marron, verdâtres à brunâtres, circulaires et humides qui se nécrosent (Djidji *et al.*, 2013).

#### **1-5- Généralité sur la bactériose**

Les bactéries sont des êtres vivants unicellulaires dont la longueur est de l'ordre du-micromètre, ce sont des procaryotes qui ne possèdent pas un noyau vrai pourvu d'une membrane mais un unique chromosome nu.

La bactériose est une maladie causée par les bactéries phytopathogènes. Les bactéries phytopathogènes pour les plantes sont classées en cinq genres : *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* et *Xanthomonas*.

Ces cinq genres sont distribués pour certains sous toutes les latitudes et provoquent des dégâts importants aux cultures. Ce sont des bactéries aérobies strictes, mobiles par un flagelle polaire, sous forme de bâtonnet et à Gram négatif. Elles ont un métabolisme mésophile, chimioorganotrophe et peu exigeantes. La plupart des bactéries sont saprophyte et colonisent les cellules corticales mortes des racines (Frey *et al.*, 2006). La propagation des bactéries est favorisée par les conditions climatiques chaudes et humides (Barak *et al.*, 2001). Elles pénètrent les espaces intercellulaires par des lésions ou des ouvertures naturelles. Le pouvoir pathogène des bactéries se manifeste par la sécrétion de protéines effectrices à l'intérieur des cellules des plantes hôtes. Elles modulent les fonctions de la plante par des systèmes de sécrétion transmembranaire ou par la production d'exopolysaccharides, de phytotoxines, de phytohormones et d'enzymes dégradant les parois cellulaires (Frey *et al.*, 2006).

Les bactéries sont responsables de l'expression de symptômes pourritures molles, flétrissements, lésions chancreuses, taches sur les feuilles, galles (Bernard, 1987).

## **1-6- Méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies**

### **1-6-1- Lutte agronomique**

La lutte agronomique consiste à utiliser plusieurs techniques de culture pour réduire les maladies et augmenter le rendement. Le choix de semences exemptes de germes de maladies est la première étape qui permet de réduire les risques. La rotation culturale qui permet l'alternance des cultures en fonction des cycles de développement des pathogènes. L'entretien de la culture et le respect de la densité de semis permet de maintenir un environnement défavorable à la propagation de la maladie. L'humidité est favorable au développement de certains champignons tels que le *Phytophthora* sp et *Botrytis cinerea* (Isabelle, 2018).

### **1-6-2- Lutte chimique**

La lutte chimique consiste en l'emploi de pesticides de synthèse ou des produits phytosanitaires pour détruire et repousser les pathogènes. Les fongicides de synthèse sont utilisés contre les champignons. Le traitement peut se faire au niveau du feuillage des plants ou au niveau racinaire. Les bactéricides sont utilisés contre les maladies bactériennes (Kanda *et al.*, 2013). La lutte chimique doit correspondre aux bonnes pratiques agricoles (BPA).

### **1-6-3- Lutte biologique**

Elle consiste à l'utilisation des extraits de plantes et microorganismes pour lutter contre les agents pathogènes des cultures. Les extraits végétaux utilisés dans la lutte contre les agents pathogènes sont faits avec différents solvants organiques (eau, éthanol, méthanol).

Ils peuvent tuer ou inhiber la croissance des parasites (Makumbelo *et al.*, 2008). Les souches non pathogènes de *Fusarium* sp. Les agents de lutte biologique expriment leur antagonisme contre les agents pathogènes des plantes par des interactions directes (Gerbore *et al.*, 2014).

#### **1-6-4- Lutte génétique**

L'utilisation des plantes génétiquement résistantes ou tolérantes constitue la méthode la moins astreignante et la moins polluante pour l'environnement. En effet, la génétique joue un rôle primordial dans la régulation des populations de ravageur ( Lebeau, 2010).



## II- MATERIEL ET METHODES

### 2-1- Présentation de la zone d'étude

L'étude a été menée sur le site de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. La ville de Daloa est située au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, à 6°53 de latitude Nord et à 6°27 de longitude Ouest. Elle a une superficie de 3876 km<sup>2</sup> pour une population estimée à 245360 habitants (RGPH, 2014). Cette zone est sujette à quatre saisons à savoir une grande saison des pluies allant d'Avril à mi-Juillet, une petite saison sèche de mi-Juillet à mi-Septembre, une petite saison des pluies de mi-Septembre à Novembre et la grande saison sèche de Décembre à Mars. Il s'agit d'une zone tropicale humide avec une végétation de forêt dense à évolution régressive due à la pratique d'une agriculture extensive et itinérante couplée à l'exploitation incontrôlée des essences forestières (Sangaré *et al.*, 2009). La température moyenne est de 27,5 °C avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 1500 mm de pluie par an. Le sol de la zone d'étude est majoritairement de type ferrallitique (Soro *et al.*, 2015) (Figure 5).

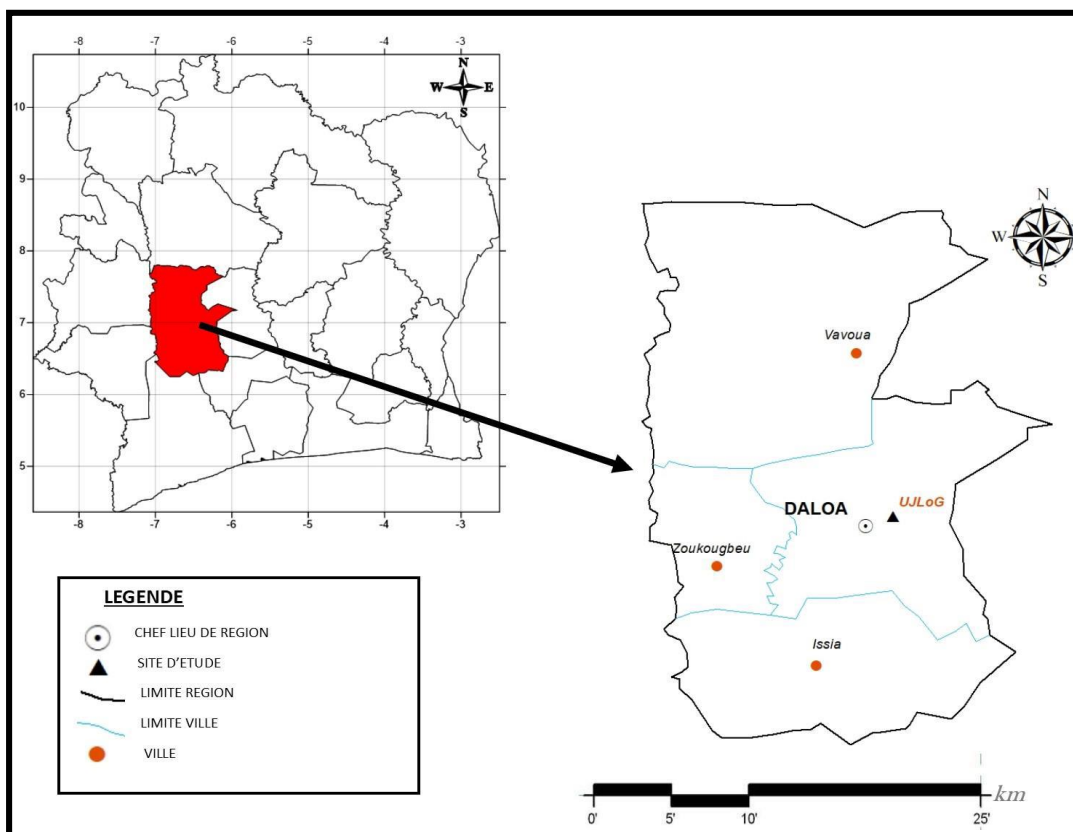
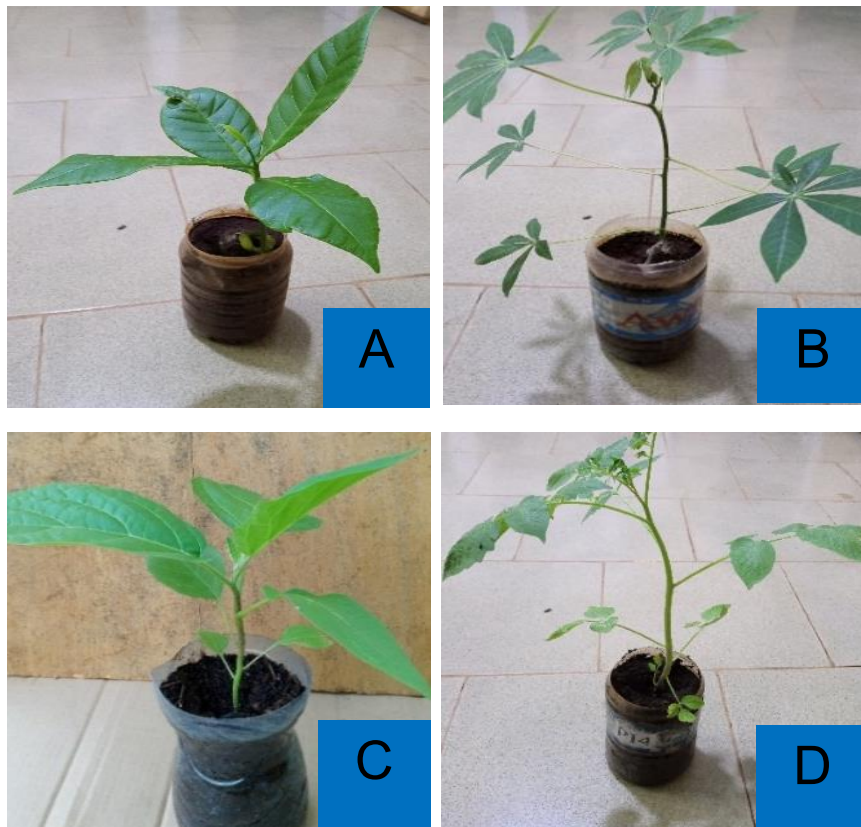


Figure 5 : Présentation de la zone d'étude

## 2-2- Matériel

### 2-2-1- Matériel végétal

Le matériel végétal qui a servi à la réalisation de cette étude était composé de plants de tomate, d'aubergine, de manioc et d'anacarde issus respectivement des semences de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la variété COBRA 26 achetée au Semivoire à Daloa, des noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) tout venant, des tiges de manioc (*Manihot esculenta* C.) de la variété Yavo prélevées sur le site de l'Université et d'aubergine (*Solanum aethiopicum* G.) de la variété Djamba (Figure 6).



**Figure 6** : Matériel végétal

**A** : Plant d'anacardier, **B** : Plant de manioc, **C** : Plant d'aubergine, **D** : Plant de tomate

### 2-2-2- Isolats bactériens

Quatre isolats ont été utilisés pour inoculer les plants. Les isolats de tomate, d'aubergine et de manioc ont été isolés respectivement sur les plants symptomatiques de tomate (flétrissement bactérien), d'aubergine (flétrissement bactérien) et les feuilles du manioc (taches nécrosées). Le quatrième isolat était une souche de références de la bactérie d'anacardier (*Xanthomonas*) obtenue avec le Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB).

### 2-2-3- Matériel technique et appareils de laboratoire utilisés

Le matériel technique et les appareils de laboratoire utilisés pour la réalisation de cette étude sont consignés dans le tableau ci-dessous :

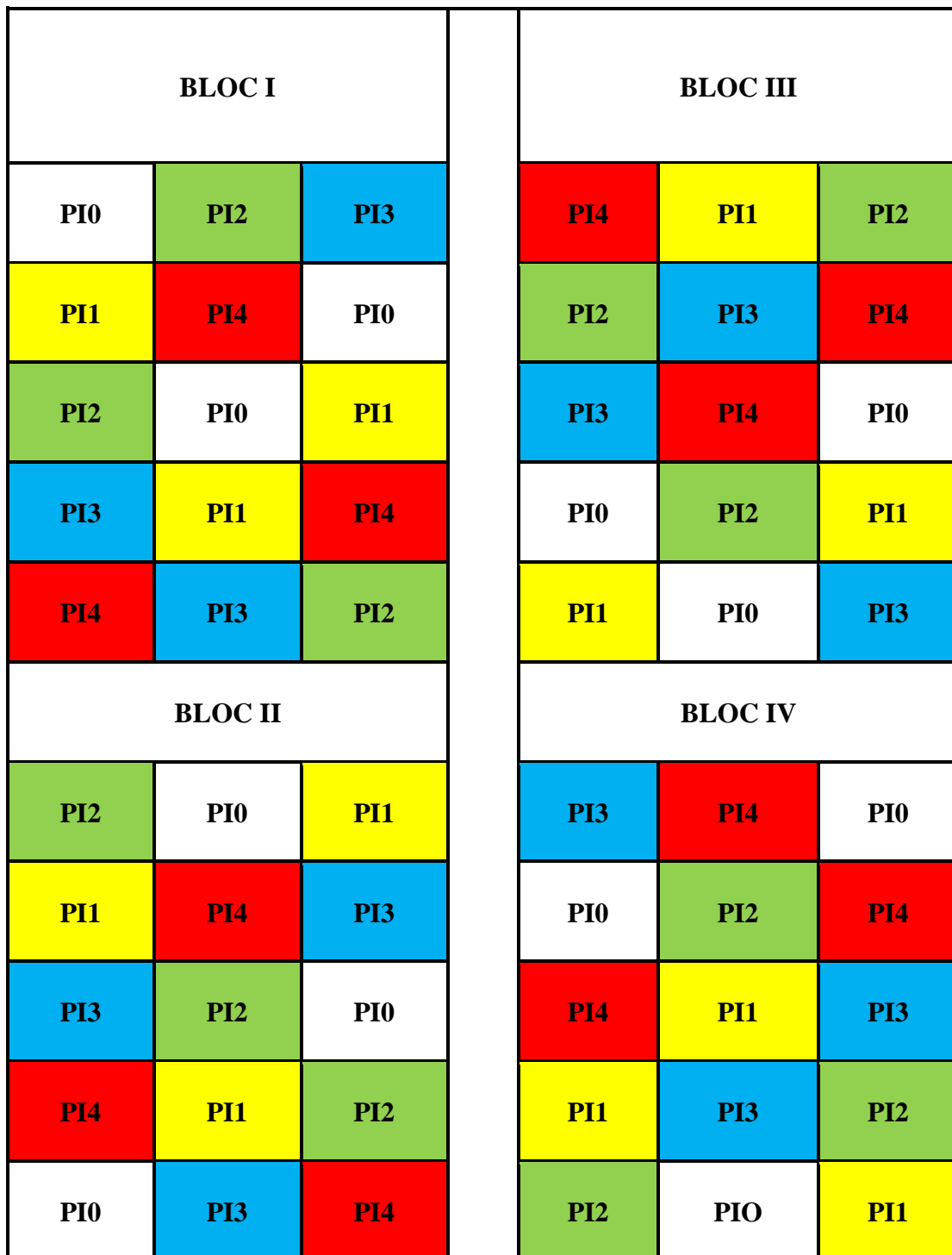
**Tableau I** : Matériel technique et appareils de laboratoire

<b>Désignation</b>	<b>Rôle</b>
Machette	Nettoyage de la parcelle
Daba	Prélèvement du sol
Mètre ruban	Mesure des hauteurs
Pied à coulisse	Mesure des diamètres des plants
Arrosoir	Arrosage des plants
Appareil photo	Prise de vue
Boîtes de pétri	Culture des souches bactériennes
Balance électrique	Pesée les éléments constitutifs du milieu de culture
Hotte à flux laminaire	Isolement et purification des bactéries
Microscope photonique	Observation microscopique des bactéries
Eau distillée	Rinçage des échantillons et préparation du milieu

## II-3- Méthodes

### II-3-1- Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a été disposé en 4 blocs de Fischer complètement randomisé. Les blocs étaient distants de 0,5 m entre eux et chacun est composé de 15 plants. La superficie de la parcelle était de 7,5 m<sup>2</sup> soit au total 60 plants. Cinq traitements ont été apportés aux jeunes plants dans les pots par bloc. Chaque traitement a été répété trois fois par bloc. Les Traitements ont été codifiés PI0, PI1, PI2, PI3, et PI4.



**Figure 7** : Schéma du dispositif expérimental

**PI0** : Plants non inoculés

**PI1** : Plants inoculés avec la bactérie de tomate

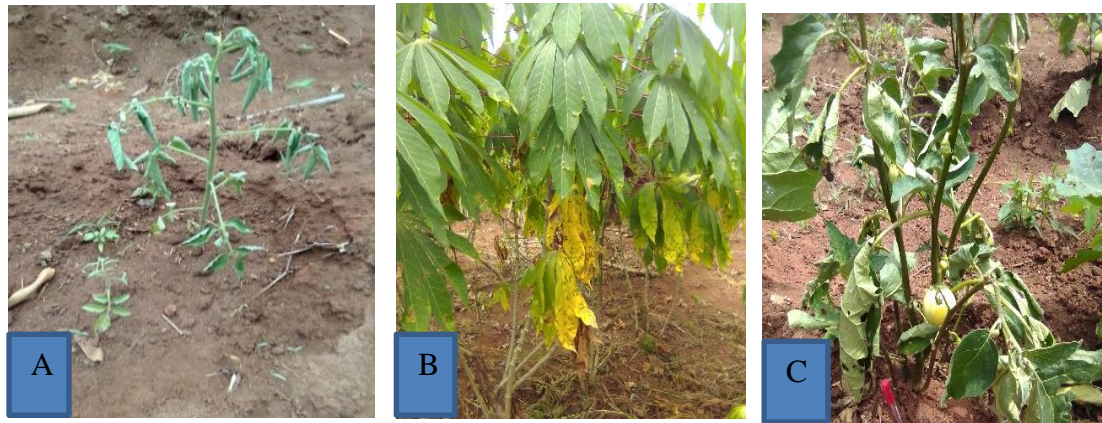
**PI2** : Plants inoculés avec la bactérie d'aubergine

**PI3** : Plants inoculés avec la bactérie d'anacardier

**PI4** : Plants inoculés avec la bactérie du manioc

### II-3-2- Prélèvement des échantillons

La prospection sur le terrain et la récolte d'échantillons ont été faites sur le site de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Les plants de tomates, d'aubergine et des feuilles de manioc présentant des symptômes de la bactériose ont été prélevés. Les échantillons prélevés ont été placés dans des sachets en plastique et acheminés au laboratoire pour être diagnostiqués (Figure 8).



**Figure 8** : Plantes présentant des symptômes de la bactériose

A : Plante de tomate flétrie, B : Feuilles de manioc nécrosées, C : Plante d'aubergine flétrie

### 2-3-3- Isolement des agents pathogènes

#### 2-3-3-1- Préparation du milieu de culture

Le milieu LMPDA (Levure Mancozèbe Potato Dextrose Agar) a été utilisé pour isoler les bactéries. Il a été constitué de 20 g d'Agar, 5 g de flocon de pomme de terre, 5 g de glucose, 5 g de levure pour accélérer le développement des bactéries et 2 g de mancozèbe pour empêcher la croissance des champignons. L'ensemble mélangé dans 1000 ml d'eau distillée stérile. Le milieu de culture a été homogénéisé pendant 5 mn puis stérilisé à l'autoclave à 1 bar et 121 °C pendant 30 minutes.

#### 2-3-3-2- Préparation des explants

Les explants de tige de tomate, d'aubergine et des feuilles de manioc ont été prélevés et lavés à l'eau distillée stérile puis trempés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 5 % pendant 3 minutes puis rincés à l'eau distillée stérile trois fois pendant 5 minutes. Les explants de tomate et d'aubergine ont été fendus et les moelles ont été récupérées puis 10 g de chaque explant a été broyé dans un mortier avec 10 ml d'eau distillée stérile. Les explants des feuilles de manioc ont été coupés à la limite (zone saine/zone malade) à l'aide d'un scalpel stérile puis 5 g a été prélevé et désinfecté avec de l'alcool (70 °) ensuite broyé avec 10 ml d'eau distillée stérile dans un mortier.

### **2-3-3-3- Ensemencement de la suspension**

L'ensemencement a été effectué sous la hotte près de la flamme du bec bunsen. Il a consisté à étaler 1 ml de la suspension des germes bactériens sur le milieu gélosé LMPDA (Levure Mancozèbe Potato Dextrose Agar) à l'aide d'une pipette pasteur flambée à la flamme du bec bunsen. Les boîtes de Pétri ont été scellées avec du film adhésif puis numérotées et datées avant d'être rangées dans des bacs pendant 3 à 5 jours. Elles sont conservées au laboratoire à la température de  $25 \pm 2$  °C. La croissance a été vérifiée quotidiennement.

### **2-3-3-4- Purification des bactéries**

La purification a été réalisée 96 heures après l'ensemencement. Elle a consisté à prélever des colonies individuelles par leur apparence macroscopique (une forme circulaire de contour régulier, très petite de taille environ 1 à 2 mm) à l'aide d'une pipette pasteur à partir des boîtes de Pétri contenant plusieurs colonies. Les colonies ont été étalées par strie sur le milieu gélosé LMPDA contenu dans de nouvelles boîtes de Pétri.

### **2-3-4- Identification bactérienne**

#### **2-3-4-1- Observation macroscopique**

L'aspect macroscopique des colonies a été observé directement sur la gélose 72 heures après purification. Il permet de connaître la forme, le contour, la couleur et la viscosité de la bactérie.

#### **2-3-4-2- Observation microscopique**

La coloration de Gram est la base en bactériologie qui permet de distinguer les bactéries en Gram positif et en Gram négatif. Cette distinction est essentielle pour l'identification des bactéries isolée et la vérification de la pureté de l'isolat. Elle se fait selon un protocole à deux étapes que sont, le montage du frottis et la coloration.

Le montage a consisté à déposer une goutte d'eau distillée stérile sur une lame inerte. Ensuite toucher une colonie à l'aide d'une pointe d'une pipette pasteur stérile pour prélever des bactéries. La pointe de la pipette pasteur a été frottée dans la goutte d'eau sur la lame et laisser sécher à l'air. Enfin la lame a été flambée 3 fois sur la flamme du bec Bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur et laisser refroidir avant d'entreprendre une coloration.

La coloration a débuté par déposer quelques gouttes de solution de violet de gentiane sur le frottis fixé et laisser agir 1 minute. Le violet de gentiane colore le cytoplasme des bactéries. L'excès de colorant a été jeté dans un bécher. La lame a été rincée avec de l'eau distillée stérile. Quelques gouttes de Lugol ont été déposées sur le frottis. Le Lugol est un mordant qui permet de fixer le violet dans les bactéries. Elles ont été laissées pendant 1 minute.

La solution de Lugol a été jetée dans un bécher et le frottis a été rincé à l'eau distillée stérile comme précédemment. Le frottis a été décoloré en faisant couler la solution de décoloration sur la lame jusqu'à ce que le violet ne s'écoule plus du frottis (5 à 10 secondes). La solution de décoloration contient un mélange d'alcool et d'acétone. Une Contre-coloration a été faite en déposant la solution de safranine (rose) sur le frottis fixé pendant 1 minute. Le frottis a été rincé à l'eau distillée stérile et laissé sécher à l'air. Une Observation a été réalisée au microscope (grossissement 40 X ou, avec une goutte d'huile à immersion, au grossissement 100 X) (Singleton, 2005).

### **2-3-5- Mise en place de la pépinière de tomate et d'aubergine**

Les pépinières ont été réalisées dans des bacs de 50 cm de long, 25 cm de large et 10 cm de hauteur. Les bacs ont été remplis avec un mélange de terre et de compost préalablement stérilisé à la vapeur par l'effet de la chaleur du feu pendant deux heures. Il a été laissé refroidir pendant 24 heures. Le semis des graines de tomate et d'aubergine ont été effectués à raison d'une graine par poquet et distants de 1,5 cm sur la ligne soit 33 poquets par ligne. L'écartement entre deux lignes de semis était de 5 cm d'où un total de 5 lignes dans le bac. Les pépinières ont été arrosées et recouvertes d'une bâche noire pour maintenir l'humidité et favoriser la germination.

### **2-3-6- Suivi et entretien de la pépinière**

La bâche a été enlevée sur les bacs après la germination des graines. Une ombrière a été construite à une hauteur de 1 m au-dessus des bacs pour éviter que les plants soient endommagés par l'eau de pluie et l'ensoleillement. Les pépinières ont été régulièrement arrosées chaque jour. L'ombrière a été retirée au fur et à mesure que les plants se développaient. Des binages fréquents ont été réalisés pour éviter le tassement du sol, et faciliter la circulation de l'eau et de l'air. L'ombrière a été totalement enlevée à 10 jours sur les plants de tomate et d'aubergine avant le repiquage pour permettre aux plants de s'adapter à la température ambiante avant d'être transplantés dans les pots.

### **2-3-7- Préparation de la parcelle expérimentale**

La parcelle a été défrichée à la machette. Un abri de 2 mètres de haut entouré de moustiquaires et couvert de feuilles de palme a été réalisé sur la parcelle. Ensuite le sol a été couvert de bâche noire dans le but d'empêcher l'humidité et les agents pathogènes du sol d'être au contact des pots.

### **2-3-8- Repiquage des plants**

Les plants de tomate et d'aubergine âgés de 4 à 5 semaines ont été transplantés dans des pots. Deux semaines avant le repiquage, l'arrosage a été effectué chaque deux jours afin de permettre aux jeunes plants de s'adapter aux conditions de l'environnement. Avant de les enlever du lit de semis ils ont été arrosés abondamment. Les jeunes plants ont été sélectionnés en fonction de la hauteur (10 à 15 cm), du nombre de feuilles supérieur ou égal 3 feuilles et leur vigueur. Une motte de terre a été laissée attachée aux racines pour éviter que ceux-ci ne soient stressés au moment de la transplantation. Les plants n'ayant pas repris ont été remplacés une semaine après repiquage.

### **2-3-9- Production des plants d'anacardier et de manioc**

Les noix de cajou ont été trempées dans de l'eau pendant 24 heures avant semis afin de lever leur dormance. Elles ont été semées une par pot à 3 cm de profondeur.

Les tiges de manioc ont été réduites en mini boutures de 10 à 15 cm avec 3 à 4 nœuds. Ces mini boutures ont été plantés verticalement dans des pots en raison d'une mini bouture par pot.

### **2-3-10- Préparation de l'inoculum**

Cinq millilitres d'eau distillée stérile ont été versés à la surface des colonies bactériennes contenues dans la boîte de Pétri. A l'aide d'une pipette pasteur flambée à la flamme du bec bunsen un léger raclage a été fait afin de libérer les bactéries. 5 ml d'eau distillée stérile ont été ajoutés à la suspension pour obtenir une solution de 10 ml à la concentration de  $10^7$  UFC / ml (Unité Formant Colonie).

### **2-3-11- Inoculation des plants**

Trois semaines après repiquage, les jeunes plants ont été inoculés avec des inocula bactériens. L'inoculation a consisté prélever 1 ml de chacun des inocula à l'aide d'une seringue stérile et l'injecté à chaque plant au niveau du collet.

### **2-3-12- Evaluation des paramètres**

#### **2-3-12-1- Paramètres pathogéniques**

##### **2-3-12-1-1- Incidence d'attaque**

L'approche statistique de la maladie bactérienne a consisté en un système de comptage du nombre d'unités infectées par rapport à la totalité des plantes, permettant ainsi d'en tirer un pourcentage en appliquant la formule suivante :

$$\text{IC} = \frac{\text{NPM}}{\text{NTP}} \times 100 \quad (1)$$



**IC** : Incidence ; **NPM** : Nombre de plants malades ; **NTP** : Nombre total de plants

### 2-3-12-1-2- Taux de mortalités

Le taux de mortalité a été évalué sur chaque plant 3 semaines après inoculation. Il a permis de déterminer le nombre de plants morts sur le nombre total de plants évalués. Il a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{TM} = \frac{\text{NPM}}{\text{NTP}} \times 100 \quad (2)$$

**TM** : Taux de mortalité ; **NPM** : Nombre de plants morts ; **NTP** : Nombre total de plants

### 2-3-12-1-3- Indice de sévérité des attaques

La sévérité des symptômes a été évaluée sur chaque plant de façon visuelle en utilisant l'échelle de notation de (Coupat-Goutaland *et al.*, 2011).

0	Aucun symptôme
1	1 seule feuille attaquée
2	2 feuilles attaquées
3	3 ou plusieurs feuilles attaquées
4	Tige totalement repliée / plante morte

Le suivi des symptômes a commencé à partir du troisième jour après inoculation et s'est poursuivi durant 30 jours. La notation des symptômes a été effectuée de façon journalière durant les 30 jours. La note a été affectée en fonction du nombre de feuilles présentant des symptômes observés au niveau des plants. Sur cette base, les plants ayant une réaction de 1 à 2 ont été considérés comme tolérants tandis que ceux ayant une note égale ou supérieure à trois (03) ont été classés sensibles selon la formule ci-dessous :

$$\text{Is} = \frac{\sum \text{Xi ni}}{\text{NtZ}} \times 100 \quad (3)$$

**Is** : Indice de sévérité ; **Xi** : Note affectée à la plante ; **ni** : Nombre de plants ayant la même note **Nt** : Nombre total de plants ; **Z** : Note la plus élevée.

### 2-3-12-2- Paramètres agronomiques

#### 2-3-12-2-1- Nombre moyen de feuilles

Les relevés ont été effectués chaque semaine pendant 30 jours sur tous les plants. Le nombre de feuilles des plants a été comptabilisé. Les valeurs obtenues ont servi à déterminer le nombre moyen de feuilles par traitement selon la formule suivante :

$$\mathbf{Nmf} = \frac{\mathbf{Nf}}{\mathbf{Ntp}} \quad (4)$$

**Nmf** : Nombre moyen de feuilles ; **Nf** : Nombre de feuilles ; **Ntp** : Nombre total de plants

#### 2-3-12-2-2- Diamètre moyen au collet

Le diamètre au collet des plants a été mesuré chaque semaine, à l'aide d'un pied à coulisse pour chaque plant. Les valeurs obtenues ont permis de calculer le diamètre moyen des plants par traitement selon la formule suivante :

$$\mathbf{Dmc} = \frac{\Sigma \mathbf{Dc}}{\mathbf{Ntp}} \quad (5)$$

**Dmc** : Diamètre moyen au collet ; **Dc** : Diamètre au collet du plant ; **Ntp** : Nombre total de plants.

#### 2-3-12-2-3- Hauteur moyenne des plants

A l'aide d'un double décimètre la hauteur de chaque plant a été mesurée chaque semaine. Les valeurs obtenues ont permis de calculer la hauteur moyenne des plants par traitement selon la formule suivante :

$$\mathbf{Hmp} = \frac{\Sigma \mathbf{Hp}}{\mathbf{Ntp}} \quad (6)$$

**Hmp** : Hauteur moyenne de plants ; **Hp** : Hauteur du plant ; **Ntp** : Nombre total de plants.

#### 2-3-13- Traitement des données

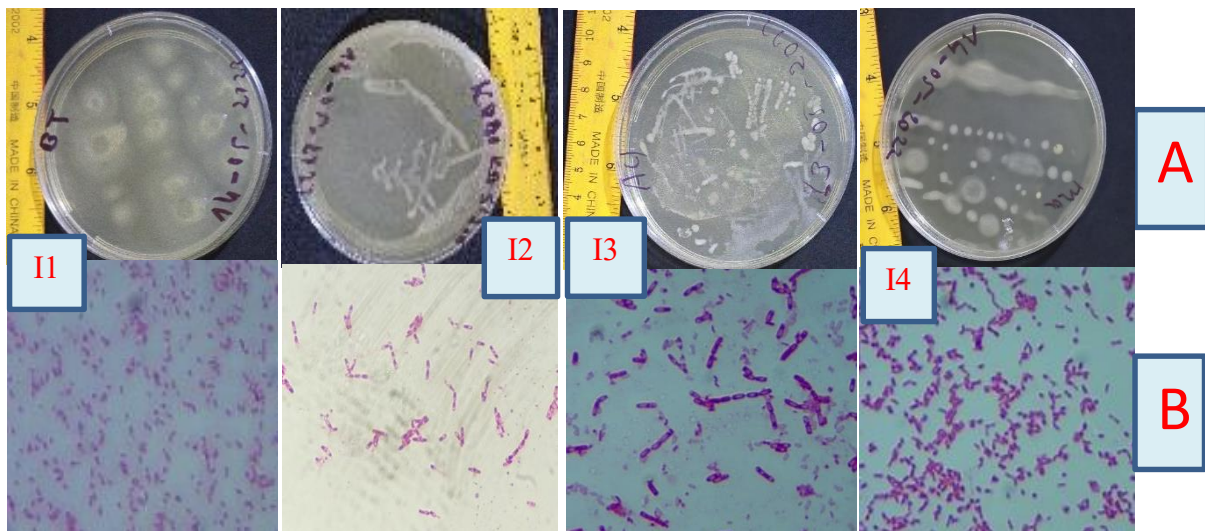
Les données recueillies ont été traitées à l'aide du logiciel Excel 2013. Les données relatives aux paramètres de croissance et de développement ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur. En cas de différences significatives au seuil de 5%, la comparaison des moyennes par le test de Newman-Keuls a été réalisée. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel Statistica version 7.1.

### III- RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3-1- Résultats

##### 3-1-1- Caractères macroscopique et microscopique des isolats bactériens

L'étude a permis d'isoler quatre isolats bactériens codifiés I1, I2, I3 et I4 (Figure 9). Les bactéries sont à l'origine de la formation de colonie ou UFC « unité formant colonie ». Au plan morphologique, les colonies sont rondes, allongées et bombées. Au niveau macroscopique, les colonies se caractérisent par la couleur blanc-ivoire, le diamètre variant entre 1 et 3 mm. Les colonies présentent un aspect lisse, brillantes, convexe, visqueuses et avec des contours réguliers. Au niveau microscopique, les bactéries de tomate, d'aubergine, d'anacardier et de manioc se présentent sous forme de bâtonnets avec une couleur rose après coloration Gram. Il s'agit par conséquent de bactéries à Gram négatif.



**Figure 9** : Colonies bactériennes

(I1) : Bactérie de tomate (*Ralstonia Solanacearum*), (I2) : Bactérie d'anacarde (*Xanthomonas*),  
(I3) : Bactérie d'aubergine (*Ralstonia Solanacearum*), (I4) : Bactérie du manioc (*Xanthomonas*)  
(A) : Aspect macroscopique et (B) : Aspect microscopique

##### 3-1-2- Suivi sanitaire des plants

Les plants d'aubergine inoculés avec la bactérie issue de la tomate, de l'aubergine, de l'anacarde et de manioc ont présenté des symptômes sur les feuilles 5 à 6 jours après injection bactérienne. Les symptômes ont débuté par une chlorose (Figure 10 B) plus ou moins sévère accompagnée d'une ou de plusieurs taches nécrotiques (Figure 10 C) qui causent l'effondrement des tissus suivi de brunissement (Figure 10 D). Le brunissement entraîne la nécrose qui aboutisse au flétrissement de la feuille entière et occasionne sa chute (Figure 10 E, F). L'inoculation systémique avec les bactéries d'anacardier et de manioc ont induit des

symptômes sur les feuilles de manioc 6 jours après l'inoculation. Les symptômes sont sous forme de taches anguleuses huileuses et translucides sur les feuilles entourées d'un anneau lumineux avec une couleur jaunâtre variant entre 1 et 7 mm de diamètre ont été plus perceptibles sur la face inférieure de la feuille. Ces taches se développent, deviennent brunes et s'entourent d'une plage circulaire de brûlure (Figure 10 H). Cela conduit aux flétrissements et à la défoliation des feuilles de la plante (Figure 10 I).



**Figure 10 :** Evolution des symptômes après inoculation des plants d'aubergine et de manioc

(A) : Feuille témoin d'aubergine, (B) : Chlorose, (C) : Spots nécrotiques, (D) : Nécrose sévère, (E) : Flétrissement, (F) : Pourriture de la tige, (G) : Feuille témoin de manioc, (H) : Feuille de manioc nécrosée, (I) : Feuille de manioc jaunît et flétrit.

### 3-1-3- Effet des isolats sur les paramètres agronomiques et de pathogénicité

#### 3-1-3-1- Effet des isolats bactériens sur les paramètres agronomiques

Les plants de manioc ont enregistré le plus faible nombre de feuilles ( $5,417 \pm 0,878$ ) avec l'isolat bactérien du manioc. Le nombre de feuilles le plus élevé ( $6,833 \pm 0,629$ ) a été observé

avec l'isolat de tomate. La plus petite hauteur moyenne a été notée avec l'isolat de tomate ( $8,817 \pm 1,401$ ) cm et la plus grande a été enregistrée avec l'isolat du manioc ( $18,314 \pm 5,975$ ) cm. Les plants de manioc traités avec l'isolat du manioc ont montré le plus faible diamètre ( $0,325 \pm 0,043$ ) cm et le diamètre moyen le plus élevé a été observé avec l'isolat de tomate ( $0,450 \pm 0,238$ ) cm (Tableau II).

Les plants d'aubergine inoculés avec l'isolat bactérien du manioc ont présenté le nombre moyen de feuilles le plus faible ( $2,667 \pm 1,377$ ). Cependant le plus grand nombre de feuille ( $5,000 \pm 0,250$ ) a été relevé avec l'isolat d'anacardier. La hauteur moyenne la plus faible a été constatée avec l'isolat d'aubergine ( $7,442 \pm 1,111$ ) cm. Pourtant les plants traités avec l'isolat d'anacardier ont donné la hauteur moyenne la plus grande ( $10,417 \pm 1,830$ ) cm. Le diamètre moyen le plus faible ( $0,241 \pm 0,072$ ) cm a été noté au niveau de l'isolat du manioc. Le plus grand diamètre a été remarqué chez les plants d'aubergine traités avec l'isolat d'aubergine ( $0,283 \pm 0,062$ ) cm (Tableau II).

Les plants de tomate qui ont été traité avec l'isolat bactérien de tomate ont mentionné le plus grand nombre de feuille ( $9,167 \pm 0,386$ ). Alors que le plus faible nombre de feuille ( $7,500 \pm 0,250$ ) a été noté chez les plants inoculés avec l'isolat d'anacardier. La hauteur moyenne la plus faible ( $20,233 \pm 8,138$ ) cm a été observée avec l'isolat d'aubergine, tandis que les plants de tomate inoculés avec l'isolat de tomate ont enregistré la plus grande hauteur ( $32,208 \pm 5,081$ ) cm. Le diamètre moyen le plus élevé des plants de tomate ( $0,375 \pm 0,090$ ) cm a été plus important avec l'isolat du manioc et le plus faible diamètre moyen ( $0,333 \pm 0,137$ ) cm a été obtenu avec l'isolat de tomate (Tableau II).

Les plants d'anacardier inoculés avec l'isolat bactérien d'aubergine ont présenté le nombre de feuilles le plus faible ( $8,417 \pm 1,127$ ), cependant le nombre moyen de feuilles le plus élevé ( $10,083 \pm 0,629$ ) a été noté chez les plants traité avec l'isolat de tomate. Les plants d'anacardier ont atteint la hauteur la plus grande ( $28,625 \pm 1,089$ ) cm avec l'isolat d'anacardier, par contre la hauteur la plus faible a été observée chez les plants inoculés avec l'isolat du manioc ( $20,291 \pm 1,276$ ) cm. Au niveau du diamètre au collet les plants d'anacardier ont enregistré le plus faible diamètre ( $0,500 \pm 0,156$ ) cm avec l'isolat du manioc, cependant le diamètre le plus grand a été observé avec l'isolat d'anacardier ( $0,691 \pm 0,118$ ) cm (Tableau II). L'analyse statistique des données du nombre moyen de feuilles, du diamètre moyen des plants et la hauteur moyenne des plants a montré une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) entre les plants par traitement.

**Tableau II : Effet des isolats bactériens sur les paramètres agronomiques des plants**

Isolats	Cultures	Nombre moyen de feuilles des plants	Hauteur moyenne des plants	Diamètre moyen des plants
Tomate		6,833 ± 0,629 c	8,817 ± 1,401 a	0,450 ± 0,238 ab
Aubergine		6,250 ± 1,145 a	11,600 ± 1,830 ab	0,341 ± 0,014 a
Manioc	Manioc	5,417 ± 0,878 a	18,314 ± 5,975 a	0,325 ± 0,043 a
Anacardier		5,835 ± 0,520 a	16,942 ± 3,654 a	0,333 ± 0,028 a
Témoin		7,500 ± 0,500 ab	11,100 ± 4,793 a	0,275 ± 0,066 a
Tomate		3,250 ± 0,661 b	7,583 ± 1,756 a	0,266 ± 0,038 a
Aubergine		2,917 ± 0,804 b	7,442 ± 1,111 b	0,283 ± 0,062 a
Manioc	Aubergine	2,667 ± 1,377 a	7,875 ± 4,009 a	0,241 ± 0,072 a
Anacardier		5,000 ± 0,250 a	10,417 ± 1,830 b	0,266 ± 0,028 a
Témoin		5,750 ± 0,661 a	10,775 ± 0,288 a	0,300 ± 0,000 a
Tomate		9,167 ± 0,386 a	32,208 ± 5,081 c	0,333 ± 0,137 ab
Aubergine		8,083 ± 1,127 a	20,233 ± 8,138 a	0,358 ± 0,014 a
Manioc	Tomate	8,500 ± 2,537 b	21,541 ± 13,163 a	0,375 ± 0,090 a
Anacardier		7,500 ± 0,250 b	20,583 ± 0,710 a	0,375 ± 0,025 a
Témoin		8,000 ± 2,136 ab	22,071 ± 3,697 b	0,358 ± 0,014 a
Tomate		10,250 ± 1,323 a	23,692 ± 1,811 b	0,675 ± 0,139 b
Aubergine		8,417 ± 1,127 a	20,567 ± 2,759 a	0,716 ± 0,038 b
Manioc	Anacardier	10,083 ± 0,629 b	20,291 ± 1,276 a	0,500 ± 0,156 a
Anacardier		9,833 ± 1,041 c	28,625 ± 1,089 c	0,691 ± 0,118 b
Témoin		9,000 ± 0,866 b	19,500 ± 2,500 b	0,683 ± 0,080 b
	F	13,55376	7,79368	8,85842
	P	0	0	0

Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls à  $p < 0,05$ .

### **3-1-3-2- Impacts des isolats bactériens sur la croissance et le développement des plants**

Le tableau III montre les résultats que pourraient avoir l'impact des isolats bactériens sur la croissance et le développement des plants.

L'analyse révèle que les plants de manioc inoculés avec l'isolat de tomate ont enregistré le taux de perte le plus faible en nombre de feuilles (52,349 %), tandis que le plus élevé a été noté avec l'isolat du manioc (58,213 %). Au niveau de la hauteur, le manioc a marqué le taux le plus faible (37,367%) et le plus élevé a été observé avec l'isolat de tomate (54,474 %). Le plus faible taux au niveau des diamètres des plants inoculés a été enregistré avec l'isolat de tomate (39,333 %) et le plus haussé est noté avec l'isolat du manioc (45,562 %) (Tableau III).

Les plants d'aubergine traités avec l'isolat d'anacardier ont montré le taux de perte le plus faible en nombre de feuilles (51,798 %), cependant le plus élevé est enregistré avec l'isolat du manioc (69,444 %). Le taux de perte le plus haussé en hauteur est apprécié avec l'isolat du manioc (59,401 %) et le plus faible a été évalué avec l'isolat d'anacardier (51,085 %). Les plants d'aubergine ont enregistré le taux le plus élevé en diamètre (56,000 %) avec l'isolat du manioc alors que le plus faible a été noté avec l'isolat d'anacardier (49,825 %) (Tableau III).

Les plants de tomate inoculés avec l'isolat de tomate ont noté le taux de perte le plus faible en nombre de feuille (46,056 %) alors que le plus marqué est jugé avec l'isolat d'anacardier (51,009 %). Le plus faible taux de perte en diamètre est évalué avec l'isolat d'anacardier (44,767 %) tandis que le plus haussé est noté avec les plants d'aubergine traités avec l'isolat de tomate (53,210 %). Chez la tomate, le taux de perte le plus faible en hauteur a été observé avec l'isolat de tomate (40,738 %) et le plus élevé avec l'isolat d'aubergine (51,522 %) (Tableau III).

Les plants d'anacardier traités avec l'isolat d'aubergine ont présenté le taux le plus important (51,733 %) par contre le moins important a été exprimé avec l'isolat de tomate (46,811 %) en nombre de feuilles. Les plants d'anacardier ont noté le plus faible taux de perte en hauteur (40,426 %) avec l'isolat d'anacardier, cependant le taux le plus élevé a été constaté avec l'isolat du manioc (59,401 %). Au niveau du diamètre les plants d'anacardier ont marqué le taux le plus faible (48,724 %) avec l'isolat d'aubergine alors que le taux le plus élevé a été observé avec l'isolat de tomate (66,725 %) (Tableau III).

**Tableau III** : Impact des isolats bactérien sur la croissance et le développement des plants

Isolats	Cultures	Perte en nombre de feuilles des plants (%)	Perte en hauteur des plants (%)	Perte en diamètre des plants (%)
Tomate		52,349 ± 3,314 a	54,474 ± 8,014 ab	39,333 ± 9,018 a
Aubergine	Manioc	54,784 ± 3,758 a	47,733 ± 7,906 a	43,434 ± 6,515 a
Manioc		58,213 ± 3,713 a	37,367 ± 4,606 a	45,562 ± 8,916 a
Anacardier		57,332 ± 3,657 a	38,960 ± 9,683 a	44,767 ± 4,247 a
Tomate		64,027 ± 5,276 b	59,032 ± 6,381 b	53,105 ± 3,661 a
Aubergine	Aubergine	66,471 ± 5,360 b	59,304 ± 3,061 a	51,823 ± 5,503 a
Manioc		69,444 ± 8,221 a	59,401 ± 11,402 a	56,000 ± 6,928 a
Anacardier		51,798 ± 5,312 a	51,085 ± 3,959 a	49,825 ± 5,261 a
Tomate		46,056 ± 6,023 a	40,738 ± 6,089 a	53,210 ± 10,610 a
Aubergine	Tomate	47,037 ± 3,996 a	53,178 ± 5,654 a	50,000 ± 1,724 a
Manioc		48,589 ± 11,764 a	53,114 ± 16,545 a	49,331 ± 6,075 a
Anacardier		51,009 ± 7,469 a	51,522 ± 4,307 a	48,889 ± 1,924 a
Tomate		46,811 ± 2,352 a	45,085 ± 3,991 ab	66,725 ± 30,062 a
Aubergine	Anacardier	51,733 ± 4,81 a	48,697 ± 6,198 a	48,724 ± 2,800 a
Manioc		47,128 ± 3,916 a	48,908 ± 4,698 a	58,334 ± 4,986 a
Anacardier		47,800 ± 1,939 a	40,426 ± 3,151 a	49,825 ± 5,261 a

Les moyennes accompagnées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de  $P < 0,05$  (Test de Newman et Keuls).



### **3-1-3-3- Effet des isolats bactériens sur les paramètres de pathogénicité**

Le tableau IV présente les résultats obtenus au niveau de l'incidence, de l'indice de sévérité des attaques et du taux de mortalité chez les plants de tomate, d'aubergine, d'anacardier et du manioc inoculés avec les quatre isolats bactériens. Les attaques bactériennes se manifestent par les taches nécrotiques, la pourriture molle sur les feuilles et la pourriture de la tige. La plante atteinte finit par mourir dès que les symptômes deviennent visibles sur la tige.

Les plants de manioc inoculés respectivement avec l'isolat de tomate et d'aubergine ont présenté une incidence nulle. Une incidence de (100 %) a été observée chez les plants de manioc inoculés avec les isolats bactériens d'anacardier et du manioc. Les isolats bactériens de tomate, d'aubergine, du manioc et d'anacardier ont montré chacun une incidence de (100 %) sur les plants d'aubergine. Par contre, une incidence nulle a été relevée au niveau de la tomate et de l'anacardier inoculés avec les quatre isolats bactériens. Les plants d'aubergine ont été plus sensibles aux quatre isolats bactériens suivis des plants de manioc qui ont présenté des symptômes avec l'isolat bactérien d'anacardier et du manioc. Aucun symptôme n'a été observé chez les plants témoins (Tableau IV).

La sévérité a été nulle au niveau des plants de manioc traités avec l'isolat bactérien de tomate et d'aubergine. Les plants de manioc ont enregistré une sévérité de (1) avec l'isolat bactérien du manioc. Les symptômes ont été observés sur les plants de manioc traités avec l'isolat bactérien d'anacardier, donc la sévérité a été estimée à (0,88) (Tableau IV).

Les plants d'aubergine inoculés avec l'isolat bactérien de l'aubergine ont obtenu la plus grande sévérité (1) et la plus petite a été notée avec l'isolat de tomate. Les plants d'aubergine ont atteint une sévérité de (0,88) respectivement avec l'isolat bactérien d'anacardier et du manioc. Alors que la sévérité a été nulle chez les plants de tomate et d'anacardier traités avec les quatre isolats bactériens. Une sévérité nulle a été observée chez les plants témoins. De ces quatre spéculations seule l'aubergine a présenté une sensibilité vis-à-vis de ces quatre isolats bactériens. Le manioc a été également sensible face aux isolats bactériens du manioc et d'anacardier (Tableau IV).

Le taux de mortalité a été observé seulement chez les plants d'aubergine (66,66 %) avec l'isolat bactérien du manioc. Aucune mortalité n'a été observée chez les plants de manioc, de tomate et d'anacardier. Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les plants témoins (Tableau IV).

**Tableau IV** : Effet des isolats sur les paramètres de pathogénicité

Isolats	Culture	Incidence des maladies (%)	Indice de sévérité	Taux de mortalité (%)
Tomate		0	0	0
Aubergine		0	0	0
Manioc	Manioc	100	1	0
Anacardier		100	0,88	0
Témoin		0	0	0
Tomate		100	0,66	0
Aubergine		100	1	0
Manioc	Aubergine	100	0,88	66,66
Anacardier		100	0,88	0
Témoin		0	0	0
Tomate		0	0	0
Aubergine		0	0	0
Manioc	Tomate	0	0	0
Anacardier		0	0	0
Témoin		0	0	0
Tomate		0	0	0
Aubergine		0	0	0
Manioc	Anacardier	0	0	0
Anacardier		0	0	0
Témoin		0	0	0

### 3-2- Discussion

Les isolats bactériens de tomate, d'aubergine, de manioc et la souche bactérienne de référence de la bactérie d'anacardier du Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) de l'Université Felix Houphouët-Boigny (UFHB) ont provoqué des symptômes sur les plants après inoculation. En effet, 6 jours après inoculation, l'isolat du manioc et d'anacardier ont induit des symptômes (taches nécrosées) sur les feuilles de manioc. Les symptômes pourraient s'expliquer par la présence effective du pouvoir pathogène des bactéries dans le système vasculaire de la tige et des feuilles. Les résultats obtenus confirment les études réalisées par Affery *et al.* (2017) sur le manioc qui ont révélé que les attaques de souches agressives débutent sur la feuille par des taches anguleuses huileuses et translucides, avant de s'étendre progressivement aux tiges et aux rameaux, conduisant à la mort des apex des plants infectés.

L'isolat de tomate, d'aubergine, du manioc et d'anacardier ont provoqué des symptômes (chloroses et taches nécrotiques) sur les plants d'aubergines 6 jours après traitement. La présence des symptômes laisse supposer que les bactéries ont franchies les barrières de défense des plants d'aubergine. Ces résultats confirment ceux des travaux de Morin (2011) qui ont montré que les symptômes induits par *Ralstonia solanacearum* sur les feuilles d'aubergine apparaissent sous forme de chlorose plus ou moins sévère accompagnée d'une ou de plusieurs taches nécrotiques qui causent l'effondrement des tissus suivi de brunissement.

Aucun symptôme n'a été observé sur les plants de tomate et d'anacardier inoculés avec les quatre isolats. Cette absence de symptôme s'expliquerait par la mise en place de mécanismes par les plants pour inhiber les agents pathogènes des isolats. Ces résultats sont en accord à ceux de Woo *et al.* (1996), qui ont montré que les cultivars moins sensibles auraient un mécanisme de résistance ou de défense assez efficace pour inhiber les agents pathogènes des souches. Les symptômes observés sont la cause du nombre de feuilles réduit chez les plants de manioc et d'aubergine inoculés respectivement avec l'isolat d'anacarde et du manioc pour les plants de manioc ainsi que les quatre isolats pour les plants d'aubergine. Le test de pathogénicité a permis de déterminer la compatibilité des quatre cultures aux différents isolats. La pathogénicité de ces quatre isolats a montré que l'aubergine a été la spéculation la plus sensible. Le manioc a été sensible avec l'isolat de manioc et d'anacardier. La sévérité de la maladie observée chez ces cultures pourrait s'expliquer par leur sensibilité ou par l'agressivité des isolats (Soro, 2014).

Le taux de mortalité enregistré chez les plants d'aubergine inoculés avec l'isolat du manioc s'expliquerait par la virulence de la bactérie du manioc. Au niveau de la tige de manioc, il existe des tissus lignifiés qui pourraient contribuer à renforcer sa protection contre les agents pathogènes. Selon Yameogo (2018), le manioc posséderait des mécanismes de défense qui seraient gouvernés par plusieurs gènes. D'après Jorge *et al.* (2000), six régions génomiques du manioc interviendraient dans la résistance du manioc aux *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*.

Ce taux de mortalité élevé (66,66 %) des jeunes plants d'aubergine inoculés avec l'isolat du manioc, révèle que les barrières naturelles de défense des jeunes plants d'aubergine n'avaient pas encore été mises en place pour la protection de la plante. Ce résultat est en désaccord avec ceux de Soro *et al.* (2008) qui ont démontré que les plants de tomate de plus de 10 jours de pépinière présentent sur les tiges des poils qui contiennent une huile essentielle qui donneraient une odeur à la tomate. Il serait donc possible que ces poils jouent un rôle important dans la résistance de la plante vis-à-vis du mycopathogène. En revanche, les quatre isolats bactériens se sont comportés indifféremment face aux plants de tomate et d'anacarde.

Les isolats bactériens de tomate et d'aubergine ont marqué leur indifférence vis à vis des plants de manioc et d'anacardier par une absence de symptôme et le maintien de la population bactérienne au point d'origine d'injection. Ces isolats bactériens, pour des raisons inconnues (déficiences nutritionnelles, sensibilité à des inhibiteurs), n'ont pas exprimé leurs capacités de reproduction bien qu'ils aient causé des nécroses au point d'injection. Cela supposerait que le temps d'incubation était court pour que la maladie puisse s'exprimer ou que les isolats n'étaient pas des souches pathogènes de ces cultures mais que des saprophytes. Cela confirme les études de Yameogo (2018) qui ont montré que les bactéries étaient toujours présentes dans les tiges après un ré-isolement effectué sur les tiges et les feuilles de plants inoculés avec différentes souches bactériennes. Les bactéries n'avaient pas pu coloniser les feuilles des plants inoculés. Elles avaient provoqué une nécrose au niveau du point d'inoculation, ce qui traduisait la réaction d'hypersensibilité.

Le taux de mortalité, l'incidence des attaques et l'indice de sévérité enregistrés expliqueraient que l'agent pathogène a pu traverser la cuticule et la paroi cellulaire grâce aux enzymes de dégradation des barrières physiques. Cette pénétration de la bactérie dans l'hôte se traduirait par l'apparition de symptômes et de son infection établie par une interaction, dite compatible.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

La bactériose est l'une des principales maladies qui limite la production des cultures dans le monde, surtout en Afrique et particulier en Côte d'Ivoire. Les travaux effectués dans le cadre de cette étude avaient pour but d'établir la relation infectieuse entre la bactériose de la tomate, de l'aubergine, de manioc et des jeunes plants d'anacardier.

Au terme de notre étude, il apparaît que le manioc a été incompatible à la bactérie de tomate et d'aubergine en infection sur tige. La tomate a été également incompatible à la bactérie de l'anacardier et vice versa. Par contre, la variété d'aubergine utilisée a été compatible vis-à-vis des quatre souches bactériennes de même que la variété de manioc à la bactérie de manioc et d'anacardier. Les plants d'anacardier et de tomate ont présenté une forte tolérance contre les quatre isolats bactériens. L'association anacardier et tomate peut être recommandée auprès des producteurs d'anacarde.

À partir de ces résultats, certaines perspectives peuvent être relevées afin d'approfondir cette étude :

- Elargir le criblage de la bactériose des autres cultures vivrières associées à l'anacardier ;
- Mettre en place une méthode de lutte intégrée de la bactériose liée à l'association anacardier aubergine ou manioc.

## REFERENCES

- Adama E. (2004). Recensement national de l'agriculture 2001 : le secteur maraîcher, Etat des lieux, objectifs et perspectives. Ministère d'Etat, Ministère de l'agriculture. Direction des statistiques, de la documentation et de l'information, Côte d'Ivoire. 18-65.
- 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. *Scientific Research and Essays*, 10(5): 196-209.
- Adijatu K.A.D., Nestor I. O. & Adolphe A. (2018). Evaluation du comportement de variétés améliorées de manioc riches en bêta-carotène au Sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2) : 703 - 715.
- Affery A.M., Abo K., N'guessan A. C., Bolou B. B. A., Tuo S, Wonni I, Bomisso E. L., Kouamé K. D., Koné M. & Koné D. (2017). Caractérisation moléculaire et sélection de variétés de manioc résistantes contre *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* en côte d'ivoire. *Agronomie Africaine*, 30 (3) : 261 - 269.
- Afouda Y.J., Bachabi F.X., Labiyi A.I., Odé A.C. & Ayena L.R. (2016). Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2) : 779 - 792.
- Aglinglo A.L., Adjinda R.T., Legb a C.E., Houdégbé C.A., Francisco A.R., Fassinou Hotègni V.N.& Achigan-Dako G.E. (2018). Fiche technique synthétique pour la production de l'Aubergine (*Solanum melongena* L.). *Laboratory of Genetics, Horticulture and Seed Science (GBioS)*. Université d'Abomey-Calavi (UAC), 5 p.
- AgriData. (2020). La production et la consommation de tomates dans le monde. Consulté le 14 Juin 2022. <https://olivierfrey.com/agr>.
- Aka R.A., Nazaire K.K., Thérèse A.A. & Nicaise A.A. (2009). Distribution et incidence de la mosaïque du concombre (CMV) dans les bananeraies industrielles au sud-Est de la Côte d'Ivoire. *Science & Nature*, 6(2) : 171-183.
- Akessé E.N., Ouali-N'goran S-W.M., N'Dépo O.R., Koné T. & Koné D. (2015). Prospective Study of the Insect Fauna Associated with *Anacardium occidentale* L. (Salpindales : Anacardiaceae) in Five Producing Areas of Côte d'Ivoire. *Proceedings of the Third International Cashew Conference*, 16-19 November 2015, Dar Es Salaam, Tanzania : 149-157.

- ANADER. (2017). Fiche technico-économique du manioc. Agence Nationale d'Appui au Développement Rural, 8 p.
- Barak J.D., Koike S.T., Gylbertson R.L. (2001). The role of crop debris and weeds in the epidemiology of bacterial leaf spot of lettuce in California. *Plant Dis*, 85 : 169-178.
- Berger C.N., Sodha S.V., Shaw R.K., Griffin P.M., Pink D., Hand P. & Frankel G. (2010). Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology*, 12(9) : 2385-2397.
- Blancard D. (2013). Bulletin OEPP/EPPO (INRA) 43(3), 462-470.
- Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. & Candresse T. (2009). Les maladies de la tomate, identifier, connaître, maîtriser. Editions Quae, INRA, Versailles Cedex (France), 671 p.
- Boher B. (1987). Les bactéries parasites des plantes cultivées en république populaire du Congo. Laboratoire de Phytopathologie Centre ORSTOM. Université Marien Ngouabi Brazzaville (Congo), 7 p.
- Boni B.Y., Pierre S., Komlan, F.A., Mensah A., Alabi T., Verheggen F. & Francis F. (2017). Plantes pesticides et protection des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21(4). 288-304.
- Boro F. (2014). Gestion du flétrissement bactérien des Solanacées dû à *Ralstonia solanacearum* par l'utilisation de variétés résistantes adaptées aux populations pathogènes du Burkina Faso, Mémoire d'ingénieur agricole, Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 75 p.
- Braima J., John Y., Cudjoe A., Modder W., Neuenschwander P., Nnamdi E. & Muaka T. (2000 a). Lutte contre les ravageurs du manioc : Guide de la pratique de lutte intégrée à l'usage des vulgarisateurs, IITA, 36 p.
- Braima J., Msikita W., Legg J., Wydra K., Nnodu E. & Ogbe F. (2000 b). Lutte contre les maladies du manioc : Guide de la pratique de lutte intégrée à l'usage des vulgarisateurs, IITA, 26 p.
- CCA. (2021). Conseil du Coton et de l'Anacarde. En ligne (page consulté le
- Coupat-Goutaland B., Bernillon D., Guidot A., Prior P., Nesme X. & Bertolla F. (2011). *Ralstonia solanacearum* virulence Increased Following Large Interstrain Gene Transfers by Natural Transformation. *The American Phytopathological Society*, 24(4) : 497-505.
- Cronquist A. (1981). The Evolution and Classification of Flowering plants, 1262 p.

- De Lannoy G. (2010). Développement agricole durable, une approche participative pour la lutte intégrée contre les ravageurs en Algérie. Regional IPM Program in the Near East. *La tribune* (Algerie), 4 p.
- Djidji A.H. & Fondio L. (2013). Bien cultiver l'aubergine en Côte d'Ivoire. Protocole d'expérimentation. Fiche technique, Centre National de Recherche Agronomique, 4 p.
- Djidji A.H. (2005). Contribution à l'évaluation de six variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) aux conditions chaudes et humides à Anguédédou. Côte-d'Ivoire. Mémoire de DEA de Physiologie Végétale, Option : Agrophysiologie, Université de Cocody Abidjan, Côte-d'Ivoire, 38 p.
- Djinodji R. (2018). La culture du manioc en zone soudanienne du Tchad, contribution à la sécurité alimentaire et aux revenus des agriculteurs. Thèse de Doctorat, Agriculture, économie et politique. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, (Français), 335 p.
- Doganlar S., Frary A., Daunay M.C., Lester R.N. & Tanksley S.D. (2002). A comparative genetic linkage map of eggplant (*Solanum melongena*) and its implications for genome evolution in the Solanaceae. *Genetics Society of America*, 161(4) : 1697-1711.
- Doré C. & Varoquaux F. (2006). Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. INRA, Paris (France), 130 p.
- Dugué P., Fahiraman R. K. & Gnagandjomon K. (2003). Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricoles des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles. *Hal open science*, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire, 13 p.
- FAO. (2007). Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, *Collection FAO : Agriculture*, 259 p.
- FAO. (2008). L'actualité agricole en Méditerranée. Edition Ciheam, 33p
- FAO. (2016). Situation alimentaire mondiale : Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 234 p.
- FAOstat. (2018). Record historique de la production mondiale de tomate. [www.hortitecnews.com](http://www.hortitecnews.com) (23/03/2022).
- FIRCA. (2014). Productions vivrières, 29 p.
- FIRCA. (2018). La filière du progrès, 55 p.
- Frey, P., Chavatte, M., Clause, M. L., Courrier, S., Le Roux, C., Gloria, G., Botelho, R and Ieda cristina, H. (2006). Fluorescent Pseudomonads associated with the rhizosphere of crops – an overview. *Brazilian Journal of Microbiology*. 37 : 401-416.



- Fournet J. (2002). Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. Montpellier : Edition CIRAD. Gondwana, 2 : 25-38.
- Gallais A. & Bannerot H. (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Edition INRA. Paris, 20 p.
- Gerbore J., Benhamou N., Vallance J., Le Floch G., Grizard D., Regnault Roger C. & Rey P. (2014). Biological control of plant pathogens: advantages and limitations seen through the case study of *Pythium oligandrum*. *Environmental science and pollution research*, 21(7) : 1-14.
- Gilleo J., Kebba J. & Sallah J.A.Y. (2011). Les bases de la filière cajou. Projet d'amélioration de la chaîne de valeurs du cajou dans le Bassin du fleuve Gambie (CEP), 36 p.
- Goujon P., Lefebvre A., Leturcq P.H., Marcellesi A.P., Praloran J.C. (1973). Études sur l'anacardier. *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, 151 : 27-53.
- Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Bastianelli D. & Lebas F. (2016). Cashew (*Anacardium occidentale* L.) nuts and byproducts. Feedipedia - Animal feed resources information system, 14 p.
- Idogun E.S., Famodu A.A., Olasunkanmi L.A., Osilesi O. & Adebawo O.O. (2008). Effects of fruits and vegetables on electrolytes and blood pressure of hypertensive patients seen in Nigeria. *African Journal of Food Agriculture and Nutrition Development*, 8(3) : 349-357.
- INRA. (2019). Importance économique de la tomate. Rapport d'étude de l'Institut National Agronomique, 14 p.
- Isabelle C. (2018). La fonte des semis, Fiches pratiques, 4 p.
- Johnson F., Gbon G.A., Boga J.P. & Aby N. (2018). Incidence des insectes et des nématodes sur la production de l'aubergine *Solanum aethiopicum* Linné, 1756 Variété Djamba F1 dans la zone periurbaine d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *International Journal of Multidisciplinary Research and development Online*, 6(1) : 6-11.
- Jorge V., Fregene M., Velez C., Duque M.C, Tohme J. & Verdier V. (2000). QTL analysis of field resistance to *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* in cassava, 102: 564-571.
- Kanda M., Gbandi D., Kpérkouma W., Kissao G., Komlan B., Ambaliou S. & Koffi A. (2013). Application des pesticides en agriculture maraichère au Togo. *Sciences de l'environnement*, 13(1) : 4-8.
- Katzen F., Ferreira D.U., Oddo C.G., Ielmini M.V., Becker A., Puhler A. & Ielpi L. (1998). *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* gum mutants: Effects on xanthan biosynthesis

- and plant virulence. American Society For Microbiology Journal of Bacteriology, 180(7): 1607-1617.
- Kinkela S.S. (2001). L'apport du maraîchage dans la lutte contre l'insécurité alimentaire. in : Kankonde M., Tollens, E. (Eds). Sécurité alimentaire au Congo-Kinshasa : *Production, Consommation et Survie*. Éditions l'Harmattan, Montréal (Paris) : 223-284.
- Köhler F.E. (1887). Medizinal Pflanzen, 4 : 582-864, 1452.
- Koné D., Camara B., Abo K., Ouali N.M., Cherif M., N'depo O.R. & Soro S. (2015). Maladies et insectes ravageurs de l'anacardier. Livret, 412 p.
- Koné M. (2010). Analyse de la chaîne de valeur du secteur anacarde de la Côte d'Ivoire. Initiative du Cajou Africain, 76 p.
- Kouakou J., Nanga N.S., Catherine P.I., Aman M.P. & Kukom E.O. (2015). Production et transformation du manioc. *Collection Pro-Agro*, Yaoundé, Cameroun, 39 p.
- Kra G., Adaye A.A. & Koffie-Bikpo C.Y. (2019). Contribution des systèmes de production du manioc à la disponibilité alimentaire dans le département de botro. *Agronomie Africaine*, 31(3) : 235-247.
- Kra K.D., Koffi E.K., Bleu G.D., Konan L.K., Kagninbébin V.O., Mamadou D. (2017). Évaluation des dégâts de *Analeptes trifasciata* (Coleoptera : Cerambycidae) sur les anacardiens dans les régions du Béré et de l'Iffou (Côte d'Ivoire), *Journal of Applied Biosciences*, 112 : 10969-10977.
- Lacroix E. (2003). Les anacardiens, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin. Projet Restauration des Ressources Forestières de Bassila. *Terra systems*, République du Bénin, 75 p.
- Lautié E., Dornier M., Filho M. de S. & Reynes M. (2001). Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Hal Open Science*, 56(4) : 235-248.
- 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*, 8 p.
- Lebeau A (2010). Résistance de la tomate, l'aubergine et le piment à *Ralstonia solanacearum* : interactions entre les gènes de résistance et la diversité bactérienne, caractérisation et cartographie des facteurs génétiques impliqués chez l'aubergine. Thèse de Doctorat, faculté des Sciences et Technologies, Université de la Réunion (Français), 150 p.

- Lester R.N. & A. Seck. (2004). *Solanum aethiopicum* L. In : *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2. Fondation PROTA*, Backhuys Publishers, Wageningen (Pays Bas) : 530 - 536.
- Lyannaz J.P. (2006). Vers une relance de l'anacarde au Mozambique. *Fruits*, 61(2) : 125-133.
- Maisara M. (2015). Sources naturelles de la résistance contre les nématodes à galles *Meloidogyne javanica* chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana*. Thèse de Doctorat en Biologie, Université Paris-Sud (France), 114 p.
- Makumbelo E., Lukoki L., Paulus J.J. & Luyindula N. (2008). Stratégie de valorisation des espèces ressources des produits non ligneux de la savane de Kinshasa : II. Enquête ethnobotanique (aspects médicaux). *Tropicultura*, 26(3) : 129-134.
- Mangin L. (2009). L'épopée de l'aubergine sauvage, pour la science. *Biologie végétale*, 375 : 94-95.
- Morin E. (2011). Résistance de l'aubergine au flétrissement bactérien (*Ralstonia solanacearum*) : cartographie génétique de la résistance de MM195 et caractérisation phénotypique de l'interaction *ERs1 / popP2*. Rapport de stage, deuxième année ingénieur agronome, *Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques* de Montpellier, 69 p.
- N'Depo O.R., Cherif M., Johnson F., Koffi F.J., Kassi M., N'guessan A.C., Silue N., Akesse E.N., Kone D. & N'goran O. M. (2017). Inventaire des insectes ravageurs du verger anacardier dans les régions de Bounkani, Gontougo et Indénie-Djablun au Nord-Est en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 13(2) : 333–343.
- Naika S., Jeude J.V.L., Goffau M., Hilmi M. & Dam B.V. (2005). La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Edition Prota, France, 105 p.
- N'zi J.C., Kouame C., Assanvo S.P.N., Fondio L., Djidji A.H. & Sangare A. (2010). Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. Selon les variétés de tomates (*Solanum lycopersicum* L.) au centre de la Côte d'Ivoire. *Sciences et Nature*, 7(1) : 31-40.
- PND. (2015). Revue du plan national de développement. Tome 1 : Rapport de la revue globale, 119 p
- Pradeep kumar T., Suma J.B. & Satheesan K. N. (2008). Management of horticultural crops. Plantation crops. In : *Horticultural Science*, 11 : 453–765.
- RGPH. (2014). Principaux résultats préliminaires du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), 5 p.

- Sæthre M., Svendsen N., Holen B., Assogba-Komlan F. & Godonou I. (2011). Pesticide residues analysis of three vegetable crops for urban consumers in Benin. *Bioforsk Report*, 6(40) : 1-24.
- Samal S., Rout G.R. & Lenka P.C. (2003). Analysis of genetic relationships between populations of cashew (*Anacardium occidentale* L.) by using morphological characterization and RADP markers. *Plant, Soil and Environment*, 49 (4) : 176–182.
- Sangaré A., Koffi E., Akamou F. & Fall C.A. (2009). Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Second rapport national du ministère de l'agriculture de la Côte d'Ivoire, 65 p.
- Senan S., Mamadou D., Daouda D., Andre T. & Olivier. (2007). Performance de six (06) cultivars de tomate contre la jaunisse en cuillère des feuilles. Le flétrissement bactérien et les nématodes à galles. *Sciences & Nature*, 4 (2) : 123-130.
- Serpente H. (1782). Rosier cours complet de l'agriculture. Tome second, P. 72-73.
- Shankara N., Barbara V.D., Joep V.L.J., Marja G. & Martin H. (2005). La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation. *Agrodok*, 17(5) : 6-104
- Silué N., Soro S., Koné T., Abo K., Koné M. & Koné D. (2017). Parasitical Fungi in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Orchard of Cote d'Ivoire. *Plant Pathology Journal*, 16 (2) : 82-88.
- Simon & Vanessa. (2019). Emploi et revenu dans la chaine de valeur du manioc en Côte d'Ivoire. Organisation internationale du Travail, Première édition 2019, 76 p.
- 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 : 369-383.
- Singleton V. (2005). The Promise of Public Health: Vulnerable Policy and Lazy Citizens, *Environment and Planning: Society and Space*, 23: 771–86.
- Soro D., Ayolié K., Gohi Bi F.Z., Yao F.Y., Konan-Kan K.H., Sidiky B., Téhua P & Yatty K.J. (2015). Impact of organic fertilization on maize (*Zea mays* L.) production in a ferrallitic soil of centre – west Côte d'Ivoire, *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3 (6) : 556-565.
- Soro S. (2014). Potentiel infectieux des sols de cultures maraichères de Côte d'Ivoire et lutte biologique contre les parasites fongiques telluriques à travers le cas de la tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.). Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua, (Côte d'Ivoire), 254 p.
- Soro S., Doumbouya M. & Koné D. (2008). Potentiel infectieux des sols de cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abri et incidence de l'âge de repiquage sur la

- vigueur des plants vis-à-vis de *Pythium* sp. À Songon-Dabou en Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, 26(3) : 173-178.
- Soro S., Sanogo S., Ouattara G.M., Silue N., Kone D. & Kouadio Y. 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(30) : 72-86.
- Spooner D.M., Anderson G.J. & Jansen R.K. (1993). Chloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes and pepillos (*Solanaceae*). *American Journal of Botany*, 80(6) : 676-688.
- Tighankoumi G., Koussao S., Traore S.R., Kpemoua K.E & Jean-Didier Zongo J-D. (2018). Analyse de la diversité agromorphologique d'une collection de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1) : 402-421.
- 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'étude approfondie en science économique, Université de Bouaké, 66 p.
- Vernier P., N'Zué B. & Zakhia-Rozis N. (2018). Le manioc, entre culture alimentaire et filière agro-industrielle. Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. *Agricultures tropicales en poche*, 208 p.
- Wonni I., Sereme D., Ouedraogo I., Kassankagno A.I., Dao I., Ouedraogo L. & Souleymane N. (2017). Diseases of Cashew Nut Plants (*Anacardium Occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 6(3) : 78-83.
- Woo S.L., Zoi na A., Del Sorbo G., Lorito M., Nanni B., Scala F. & Noveiello C. (1996). Characterisation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by pathogenic races, VCGs, RFLPs, and RAPD. *Phytopathology* 86 : 966- 972.
- Yameogo F. (2018). Analyse de la diversité des populations de *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* et évaluation du niveau de résistance des variétés de manioc vulgarisées au Burkina Faso. Mémoire de Master en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles, Option : Production Végétale. Université Nazi Boni, Burkina Faso, 68

## **RESUME**

Le développement de la culture d'anacarde tend à devenir une limite pour la production vivrière en Côte d'Ivoire. Pour contribuer à la sécurité alimentaire tout garantissant le premier rang mondial, il s'avère nécessaire de déterminer les cultures vivrières non hôtes de la bactériose de l'anacardier. Cette étude a été menée sur trois cultures vivrières pour ressortir la sensibilité de l'anacardier à la bactériose de la tomate, de l'aubergine et du manioc. La compatibilité de l'anacardier avec trois isolats bactériens isolés des fragments de feuilles de manioc, de tiges de tomate, d'aubergine malades et d'un isolat bactérien d'anacarde provenant du CEA-CCBAD de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB) a été testée *in vitro* et *in vivo*. Des colonies blanc-ivoire, lisses, brillantes, convexes, avec des contours réguliers, non puantes et d'aspect visqueux ont été obtenues après 72 heures d'incubation. Les jeunes plants de tomate, d'aubergine, d'anacardier et de manioc ont été inoculés avec les isolats bactériens. Le manioc et l'aubergine ont été plus sensibles à la bactérie d'anacardier. La tomate a été tolérante à la bactérie d'anacardier. Aucun symptôme n'a été observé chez les plants d'anacardier. L'association anacardier et tomate ne pose pas de problème sanitaire pour la production de la noix de cajou.

**Mots clés** : Anacardier, tomate, aubergine, manioc, bactériose, compatibilité, Daloa, Côte d'Ivoire

## **ABSTRACT**

The development of cashew cultivation tends to become a limit for food production in Côte d'Ivoire. In order to contribute to food security while guaranteeing world leadership, it is necessary to determine which food crops are not hosts of cashew bacterial blight. This study was conducted on three food crops to highlight the susceptibility of cashew to bacterial blight in tomato, eggplant and cassava. The compatibility of cashew with three bacterial isolates isolated from fragments of cassava leaves, tomato stems, diseased eggplant and a cashew bacterial isolate from the CEA-CCBAD of the Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB) was tested *in vitro* and *in vivo*. Smooth, shiny, convex, white-ivory colonies with regular contours, not stinking and viscous in appearance were obtained after 72 hours of incubation. Tomato, eggplant, cashew and cassava seedlings were inoculated with the bacterial isolates. Cassava and eggplant were more susceptible to the cashew bacterium. Tomato was tolerant to the cashew bacterium. No symptoms were observed in cashew plants. The combination of cashew and tomato does not pose a sanitary problem for cashew production.

**Key words** : Cashew, tomato, eggplant, cassava, bacterial blight, compatibility, Daloa, Cote d'Ivoire