



ANNÉE UNIVERSITAIRE

2025-2026

N° D'ORDRE :

006

# THÈSE DE DOCTORAT

## de l'Université Jean Lorougnon Guédé

### Formation doctorale

Mention : Agriculture et Foresterie Tropicale

Spécialité : Agrophysiologie

THÈME :

**Evaluation de l'effet biofertilisant, biopesticide et conservateur du gel de *Aloe vera* (Liliaceae) sur la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivée dans la région du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire)**

Prénoms : Pépé René

NOM : NOUFE

### JURY

- Président** : M. AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)
- Directeur** : M. SOKO Dago Faustin, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)
- Rapporteur** : M. BROU Kouassi Guy, Maître de Conférences, Université Peleforo Gon Coulibaly (UPGC)
- Examineur** : M. SIENE Laopé Ambroise Casimir, Maître de Conférences, Université Peleforo Gon Coulibaly (UPGC)
- Examineur** : M. KOTCHI Valère, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)

## TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES .....	I
DEDICACES .....	X
REMERCIEMENTS .....	XI
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	XIII
LISTE DES TABLEAUX.....	XV
LISTE DES FIGURES.....	XVII
LISTE DES ANNEXES.....	XIX
INTRODUCTION.....	1
PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS.....	7
1.1. Généralités sur la tomate .....	8
1.1.1. Historique.....	8
1.1.2. Classification de la tomate .....	9
1.1.2.1. Classification botanique .....	9
1.1.2.2. Classification génétique .....	10
1.1.2.2.1. Variétés sélectionnées.....	10
1.1.2.2.2. Variétés hybrides .....	10
1.1.3. Classification variétale selon le mode de croissance.....	11
1.1.3.1. Variétés à port indéterminé.....	11
1.1.3.2. Variétés à port déterminé.....	11
1.1.4. Caractérisation morphologique de la tomate.....	11
1.1.5. Cycle biologique de la tomate .....	13
1.1.5.1. Germination des graines .....	13
1.1.5.2. Croissance de la plante .....	13
1.1.5.3. Floraison chez la tomate .....	14
1.1.5.4. Pollinisation des fleurs.....	14
1.1.5.5. Fructification de la tomate .....	14

1.1.5.6. Maturation des fruits de tomate .....	14
1.1.6. Importance de la tomate .....	14
1.1.6.1. Importance économique de la tomate .....	14
1.1.6.2. Importance nutritionnelle .....	15
1.1.7. Structure et composition de la tomate fraîche .....	15
1.1.7.1. Compositions majeures.....	16
1.1.7.2. Compositions mineures .....	16
1.1.8. Principaux antioxydants .....	17
1.1.9. Culture de la tomate .....	18
1.1.10. Exigences pédoclimatiques de la culture de tomate.....	19
1.1.10.1. Température et lumière.....	19
1.1.10.2. Eau et humidité.....	19
1.1.10.3. Sol.....	20
1.1.10.4. P <sup>H</sup> du sol .....	20
1.1.10.5. Salinité.....	20
1.1.11. Exigences nutritionnelles de la tomate.....	20
1.1.11.1. Exigence hydrique .....	20
1.1.11.2. Exigence en éléments fertilisants .....	20
1.1.12. Qualité des fruits .....	21
1.1.13. Récolte et conservation .....	21
1.1.14. Maladies et ravageurs de la tomate .....	21
1.1.14.1. Maladies fongiques.....	21
1.1.14.2. Maladies bactériennes.....	22
1.1.14.3. Maladies virales .....	22
1.1.14.4. Ravageurs de la tomate.....	22
1.1.15. Maladies apparaissant lors de la conservation des tomates.....	22
1.1.16. Quelques méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies de la tomate .....	23

1.1.16.1. Lutte chimique .....	23
1.1.16.2. Lutte agronomique.....	23
1.1.16.3. Lutte biologique.....	23
1.1.16.4. Biopesticides .....	23
1.1.16.5. Avantages des biopesticides .....	24
1.1.16.6. Inconvénients des biopesticides et précautions .....	24
1.1.17. Pépinière.....	24
1.1.17.1. Semis en pépinière.....	24
1.1.17.2. Utilité du semis en pépinière .....	25
1.1.17.3. Semis en plaques multicellulaire .....	25
1.1.17.4. Semences .....	25
1.1.17.4.1. Préparation des graines .....	25
1.1.17.4.2. Contrôle de la qualité des semences .....	25
1.2. <i>Aloe vera</i> .....	26
1.2.1. Origine historique.....	26
1.2.2. Quelques civilisations de <i>Aloe vera</i> .....	27
1.2.2.1. Civilisation européenne .....	27
1.2.2.2. Civilisation égyptienne .....	27
1.2.2.3. Civilisation gréco-romaine .....	28
1.2.2.4. Civilisation arabe.....	28
1.2.3. Description botanique et classification .....	28
1.2.4. Constituants de la plante .....	29
1.2.5. Composition chimique de <i>Aloe vera</i> .....	30
1.2.6. Quelques propriétés de <i>Aloe vera</i> .....	31
1.2.6.1. Propriétés antimicrobiennes .....	31
1.2.6.2. Propriétés antifongiques .....	32
1.2.6.3. Propriétés antivirales .....	32

1.2.6.3.1. Virus <i>Herpès simplex</i> .....	32
1.2.6.3.2. Virus de la grippe H1N1 .....	32
1.2.7. Croissance et développement .....	34
1.2.8. Ecologie.....	35
1.2.9. Multiplication et plantation .....	35
1.2.10. Production et commerce international.....	35
1.2.11. Maladies et ravageurs.....	36
1.2.12. Récolte.....	36
1.2.13. Quelques utilisations de <i>Aloe vera</i> .....	36
1.2.13.1. Utilisations alimentaires .....	36
1.2.13.2. Utilisations cosmétiques .....	37
1.2.13.3. Utilisation dans la médecine.....	37
1.2.13.4. Utilisation comme plante ornementale et en horticulture.....	37
1.2.13.5. Utilisation en tant que pesticide naturel.....	37
1.2.13.6. Utilisation en tant qu'engrais naturel .....	38
1.2.13.7. Utilisation comme amendement organique.....	38
1.3. Généralités sur la zone d'étude .....	38
1.3.1. Situation géographique du département de Daloa.....	38
1.3.2. Caractéristiques du milieu naturel .....	38
1.3.2.1. Climat .....	38
1.3.2.2. Humidité de l'air.....	39
1.3.2.3. Sol.....	40
1.3.2.4. Hydrographie .....	40
1.3.2.5. Flore et végétation .....	41
1.3.3. Potentialités agronomiques de la région.....	41
1.3.4. Milieu humain .....	41
1.3.5. Etat des connaissances sur la culture de tomates .....	42

1.3.5.1. Etat des connaissances sur la tomate en Afrique de l’Ouest .....	42
1.3.5.2. Etat des connaissances sur la tomate en Côte d’Ivoire .....	42
1.3.5.3. Etat des connaissances sur la culture de tomates dans la localité de Daloa .....	43
1.3.5.4. Maladies associées à la production de tomates dans la localité de Daloa .....	44
1.3.5.5. Ravageurs associés aux plants de tomates.....	45
1.3.5.6. Etat des connaissances sur les caractéristiques organoleptiques de la tomate .....	45
1.3.5.7. Facteurs influençant la qualité organoleptique de la tomate .....	45
DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	47
2.1. Présentation du site d’étude.....	48
2.2. Matériel d’étude .....	49
2.2.1. Matériel végétal.....	49
2.2.2. Matériel biologique .....	49
2.2.3. Matériel technique.....	51
2.2.4. Matériel fertilisant .....	53
2.3. Méthodes .....	53
2.3.1. Détermination des moyens de production et de conservation de tomate par les producteurs et les commerçants .....	53
2.3.1.1. Prospection et critères de choix des sites d’enquêtes .....	53
2.3.1.2. Déroulement de l’enquête.....	54
2.3.1.3. Analyse des données recueillies .....	54
2.3.2. Evaluation des effets biofertilisants et biopesticides des extraits aqueux de <i>Aloe vera</i> sur la culture de la tomate .....	54
2.3.2.1. Effet biofertilisant en pépinière .....	54
2.3.2.1.1. Constitution de substrat de culture et du gel de <i>Aloe vera</i> .....	54
2.3.2.1.2. Constitution des lots de graines de tomate.....	55
2.3.2.1.3. Mise en place du dispositif expérimental.....	55
2.3.2.1.4. Suivi de l’essai .....	56

2.3.2.1.5. Collecte des données .....	56
2.3.2.1.5.1. Cinétique de germination .....	57
2.3.2.1.5.2. Taux moyen de germination .....	57
2.3.2.1.5.3. Hauteur moyenne (cm) des plantules .....	57
2.3.2.1.5.4. Nombre total de feuilles produites par plantule .....	57
2.3.2.1.6. Traitement et analyse statistique des données.....	57
2.3.2.2. Effet biofertilisant et biopesticide des extraits aqueux de <i>Aloe vera</i> au champ .....	58
2.3.2.2.1. Dispositif expérimental .....	58
2.3.2.2.2. Mise en place et conduite de l'essai.....	59
2.3.2.2.3. Mise en place de la pépinière .....	59
2.3.2.2.4. Installation de l'essai au champ .....	60
2.3.2.2.5. Préparation des extraits aqueux de <i>Aloe vera</i> .....	61
2.3.2.2.5.1. Récolte des feuilles de <i>Aloe vera</i> .....	61
2.3.2.2.5.2. Procédé d'extraction du gel de <i>Aloe vera</i> et préparation des extraits de feuilles .....	61
2.3.2.2.6. Application des traitements .....	62
2.3.2.2.7. Travaux d'entretien de la culture.....	62
2.3.2.2.8. Observations et mesures de paramètres .....	62
2.3.2.2.8.1. Paramètres agronomiques .....	63
2.3.2.2.8.2. Paramètres morphologiques .....	63
2.3.2.2.8.3. Paramètres de pathogénicité.....	65
2.3.2.2.9. Paramètres de production.....	66
2.3.2.2.10. Analyse statistique des données collectées.....	67
2.3.3. Efficacité du gel de <i>Aloe vera</i> sur la durée de conservation et la qualité organoleptique des tomates .....	68
2.3.3.1. Préparation des solutions servant à l'enrobage des fruits pour la conservation .....	68
2.3.3.2. Constitution des échantillons de tomates.....	68
2.3.3.3. Mise en place du dispositif expérimental .....	68

2.3.3.4. Enrobage des tomates .....	69
2.3.3.5. Observations et mesures .....	70
2.3.3.5.1. Effet de l'enrobage sur le délai de passage de la couleur verte à la couleur rouge des tomates.....	70
2.3.3.5.2. Effet de l'enrobage sur la détérioration des tomates.....	70
2.3.3.6. Analyse sensorielle .....	71
2.3.3.7. Analyse statistique.....	72
TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	73
3.1. RÉSULTATS .....	74
3.1.1. Détermination des moyens de production et de conservation de la tomate par les producteurs et commerçants dans la localité de Daloa.....	74
3.1.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des producteurs enquêtés .....	74
3.1.1.2. Entretien de la parcelle .....	75
3.1.1.3. Facteurs limitants la culture de tomates .....	76
3.1.1.4. Gestions des bio-agresseurs.....	77
3.1.1.5. Perception de l'efficacité des pesticides par les maraichers.....	80
3.1.1.6. Mise en marché des tomates produites .....	80
3.1.1.7. Profils des commerçants .....	81
3.1.1.8. Lieu d'achat et moyen de transport .....	82
3.1.1.9. Moyens de conservation de la tomate utilisés par les commerçants .....	82
3.1.1.10. Durée de la conservation des tomates.....	83
3.1.2. Evaluation des effets biofertilisants du gel de <i>Aloe vera</i> sur la croissance de la tomate en pépinière .....	84
3.1.2.1. Cinétique de germination.....	84
3.1.2.2. Effet de l'interaction qualité des substrats et qualité des graines sur le taux moyen de germination.....	85
3.1.2.3. Effet de l'interaction qualité des substrats et qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules.....	87

3.1.2.4. Effet de l'interaction de la qualité des graines et la qualité des substrats sur le nombre total de feuilles produites par plantule.....	89
3.1.3. Evaluation de l'effet biofertilisant et biopesticide des extraits aqueux de <i>Aloe vera</i> sur la culture de la tomate .....	90
3.1.3.1. Effets des traitements sur les paramètres agronomiques .....	90
3.1.3.2. Evolution des paramètres morphologiques des plantes de tomates en fonction du temps et des traitements.....	91
3.1.3.2.1. Effet des traitements sur la hauteur moyenne des plantes .....	91
3.1.3.2.2. Effet des traitements sur le diamètre au collet des plantes de tomates .....	94
3.1.3.2.3. Effet des traitements sur le nombre de feuilles produites .....	96
3.1.3.3. Evaluation de l'efficacité des traitements sur les paramètres pathogéniques.....	98
3.1.3.3.1. Effets des traitements sur le taux de mortalité des plantes de tomates .....	98
3.1.3.3.2. Symptômes observés sur les plantes de tomate .....	98
3.1.3.3.3. Symptômes observés sur les feuilles de tomate .....	99
3.1.3.3.4. Symptômes observés sur les tiges de tomate .....	100
3.1.3.3.5. Symptômes observés sur les fruits de la tomate .....	101
3.1.3.4. Evaluation de l'incidence moyenne des symptômes sur les plantes de tomates ...	101
3.1.3.5. Evaluation de l'indice moyen de sévérité des symptômes observés .....	103
3.1.3.6. Effets des traitements sur les paramètres de production .....	105
3.1.3.6.1. Evolution du nombre moyen de fruits de tomates produites par traitement.....	105
3.1.3.6.2. Masse moyenne et rendement moyen des tomates en fonction des traitements.	106
3.1.4. Efficacité du gel de <i>Aloe vera</i> sur la durée de conservation et la qualité organoleptique de la tomate .....	107
3.1.4.1. Aspect des tomates après les traitements.....	108
3.1.4.2. Effet de l'enrobage sur le délai de changement de couleur des tomates vertes.....	108
3.1.4.3. Délai de détérioration des tomates rouges en fonction du temps .....	110
3.1.4.5. Délai de détérioration des tomates vertes virées aux rouges en fonction du temps .....	112

3.1.4.6. Profil sensoriel des traitements de tomates.....	113
3.1.4.7. Appréciation globale.....	115
3.2. DISCUSSION .....	116
3.2.1. Détermination des moyens de production et de conservation de la tomate utilisées par les maraîchers dans la localité de Daloa .....	116
3.2.2. Evaluation des effets biofertilisants du gel de <i>Aloe vera</i> sur la croissance de la tomate en pépinière .....	119
3.2.3. Evaluation de l'effet biofertilisant et biopesticide des extraits aqueux de <i>Aloe vera</i> sur la culture de la tomate .....	121
3.2.4. Efficacité du gel de <i>Aloe vera</i> sur la durée de conservation et la qualité organoleptique de la tomate .....	126
CONCLUSION GÉNÉRALE, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES .....	130
RÉFÉRENCES.....	134
ANNEXES	
PUBLICATIONS	
COMMUNICATION	

## **DEDICACES**

### **JE DEDIE CE MÉMOIRE DE DOCTORAT À**

Mon père NOUFE Toularè et ma mère HIEN Marie. À vous ce travail pour vos soutiens inconditionnels. Que DIEU vous garde encore plus longtemps auprès de nous.

Mes frères et sœurs. Avec beaucoup d'amour et de gratitude, que DIEU se révèle à vous davantage.

Mes tuteurs, Monsieur GOGOUA Achille et son Epouse Danielle GOGOUA. Vous m'avez communiqué un modèle de travail exemplaire que je suivrai sans jamais vous trahir.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer tout d'abord, mes vives et profondes gratitude à DIEU tout puissant, Auteur de la VIE, de m'avoir donné la santé, la patience, la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Ce mémoire de doctorat a été réalisé grâce à la contribution de plusieurs personnes à qui nous souhaitons exprimer toute notre gratitude. A cet effet, nous tenons à remercier :

-Madame la présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Professeur ADOHI Adjo Viviane Epouse KROU, pour tous ses efforts pour la bonne marche de cette prestigieuse institution ;

-Professeur SORO Dogniméton, Vice-président chargé de la pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour tout effort consenti à la planification de ma formation ;

-Professeur KONE Issiaka, Vice-président chargé de la Planification et des Relations Extérieures de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour son implication au bien-être des étudiants ;

- Docteur SOKO Dago Faustin, Maître de Conférences en Phytopathologie à l'Université Jean Lorougnon Guédé, mon Directeur de thèse, pour son entière disponibilité sans réserve, ses conseils et pour son aide dans la rédaction. Cher Docteur, vos directives et remarques attentionnées nous ont guidé tout au long de notre travail et nous ont permis de le mener à bien ;

- Docteur TONESSIA Dolou Charlotte, Professeur Titulaire en Phytopathologie à l'Université Jean Lorougnon Guédé, ex-directrice de l'UFR Agroforesterie pour ses conseils, directives et avis pertinents lors de la rédaction de ce document. Je tiens à vous dire infiniment merci Docteur pour votre accompagnement et encadrement au cours de cette thèse. Vous êtes une personne aimante et vous me l'avez témoigné lors des différentes tâches de ce travail. Aucun mot ne peut témoigner la gratitude et l'admiration que j'ai pour vous ;

- Docteur KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences en Microbiologie et sécurité alimentaire à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) en Agroforesterie pour sa disponibilité et ses nombreux conseils qui nous ont été utiles durant ce travail ;

- Docteur ACKAH Jacques Auguste Alfred Bognan, Maître de Conférences de Biochimie et Pharmacologie des Substances Naturelles à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Vice-directeur de l'UFR Agroforesterie pour sa disponibilité et ses conseils avisés ;

- Professeur AYOLIE Koutoua, Professeur Titulaire en Physiologie Végétale, Responsable du Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, pour son accompagnement et ses conseils avisés dans la réalisation de cette thèse. Nous sommes très marqués par l'accueil toujours chaleureux et l'honneur que vous nous avez fait en nous acceptant dans votre laboratoire ;

- Professeur AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur Titulaire, Génétique et amélioration des plantes, Enseignant-Chercheur, Université Jean Lorougnon Guédé, Président du jury pour avoir accepté de présider le jury de cette soutenance ;

- Docteurs SIENE Laopé Ambroise Casimir, Maître de Conférences en Agrophysiologie, Université Pelefro Gon Coulibaly et KOTCHI Valère, Maître de Conférences en Agropédologie, Université Jean Lorougnon Guédé, pour avoir accepté d'évaluer la qualité de ce travail. Chers professeurs, recevez à travers ces lignes mes remerciements et mes salutations les plus émouvantes pour l'attention que vous avez porté à cette thèse ;

- Docteur BROU Kouassi Guy, Maître de Conférences en Physiopathologie végétale de l'Université Pelefro Gon Coulibaly et rapporteur de cette thèse pour le temps et l'attention consacrés à l'examen de mon document. Sachez que vos commentaires constructifs et vos suggestions ont grandement contribué à enrichir mon travail et à affiner ma réflexion ;

- Docteur N'GORAN Koffi Désiré, Assistant en Agrophysiologie à l'Université Jean Lorougnon Guédé pour sa disponibilité, son aide et ses conseils sur le plan technique ainsi que dans la rédaction du mémoire ;

- Tous les membres du conseil scientifique de l'UFR Agroforesterie pour leur engagement et leur expertise qui ont été déterminants dans l'avancement de ce projet de thèse ;

- L'ensemble du corps enseignant de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour leur contribution, leurs conseils et leur assistance qui nous ont permis de mener à bien nos travaux.

Merci monsieur ASSI, tantie ADOUOBO Clarice et ESSOH Evelyne pour votre soutien et aide. Je n'oublie pas GNEBELE Christiane, SIKA Franck, KOUABLE Daniel, KOUASSI Serge et GOSSE Sarah, pour vous avoir rencontré sur mon chemin. Vous avez été une bénédiction pour moi. Merci également à mes sœurs KONATE Esther, GNEBELE Ben-Oni, KALLOU Hadassa et Gougoua Sonia ;

- Tous mes frères et sœurs en Christ, amis et connaissances pour leurs soutiens financiers, moraux et spirituels afin que ce travail vienne à l'existence ;

A tous, un seul mot s'impose à charrier tous les gestes de reconnaissance : MERCI !!!

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

<b>AIA-3</b>	: Acide-indole3 acétique
<b>ANOVA</b>	: Analyse of Variance
<b>APA</b>	: Laboratoire d'Amélioration de la production Agricole
<b>A100</b>	: Gel de <i>Aloe vera</i> à 100 %
<b>A75</b>	: Gel de <i>Aloe vera</i> dilué à 75 %
<b>A50</b>	: Gel de <i>Aloe vera</i> dilué à 50 %
<b>A25</b>	: Gel de <i>Aloe vera</i> dilué à 25 %
<b>Cm</b>	: Centimètres
<b>Cir</b>	: Circonférence des plants
<b>CNRA</b>	: Centre National de Recherche Agronomique
<b>EPA</b>	: Environmental Protection Agency
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organisation of the United Nations
<b>F100</b>	: Extrait de feuilles de <i>Aloe vera</i> à la dose de 100 grammes
<b>F60</b>	: Extrait de feuilles de <i>Aloe vera</i> à la dose de 60 grammes
<b>F30</b>	: Extrait de feuilles de <i>Aloe vera</i> à la dose de 30 grammes
<b>F15</b>	: Extrait de feuilles de <i>Aloe vera</i> à la dose de 15 grammes
<b>GA-3</b>	: Gibbérelline
<b>G</b>	: Gramme
<b>Ha</b>	: Hectares
<b>Ht</b>	: Hauteur des tiges
<b>INPES</b>	: Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé
<b>INRA</b>	: Institut National de Recherche Agronomique
<b>INS</b>	: Institut National de la Statistique
<b>JAR</b>	: Jours Après Repiquage
<b>JAS</b>	: Jours Après Semis
<b>K<sup>+</sup></b>	: Ion potassium
<b>Ma</b>	: Mancozèbe
<b>Mg</b>	: Magnésium
<b>MINAGRI</b>	: Ministère de l'Agriculture
<b>Nbr</b>	: Nombre de feuilles
<b>NPK</b>	: Azote (N) Phosphore (P) et Potassium (K)
<b>P</b>	: Probabilité

**PNNS** : Programme National Nutrition Santé  
**SCADD** : Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement  
**UFR** : Unité de Formation et de Recherche  
**UJLoG** : Université Jean Lorougnon Guédé  
**TAM** : Tomate cultivée avec *Aloe vera* et Mure  
**TAV** : Tomate cultivée avec *Aloe vera* et Verte  
**TEM** : Tomate témoin sans fertilisant et Mure  
**TEV** : Tomate témoin sans fertilisant et Verte

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Composition de la tomate fraîche .....	17
Tableau II : Constituants chimiques des feuilles de <i>Aloe vera</i> .....	31
Tableau III : Résumé de l'activité antivirale de <i>Aloe vera</i> .....	34
Tableau IV : Evaluation de la production de la tomate en Côte d'Ivoire de 2011 à 2020 .....	43
Tableau V : Quelques maladies de la tomate cultivée à Daloa .....	44
Tableau VI : Echelle d'évaluation des symptômes.....	66
Tableau VII : Tableau montrant l'état physiologique et le système de production des tomates .....	69
Tableau VIII : Profil des maraichers enquêtés selon leur niveau d'instruction .....	75
Tableau IX : Pesticides recensés lors de l'enquête .....	79
Tableau X : Effet de l'interaction qualité des graines et qualité des substrats sur le taux moyen de germination.....	86
Tableau XI : Effet de la qualité des substrats sur le taux moyen de germination des trois cycles .....	86
Tableau XII : Effet de la qualité des graines sur le taux moyen de germination des trois cycles .....	87
Tableau XIII : Effet de l'interaction qualité des substrats et qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules (cm) des trois cycles .....	87
Tableau XIV : Effet de la qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules (cm) obtenues durant les trois cycles de cultures .....	88
Tableau XV : Effet de la qualité des substrats sur la hauteur moyenne des plantules (en centimètre) des trois cycles .....	88
Tableau XVI : Effet de l'interaction de la qualité de substrat et la qualité des graines sur le nombre total de feuilles produites durant les trois cycles .....	89
Tableau XVII : Effet de la qualité des graines sur le nombre total de feuilles produites.....	89
Tableau XVIII : Effet de la qualité des substrats sur le nombre total de feuilles produites pendant les trois cycles de cultures .....	90
Tableau XIX : Taux de reprise et de survie des plants en fonction des traitements .....	91
Tableau XX : Valeurs moyennes des hauteurs des plantes en fonction des traitements au cours du temps .....	93
Tableau XXI : Valeurs moyennes du diamètre au collet des plantes en fonction des traitements au cours du temps .....	95

Tableau XXII : Evolution du nombre de feuilles produites en fonction des traitements au cours du temps .....	97
Tableau XXIII : Taux de mortalité des plantes en fonction des traitements .....	98
Tableau XXIV : Effet des différents traitements sur l'incidence moyenne des symptômes observés .....	103
Tableau XXV : Indice moyen de sévérité des symptômes foliaires des plants en fonction des traitements .....	105
Tableau XXVI : Paramètre de rendement des tomates .....	107
Tableau XXVII : Evaluation sensorielle des tomates après application des traitements .....	114

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diffusion de la tomate dans le monde .....	9
Figure 2: Photographie de fruits de tomate sur la plante.....	12
Figure 3: Photographie de fruit présentant des graines de tomate .....	13
Figure 4: Structure d'un fruit de tomate.....	16
Figure 5: Structure moléculaire du lycopène .....	18
Figure 6: Plantes de <i>Aloe vera</i> .....	29
Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1991 à 2021 .....	39
Figure 8 : Variations annuelles de l'humidité de l'air de la région du Haut Sassandra entre 2020-2022.....	40
Figure 9: Zones de production et de distribution de la tomate en Côte d'Ivoire.....	43
Figure 10 : Zone d'étude.....	48
Figure 11 : Matériel végétal de l'étude .....	49
Figure 12 : Différents extraits aqueux de <i>Aloe vera</i> .....	50
Figure 13 : Fruits de tomates.....	51
Figure 14 : Quelques matériels techniques .....	52
Figure 15 : Produits utilisés dans l'étude .....	53
Figure 16 : Dispositif expérimental en pépinière .....	56
Figure 17 : Dispositif expérimental au champ .....	59
Figure 18 : Photographie de pépinière de tomate.....	60
Figure 19 : Transplantation des jeunes plants en plein champ.....	61
Figure 20 : Photographie montrant la mesure de la hauteur d'une plante.....	64
Figure 21 : Prise de la masse des fruits de tomate .....	67
Figure 22 : Tomates pourries retirées du lot .....	70
Figure 23 : Plat de tomates crues à déguster .....	71
Figure 24 : Répartition de la tranche d'âge des producteurs de tomate .....	74
Figure 25 : Culture de tomates tuteurée avec rachis de palmier .....	75
Figure 26 : Quelques bio-agresseurs visés par les producteurs.....	76
Figure 27 : Fruits de tomate présentant des traces de pesticides.....	77
Figure 28 : Emballages de pesticides laissés au sol après usage dans les parcelles.....	78
Figure 29 : Efficacité perçue des pesticides lors de l'enquête .....	80
Figure 30 : Répartition du circuit de commercialisation de tomates par les producteurs .....	81
Figure 31 : Profils des commerçants interrogés lors de l'enquête .....	82
Figure 32 : Moyens de conservation de la tomate par les commerçants.....	83

Figure 33 : Durée de conservation de la tomate par les commerçants .....	84
Figure 34 : Cinétique de germination des graines sous l'effet des traitements .....	85
Figure 35 : Symptômes présents sur les plantes de tomate .....	99
Figure 36 : Quelques symptômes observés sur les feuilles de la tomate .....	100
Figure 37 : Symptômes du noircissement de la tige.....	100
Figure 38 : Maladies et ravageurs observés sur les fruits de tomate .....	101
Figure 39 : Nombres moyens de fruits par traitement.....	106
Figure 40 : Aspect des tomates conservées dans les paniers après enrobage.....	108
Figure 41 : Nombre de tomates mûres en fonction du temps.....	109
Figure 42 : Aspect des tomates matures vertes après 8 jours de conservation.....	110
Figure 43 : Nombre de tomates mûres pourries en fonction du temps .....	111
Figure 44 : Nombre de tomates vertes pourries en fonction du temps.....	113
Figure 45 : Notes moyennes des traitements de tomates après dégustation.....	116

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Fiche d'enquête sur les maraîchers de tomates

Annexe 2 : Photographie montrant un producteur de tomate interrogé dans sa parcelle

Annexe 3 : Quelques étapes de la mise en place de la culture de tomate

Annexe 4 : Mesure des paramètres morphologiques de la tomate

Annexe 5 : Culture de tomates avec des tuteurs

Annexe 6 : Photographie montrant quelques dégustateurs de sensorialité de la tomate

Annexe 7 : Fiche de notation organoleptique de la tomate

# **INTRODUCTION**

L'agriculture est le fondement de l'économie Ivoirienne. Elle emploie plus des deux tiers de la population active à telle enseigne que plus de 70 % des habitants tirent directement leurs ressources de l'activité agricole (SCADD, 2013 ; BM, 2015). En Côte d'Ivoire, l'agriculture est constituée de deux composants dont les cultures de rente et vivrière. Le succès de cette agriculture est axé principalement sur les cultures de rente dont le cacao, le café et le palmier à huile. Cependant, de nos jours, le pays a opté pour une agriculture diversifiée et durable (Yapi, 2022). Cette diversification a engendré le développement des cultures vivrières dont les cultures maraîchères qui constituent la base de l'alimentation directe des ivoiriens (Fondio *et al.*, 2011). Parmi ces cultures maraîchères, figure la culture de la tomate. Celle-ci appartient à la famille des Solanacées.

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) occupe la deuxième place dans le monde dans la production maraîchère après la pomme de terre et est cultivée dans plus de 170 pays. En 2020, sa production mondiale s'élevait à environ 11,6 milliards de tonnes de poids frais (FAO, 2023). Ainsi, selon le Fond des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Faostat, 2023), la Chine, les Etats-Unis et la Turquie en sont les plus grands producteurs, avec respectivement 48,58 ; 12,6 et 11 millions de tonnes de tomates fraîches par an. Cette production continue d'augmenter tous les ans de plusieurs millions de tonnes (Inra, 2010). En Côte d'Ivoire, la production est passée de 34 734 tonnes en 2013 à 47 283 tonnes en 2020, soit une hausse d'environ 31 % (MINAGRI, 2023). Elle génère un chiffre d'affaire de plus de 30 milliards de FCFA par an. En plus de son importance économique, la tomate présente d'énormes vertus thérapeutiques grâce à sa composition variée en substances organiques et en éléments minéraux. En effet, elle est riche en lycopène, caroténoïdes, acides aminés essentiels ainsi qu'en sucres. Ces substances permettent de prévenir certains types de cancers de la prostate et du sein (Ali *et al.*, 2020). Par ailleurs, elle diminue l'hypertension grâce à sa richesse en potassium et réduit le sel dans l'organisme (Yapi, 2022). De plus, les minéraux (fer et phosphore), les vitamines (B et C) et les fibres qu'elle fournit à l'organisme, contribuent à un régime alimentaire sain et équilibré et font d'elle le premier légume-fruit le plus cultivé dans le monde.

Cependant, force est de constater qu'en dépit de son augmentation de 31 %, la production demeure faible face à une croissance exponentielle de la population ivoirienne dont les besoins sont estimés à plus de 920 000 tonnes par an (Oula *et al.*, 2019). En effet, la tomate, l'un des légumes-fruits les plus prisés en Côte d'Ivoire (CNRA, 2019) est malheureusement menacé par les fortes pressions parasitaires. Les maladies de la tomate sont causées par les agents pathogènes tels que les virus, les bactéries, les champignons et les protozoaires. Ces parasites sont généralement infectieux, car ils envahissent l'hôte et s'y multiplient, et sont contagieux par

leur transmission d'une plante infectée à une plante saine (FAO, 2012). Selon Fondio (2018), plus de 80 % des champs de tomates sont détruits par ces parasites d'origine fongique. Plusieurs champignons pathogènes sont aussi responsables des maladies de la tomate, dont les principaux sont *Alternaria solani* (Alternariose), *Fusarium oxysporum* sp *radicislycopersic* (pourriture des racines et du collet), *Fusarium oxysporum* sp. *lycopersici* (Flétrissure fusarienne), *Colletotrichum coccodes* (Anthracnose), *Phytophthora infestans* (Mildiou) et *Verticillium albo-atrum* (Verticilliose).

A côté de ces bio-agresseurs, s'ajoutent d'une part, la dégradation des facteurs environnementaux et climatiques et d'autre part, le manque de variétés à haut rendement soutenu par la persistance de pratiques agricoles rudimentaires (Kouamé *et al.*, 2021). De plus, la forte pression démographique a entraîné l'utilisation successive de la même parcelle, ce qui contribue fortement à la dégradation des terres (IFA, 2014) et de la biodiversité.

Par ailleurs, la faible production n'est pas le seul défi auquel fait face la filière tomate. En effet, la tomate a une durée de conservation courte, car c'est un fruit climactérique dont la maturation s'accompagne d'une augmentation du taux de respiration et de la production d'éthylène (Domínguez *et al.*, 2016). Cela constitue donc l'un des facteurs limitant la conservation post-récolte. En outre, les principales causes de la réduction de la durée de vie des tomates sont la sénescence, la transpiration, l'infection fongique et bactérienne (Akpo, 2022). Les moisissures telles que *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria alternata*, *Erotinia selerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Penicillium* sp. et les bactéries pathogènes comme *Pseudomonas* sp. et *Erwinia* sp. jouent un rôle important dans les maladies et les pourritures post récoltes de la tomate. Les champignons affectent les fruits et légumes en leur causant de sérieuses maladies dont la pourriture, la gale et la carie (Barth *et al.*, 2009). Ces microorganismes d'altération peuvent être introduits pendant la culture, au cours de la croissance des cultures dans le champ, lors de la récolte et de la manutention post-récolte et la distribution (Barth *et al.*, 2009).

Ainsi, pour relever ces défis majeurs à savoir la faible production et la courte durée de conservation de la tomate, les paysans ont recouru aux produits chimiques synthétiques tels que les pesticides et désinfectants. Cependant, il est reconnu aujourd'hui que l'utilisation sans cesse croissante des pesticides chimiques en agriculture et particulièrement en maraichage constitue un sérieux problème de santé publique en raison des résidus dans les fruits (Mondédji *et al.*, 2015). Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), 220 000 personnes meurent chaque année dans le monde avec un million de graves empoisonnements par les pesticides (Kouamé, 2021). De plus, ces traitements sont devenus de plus en plus chers, en plus d'être nocifs pour

l'environnement (Zirihi *et al.*, 2008). Par ailleurs, plusieurs agents pathogènes ont développé des résistances aux fongicides de synthèse à cause de leur utilisation abusive et répétée.

Ainsi, dans la recherche d'une alternative, plus adaptée aux conditions environnementales et soucieuse de la santé du consommateur, l'utilisation de biopesticides à base d'extraits de plantes (Kotan *et al.*, 2014) devient une priorité. Ceux-ci sont dénommés pesticides verts puisqu'ils sont obtenus en utilisant des solvants organiques (par exemple eau, éthanol, méthanol et hexane). L'utilisation croissante de ce type de biocontrôle a été démontrée avec l'approbation récente de plus de 430 ingrédients actifs de biopesticides et 1320 produits actifs sur la liste de l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA, 2014). Parmi ces biopesticides, figure *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) qui est une plante succulente, appartenant à la famille des Liliacées. Elle possède des feuilles charnues contenant un gel incolore et translucide qui est beaucoup utilisé dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Michayewicz, 2013). *Aloe vera* est cultivée principalement pour ses feuilles d'où sont extraites du suc et du gel, qui donnent lieu à la réalisation de produits aux usages diversifiés. Selon plusieurs auteurs dont Michayewicz (2013), *Aloe vera* possède diverses propriétés notamment fongicides, antibactériennes et antivirales. Par ailleurs, les feuilles de *Aloe vera* sont utilisées comme fertilisant organique et insecticide pour une bonne et saine croissance des plantes (N'goran, 2024). Aussi, son gel possède des propriétés bénéfiques pour la croissance des plantes, car il joue un rôle important dans l'allongement des cellules et la promotion de la croissance des tiges (Néphali *et al.*, 2020). Il est considéré comme un biostimulant pour les plantes et peut être utilisé comme source d'hormones à la place des régulateurs de croissances artificiels. Par ailleurs, le gel de *Aloe vera* est riche en éléments minéraux et en phytohormones telles que la gibbérelline, l'acide indole-acétique, l'acide acétique et abscissique (Alkuwayiti *et al.*, 2022). Il est composé de polysaccharides, d'acémannanes, de sucres solubles, des acides organiques, des protéines, des composés phénoliques, des vitamines, des minéraux et des acides aminés (Boudreau & Béland, 2006). L'efficacité du gel de *Aloe vera* pour contrôler la croissance fongique a été largement prouvée contre *Penicillium digitatum*, *P. expansum*, *Botrytis cinerea* et *Alternaria alternata*, entre autres (Castillo *et al.*, 2010). De plus, il a été intégré à des enrobages comestibles (purs ou en combinaison avec d'autres composants) pour prolonger le stockage post-récolte des fraises et des tranches de pommes (Chauhan *et al.*, 2011 ; Sogvar *et al.*, 2016). Selon Souza *et al.* (2015), le gel de *Aloe vera* préserve les propriétés organoleptiques des fruits, crée une barrière contre les échanges gazeux entre les fruits frais et l'atmosphère environnante, réduit également la respiration et les réactions d'oxydation. Ainsi, les principaux avantages de *Aloe vera* sont qu'il est plus économique et pratique, contient des antimicrobiens

naturels (Aminudin & awangwulan, 2014) et peut être consommé avec les produits enrobés (Bourtoom, 2008) sans effets secondaires.

Depuis quelques années, un programme de recherche est mené en Côte d'Ivoire, précisément à l'université Jean Lorougnon Guédé sur *Aloe vera* pour explorer ses immenses potentialités en agriculture. Des semences de riz ont été traitées avec le gel de *Aloe vera* et cela a conduit à la production de plants vigoureux (Bamba, 2021). Aussi, une association Bananier-*Aloe vera* a permis d'accroître le rendement du bananier en réduisant le taux d'attaque des bananiers (N'goran, 2024). De plus, l'étude menée par Zoh (2025) a montré que le gel a un effet positif sur le traitement des encoches sèches de l'hévéa entraînant ainsi une diminution du taux de l'encoche de l'ordre de 8 à 50 %. Cependant, il existe très peu d'études en Côte d'Ivoire, consacrées à l'évaluation des effets biopesticides de *Aloe vera* sur la tomate.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette thèse qui consiste à tester l'efficacité des extraits aqueux de *Aloe vera* sur la tomate. Toutefois, dans quelle mesure l'utilisation du gel de *Aloe vera* peut-elle constituer une alternative durable aux intrants chimiques en tant que biofertilisant, biopesticide et conservateur de la tomate cultivée dans le Haut-Sassandra ? D'un point de vue plus large, l'objectif général de ce travail est de contribuer à l'amélioration de la production et de la conservation de la tomate en Côte d'Ivoire. Du point de vue spécifique, il s'agit de :

- déterminer les moyens de production et de conservation de la tomate par les maraîchers à daloa ;
- évaluer les effets biofertilisants du gel de *Aloe vera* sur la croissance de la tomate en pépinière ;
- évaluer les effets biopesticides de *Aloe vera* sur la croissance et le rendement de la culture de la tomate ;
- évaluer l'efficacité du gel de *Aloe vera* sur la durée de conservation et la qualité organoleptique de la tomate.

Pour atteindre ces objectifs, quatre grandes hypothèses sont émises :

- l'enquête ethnobotanique fournit des informations sur les moyens de production et de conservation de la tomate ;
- le gel de *Aloe vera* a des effets biofertilisants sur la croissance en pépinière de la tomate ;
- les extraits aqueux de *Aloe vera* possèdent des propriétés biopesticides sur la croissance et le rendement de la tomate ;
- le gel de *Aloe vera* prolonge la durée de conservation de la tomate.

Hormis l'introduction, la conclusion et les recommandations, le présent mémoire qui rend compte de ce travail, comprend trois parties. D'abord, la première partie fournit les informations sur la tomate, *Aloe vera* et la zone d'étude. Ensuite, la deuxième partie présente le matériel utilisé et la méthodologie adoptée pour mener à bien cette étude. Enfin, la troisième partie expose les résultats obtenus suivis de leur discussion.

# **PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS**

## 1.1. Généralités sur la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est une espèce de plante herbacée de la famille des solanacées, originaires du nord-ouest de l'Amérique du Sud et sont largement cultivées pour leurs fruits. Le terme fait également référence à ce fruit charnu, consommé dans de nombreux pays, qu'il soit frais ou modifié. Compte tenu de son importance économique, la tomate fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques (Chanforan, 2010).

### 1.1.1. Historique

La tomate est originaire des vallées fertiles du Mexique. Elle a d'abord été cultivée et améliorée par les indiens du Mexique, sous le nom aztèque « Tomate », avant d'être ramenée en Europe par les conquistadores (Figure 1). Neuf espèces sauvages peuvent être observées en Amérique du sud, dont seulement deux comestibles, la « tomate groseille » (*Solanum pimpinellifolium*) et la « tomate *lycopersicum* var *cesariforme*) qui est l'ancêtre de nos tomates actuelles (De Broglie & Guérault, 2005 ; Renaud, 2006).

En Europe, les Italiens ont été les premiers à la consommer dès le 16ème siècle, notamment en sauce, et c'est sous cette forme qu'elle atteint la France par la Provence au 17ème siècle, avant d'être popularisée à Paris lors de la révolution (Bénard, 2009). La tomate a longtemps été considérée comme toxique, et on lui associait tous types de vertus maléfiques à cause de sa ressemblance à la mandragore. Elle a donc d'abord été utilisée en tant que plante ornementale, puis en 1778, elle a rejoint le catalogue de semence potagère de Vilmorin-Andrieu (Bouzaata, 2016). Par la suite, la consommation de tomates a connu un essor au 19ème siècle et la tomate se démocratise en étant cultivée dans les jardins familiaux et ouvriers. Elle est connue pour sa fraîcheur et constitue la base ou la décoration de divers plats (qu'ils soient crus ou cuits) (Blancard *et al.*, 2009). Les premières recherches variétales débiteront au 20ème siècle, pour produire des tomates plus régulières, plus productives, et plus résistantes aux maladies. Elle est utilisée depuis longtemps dans les sauces, notamment en Italie. L'industrie de transformation propose de nombreuses préparations : concentrés, jus, tomates pelées, tomates concassées, etc. En raison de son niveau de consommation relativement élevé, la tomate intervient pour une part importante dans l'apport de vitamines et de minéraux dans l'alimentation (Blancard *et al.*, 2009).

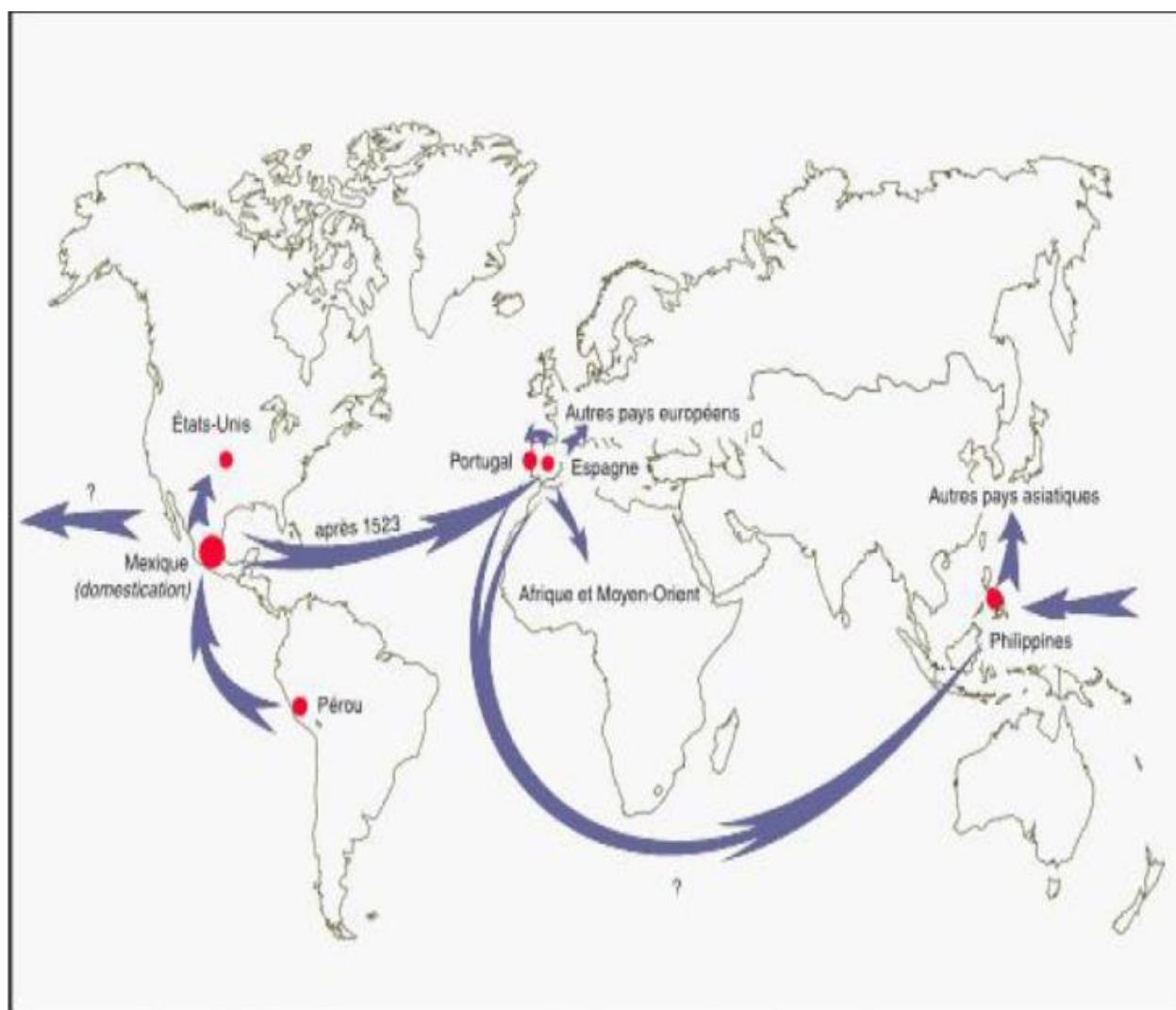


Figure 1: Diffusion de la tomate dans le monde (Blancard *et al.*, 2009)

● Centre de diffusion

### 1.1.2. Classification de la tomate

La tomate est une plante herbacée annuelle sous nos climats. Elle est de la même famille que les pommes de terre, les aubergines, les poivrons, etc (Bureaux, 2013). Sa classification est faite sous plusieurs caractères.

#### 1.1.2.1. Classification botanique

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) appartient à l'ordre des Solanales et à la famille des Solanacées. C'est une plante herbacée, vivace à l'état naturel et annuel en culture. La tomate appartient à la classification suivante (Bouzaata, 2016) :

Règne	: Plantae
Sous règne	: Trachenobionta
Division	: Magnoliophyta

Classe	: Magnoliopsida
Sous classe	: Asteridae
Ordre	: Solonales
Famille	: Solanaceae
Genre	: <i>Solanum</i> ou <i>Lycopersicon</i>
Espèce	: <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.

### 1.1.2.2. Classification génétique

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est une plante climactérique, diploïde à  $2n=24$  chromosomes (Judd & Cambell, 2002). Les feuilles sont alternes et sans stipule. Elles sont composées, pennées de 7 à 9 ou 11 segments ovales, incisés ou dentelés grossièrement et alternant avec des segments plus petits. Les fleurs sont actinomorphes, autogames, de couleur jaune et réunies en inflorescences pentamères sauf le gynécée qui possède entre 2 et 5 carpelles (Bénard, 2009). L'ovaire supère est formé d'au moins deux carpelles soudés orientés obliquement par rapport à l'axe médian de la fleur et comprend de très nombreux ovules en placentation axile (Judd & Cambell, 2002). Le calice est à pièces partiellement soudées et la corolle est gamopétale (Bénard, 2009).

Le fruit est une baie plus ou moins grosse de forme variable (sphérique, oblongue, allongée) et de couleurs variées (blanches, rose, rouge, jaune, orange, verte, noire) selon les variétés (Renaud, 2006). Les graines sont réparties dans des loges remplies de gel. La paroi de l'ovaire évolue en péricarpe charnu et délimite des loges. Le placenta constitue la partie centrale du fruit et est à l'origine des tissus parenchymateux. Le nombre de loges, l'épaisseur du péricarpe et l'importance du gel sont dépendants des variétés (Ranck, 2010).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate.

#### 1.1.2.2.1. Variétés sélectionnées

Il existe plus de 500 variétés dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent aux générations descendantes. Elles sont sensibles aux maladies, mais donnent des fruits d'excellente qualité gustative (Polese, 2007).

#### 1.1.2.2.2. Variétés hybrides

Elles sont nombreuses et présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt agronomique (bonne précocité, résistance aux maladies, aux attaques parasitaires et des hauts rendements). Ces hybrides ne peuvent être multipliés puisqu'ils perdent leurs caractéristiques avec la descendance (Polese, 2007).

### **1.1.3. Classification variétale selon le mode de croissance**

Les variétés de tomate cultivées sont très nombreuses. Les tomates peuvent être classées d'après leurs caractères morphologiques et botaniques. En effet, ces dernières peuvent être classées selon leur croissance qui peut être du type indéterminé ou du type déterminé (Polese, 2007).

#### **1.1.3.1. Variétés à port indéterminé**

Les variétés de tomate à port indéterminé présentent une tige principale poussant avec régularité et formant généralement un bouquet à fleurs toutes les trois feuilles. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. On peut l'arrêter par un pincement du bourgeon terminal à la hauteur souhaitée (Zakaraia, 2018). Il est également nécessaire de tailler les plants et de les ébourgeonner régulièrement. Ce groupe se caractérise par une production plus étalée et est plus productive en général que les tomates à port déterminé (Polese, 2007).

#### **1.1.3.2. Variétés à port déterminé**

Dans ce groupe, la tige émet 2 à 6 bouquets floraux, puis la croissance s'arrête naturellement. Elle est caractérisée par l'absence de la dominance apicale (Akpo, 2022). Les variétés à croissance déterminée se supportent elles-mêmes et n'ont généralement pas besoin de tuteur. Elles requièrent moins de main d'oeuvre, c'est pourquoi elles sont souvent choisies pour la culture commerciale (Naika *et al.*, 2005).

### **1.1.4. Caractérisation morphologique de la tomate**

#### **1.1.4.1. Système racinaire**

Chez la tomate, le système racinaire est très développé et présente une forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm et plus. La racine principale est très dense, ramifiée et très active sur les 30 à 40 premiers centimètres (Naika *et al.*, 2005).

#### **1.1.4.2. Tige**

La tige de la tomate est pubescente et épaisse aux entre-nœuds. Sa consistance est herbacée en début de croissance, puis elle devient ligneuse en vieillissant. Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent par une inflorescence (Bénard, 2009).

#### **1.1.4.3. Feuillage de la tomate**

Les feuilles de tomate sont disposées en spirale de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovales à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (Naika *et al.*, 2005).

#### 1.1.4.4. Fleur

Les fleurs de tomate sont bisexuées, régulières de 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général, il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm et qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines, les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec 2 à 9 carpelles. La plante est autogame en général, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Naika *et al.*, 2005).

#### 1.1.4.5. Fruit de la tomate

Les fruits de la tomate sont des baies charnues 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 à maturité varie du jaune au rouge en passant par l'orange (Figure 2). En général, les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (Naika *et al.*, 2005).



Figure 2: Photographie de fruits de tomate sur la plante

#### 1.1.4.6. Graines

Les graines de tomate sont en forme de rein ou de poire, poilues, de couleur beige ayant de 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen (Figure 3). Mille graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Naika *et al.*, 2005). Selon Benlahcene &

Chemeur (2018), chaque fruit contient un nombre important de graines allant de 80 à 500 graines.



Figure 3: Photographie de fruit présentant des graines de tomate

### **1.1.5. Cycle biologique de la tomate**

D'après (Kaissoumi *et al.*, 2017), le cycle végétatif complet de la tomate varie selon les variétés, la durée et les conditions de culture. Il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend six phases qui sont la germination des graines, la croissance de la plante, la floraison, la pollinisation des fleurs, la fructification et la maturation des fruits.

#### **1.1.5.1. Germination des graines**

La germination des graines de tomate correspond au stade de levée de la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Corbineau & Core, 2006). La germination chez la tomate est épigée. A ce moment, une température ambiante d'environ 20 °C et une humidité relative de 70 à 80 % sont nécessaires (Bachir, 2017).

#### **1.1.5.2. Croissance de la plante**

La croissance est un changement quantitatif de la plante au cours du temps, qui s'effectue par une augmentation irréversible de ses dimensions. Cette étape se déroule en deux phases et dans deux milieux différents :

- en pépinière : de la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des prés feuilles,

- en plein champ : après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuilles (Zhongping, 2013).

#### **1.1.5.3. Floraison chez la tomate**

La floraison correspond à l'apparition et le développement des ébauches florales qui se traduit par la transformation du méristème apicale en passant de l'état végétatif à l'état reproducteur. L'apex s'aplatit, s'élargit et les protubérances formées sont des ébauches de pièces florales. Celles-ci se transforment ensuite en boutons floraux et s'épanouissent en fleurs (Sawadogo, 2013).

#### **1.1.5.4. Pollinisation des fleurs**

Les conditions climatiques ont un effet sur la libération et la fixation du pollen. Si la température nocturne est inférieure à 13 °C, la plupart des grains de pollen sont vides, et une faible humidité dessèche les stigmates qui causent une difficulté du dépôt de pollen (Garcia, 2015). La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs comme le vent ou certains insectes comme le bourdon capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen. Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen est réduite (Naika *et al.*, 2005).

#### **1.1.5.5. Fructification de la tomate**

D'après Zouagri (2021) lors de la nouaison, il y a fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification ». La température de nouaison est de 13 °C à 15 °C. Les nuits chaudes à 22 °C sont défavorables à la nouaison.

#### **1.1.5.6. Maturation des fruits de tomate**

La maturation du fruit se caractérise par le grossissement du fruit et par le changement de couleur qui passe du vert au rouge. La lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transportée rapidement vers les fruits en croissance. Pour cela, il faut une température de 18 °C la nuit et 27 °C le jour (Bachir, 2017).

### **1.1.6. Importance de la tomate**

#### **1.1.6.1. Importance économique de la tomate**

La tomate est de plus en plus importante ces dernières années pour l'économie de bon nombre de pays du fait de sa production qui augmente régulièrement pour tenter de satisfaire une demande en constante évolution. En termes de quantité produite en 2007, il s'agit de la douzième culture au niveau mondial et de la quatorzième au niveau européen (Ranck, 2010).

Avec près de 130 millions de tonnes produites en 2007 (Ranck, 2010), la culture de la tomate est donc en plein essor au niveau international.

Au niveau national, la production moyenne annuelle pour l'ensemble de la période 1961-2013 est de 20527,15 tonnes (Anonyme 2, 2009). Il existe deux grands types de cultures de la tomate : la culture de frais, réalisée en général sous abris et récoltée manuellement et la culture d'industrie, réalisée en plein champs et récoltée mécaniquement (Ranck, 2010).

#### **1.1.6.2. Importance nutritionnelle**

Dans la nutrition humaine, il est reconnu qu'une alimentation variée et riche en fruits et légumes frais permet de diminuer les risques de maladies cardiovasculaires et de cancers (Ali *et al.*, 2020). Conscient des enjeux associés au domaine de la santé publique, l'Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé (INPES) de l'Algérie a mis en place en 2001 le Programme National Nutrition Santé (PNNS) dont les mesures, qui concernent les habitudes alimentaires de la population visent à encourager la consommation des produits frais. Selon cette étude, 7 à 31 % des cancers pourraient être évités par une consommation quotidienne d'au moins 400 g de fruits et de légumes (Anonyme 2, 2009). La valeur calorifique de la tomate est relativement faible, environ 20 calories pour 100 g, elle est pauvre en lipides, exempte de cholestérol, et l'eau représente environ 94 % de sa matière fraîche. La tomate est riche en provitamine A ( $\beta$ -carotène), vitamine C et surtout en lycopène, antioxydant le plus actif des caroténoïdes alimentaires (Agarwal & Rao, 2000), qui donne sa couleur rouge à la tomate mûre.

#### **1.1.7. Structure et composition de la tomate fraîche**

La texture est la résultante de propriétés liées à la chair (péricarpe), à la présence du gel contenu dans les loges du fruit et à l'épaisseur ou l'élasticité de la peau. La tomate est un fruit dont la composition interne n'est pas homogène (Figure 4). Des notions de fermeté, fondant et jutosité concernent la chair. Le gel joue un grand rôle dans la sensation générale des tomates juteuses (Navez *et al.*, 2009).

Les tomates peuvent avoir des compositions variables en fonction du cultivar, du lieu de culture, de la façon dont elles sont cultivées (technologie agricole et facteurs environnementaux) et du stockage après la récolte. Par exemple, une intensité lumineuse plus élevée peut augmenter la teneur en caroténoïdes et en vitamine C (Genard *et al.*, 2010).

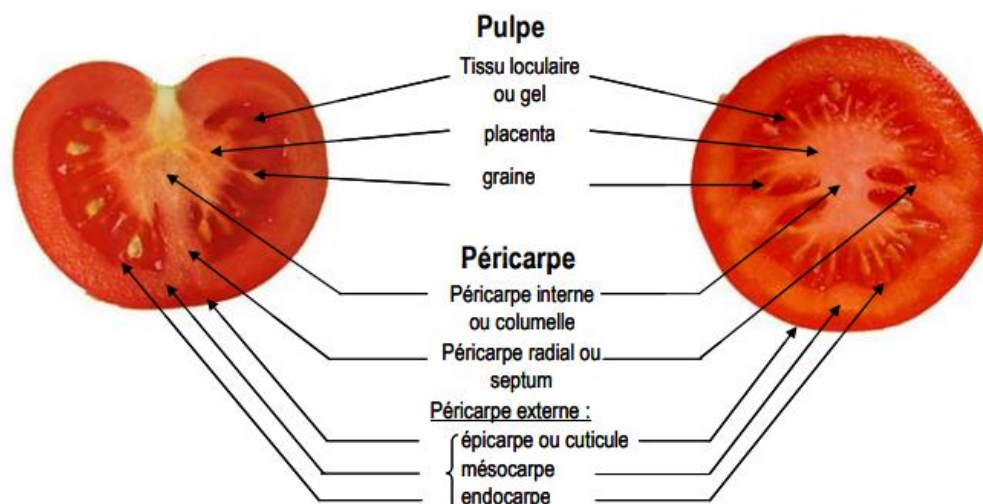


Figure 4: Structure d'un fruit de tomate (Genard *et al.*, 2010).

### 1.1.7.1. Compositions majeures

Contrairement à la plupart des fruits, la tomate est un aliment très peu énergétique, car prise crue, elle n'apporte qu'environ 22 Kcalories/100 g et 26 Kcalories/100 g à l'état cuit. La tomate comme la plupart des légumes, présente une bonne densité nutritionnelle avec : 95 % d'eau et 5 % de matière sèche composée de 50 % de sucres (fructose et glucose), 25 % d'acides organiques (acides citrique et malique), 8 % de minéraux, 2 % d'acides aminés, de caroténoïdes et autres métabolites secondaires (Chougar, 2011).

### 1.1.7.2. Compositions mineures

La tomate contient de nombreux minéraux et oligoéléments. Elle apporte beaucoup de potassium (245,0 mg/ 100 g) ce qui fait d'elle une source appréciable de cet important minéral. Elle peut fournir également 50 à 160 mg de vitamine C et 22,5 à 90 mg de vitamine E. Parmi les phyto-constituants, elle contient des polyphénols (l'acide férulique, l'acide chlorogénique, l'acide caféique), des flavonoides (la quercitrine, le kaempférol, la rutine et la naringénine) (Markovic *et al.*, 2006). Et des pigments porphyriques comme les chlorophylles et les caroténoïdes dont le carotène, le lycopène, les anthophylles, etc. Enfin le lycopène, qui lui donne sa couleur rouge, constitue avec le  $\beta$ -carotène l'essentiel des caroténoïdes que l'on peut trouver dans la tomate (Degrou, 2013).

La composition en lipides varie en fonction de la variété et du degré de maturité lors de la récolte ; plus de 33 acides gras ont été répertoriés dans le péricarpe, avec une teneur en lipides (Tableau I) de 0,3 g par 100 g de poids frais.

Tableau I : Composition de la tomate fraîche (Degrou, 2013)

Constituants de la tomate					
	Eau	Glucide	Substance azotée	Lipide	Cendre
<b>Teneur (en %)</b>	93,5	3,6	0,95	0,3	0,74

### 1.1.8. Principaux antioxydants

#### 1.1.8.1. Poly-phénol

Tous les végétaux possèdent des composés phénoliques. Ces derniers regroupent une large gamme de substances, des formes les plus simples aux plus complexes (lignines et tanins) et possèdent tous un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Les composés d'intérêt pour la qualité du fruit sont principalement les acides phénoliques, les phenylpropanoïdes, les coumarines et les flavonoïdes (flavonols, anthocyanidins, flavanols) (Navez *et al.*, 2009).

Ces composés jouent un rôle sur l'apparence du fruit (pigmentation), son goût (astringence et amertume) et sa valeur nutritive (antioxydant). Les flavonoïdes sont majoritairement localisés dans la partie externe du fruit (Peau et péricarpe). Les acides hydrox cinnamiques (esters de glucose et d'acide quinique ou de glucosides formés avec les acides caféique, férulique et paracoumarique) sont plus présents au niveau de la chair et dans les graines et le gel qui les entoure (Navez *et al.*, 2009).

Le composé phénolique le plus abondant dans le fruit de tomate est l'acide chlorogénique dont la concentration est la plus élevée au stade fruit vert. Elle chute au cours du mûrissement. A l'inverse, la rutine et des dérivés de l'acide caféique voient leur concentration augmenter dans le fruit mûr (Navez *et al.*, 2009).

#### 1.1.8.2. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles qui contiennent une chaîne centrale hautement poly-insaturée. La structure de base des caroténoïdes est formée d'une longue chaîne hydrocarbonée en C18 où alternent simples et doubles liaisons portant quatre groupements méthyles, et de cycles en C6 ( $\beta$ -ionone), situés à chacune des extrémités de cette chaîne (Bouazza & Hassikou, 2015). Les caroténoïdes peuvent être de couleur rouge, jaune, ou orange et sont largement distribués dans la nature. Plus de 700 caroténoïdes naturels identifiés jusqu'à présent, dont 50 peuvent être absorbés et métabolisés par le corps humain (Bouazza & Hassikou, 2015).

Chimiquement, les caroténoïdes peuvent être divisés en deux classes principales. La première classe contient les caroténoïdes fortement insaturés tels que le lycopène,  $\alpha$ -carotènes,  $\beta$ -carotènes, qui n'ont pas d'oxygène et ont habituellement une couleur orange et rouge. Vu leur richesse en insaturation, ils sont particulièrement susceptibles à l'oxydation (Bouazza & Hassikou, 2015). La deuxième classe contient les xanthophylles (lutéine, zéaxanthine), qui sont les dérivés oxygénés et ont un ou plusieurs groupes oxygénés.

### 1.1.8.3. Lycopène

Le lycopène appartient à la famille des caroténoïdes, c'est un polyène acyclique de chaîne ouverte avec 11 doubles liaisons et une formule moléculaire de  $C_{40}H_{56}$ . Il a 11 doubles liaisons conjuguées disposées linéairement, le rendant le plus long caroténoïde (Figure 5).

Le lycopène qui est le caroténoïde prédominant de la tomate avec un taux de plus de 95 % et le principal colorant responsable de la couleur rouge-foncé, caractéristique des fruits mûrs de tomate et des produits de tomate, a suscité beaucoup d'attention ces dernières années en raison de son effet bénéfique dans la prévention de certaines pathologies (Kisselmina, 2011).

Le lycopène est absorbé plus facilement par le corps humain lorsqu'il est préparé dans le jus, la sauce, la pâte, et le ketchup. Ceci peut se produire en partie parce que le lycopène est inclus dans la matrice de fruit frais et des cellules végétales, ce qui empêche son dégagement complet (Bouazza & Hassikou, 2015).

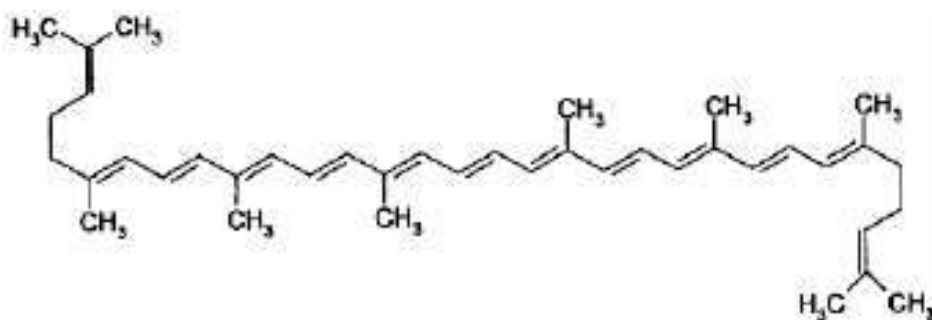


Figure 5: Structure moléculaire du lycopène (Stahl *et al.*, 2000)

### 1.1.9. Culture de la tomate

La culture de la tomate a énormément évolué au cours des dernières décennies. Les techniques culturales se sont diversifiées et sont mises en œuvre maintenant dans des conditions de milieu très variées et avec des types variétaux en constante évolution (Blancard *et al.*, 2009). Différents objectifs sont poursuivis par les professionnels : l'augmentation des rendements, l'élargissement du calendrier de production, la mécanisation des opérations et l'amélioration de

la qualité des fruits, tant pour le marché de frais que pour les tomates destinées à la transformation industrielle.

La culture de la tomate est possible toute l'année, mais elle donne les meilleurs résultats en saison sèche. Les températures idéales sont de 20 à 27 °C. La fructification est mauvaise au-dessus de 30 °C et en dessous de 10 °C. La tomate pousse sur une large gamme de sols, mais préfère des sols limoneux, riches en matières organiques, bien travaillés et drainés. Le pH optimum est de 6,0 et 7,0. La rotation culturale est une pratique importante : planter la tomate après les céréales. Eviter de cultiver la tomate après une culture de solanacées telle que la tomate, le piment, l'aubergine (Nimpagaritse, 2019).

### **1.1.10. Exigences pédoclimatiques de la culture de tomate**

#### **1.1.10.1. Température et lumière**

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La tomate est une plante de saison chaude. Le zéro de germination est de 12 °C. L'optimum de la croissance des racines est de 15 à 18 °C en phase de grossissement des fruits. L'optimum de la température ambiante est de 25 °C le jour et de 15 °C la nuit. La plante de tomate s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Elattir *et al.*, 2003).

#### **1.1.10.2. Eau et humidité**

L'alimentation hydrique est un facteur important du rendement et de la qualité entre autres du calibre. La tomate est gourmande en eau. Une alimentation en eau irrégulière entraîne une irrégularité du point de vue de l'alimentation en calcium et entraîne donc la nécrose apicale (Elattir *et al.*, 2003).

Les besoins en eau de la tomate se situent entre 4000 et 5000 m<sup>3</sup>/Ha. Cependant, 3 phases physiologiques correspondant à des besoins en eau différents sont à distinguer :

- **De la plantation à la première floraison** : phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés.

- **De la floraison à la maturation** : phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés.

- **En fin de récolte** : phase de vieillissement les besoins en eau sont réduits (ITCMI, 2015). Une carence en eau provoque la chute des bourgeons et des fleurs ainsi que le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité est très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importants (Naika *et al.*, 2005). Une humidité relative (RH) de 60 à 65 % est jugée optimale durant tout le cycle (ITCMI, 2015).

**1.1.10.3. Sol**

Les préférences en type de sol sont très larges. Le sol doit être bien aéré et drainant. L'asphyxie racinaire, même temporaire est préjudiciable à la culture. La teneur en matière organique du sol doit être assez élevée (2-3 %) pour obtenir de bons rendements. La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention d'eau et une bonne aération (Elattir *et al.*, 2003).

**1.1.10.4. P<sup>H</sup> du sol**

D'après Chauv & Foury (1994), la tomate tolère une large gamme de pH, le taux de pH toléré est compris entre 4,5 et 8,5 et le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7. Néanmoins, sur des sols à pH basique, certains microéléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu disponibles pour la plante. Aussi, des valeurs plus basses ou plus élevées induisent des carences minérales ou des toxicités (Van *et al.*, 2004).

**1.1.10.5. Salinité**

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 4 mmhos/cm, soit 2,5 g/l de sels totaux, le rendement baisse de 10 %. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25 % à une salinité de l'ordre de 4 g/l. L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement export, suite à la réduction du calibre du fruit. A cet effet, un contrôle de la CE durant tout le cycle de la culture est indispensable. Le contrôle se fait au niveau des goutteurs (solution fille) à l'aide d'un conductimètre et elle doit être maintenue entre 1 et 2 mmhos/cm en fonction du stade de la culture et de la saison (Belaid, 2016).

**1.1.11. Exigences nutritionnelles de la tomate****1.1.11.1. Exigence hydrique**

La tomate est très exigeante en eau en particulier pendant la floraison et enfin lors du développement des fruits. Le stress causé par une carence en eau fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et que l'humidité est très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits sont plus importantes. Les stades les plus critiques sont la floraison, la fructification et le grossissement des fruits (Naika *et al.*, 2005).

**1.1.11.2. Exigence en éléments fertilisants**

Les besoins de la tomate en éléments fertilisants sont importants. Ils demandent à être ajustés en fonction de la technologie de production, de la nature du sol, de la stratégie d'irrigation et du rendement escompté (Tikarrouchine, 2009). La tomate nécessite des éléments fertilisants tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) ainsi que le magnésium (Mg)

(Naika *et al.*, 2005). Pour l'azote, la principale période de consommation se situe dans la phase active de la croissance et de la floraison. Les besoins de la tomate en phosphore sont faibles par rapport aux deux autres éléments. Pour les oligo-éléments, la tomate est sensible à la carence, au magnésium, zinc, fer, Bor, et très sensible au manque du molybdène (Naika *et al.*, 2005).

#### **1.1.12. Qualité des fruits**

Les sériculteurs tentent de produire des fruits de qualité à haute valeur nutritive et riches en molécules bioactives. Une bonne gestion de l'humidité, de la température, de la luminosité et de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'air ambiant peut améliorer la qualité de la production (Dannehl *et al.*, 2014). D'après Bénard (2009), la qualité gustative des fruits peut se décomposer en trois parties : la texture, la saveur et les arômes. La texture est principalement caractérisée par la fermeté du fruit. L'arôme du fruit est défini par la concentration en composés aromatiques volatiles, sachant que plus de 400 composés ont été identifiés chez la tomate. Enfin, la saveur est relative aux teneurs en sucre et en acide.

La tomate est pourvue de substances potentiellement actives, comme les vitamines, les minéraux, les micronutriments et les fibres (Bénard, 2009).

#### **1.1.13. Récolte et conservation**

La récolte de la tomate intervient 2 à 3 mois après repiquage. Elle se fait manuellement (à la main en cueillant les fruits) de façon échelonnée. Pour une bonne conservation pour la vente, les fruits de tomate sont récoltés avant maturité complète mais pour la transformation, il est préférable de récolter les fruits mûrs.

La conservation des fruits se fait dans des caissettes en bois ou en plastique et stockées sous abri dans un endroit bien aéré ou en salle climatisée. A l'état frais, la conservation est de courte durée. Le transport des fruits doit se faire dans des caissettes pour éviter de les broyer (CNRA, 2019).

#### **1.1.14. Maladies et ravageurs de la tomate**

La tomate est sujette à de nombreux pathogènes au même titre que toutes les cultures maraîchères et plantes diverses notamment causés par des champignons, des bactéries et les virus (Nowicki *et al.*, 2013).

##### **1.1.14.1. 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).

#### **1.1.14.2. 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).

#### **1.1.14.3. 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)

#### **1.1.14.4. 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 (Braïma *et al.*, 2010).

#### **1.1.15. Maladies apparaissant lors de la conservation des tomates**

Les fruits et légumes frais peuvent être infectés par des champignons et des bactéries pathogènes pendant la croissance des cultures dans les champs, la récolte, la post-récolte et le stockage (Barth *et al.*, 2009). L'attaque de la plupart de ces organismes suit une blessure physique ou une dégradation physiologique de la denrée. Dans quelques cas, les agents pathogènes peuvent infecter des tissus apparemment sains et devenir la principale cause de détérioration (Kader, 1992). En raison de leur forme physiologique, les fruits se détériorent facilement pendant le stockage, notamment, dans des conditions de température et d'humidité élevées (Idah *et al.*, 2007). Lors de la conservation, plusieurs microorganismes peuvent se développer sur ou à l'intérieur des tomates. Elles sont souvent infectées par plusieurs espèces

de champignons tels que *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Collectotrichum truncatum*, *Phytophthora infestans*, *Pythium aphanidermatum*, *Dipodascus geotrichum*, *Fusarium oxysporum*, *Curvularia spicifera*, *Cladosporium* sp., *Penicillium chrysogenum*, *Mucor mucedo*, *Botrytis cinerea*, etc (Aryal *et al.*, 2021). Les principaux champignons responsables des maladies post-récoltes de la tomate sont : *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*, *Alternaria spp*, *Botrytis cinerea*, *Monilinia lax* et *Rhizopus stolonifer* (Mugao, 2015).

### **1.1.16. Quelques méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies de la tomate**

#### **1.1.16.1. 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).

#### **1.1.16.2. 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 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).

#### **1.1.16.3. Lutte biologique**

La lutte biologique consiste à l'utilisation des extraits de plantes et de 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 agents de lutte biologique expriment leur antagonisme contre les agents pathogènes des plantes par des interactions directes (Gerboire *et al.*, 2014).

#### **1.1.16.4. Biopesticides**

Les biopesticides, « organismes vivants ou produits issus de ces organismes ayant la particularité de supprimer ou de limiter les ennemis des cultures » sont utilisés depuis des siècles par les fermiers et les paysans. Ce système permet de contrôler les populations d'insectes, et de maladies en étant moins toxiques pour l'environnement que les pesticides

chimiques (Thakore, 2006). En fonction de l'origine et de la nature, les biopesticides peuvent être classés en trois catégories : les biopesticides microbiens, les biopesticides végétaux et les biopesticides animaux (Chandler *et al.*, 2011). Cependant, de nombreux avantages et inconvénients sont attribués à ces produits. L'utilisation de biopesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients.

#### **1.1.16.5. Avantages des biopesticides**

Les biopesticides sont des substances ou des organismes qui polluent peu l'environnement et ne causent pas de problèmes de santé car ils sont peu toxiques et basés sur des ressources naturelles. Ces pesticides se dégradent rapidement après leurs applications (en moyenne 6,5 jours contre plusieurs dizaines de jours pour la plupart produits chimiques (Deravel *et al.*, 2013). Par exemple, certains champignons comme *Trichoderma*, peuvent avoir des effets complémentaires sur la culture comme la facilitation « de l'absorption d'éléments nutritifs du sol par les plantes » (Harman, 2011).

#### **1.1.16.6. Inconvénients des biopesticides et précautions**

L'usage de certains produits peut affecter les insectes et les animaux utiles à la culture. Il est important de prendre certaines précautions telles que choisir un biopesticide adapté (connaître son mode d'attaque, son spectre d'action, ses bénéfices mais aussi ses désavantages). En outre, il faut vérifier que :

- le produit est autorisé dans la réglementation du pays en vigueur ;
- la réglementation autorise son utilisation en agriculture biologique dans tous les pays du monde ;
- les conditions climatiques sont adéquates ;
- l'efficacité n'est pas autant assurée sur tous les produits (Harman, 2011).

#### **1.1.17. Pépinière**

La pépinière est définie comme le terrain, la surface, la zone choisie et valorisée, consacrée à la multiplication et à l'élevage des jeunes plants jusqu'à ce qu'ils puissent être plantés ailleurs (Mezrai, 2020).

##### **1.1.17.1. Semis en pépinière**

C'est un mode de multiplication par voie sexuée (fécondation de l'ovule par le grain de pollen). Il consiste à placer une semence dans un milieu qui lui permettra de germer et donc de fournir une nouvelle plantule (Nadi, 2014).

### **1.1.17.2. Utilité du semis en pépinière**

Selon George (2009), l'utilité du semis en pépinière, c'est l'obtention de plants vigoureux en fournissant à la semence les conditions pédoclimatiques optimales pour une bonne germination et une bonne levée. Ces plants sont fortement ancrés au sol par leurs pivots racinaires, surtout s'ils restent en place (repiquage en motte). C'est aussi un moyen de produire un nombre très élevé de plants par mètre carré en un temps très réduit (surtout avec l'usage des semoirs automatiques). Un triage de plants est réalisé pour la transplantation en champ de culture.

Lors du semis en pépinière, on peut mieux maîtriser les attaques des maladies cryptogamiques et bactériennes sur les jeunes plants, et éviter donc une contamination précoce du champ de culture.

### **1.1.17.3. Semis en plaques multicellulaire**

La culture en multi cellules est la culture de plantules dans des contenants individuels. Chaque graine (ou petit groupe de quelques graines) est placée dans un contenant individuel (cellule, cavité ou alvéole) pour la durée de la germination et y demeure jusqu'à ce que la plantule soit prête à être repiquée. Les cellules sont regroupées en plateaux (Nadi, 2014).

Le choix du plateau doit être sérieusement planifié. En premier lieu, il faut considérer le volume de la cellule, sa profondeur et sa forme ainsi que la dimension des plateaux. Cette dernière doit être adaptée à l'équipement, afin de permettre une manutention facile et une meilleure utilisation de la superficie de la table. Par la suite, les autres facteurs à évaluer sont : le matériau de fabrication des plateaux, la couleur, le coût, la facilité de manipulation. Les possibilités de réutilisation et de stérilisation avec la possibilité de les recycler (Djiri, 2002).

### **1.1.17.4. Semences**

#### **1.1.17.4.1. Préparation des graines**

Les graines sont généralement recouvertes d'une pâte d'enrobage qui leur confère une protection contre les agents fongiques, bactériens et contre les insectes ravageurs du sol. Lors des premiers arrosages, cette couche sera dissoute pour permettre à la graine de germer dans de bonnes conditions.

#### **1.1.17.4.2. Contrôle de la qualité des semences**

- **Qualité des semences**

L'état sanitaire des semences renvoie à la présence ou à l'absence d'organismes responsables de maladies, comme les champignons, les bactéries et les virus, ainsi que de ravageurs,

notamment les nématodes et les insectes. Des essais sont réalisés de l'état sanitaire des semences dans les laboratoires pour évaluer la qualité sanitaire.

- Valeur culturale = pureté variétale \*faculté germinative/100.
- Poids de mille graines : cela permet de calculer le besoin en semence.

- **Qualité physique des semences**

La qualité physique des semences d'un lot est définie par les caractéristiques suivantes (Nour, 2017) :

- **un minimum de semences endommagées** : les semences endommagées (cassées, fendues ou déformées) peuvent ne pas germer et sont plus facilement agressées par les insectes ou les micro-organismes. Il est possible d'éliminer la plupart des semences endommagées au cours du traitement (conditionnement).

- **une quantité minimale de semences, de mauvaises herbes ou de matières inertes** : les semences de bonne qualité ne devraient pas contenir de semences de mauvaises herbes (surtout de type nuisible), de sons, de pierres, d'impuretés et de semences d'autres cultures.

- **un minimum de semences malades** : la décoloration ou les taches sont des symptômes suggérant que la semence peut présenter des micro-organismes qui l'ont déjà agressée ou qui l'agresseront lorsqu'elle commencera à pousser. La plante peut survivre et faire propager la maladie.

- **Qualités physiologiques**

Le pourcentage de germination est un indicateur de la capacité des semences à lever et à produire une plante dans des conditions normales. La vigueur de la semence est la capacité à lever et à survivre dans des conditions potentiellement difficiles et à avoir une croissance rapide dans des conditions favorables. La perte de capacité de germination est la dernière étape d'un long processus de détérioration avec perte graduelle de viabilité.

La diminution de vigueur et d'autres changements physiologiques se produisent avant la perte de germination. Par conséquent, les semences ayant une germination acceptable peuvent avoir une vigueur faible (Nour, 2017).

## **1.2. *Aloe vera***

### **1.2.1. Origine historique**

*Aloe vera* est originaire du climat chaud et sec de l'Afrique. De nombreuses preuves archéologiques et historiques démontrent que *Aloe vera* et son utilisation par l'humain à des fins médicinales remontent à plus de 5000 ans (Kelouili & Bouchentouf, 2018). Il a été retrouvé des traces de la plante dans les plus grandes civilisations à des époques différentes et dans des

régions du monde fort éloignées les unes des autres. Il a été trouvé et décrit dans les écrits de beaucoup de différentes cultures et aussi loin que les époques grecque, égyptienne et romaine. Des références ont également été trouvées dans les écrits des premières cultures indiennes et chinoises. Il a été l'un des plus largement utilisés et l'une des plantes les plus recherchées tout au long de l'histoire (Mehta, 2017).

L'emploi de *Aloe vera* était pratiqué dans des contrées aussi éloignées les unes des autres en Europe du Sud, au Moyen-Orient, en Afrique du Nord, en Asie, en Extrême-Orient et en Amérique. L'homme a toujours utilisé *Aloe vera* pour prévenir ou pour soigner nombreux de ses maux (Michayewicz, 2013). Plusieurs preuves archéologiques et historiques témoignent de ses multiples et identiques usages médicaux dans toutes les grandes civilisations sans aucune exception. L'*Aloe vera* a un usage universel qui est connu dans plusieurs civilisations

## **1.2.2. Quelques civilisations de *Aloe vera***

### **1.2.2.1. Civilisation européenne**

*Aloe vera* est introduit en Europe vers 1000-1300 après J-C. Pendant les croisades, « Elixir de Jérusalem » composé d'un mélange de vin de palme, de pulpe d'aloès et de chanvre, était une boisson très prisée des Templiers, qui lui attribuaient leur secret de longévité (Michayewicz, 2013).

Au Moyen Age et pendant la renaissance, les usages de l'aloès médicinal se répandirent dans le monde et dans les régions les plus froides de l'Europe. Du fait que la plante poussait sous des climats chauds, les Européens du nord ne s'y intéressèrent pas, alors qu'en Espagne, au Portugal et en Italie où elle était abondante, la population lui accordait beaucoup de considération (Michayewicz, 2013).

Vers 1400-1500 ans après J-C, les conquérants espagnols et les missionnaires divulguèrent la culture et l'utilisation de *Aloe vera* dans le monde. Grâce à la plante, les marins espagnols de la Santa Maria décimés par la malnutrition et la maladie étaient sauvés. Christophe Colomb en parla alors dans ses journaux de bord et l'appela le « docteur en pot ». Il dit : « Quatre végétaux sont indispensables à la vie de l'Homme : le blé, la vigne, l'olivier et l'aloès. Le premier te nourrit, le second te réjouit, le troisième t'harmonise et le quatrième te guérit ». La teinture de *Aloe vera*, amère, était également utilisée pour badigeonner les doigts des enfants afin d'éviter qu'ils les portent à la bouche (Michayewicz, 2013).

### **1.2.2.2. Civilisation égyptienne**

Les anciens égyptiens vénéraient l'*Aloe vera*, qu'ils appelaient « Plante de l'immortalité » (Ravi *et al.*, 2011). Dans la tradition au temps des pharaons, il était important d'apporter une

plante d'aloès à l'enterrement comme cadeau, parce que c'était un symbole d'une nouvelle vie (Schweizer, 2006). Le jus d'aloès fit partie intégrale des ingrédients utilisés pour la taxidermie des morts comme dans le cas du roi Ramsès (Bassetti & Sala, 2005). Aujourd'hui, en Egypte, la plante signifie toujours bonheur et protection, surtout si elle est placée à l'intérieur des maisons.

### 1.2.2.3. Civilisation gréco-romaine

*L'Aloe vera* symbolisait la beauté, la patience, la fortune et la santé pour les Grecs. La plante fut utilisée par Hippocrate, Aristote, Plin l'Ancien et bien d'autres en tant que laxatif, pour soigner les blessures, soulager les tumeurs, traiter les furoncles et les maux d'estomac.

### 1.2.2.4. Civilisation arabe

La civilisation arabe fut l'une des premières à produire des extraits commerciaux de *Aloe vera* à base de sève et pulpe mélangées. Ces extraits résineux, qui servaient surtout de laxatif, mais aussi à bien d'autres usages internes et externes, contribuèrent largement à la diffusion de l'*Aloe vera* dans de nombreux pays du Moyen-Orient et d'Asie.

## 1.2.3. Description botanique et classification

Parmi les quelques 300 variétés d'aloès, c'est l'*Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) qui est utilisée pour la production de pulpe fraîche, jus et gel. L'*Aloe vera* appartient à la classe des Monocotylédones et à la famille des Liliaceae. C'est une plante arborescente qui peut atteindre 1 mètre de haut. Les racines sont massives et peu profondes. La tige est très courte et porte des feuilles charnues à coupe triangulaire qui peuvent atteindre jusqu'à 80 cm de long et 10 cm de large (Figure 6). Les bords et la pointe sont munis d'épines (Kelouili & Bouchentouf, 2018).

Dans son biotope, l'*Aloe vera* pousse sur des terrains pauvres, sablonneux et calcaires des régions désertiques. A la floraison, les fleurs sont groupées sur plusieurs hampes florales. Elles sont pendantes, jaunâtres et rappellent la forme de trompette. C'est une plante qui se reproduit soit par graines, soit encore par stolons. C'est la pulpe des feuilles qui sert à produire le jus de *Aloe vera* cultivée industriellement aux Etats-Unis et au Mexique. La plante donne un jus de *Aloe vera* de moins bonne qualité que celui produit en culture biologique en Andalousie.

D'autre part, de nombreux jus de *Aloe vera* d'importation sont des poudres réhydratées et le processus de déshydratation détruit de nombreux composants dont les vitamines (Kelouili & Bouchentouf, 2018).

La classification de *Cronquist* est une classification des Angiospermes. Elle est la dernière version des classifications majeures. Elle repose essentiellement sur des critères

morphologiques, anatomiques et chimiques. Ainsi, les végétaux présentant un nombre élevé de ressemblance sont réunis au sein d'une même famille (Michayewicz, 2013). *Aloe vera* est donc classée comme suit :

Règne	: Plantae
Sous règne	: Trachéobionta
Embranchement	: Spermaphytophyta
Sous embranchement	: Magnoliophyta
Classe	: Liliopsida
Sous classe	: Liliidae
Ordre	: Liliales
Famille	: Liliaceae
Genre	: <i>Aloe</i>
Espèce	: <i>Aloe vera</i>



Figure 6: Plantes de *Aloe vera* (N'goran, 2024)

#### 1.2.4. Constituants de la plante

Les analyses effectuées sur l'*Aloe vera* démontrent son exceptionnelle richesse. Chacun de ses constituants est susceptible d'exercer une action bénéfique sur l'organisme. Mais, les scientifiques considèrent en fait qu'ils agissent en synergie, potentialisant leurs effets respectifs (Kelouili & Bouchentouf, 2018). Ainsi le gel d'*Aloe vera* comprend :

- les polysaccharides : acémannane, glucomannane ;

- l'acide malique qui est un acide organique indispensable à la formation d'énergie par le corps lors de la digestion ;
- les vitamines B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, bêta-carotène (précurseur de la vitamine A) ;
- les minéraux : Calcium, Cuivre, Fer, Magnésium, Potassium, Sodium, Zinc, Phosphore, Bore, Chrome ;
- les enzymes dont Alinase, Amylase, Bradykinase, Carboxypeptidase, Catalase, Cellulase, Glucose-Oxydase, Lipase, Phosphatase, Déshydrogénase ;
- les acides aminés tels que : Acide Glutamique, Glutamine, Glycine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Phénylalanine, Proline, Sérine, Thionine, Tyrosine, Valine ;
- les dérivés anthracéniques (de la sève) : barbaloiné, *Aloe-émодol*, isobarbaloiné, aloïnosides ;
- les substances antiseptiques : soufre, phénol, lupéol, anthraquinones ;
- les substances antalgiques : lupéol, magnésium, acide salicylique ;
- les substances anti-inflammatoires : acides gras, bradykinase, gibbérelline, anthraquinone ;
- des autres constituants : Aloésine, Aloénine, acide cinnalique, acides chrysophanique, résistanol (dérivé alcoolique de l'acide cinnamique), lignine, saponines, huiles volatiles, choline (Jia *et al.*, 2008).

### 1.2.5. Composition chimique de *Aloe vera*

*Aloe vera* est riche en molécules de valeur importante. Il contient des glucides, des lipides des protéines (Ahmed & Hussain, 2013) et des acides aminés. Il contient sept acides aminés essentiels qui sont Isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, valine et 14 acides aminés secondaires tels que Acide aspartique, acide glutamique, alanine, arginine, cystine, glycine, histidine, hydrox proline, proline, sérine et tyrosine (Kelouili & Bouchentouf, 2018). En plus des acides aminés, *Aloe vera* renferme aussi des anthraquinones (aloïne, isobarbaloiné, anthracène, emodine, ester d'acide innamique, aloe-amidon, barbaloiné, anthranones, acide aloétique...etc), des vitamines (vitamine B1, B2, B3, PRO-B5, B6, B9, B12, A,C, D, E), des sels minéraux tels que calcium-potassium, magnésium, manganèse, zinc , fer et des enzymes (Tableau II) selon Hamman (2008) et Michayewicz (2013).

Tableau II : Constituants chimiques des feuilles de *Aloe vera* (Alkuwayti *et al.*, 2022)

Constituants chimiques	Quantité	Unité
Azote	80,65	mg/100g
Phosphore	6,95	mg/100g
Potassium	60,14	mg/100g
Fer	0,229	mg/100g
Zinc	0,028	mg/100g
Manganèse	0,0266	mg/100g
Calcium	40	mg/100g
Cuivre	0,0042	mg/100g
Magnésium	14,44	mg/100g
Sodium	51,12	mg/100g
GA3	16	mg/100g
AAI	0,63	mg/100g
ABA	3,06	mg/100g
Glucose	3,2	g/100g
Protéine	1	mg/g
Stérol	18,73	mg/g

## 1.2.6. Quelques propriétés de *Aloe vera*

### 1.2.6.1. Propriétés antimicrobiennes

Des études ont été réalisées pour évaluer l'activité antimicrobienne de *Aloe vera* et de ses principaux constituants. La plupart de ces études sont *in vitro* et sont focalisées sur l'activité antibactérienne. Les bactéries les plus étudiées sont *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Un extrait aqueux de *Aloe vera* réduit la croissance et la formation de biofilm contre la résistance du *Staphylococcus aureus* à la méthicilline. Cette bactérie a également été inhibée par le gel de *Aloe vera* (concentrations de 50 % et de 100 %), ainsi que par d'autres agents pathogènes oraux obtenus de patients atteints d'abcès péri apical et parodontal, y compris *Actino bacillus*, *Actinomycece mcomitans*, *Clostridium bacilli*, et *Streptococcus mutans* utilisant des méthodes de dilution discale, de micro dilution et de dilution sur gélose. Le gel de *Aloe vera* a également inhibé d'autres bactéries Gram négatif (*Helicobacter pylori* et *Escherichia coli*) ainsi que le champignon *Candida albicans* (Ignacio *et al.*, 2020).

### 1.2.6.2. Propriétés antifongiques

Un extrait glycolique de feuilles fraîches de *Aloe vera* a inhibé *in vitro* la croissance de *Candida albicans* et a diminué la formation des tubes germinatifs, caractéristiques de l'espèce et nécessaires à sa virulence (Bernardes *et al.*, 2012). De même, l'administration orale de gel a significativement réduit la croissance de *Candida albicans* dans la rate et les reins après l'injection intraveineuse de ce dernier chez des souris (Im *et al.*, 2010).

### 1.2.6.3. Propriétés antivirales

L'activité antivirale de *Aloe vera* a fait l'objet de plusieurs recherches sur des virus mortels.

#### 1.2.6.3.1. Virus *Herpès simplex*

L'extrait du gel de *Aloe vera* (concentrations de 0,2 % à 5 %) a montré une activité antivirale contre le virus *Herpès simplex* de type 1, en inhibant sa croissance.

#### 1.2.6.3.2. Virus de la grippe H1N1

Des études *in vitro* ont démontré que les polysaccharides d'aloès ont réduit la réplication du virus de la grippe de sous-type H1N1 et la période d'adsorption virale en interagissant avec les particules du virus de la grippe (Ignacio *et al.*, 2020).

#### 1.2.6.3.3. Virus de la grippe COVID-19

L'extrait du gel d'*Aloe vera* a montré une activité antivirale contre de nombreux virus mortels (Tableau III), à savoir coronavirus du SARS (SRAS-CoV 1). Le coronavirus du SARS(COVID19) est un virus appartenant à la famille des *Corona viridae*, responsables d'infections digestives et respiratoires chez l'Homme et l'animal. Le virus de la covid-19 est un nouveau virus de la même famille que d'autres virus tels que le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et certains types de rhumes courants. Le virus tire son nom du fait de son apparence : il est entouré d'une capsule de protéines en forme de couronne (Mpiana *et al.*, 2020).

La plupart des personnes infectées par le virus responsable de la COVID19 présentent une maladie respiratoire d'intensité légère à modérée. Les personnes âgées et celles qui ont d'autres problèmes de santé, tels qu'une maladie cardiovasculaire, un diabète, une maladie respiratoire chronique ou un cancer, ont plus de risques de présenter une forme grave (Seguen & Brimess, 2014). Dans les cas plus graves, l'infection peut provoquer une pneumonie, un syndrome respiratoire aigu sévère, une insuffisance rénale et même la mort.

En cas d'épidémie, l'*Aloe vera* aide à renforcer le système immunitaire face au coronavirus (COVID-19). Ainsi l'ensemble des composants de l'*Aloe vera* contribue à :

- stimuler les défenses immunitaires naturelles ;
- favoriser l'équilibre général en renforçant le métabolisme ;
- prévenir les agressions dues à l'environnement et au stress ;
- lutter contre les états de fatigue psychique et physique (Boudjouref, 2011).

L'acemannan est le principe actif le plus exploité de *Aloe vera* en raison de ses multiples bienfaits sur le corps (Mpiana *et al.*, 2020) à savoir :

- aide les cellules à être plus résistantes aux virus et aux bactéries pathogènes ;
- améliore le métabolisme cellulaire et son fonctionnement ;
- favorise la réduction des inflammations ;
- permet une meilleure absorption de l'eau, des nutriments, vitamines et minéraux au niveau des intestins.

Tableau III : Résumé de l'activité antivirale de *Aloe vera* (Boudjouref, 2011)

Types de virus	Type de génome	Molécules	Mode d'action
Septicémie virale hémorragique Rhodavirus (SHV)	à ARN	<b>Aloïne</b>	Destruction de la double couche phospholipidique par incorporation dans l'enveloppe virale
Coronavirus du SRAS (SRASCoV)	ARN	<b>Aloe-émodine</b>	L'aloé-émodine inhibe le clivage de la protéase de type 3C, une enzyme qui joue un rôle important dans la réplication virale en agissant sur le processus protéolytique au niveau de la réplicase
Virus de l'herpès simplex de type 1 (HSV 1) HSV 2	ADN	<b>Aloe-émodine</b>	Inhibition de la biosynthèse des acides nucléiques entraînant l'arrêt de la synthèse des protéines
Virus varicellezoua			
VIH-1	ARN	<b>Acemannane</b>	L'acemannane inhibe la glycosylation des protéines virales et inhibe la fusion cellulaire et la suppression de la libération du virus
Poliovirus		<b>Acide chrysophanique</b>	Cette molécule empêche la pénétration du virus dans la cellule, soit la traduction de l'ARN viral, soit le clivage initial de la protéine virale.
Cytomégalovirus (CMV)	ADN	<b>Lectines</b>	Les leptines inhibent la prolifération du CMV en interférant avec la synthèse des protéines
Papillomavirus humain (HRHPV)			

### 1.2.7. Croissance et développement

*Aloe vera* a un métabolisme spécial, dit “métabolisme acide crassulacé” (CAM). Les plantes de ce type sont capables de fixer le CO<sub>2</sub> durant la nuit, et opèrent la photosynthèse durant la journée avec leurs stomates fermés, réduisant ainsi au minimum la perte d'eau. Cette

caractéristique, jointe à la succulence des feuilles et des tiges et à la présence d'une cuticule épaisse, les rend bien adaptés à des conditions de sécheresse. Les oiseaux sont les principaux pollinisateurs des aloès, mais en Afrique les abeilles jouent également un rôle. En Afrique, *Aloe vera* fleurit et fructifie normalement, mais ailleurs la formation de fruits est rare. On suppose que la déficience de la fructification est due à la stérilité du pollen et à une auto-incompatibilité (Morin, 2008).

### 1.2.8. Ecologie

*Aloe vera* pousse dans une large gamme de conditions climatiques. Il préfère des sols sableux ou limoneux, bien drainés, et peut pousser dans des sols pauvres en éléments nutritifs, mais il prospère sur les sols riches. Il est tolérant à la salinité. Des plantes bien installées peuvent très bien survivre à la sécheresse quoique leur système racinaire soit relativement superficiel. *Aloe vera* n'est pas très résistant au gel, mais survivra à une température de  $-3\text{ °C}$  avec peu de dégât. Il faut le planter en plein soleil ou sous un léger ombrage. Durant les mois d'hiver dans les zones subtropicales, la plante entre en dormance et utilise très peu d'eau (Michayewicz, 2013).

### 1.2.9. Multiplication et plantation

Pour la culture, la multiplication végétative est préférée aux graines, en raison de la levée médiocre des semis et de la croissance plus rapide des rejets. Un déficit hydrique peut entraîner une diminution de la formation des rejets. Ceux-ci peuvent être coupés sur plante mère quand ils atteignent 15-20 cm de long, et peuvent être cultivés en pépinière la première année. La micro-propagation par culture in vitro de méristèmes végétatifs ainsi que la régénération in vitro d'explants à base des feuilles sont possibles (Fakim & Schmelzer, 2008).

Les principaux producteurs d'*Aloe vera* au monde possèdent des milliers d'hectares où la plante est cultivée et traitée, depuis les pépinières jusqu'aux produits prêts à l'emploi tout en respectant les normes de production les plus exigeantes. Les pays comme le Mexique, l'Amérique du Nord ou encore le Vietnam pratiquent la culture extensive basée sur une faible productivité du sol, sans intrants chimiques, ni drainage et arrosage. Cette pratique sur de vastes étendues est donc caractérisée par un faible rendement à l'hectare. En ce qui concerne les Etats-Unis, la culture en serre est préférée. Certaines entreprises traitent la culture de l'*Aloe vera* à des plantations indépendantes (Schmelzer & Guris, 2008).

### 1.2.10. Production et commerce international

Le chiffre d'affaires total annuel de produits frais de gel de *Aloe vera* dans le monde s'est élevé et est passé à environ 125 millions en 2004 à 1,6 milliards de dollars en 2015 et devrait

atteindre 3,3 milliards en 2020 (N'goran, 2024). Sur les marchés ouest-africains, ainsi que dans les supermarchés aux Etats-Unis, les feuilles fraîches de *Aloe vera* sont vendues. Le continent américain fournit environ 60 % du gel commercialisé dans le monde, le Mexique, la République Dominicaine et le Venezuela étant les principaux producteurs. L'Asie et l'Australie fabriquent le reste des produits commercialisés dans le monde avec comme pays principaux la Chine et la Thaïlande. Au Nigeria, l'*Aloe vera* est cultivé industriellement en vue du marché local (Ernest *et al.*, 2005).

### 1.2.11. Maladies et ravageurs

*Aloe vera* a peu de ravageurs du fait que son épiderme coriace lui confère une excellente résistance. De plus, les anthraquinones amères contenues dans la couche extérieure des feuilles rendent la plante peu attrayante. En Afrique, aucune maladie sérieuse ne menace l'*Aloe vera*. En Inde, *Alternaria alternata* et *Fusarium Solani*, qui sont des champignons, provoquent des taches foliaires. Aussi dans l'île d'Aruba (située dans la mer des Antilles), on observe une anthracnose, maladie cryptogamique provoquée par *Erwinia chrysanthemi* (Michayewicz, 2013).

### 1.2.12. Récolte

Les plantes de *Aloe vera* mettent environ trois ans pour atteindre une taille récoltable, et ensuite, les feuilles peuvent être récoltées pendant environ sept ans. L'exsudat est récolté en coupant les feuilles transversalement près de la tige et en les plaçant de telle sorte que le jus s'écoule dans des pots, des tubes, des vases ou même une simple toile placée au-dessus d'un creux dans le sol. On peut aussi obtenir l'exsudat en pressant les feuilles ou par rouissage dans de l'eau chaude ou froide. Les feuilles sont généralement coupées le matin, et il faut quatre à cinq heures pour que le jus s'écoule d'une pile de feuilles. Seules, les feuilles les plus âgées sont coupées, les jeunes feuilles et les méristèmes étant épargnés (Afolayan & Adebola, 2006).

### 1.2.13. Quelques utilisations de *Aloe vera*

*Aloe vera* est une plante à plusieurs utilisations.

#### 1.2.13.1. Utilisations alimentaires

*Aloe vera* est une plante riche en différents nutriments de haute valeur nutritionnelle tels que les vitamines, les minéraux, les sucres et les protéines (Bassetti & Sala, 2005). Le gel de *Aloe vera* est utilisé comme une source nutritionnelle (complément alimentaire) dans l'industrie agroalimentaire, surtout pour la préparation des boissons de santé sans effets laxatif. Il est utilisé comme ingrédient dans divers produits alimentaires. Par exemple, les produits laitiers, la crème

glacée, la confiserie (Ramachandra & Rao, 2008). *Aloe vera* peut être consommée comme légume au Japon et peut être transformé en nourriture ou boisson (Chang *et al.*, 2011).

Aussi, *Aloe vera* a également été utilisé en santé végétale à travers la conservation à longue durée des fruits et légumes dans plusieurs pays, notamment à Cuba, en Espagne et au Nigéria (Garcia *et al.*, 2014 ; Gboyinde, 2019).

#### **1.2.13.2. Utilisations cosmétiques**

*Aloe vera* s'utilise depuis des siècles comme lotion pour la peau. Des légendes disent que Cléopâtre devait sa beauté à cette plante (Isrine, 2001). L'industrie des produits cosmétiques utilise de plus en plus le gel des aloès pour ses propriétés hydratantes dans la formulation des baumes pour les lèvres, des masques, de crèmes et produits solaires pour éviter et guérir les brûlures. Aussi bien, les dermatites utilisent le gel des aloès après irradiation par les rayons dans les brûlures accidentelles. Le gel accélère la guérison plus ou moins selon leur gravité. Ainsi, ce gel a les propriétés de supprimer les boutons, et leur poudre dans les produits et les savons de douche a un excellent effet anti irritant et désodorisant (Li, 2009).

#### **1.2.13.3. Utilisation dans la médecine**

Les produits de santé d'aloès peuvent être employés extérieurement ou intérieurement (Schweizer, 2006). Aujourd'hui, il y a des capsules et des comprimés d'aloès sur le marché (Li, 2009). En Afrique du sud, une décoction de feuilles est administrée aux femmes pour faciliter leur accouchement. En Italie, des jus de feuilles d'*Aloe vera* sont commercialisés comme des boissons curatives (Fakim & Schmelzer, 2008).

#### **1.2.13.4. Utilisation comme plante ornementale et en horticulture**

Les aloès sont des plantes décoratives et fortement collectables. Elles sont devenues communes dans les jardins de service et du commerce horticole général (O'Brien, 2005).

#### **1.2.13.5. Utilisation en tant que pesticide naturel**

*Aloe vera* a également été étudié pour son utilisation comme pesticide naturel, surtout dans les systèmes de culture biologique. En raison de ses propriétés antifongiques et antibactériennes, le gel de *Aloe vera* est souvent utilisé dans les formulations de biopesticides pour contrôler les maladies des plantes sans nuire à l'environnement ou aux organismes bénéfiques. Par exemple, l'application de l'extrait de *Aloe vera* a montré des effets positifs contre des champignons phytopathogènes comme *Fusarium* et *Rhizoctonia* dans des cultures de légumes (Bardakci *et al.*, 2015). L'utilisation de l'Aloes comme pesticide naturel représente une approche durable et efficace pour protéger les cultures tout en réduisant la dépendance aux produits chimiques (Obono *et al.*, 2024).

### 1.2.13.6. Utilisation en tant qu'engrais naturel

L'application du gel de *Aloe vera* dans le sol peut améliorer la croissance des plantes. Selon une étude, l'utilisation combinée de *Aloe vera* et de fumier de volaille a montré des effets positifs sur la concentration de chlorophylle et sur la croissance des plantes (Jaramillo *et al.*, 2025). Ces résultats montrent que *Aloe vera* peut jouer un rôle essentiel en tant qu'engrais naturel, réduisant ainsi la dépendance aux engrais chimiques. Lorsqu'il est utilisé comme fertilisant, il peut améliorer la santé des plantes, stimuler leur croissance et augmenter leur résistance aux maladies.

### 1.2.13.7. Utilisation comme amendement organique

*Aloe vera* a montré un potentiel prometteur comme amendement organique. Ses propriétés bénéfiques, telles que son pouvoir d'améliorer la structure du sol, favorisent l'activité microbienne et l'absorption des nutriments dans les sols pauvres ou appauvris. L'extrait de gel de *Aloe vera* est utilisé dans les pratiques agricoles durables pour améliorer la fertilité des sols tout en offrant un substitut écologique aux fertilisants chimiques (Dabouz & Chihani, 2021). De plus, sa capacité à améliorer la rétention d'eau dans le sol constitue un atout dans les systèmes agricoles en zones arides et semi-arides, où l'irrigation est une ressource limitée (Baran *et al.*, 2023).

## 1.3. Généralités sur la zone d'étude

### 1.3.1. Situation géographique du département de Daloa

Daloa est une ville située au Centre Ouest de la Côte d'Ivoire entre 6°53 de latitude Nord et 6°27 de longitude Ouest. D'une superficie de 17 761 km<sup>2</sup>, la région du Haut-Sassandra a une population estimée à 705.378 habitants dont 366 165 hommes et 339 212 femmes (RGPH, 2021). Cette région est limitée au Nord par les régions du Worodougou (Séguéla) et du Béré (Mankono), au Sud par les régions du Gôh (Gagnoa) et de Nawa (Soubré), à l'Ouest par les régions du Guéon (Duekoué) et du Tonkpi (Man) et à l'Est par celle de la Marahoué (Bouaflé) (Kouman, 2018). La ville de Daloa, chef-lieu de cette région est située à 141 km de Yamoussoukro, capitale politique et à 383 km d'Abidjan la capitale économique de la Côte d'Ivoire.

### 1.3.2. Caractéristiques du milieu naturel

#### 1.3.2.1. Climat

La région du Haut-Sassandra est marquée par un climat de type subéquatorial à deux saisons dont une saison sèche et une saison des pluies (Zean *et al.*, 2018). La figure 7 montre le

diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra qui a été réalisé à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles sur une période de 30 ans (1991 à 2021). Le diagramme permet de constater que la saison sèche s'étend de Novembre à Février et la saison des pluies de Mars à Octobre. Le pic des précipitations est atteint en septembre avec 185,2 mm de pluie. Les températures moyennes mensuelles de la zone sont comprises entre 24,3 °C et 27,64 °C.

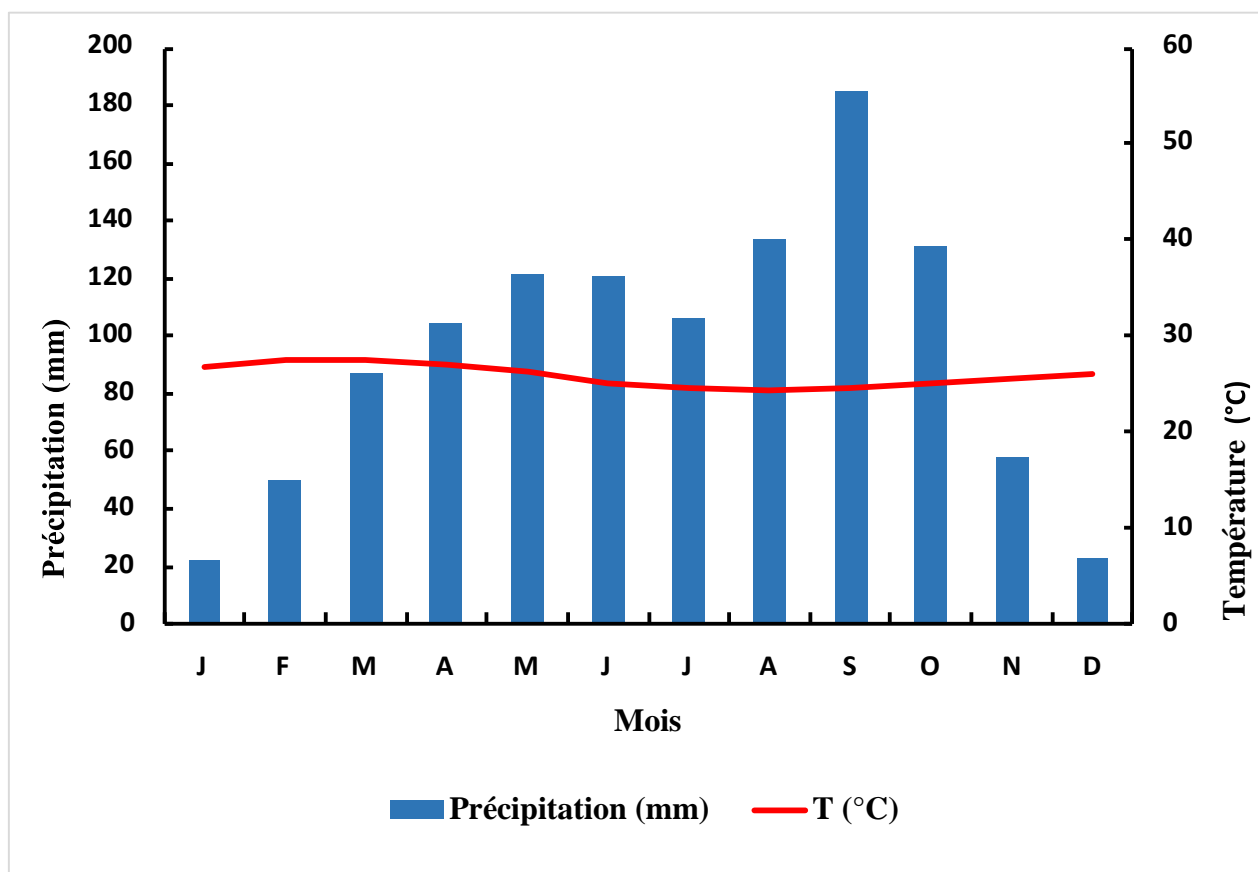


Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la région du Haut-Sassandra de 1991 à 2021 (N'goran, 2024).

### 1.3.2.2. Humidité de l'air

Les fluctuations des moyennes de l'humidité de l'air sont aussi considérables que celles des précipitations (Figure 8). En effet, les valeurs varient de 54 % à 76 % pour l'année 2020, de 65 % à 62 % pour 2021 et de 45 % à 65 % pour 2022. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées en janvier et février, et les plus fortes sont obtenues en août et septembre pour les trois années de culture (Yao, 2024).

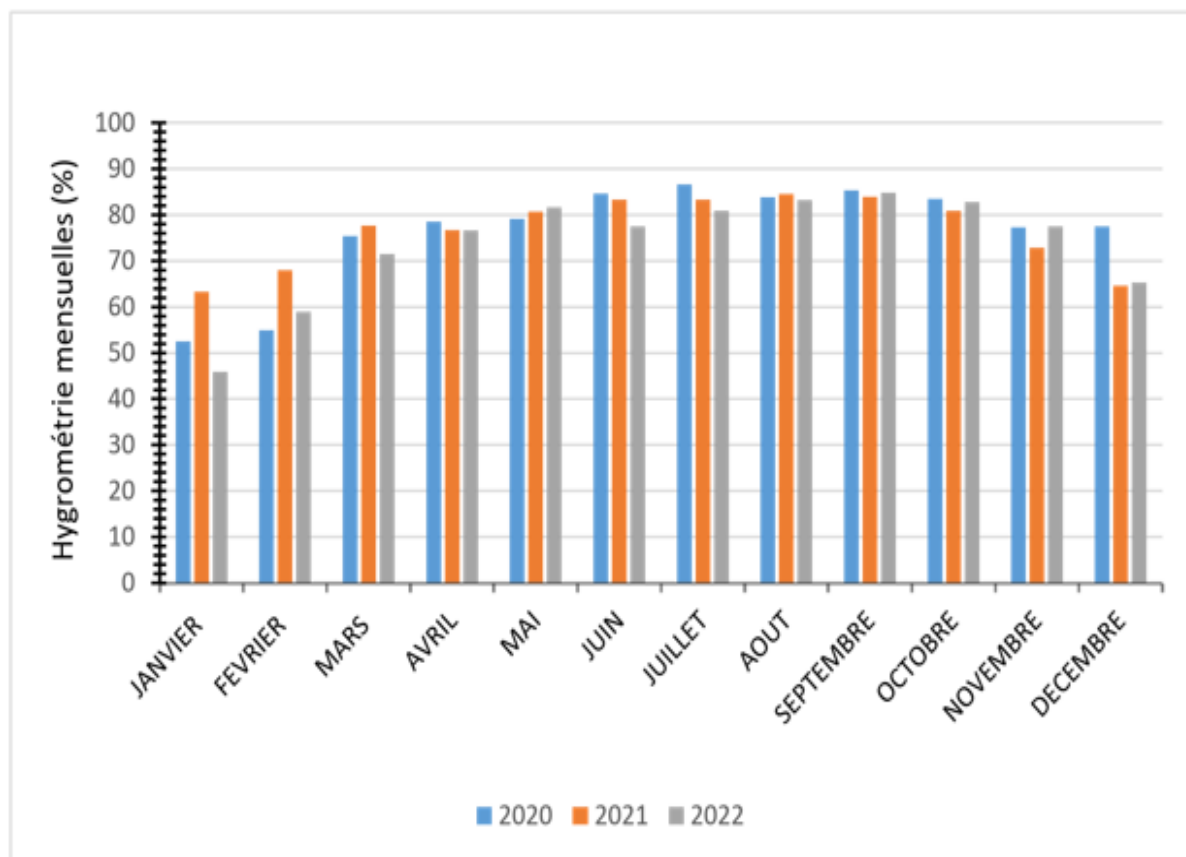


Figure 8 : Variations annuelles de l'humidité de l'air de la région du Haut Sassandra entre 2020-2022 (Yao, 2024).

### 1.3.2.3. Sol

Le substrat pédologique de Daloa appartient au vieux socle précambrien composé de granite. Les sols de la région sont majoritairement ferrallitiques (typiques). Ils sont généralement très profonds avec un taux élevé de matière organique. Il s'agit de sols ferrallitiques d'origine granitique moyennement à faiblement désaturés. Ces sols ferrallitiques présentent de bonnes aptitudes agricoles et se prêtent à tous les types de cultures (Atlas, 2007). Cependant, le sol du site expérimental localisé au quartier Tazibouo de Daloa est un gleysol sableux (Zro *et al.*, 2016).

### 1.3.2.4. Hydrographie

Le réseau hydrologique du département de Daloa est relativement dense. Il s'étend à l'Est sur le fleuve Sassandra, à l'Ouest sur la Marahoué (affluent du Sassandra) et de nombreux cours d'eau permanents. Le bassin versant de la rivière Lobo et ses affluents inondent l'ensemble des localités de la région (Sangaré *et al.*, 2009). La période des crues va de Mai à Novembre. Elle correspond aux saisons des pluies qui permettent la reconstitution des réserves hydriques du sol (Yao *et al.*, 2012).

### 1.3.2.5. Flore et végétation

La région du Haut-Sassandra est couverte par une végétation forestière. Cette région se caractérise par une flore très variée avec deux types de végétations bien distinctes, à savoir une zone forestière et une zone de savane. La zone forestière occupe la majeure partie de la région. Elle se caractérise par une forêt semi-décidue à *Celtis* sp. et *Triplochiton scleroxylon* (samba). Mais la forte densité de population dans cette région, a profondément modifié la végétation naturelle. Ainsi, la forêt dense semi-décidue a fait place à des zones de cultures pérennes et vivrières ainsi qu'à des jachères (Koffié-Bikpo & Kra, 2013).

La zone de savane ou savane préforestière (Nord de Vavoua) présente une variabilité floristique en lien avec la nature du sol ou de l'action de l'homme (Koffié-Bikpo & Kra, 2013). Ainsi, apparaissent des savanes à rôniers sur les sols hydromorphes, des savanes herbeuses post culturales ou des savanes alluviales sur les bordures du fleuve Sassandra et enfin des savanes arbustives.

### 1.3.3. Potentialités agronomiques de la région

Le sol de la région du Haut-Sassandra est issu de l'altération du vieux socle précambrien. La faiblesse de l'érosion du sol justifie la présence continue du couvert végétal et rend le sol très profond en général avec le dépôt actif de l'humus organique. Les sols de composition ferrallitique présentent de bonnes aptitudes agricoles et se prêtent à tous les types de cultures. Au plan hydrographique, la présence de nombreux cours d'eaux à écoulement saisonnier tel que le Dé, le Bahoré et le Boty arrose la région donnant lieu à de nombreux bas-fonds cultivables. Cette région bénéficie de nombreux atouts non seulement pour la production des vivriers, mais aussi pour les cultures d'exportation et en particulier le binôme café-cacao. De ce fait, la région du Haut-Sassandra est la deuxième zone de production du cacao et la première de café du pays (MINAGRI, 2010). La région se présente comme le deuxième front pionnier de production de ces cultures (Adou, 2012).

### 1.3.4. Milieu humain

La région du Haut-Sassandra dispose d'une population nombreuse, en majorité rurale (Koffié-Bikpo & Kra, 2013). Selon le RGPH-2021, la population était de 1 739 697 habitants. Elle est composée en majorité d'autochtones (Bété, Gnamboi, Gouros), d'allochtones (Baoulé, Senoufo, Lobi, etc.) et d'allogènes (Burkinabé, Maliens, Guinéen, etc.). Cette potentialité humaine concourt au développement de l'agriculture dans cette région.

### **1.3.5. Etat des connaissances sur la culture de tomates**

#### **1.3.5.1. Etat des connaissances sur la tomate en Afrique de l'Ouest**

La tomate a fait l'objet de nombreuses recherches dans le monde. Plusieurs essais, de la création de variétés aptes à la campagne humide ont été réalisés. Par ailleurs plusieurs travaux de sélection dans la sous-région Ouest africaine ont abouti à la création des variétés de tomate pour la saison humide. Au Cap-Vert, le croisement de Tropiva n°3 avec la Xina suivi de sélection généalogique jusqu'en F6 a donné naissance à 2 variétés : Estrela et Formosa adaptées à la saison chaude et humide du Cap-Vert et résistantes aux nématodes. Les variétés Xina et SF863 ont été respectivement mises au point par l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) du Sénégal et l'Institut d'Economie Rurale (IER) du Mali (Kansie, 2017).

#### **1.3.5.2. Etat des connaissances sur la tomate en Côte d'Ivoire**

Quant à la Côte d'Ivoire, plusieurs variétés ont été mises en place par le centre national de recherche agronomique (CNRA) dont TMA97, TM43/14EW, TM44/14EW, etc. Ces variétés sont tolérantes à la chaleur et à l'humidité (CNRA, 2019). Mais, les variétés de tomate les plus cultivées en Côte d'Ivoire sont Roma, Petomech, Tropimech, Mongal F1, Floradade, UC 82B et Cobra 26 (Camara *et al.*, 2016).

La culture de la tomate en Côte d'Ivoire, est à cycle assez court qui donne un haut rendement. Elle a de bonnes perspectives économiques puisqu'elle génère des revenus énormes à de nombreuses populations (Bancal & Tano, 2019). La tomate est le légume le plus consommé en Côte d'Ivoire, sous la forme fraîche (salades) ou transformée (sauces) (Sangaré *et al.*, 2009). La production en 2020 était de 47 283 tonnes (Tableau IV). Ainsi, elle occupe la 7<sup>e</sup> position/16 au niveau de l'Afrique de l'Ouest, précédée du Nigeria en 1<sup>ère</sup> position et du Ghana en 2<sup>ème</sup> avec des productions de 3 816 009 et 395 755 tonnes respectivement (FAOSTAT, 2022). Cette production demeure faible pour répondre aux besoins des populations ivoiriennes car elle est estimée à plus de 100 000 tonnes de tomate par an (Soro *et al.*, 2007). Cette faible productivité crée un déficit structurel au niveau de l'offre des produits de la tomate (Akpo, 2022). De plus, la production se répartie de façon inégale sur le territoire. La figure 9 montre les zones de production et de distribution de la tomate en Côte d'Ivoire.

Tableau IV : Evaluation de la production de la tomate en Côte d'Ivoire de 2011 à 2020 (Faostat, 2022)

Années	Superficie (Hectares)	Production (Tonnes)	Années	Superficie (Hectares)	Production (Tonnes)
2011	3 222	32 364	2016	3 703	38 200
2012	3 200	33 528	2017	3 822	39 500
2013	3 300	34 734	2018	3 850	39 866
2014	3 430	35 454	2019	3 601	37 351
2015	3 578	36 800	2020	4 550	47 283

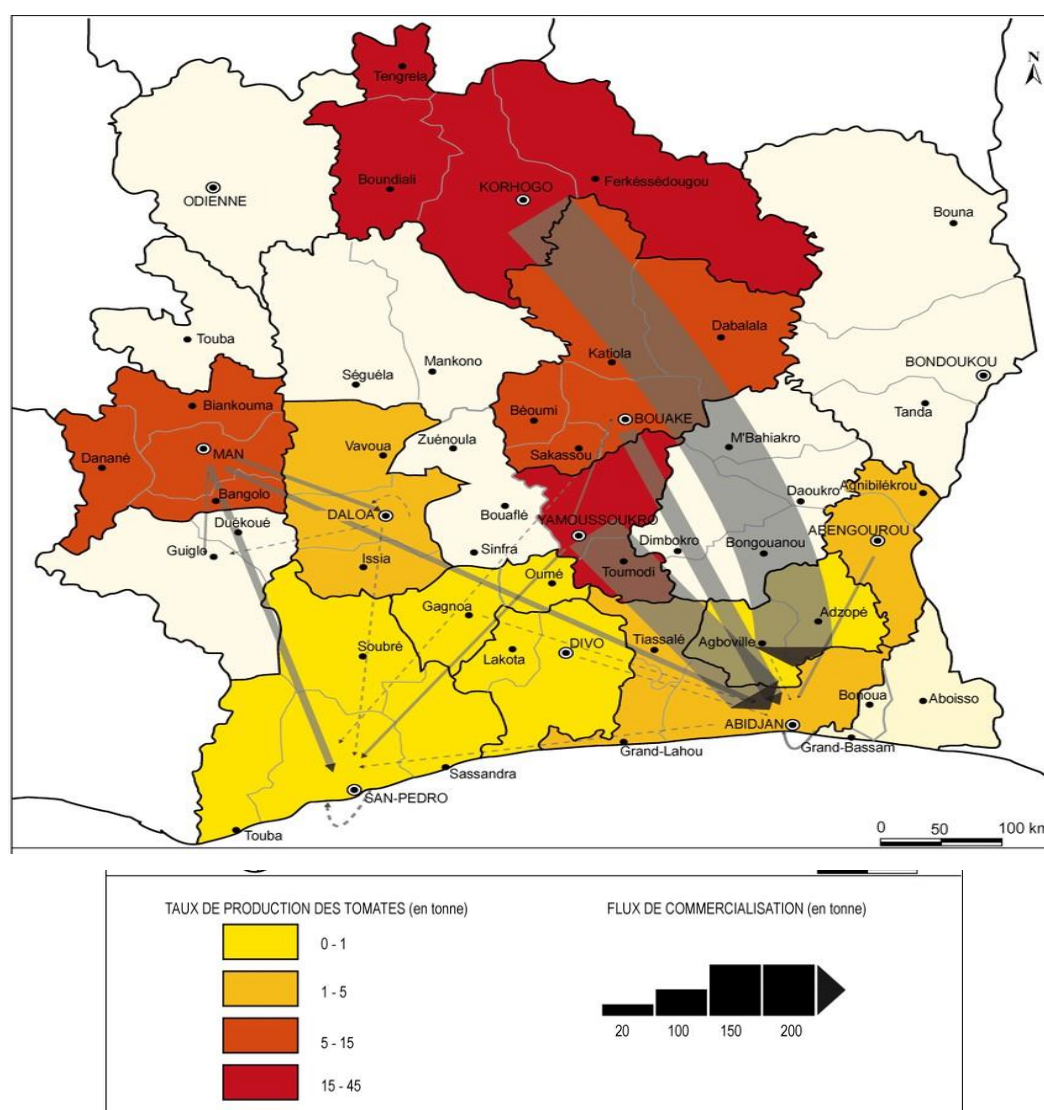


Figure 9: Zones de production et de distribution de la tomate en Côte d'Ivoire (Oura, 2012)

### 1.3.5.3. Etat des connaissances sur la culture de tomates dans la localité de Daloa

La culture de la tomate à Daloa est concentrée dans les zones rurales et périphériques (80 %) sur de petites surfaces de moins de deux hectares. La majorité des producteurs (94 %)

cultivent la tomate pendant la saison des pluies à partir de mai principalement en raison de la disponibilité de l'eau pendant cette période. La plupart de ceux-ci ont un faible niveau d'éducation, ce qui ne facilite pas leur capacité à identifier et à contrôler efficacement les ravageurs et les maladies de la tomate. Les principales maladies de la tomate dans cette région sont celles causées par divers champignons, bactéries et nématodes. Les racines, les feuilles, les tiges et les fruits sont tous susceptibles d'être endommagés par ces micro-organismes, allant de la perte de vigueur des plantes à la perte de récolte (Tonessia *et al.*, 2018).

#### 1.3.5.4. Maladies associées à la production de tomates dans la localité de Daloa

Le tableau V présente quelques maladies de la tomate cultivée dans la localité de Daloa. Elles sont trouvées sur tous les organes des plants de tomates (racine, collet, tige, feuilles et fruits). Ces maladies sont observées dans les pépinières de tomates ainsi qu'en pleine terre ou en culture hydroponique (Tonessia *et al.*, 2018).

Tableau V : Quelques maladies de la tomate cultivée à Daloa

Maladies	Symptômes	Organes ciblés	Agent causal
<b>Fonte des semis</b>	Pourriture brune humide allongée du collet à la tige	Racine, collet	<i>Pythium sp</i> , <i>Fusarium sp</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>
<b>Fusariose</b>	Apparition au collet, de nécrose brune allongée et sèche d'un côté, puis remontant vers la tige et se termine par une dessication complète	Collet, tige	<i>Fusarium oxyporum</i>
<b>Flétrissement bactérien</b>	Flétrissement du feuillage produit pendant la fructification et la maturation des fruits, suivi de l'effondrement et de la mort des plantes infectées	Feuille, plante	<i>Ralstonia solanocérum</i>
<b>Alternariose</b>	Présence de taches noires sur la tige et sur les branches	Tige, feuille	<i>Alternaria sp.</i>
<b>Pourriture molle du fruit</b>	Remplissage du fruit entier d'une masse visqueuse, gorgée d'eau	Fruit	<i>Erwinia sp.</i>

### 1.3.5.5. Ravageurs associés aux plants de tomates

Les insectes observés sur la tomate durant la période de mai à novembre 2017 sont nombreux (Tonessia *et al.*, 2018). Les plus importants par les dégâts causés sont l'espèce *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera). Cette chenille attaque toutes les parties de la tomate, y compris les feuilles, les fleurs et les fruits. Une forte infestation de cette chenille est constatée sur les cultures hydroponiques. Son effet dévastateur sur les fruits entraîne des creux sur les tomates qui pourrissent par la suite. Il est suivi par les insectes piqueurs-suceurs *Bemisia tabaci* (Homoptera) et *Dysdercus sp.* (Hémiptères) qui transpercent les tissus végétaux des différents organes du plant de tomate pour se nourrir de sa sève. Quant à l'insecte broyeur *Zenocerus variegatus* (Orthoptera), il se nourrit des feuilles et des fleurs du plant de tomate (Tonessia *et al.*, 2018).

### 1.3.5.6. Etat des connaissances sur les caractéristiques organoleptiques de la tomate

La tomate, malgré sa faible valeur nutritionnelle en comparaison aux autres légumes, contribue beaucoup plus à la nutrition humaine (Gogo *et al.*, 2014). Elle permet de réduire les risques de cancer, de problèmes cardiaques, de diabète, d'obésité, de maladies neuro-dégénératives et permet d'améliorer le bilan énergétique et le poids du consommateur (Dorais & Ehret, 2008). En effet, la consommation de la tomate permet l'apport de composés bénéfiques que sont les caroténoïdes, les lycopènes, les vitamines C et E, les composés phénoliques, les fibres, l'eau, les carbohydrates, le potassium et le fer (Dorais & Ehret, 2008). Le lycopène, le plus puissant antioxydant caroténoïdien, a montré d'autres effets bénéfiques sur la santé tels que l'induction de la communication entre les cellules, la modélisation des hormones du système immunitaire et d'autres voies métaboliques. Ainsi, il occupe environ 90% du contenu total en caroténoïdes (Dannehl *et al.*, 2012).

En outre, la tomate joue un rôle dans le fonctionnement des reins et du tube digestif. L'effet protecteur a été principalement attribué à ses précieux composants bioactifs aux propriétés antioxydants (Borguini & Torres, 2009).

### 1.3.5.7. Facteurs influençant la qualité organoleptique de la tomate

La qualité organoleptique de la tomate subit l'action de plusieurs facteurs tels que variétal, cultural, climatique, édaphique, etc. Selon Kherrou *et al.* (2012) ainsi que Navez (2012), il existe cinq facteurs qui, indépendamment les uns des autres, expliquent les niveaux de qualité intrinsèque des tomates mises en marché. Les quatre premiers facteurs concernent la production

à savoir le choix de la variété, l'itinéraire technique (taille, densité, alimentation hydrominérale, contrôle de la charge en fruit, éclaircissage, taille de bouquet), la saison de production (conditions climatiques), et le stade de maturité à la récolte (fermeté optimale, maturité, fréquence de récolte). L'ensemble de ces facteurs détermine les qualités sanitaires, sensorielles et organoleptiques de la tomate, soit par effet direct soit par une modification de la sensibilité de la culture à d'autres facteurs.

Le dernier des cinq facteurs est lié à la mise en marché (post-récolte). Il rend compte de l'évolution ultérieure du produit sous l'effet du transport et des conditions de conservation qui peuvent dégrader progressivement les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de la tomate. Par ailleurs, selon Kherrou *et al.* (2012), la dégradation de la tomate fraîche est accentuée par sa teneur en eau très élevée (environ 90%) qui favorise sa détérioration physico-chimique et microbiologique. En outre, selon Petit & Jobin (2005) plus la quantité d'eau est importante plus les composés sont dilués et se trouvent en faible concentration dans le fruit. Le stade de maturité au moment de la cueillette est également important. Il est conseillé de récolter le fruit lorsqu'il a quasiment atteint sa taille finale.

# **DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 2.1. Présentation du site d'étude

Cette étude a été conduite sur l'une des parcelles expérimentales de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (Figure 10). La ville de Daloa est située au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, à  $6^{\circ}53'$  de latitude Nord et à  $6^{\circ}27'$  de longitude Ouest. Elle a une superficie de 3876 km<sup>2</sup> pour une population estimée à 245360 habitants (RGPH, 2014).

Le climat de cette région est de type tropical à quatre saisons avec 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. Le relief de cette zone est peu contrasté 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). Les sols de la zone d'étude sont en général ferrallitiques moyennement lessivés sur terres fermes et hydromorphes sableux (Zro *et al.*, 2018). La pluviométrie est comprise entre 1000 et 1500 mm de pluie par an et une température moyenne de 27,5 °C.

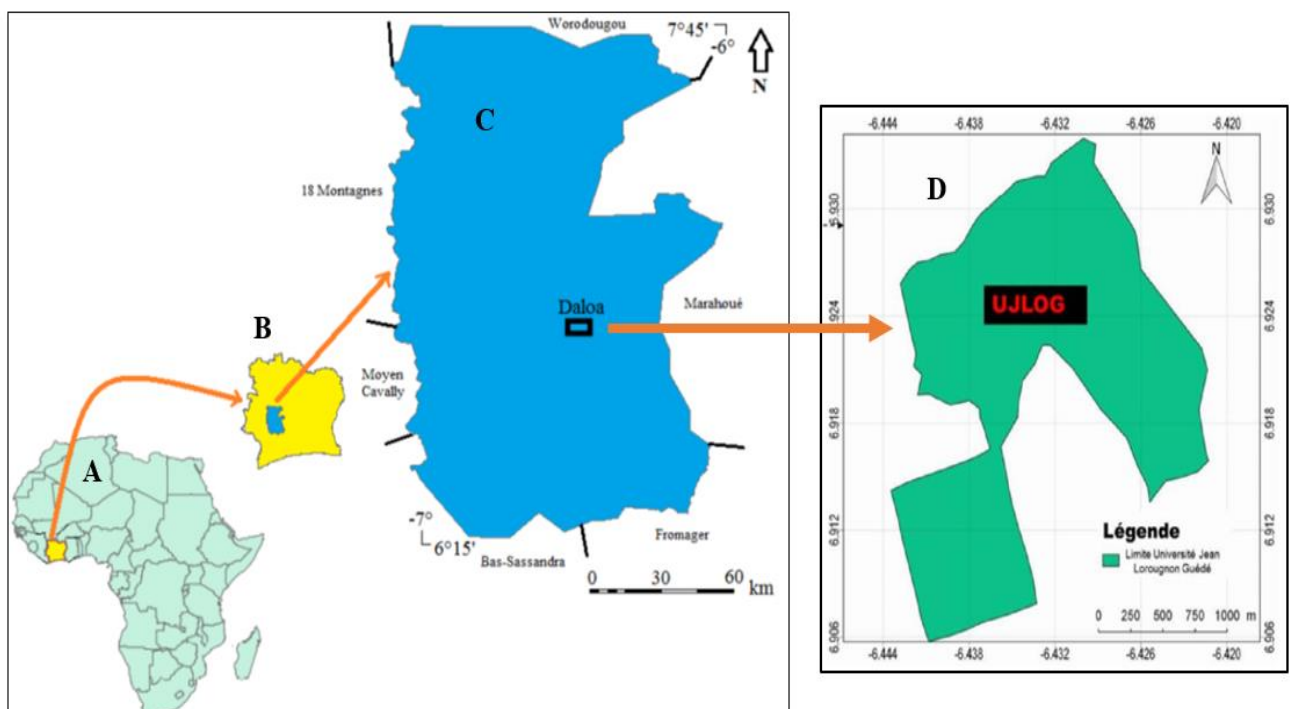


Figure 10 : Zone d'étude (Kouadio, 2015)

**A** : Carte d'Afrique indiquant la carte de la Côte d'Ivoire, **B** : Carte de la Côte d'Ivoire indiquant la région du haut Sassandra, **C** : Carte du haut Sassandra indiquant la zone d'étude (Daloa), **D** : Carte de Daloa indiquant le site d'étude (UJLoG).

## 2.2. Matériel d'étude

L'ensemble du matériel utilisé a été composé du matériel végétal, de matériel biologique, de matériel fertilisant ainsi que de matériel technique.

### 2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette expérience a été constitué de semences de tomates (*Solanum lycopersicum* L.) de la variété cobra 26 (Figure 11 A) et des plantes de tomates (Figure 11 B). Ces semences proviennent d'une firme de production de semences dénommée SEMIVOIRE localisée à Daloa.

La variété de tomate choisie a les caractéristiques suivantes (Kouamé & Camara, 2021):

- cycle moyen compris entre 90 à 100 jours ;
- poids moyen du fruit varie entre 100 et 110 g ;
- rendement jusqu'à 35 t/ha.



Figure 11 : Matériel végétal de l'étude

A : Emballage de semences ; B : Plantes de tomates

### 2.2.2. Matériel biologique

Le matériel biologique est l'ensemble de tout élément d'origine biologique utilisé dans cette étude. Il comprend :

- des extraits aqueux (Figure 12) provenant des feuilles matures des plants de *Aloe vera* âgés de 3 ans. Ces plants ont été cultivés sur une parcelle expérimentale de UJLoG. En effet, les feuilles

de *Aloe vera* ont été utilisées à cause de leur richesse en minéraux (calcium, azote, phosphore, potassium, magnésium et autres) et hormones végétales (gibbérellines et auxines). De plus, cette plante présente un bon potentiel dans la production de biopesticides et d'intrant organique, offrant ainsi une alternative écologique aux produits chimiques.

- des fruits de tomates de la variété cobra 26. Ces tomates cultivées sur une parcelle de l'UJLoG, ont été récoltées puis transportées au laboratoire pour les différents tests. Elles ont été récoltées à deux stades physiologiquement matures à savoir rouges et vertes (Figure 13).



Figure 12 : Différents extraits aqueux de *Aloe vera*

**C** : extrait aqueux de gel à 50 %. **D** : extrait aqueux de gel à 25 % ; **E** : extrait aqueux de gel à 75 % ; **F** : extrait aqueux de gel à 100 % ; **G** : broyat de bagasses.



Figure 13 : Fruits de tomates

### 2.2.3. Matériel technique

C'est l'ensemble des outils et appareils ayant servi aux différentes opérations sur la parcelle expérimentale et au laboratoire. Il a été composé :

- d'une houe à manche et d'une marchette qui ont servi au nettoyage de la parcelle, pour la confection des billons, pour le désherbage des mauvaises herbes et pour le sarclage ;
- d'un ruban-mètre, d'un rouleau de cordeaux et de piquets pour la délimitation de la parcelle expérimentale et pour la mesure de la hauteur des plantes ;
- d'un pied à coulisse pour mesurer le diamètre des plantes ;
- d'un mixeur qui a servi à broyer les feuilles de *Aloe vera* ;
- d'une balance électronique pour des pesées de précision ;
- d'éprouvettes graduées qui ont servi à mesurer les produits liquides ;
- d'une balance d'une portée de 15 Kg qui a servi à peser les récoltes ;

- d'un arrosoir qui a servi à faire les différents arrosages ;
- de pulvérisateurs manuels à pression et à dos qui ont permis de faire les applications des produits liquides ;
- de bouteilles de 1,5 et 5 litres qui ont servi à faire la préparation des produits ;
- de pots de 1200 cm<sup>2</sup> (48 cm x 25 cm) qui ont permis de réaliser la pépinière ;
- de l'eau et du détergeant solide qui ont servi pour le nettoyage des feuilles de *Aloe vera* ;
- d'une spatule qui a servi à récupérer délicatement le gel de *Aloe vera* ;
- d'un couteau qui a servi à couper les feuilles de *Aloe vera* puis à enlever les épines présentes de chaque côté des feuilles ;
- de paniers et de sacs qui ont servi de supports de conservation de la tomate ;
- d'une paire de gants qui a été utilisé pour se protéger les mains ;
- d'une moustiquaire qui a été utilisée pour protéger les plantules contre les ravageurs ;
- de bidons de 25 litres pour puiser de l'eau pour l'arrosage des plants ;
- d'un appareil photo de marque TECNO pour les prises de vue ;
- d'un bloc-notes pour la collecte des données ;

La figure 14 suivante présente quelques exemples de matériel technique.

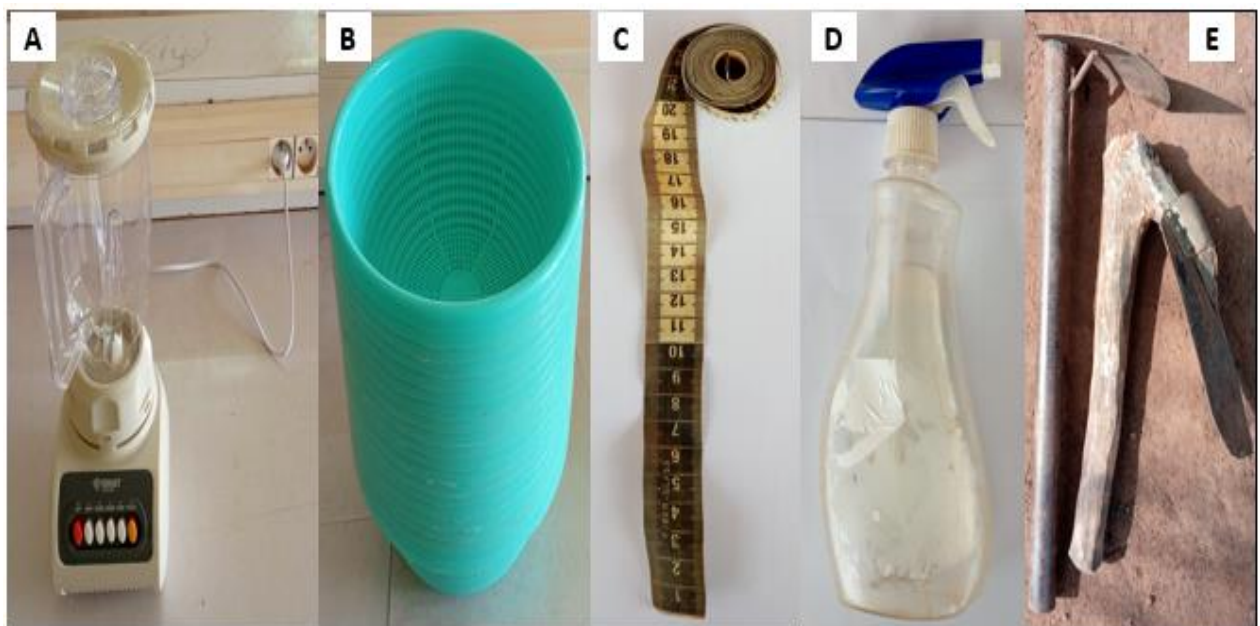


Figure 14 : Quelques matériels techniques

A : Mixeur de marque Blender ; B : Panier en plastique ; C : Ruban-mètre ; D : pulvérisateur ; E : Daba et houe

#### 2.2.4. Matériel fertilisant

Les produits utilisés étaient constitués :

- d'un engrais minéral NPK 15-15-15 et l'Urée 46 %. Cet engrais est souvent utilisé en raison de son action bénéfique immédiate sur la productivité des cultures maraichères ;
- d'un fongicide Ivory 80 Wp utilisé pour réduire l'effet des champignons et un insecticide communément appelé Décis. Ces produits sont commercialisés par la firme CALLIVOIRE et utilisés à la dose de 75 g pour 20 litres d'eau ;
- l'éthanol 90 % a été utilisé pour la désinfection du matériel.

La figure 15 présente quelques produits utilisés dans l'étude.



Figure 15 : Produits utilisés dans l'étude

A : Mancozèbe ; B : NPK 15 15 15 ; C : Ethanol 90 %

### 2.3. Méthodes

#### 2.3.1. Détermination des moyens de production et de conservation de tomate par les producteurs et les commerçants

##### 2.3.1.1. Prospection et critères de choix des sites d'enquêtes

Dans le cadre de l'enquête, une prospection a été effectuée dans la ville de Daloa et la localité de Gonaté afin de cibler les marchés et zones de production où l'enquête se déroulerait.

Le choix de celles-ci est justifié par le fait que ce sont de grandes zones de production de tomates dans la région du Haut Sassandra. Les producteurs et commerçants, ainsi que ceux qui disposaient de la tomate presque toute l'année ont été sélectionnés selon leur disponibilité pendant la période de l'enquête.

### **2.3.1.2. Déroulement de l'enquête**

L'objectif de cette enquête a été de déterminer les différents moyens de production et de conservation des fruits et légumes en particulier la tomate. L'enquête s'est déroulée au cours des mois de juin à juillet 2022 auprès des commerçants dans quatre différents marchés. Il s'agit des marchés de Huberson, Lobia, Orly et Abattoir. En plus des marchés, deux zones de production de tomate ont été touchées à savoir la ville de Daloa et la localité de Gonaté auprès des producteurs. Elle a consisté donc à questionner les producteurs et commerçants de tomates de façon directe à l'aide d'une fiche de questionnaire préalablement établie (Annexe 1). Cette enquête nous a permis d'évaluer certaines caractéristiques socio-démographiques des producteurs et commerçants, les types d'exploitation, les pratiques de récoltes et les moyens de conservation.

### **2.3.1.3. Analyse des données recueillies**

Le tableur Excel 2013 et le logiciel SPSS ont été utilisés dans cette étude pour le traitement et l'analyse des données collectées lors de l'enquête. L'analyse des données a été réalisée par les méthodes de statistiques descriptives qui ont permis de dégager les tendances (exprimées en pourcentage) à partir des tableaux croisés dynamiques et de réaliser les graphes et les tableaux.

## **2.3.2. Evaluation des effets biofertilisants et biopesticides des extraits aqueux de *Aloe vera* sur la culture de la tomate**

Cette expérimentation a été conduite en pépinière et au champ.

### **2.3.2.1. Effet biofertilisant en pépinière**

#### **2.3.2.1.1. Constitution de substrat de culture et du gel de *Aloe vera***

Le substrat de culture a été constitué de terre arable prélevée sur la parcelle expérimentale de l'Université, puis stérilisée dans un récipient placé sur un feu pendant une heure. Après refroidissement, des pots de 1200 cm<sup>2</sup> (48 cm x 25 cm) ont été remplis de substrat de culture ainsi obtenu.

Le gel de *Aloe vera* quant à lui, a été obtenu à partir de 10 kg de feuilles matures, récoltées puis transportées au Laboratoire d'Amélioration de la Production Végétale de l'Université Jean

Lorougnon Guédé. Les feuilles ont été nettoyées avec de l'eau et du détergent pour retirer toutes les impuretés. Puis elles ont été débarrassées des épines présentes de chaque côté. Elles ont, par la suite, été posées à plat sur une planche à découper, et la couche fine de la face inférieure a été ôtée à l'aide d'un couteau. Le gel ainsi mis à nu a été délicatement raclé à l'aide d'une spatule puis stocké dans un bocal et broyé pour obtenir un liquide.

#### **2.3.2.1.2. Constitution des lots de graines de tomate**

Quatre grammes de semences réparties en trois lots de graines de tomate ont été constitués représentant les différents traitements. Il s'agit des lots suivants :

- STG (graines de tomate Traitées avec le Gel),
- STM (graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe),
- SNT (lot de graines témoin).

Le lot STG a été constitué de graines enrobées de gel de *Aloe vera* alors que le lot STM a été composé de graines de tomate traitées au mancozèbe qui est un fongicide de contact. L'enrobage a consisté à plonger les graines de tomates dans le gel liquide pour leur adhésion totale. Le lot SNT a été composé de semences n'ayant reçu aucun traitement.

#### **2.3.2.1.3. Mise en place du dispositif expérimental**

L'expérimentation a été réalisée pendant trois cycles à savoir de décembre à janvier 2022, d'avril à mai 2023 et enfin de juin à juillet 2024. Pour cela, un abri en bois couvert de feuilles de palmier a servi d'ombrière pour les pépinières de tomate. Une moustiquaire a été posée sur l'abri afin de protéger les plantules contre les ravageurs. Ensuite, les pots étiquetés, au nombre de 27, ont été remplis de terre stérilisée. Ces pots ont été disposés sous l'abri selon un dispositif en split plot (Figure 16) avec deux facteurs (qualité de graines et du substrat) et trois répétitions. Le facteur qualité des graines de tomates présentait trois niveaux et le facteur qualité de substrat était à trois niveaux à savoir :

- Substrat stérilisé et non fertilisé (TS),
- Substrat stérilisé et amendé avec 500 mL de gel (TG),
- Substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK 15-15-15 (TNPK).

Après la disposition des pots sous l'ombrière, six lignes de 10 poquets ont été faits dans chaque pot. Puis, une graine de tomate a été semée par poquet ce qui donne soixante graines par chaque traitement (ligne) et un total de 1620 graines pour l'expérience. Enfin, les pots ont été recouverts avec des feuilles de palmier à huile.

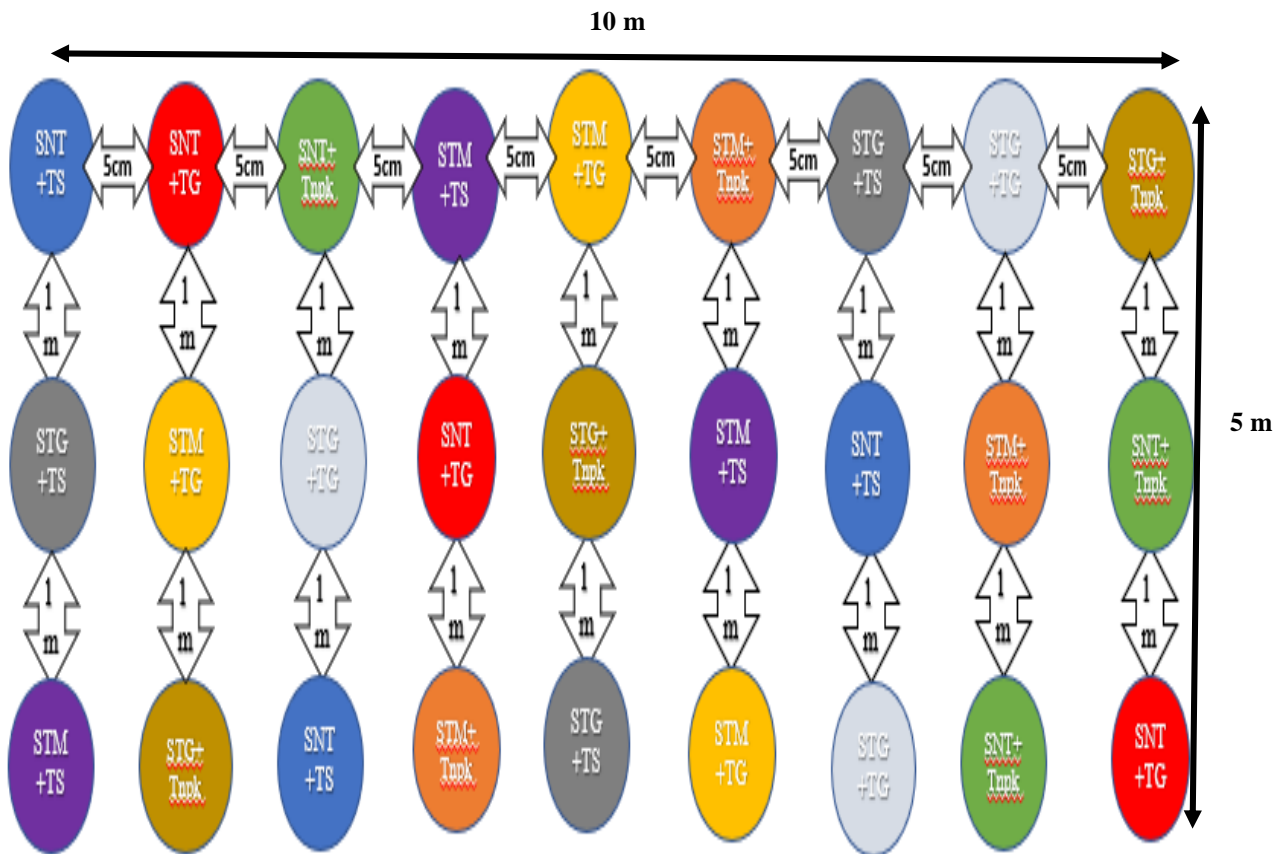


Figure 16 : Dispositif expérimental en pépinière

SNT+TS :lot de graines témoin sur substrat stérilisé et non fertilisé, SNT+TG : lot de graines témoin sur substrat stérilisé et amendé avec le gel, SNT+Tnpk : lot de graines témoin sur substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK, STG+TS : graines de tomate Traitées avec le Gel sur substrat stérilisé et non fertilisé, STG+TG : graines de tomate Traitées avec le Gel sur substrat stérilisé et amendé avec le Gel, STG+Tnpk : graines de tomate Traitées avec le Gel sur substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK, STM+TS : graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe sur substrat stérilisé et non fertilisé, STM+TG : graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe sur substrat stérilisé et amendé avec le Gel, STM+Tnpk : graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe sur substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK.

#### 2.3.2.1.4. Suivi de l'essai

L'expérience sur la pépinière de tomate d'une durée de 21 jours a été réalisée sur trois cycles de culture. En effet, la pépinière de tomate dure vingt et un jour avant la transplantation des jeunes plants au champ (CNRA, 2019). Le suivi et l'entretien ont consisté, d'une part, à arroser les plants une fois par jour (tous les matins avant 8h) en tenant compte de la capacité d'absorption du substrat et en évitant au maximum le lessivage et d'autre part, à désherber régulièrement à l'intérieur et aux alentours des pots tous les 7 jours.

#### 2.3.2.1.5. Collecte des données

Les paramètres mesurés ont concerné pour les trois cycles, le taux de germination, la hauteur des plantules et le nombre total de feuilles produites. En plus de ces paramètres, la cinétique de germination a été ajoutée pour le cycle de juin à juillet 2024. Ces paramètres ont été mesurés sur vingt plants choisis au hasard par traitement.

### 2.3.2.1.5.1. Cinétique de germination

La cinétique de germination est une courbe de germination qui décrit le déroulement de la germination des lots de graines de tomate testés. Elle représente le nombre de graines germées quotidiennement jusqu'au dernier jour de l'expérience (Hajlaoui *et al.*, 2007).

### 2.3.2.1.5.2. Taux moyen de germination

Le taux moyen de germination est le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de graines semées 14 jours après semis (Edondoto *et al.*, 2020).

$$\text{Taux moyen de germination} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines semées}} \times 100 \quad (1)$$

### 2.3.2.1.5.3. Hauteur moyenne (cm) des plantules

La hauteur moyenne des plantules a été mesurée au 21<sup>ème</sup> jour après semis à l'aide d'une règle graduée du collet jusqu'à l'apex. Cette hauteur moyenne a été estimée selon la formule ci-dessous :

$$\text{Hauteur moyenne des plantules} = \frac{\sum \text{longueurs des plantules}}{\text{Nombre total des plantules}} \times 100 \quad (2)$$

### 2.3.2.1.5.4. Nombre total de feuilles produites par plantule

Le nombre total de feuilles de chaque plantule a été compté au vingt et unième jour après semis afin d'estimer le degré de développement végétatif des plantules. Le nombre moyen de feuilles produites par les plantules a été obtenu en utilisant la formule ci-dessous :

$$\text{Nombre total moyen de feuilles émises} = \frac{\sum \text{Nombre total de feuilles émises par plantule}}{\text{Nombre total de plantules}} \quad (3)$$

### 2.3.2.1.6. Traitement et analyse statistique des données

Les données collectées sur les différents paramètres ont été saisies sur le tableur Excel 2013 puis soumises à une Analyse de Variance à deux facteurs ou ANOVA 2. Ces deux facteurs sont la qualité de graines et la qualité de substrat de culture. L'analyse de Variance a été complétée par le test de comparaison multiple de Newman-Keuls au seuil de 5 % en cas de rejet de l'hypothèse d'égalité des moyennes. Ce test a permis de classer les moyennes en groupes homogènes en fonction des valeurs moyennes des paramètres analysés. Toutes ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel Statistica 7.1.

## 2.3.2.2. Effet biofertilisant et biopesticide des extraits aqueux de *Aloe vera* au champ

### 2.3.2.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé a été un bloc de Fisher entièrement randomisé ou bloc aléatoire complet, avec 10 traitements et trois répétitions. Ce dispositif permet de comparer tous les traitements comportant un même nombre de répétitions. Il a été composé de trois blocs, subdivisé chacun en douze (12) parcelles élémentaires dont 02 parcelles de bordures (Figure 17). Les dix (10) autres correspondent chacune à un traitement. Chaque parcelle élémentaire comporte une ligne de 10 plantes espacées des unes des autres de 0,5 m.

Les parcelles élémentaires sont espacées les unes des autres d'un (01) mètre et les blocs distants de 2 mètres. En dehors des bordures, un total de 300 plants actifs ont été suivis. De plus, la parcelle élémentaire a été longue de 10 mètres. La superficie totale de la parcelle a été 900 m<sup>2</sup> (45m x 20m) soit 20000 plants/ha. Les différents traitements ont été :

- Te : témoin sans traitement chimique ni extrait aqueux de *Aloe vera*
- A<sub>100</sub> : 100 % de gel de *Aloe vera* ;
- A<sub>75</sub> : 75 % de l'extrait aqueux du gel (3/4 gel + 1/4 eau distillée) ;
- A<sub>50</sub> : 50 % de l'extrait aqueux du gel (1/2 gel + 1/2 eau distillée) ;
- A<sub>25</sub> : 25 % de l'extrait aqueux du gel (1/4 gel + 3/4 eau distillée) ;
- F<sub>100</sub> : 100 g du broyat de feuille de *Aloe vera* ;
- F<sub>60</sub> : 60 g du broyat de feuille de *Aloe vera* ;
- F<sub>30</sub> : 30 g du broyat de feuille de *Aloe vera* ;
- F<sub>15</sub> : 15 g du broyat de feuille de *Aloe vera* ;
- NPK : 30 g de l'engrais minéral NPK 15-15-15

Au total, la densité qui a été utilisée est de 20000 plants/ ha pour un écartement de 0,5 m x 1 m entre les plants. La quantité de l'extrait aqueux utilisée a été 40 mL/ pied de tomate recommandé par Ekra *et al.* (2022) pour les extraits aqueux.

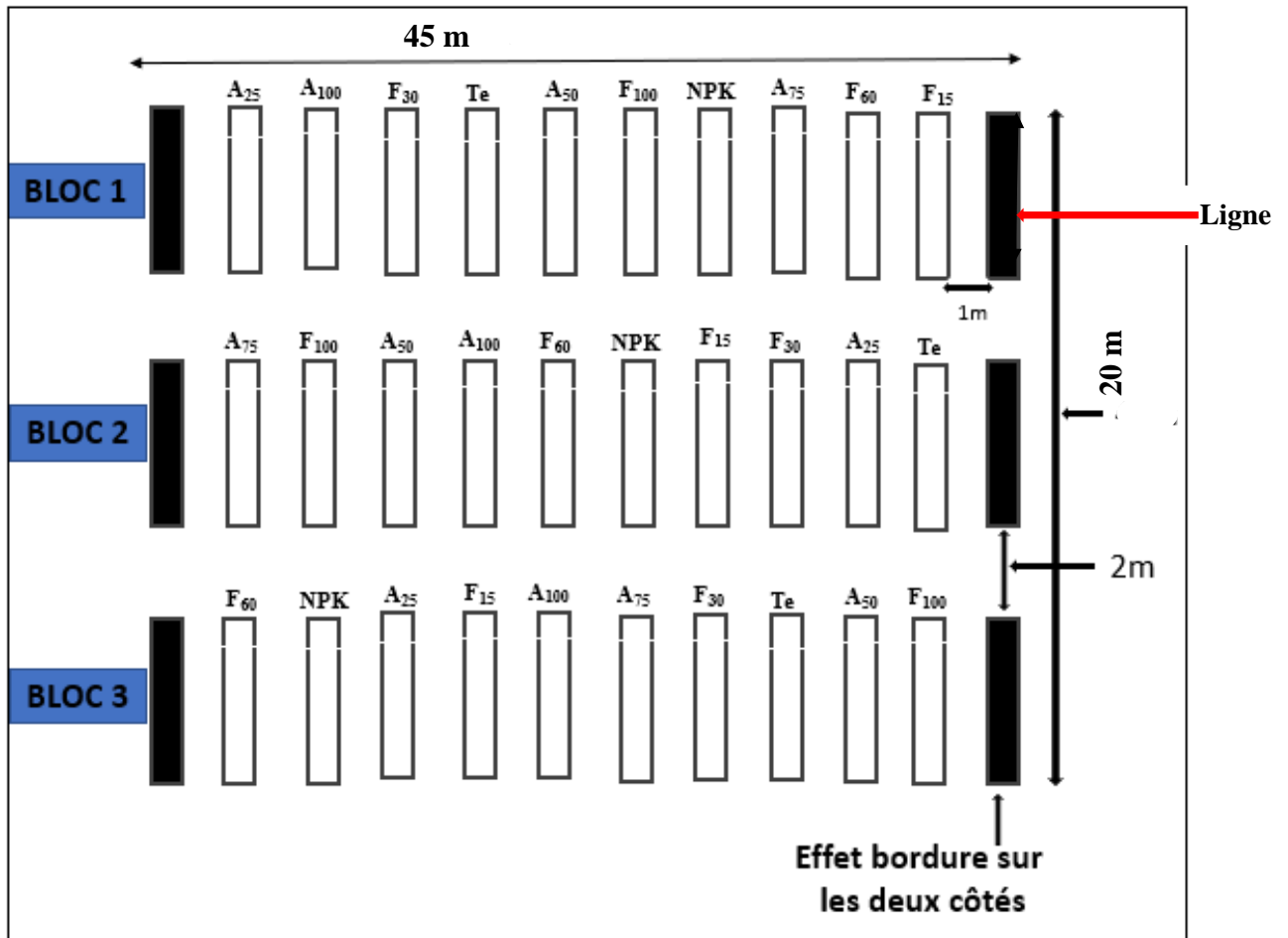


Figure 17 : Dispositif expérimental au champ

#### 2.3.2.2.2. Mise en place et conduite de l'essai

#### 2.3.2.2.3. Mise en place de la pépinière

La mise en place de la pépinière a été faite à chaque cycle de cultures dans des pots de 1200 cm<sup>2</sup> remplis de terre arable prélevée sur le site puis amendée avec *Aloe vera*. Quatre grammes (4 g) de semences de la variété Cobra 26 ont été semées en pépinière à proximité de la parcelle. La pépinière a été ensuite couverte d'un filet protecteur et de paille pour une protection contre l'excès de soleil, les maladies ainsi que les ravageurs. Les jeunes plants arrosés au quotidien avec un arrosoir de 15 litres ont demeuré 21 jours avant repiquage au champ. La Figure 18 montre la pépinière de tomate prête à être repiqué au camp.



Figure 18 : Photographie de pépinière de tomate

A : Plantules à 10 jours de germination ; B : Plantules prêtes pour le planting

#### 2.3.2.2.4. Installation de l'essai au champ

Au cours de notre expérimentation, plusieurs opérations culturales ont été réalisées dont le défrichage de la parcelle, la confection des planches (Annexe 3) et le piquetage qui a consisté à la délimitation des dimensions des planches et de la parcelle.

Avant la transplantation des plants au champ, la pépinière a bien été arrosée puis les plantules ont été retirées des pots et le repiquage a été effectué dans l'après-midi. Ce moment est choisi pour maximiser les chances de reprise des racines des plants afin que les plantules s'adaptent au nouveau milieu de vie avant l'apparition du soleil le lendemain (Figure 19). Après la transplantation, l'apport d'eau a été effectué quotidiennement à raison d'un arrosage le matin et un arrosage le soir à l'aide d'un arrosoir de 15 litres. Quelques jours après le repiquage, les plants morts ont été remplacés.



Figure 19 : Transplantation des jeunes plants en plein champ

#### **2.3.2.2.5. Préparation des extraits aqueux de *Aloe vera***

##### **2.3.2.2.5.1. Récolte des feuilles de *Aloe vera***

Le prélèvement des feuilles matures s'est fait manuellement en plein champ situé dans une parcelle expérimentale de l'université, pour ne pas endommager celles-ci. Les plus jeunes feuilles (taille inférieure à 25 cm) et les feuilles les plus âgées n'ont pas été choisies en raison de leur faible teneur en gel. Les feuilles présentant également une nécrose de la pointe, ou endommagées, ont été éliminées afin d'éviter une contamination du gel par des bactéries.

Aussi, afin d'assurer une bonne croissance et le développement de la plante de *Aloe vera*, les feuilles les plus proches du sol ont été choisies et coupées à l'aide d'un couteau. Chaque feuille, coupée, a été placée verticalement avec la partie coupée orientée vers le bas afin de laisser couler le suc (substance jaune). Ces feuilles ont été ensuite transportées au laboratoire rapidement afin d'éviter toute oxydation et donc la perte de l'activité biologique.

##### **2.3.2.2.5.2. Procédé d'extraction du gel de *Aloe vera* et préparation des extraits de feuilles**

- Après le transport des feuilles au laboratoire APA-UJLoG, le gel de *Aloe vera* a été extrait manuellement. 15 kg de feuilles ont été nettoyées avec de l'eau et du détergent pour retirer

toutes les impuretés. Puis elles ont été débarrassées des épines présentes de chaque côté. Elles ont, par la suite, été posées à plat sur une planche à découper et la couche fine de la face inférieure a été ôtée à l'aide d'un couteau. Le gel ainsi mis à nu a été délicatement raclé à l'aide d'une spatule, stocké dans un bocal et broyé pour obtenir un liquide. Ainsi, le liquide obtenu a été utilisé pour la préparation des différentes concentrations (25 %, 50 %, 75 % et 100 %).

- Quant à la bagasse de *Aloe vera*, les feuilles entières ont été découpées en petits morceaux et mises dans un mixeur pour être broyé. Le broyat ainsi obtenu, a constitué les différents traitements du broyat de feuilles (15 g, 30 g, 60 g et 100 g/pieds).

#### **2.3.2.2.6. Application des traitements**

Les traitements ont été constitués de gel et de broyat de feuilles entières de *Aloe vera* à différentes doses. Ils ont été appliqués sur les plants du haut en bas ou au collet pour les produits solides et ont été effectués une fois toutes les deux semaines en fin d'après-midi. L'application des produits liquides sur la culture maraichère est conseillée pendant cette période, parce que le traitement peut agir la nuit et conserver ses caractéristiques. De plus, la plupart des produits naturels se décomposent rapidement à la lumière. La quantité de gel appliquée a été 40 mL/plant (Ekra, 2012) alors que le broyat et le NPK (15-15-15) ont été utilisés à la dose de 30g/m<sup>2</sup>, recommandée pour la tomate (CNRA, 2019 ; kouamé *et al.*, 2021) soit 300 kg/ha.

#### **2.3.2.2.7. Travaux d'entretien de la culture**

Les travaux d'entretien ont été basés essentiellement sur l'arrosage, le désherbage, le sarclage et le binage. L'apport d'eau aux plantes a été fait à l'aide des arrosoirs de 15 litres avec de l'eau de robinet tous les jours. Des opérations de sarclo-binage ont été réalisées respectivement avec une houe toutes les deux semaines pour lutter contre les mauvaises herbes de la parcelle. Des tuteurs en bois ont été utilisés pour soutenir les plantes de tomate afin d'éviter la pourriture des fruits due au contact avec le sol humide et aussi pour éviter leur cassure à cause de la masse des fruits sur la plante (Annexe 5). Les différents traitements (biopesticide, Ivoirly 80 Wp et lambda) ont été appliqués également pour prévenir les attaques des pathogènes et de certains ravageurs de la culture. Ils ont été renouvelés toutes les deux semaines afin de voir leurs effets sur les plants.

#### **2.3.2.2.8. Observations et mesures de paramètres**

Au cours du cycle de la culture, on a procédé à un étiquetage de quinze plantes par traitement faisant objet de mesures des paramètres à l'exception des plantes de bordures qui

n'ont pas été pris en compte. Les mesures ont porté sur cinq (05) plantes par traitement soit cinquante (50) plantes par blocs et un total de 150 plantes ont été prises au hasard.

Afin d'étudier les effets des différents traitements appliqués sur les plantes de tomate, des observations et mesures ont été faites sur les paramètres agronomiques, morphologiques, pathogéniques et de production.

#### 2.3.2.2.8.1. Paramètres agronomiques

Dans cette expérimentation, les paramètres agronomiques ont été mesurés sur l'ensemble des plantes de la parcelle à l'exception des plantes de bordures qui constituent l'effet bordure.

##### ❖ Taux de reprise (%Rp)

La reprise est définie comme étant la proportion des plants qui ont régénérés après le planting et a été observée 7 jours après la transplantation. Les plantes présentes dans la parcelle ont servi à calculer le pourcentage de reprise. Ce taux de reprise a été déterminé selon la formule suivante :

$$\%Rp = \frac{\text{Nombre de plants ayant survécus}}{\text{Nombre total de plants ayant été repiqués}} \times 100 \quad (4)$$

##### ❖ Taux de survie

Le taux de survie correspond à la proportion des plantes qui ont survécus à la fin de l'expérimentation selon Bouzaata (2016).

##### ❖ Taux de mortalités des plants

Les plants ont été observés chaque trois jour et le pourcentage de plants morts a été évalué à partir du nombre de plants morts. Ce taux a été déterminé pour chaque traitement selon la formule de Koffi *et al.* (2021) :

$$TM (\%) = \frac{\Sigma n}{NTP} \times 100 \quad (5)$$

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

#### 2.3.2.2.8.2. Paramètres morphologiques

Pour ces paramètres, les plants ont été mesurés au 15<sup>ème</sup>, 30<sup>ème</sup>, 45<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> jours après repiquage (JAR) sur 150 plantes. Les plantes ont été choisies de manière aléatoire puis étiquetées au préalable avant l'étape de collecte des données. Ces données ont concerné les trois cycles de production de culture au champ.

- **Hauteur moyenne des plants de tomates**

La hauteur des plantes a été mesurée à l'aide du mètre ruban (Figure 20) exprimé en centimètre (cm) du collet de la plante au sommet, à l'extrémité du bourgeon terminal. Les valeurs obtenues ont permis de calculer la hauteur moyenne des plantes par traitement selon la formule suivante :

$$\mathbf{Hmp} = \frac{\sum \mathbf{HP}}{\mathbf{Ntp}} \quad \mathbf{(6)}$$

**Hmp** : Hauteur moyenne des plantes ;  $\sum \mathbf{HP}$  : Somme de la hauteur des plantes ; **Ntp** : Nombre total des plantes



Figure 20 : Photographie montrant la mesure de la hauteur d'une plante

- **Diamètre au collet des plantes**

Le diamètre au collet renseigne sur l'évolution de la croissance et la vigueur de la plante étudiée. Ce dernier a été mesuré à l'aide du mètre ruban et exprimé également en cm. Les valeurs obtenues ont permis de calculer le diamètre moyen des plantes par traitement selon la formule ci-dessous :

$$\mathbf{Dmc} = \frac{\sum \mathbf{Dc}}{\mathbf{Ntp}} \quad \mathbf{(7)}$$

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

- **Nombre moyen de feuilles produites par les plantes**

Le nombre de feuilles produites par les plantes selon les traitements renseigné sur le degré de développement végétatif des plants. Ce nombre moyen a été obtenu par comptage manuel et calculé en utilisant la formule ci-dessous :

$$\mathbf{Nmf} = \frac{\mathbf{\Sigma Nf}}{\mathbf{Ntp}} \quad (8)$$

**Nmf** : Nombre moyen de feuilles, **ΣNf** : Somme du nombre de feuilles ; **Ntp** : Nombre total de plants.

### 2.3.2.2.8.3. Paramètres de pathogénicité

Au cours de notre expérimentation, les symptômes et maladies rencontrés après repiquage sur les tiges et feuilles ont été identifiés au laboratoire de phytopathologie de l'Université. Pour ce faire, tous les trois jours les symptômes et maladies ont été décrits par observation au toucher et visuelle. À chaque observation, les plants malades ont été notés pour chaque traitement.

- **Incidence d'attaque des plants**

L'incidence des symptômes sur les organes des plantes pour chaque traitement a été évaluée chaque semaine après repiquage. Elle exprime le pourcentage des plantes malades par rapport au nombre total de plantes pour chaque traitement selon la formule de Boa (2016) et Manikandan *et al.* (2010) suivante :

$$\mathbf{IC (\%)} = \frac{\mathbf{NPM}}{\mathbf{NTP}} \times \mathbf{100} \quad (9)$$

**IC** : Incidence d'attaque ; **NPM** : Nombre de plantes malades ; **NTP** : Nombre total de plantes

- **Indice de sévérité des attaques**

La sévérité d'une maladie est l'impact de la maladie sur les tissus végétaux infectés sur la plante. L'indice de sévérité a été déterminé de façon macroscopique chaque semaine sur la base d'une échelle visuelle de notation (Tableau VI) selon la formule de Coupat-Goutaland *et al.* (2011) :

$$\mathbf{Is} = \frac{\mathbf{\Sigma Xini}}{\mathbf{NV}} \times \mathbf{100} \quad (10)$$

**Is** : Indice de sévérité de la maladie ; **Xi** : Note affectée à la plante ; **ni** : Nombre de plants ayant la même note ; **N** : Nombre total des plants ; **V** : Valeur la plus élevée.

Tableau VI : Echelle d'évaluation des symptômes

<b>Symptômes</b>	
<b>Classes</b>	<b>Echelle de notation de Coupat <i>et al.</i> (2011)</b>
<b>0</b>	plant sain
<b>1</b>	quelques feuilles attaquées
<b>2</b>	la moitié des feuilles attaquées
<b>3</b>	plus de la moitié des feuilles attaquées
<b>4</b>	plante entièrement attaquée
<b>5</b>	plante morte

### 2.3.2.2.9. Paramètres de production

La production a été déterminée en prenant en compte le nombre de fruits de tomate produit par plant et pour chaque traitement et la masse des fruits récoltés. La récolte a été faite lorsque les fruits de tomates ont mûri (couleur jaune orangé à rouge). Le nombre de fruits par traitement a été obtenu par comptage des fruits sur les plants. Quant à la masse moyenne des fruits (Figure 21), elle a été calculée à partir des quinze plants pour chaque traitement à l'aide d'une balance électronique selon la formule suivante :  $Mm = Mtf / N$  avec **Mm** : Masse moyenne des fruits ; **Mtf** : Masse totale des fruits des quinze plants (g) ; **N** : Nombre de fruits des quinze plants.

Enfin, le rendement a été estimé pour les traitements à la fin de la récolte. L'estimation a été faite par traitement avant d'extrapoler à l'hectare à partir de la formule ci-dessous :

$$\text{Rdt (Kg/ha)} = \frac{\text{Rdt(kg/pieds)} \times 20000}{1000} \quad (11)$$

Avec **20000** : nombre de plants à l'hectare et **1/100** le facteur de conversion à l'hectare



Figure 21 : Prise de la masse des fruits de tomate

#### 2.3.2.2.10. Analyse statistique des données collectées

Dans un premier temps, les données collectées sur le terrain ont été saisies avec le tableur Excel puis l'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1. Les analyses statistiques des données quantitatives ont débuté par le nettoyage des données pour en extraire toutes les valeurs aberrantes à travers l'utilisation de boîte à moustache. Après le nettoyage des données, les analyses descriptives ont été réalisées pour connaître l'évolution des variables au cours du temps. Dans le cas des variables quantitatives, les analyses inférentielles ont été réalisées dans chaque cas avec les données collectées. La distribution des résidus (un résidu est la différence entre une valeur observée et sa valeur prédite par un modèle de régression) a été étudiée à l'aide du test de normalité de Shapiro-wilk. Par la suite, une analyse de variance a été réalisée pour déterminer l'homogénéité des variances des résidus des modalités des différentes variables quantitatives. Dans le cas où l'un des tests précédemment cités (où les deux) s'avère non concluant alors un test non paramétrique suivi du test post-hoc approprié ont été réalisés pour déterminer l'effet des paramètres étudiés sur la variable considérée. Dans le cas où la variable quantitative a une distribution normale et a les variances de ses différentes modalités identiques, une analyse de variance (ANOVA) suivi du test post-hoc HSD de Tukey ont été réalisés. Après ces analyses, une classification ascendante hiérarchique a été réalisée pour regrouper les traitements en fonction de leurs similarités et dissimilarités concernant les variables étudiées. Dans le cas des données qualitatives, leurs distributions ont été étudiées à

l'aide d'un tableau de proportion présentant les effectifs observés et d'un tableau présentant les effectifs théoriques. Pour terminer, les liens existants entre les variables qualitatives ont été mis en évidence à l'aide du test de Khi 2 dans le cas où aucun des effectifs théoriques des modalités des variables qualitatives n'est inférieur à 5. Dans le cas contraire, un test exact de Fisher a été réalisé pour mettre en évidence le lien entre les deux variables qualitatives considérées.

### **2.3.3. Efficacité du gel de *Aloe vera* sur la durée de conservation et la qualité organoleptique des tomates**

#### **2.3.3.1. Préparation des solutions servant à l'enrobage des fruits pour la conservation**

##### **○ Solution de *Aloe vera***

Le gel de *Aloe vera* a été obtenu à partir de 2 kg de feuilles récoltées puis transportées au Laboratoire de l'APA-UJLoG. Les feuilles ont été nettoyées avec de l'eau et du détergent pour retirer toutes les impuretés. Puis elles ont été débarrassées des épines présentes de chaque côté. Elles ont, par la suite, été posées à plat sur une planche à découper et la couche fine de la face inférieure a été ôtée à l'aide d'un couteau. Le gel ainsi mis à nu a été délicatement raclé à l'aide d'une spatule, stocké dans un bocal et broyé pour obtenir un liquide.

##### **○ Solution de mancozèbe**

La solution de mancozèbe a été obtenue en diluant 5 g de la poudre dans 1000 mL d'eau distillée. En effet, le mancozèbe est utilisé sous la forme poudreuse, mais étant donné que le gel est liquide, cette dilution a été faite pour le mettre dans le même état que le gel. De plus, ce produit est utilisé par certains maraichers dans la conservation de leurs produits post-récoltes.

#### **2.3.3.2. Constitution des échantillons de tomates**

Pour l'expérimentation, les tomates cultivées sur une parcelle de UJLoG, ont été récoltées dans le mois d'août 2024 puis transportées au laboratoire pour les différents tests. Elles ont été récoltées à deux stades physiologiquement matures à savoir rouges et vertes. Ces tomates sont issues de trois systèmes de production, et ont suivis toute l'itinéraire technique recommandée par le CNRA (2019) :

- les tomates cultivées avec le gel de *Aloe vera* (TA) ;
- les tomates cultivées avec l'engrais minéral NPK (TN) ;
- les tomates cultivées sans gel et sans engrais minéral (témoin) (TE).

#### **2.3.3.3. Mise en place du dispositif expérimental**

Les tomates ont été conservées à la température ambiante selon un dispositif en criss cross (panier en plastique ou sac en polypropylène). Chaque bloc a été constitué de tomates rouges

(mûres) ou vertes (non mûres) conservées dans un panier ou sur un sac puis disposées de manière aléatoire. Le choix du panier ou du sac s'explique par le fait que c'est le moyen le plus utilisé dans la conservation des fruits et légumes dans cette localité (Kouadio, 2021). Dans chaque bloc, l'état physiologique des tomates (non mûre ou mûre) et le type d'enrobages (Tableau VII) ont été considérés.

Tableau VII : Tableau montrant l'état physiologique et le système de production des tomates

		Système de production de tomates					
		Gel <i>Aloe vera</i>		NPK		Témoin	
Enrobage	Etat	verte	Rouge	verte	rouge	verte	rouge
	<b>Gel</b>	TAV1	TAM1	TNV1	TNM1	TEV1	TEM1
	<b>Mancozèbe</b>	TAV2	TAM2	TNV2	TNM2	TEV2	TEM2
	<b>Sans enrobage</b>	TAV0	TAM0	TNV0	TNM0	TEV0	TEM0

**TEV0** : Tomate produite sans engrais, verte et non enrobée ; **TEV1** : Tomate produite sans engrais, verte et enrobée avec le gel de *Aloe vera* ; **TEV2** : Tomate produite sans engrais, verte et enrobée avec le mancozèbe ; **TNV0** : Tomate cultivée avec NPK, verte et non enrobée ; **TNV1** : Tomate cultivée avec NPK, verte et enrobée avec le gel ; **TNV2** : Tomate cultivée avec NPK, verte et enrobée avec le mancozèbe ; **TAV0** : Tomate cultivée avec le gel de *Aloe vera*, verte et non enrobée ; **TAV1** : Tomate cultivée avec le gel, verte et enrobée avec le gel ; **TAV2** : Tomate cultivée avec le gel, verte et enrobée avec le mancozèbe ; **TEM0** : Tomate produite sans engrais, rouge ou mûre et non enrobée ; **TEM1** : Tomate produite sans engrais, rouge et enrobée avec le gel de *Aloe vera* ; **TEM2** : Tomate produite sans engrais, rouge et enrobée avec le mancozèbe ; **TNM0** : Tomate produite avec NPK, rouge et non enrobée ; **TNM1** : Tomate produite avec NPK, rouge et enrobée avec le gel ; **TNM2** : Tomate produite avec NPK, rouge et enrobée avec le mancozèbe ; **TAM0** : Tomate cultivée avec le gel, rouge ou mûre et non enrobée ; **TAM1** : Tomate cultivée avec le gel, rouge et enrobée de gel ; **TAM2** : Tomate cultivée de gel, rouge et enrobée avec le mancozèbe.

#### 2.3.3.4. Enrobage des tomates

L'application de l'enrobage a été faite par immersion totale des tomates dans la solution correspondante pendant environ une (01) minute. Les tomates enrobées ont été ensuite retirées, puis séchées à l'air libre avant d'être mises dans les supports de conservation. Le temps d'immersion utilisé dans cette étude a été établi sur la base des essais préliminaires. Le choix de ces conditions permettra de faciliter son application au niveau industriel et la mise en place de cette procédé.

### 2.3.3.5. Observations et mesures

L'observation a consisté à regarder minutieusement chaque lot de tomates (15 tomates) tous les trois jours jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour de conservation. A chaque observation, les tomates pourries ont été retirées du lot.

#### 2.3.3.5.1. Effet de l'enrobage sur le délai de passage de la couleur verte à la couleur rouge des tomates

Seules les tomates de couleur vertes ont été considérées. A cet effet, le délai de virement (DV) de la couleur verte à la couleur rouge de chaque lot a été considéré lorsque 100 % des tomates ont viré. Il part du temps T0 qui correspond au temps de mise en place de l'essai au temps Tm

$$DV = Tm - T0 \quad (Tm = 100 \% \text{ de tomates qui virent au rouge}) \quad (12)$$

#### 2.3.3.5.2. Effet de l'enrobage sur la détérioration des tomates

L'effet de l'enrobage sur la détérioration (DT) a été matérialisé par le nombre de tomates pourries pendant les 60 jours de conservation. Tous les trois jours, les tomates ayant perdues leur aspect initial ont été retirées (Figure 22).



Figure 22 : Tomates pourries retirées du lot

Ainsi, la détérioration a été déterminée en se basant sur le nombre de tomates pourries (NTp) en fonction du temps selon la formule ci-dessous :

$$DT = NTp(t) \quad (13)$$

### 2.3.3.6. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle basée sur le test hedonique a mobilisé des personnes ressources dans la population de l'espace UJLoG. Cette population a été composée d'enseignant-chercheurs, d'étudiants et de restauratrices. Elle a consisté à des séances de dégustation qui ont eu lieu le 18 octobre 2024 au Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole. La dégustation a consisté à la consommation de la tomate crue découpée en rondelles (Annexe 6).

Les critères utilisés ont été conformes à la norme NF ISO 5492-1992 indiquée par Agassounon *et al.* (2012). Dans cette norme, six critères que sont la couleur, l'acidité, l'arôme, le jus, la chair et l'épaisseur de la peau (Annexe 7) ont été évalués. Cette évaluation a été notée sur une échelle de 0 à 10 à la fin de la dégustation. La Figure 23 présente les différents plats de tomates à déguster.



Figure 23 : Plat de tomates crues à déguster

### **2.3.3.7. Analyse statistique**

Toutes les données recueillies ont été saisies avec le tableur Microsoft Office Excel 2013 qui a servi pour le nettoyage des données pour en extraire toutes les valeurs aberrantes à travers l'utilisation de boîte à moustache. Après le nettoyage des données, les analyses descriptives ont été réalisées pour connaître l'évolution des variables au cours du temps. Ensuite, le logiciel Statistica version 7.1 a été utilisé pour l'analyse statistique des données à travers la comparaison des moyennes complété d'analyse de variance (ANOVA) par le test de Student Newman-Keuls en vue de montrer l'existence de différence significative entre les moyennes au seuil de 5 % ( $p < 0,05$ ).

**TROISIÈME PARTIE :  
RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### 3.1. RÉSULTATS

#### 3.1.1. Détermination des moyens de production et de conservation de la tomate par les producteurs et commerçants dans la localité de Daloa

##### 3.1.1.1. Caractéristiques sociodémographiques des producteurs enquêtés

Dans la localité de Daloa, les cultures maraichères sont pratiquées dans des exploitations familiales de petite taille spécialisées dans la culture de tomate et cela constitue une activité lucrative. La répartition des maraichers enquêtés selon le genre et l'âge a montré que la tranche d'âge varie entre 15 et 45 ans. Ceux qui prédominent, ont l'âge compris entre 15 et 30 ans dans notre échantillonnage et représentent 56 % des enquêtés. Quarante quatre pourcent (44 %) des personnes enquêtées ont une tranche d'âge de 30 à 45 ans (Figure 24). Quant au genre des producteurs interrogés, 36,67 % sont de genre féminin et 63,33 % de genre masculin (Tableau VIII). Le niveau d'instruction de ces derniers est faible. En effet, 46,67 % sont illettrés, 36,66 % ont le niveau du cours primaire, 10 % du cours secondaire et 6,67 % ont le niveau supérieur.

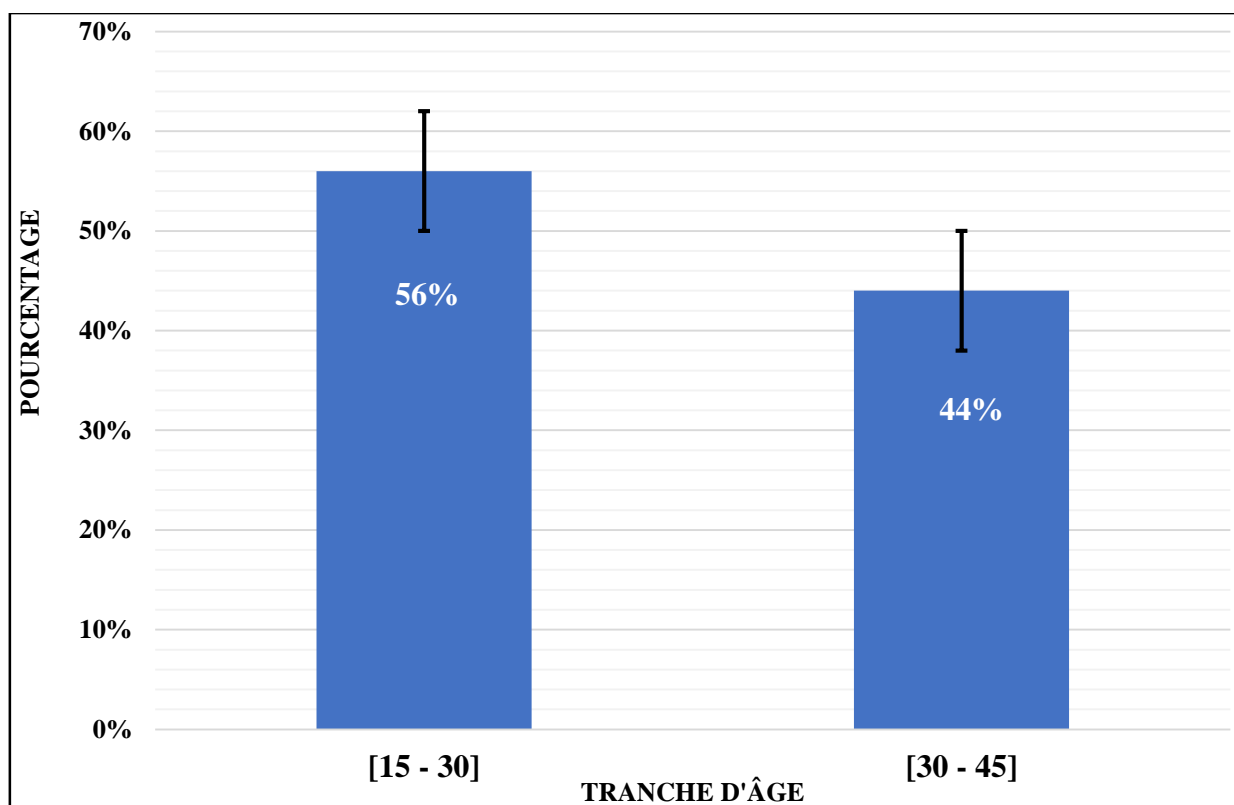


Figure 24 : Répartition de la tranche d'âge des producteurs de tomate

Tableau VIII : Profil des maraichers enquêtés selon leur niveau d'instruction

	Niveau d'instruction				Pourcentage
	Illettrés	Primaires	Secondaires	Supérieurs	
	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	Effectif (%)	
Hommes	10	6	1	2	19(63,33 %)
Femmes	4	5	2	0	11(36,67 %)
<b>Total</b>	<b>14(46,67%)</b>	<b>11(36,66%)</b>	<b>3(10%)</b>	<b>2(6,67%)</b>	<b>30(100%)</b>

### 3.1.1.2. Entretien de la parcelle

Pour la réalisation de la culture de tomates, les maraichers produisent eux-mêmes leurs propres plants en pépinière à même le sol, situés à proximité de la parcelle. Les semences qu'ils utilisent sont généralement achetées dans une firme Sémivoire et certains réutilisent les graines provenant de leurs récoltes antérieures à cause du coût élevé de celles-ci. Aussi, pour cette culture, les plants sont tutorés (Figure 25) avec un buttage régulier pour éviter la cassure des plantes et pour assurer un bon développement des racines. Pour une bonne croissance des plants, la fertilisation est faite avec l'engrais minéral NPK et l'Urée généralement fractionnés trois fois.



Tuteur de tomate

Figure 25 : Culture de tomates tuteurée avec rachis de palmier

### 3.1.1.3. Facteurs limitants la culture de tomates

Le rendement de tomates chez les producteurs enquêtés varie d'une parcelle à une autre. La plupart d'entre eux ont déclaré que les principaux facteurs limitant la culture ont été les ravageurs, les maladies et le manque d'eau. Cela constitue les contraintes majeures auxquelles ces maraichers font face dans leur exploitation. Les ravageurs rencontrés par les producteurs sont les insectes tels que *Zenocerus variegatus* (Orthoptera), *Bemisia tabaci* (Homoptera), *Dysdercus sp.* (Hémiptères) et *Tuta absoluta* (lépidoptères). Les maladies telles que le flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanaceum*, la fusariose, l'alternariose, la pourriture molle du fruit, la nécrose apicale et les maladies dues aux nématodes sont rencontrées dans leur parcelle. Ces derniers attaquent les cultures de tomates et causent d'énormes dégâts sur différentes parties de la plante. Les producteurs ont mentionné une augmentation de la pression des bio-agresseurs ces dernières années. Grâce à nos enquêtes, ces derniers ont été inventoriés (Figure 26).

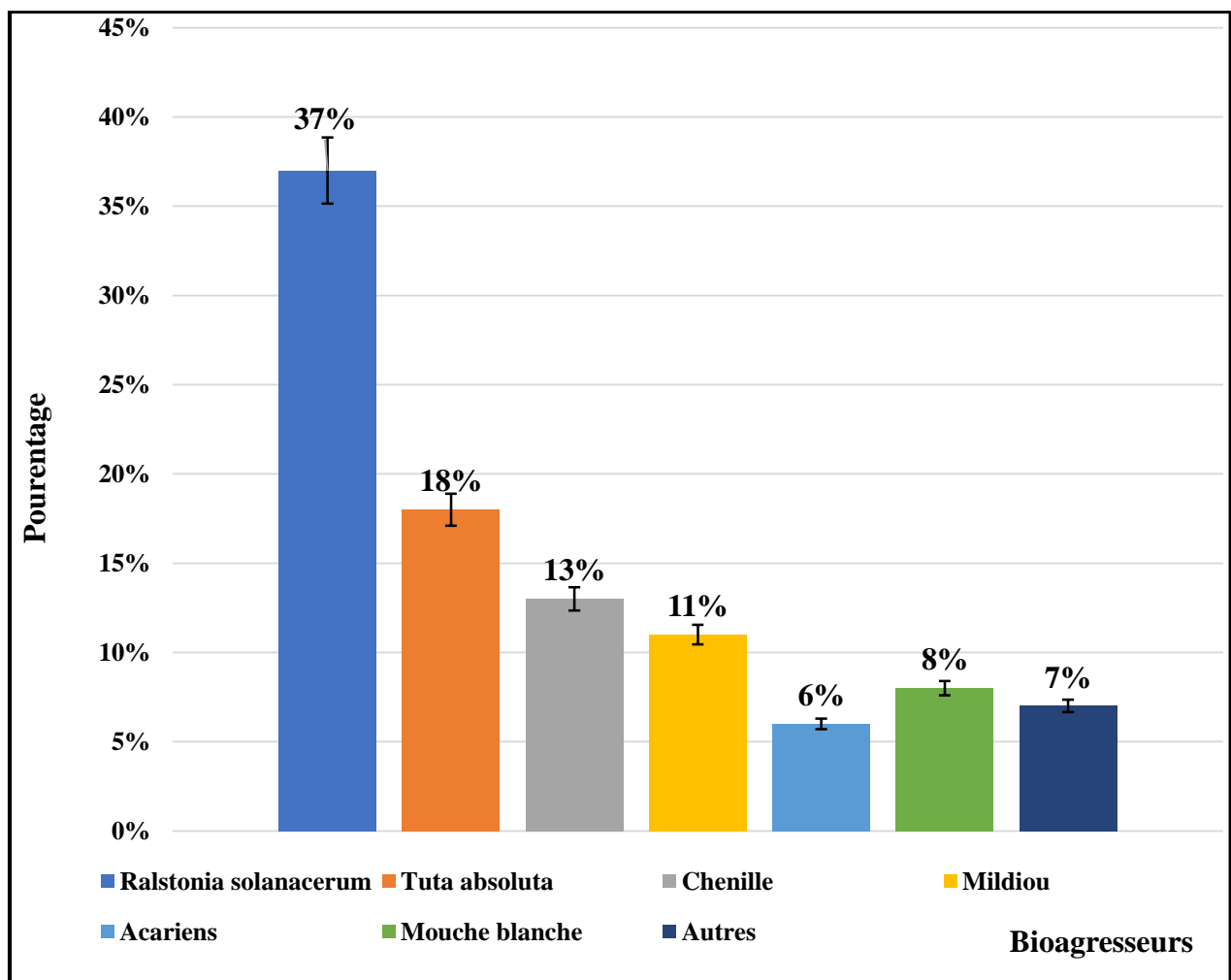
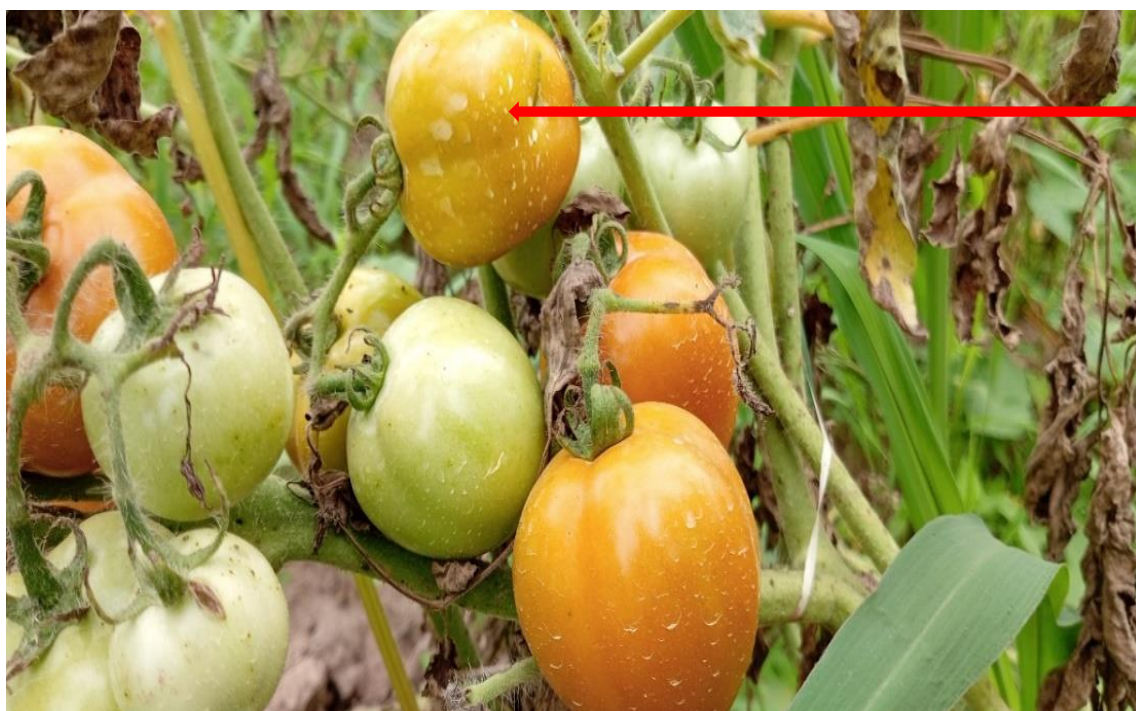


Figure 26 : Quelques bio-agresseurs visés par les producteurs

### 3.1.1.4. Gestions des bio-agresseurs

Les résultats de l'enquête indiquent que l'ensemble des maraichers interrogés (100 %) ont recours aux pesticides de synthèse pour éliminer les ravageurs ou pour réduire leurs actions sur les cultures et prolonger la conservation des fruits. Les pesticides utilisés par ces maraichers ont été essentiellement les fongicides, les insecticides et les nématicides (Tableau IX). Ils réalisent des traitements préventifs hebdomadaires, sans viser un ravageur particulier quel que soit l'état sanitaire de la parcelle. Pour chaque application, ils font un mélange de pesticides (fongicide et nématicide ou insecticide et fongicide ou encore fongicide et un engrais foliaire). Par ailleurs, pour réaliser les traitements, ces derniers appliquent les pesticides sans aucune mesure de sécurité (blouse, gant, masque). Aussi, ses produits étaient appliqués sur les fruits de sortes que les traces ont été visibles au cours de nos enquêtes (Figure 27). De plus, les emballages des pesticides utilisés sont jetés dans la parcelle ou en bordure (Figure 28). Malgré l'utilisation des pesticides, les producteurs ont affirmé avoir observé des phénomènes de résistance.



Trace de pesticides sur les fruits

Figure 27 : Fruits de tomate présentant des traces de pesticides



Emballages  
des produits  
dans la  
parcelle

Figure 28 : Emballages de pesticides laissés au sol après usage dans les parcelles

Tableau IX : Pesticides recensés lors de l'enquête

Nom des pesticides	Famille	Matière active	Concentration	Dose recommandé	Coût unitaire (FCfa)
Ivory	Fongicide	Chlorothalonil-Carbendazime 65 SC	800 g/kg	2 Kg/ha	4000
Falcozeb	Fongicide	Mancozèbe	800g/kg	2 kg/ha	4000
K-optimal	Insecticide	Lambda-cyhalothrine/Acétamipride	35g/L	20g/ha	3500
Lambda	Insecticide	Lambda cyhalothrine	25g/L	1L/ha	1500
Top lambda	Insecticide	Lambda-cyhalothrine	25g/L	1L/ha	3500
Décis maraichers	Insecticide	Deltametrine	25 g/L	1L/ha	2500
Manèbe	Fongicide	Mancozèbe	800g/kg	nd	3500
Banko plus	Fongicide	Carbendazime / Chlorothalonil	100g/L	2l/ha	9500
Tihan	Insecticide	Fluberdiamide/Spirotétramate	75g/L	1L/ha	1000
K-natal 35EC	Insecticide	Lambda-cyhalothrine/Acétamipride	35 g/L	1L/ha	4000
Max+ 35EC	Insecticide	Lambda-cyhalothrine/Acétamipride	35 g/L	40 mL/m <sup>2</sup>	2000
Topsin-M	Fongicide	Thiophante-methyl	70 g/L	2,5 kg/ha	4000
Callicuivre	Fongicide et bactéricide	Oxychlorure de cuivre	nd	2-5kg/ha	3000
Furasol	Nématocide et insecticide	Oxamyl	50g/kg	40g/ha	2000
Z-Force	Fongicide	Chlorothalonil-Carbendazime	800 g/kg	1-1,5kg/ha	2000

### 3.1.1.5. Perception de l'efficacité des pesticides par les maraichers

Le niveau de perception des maraichers sur l'efficacité des pesticides était variable. Parmi les enquêtés, 60 % trouvent les pesticides toujours efficaces dans le traitement des cultures tandis que 28 % disent qu'ils sont souvent efficaces contre 12 % qui pensent que les pesticides sont rarement efficaces (Figure 29). Ils sont conscients des impacts négatifs induits par l'usage des pesticides sur la santé des consommateurs mais cela impacte faiblement à leur utilisation.

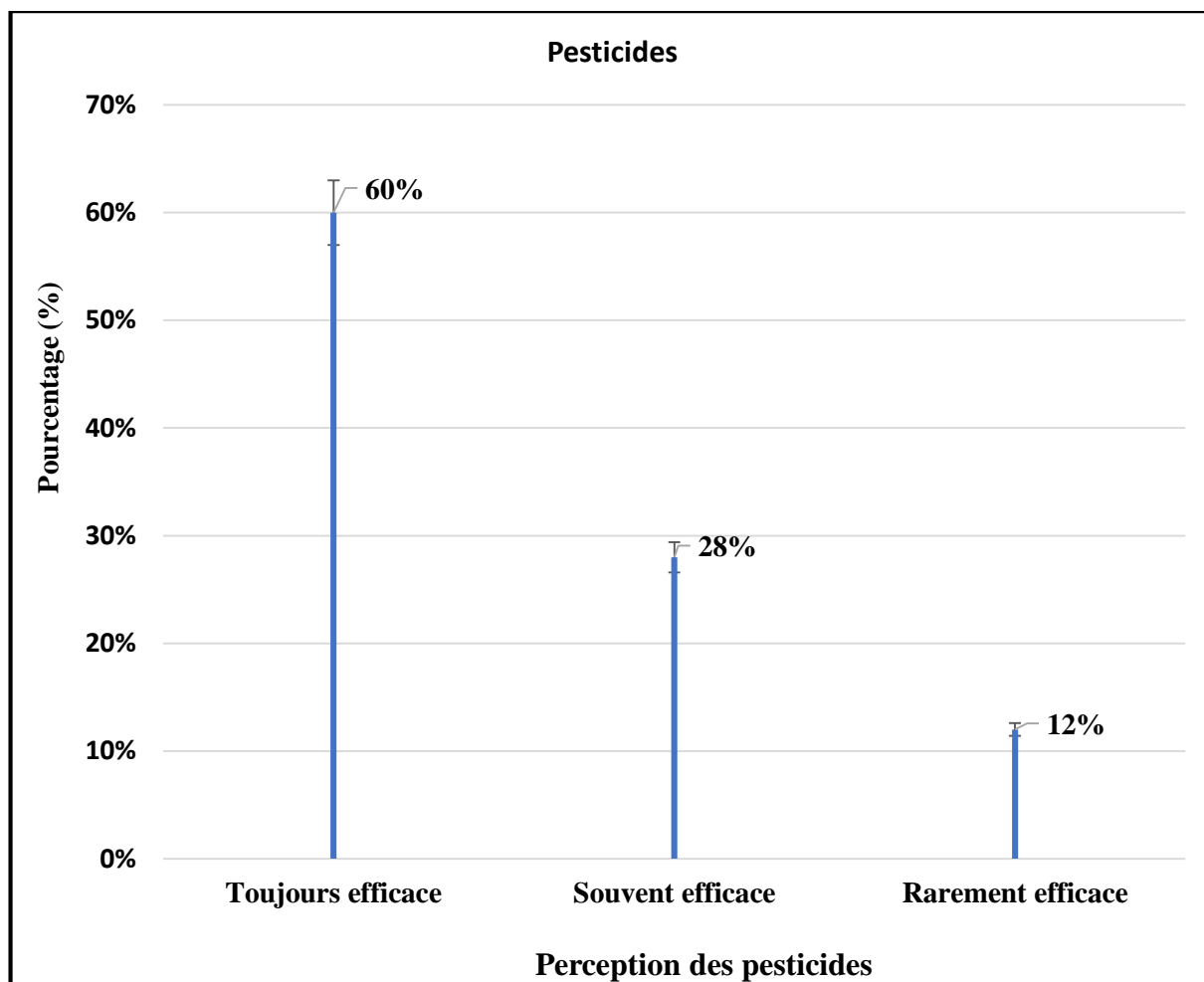


Figure 29 : Efficacité perçue des pesticides lors de l'enquête

### 3.1.1.6. Mise en marché des tomates produites

La Figure 30 présente la répartition du système de commercialisation des tomates produites par les maraichers. Les enquêtes menées auprès des producteurs indiquent que les tomates bénéficient d'un excellent écoulement commercial. Ces producteurs commercialisent eux-mêmes leurs produits auprès des grossistes (42 % des producteurs), soit des détaillants locaux (35 % des producteurs) soit d'autres débouchés plus minoritaires (23 %) composés de restaurants et de particuliers. Les principaux critères de choix exigés par ces acheteurs sont : le

calibre, l'aspect luisant du fruit, la fermeté et l'absence de tâches et de défauts visuels sur l'épiderme du fruit.

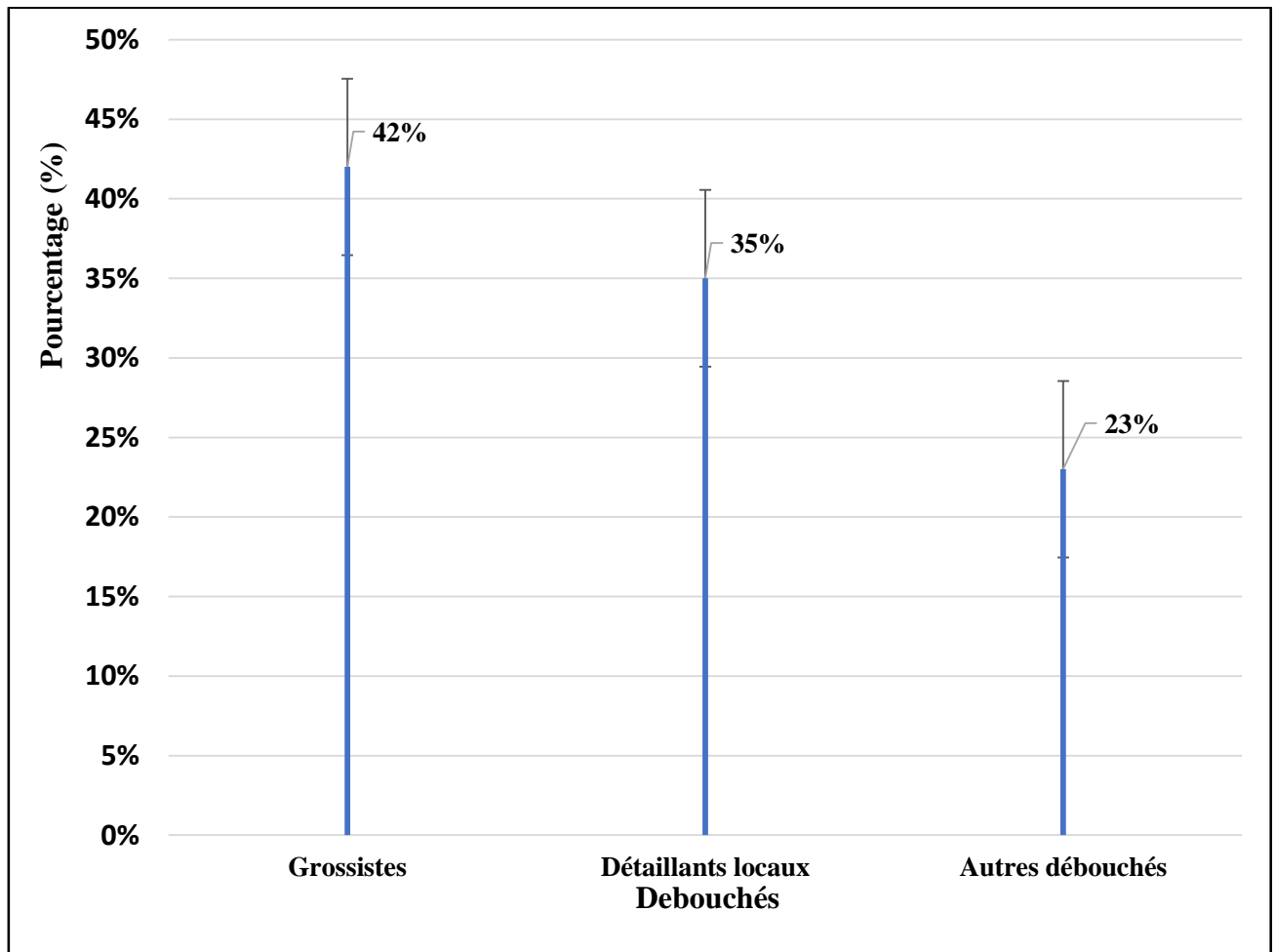


Figure 30 : Répartition du circuit de commercialisation de tomates par les producteurs

### 3.1.1.7. Profils des commerçants

Les enquêtes réalisées dans les marchés de la ville de Daloa ont permis d'interroger un échantillon de 150 commerçants répartis dans quatre marchés distincts. Parmi ces personnes interrogées, 149 étaient de sexe féminin, représentant ainsi 99 % de l'échantillon, tandis qu'un seul commerçant (01) de sexe masculin a été recensé, soit 1 %. Concernant le niveau d'instruction, la majorité des enquêtés étaient analphabètes, soit 135 personnes (90 %). Les commerçants lettrés représentaient quant à eux une minorité de 15 individus, correspondant à 10 % de l'échantillon total. La répartition par classe d'âge montre une prédominance des jeunes adultes de 16 à 30 ans : 79 personnes (52,67 %), plus de 30 ans : 67 personnes (44,66 %) et de 0 à 15 ans : 4 personnes (2,66 %).

La Figure 31 présente une synthèse visuelle du profil démographique des commerçants ayant participé à cette étude.

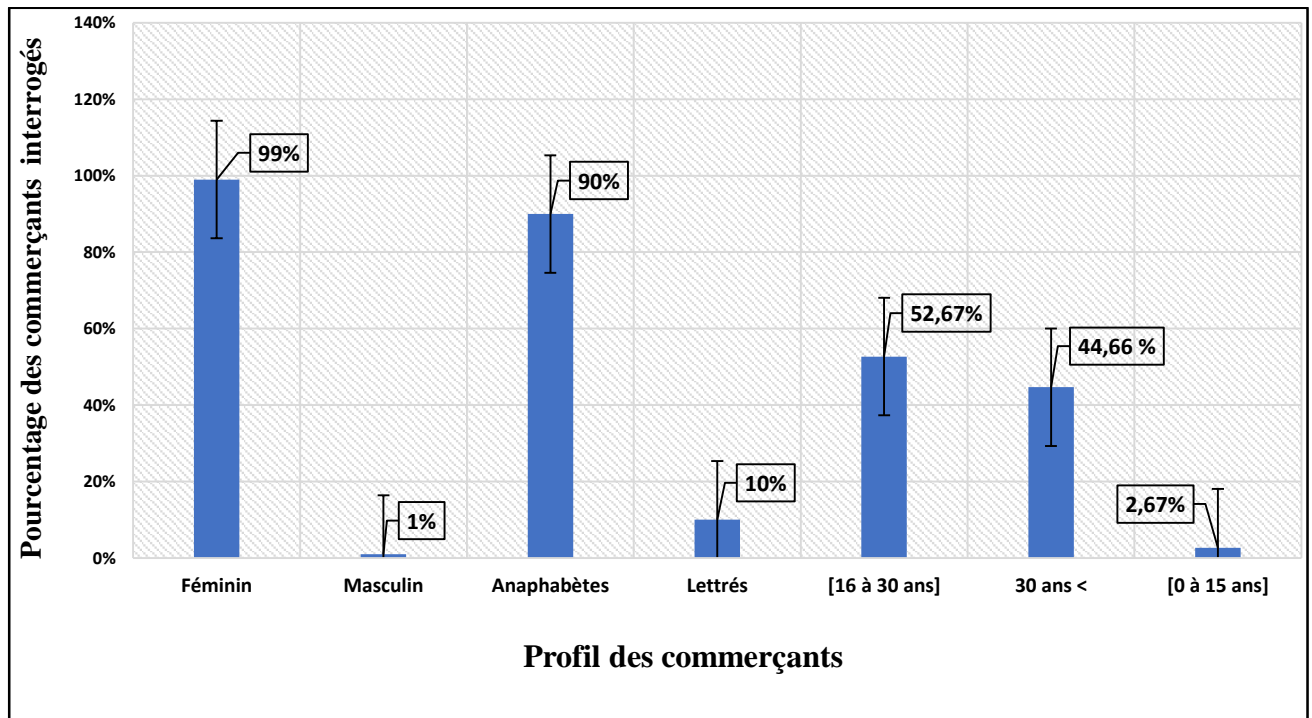


Figure 31 : Profils des commerçants interrogés lors de l'enquête

### 3.1.1.8. Lieu d'achat et moyen de transport

En ce qui concerne le lieu d'achat des fruits et légumes, les personnes interrogées achètent les tomates chez les producteurs et /ou elles cultivent elles-mêmes. Au niveau du moyen de transport, il a été constaté que les commerçants de tomates utilisent à peu près les mêmes moyens de transports. Quarante-huit (48) personnes utilisent les camions du lieu d'achat aux lieux de vente, cinquante-cinq (55) personnes utilisent les tricycles et quinze (15) utilisent les motos.

### 3.1.1.9. Moyens de conservation de la tomate utilisés par les commerçants

La Figure 32 illustre les différents moyens de conservation de la tomate par les commerçants dans la ville de Daloa. Ces moyens varient selon les préférences des personnes interrogées. Trois moyens sont utilisés par les commerçants à savoir la conservation dans les paniers avec 60 personnes sur 150 soit 40 % des personnes interrogées. Elles sont suivies des personnes qui conservent leurs produits dans les caisses en bois avec 53 personnes sur 150 soit 35 % des personnes interrogées et enfin la conservation à l'air libre, disposée sur des sacs en polypropylène avec 37 personnes soit 25 % des personnes interrogées.

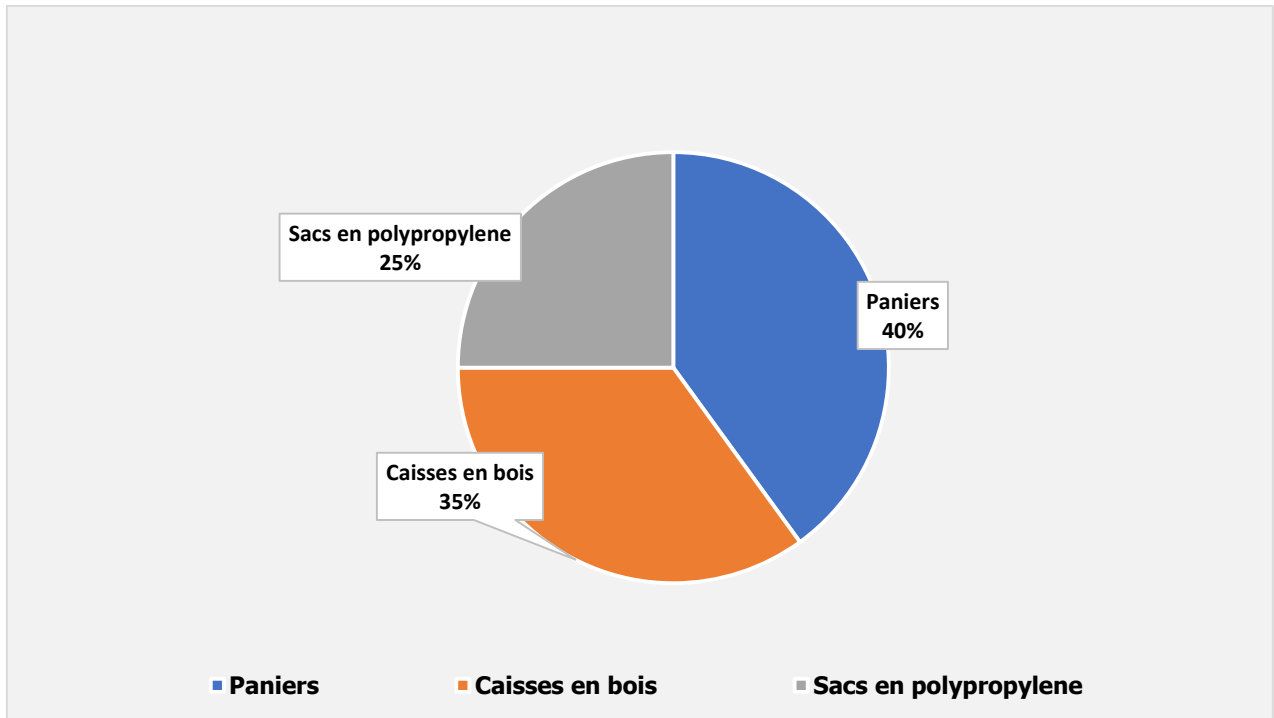


Figure 32 : Moyens de conservation de la tomate par les commerçants

### 3.1.1.10. Durée de la conservation des tomates

Au niveau de la durée de conservation de la tomate, il ressort à travers cette enquête que sur les 150 commerçants interrogés, 115 personnes arrivent à conserver leurs tomates sur une certaine durée. Parmi celles-ci, 48 personnes ont conservé leurs tomates en moins d'une semaine soit 41,73 %. Elles ont été suivies des personnes qui arrivent à conserver leurs tomates entre une et deux semaines (38 personnes) soit 33,04 % et les personnes qui les conservent entre deux et quatre semaines ont été au nombre de 12, soit 10,43 % des enquêtés. Enfin, celles qui conservent leurs tomates plus de quatre semaines ont été 17 personnes soit 14,78 % (Figure 33).

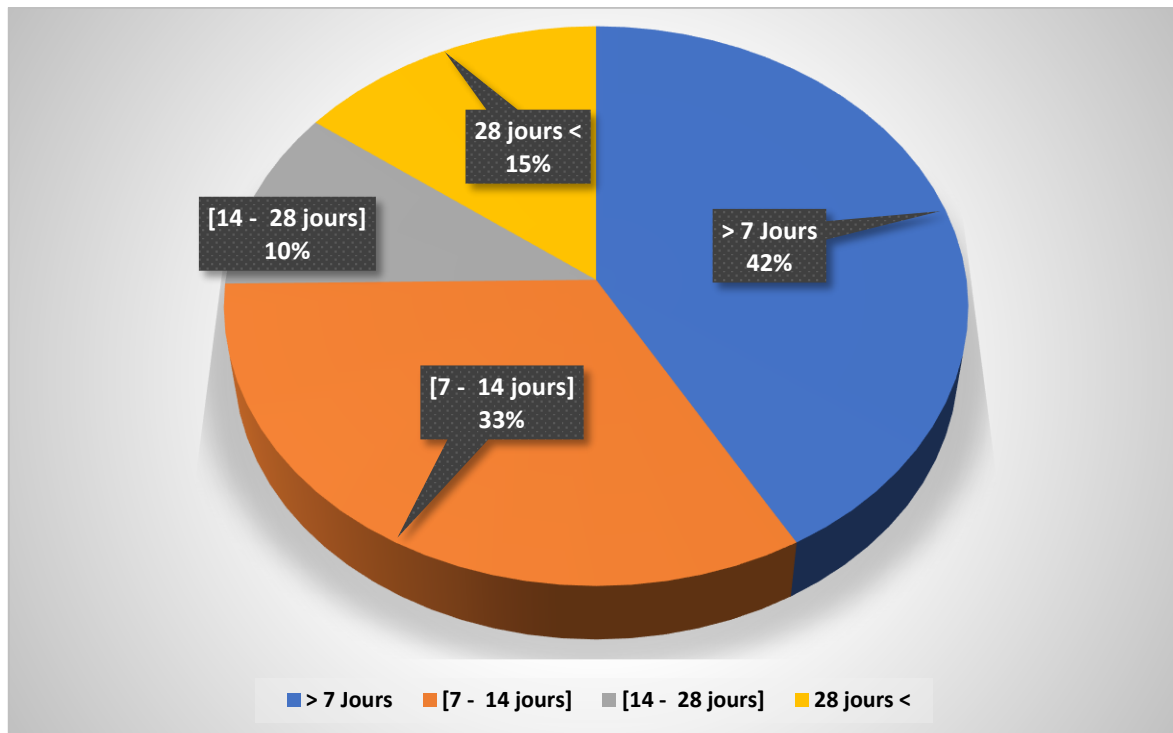


Figure 33 : Durée de conservation de la tomate par les commerçants

### 3.1.2. Evaluation des effets biofertilisants du gel de *Aloe vera* sur la croissance de la tomate en pépinière

L'utilisation abusive des intrants chimiques pour assurer une croissance vigoureuse des plantules affecte la santé de celles-ci. Ces intrants chimiques ont des inconvénients environnementaux et économiques. Cette étude a consisté à évaluer l'efficacité du gel de *Aloe vera* comme alternative naturelle aux traitements chimiques pour améliorer la germination et la croissance précoce des semences de tomates.

#### 3.1.2.1. Cinétique de germination

La figure 34 représente les courbes de la cinétique de germination des graines de tomates en fonction des traitements. Les courbes ont toutes une forme sigmoïde qui présentent trois phases. Une première partie qui est la phase de latence, une deuxième phase exponentielle caractérisée par une accélération de la germination, et enfin une troisième phase caractérisée par un palier indiquant l'arrêt de la germination.

Les graines enrobées avec le gel de *Aloe vera* ont été toutes au-dessus des autres courbes quelle que soit la qualité du substrat, et ont présenté une phase de latence très courte qui a duré trois jours, comparativement aux autres traitements qui mis quatre à cinq jours.

Concernant la phase exponentielle de germination, les graines enrobées avec le gel ont atteint un maximum de germination en cinq jours. Quant aux graines traitées avec le mancozèbe et les graines non traitées (graines témoins), elles ont atteint leur vitesse maximale de germination en sept jours avant d'atteindre le plateau. Le traitement des graines avec le gel de *Aloe vera* a réduit le temps de latence et a accéléré la germination des graines contrairement aux autres traitements.

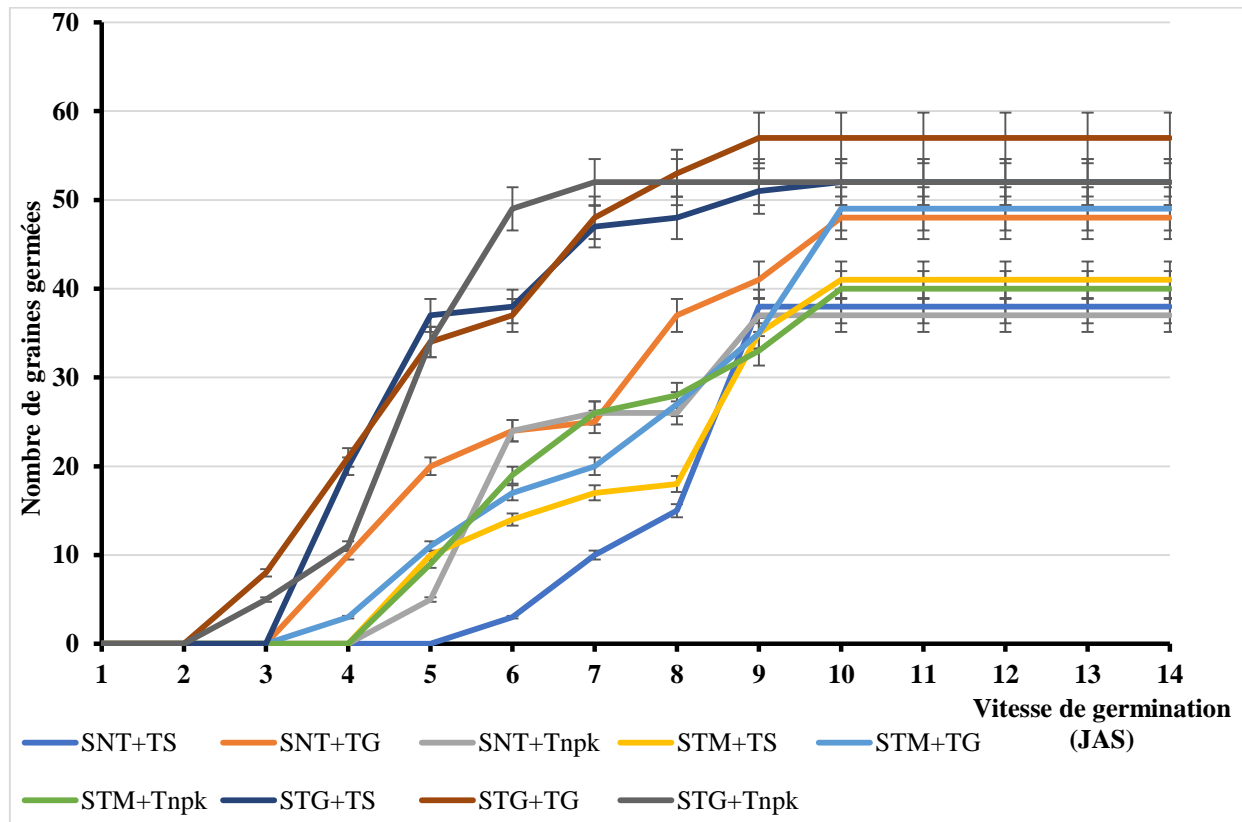


Figure 34 : Cinétique de germination des graines sous l'effet des traitements

SNT+TS : lot de graines témoin sur substrat stérilisé et non fertilisé, SNT+TG : lot de graines témoin sur substrat stérilisé et amendé avec le gel, SNT+Tnpk : lot de graines témoin sur substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK, STG+TS : graines de tomate Traitées avec le Gel sur substrat stérilisé et non fertilisé, STG+TG : graines de tomate Traitées avec le Gel sur substrat stérilisé et amendé avec le Gel, STG+Tnpk : graines de tomate Traitées avec le Gel sur substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK, STM+TS : graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe sur substrat stérilisé et non fertilisé, STM+TG : graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe sur substrat stérilisé et amendé avec le Gel, STM+Tnpk : graines de tomate Traitées avec le Mancozèbe sur substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK.

### 3.1.2.2. Effet de l'interaction qualité des substrats et qualité des graines sur le taux moyen de germination

La capacité germinative des graines de tomate n'a pas été influencée par l'interaction qualité des graines et qualité de substrats (Tableau X) quels que soient les trois cycles de

pépinières. En effet, l'analyse de variance des résultats n'a pas montré de différence significative entre les traitements ( $p > 0,05$ ).

De même, la qualité des substrats n'a pas influencé significativement le taux moyen de germination des graines après l'analyse statistique (Tableau XI) car la probabilité obtenue avec les trois cycles de culture était supérieure à 0,05. Les substrats amendés avec le gel de *Aloe vera* et le NPK ont eu le même effet sur le taux moyen de germination comparé au substrat non fertilisé.

Cependant, la capacité germinative des graines a été considérablement influencée par la qualité des graines (Tableau XII) pour les trois cycles ( $P < 0,05$ ). En effet, les graines enrobées avec le gel de *Aloe vera*, ont présenté un taux moyen de germination plus élevé (90,53 %) par rapport aux graines traitées avec le mancozèbe (80,52 %) et le témoin (66,63 %).

Tableau X : Effet de l'interaction qualité des graines et qualité des substrats sur le taux moyen de germination

	<b>Qualité des substrats</b>		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
<b>Qualité des graines</b>	décembre-janvier 2022	avril- mai 2023	juin- juillet 2024
<b>Probabilité</b>	0,35	0,18	0,23

Tableau XI : Effet de la qualité des substrats sur le taux moyen de germination des trois cycles

	<b>Taux moyen de germination</b>		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
<b>Qualité des semences</b>	décembre-Janvier 2022	avril- mai 2023	juin- juillet 2024
<b>Probabilité</b>	0,06	0,12	0,09

Tableau XII : Effet de la qualité des graines sur le taux moyen de germination des trois cycles

Qualité des graines	Taux moyen de germination			Moyenne
	Cycle 1 décembre-Janvier 2022	Cycle 2 avril- mai 2023	Cycle 3 juin- juillet 2024	
<b>SNT</b>	58,10 ± 8,44 <sup>c</sup>	75,18 ± 6,30 <sup>c</sup>	66,60 ± 7,24 <sup>b</sup>	66,63 ± 7,32 <sup>c</sup>
<b>STG</b>	87,89 ± 4,96 <sup>a</sup>	93,00 ± 8,82 <sup>a</sup>	90,70 ± 3,53 <sup>a</sup>	90,53 ± 5,77 <sup>a</sup>
<b>STM</b>	71,56 ± 6,14 <sup>b</sup>	83,33 ± 5,47 <sup>b</sup>	86,67 ± 5,31 <sup>a</sup>	80,52 ± 5,64 <sup>b</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

**SNT** : lot de graines témoin ; **STG** : graines de tomates traitées avec le gel ; **STM** : graines de tomate traitées avec le mancozèbe.

### 3.1.2.3. Effet de l'interaction qualité des substrats et qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules

Le Tableau XIII présente l'effet de l'interaction de la qualité des graines et de la qualité de substrats sur la hauteur moyenne des plantules après 21 jours pendant les trois cycles de pépinière. L'analyse statistique de la hauteur moyenne des plantules n'a pas été influencée significativement par l'effet d'interaction quel que soit le cycle de culture. La qualité des substrats et la qualité des graines ont eu le même effet sur la hauteur des plantules ( $p > 0,05$ ).

Tableau XIII : Effet de l'interaction qualité des substrats et qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules (cm) des trois cycles

Qualité des graines	Qualité des substrats		
	Cycle 1 décembre-Janvier 2022	Cycle 2 avril- mai 2023	Cycle 3 juin- juillet 2024
<b>Probabilité</b>	0,49	0,28	0,37

Néanmoins, l'analyse de variance de la qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules a révélé une différence significative entre les traitements (Tableau XIV) quel que soit le cycle. La plus grande hauteur moyenne, comparée à celle du témoin, a été obtenue avec les graines enrobées avec le gel de *Aloe vera* ( $12,32 \pm 1,39$  cm). Ensuite ont suivi les plantules issues des graines traitées avec le mancozèbe qui ont en moyenne une hauteur de  $11,55 \pm 1,40$  cm. Enfin, la plus faible hauteur moyenne des plantules a été obtenue avec le lot de graines témoins et a été de  $10,48 \pm 1,29$  cm en moyenne.

Tableau XIV : Effet de la qualité des graines sur la hauteur moyenne des plantules (cm) obtenues durant les trois cycles de cultures

Qualité de graines	Hauteur moyenne des plantules			Moyenne
	Cycle 1 décembre-Janvier 2022	Cycle 2 avril-mai 2023	Cycle 3 juin-juillet 2024	
SNT	10,75 ± 1,39 <sup>b</sup>	10,50 ± 1,06 <sup>c</sup>	10,19 ± 1,44 <sup>b</sup>	10,48 ± 1,29 <sup>b</sup>
STG	12,21 ± 1,60 <sup>a</sup>	13,50 ± 0,65 <sup>a</sup>	11,25 ± 1,92 <sup>a</sup>	12,32 ± 1,39 <sup>a</sup>
STM	11,11 ± 1,45 <sup>a</sup>	12,50 ± 0,87 <sup>b</sup>	11,03 ± 1,88 <sup>a</sup>	11,55 ± 1,40 <sup>a</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

SNT : lot de graines témoin ; STG : graines de tomate traitées avec le gel ; STM : graines de tomate traitées avec le mancozèbe.

Quant à la qualité des substrats sur la hauteur moyenne des plantules (Tableau XV), l'analyse statistique a montré également une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les substrats testés des trois cycles. Les substrats amendés avec le gel de *Aloe vera* et ceux fertilisés avec le NPK ont occasionné des hauteurs moyennes plus élevées sur les 3 cycles et ont été statistiquement identiques avec les valeurs moyennes respectives de  $10,49 \pm 1,29$  cm et  $10,53 \pm 1,36$  cm. La plus faible hauteur moyenne enregistrée sur les 3 cycles de pépinière a été obtenu avec les substrats non fertilisés ( $7,81 \pm 1,60$  cm).

Tableau XV : Effet de la qualité des substrats sur la hauteur moyenne des plantules (en centimètre) des trois cycles

Qualité de substrats	Hauteur moyenne des plantules			Moyenne
	Cycle 1 décembre-Janvier 2022	Cycle 2 avril- mai 2023	Cycle 3 juin- juillet 2024	
TS	10,17 ± 0,85 <sup>b</sup>	5,93 ± 1,92 <sup>c</sup>	7,33 ± 2,03 <sup>b</sup>	7,81 ± 1,60 <sup>b</sup>
TG	11,27 ± 1,22 <sup>a</sup>	9,69 ± 0,87 <sup>a</sup>	10,52 ± 1,79 <sup>a</sup>	10,49 ± 1,29 <sup>a</sup>
TNPK	12,61 ± 1,54 <sup>a</sup>	7,95 ± 0,77 <sup>b</sup>	11,03 ± 1,78 <sup>a</sup>	10,53 ± 1,36 <sup>a</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>

Les moyennes d'une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TG : Substrat stérilisé et amendé avec le gel ; TS : Substrat stérilisé et non fertilisé ; TNPK : Substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK.

### 3.1.2.4. Effet de l'interaction de la qualité des graines et la qualité des substrats sur le nombre total de feuilles produites par plantule

Quel que soit le cycle de cultures, l'effet de l'interaction de la qualité des graines et de la qualité des substrats sur le nombre total de feuilles produites par les plantules n'a pas révélé de différence significative entre les traitements ( $p > 0,05$ ) après l'analyse statistique (Tableau XVI). La qualité des substrats et la qualité de graines à base de *Aloe vera*, de mancozèbe et le NPK ont eu le même effet sur l'émission des feuilles par les plantules de tomates.

De même, l'effet de la qualité des graines sur le nombre total de feuilles produites durant les trois cycles n'a pas montré de différence significative entre les traitements (Tableau XVII).

Tableau XVI : Effet de l'interaction de la qualité de substrat et la qualité des graines sur le nombre total de feuilles produites durant les trois cycles

	Qualité des substrats		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
<b>Qualité des graines</b>	décembre-Janvier 2022	avril- mai 2023	juin- juillet 2024
<b>Probabilité</b>	0,81	0,92	0,51

Tableau XVII : Effet de la qualité des graines sur le nombre total de feuilles produites

	Nombre total de feuilles produites		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
<b>Qualité des graines</b>	décembre-Janvier 2022	avril- mai 2023	juin- juillet 2024
<b>Probabilité</b>	0,20	0,08	0,17

Le Tableau XVIII montre la qualité des substrats sur le nombre total de feuilles produites par les plantules pendant les trois cycles de cultures réalisés. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les traitements quel que soit le cycle. Un grand nombre moyen de feuilles a été obtenu avec les substrats amendés de gel de *Aloe vera* ( $5,24 \pm 0,52$  feuilles). Cette valeur est suivie des plantules dont les substrats ont été fertilisés avec le NPK ( $4,80 \pm 0,59$  feuilles). Le plus faible nombre de feuilles a été enregistré avec les plantules issues des substrats témoins ( $3,95 \pm 0,78$  feuilles).

Tableau XVIII : Effet de la qualité des substrats sur le nombre total de feuilles produites pendant les trois cycles de cultures

Qualité substrats	Nombre total de feuilles produites			Moyenne
	Cycle 1 décembre-Janvier 2022	Cycle 2 avril-mai 2023	Cycle 3 juin-juillet 2024	
TS	3,88 ± 0,60 <sup>b</sup>	4,00 ± 0,79 <sup>b</sup>	3,98 ± 0,95 <sup>c</sup>	3,95 ± 0,78 <sup>c</sup>
TG	4,58 ± 0,51 <sup>a</sup>	6,00 ± 0,45 <sup>a</sup>	5,15 ± 0,61 <sup>b</sup>	5,24 ± 0,52 <sup>a</sup>
TNPK	4,11 ± 0,60 <sup>a</sup>	5,30 ± 0,49 <sup>a</sup>	5,00 ± 0,68 <sup>a</sup>	4,80 ± 0,59 <sup>b</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>

Les moyennes d'une même ligne suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TS : substrat stérilisé et non fertilisé ; TG : substrat stérilisé et amendé avec le gel ; TNPK : substrat stérilisé et fertilisé avec le NPK.

### 3.1.3. Evaluation de l'effet biofertilisant et biopesticide des extraits aqueux de *Aloe vera* sur la culture de la tomate

La culture de tomate, à l'instar des autres cultures maraichères est soumise à de nombreuses contraintes qui baissent la production. Ces contraintes sont les attaques de nombreux ravageurs et maladies, l'insuffisance de terre arable et l'utilisation abusive de pesticides chimiques qui influencent les facteurs environnementaux et climatiques. Pour réduire l'impact de ces derniers sur les cultures, différentes méthodes de lutte biologique sont utilisées. C'est dans cette optique que cette étude a été entreprise afin de tester l'efficacité des extraits aqueux de *Aloe vera* sur la culture de la tomate.

#### 3.1.3.1. Effets des traitements sur les paramètres agronomiques

- **Taux de reprise et de survie**

Les taux de reprise et de survie des plantes de tomates après repiquage en fonction des différents traitements sont illustrés dans le tableau XIX. Le taux a varié en fonction des traitements. Les taux de reprise plus élevés des plants ont été obtenus avec le traitement A100 (100 % de gel de *Aloe vera* : 97,57 %) et A50 (98,17 %). Ces taux de reprises sont suivis respectivement par ceux fertilisés avec le NPK (95,15 %), amendés avec le broyat de feuilles de *Aloe vera* à 60 et 30 grammes (F60 : 95,78 % et F30 : 95,08 %). La troisième place a été occupée par les traitements avec 15 et 100 grammes d'extrait de feuilles (93,01 % et 91,66 %) et ceux traités avec 75 % et 25 % de gel de *Aloe vera* (A75:93,33 % et A25 : 91,66 %). Le plus faible taux de reprise a été

enregistré avec le traitement témoin TE (sans fertilisant) qui a enregistré 90,43 %. Le même constat a été fait avec le taux de survie des plantes qui, à l'exception des traitements F15, F30, F100, A25 et TE qui ont enregistré respectivement 85,12 %, 87,23 %, 89,25 %, 88,53 % et 70,78 %. Les taux de survie des autres traitements ont été supérieurs à 90 %.

Tableau XIX : Taux de reprise et de survie des plants en fonction des traitements

<b>TRAITEMENTS</b>	<b>Taux de reprise</b>	<b>Taux de survie</b>
<b>NPK</b>	95,15 %	92,33 %
<b>A100</b>	97,57 %	96,57 %
<b>A75</b>	93,33 %	90,15 %
<b>A50</b>	98,17 %	97,57 %
<b>A25</b>	92,53 %	88,53 %
<b>F100</b>	91,66 %	89,25 %
<b>F60</b>	95,78 %	90,03 %
<b>F30</b>	95,08 %	87,23 %
<b>F15</b>	93,01 %	85,12 %
<b>TE</b>	90,43 %	70,78 %

NPK: traitement avec engrais minéral NPK + mancozèbe, A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel, A50 : : traitement avec 50 % de gel, A25 : : traitement avec 25 % de gel, F100 : traitement avec 100 g d'extraits de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g d'extraits de feuilles de *Aloe vera*, F30 : traitement avec 30 g d'extraits de feuilles de *Aloe vera*, F15 : traitement avec 15 g d'extraits de feuilles de *Aloe vera*, TE : témoin.

### 3.1.3.2. Evolution des paramètres morphologiques des plantes de tomates en fonction du temps et des traitements

#### 3.1.3.2.1. Effet des traitements sur la hauteur moyenne des plantes

Le tableau XX met en évidence l'évolution de la hauteur moyenne des plantes de tomates selon les traitements. L'analyse statistique a montré une différence significative entre les différents traitements des plantes de la première à la dernière semaine de mesures. De prime abord, dans la première mesure (15 jours), la hauteur moyenne la plus élevée des plants a été obtenue avec le traitement A100 ( $24,58 \pm 4,06$  cm) et la plus basse avec le traitement témoin TE ( $19,60 \pm 3,4$  cm). Ensuite, ont suivi des valeurs intermédiaires dont les traitements avec 75 % de gel ( $23,27 \pm 3,24$  cm), A50 ( $22,55 \pm 3,02$  cm), A25 ( $23,83 \pm 3,32$  cm), 100 g de broyat de feuilles F100 ( $20,88 \pm 3,64$  cm), 60 g de broyat de feuilles F60 ( $22,27 \pm 4,01$  cm), 30 g d'extrait de feuilles F30 ( $22,49 \pm 3,6$  cm), 15 g d'extrait de feuilles F15 ( $21,99 \pm 4,22$  cm) et le traitement NPK ( $22,47 \pm 3,92$  cm).

Au 30<sup>ème</sup> jour après repiquage, les résultats de l'analyse statistique montre que les traitements A100 ( $45,60 \pm 9,87$  cm) et NPK ( $43,98 \pm 11,91$ cm) ont enregistré la plus grande hauteur de plante. Cette valeur est suivie des traitements qui ont occupé la deuxième place dont A75 avec  $43,09 \pm 8,35$  cm, A50 avec  $43,65 \pm 7,62$  cm, F100 avec  $43,04 \pm 10,93$  cm, A25 avec  $40,32 \pm 7,53$  cm, F60 avec  $40,15 \pm 7,58$  cm, F15 avec  $42,14 \pm 8,14$  cm et F30 ( $38,99 \pm 6,42$  cm). La plus faible hauteur a été obtenue avec le témoin TE ( $34,13 \pm 8,87$  cm).

A la 6<sup>ème</sup> semaine (45 jours après repiquage), les traitements NPK et F100 ont enregistré les plus grandes hauteurs moyennes avec respectivement  $74,73 \pm 11,93$  cm et  $71,58 \pm 13,19$  cm. Ces valeurs sont suivies des traitements A100 ( $66,24 \pm 10,97$  cm), A75 ( $62,19 \pm 8,58$  cm), A50 ( $64,22 \pm 8,96$  cm), A25 ( $65,82 \pm 9,14$  cm), F60 ( $66,19 \pm 11,79$  cm), F30 ( $62,74 \pm 10,53$  cm) et F15 ( $64,45 \pm 10,73$  cm) qui ont été en deuxième position. La plus faible hauteur moyenne des plantes a été obtenue avec le traitement témoin TE ( $51,51 \pm 10,96$  cm).

Au 60<sup>ème</sup> jour, le traitement NPK a enregistré la hauteur moyenne la plus importante avec une valeur de  $87,20 \pm 10,30$  cm. Ensuite a suivi le traitement A100 avec une hauteur moyenne de  $81,12 \pm 11,03$  cm. Il est suivi des traitements A75 ( $75,06 \pm 8,64$  cm), A50 ( $72,51 \pm 10,42$  cm), A25 ( $74,56 \pm 9,89$  cm), F100 ( $79,44 \pm 9,96$  cm), F60 ( $73,05 \pm 11,60$  cm), F30 ( $71,98 \pm 10,00$  cm) et F15 ( $76,07 \pm 10,68$  cm). La plus faible hauteur moyenne des plantes a été enregistrée avec le traitement témoin (TE) avec  $60,00 \pm 12,72$  cm.

Tableau XX : Valeurs moyennes des hauteurs des plantes en fonction des traitements au cours du temps

<b>Hauteurs moyennes des plantes</b>				
<b>Traitements</b>	<b>15 JAR</b>	<b>30 JAR</b>	<b>45 JAR</b>	<b>60 JAR</b>
<b>TE</b>	19,60 ± 3,4 <sup>bc</sup>	34,13 ± 8,87 <sup>c</sup>	51,51 ± 10,96 <sup>bc</sup>	60,00 ± 12,72 <sup>c</sup>
<b>A100</b>	24,58 ± 4,06 <sup>a</sup>	45,60 ± 9,87 <sup>a</sup>	66,24 ± 10,97 <sup>ab</sup>	81,12 ± 11,03 <sup>ab</sup>
<b>A75</b>	23,27 ± 3,24 <sup>b</sup>	43,09 ± 8,35 <sup>ab</sup>	62,19 ± 8,58 <sup>b</sup>	75,06 ± 8,64 <sup>b</sup>
<b>A50</b>	22,55 ± 3,02 <sup>ab</sup>	43,65 ± 7,62 <sup>ab</sup>	64,22 ± 8,96 <sup>ab</sup>	72,51 ± 10,42 <sup>bc</sup>
<b>A25</b>	23,83 ± 3,32 <sup>b</sup>	40,32 ± 7,53 <sup>bc</sup>	65,82 ± 9,14 <sup>ab</sup>	74,56 ± 9,89 <sup>b</sup>
<b>F100</b>	20,88 ± 3,64 <sup>ab</sup>	43,04 ± 10,93 <sup>ab</sup>	71,58 ± 13,19 <sup>a</sup>	79,44 ± 9,96 <sup>b</sup>
<b>F60</b>	22,27 ± 4,01 <sup>ab</sup>	40,15 ± 7,58 <sup>bc</sup>	66,19 ± 11,79 <sup>ab</sup>	73,05 ± 11,60 <sup>bc</sup>
<b>F30</b>	22,49 ± 3,6 <sup>ab</sup>	38,99 ± 6,42 <sup>bc</sup>	62,74 ± 10,53 <sup>b</sup>	71,98 ± 10,00 <sup>bc</sup>
<b>F15</b>	21,99 ± 4,22 <sup>ab</sup>	42,14 ± 8,14 <sup>b</sup>	64,45 ± 10,73 <sup>ab</sup>	76,07 ± 10,68 <sup>b</sup>
<b>NPK</b>	22,47 ± 3,92 <sup>ab</sup>	43,98 ± 11,91 <sup>a</sup>	74,73 ± 11,93 <sup>a</sup>	87,20 ± 10,30 <sup>a</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,01</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TE : traitement témoin, A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g de broyat de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g de broyat de feuilles, F30 : traitement avec 30 g de broyat de feuilles, F15 : traitement avec 15 g de broyat de feuilles et NPK : traitement avec 30 g d'engrais minéral+mancozèbe, JAR : Jour Apres Repiquage.

**3.1.3.2.2. Effet des traitements sur le diamètre au collet des plantes de tomates**

Les résultats du tableau XXI montrent qu'au bout de 15 jours après repiquage, il n'y a pas de différence significative entre les diamètres moyens des plantes en fonction des traitements car la probabilité obtenue a été supérieure à 0,05. Par ailleurs une différence significative a été observée du 30<sup>ème</sup> jour après repiquage jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour. D'abord au 30<sup>ème</sup> après repiquage, les traitements 100 % de gel (A100) et NPK ont enregistré les plus importants diamètres au collet avec respectivement  $3,10 \pm 0,33$  cm et  $2,91 \pm 0,47$  cm. Ils ont été suivi respectivement des traitements F100 ( $2,89 \pm 0,56$ ), A75 ( $2,81 \pm 0,68$ ), F15 ( $2,84 \pm 0,43$ ), A50 ( $2,72 \pm 0,46$ ), A25 ( $2,71 \pm 0,47$ ), F60 ( $2,66 \pm 0,61$ ) et F30 ( $2,58 \pm 0,39$ ). Le plus petit diamètre moyen au collet a été obtenu avec le témoin ( $2,37 \pm 0,44$  cm). Au 45<sup>ème</sup> jour, le constat a été le même qu'au 30<sup>ème</sup> jour avec les traitements A100 et NPK plus F100 et F15 qui ont enregistré les plus grands diamètres avec les valeurs respectives de  $3,61 \pm 0,60$  cm,  $3,70 \pm 0,53$  cm,  $3,69 \pm 0,54$  cm et  $3,69 \pm 0,59$  cm. Après viennent successivement les traitements A75 ( $3,41 \pm 0,53$ ), A25 ( $3,40 \pm 0,43$ ), A50 ( $3,28 \pm 0,52$ ), F60 ( $3,20 \pm 0,48$ ) et F30 ( $3,21 \pm 0,48$ ). Le traitement témoin (TE) a enregistré le plus petit diamètre au collet ( $2,98 \pm 0,55$  cm). Au 60<sup>ème</sup> jour après repiquage, la tendance est restée la même avec les traitements 100 % de gel, NPK, F100 et F15 qui détiennent les plus grands diamètres moyens avec  $4,00 \pm 0,58$  cm,  $3,99 \pm 0,52$  cm,  $3,98 \pm 0,48$  cm et  $3,98 \pm 0,61$  cm. Ensuite le traitement 75 % de gel (A75) vient avec  $3,76 \pm 0,48$  cm, suivi des traitements A25 ( $3,71 \pm 0,61$  cm), F30 ( $3,69 \pm 0,62$  cm), A50 ( $3,67 \pm 0,48$  cm) et F60 ( $3,55 \pm 0,58$  cm). Le traitement témoin a occupé le dernier rang avec  $3,26 \pm 0,51$  cm comme diamètre au collet. Ainsi, le diamètre au collet des plantes variait d'un traitement à un autre.

Tableau XXI : Valeurs moyennes du diamètre au collet des plantes en fonction des traitements au cours du temps

Diamètres moyens des plantes				
Traitements	15 JAR	30 JAR	45 JAR	60 JAR
TE	1,87 ± 0,29 <sup>a</sup>	2,37 ± 0,44 <sup>c</sup>	2,98 ± 0,55 <sup>c</sup>	3,26 ± 0,51 <sup>bc</sup>
A100	2,26 ± 0,31 <sup>a</sup>	3,10 ± 0,33 <sup>a</sup>	3,61 ± 0,60 <sup>a</sup>	4,00 ± 0,58 <sup>a</sup>
A75	2,16 ± 0,20 <sup>a</sup>	2,81 ± 0,68 <sup>b</sup>	3,41 ± 0,53 <sup>b</sup>	3,76 ± 0,48 <sup>ab</sup>
A50	2,11 ± 0,26 <sup>a</sup>	2,72 ± 0,46 <sup>b</sup>	3,28 ± 0,52 <sup>bc</sup>	3,67 ± 0,48 <sup>ab</sup>
A25	2,17 ± 0,42 <sup>a</sup>	2,71 ± 0,47 <sup>b</sup>	3,40 ± 0,43 <sup>b</sup>	3,71 ± 0,61 <sup>ab</sup>
F100	2,21 ± 0,44 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,56 <sup>b</sup>	3,69 ± 0,54 <sup>a</sup>	3,98 ± 0,48 <sup>a</sup>
F60	2,16 ± 0,34 <sup>a</sup>	2,66 ± 0,61 <sup>bc</sup>	3,20 ± 0,48 <sup>bc</sup>	3,55 ± 0,58 <sup>b</sup>
F30	2,12 ± 0,46 <sup>a</sup>	2,58 ± 0,39 <sup>bc</sup>	3,21 ± 0,48 <sup>bc</sup>	3,69 ± 0,62 <sup>ab</sup>
F15	2,23 ± 0,39 <sup>a</sup>	2,84 ± 0,43 <sup>b</sup>	3,69 ± 0,59 <sup>a</sup>	3,98 ± 0,61 <sup>a</sup>
NPK	2,14 ± 0,26 <sup>a</sup>	2,91 ± 0,47 <sup>a</sup>	3,70 ± 0,53 <sup>a</sup>	3,99 ± 0,52 <sup>a</sup>
Probabilité	0,14	0,01	0,00	0,01

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TE : traitement témoin, A100 : traitement avec le gel de *Aloe vera* pur, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g d'extrait de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g d'extraits de feuilles, F30 : traitement avec 30 g d'extraits de feuilles, F15 : traitement avec 15 g d'extraits de feuilles et NPK : traitement avec 30 g d'engrais minéral+mancozèbe.

### **3.1.3.2.3. Effet des traitements sur le nombre de feuilles produites**

Le nombre moyen de feuilles produites au niveau des plantes mesurées aux 15, 30, 45 et 60<sup>ème</sup> jours après repiquage est consigné dans le tableau XXII. Aucune différence significative n'apparaît entre le nombre moyen de feuilles en fonction des traitements au 15<sup>ème</sup> jour après repiquage. Les différents traitements ont eu le même effet sur l'émission des feuilles. À partir du 30<sup>ème</sup> jour jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour, l'analyse statistique a montré une différence significative entre l'émission des feuilles par les plantes de tomates. Celle-ci a varié d'un traitement à un autre.

D'abord, au 30<sup>ème</sup> jour, les plus grands nombres de feuilles émises comparés au témoin, ont été enregistrées successivement avec les traitements A100 ( $11,73 \pm 2,36$  feuilles), NPK ( $11,35 \pm 3,54$  feuilles), F60 ( $11,19 \pm 2,96$  feuilles), A50 ( $11,17 \pm 2,61$  feuilles), A75 ( $11,11 \pm 2,29$  feuilles), F30 ( $10,96 \pm 2,13$  feuilles) et F15 ( $10,92 \pm 2,17$  feuilles). Ensuite, ont suivi les traitements intermédiaires dont A25 ( $10,38 \pm 2,67$  feuilles) et F100 avec  $10,19 \pm 2,57$  feuilles. Le plus faible nombre de feuilles a été obtenu avec le traitement témoin TE ( $8,87 \pm 2,07$  feuilles).

Le plus grand nombre de feuilles produites comparés au témoin, après 45 jours de repiquage, a été observé au niveau du traitement NPK ( $20,93 \pm 7,51$ ). Il est suivi des traitements A100 ( $17,56 \pm 5,58$  feuilles), F15 ( $17,59 \pm 4,10$  feuilles), F60 ( $17,35 \pm 5,62$ ), F30 ( $17,31 \pm 4,45$ ), A50 ( $16,96 \pm 5,85$  feuilles), A75 ( $16,95 \pm 8,79$  feuilles), F100 ( $16,49 \pm 4,06$  feuilles) et A25 % ( $16,48 \pm 5,18$  feuilles). Le traitement témoin (TE) a enregistré moins de feuilles ( $12,82 \pm 4,16$ ) et a occupé la dernière place.

Au 60<sup>ème</sup> jour, les traitements A100, A25 et F15 ont rejoint le traitement NPK. Ces derniers ont produit un grand nombre de feuilles avec les valeurs respectives  $27,95 \pm 9,26$  feuilles,  $26,78 \pm 8,72$  feuilles,  $26,12 \pm 8,55$  feuilles,  $27,79 \pm 7,33$  feuilles. Ensuite, ont suivi les traitements F100 ( $24,72 \pm 7,98$  feuilles), A75 ( $24,42 \pm 8,46$  feuilles), F30 ( $23,57 \pm 6,30$  feuilles) et A50 ( $22,96 \pm 7,55$  feuilles). Quant au traitement F60, il a occupé le troisième rang avec  $20,57 \pm 8,62$  feuilles. Le plus petit nombre moyen de feuilles produites a été enregistré avec le témoin (TE) qui a émis  $17,16 \pm 6,21$  feuilles.

Tableau XXII : Evolution du nombre de feuilles produites en fonction des traitements au cours du temps

Nombre moyen de feuilles des tomates				
Traitements	15 JAR	30 JAR	45 JAR	60 JAR
TE	5,96 ± 0,76 <sup>a</sup>	8,87 ± 2,07 <sup>bc</sup>	12,82 ± 4,16 <sup>c</sup>	17,16 ± 6,21 <sup>c</sup>
A100	6,67 ± 0,99 <sup>a</sup>	11,73 ± 2,36 <sup>a</sup>	17,56 ± 5,58 <sup>b</sup>	27,95 ± 9,26 <sup>a</sup>
A75	6,57 ± 0,78 <sup>a</sup>	11,11 ± 2,29 <sup>a</sup>	16,95 ± 8,79 <sup>b</sup>	24,42 ± 8,46 <sup>ab</sup>
A50	6,42 ± 0,62 <sup>a</sup>	11,17 ± 2,61 <sup>a</sup>	16,96 ± 5,85 <sup>b</sup>	22,96 ± 7,55 <sup>ab</sup>
A25	6,32 ± 0,76 <sup>a</sup>	10,38 ± 2,67 <sup>b</sup>	16,48 ± 5,18 <sup>b</sup>	26,78 ± 8,72 <sup>a</sup>
F100	6,31 ± 0,97 <sup>a</sup>	10,19 ± 2,57 <sup>b</sup>	16,49 ± 4,06 <sup>b</sup>	24,72 ± 7,98 <sup>ab</sup>
F60	6,59 ± 0,85 <sup>a</sup>	11,19 ± 2,96 <sup>a</sup>	17,35 ± 5,62 <sup>b</sup>	20,57 ± 8,62 <sup>bc</sup>
F30	6,35 ± 0,91 <sup>a</sup>	10,96 ± 2,13 <sup>a</sup>	17,31 ± 4,45 <sup>b</sup>	23,57 ± 6,30 <sup>ab</sup>
F15	6,09 ± 0,60 <sup>a</sup>	10,92 ± 2,17 <sup>a</sup>	17,59 ± 4,10 <sup>b</sup>	26,12 ± 8,55 <sup>a</sup>
NPK	6,13 ± 0,85 <sup>a</sup>	11,35 ± 3,54 <sup>a</sup>	20,93 ± 7,51 <sup>a</sup>	27,79 ± 7,33 <sup>a</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TE : traitement témoin, A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g de broyat de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g de broyat de feuilles, F30 : traitement avec 30 g de broyat de feuilles, F15 : traitement avec 15 g de broyat de feuilles et NPK : traitement avec 30 g de NPK+Mancozèbe.

### 3.1.3.3. Evaluation de l'efficacité des traitements sur les paramètres pathogéniques

#### 3.1.3.3.1. Effets des traitements sur le taux de mortalité des plantes de tomates

Le tableau XXIII présente les résultats obtenus au niveau du taux de mortalité des plantes de tomates en fonction des traitements. L'analyse statistique montre une différence significative entre les taux de mortalité de plantes traités. Les plus faibles taux de mortalité ont été enregistrés avec les traitements A50 ( $2,43 \pm 0,34$ ) et A100 ( $3,43 \pm 0,48$ ). Ils ont été suivis des traitements A75, F100 et A25 avec les valeurs respectives de  $9,85 \pm 1,06$  ;  $10,75 \pm 1,00$  et  $11,47 \pm 1,61$ . Les traitements F60 ( $9,97 \pm 0,59$ ), F30 ( $12,77 \pm 1,18$ ) et F15 ( $14,88 \pm 0,67$ ) ont enregistré un taux de mortalité moyen. Le traitement témoin a présenté le taux de mortalité le plus élevé avec  $29,22 \pm 2,23$  et le traitement NPK a constitué l'intermédiaire ( $7,67 \pm 0,86$ ).

Tableau XXIII : Taux de mortalité des plantes en fonction des traitements

Traitements	Taux de mortalité (%)
NPK	$7,67 \pm 0,86^d$
A100	$3,43 \pm 0,48^{de}$
A75	$9,85 \pm 1,06^{de}$
A50	$2,43 \pm 0,34^e$
A25	$11,47 \pm 1,61^{de}$
F100	$10,75 \pm 1,00^{de}$
F60	$9,97 \pm 0,59^c$
F30	$12,77 \pm 1,18^{bc}$
F15	$14,88 \pm 0,67^b$
TE	$29,22 \pm 2,23^a$
Probabilité	0,00

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

NPK : traitement de plante avec 30 g d'engrais minéral + Mancozèbe; A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g de broyat de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g de broyat de feuilles, F30 : traitement avec 30 g de broyat de feuilles, F15 : traitement avec 15 g de broyat de feuilles, TE : traitement témoin.

#### 3.1.3.3.2. Symptômes observés sur les plantes de tomate

Le suivi sanitaire des plantes a permis de distinguer des symptômes sur les plantes de tomate (Figure 35) de la parcelle. Ce sont le flétrissement total de la plante (figure 35 A et B), l'enroulement des feuilles suivi du dessèchement de la plante (figure 35 C) et du noircissement

des tiges, suivi du dessèchement définitif de la plante (figure 35 D). Tous ces symptômes ont été observés sur des plantes de tomate au cours de l'expérimentation.

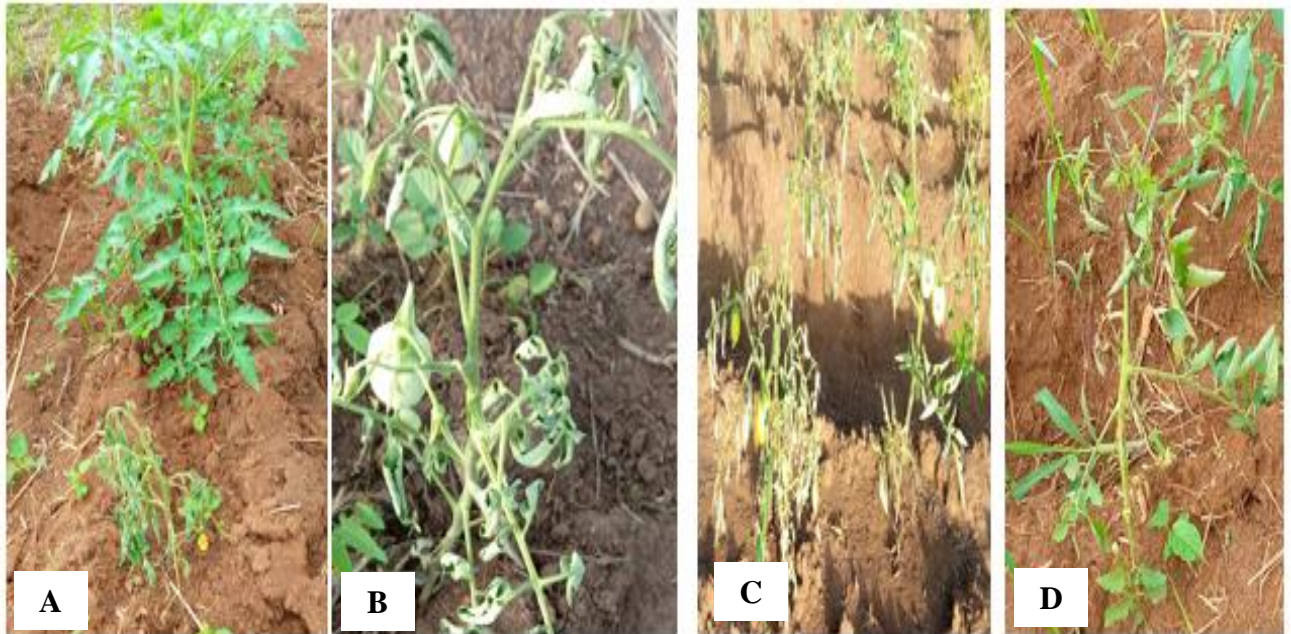


Figure 35 : Symptômes présents sur les plantes de tomate

A et B : flétrissement de la plante, C : dessèchement de la plante, D : noircissement des tiges

#### **3.1.3.3.3. Symptômes observés sur les feuilles de tomate**

Différents symptômes ont été observés sur les feuilles de tomate (Figure 36). Ces symptômes ont été l'enroulement des feuilles (Figure 36 A et B) représentés par le retournement des feuilles sur la surface supérieure, suivi d'un arrêt de croissance et d'un jaunissement des feuilles (figure 36 C).

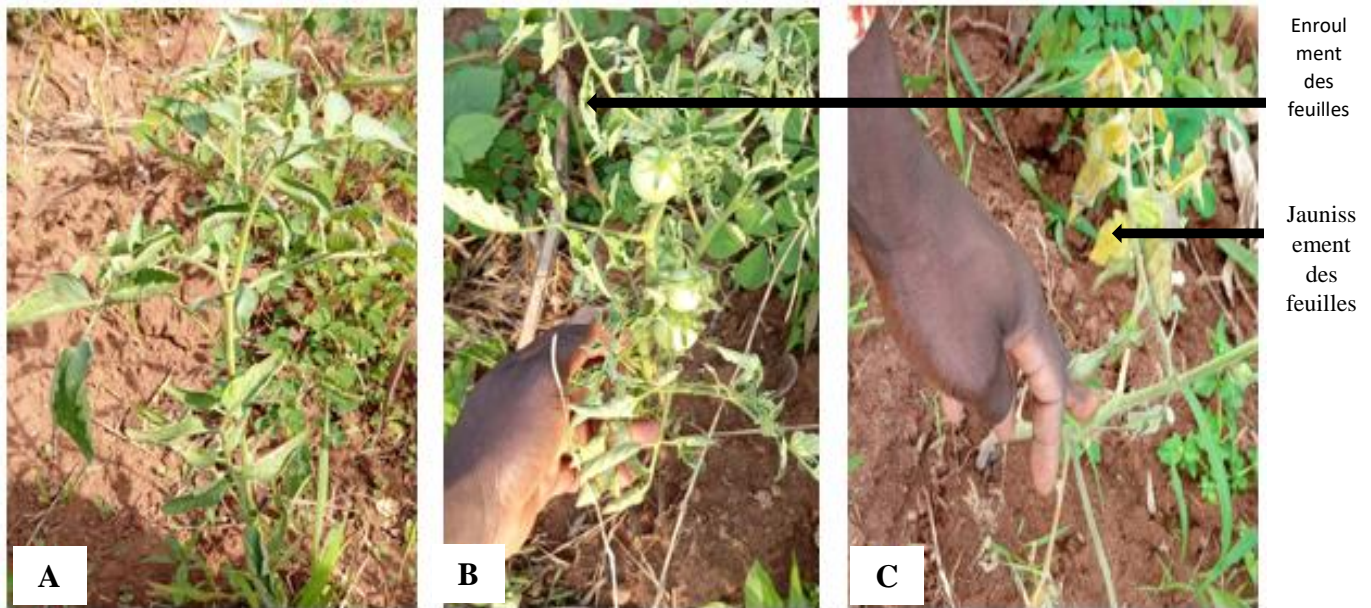


Figure 36 : Quelques symptômes observés sur les feuilles de la tomate

A et B : Enroulement des feuilles, C : jaunissement des feuilles.

#### 3.1.3.3.4. Symptômes observés sur les tiges de tomate

La Figure 37 présente les différents symptômes observés sur les tiges de tomate. Le noircissement des tiges (Figure 37 A), entraînant le dessèchement de la tige a été observé. Une nécrose apicale de la tige (figure 37 B) qui se manifeste par un brunissement au collet de la tige. Le dessèchement total de la tige suivi de l'enroulement de la plante (figure 37 C) a été observé.

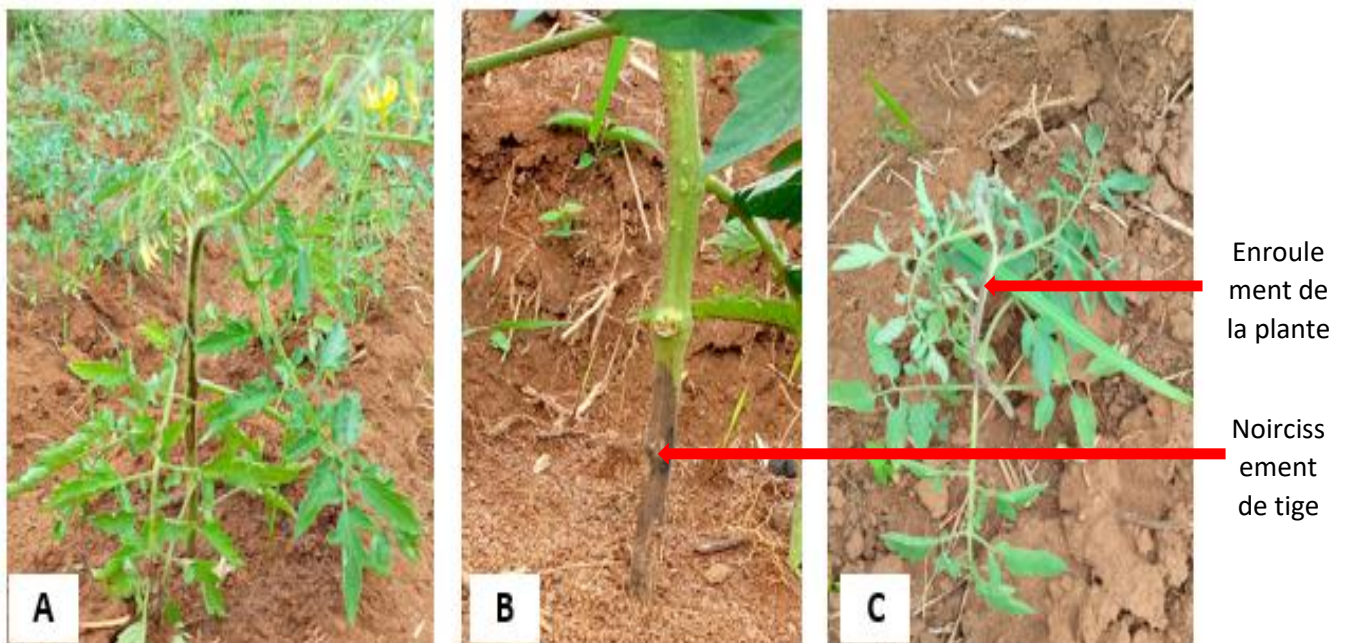


Figure 37 : Symptômes du noircissement de la tige

A : Noircissement des tiges, B : Brunissement du collet, C : Enroulement de la plante.

### 3.1.3.3.5. Symptômes observés sur les fruits de la tomate

Pendant l'expérimentation, deux symptômes et ravageurs ont été observés sur les fruits au cours de la culture (Figure 38). Il s'agit de la pourriture apicale représentée par des taches brunes à l'extrémité du fruit de la tomate (figure 38 A). La pourriture molle se manifeste par des fruits entiers qui se remplissent d'une masse visqueuse gorgée d'eau (figure 38 B). A côté de ces deux symptômes, il y a également les coléoptères (Charançons) (figure 38 C) et les frugivores (figure 38 D) qui se nourrissent de ces fruits causant ainsi des dommages visibles.

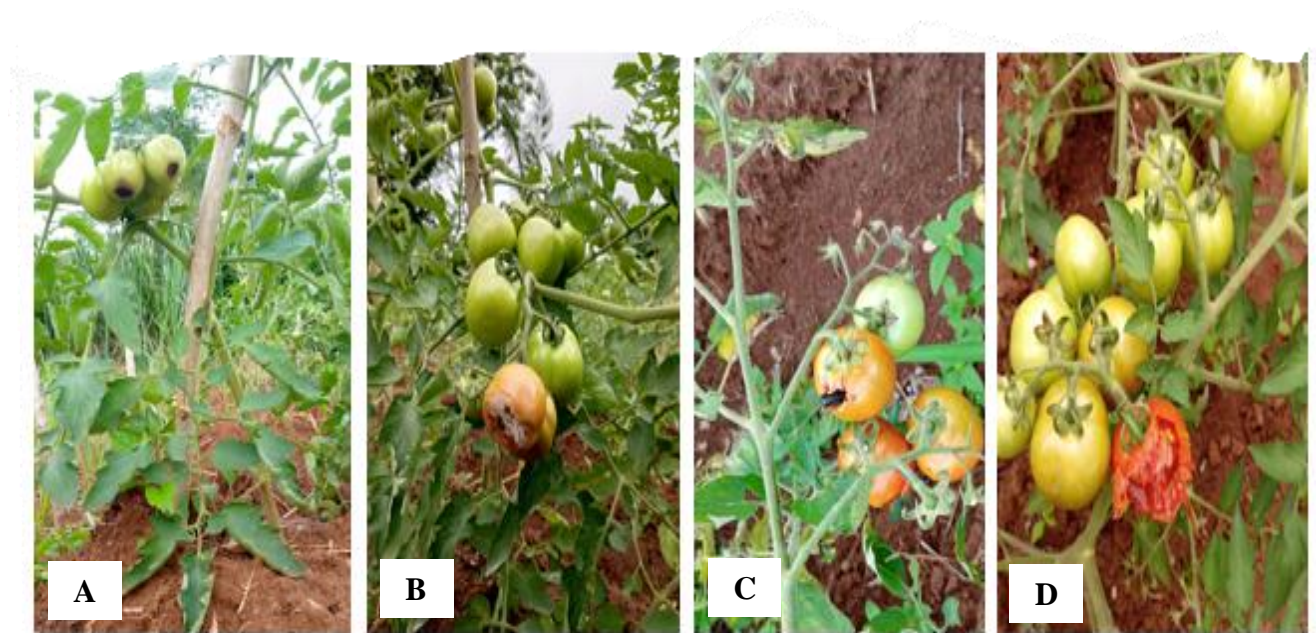


Figure 38 : Maladies et ravageurs observés sur les fruits de tomate

A : pourriture apicale des fruits, B : pourriture molle du fruit, C : ravage du fruit par le charançon, D : Dégâts d'oiseaux sur fruit.

### 3.1.3.4. Evaluation de l'incidence moyenne des symptômes sur les plantes de tomates

Le tableau XXIV présente l'incidence moyenne des différents symptômes foliaires observés en fonction des traitements. Ainsi, l'analyse statistique des données de l'incidence du jaunissement des plants a révélé une différence significative entre les traitements. Autrement dit les traitements ont montré un effet significatif sur l'incidence des symptômes. Les incidences les plus élevées ont été observées avec les traitements TE (43,75 %), F15 (25,25 %) et NPK (23 %). La plus petite incidence a été observée au niveau du traitement A100 (5,25 %). Ensuite, ont suivi les traitements A75 (8,72 %), A25 (8,97 %) et A50 (10,13 %). Les traitements F100, F60 et F30 ont donné des résultats intermédiaires avec les valeurs respectives 11,66, 12,40 et 15,33.

Concernant l'incidence au niveau de l'enroulement des feuilles, l'analyse de variance a montré également qu'il existe une différence significative entre les différents traitements. Le traitement témoin (TE) a enregistré la plus grande incidence moyenne ( $66,36 \pm 7,25$ ) contre le traitement A100 ( $2,66 \pm 0,47$ ) qui a présenté la plus petite incidence. Ils ont été suivis des traitements NPK ( $17,5 \pm 1,88$ ), A25 ( $18,40 \pm 3,81$ ) et ceux traités avec les broyats de feuilles à différentes doses (F60 =  $18,83 \pm 3,02$ , F30 =  $17,18 \pm 5,08$ , F15 =  $16,94 \pm 2,65$ ) qui ont présenté une incidence moyenne de l'enroulement. Les valeurs intermédiaires ont été enregistrées avec A75 ( $7,50 \pm 0,50$ ), A50 ( $8,65 \pm 1,13$ ) et F100 ( $11,10 \pm 1,55$ ). Quant à l'incidence des symptômes du flétrissement de la plante, des différences hautement significatives au niveau de l'analyse statistique des données ont été observées. Les plants non traités (TE) ont enregistré une incidence de flétrissement plus élevée (23,75 %) contre ceux traités avec 100 % de gel de *Aloe vera* (A100) qui ont présenté une absence totale du flétrissement (0 %). Ce symptôme a été moyennement élevé pour les traitements NPK (8,82 %), A25 (8,08 %), F10 (7,44 %), F30 (7,58 %) et F15 (8 %) et relativement faible pour les traitements A75 ( $2,91 \pm 0,80$ ) et A50 ( $3,25 \pm 0,66$ ). Quant aux résultats de la nécrose, il ressort de l'analyse statistique qu'il n'existe pas de différence significative entre les traitements ( $p = 0,07$ ). Ce qui signifie que les différents traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur la nécrose.

Tableau XXIV : Effet des différents traitements sur l'incidence moyenne des symptômes observés

Traitements	Incidence moyenne (%)			
	Jaunissement	Enroulement	Flétrissement	Nécrose
TE	43,75 ± 6,33 <sup>a</sup>	66,36 ± 7,25 <sup>a</sup>	23,75 ± 1,91 <sup>a</sup>	23,45 ± 4,21 <sup>a</sup>
NPK	23,00 ± 5,19 <sup>b</sup>	17,5 ± 1,88 <sup>b</sup>	8,82 ± 0,70 <sup>b</sup>	16,94 ± 3,55 <sup>a</sup>
A100	5,25 ± 0,38 <sup>cd</sup>	2,66 ± 0,47 <sup>d</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>d</sup>	8,08 ± 1,27 <sup>a</sup>
A75	8,72 ± 0,72 <sup>c</sup>	7,50 ± 0,50 <sup>cd</sup>	2,91 ± 0,80 <sup>c</sup>	6,44 ± 1,57 <sup>a</sup>
A50	10,13 ± 4,72 <sup>c</sup>	8,65 ± 1,13 <sup>cd</sup>	3,25 ± 0,66 <sup>c</sup>	22,06 ± 3,66 <sup>a</sup>
A25	8,97 ± 0,93 <sup>c</sup>	18,40 ± 3,81 <sup>b</sup>	8,08 ± 1,17 <sup>b</sup>	7,16 ± 0,88 <sup>a</sup>
F100	11,66 ± 4,39 <sup>bc</sup>	11,10 ± 1,55 <sup>cd</sup>	7,44 ± 1,11 <sup>b</sup>	18,14 ± 5,89 <sup>a</sup>
F60	12,40 ± 3,31 <sup>bc</sup>	18,83 ± 3,02 <sup>b</sup>	5,83 ± 0,52 <sup>bc</sup>	20,58 ± 0,82 <sup>a</sup>
F30	15,33 ± 3,28 <sup>bc</sup>	17,18 ± 5,08 <sup>b</sup>	7,58 ± 1,76 <sup>b</sup>	11,00 ± 3,94 <sup>a</sup>
F15	25,25 ± 3,55 <sup>b</sup>	16,94 ± 2,65 <sup>b</sup>	8,00 ± 2,01 <sup>b</sup>	21,54 ± 13,14 <sup>a</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,02</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,07</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TE : traitement témoin, NPK : traitement de plant avec NPK et du mancozèbe ; A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g d'extrait de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g d'extraits de feuilles, F30 : traitement avec 30 g d'extraits de feuilles, F15 : traitement avec 15 g d'extraits de feuilles.

### 3.1.3.5. Evaluation de l'indice moyen de sévérité des symptômes observés

Le Tableau XXV représente l'indice moyen de sévérité des symptômes observés sur les plantes de tomate selon les traitements. Les résultats de l'analyse statistique de l'indice moyen de sévérité des symptômes du jaunissement ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents traitements. L'indice moyen de sévérité des symptômes de l'enroulement des feuilles de tomate, montre des différences significatives au niveau de l'analyse statistique des données. Les traitements A100, A75 et A50 ont présenté les sévérités les plus faibles avec les valeurs respectives  $0,33 \pm 0,22$ ,  $0,87 \pm 1,35$  et  $0,25 \pm 0,65$ . Tandis que le traitement témoin (TE) et F15 ont eu les sévérités les plus élevées avec  $8,35 \pm 11,78$  et  $8,33 \pm 4,31$ . Les valeurs intermédiaires ont été obtenues avec les traitements NPK+Ma ( $2,25 \pm 1,66$ ), A25 ( $2,30 \pm 1,97$ ), F100 ( $1,32 \pm 1,04$ ), F60 ( $3,75 \pm 0,53$ ) et F30 ( $1,20 \pm 0,79$ ). En ce qui concerne le flétrissement, l'analyse statistique de la sévérité montre une différence significative

entre les traitements. au seuil de 5 %. Ainsi, l'indice de sévérité des symptômes du flétrissement a été plus élevé avec une valeur de  $9,37 \pm 1,89$  pour le traitement témoin TE. Ensuite, après ce traitement ont suivi les traitements NPK et F15 qui ont occupé la deuxième place avec les valeurs de  $3,67 \pm 0,49$  et  $2,33 \pm 0,47$ . Le troisième rang a été enregistré avec les traitements A25 ( $1,87 \pm 0,53$ ) et F30 ( $1,66 \pm 0,77$ ). Après ces traitements, ont suivi A75, A50, F100 et F60 qui ont présenté les plus faibles sévérités avec les valeurs respectives  $0,33 \pm 0,23$ ,  $0,66 \pm 0,47$ ,  $0,86 \pm 0,52$  et  $0,66 \pm 0,46$ . Le traitement A100 n'a pas présenté de symptômes de flétrissement. L'analyse statistique des données de nécrose apicale des plants traités a montré une différence hautement significative entre les autres traitements et le témoin. En effet, les résultats ont montré que les plants non traités (TE) ont présenté une nécrose plus élevée avec  $16,65 \pm 3,12$ . Il a été suivi par le traitement NPK qui a enregistré une nécrose apicale de  $6,57 \pm 0,78$ . Les traitements A25 et F15 ont été moyennement efficaces avec les valeurs de  $3,10 \pm 2,30$  et  $2,93 \pm 0,09$ . Les traitements A75 ( $1,37 \pm 1,92$ ), F100 ( $1,87 \pm 0,88$ ), F60 ( $2,00 \pm 0,35$ ) et F30 ( $1,62 \pm 0,53$ ) ont présenté les résultats nettement efficaces. De plus, les traitements avec le gel de *Aloe vera* (A100 et A75) se révèlent plus efficaces par rapport aux autres traitements avec une nécrose apicale de  $0,00 \pm 0,00$  et  $0,66 \pm 0,37$ .

Tableau XXV : Indice moyen de sévérité des symptômes foliaires des plants en fonction des traitements

Traitements	Indice de sévérité moyenne (%)			
	Jaunissement	Enroulement	Flétrissement	Nécrose
TE	4,10 ± 0,56 <sup>a</sup>	8,35 ± 11,78 <sup>a</sup>	9,37 ± 1,89 <sup>a</sup>	16,65 ± 3,12 <sup>a</sup>
NPK	0,33 ± 0,14 <sup>a</sup>	2,25 ± 1,66 <sup>bc</sup>	3,67 ± 0,49 <sup>b</sup>	6,57 ± 0,78 <sup>b</sup>
A100	0,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,33 ± 0,22 <sup>cd</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>de</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>cd</sup>
A75	1,5 ± 1,41 <sup>a</sup>	0,87 ± 1,35 <sup>cd</sup>	0,33 ± 0,23 <sup>cd</sup>	0,66 ± 0,37 <sup>cd</sup>
A50	2,25 ± 1,56 <sup>a</sup>	0,25 ± 1,65 <sup>cd</sup>	0,66 ± 0,47 <sup>cd</sup>	1,37 ± 1,92 <sup>bc</sup>
A25	2,66 ± 0,74 <sup>a</sup>	2,30 ± 1,97 <sup>bc</sup>	1,87 ± 0,53 <sup>bc</sup>	3,10 ± 2,30 <sup>ab</sup>
F100	0,38 ± 0,23 <sup>a</sup>	1,32 ± 1,04 <sup>bc</sup>	0,86 ± 0,52 <sup>cd</sup>	1,87 ± 0,88 <sup>bc</sup>
F60	1,50 ± 0,62 <sup>a</sup>	3,75 ± 0,53 <sup>bc</sup>	0,66 ± 0,46 <sup>cd</sup>	2,00 ± 0,35 <sup>bc</sup>
F30	2,10 ± 1,05 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,79 <sup>bc</sup>	1,66 ± 0,77 <sup>bc</sup>	1,62 ± 0,53 <sup>bc</sup>
F15	2,12 ± 1,25 <sup>a</sup>	8,33 ± 4,31 <sup>a</sup>	2,33 ± 0,47 <sup>b</sup>	2,93 ± 0,09 <sup>ab</sup>
<b>Probabilité</b>	<b>0,09</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TE : traitement témoin, NPK : traitement de plant avec NPK et du mancozèbe ; A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g d'extrait de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g d'extraits de feuilles, F30 : traitement avec 30 g d'extraits de feuilles, F15 : traitement avec 15 g d'extraits de feuilles.

### 3.1.3.6. Effets des traitements sur les paramètres de production

#### 3.1.3.6.1. Evolution du nombre moyen de fruits de tomates produites par traitement

Le comptage du nombre de fruits de tomates par traitement a été effectué et les résultats statistiques obtenus sont illustrés par la Figure 39. Nous remarquons que les traitements NPK et A100 ont enregistré les nombres de tomates les plus élevés avec environ 407 et 403 fruits. Ils sont suivis des traitements F15 et F100 qui ont obtenu 353 et 337 fruits tandis que le témoin a enregistré un plus faible nombre moyen de fruits (111 fruits). Les valeurs intermédiaires ont

été obtenues avec les traitements A25 : 309 fruits, F30 : 294 fruits, A50 : 280 fruits, F60 : 278 fruits et A75 : 244 fruits. Cependant, il y a eu plus de fruits avec les traitements NPK et A100 (100 % de gel de *Aloe vera*).

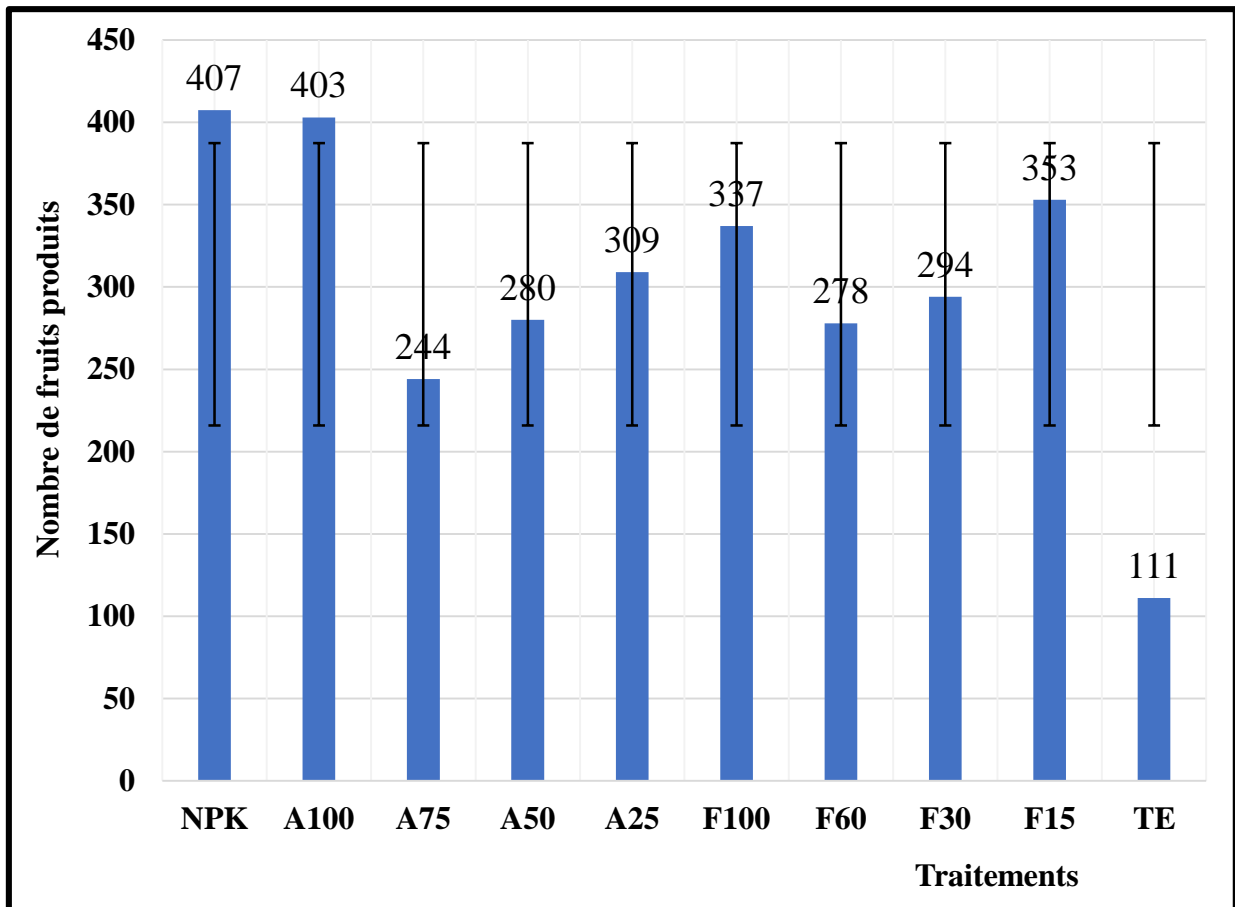


Figure 39 : Nombres moyens de fruits par traitement

NPK : traitement de plant avec 30 g d'engrais minéral ; A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g de broyat de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g de broyat de feuilles, F30 : traitement avec 30 g de broyat de feuilles, F15 : traitement avec 15 g de broyat de feuilles, TE : traitement témoin.

### 3.1.3.6.2. Masse moyenne et rendement moyen des tomates en fonction des traitements

Le tableau XXVI présente les valeurs moyennes de la masse des tomates et du rendement en fonction des traitements. Les résultats ont révélé que la masse moyenne des tomates et le rendement moyen ont été influencés significativement par les traitements. En effet, le traitement A100 a enregistré la masse moyenne la plus élevée ( $1733,64 \pm 1340,10$  g) et le plus grand rendement moyen ( $34,67 \pm 26,80$  t.ha<sup>-1</sup>) comparé aux autres traitements et le témoin. Ensuite, a suivi le traitement NPK qui a présenté respectivement une masse moyenne de  $1685,91 \pm 761,78$  g et un rendement moyen de  $33,72 \pm 15,24$  t.ha<sup>-1</sup>. Cependant, les plus faibles masses

moyennes et rendements moyens ont été obtenus avec le traitement témoin TE (sans fertilisant) avec  $414,54 \pm 392,58$  g et  $8,29 \pm 7,85$  t.ha<sup>-1</sup> en ce qui concerne le rendement. Les rendements moyens varient donc en fonction du traitement appliqué aux plantes.

Tableau XXVI : Paramètre de rendement des tomates

Traitements	Masse moyenne (en g)	Rendement moyen (t.ha <sup>-1</sup> )
TE	$414,54 \pm 392,58^b$	$8,29 \pm 7,85^c$
A100	$1733,64 \pm 1340,10^a$	$34,67 \pm 26,80^a$
A75	$975,00 \pm 704,71^{ab}$	$19,50 \pm 14,09^{bc}$
A50	$1116,36 \pm 576,75^{ab}$	$22,33 \pm 11,54^{abc}$
A25	$1390,00 \pm 879,21^{ab}$	$27,80 \pm 17,58^{ab}$
F100	$1481,82 \pm 949,54^{ab}$	$29,64 \pm 18,99^{ab}$
F60	$986,36 \pm 523,97^{ab}$	$19,73 \pm 10,48^{bc}$
F30	$1254,01 \pm 822,34^{ab}$	$23,26 \pm 15,79^{ab}$
F15	$1563,64 \pm 1120,51^{ab}$	$31,27 \pm 22,41^{ab}$
NPK	$1685,91 \pm 761,78^a$	$33,72 \pm 15,24^{ab}$
<b>Probabilité</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

TE : traitement témoin, A100 : traitement avec 100 % de gel de *Aloe vera*, A75 : traitement avec 75 % de gel de *Aloe vera*, A50 : traitement avec 50 % de gel de *Aloe vera*, A25 : traitement avec 25 % de gel de *Aloe vera*, F100 : traitement avec 100 g de broyat de feuilles de *Aloe vera*, F60 : traitement avec 60 g de broyat de feuilles, F30 : traitement avec 30 g de broyat de feuilles, F15 : traitement avec 15 g de broyat de feuilles et NPK : traitement avec 30 g d'engrais minéral+mancozèbe.

### 3.1.4. Efficacité du gel de *Aloe vera* sur la durée de conservation et la qualité organoleptique de la tomate

La conservation à longue durée de la tomate est un problème crucial auquel fait face la population. Elle enregistre d'énormes pertes après récolte et dues en grande partie à l'utilisation abusive des produits chimiques. Ces produits en plus de leur impact négatif sur la santé des maraîchers, contribuent à la détérioration de la qualité organoleptique des fruits. Il est donc impératif de rechercher d'autres alternatives dont une alternative biologique. Ainsi, l'objectif

de cette étude a été d'évaluer l'efficacité du gel de *Aloe vera* sur la conservation post-récolte et la qualité organoleptique des tomates.

### 3.1.4.1. Aspect des tomates après les traitements

La Figure 40 présente les tomates mûres vertes après traitement, enrobées (TAV1 et TAV2) et non enrobées (TAV0). Les tomates enrobées avec le gel de *Aloe vera* ont présenté un aspect éclatant et luisant (TAV1) comparés aux tomates témoin (TAV0). Celles enrobées avec le mancozèbe ont laissé apparaître des tâches blanchâtres (TAV2).

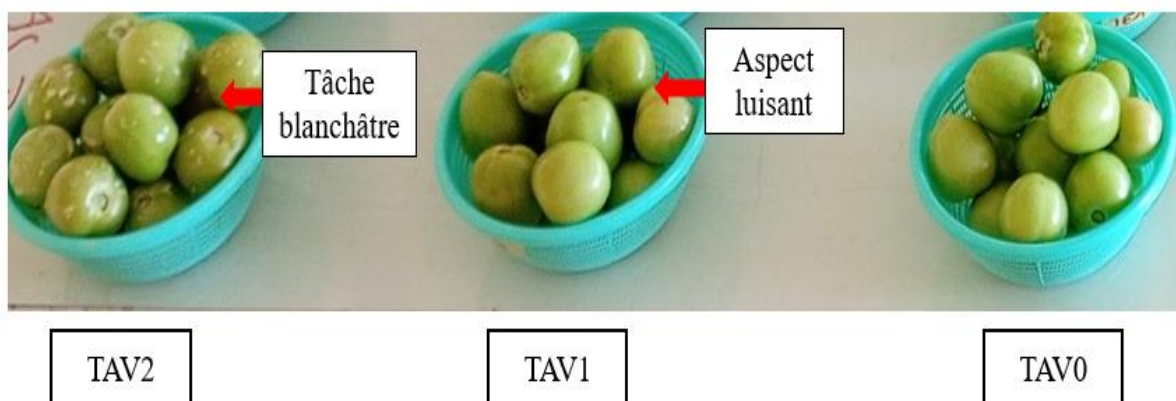


Figure 40 : Aspect des tomates conservées dans les paniers après enrobage

**TAV0** : Tomates vertes non enrobées ; **TAV1** : Tomates vertes enrobées avec le gel de *Aloe vera* ; **TAV2** : Tomates vertes enrobées avec le mancozèbe.

### 3.1.4.2. Effet de l'enrobage sur le délai de changement de couleur des tomates vertes

La figure 41a présente les courbes de vitesse de virement des tomates vertes à la couleur rouge en fonction du temps et disposées dans des paniers. Ces courbes permettent de visualiser l'accélération du mûrissement jusqu'à son plateau qui représente 100 % de tomates rouges selon les traitements. Les premiers murissements ont commencé à partir du deuxième jour avec tous les traitements mais la différence entre les traitements a concerné le nombre de tomates. C'est ainsi que pour les traitements TNV2 et TAV2, 20 % de tomates ont muries contre 13,33 % pour TEV0 et TAV0 et 6,66 % pour les traitements TEV2, TNV0 et TNV1. Au bout du 6<sup>ème</sup> jour, les traitements TAV0 et TEV0 ont obtenu un plateau soit 100 % de mûrissement. Quant au traitement TAV1, il a fallu 10 jours pour avoir 100 % de mûrissement. Les autres traitements ont eu des valeurs intermédiaires.

La vitesse de virement des tomates vertes éparpillées sur des sacs est illustrée par la figure 41b. Les premiers mûrissements ont été observés également à partir du deuxième jour de conservation avec certains traitements. Les traitements TEV0 et TEV2 ont enregistré le plus

grand nombre de mûrissement avec des pourcentages respectifs de 40 % et 46,67 % de tomates mûres contre les traitements TEV1 et TNV1 qui n'ont aucun mûrissement. En effet, ils sont restés intacts. Au bout du 4<sup>ème</sup> jour, les traitements TEV0 et TAV0 ont enregistré 100 % de tomates mûres soit un plateau de mûrissement. Par contre, la plus longue durée de mûrissement a été obtenue avec le traitement TAV1. En effet, le mûrissement de l'ensemble de toutes ces tomates (100 %) a été constaté au 7<sup>ème</sup> jour de conservation.

D'une manière générale, les tomates cultivées avec le gel de *Aloe vera* puis enrobées avec son gel (TAV1) et conservées dans les paniers, ont présenté le plus long temps de mûrissement par rapport aux témoins (tomates produites sans fertilisant et conservées sans enrobage sur un sac ou dans un panier) et aux autres traitements.

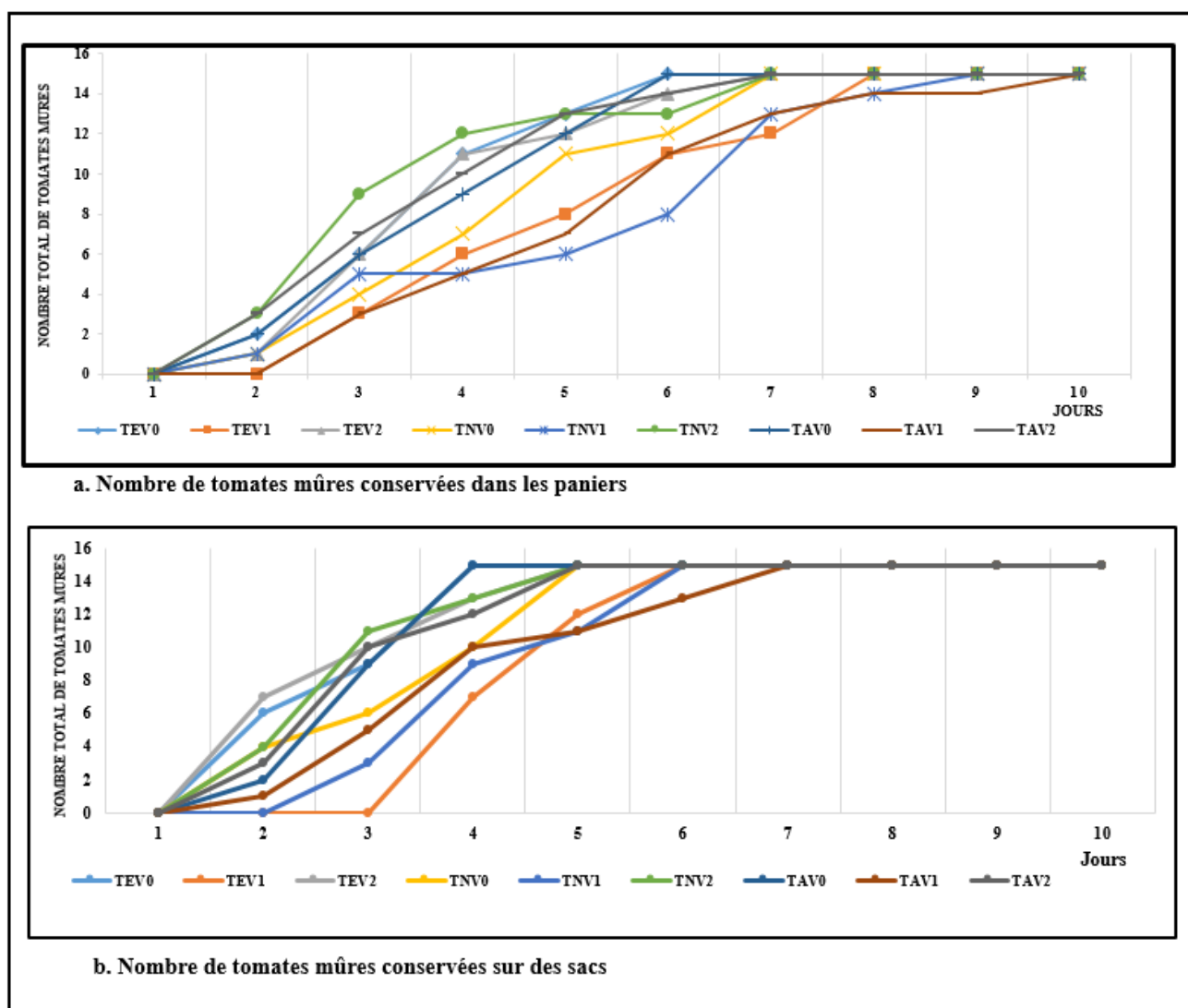


Figure 41 : Nombre de tomates mûres en fonction du temps

**TEV0** : Tomate cultivée sans engrais et non enrobée ; **TEV1** : Tomate cultivée sans engrais, enrobée avec le gel de *Aloe vera* ; **TEV2** : Tomate cultivée sans engrais, enrobée avec le mancozèbe ; **TNV0** : Tomate produite avec NPK et non enrobée ; **TNV1** : Tomate produite avec NPK et enrobée avec le gel ; **TNV2** : Tomate produite avec

NPK et enrobée avec le mancozèbe ; **TAV0** : Tomate cultivée avec le gel de *Aloe vera* et non enrobée ; **TAV1** : Tomate cultivée et enrobée de gel ; **TAV2** : Tomate cultivée avec le gel et enrobée de mancozèbe.

La Figure 42 présente l'aspect de l'ensemble des tomates mures de couleur verte au 8<sup>ème</sup> jour de la conservation.



Figure 42 : Aspect des tomates mures vertes après 8 jours de conservation

A: Conservation dans des paniers, B : Conservation sur des sacs

### 3.1.4.3. Délai de détérioration des tomates rouges en fonction du temps

La Figure 43a montre les courbes de vitesse de pourrissement des tomates conservées dans les paniers en fonction du temps et selon les traitements. Les premiers pourrissements ont commencé à partir du 3<sup>ème</sup> jour avec 20 % pour le traitement TEM0 (tomates produites sans fertilisant et non enrobées) et ont continué progressivement. C'est à partir du 12<sup>ème</sup> jour que les premiers pourrissements ont été enregistrés avec TEM2, TNM0, TNM2, TAM0 et TAM2. En effet, les traitements TEM2 et TNM2 ont contacté 20 % de pourrissement et TNM0 et TAM2 ont obtenu 10 %. Quant aux traitements TAM1 et TEM1, 10 % de pourrissements ont été enregistrés au 15<sup>ème</sup> jour. Le délai pour avoir 100 % de tomates pourries a été de 60 jours pour les TEM2 et TAM0. Quant aux autres traitements deux mois après, ils ont enregistré 60 % pour TAM1, 70 % pour TEM1 et 80 % pour les TNM1 et TNM2.

Concernant les tomates disposées sur des sacs (Figure 43b), les premières tomates pourries ont été observées également au 3<sup>ème</sup> jour en ce qui concerne les traitements TEM0, TNM1 et TAM0

avec 10 % de pourrissement et ont progressivement continué. Par contre, le traitement TEM1 a obtenu un pourrissement de 20 %. 60 jours après conservation, les traitements TEM0 et TEM2 ont atteint un plateau de pourrissement occasionnant ainsi 100 % de tomates pourries. Quant aux traitements TEM1 et TNM1 ont enregistré, respectivement, 60 % et 70 % de pourrissement. Les traitements TAM1, TNM1 et TEM1 dans les deux supports de conservation (panier et sac) ont enregistré le plus long délai de pourrissement comparés aux traitements témoins (TEM0, TNM0 et TAM0).

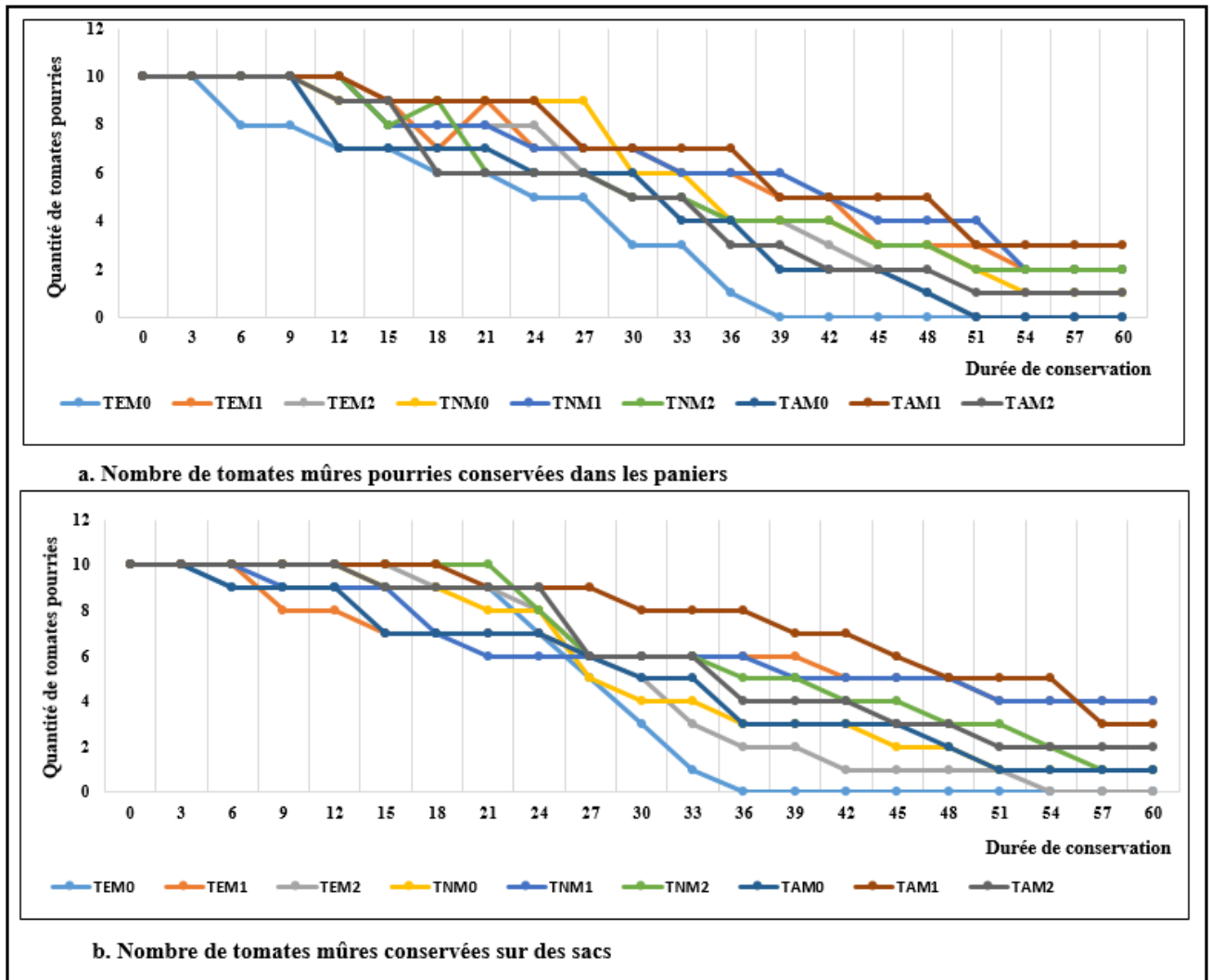


Figure 43 : Nombre de tomates mûres pourries en fonction du temps

**TEM0** : Tomate produite sans amendement mûre et non enrobée ; **TEM1** : Tomate produite sans amendement mûre enrobée avec le gel de *Aloe vera* ; **TEM2** : Tomate produite sans amendement mûre enrobée avec le mancozèbe ; **TNM0** : Tomate produite avec NPK mûre et non enrobée ; **TNM1** : Tomate produite avec NPK mûre et enrobée avec le gel ; **TNM2** : Tomate produite avec NPK mûre et enrobée avec le mancozèbe ; **TAM0** : Tomate amendée avec le gel de *Aloe vera* mûre et non enrobée ; **TAM1** : Tomate amendée avec le gel de *Aloe vera* mûre et enrobée avec son gel ; **TAM2** : Tomate amendée de gel mûre et enrobée avec le mancozèbe.

### 3.1.4.5. Délai de détérioration des tomates vertes virées aux rouges en fonction du temps

La Figure 44a présente les courbes de vitesse de pourrissement des tomates vertes virées aux rouges disposées dans les paniers en fonction du temps et selon des traitements. Les premiers pourrissements ont débuté à partir du 9<sup>ème</sup> jour pour les traitements TNV0 et TAV2 avec respectivement 13,33 % chacun et ont continué au fur et à mesure. Au 12<sup>ème</sup> jour de conservation, les premiers pourrissements ont été enregistrés au niveau des traitements TEV2, TNV2 et TEV1 avec un pourcentage plus faible (6,66 %). Le délai pour avoir 100 % de tomates pourries a été observé au 48<sup>ème</sup> jour pour TNV0, 57<sup>ème</sup> jour pour TEV2 et 60<sup>ème</sup> jour pour le TAV0. En ce qui concerne les autres traitements, deux mois après, on a enregistré respectivement 80 % pour TAV1, 86,66 % pour TNV2 et 93,33 % de pourrissements pour TAV2 et TNV1.

La figure 44b présente les courbes de vitesse de détérioration des tomates (pourrissement) disposées sur des sacs en fonction du temps et des traitements. Les premiers pourrissements ont commencé à partir du 6<sup>ème</sup> jour en ce qui concerne les traitements TEV2, TEV0 et TAV0 avec 13,33 % de tomates pourries chacun et ont continué progressivement. Au 15<sup>ème</sup> jour de conservation, les pourrissements ont été constatés au niveau des traitements TAV1 et TNV2 avec un faible pourcentage soit 6,66 %. Le délai pour avoir 100 % de tomates pourries a été de 51 jours pour TEV0 et 57 jours pour TAV0 et TNV2. Quant aux autres traitements, après deux mois soit 60 jours de conservation, les traitements TEV2, TEV1, TNV1 et TAV1 ont enregistré, respectivement, 93,33 %, 86,66 %, 80 % et 73,33 de pourrissement.

Les tomates enrobées avec le gel de *Aloe vera*, quel que soit le système de production (soit avec son gel, soit avec NPK ou sans aucun traitement), ont montré que le gel a plus ralenti le pourrissement par rapport aux traitements avec le mancozèbe et le témoin.

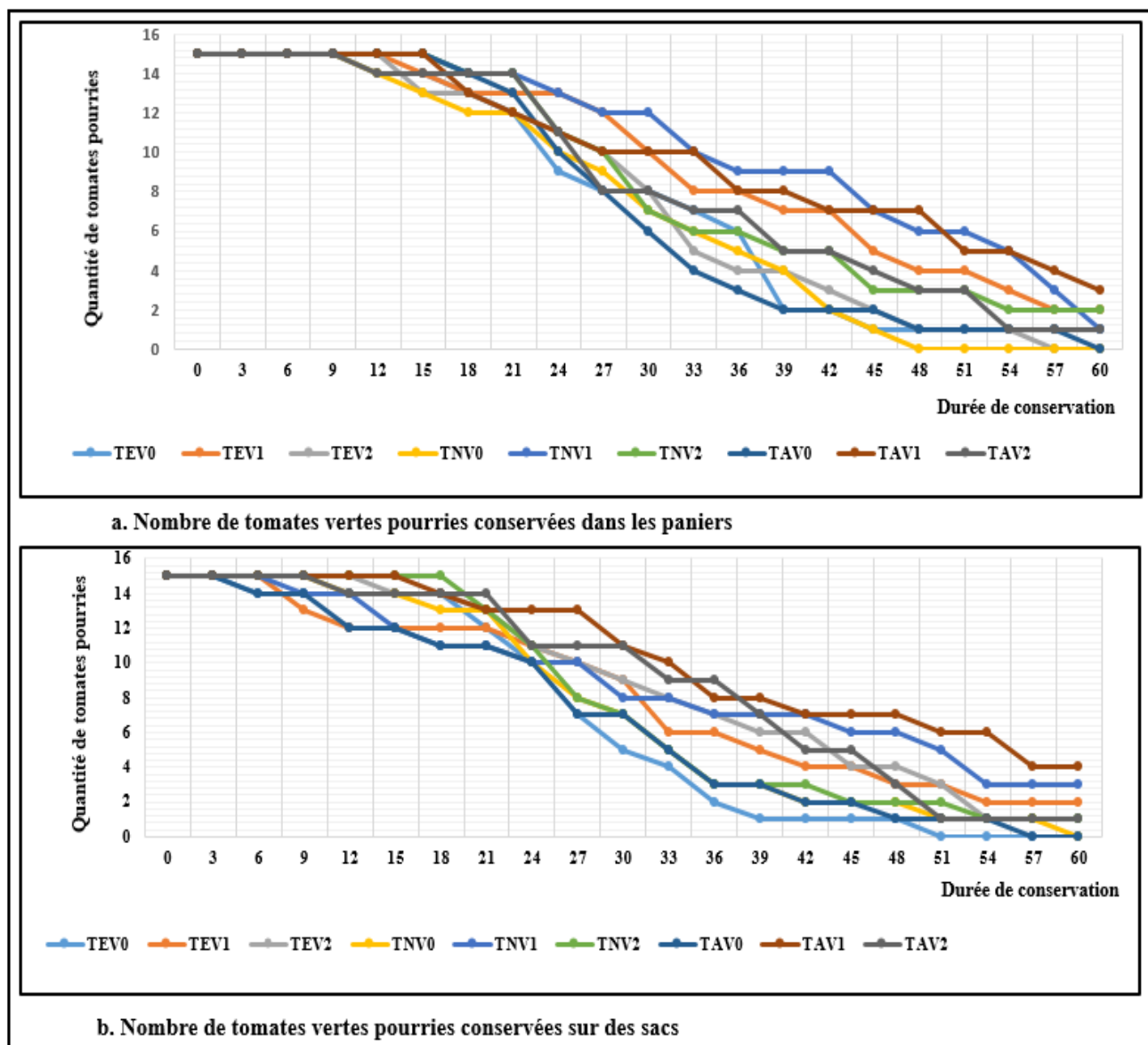


Figure 44 : Nombre de tomates vertes pourries en fonction du temps

**TEV0** : Tomate témoin, verte et non enrobée ; **TEV1** : Tomate témoin, verte et enrobée avec le gel de *Aloe vera* ; **TEV2** : Tomate témoin, verte et enrobée avec le mancozèbe ; **TNV0** : Tomate cultivée avec NPK, verte et non enrobée ; **TNV1** : Tomate cultivée avec NPK, verte et enrobée avec le gel ; **TNV2** : Tomate cultivée avec NPK, verte et enrobée avec le mancozèbe ; **TAV0** : Tomate cultivée avec le gel de *Aloe vera*, verte et non enrobée ; **TAV1** : Tomate cultivée avec le gel, verte et enrobée de gel ; **TAV2** : Tomate cultivée avec le gel, verte et enrobée avec le mancozèbe.

### 3.1.4.6. Profil sensoriel des traitements de tomates

Le tableau XXVII présente les notes moyennes des différents traitements de tomates après dégustation. L'analyse sensorielle a montré une variation de notes des paramètres sensoriels entre les traitements. Le traitement TA1 a présenté des paramètres sensoriels plus appréciables par les dégustateurs. En effet, il a obtenu une note de 7,6/10 pour la couleur, une acidité moyenne de 6,4/10, un arôme de 7,2/10, juteux de 7,60/10, ferme de 7,2/10 avec une épaisseur

de la peau de 7/10. Par contre, le traitement TN0 a été le moins apprécié avec la note moyenne de 5,88/10.

Tableau XXVII : Evaluation sensorielle des tomates après application des traitements

Type de production et enrobage de tomate									
Paramètres	TA0	TE0	TN0	TA1	TE1	TN1	TA2	TE2	TN2
Couleur	5,57	6,50	5,90	7,60	5,87	5,80	6,53	6,53	6,10
Acidité	5,60	4,93	4,87	6,40	5,40	5,87	6,37	5,60	6,13
Arome	6,93	6,53	6,20	7,20	6,00	6,40	6,40	6,40	6,33
Juteux	6,33	6,67	6,00	7,60	6,40	6,67	7,00	6,87	6,30
Charnu/fermeté	6,87	6,13	6,13	7,20	6,20	6,53	6,87	6,93	6,53
Epaisseur peau	6,67	6,47	6,20	7,00	5,93	6,27	6,20	6,27	5,73
<b>Note moyenne</b>	<b>6,42</b>	<b>6,22</b>	<b>5,88</b>	<b>7,20</b>	<b>5,96</b>	<b>6,23</b>	<b>6,56</b>	<b>6,43</b>	<b>6,20</b>

**TA0** : Tomate cultivée avec le gel, sans enrobée, **TE0** : Tomate témoin sans enrobage, **TN0** : Tomate cultivée avec NPK sans enrobée, **TA1** : Tomate cultivée avec le gel puis enrobée avec le gel, **TE1** : Tomate témoin enrobée avec le gel, **TN1** : Tomate cultivée avec NPK puis enrobée avec le gel, **TA2** : Tomate cultivée avec le gel puis traitée avec le mancozèbe, **TE2** : Tomate témoin enrobée avec le mancozèbe, **TN2** : Tomate cultivée avec NPK puis enrobée avec le mancozèbe.

#### Appréciation des traitements de tomates par les dégustateurs :

- **TA0** : la tomate cultivée avec le gel de *Aloe vera* non enrobée a été jugée moyennement colorée, non acide et un arôme moyen. Le fruit a été perçu comme bien juteux, charnu avec une peau assez épaisse.
- **TE0** : le fruit a été considéré comme coloré, peu acide et un arôme légèrement au-dessus de la moyenne. Son fruit est assez juteux avec une peau bien épaisse et bien charnu.
- **TN0** : les tomates ont présenté une couleur moyennement colorée, peu acide avec un arôme moyen. Le fruit est ferme avec une épaisseur assez épaisse.
- **TA1** : le traitement a présenté des fruits bien colorés, non acides avec plus d'arôme que les autres systèmes de productions. Aussi, le fruit a été perçu comme très juteux, assez charnu avec une peau assez épaisse.
- **TE1** : les tomates cultivées sans engrais et dont les fruits ont été enrobés avec le gel ont présenté des fruits moyennement colorés, non acides avec un arôme au-dessus de la moyenne. De plus le fruit est assez juteux, bien charnu avec la peau moyennement épaisse.

- **TN1** : le traitement a été jugé moyennement coloré, moyennement acide avec un arôme moyen. De plus, ses fruits sont juteux, peu charnus avec une peau moyennement épaisse.
- **TA2** : le traitement a présenté des fruits bien colorés, non acide avec un arôme au-dessus de la moyenne. Ces fruits ont été jugés beaucoup juteux, assez charnu avec une épaisseur assez épaisse.
- **TE2** : les tomates cultivées sans engrais et dont les fruits ont été traités avec le mancozèbe, ont été jugés moyennement colorés, peu acides avec un arôme au-dessus de la moyenne. Ses fruits sont juteux, bien charnus avec une épaisseur de la peau assez épaisse.
- **TN2** : le traitement a présenté des fruits bien colorés, moins acides avec un arôme moyen. Aussi ces fruits sont jugés juteux bien charnus et la peau est moyennement épaisse.

#### 3.1.4.7. Appréciation globale

La Figure 45 présente la note d'appréciation globale des traitements de tomates à la fin de la conservation (60 jours). Les traitements les plus appréciés sont les tomates cultivées avec le gel de *Aloe vera*, puis enrobées de son gel (TA1) qui ont présenté une note globale de 7,20/10. Cette valeur est suivie, respectivement, de celles des tomates cultivées avec *Aloe vera* puis enrobées avec le mancozèbe (TA2 : 6,56), des tomates témoins enrobées avec le mancozèbe (TE2 : 6,43), des tomates produites avec *Aloe vera* sans enrobage (TA0 : 6,42), des tomates témoins sans enrobage (TE0 : 6,22) et des tomates cultivées avec NPK puis enrobées avec le mancozèbe (TN2 : 6,20). Les tomates les moins appréciées ont été celles produites avec NPK sans enrobage (TN0), produites sans fertilisant et enrobées avec le gel (TE1). En effet, elles ont présenté des notes inférieures à 6.

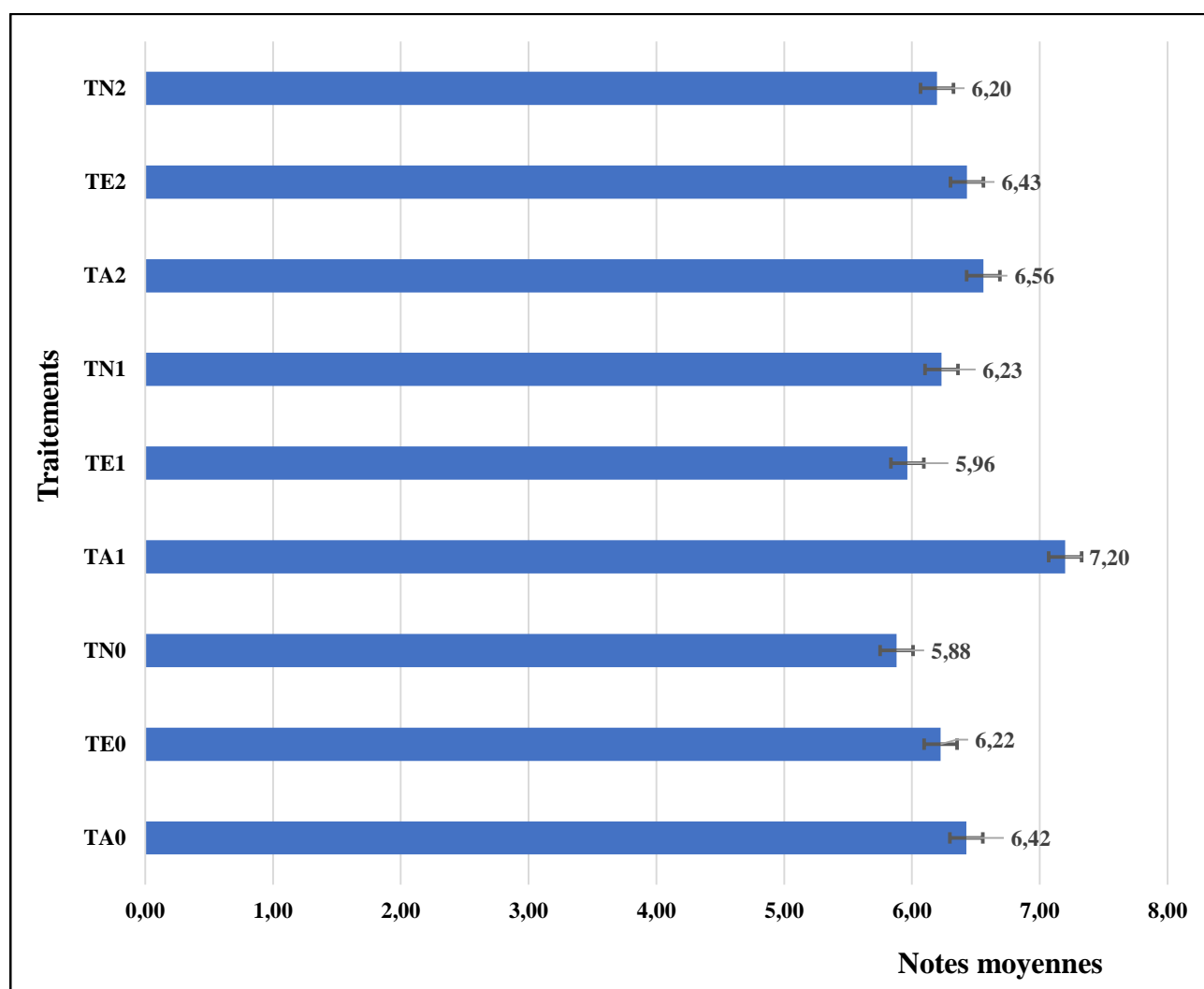


Figure 45 : Notes moyennes des traitements de tomates après dégustation

**TA0** : Tomate cultivée avec le gel, sans enrobée, **TE0** : Tomate témoin sans enrobage, **TN0** : Tomate cultivée avec NPK sans enrobée, **TA1** : Tomate cultivée avec le gel puis enrobée avec le gel, **TE1** : Tomate témoin enrobée avec le gel, **TN1** : Tomate cultivée avec NPK puis enrobée avec le gel, **TA2** : Tomate cultivée avec le gel puis traitée avec le mancozèbe, **TE2** : Tomate témoin enrobée avec le mancozèbe, **TN2** : Tomate cultivée avec NPK puis enrobée avec le mancozèbe.

### 3.2. DISCUSSION

#### 3.2.1. Détermination des moyens de production et de conservation de la tomate utilisées par les maraîchers dans la localité de Daloa

La culture de la tomate constitue une activité particulièrement lucrative en milieu rural, urbain et périurbain dans la localité de Daloa, située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire (Tonessia *et al.*, 2018). Cette étude vise à déterminer les conditions de production de la tomate par les maraîchers ainsi que les moyens de conservation utilisées par les commerçants. Pour y parvenir, des enquêtes distinctes ont été réalisées auprès des producteurs et des commerçants

de la région de Daloa. Il ressort que le commerce de la tomate dans la ville est majoritairement contrôlé par les allogènes plutôt que par les autochtones (Tonessia *et al.*, 2018), et implique une participation plus importante des femmes que des hommes. De plus, ce commerce est dominé par les jeunes dont l'âge est compris entre 16 et 30 ans. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces derniers auraient appris cette activité auprès de leurs parents à cause de la précarité de l'emploi ou des échecs scolaires. Cette activité constituerait donc la principale source d'activité et de revenu pour l'ensemble des commerçants. Ces résultats viennent confirmer les travaux de certains auteurs au Bénin et au Sénégal qui ont rapporté que le maraîchage est l'une des activités génératrices de revenus (Broutin *et al.*, 2005 ; Ahouangninou, 2013) et capable d'absorber le chômage. Les fruits de tomates vendus par les commerçants dans la ville de Daloa sont achetés chez les producteurs. Aussi, le constat qui a été fait chez ces commerçants est que, si le producteur de tomate traite bien son champ c'est-à-dire s'il respecte la dose d'utilisation des pesticides, ces commerçants arrivent à conserver les tomates pendant plus d'une semaine voire plusieurs semaines. Dans le cas contraire, ces commerçants n'arrivent pas à conserver leurs fruits et légumes sur un long temps. Ceci s'expliquerait par le faible niveau d'instruction des producteurs corrélé à une absence d'encadrement technique qui ne favoriserait pas la bonne utilisation des produits de synthèses. Par ailleurs, cette mauvaise utilisation des pesticides constitue un véritable danger pour la santé de toute la corporation et pour les consommateurs ainsi que pour l'environnement (Kanda *et al.*, 2013). En ce qui concerne les producteurs, cette étude nous a permis de déterminer la tranche d'âge prédominante des maraichers dans cette localité qui se situe entre 15 et 30 ans. Cette forte proportion de la classe d'âge s'expliquerait par le fait que les jeunes prennent des décisions quant à leur avenir à cet âge et sont plus vigoureux pour réaliser cette activité qui demande beaucoup d'énergies. Alastaire & Yagbedo (2018) affirment que l'âge est un facteur qui influence les décisions techniques du producteur. Nos résultats sont en conformité avec ceux de Galt (2008) qui a montré la classe d'âges la plus élevées des jeunes producteurs entre 20 à 35 ans et représente 60 % de l'échantillon. Son étude a montré également que les producteurs plus âgés (36-65 ans) sont plus exposés aux problèmes de santé. La majorité des maraichers interrogés était des hommes (sexe masculin). Cette forte proportion serait due au fait que les travaux maraichers (champêtres) demandent beaucoup d'efforts physiques et donc les hommes sont plus habiletés à cette tâche. Cette observation corrobore les recherches d'Ahouangninou (2013) qui a trouvé un taux élevé de producteurs de sexe masculin avec 86,3 %. Selon Mondédji (2010), les femmes s'attèlent davantage à la commercialisation des produits. Elles mettent ces produits à la disposition des consommateurs pour faire des profits afin de subvenir aux besoins de leurs enfants. Le niveau d'instruction des

maraichers peut avoir des impacts positifs considérables sur la production maraichère. En outre, le niveau d'illettrés était plus élevé (48 %) dans cet échantillonnage. Ce taux élevé d'illettrés constituerait un obstacle à la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles et pourrait constituer une barrière linguistique. Selon une étude réalisée par Kouakou *et al.* (2019), 83 % des maraichers ne sont pas instruits alors que le niveau de formation est un facteur déterminant à l'usage des pesticides. Par ailleurs, les maraichers lettrés pourraient mieux utiliser les pesticides et donc le niveau d'instruction entraînerait une réduction de l'utilisation de ceux-ci. De plus, les maraichers rencontrés n'utilisent pas d'équipements de protection. Cela montre leur niveau d'ignorance vis-à-vis des dangers liés aux produits chimiques. Cette assertion est conforme à celle de Soro *et al.* (2018) qui ont rapporté que 95 % des femmes dans l'activité maraichère à Korhogo (Côte d'Ivoire) utilisent les produits chimiques sans porter les moyens de protection. Les maladies et ravageurs sont les principaux facteurs limitants la production de cultures maraichères en particulier la tomate dans cette étude. Ceux listés au cours de nos enquêtes sont les ravageurs, les champignons et les nématodes. Ils attaquent les cultures en causant plusieurs dégâts. En plus des ravageurs, une étude menée au Togo par Kanda *et al.* (2013) révèle l'appauvrissement des sols en éléments nutritifs, le manque d'eau et de main d'œuvre. Pour remédier à ces contraintes, les maraichers ont recours aux pesticides chimiques qu'ils achètent généralement sur les marchés en fonction de leur disponibilité et du coût. Avec le taux élevé des maraichers illettrés et la non-maitrise des matières actives des pesticides utilisés, en plus de la non utilisation des équipements de protection, les exposent aux produits toxiques. De plus, les emballages des pesticides utilisés sont abandonnés dans les sites de production, ce qui révèle qu'ils pratiquent un maraichage non respectueux de la santé publique et de l'environnement. En effet, ces produits entraînent des perturbations des glandes endocrines chez l'Homme, des sensations de brûlures au visage, des maux de têtes et des problèmes de reproduction (Mondédji *et al.*, 2015). Sur l'environnement, ces produits chimiques occasionnent des répercussions sur la faune et sur la flore. Les recherches de Sousa-Passos (2006) affirment que l'exposition aux pesticides peut causer toute une série de dysfonctionnements neurologiques et de désordres neuropsychiatriques. Ces dysfonctionnements constitueraient d'importants facteurs dans le développement de pensées suicidaires pour amener les personnes atteintes à l'acte suicidaire. Oula *et al.* (2019) suggèrent que le stockage des produits agrochimiques laisse à désirer dans la mesure où ceux-ci sont gardés non seulement au niveau de la parcelle mais aussi à la maison. La quasi absence de précautions lors de l'épandage en plus des risques des produits, exposent les maraichers à des risques d'intoxications (INRS, 2007). Certains producteurs trouvent que les pesticides sont rarement efficaces. Ceci proviendrait des phénomènes de résistance à cause

de l'utilisation abusive et à la répétition des produits utilisés. Les maraichers en général disposent de plusieurs circuits de commercialisation de leurs produits dont les grossistes, les détaillants locaux et autres débouchés (particuliers et restaurants). De plus, ces intervenants dans le circuit de distribution, sont disposés à acheter les produits selon quelques critères de qualité tels que le calibre et la couleur. Cette variation de la clientèle leur permet de vite évacuer leurs produits. Ce constat est en conformité avec les études menées au Ghana et au Bénin (Broutin *et al.*, 2005, Agassounon *et al.*, 2012). Selon cette étude, les critères de sélection des consommateurs de tomates sont l'innocuité du produit, sa fraîcheur, sa couleur et son poids (Coulibaly *et al.*, 2011). Les recherches de Broutin *et al.* (2005) ont rapporté que les circuits de commercialisation dans le maraichage au Sénégal sont plus souvent courts (vente directe ou un seul intermédiaire).

### **3.2.2. Evaluation des effets biofertilisants du gel de *Aloe vera* sur la croissance de la tomate en pépinière**

La culture de la tomate fait face à de nombreux défis parmi lesquels le choix de la variété adaptée à une région donnée selon les saisons, le taux de germination et le rendement à l'hectare (Naika *et al.*, 2005, Kansie, 2017). La tomate peut être cultivée par semi direct mais, compte tenu des nombreux soins à apporter aux jeunes plants, il est conseillé de passer par une pépinière. Cette dernière doit se faire à l'ombre en utilisant une terre légère, riche en matière organique. Cependant, à cause de l'insuffisance de terres arables riches en humus, les planteurs ont recours aux intrants chimiques à risque pour obtenir des plants vigoureux prêts à être transplantés au champ. Ainsi, cette étude se propose de trouver une alternative à l'utilisation des intrants chimiques dans la croissance en pépinière de la tomate.

Dans cette étude, les graines de tomate enrobées avec de gel de *Aloe vera* ont présenté une durée de latence réduite, une accélération de leur processus de germination et un taux maximal de germination atteint au bout de 5 jours après semis. Ces résultats se rapprochent des conclusions de Suleiman *et al.* (2008) qui ont montré que le prétraitement de la graine de *Nitraria retusa* avec le gel de *Aloe vera* permet d'améliorer leur germination. Ces auteurs ont attribué leur résultat à la présence d'acide gibbérellique dans le gel. Par ailleurs, Kaur *et al.* (2020) ont montré que le gel de *Aloe vera* est une source d'oxygène actif très favorable au processus de germination à cause de la présence de peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ). Ce dernier est une source d'oxygène pour les semences car elles ont un besoin accru d'oxygène pendant les processus métaboliques de la germination. Dans ce contexte, le peroxyde d'hydrogène contenu dans le gel de *Aloe vera*, adhérent sur les graines par enrobage, libérerait de l'oxygène lorsqu'il se décompose

(INRS, 2022). Cet oxygène supplémentaire peut pénétrer plus facilement dans l'enveloppe de la graine de tomate, ce qui lui donne une meilleure chance de germer.

Au cours du processus de germination des graines de tomate, trois phases physiologiques ont été observées. La première appelée la phase de latence comporte la phase d'imbibition correspondant à l'absorption d'eau par la graine. Elle est suivie du stade d'intenses activités métaboliques pour l'expression des gènes et la synthèse d'enzymes pouvant hydrolyser des réserves nutritives destinées au développement de la future plantule (Sheikh *et al.*, 2013). Cette phase se fait en présence d'oxygène et la présence de peroxyde d'hydrogène dans le gel pourrait la stimuler (Kaur *et al.*, 2020). La deuxième est la phase exponentielle correspondant à l'émergence de la radicule qui précède l'établissement des plantules et se matérialise par une accélération de la germination. Cette phase nécessite la diminution de la résistance mécanique des tissus de couverture et l'augmentation de la force interne provenant de l'expansion de l'embryon (Footitt *et al.*, 2006, Finkelstein *et al.*, 2008). Ainsi l'apport de gel de l'*Aloe vera* aux graines a participé à l'activation des hormones et enzymes contenus dans les réserves de la graine, essentielles à la germination. Le gel de *Aloe vera* jouerait donc un rôle vital dans l'augmentation du taux de germination en tant que régulateur naturel de la croissance des plantes (Geying & Bikram, 2022). Par conséquent, le gel de *Aloe vera*, accélère la germination et augmente le pourcentage de germination des graines (Soha *et al.*, 2016). Il favorise également la germination et le développement des racines. Ces conclusions justifient les meilleurs taux de germination obtenus avec le lot de graines de tomates enrobées avec le gel de *Aloe vera* que celles traitées avec le mancozèbe et le témoin. D'ailleurs, le mancozèbe étant un fongicide, il a eu un effet protecteur que stimulant sur les semences ; sûrement contre les champignons hébergés par les semences car les substrats de cultures utilisés dans cette étude ont été stérilisés à la chaleur. Cette protection a été également le fait du gel de *Aloe vera* qui par ses propriétés biocides selon Michayewicz (2013), inhiberait la croissance de certains microorganismes. En plus, le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) contenu dans le gel pourrait aider à prévenir la croissance des moisissures et des bactéries tout en fournissant de l'oxygène aux graines (Shahlaa *et al.*, 2023). Il peut également exercer un effet direct sur les agents pathogènes par leur toxicité en ralentissant la progression laissant ainsi aux autres mécanismes de défense le temps de se mettre en place.

En général, l'appréciation de la qualité des plants de tomate prêts pour être transplantés au champ est fondée sur la base de critères morphologiques comme la hauteur des plants et le nombre de feuilles. L'étude de la croissance des jeunes plants de tomates nous a montré qu'il existe un effet remarquable du traitement substrat fertilisé avec le NPK et avec le gel de *Aloe*

*vera* sur le paramètre hauteur des plants. Ce fait s'explique par les propriétés physico-chimiques de ces deux substrats. En effet, ces deux types de substrats contiennent des éléments minéraux favorables à une bonne porosité du sol et indispensables à la croissance des plantules. En effet, la tomate, comme la plupart des plantes cultivées, a besoin de divers éléments minéraux pour assurer sa croissance tout au long de son cycle (Anonyme 1, 2018). Les plants de tomates doivent être fertilisés avec des engrais riches en azote, en phosphore et en potassium dans les premiers stades de développement pour favoriser une forte croissance. Le fait que les plants de tomates se développent sur des substrats contenant du gel se comportent de la même manière que celles croissant sur des substrats fertilisés avec du NPK suggérerait que les NPK seraient présents dans le gel de *Aloe vera* et en quantité suffisante pour permettre une meilleure croissance des plantules. La richesse en éléments minéraux du gel a été déjà documentée. Selon Dagne *et al.* (2000), le gel contiendrait des éléments minéraux tels que le calcium, le fer, le magnésium, le potassium, le phosphore et le zinc. Ces minéraux en synergie concourent à l'amélioration de la fertilité du sol et assurent le transfert d'énergie et la synthèse des protéines en favorisant la croissance des jeunes racines. En plus des propriétés physico-chimiques, le gel de *Aloe vera* contient des propriétés biologiques favorables à une croissance optimale des plantules d'où le nombre de feuilles plus importante sur les plants de tomates croissant sur les substrats amendés avec le gel comparé à ceux avec le NPK ou le témoin zéro fertilisant. L'édification des feuilles et des segments foliaires implique des changements dans la fréquence et dans la polarité des divisions cellulaires (Hamouda *et al.*, 2012 ; Shadia *et al.*, 2014). Dans ce processus, des hormones de croissance seraient impliquées et l'auxine semble être un inducteur universel de l'organogenèse chez les plantes. Les hormones contenues dans le gel d'aloès (Hamman, 2008), ont stimulé les divisions cellulaires, la prolifération des cellules et l'allongement des organes (Sheren *et al.*, 2023). En effet, des hormones comme la gibbérelline, l'auxine et la cytokinine ont été signalées dans le gel d'aloès. Ces résultats sont conformes à ceux d'El-Sherif (2017) qui a montré que le gel de *Aloe vera* augmente la hauteur et le nombre de feuilles de l'onagre commune (*Oenothera biennis*).

### **3.2.3. Evaluation de l'effet biofertilisant et biopesticide des extraits aqueux de *Aloe vera* sur la culture de la tomate**

Les paramètres agronomiques diffèrent d'un traitement à un autre. Le taux de reprise et de survie des plants traités avec 100 % et 50 % de gel de *Aloe vera* détiennent les plus grandes valeurs par rapport au témoins non traités. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les plantes traitées avec le gel de *Aloe vera* maintiendraient l'humidité du sol qui soutient la

croissance des racines. En effet, le gel possède des propriétés hydratantes qui favorisent un bon développement du système racinaire des plantes et assurent leur reprise. De plus, les composés bioactifs présents dans l'extrait de *Aloe vera* stimuleraient la formation des racines occasionnant une meilleure absorption de l'eau et des nutriments. Aussi, semble-t-il que l'eau contenue dans la feuille de *Aloe vera* augmenterait la résistance des plantes traitées aux stress biotiques et abiotiques en améliorant leurs chances de reprise et de survie lors de la transplantation. Selon Farid *et al.* (2022), le gel de *Aloe vera* contient une teneur élevée en eau, en protéines et en Aloïne, leur permettant de résister au stress. Ces résultats corroborent ceux de Rao *et al.* (2011) qui stipulent que l'extrait aqueux de *Aloe vera* contribue à la régénération des sols grâce à son effet positif sur la matière organique du sol et la rétention de l'humidité. En effet, les anthraquinones contenues dans l'extrait aqueux de *Aloe vera* contribueraient à la protection des cellules contre le stress oxydatif en neutralisant les radicaux libres. Ils joueraient également un rôle dans le renforcement des réponses immunitaires des plantes. Par ailleurs, ces anthraquinones soutiendraient les plantes à s'adapter aux conditions environnementales en fournissant une protection contre les rayons ultraviolets, contribuant ainsi à la résilience des plantes. Une étude menée par Luligo-Montealegre *et al.* (2024) a révélé que l'application d'extrait de *Aloe vera* dans les cultures de légumes améliore la rétention d'humidité dans le sol, ce qui augmente significativement le taux de survie des plantes. Selon Azib & Hammache (2019), l'extrait de *Aloe vera* renferme la lignine, les saponines, les flavoïdes qui jouent un rôle important dans la résistance des plantes aux stress environnementaux. En effet, la lignine protège les plantes contre les stress environnementaux comme la lumière du soleil et les attaques bactériennes ou fongiques. *Aloe vera* agit également comme un pesticide naturel et un biostimulant en protégeant les plantes grâce à des composants comme l'acemannane (antiviral, antibactérien, antifongique), la saponine (toxique pour insectes et champignons, régénère le sol) et l'acide salicylique, qui déclenche une "résistance systémique acquise pour une défense immunitaire à long terme. Il repousse les insectes ravageurs, tandis que le gel stimule la croissance racinaire et protège du stress, faisant de *Aloe vera* un atout pour renforcer la santé générale et la résistance des cultures (Abouz & Chihani, 2021). De plus, il stimule les défenses des plantes grâce à ses composants actifs comme les polysaccharides (notamment l'acemannane), les minéraux et antioxydants qui renforcent le système immunitaire, protègent contre le stress oxydatif en rendant la plante plus résistante aux agressions, notamment lors des changements de saison. Il agit comme un tonique général, améliorant la vitalité et le métabolisme (Benhamou & Rey, 2012).

En ce qui concerne les paramètres morphologiques, les résultats ont révélé une différence significative entre les traitements. A cet effet, les plantes de tomates traitées avec le gel de *Aloe vera* et le broyat de feuilles à différentes doses ont enregistré les valeurs supérieures contrairement aux témoins. Cette différence obtenue pourrait s'expliquer par l'effet des biostimulants contenus dans l'extrait aqueux de *Aloe vera* agissant sur les plantes de tomates. De plus, l'augmentation du nombre de feuilles avec ces derniers, pourrait se justifier par l'action de l'acémannane et d'autres polysaccharides contenus dans le gel qui a stimulé l'activité physiologique des plantes, en modulant par voie enzymatique la production de métabolite (Zoh, 2025). Par ailleurs, cette élévation serait due à l'activité photosynthétique des plantes qui ont reçu l'extrait aqueux dont la production d'assimilats photosynthétiques (Houadakpode, 2018). Ces résultats se justifieraient également par l'effet bénéfique des extraits aqueux de *Aloe vera* dont les éléments minéraux renforcent le système racinaire et le développement de la plante. En effet, le calcium (Ca), l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le magnésium (Mg) et autres minéraux sont des nutriments clés contenus dans *Aloe vera*. Ils manipulent la croissance des plantes en influençant tous les processus vitaux à savoir la photosynthèse, la fixation de l'azote et la régulation enzymatique (Nour, 2017). Selon Patel *et al.* (2017), l'extrait de gel de *Aloe vera* possède des nutriments et des hormones végétales dont les gibbérellines et les auxines qui améliorent la croissance de certaines plantes. La gibbérelline améliore la croissance des plantes ainsi que le développement des fleurs et des fruits, alors que l'auxine induit l'allongement des cellules végétales en ramollissant la paroi cellulosique et gouverne plusieurs étapes du développement de la plante. Par ailleurs, le gel de *Aloe vera* favorise la croissance et la division cellulaire dans les tissus méristématiques qui sont à l'origine de l'accroissement de la circonférence des plantes (Soalla, 2011). L'application de ces extraits aurait amélioré l'absorption des nutriments du sol, ce qui aurait conduit à une meilleure croissance végétative et à un rendement accru des plantes de tomates traitées. De plus, il convient de mentionner que les extraits aqueux de *Aloe vera* augmenteraient la perméabilité de la membrane cellulaire, l'absorption d'oxygène, la respiration et la photosynthèse, l'élongation des racines et le transport des ions dans la plante. Selon Cheikh *et al.* (2013), l'amélioration des paramètres morphologiques pourrait être attribuée au rôle des extraits d'Aloès. Ils stimulent la croissance des plantes par l'assimilation d'éléments majeurs et mineurs, l'activation des enzymes, les modifications de la synthèse des protéines et l'activation de la production de biomasse.

Quant aux résultats des paramètres pathogéniques, plusieurs types de symptômes ont été observés à savoir le jaunissement, l'enroulement des feuilles, le flétrissement ainsi que la

nécrose. En effet, le jaunissement des feuilles débute le long de la marge, et évolue vers les nervures pour enfin atteindre la surface foliaire, et le limbe prend la couleur violette (Yapi, 2022). Quant à l'enroulement des feuilles, il est décrit par la déformation qui débute par les feuilles plus basses et remonte vers le haut. Ce retournement des feuilles de tomate serait dû à la présence du virus de la mosaïque qui est à l'origine de ce symptôme. Ce résultat est en accord avec les conclusions de Camara *et al.* (2016) qui confirment que le retournement des feuilles de tomates est caractéristique des maladies virales. Ces résultats corroborent ceux de Jones *et al.* (2014) qui ont expliqué que les plantes atteintes par la maladie de la mosaïque présentent une croissance ralentie et une réduction sévère de la nouaison. Les symptômes de flétrissement se manifestent par des brûlures des feuilles entières suivies du dessèchement complet de la plante. Ces symptômes sont caractéristiques des maladies bactériennes. De plus, les symptômes tels que les taches noires sur les feuilles et le noircissement de la tige ont été respectivement obtenus. Selon Dje (2022), ces symptômes seraient causés par les agents pathogènes dont *phytophthora infestans* et *Didymella lycopersici*. Les résultats liés à l'effet des extraits aqueux de *Aloe vera* sur ces maladies fongiques, bactériennes et virales ont montré que les traitements ont eu un effet significatif sur les pathogènes responsables de ces symptômes. Ceci s'expliquerait par les propriétés antibactériennes et antifongiques des extraits aqueux de *Aloe vera* qui aident à prévenir les infections, réduisant ainsi les symptômes de maladies observés (Michayewicz, 2013) et donc l'amélioration de la santé des plantes. *Aloe vera* protège efficacement les plantes contre les attaques de nuisibles, contrôle, repousse, limite, et même tue les insectes nuisibles de cultures, grâce à son ingrédient actif, le gel d'aloès-émodine contenu dans cette plante (Hadjou, 2018; Obono *et al.*, 2024). L'aloé-émodine est une substance au goût amer, jaune-brun, que l'on trouve dans le gel provenant des feuilles fraîches de *Aloe vera*. C'est un irritant stimulant du tube digestif, avec des propriétés telles que des effets anti-insecticides, antifongiques, antibactériens et antiviraux (Cissokho *et al.*, 2015). Par ailleurs, les pourritures apicales et molles ont été observées sur les fruits, et quelques ravageurs de la tomate. Les symptômes de pourriture apicale seraient dus à un stress hydrique ou à une carence en calcium. En effet, la quantité d'eau apportée à la plante serait insuffisante (Yao, 2024). Quant à la pourriture molle, elle serait causée par un pathogène. Selon Rodriguez *et al.* (2014), la pourriture molle est causée par *Erwinia carotovora*. En ce qui concerne les ravageurs de fruits de tomates, les acariens et les pinsons ont été observés. Leur présence s'expliquerait par l'attraction de la couleur rouge et du goût sucré du fruit qui constitue leur alimentation.

La plupart des traitements effectués avec l'extrait aqueux de *Aloe vera* se sont montrés efficaces contre le jaunissement, l'enroulement, le flétrissement et la nécrose des symptômes caractéristiques de la bactériose, de la virose et des champignons, principales maladies de la culture de tomate. Une réduction de l'incidence et de la sévérité de ces différents symptômes a été observée sur les plantes traitées. En effet, la dose 100 % du gel a enregistré de faibles incidence et indice de sévérité contrairement au témoin. Cette réduction de ces symptômes pourrait être expliquée par la présence des anthraquinones, des acides aminés, des polysaccharides, des enzymes et des propriétés antifongiques et antibactériennes dans les extraits aqueux de *Aloe vera*. En effet, selon Hegazy *et al.* (2013) les extraits aqueux de *Aloe vera* renferment des effets antifongiques et antibactériens contre divers pathogènes. Ils contiennent des composés actifs comme les anthraquinones et les polysaccharides, qui sont responsables de ces effets et offrent ainsi une alternative naturelle aux pesticides (Hossain *et al.*, 2009). Ces résultats corroborent ceux de Bardakci *et al.* (2015) qui stipulent que l'application de l'extrait de *Aloe vera* a des effets positifs contre les champignons phytopathogènes dans les cultures de légumes. Par ailleurs, Hegazy *et al.* (2013) et Patel *et al.* (2017) ont démontré également que les extraits de *Aloe vera* contribuent à la protection des plantes contre les maladies grâce à la présence des anthraquinones, des polysaccharides et des propriétés antifongiques et antibactériennes. Ces composés empêcheraient donc la prolifération de pathogènes. Aussi, ils stimulent les défenses naturelles des plantes en agissant comme un inducteur de résistance systémique. *Aloe vera* renforce naturellement les défenses des plantes en agissant sur plusieurs fronts : lutte contre les pathogènes, répulsion des ravageurs et stimulation du système immunitaire propre à la plante. Des études menées par Bari *et al.* (2017) ont montré que l'extrait de *Aloe vera* pourrait remplacer les pesticides chimiques réduisant leurs coûts ainsi que l'impact environnemental. Nos résultats viennent confirmer les conclusions de Yildirim *et al.* (2022) qui stipulent que l'extrait de *Aloe vera* réduit considérablement l'incidence de certaines maladies fongiques telles que l'oïdium et le mildiou tout en étant plus respectueuse de l'environnement que les fongicides chimiques. En outre, le traitement chimique (mancozèbe) a été peu efficace contre les symptômes observés sur les plantes de la parcelle. Cette inefficacité se justifierait par le phénomène de résistance développé par ces agents pathogènes responsables des symptômes observés.

Les caractéristiques de production de tomates ont été considérablement améliorées par le gel. En effet, ce résultat pourrait être justifié par le fait que le gel et/ou l'extrait de feuille de *Aloe vera* aurait agi sur la structure anatomique des organes végétatifs des plantes traitées, favorisant une meilleure croissance végétative et du rendement. Nos résultats sont soutenus par les travaux

de Singh *et al.* (2012), qui stipulent que *Aloe vera* améliore l'efficacité de l'absorption des nutriments du sol, ce qui entraîne un rendement accru. De plus, le gel de *Aloe vera* contient du monopolysaccharide (glucose, cellulose, aldopendose), des macronutriments (N, P, K) et des micronutriments/oligoéléments (Mg, Ca, Zn, Fe, Mn, Cu) qui seraient à l'origine de cette efficacité. Ces régulateurs naturels sont les principaux acteurs de la croissance des plantes (Dongzhi *et al.*, 2004 ; Sahu *et al.*, 2012). Par ailleurs, les résultats obtenus sont corroborés par Zarea *et al.* (2021) qui ont révélé que l'application des extraits de *Aloe vera* dans des cultures de légumes augmentaient significativement les rendements, avec des résultats supérieurs par rapport aux pratiques agricoles classiques. De plus, cette élévation du rendement serait en grande partie due à la disponibilité des éléments minéraux (N, P, K) pour les plantes qui créent les meilleures conditions de nutrition minérale pour les plantes de tomates. Le traitement témoin a eu des moindres effets de tous les paramètres de production. Cela serait dû au fait que les plantes non traitées ne contiennent pas assez de nutriments nécessaires à l'amélioration de ces caractéristiques. En effet, l'azote joue un rôle clé dans le métabolisme des plantes car il augmente le rendement et ses composantes. Le phosphore joue un rôle dans la production d'énergie, la division cellulaire, le développement racinaire et la reproduction. En ce qui concerne le potassium, il joue un rôle positif dans la représentation de l'azote et dans la conversion de l'azote en acides aminés et en protéines en activant l'enzyme nitrate réductase (Boumaza, 2019).

#### **3.2.4. Efficacité du gel de *Aloe vera* sur la durée de conservation et la qualité organoleptique de la tomate**

La qualité marchande de la tomate dépend de plusieurs facteurs, incluant des critères physiques, chimiques et sensoriels. Les tomates doivent avoir une couleur vive et uniforme, une forme régulière, une fermeté appropriée, et une saveur agréable (Ayed & Wesal, 2022). Ces aspects influencent directement l'acceptabilité par le consommateur et, par conséquent, le prix et la commercialisation. Dans cette étude, les fruits de tomates enrobés avec le gel de *Aloe vera* ont donné un aspect translucide et brillant qui peut aider nettement à améliorer l'apparence de la tomate aux yeux des consommateurs, et booster la vente des fruits (Naika *et al.*, 2005). En effet, *Aloe vera* contient un gel glutineux et incolore provenant du parenchyme des feuilles (Changhong *et al.*, 2005) qui augmente la brillance des tomates enrobées. Il a la particularité d'agir sur les fruits en améliorant leur brillance naturelle et leur consistance en raison de leurs propriétés antioxydantes (Rojas-Grau *et al.*, 2007 ; Namesney & Delgado, 2014). L'enrobage des fruits de tomate avec *Aloe vera* a également retardé le changement de coloration des fruits

de tomates physiologiquement mûrs du vert au rouge. Selon Bouzonville (2004), les antioxydants contenus dans *Aloe vera* réduisent le rancissement des produits enrobés et retardent leur coloration. Anon (2001) attribue le ralentissement du changement de couleur des fruits dû au gel de *Aloe vera* par un retard et/ou une réduction de l'action de l'éthylène. Le gel réduirait le taux de production d'éthylène dans les fruits. En effet, l'éthylène est une hormone végétale nécessaire à la maturation normale des fruits. Il est le déclencheur d'un large éventail de changements physiques, physiologiques et biochimiques menant à la détérioration de la qualité des fruits.

La détérioration naturelle ou senescence des fruits de tomate commence par le virement de la couleur verte au rouge voire orange selon les variétés. Ce processus très complexe, implique l'expression de gènes spécifiques, la production de l'éthylène et l'accélération du processus de respiration. L'adhésion totale du gel sur les fruits réduirait leur respiration à travers une réduction du besoin des fruits en oxygène et une augmentation de celle du CO<sub>2</sub> dans leur environnement immédiat, retardant donc le développement de la couleur des fruits (Pila *et al.*, 2010). L'éthylène et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) jouent des rôles importants dans la maturation des fruits rouges, bien que leurs effets soient différents et parfois opposés. L'éthylène est une hormone végétale qui stimule la maturation des fruits, tandis que le CO<sub>2</sub>, à des concentrations élevées, peut la ralentir ou la bloquer. Les couches de gel sur les fruits enrobés serviraient également comme barrière de protection contre les microorganismes qui sont impliqués dans le processus de dégradation post-récolte, ce qui retarderait le processus de senescence ou le pourrissement des tomates. Dans cette étude, les fruits de tomates enrobés ont été conservés plus de 60 jours. Le gel de *Aloe vera* possède des activités antimicrobiennes et antifongiques avérées (Michayewicz, 2013) et d'autres molécules comme aloé-émodine et aléonine, responsables du ralentissement de la pourriture des fruits. Ainsi, le gel de *Aloe vera* serait-il plus efficace contre les microorganismes dont *Rhizoctonia solani*, *Penicillium digitatum*, *P. expansum*, *B. cinerea* et *A. alternata* (Jasso *et al.*, 2005). Ces microorganismes sont couramment impliqués dans la dégradation post récolte des semences et fruits (Tonessia *et al.*, 2018). L'Aloéroïde, un polysaccharide immunostimulant contenu dans le gel serait à l'origine de cette efficacité. C'est ainsi que Valero *et al.* (2020) a utilisé le gel de *Aloe vera* pour conserver les fruits de raisin pendant 35 jours-là où le témoin a fait sept (07) jours. Padmaja & Bosco (2014) ont quant à eux, réussi à conserver à la température ambiante jusqu'à 45 jours les fruits de jujube enrobés avec le gel de *Aloe vera* contre 21 jours pour le témoin. La barrière protectrice constituée par le gel entre le fruit et le milieu ambiant serait à l'origine du ralentissement du processus de senescence des fruits de tomates enrobés. En effet, le gel de

*Aloe vera* a créé une couche qui ferme les pores des fruits qui sont des voies des échanges gazeux et de transpiration des fruits. De plus, il semblerait que le gel possède de puissantes propriétés antioxydantes qui empêcheraient les radicaux libres d'oxyder les cellules des fruits. Ses antioxydants piègent les radicaux libres, protégeant les cellules des dommages oxydatifs et renforçant le mécanisme de défense. Selon Mengong *et al.* (2021) les propriétés antioxydantes du gel permettent de rompre la chaîne de création des radicaux libres et donc de limiter voire stopper la dégradation et le vieillissement des cellules. Par ailleurs, il semblerait que cette efficacité du gel soit due à la présence des molécules telles que les polyphénols et les flavoïdes dans *Aloe vera* (Addou *et al.*, 2020). Il a été démontré également que les anthraquinones présentes dans le gel, sont hautement antimicrobiennes, elles sont efficaces contre les bactéries. L'acide fumarique présent dans le gel de *Aloe vera* a démontré son efficacité contre les bactéries courantes. Il serait donc efficace contre les bactéries. Cet acide, très connu et utilisé comme conservateur alimentaire est donc présent dans le gel et fait partie des composés lui conférant une action antimicrobienne. Son activité antifongique a aussi été testée dans différentes études, il a été démontré qu'il était efficace contre différents types de champignons (Manza, 2022). Aussi, les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau des paniers. En effet, les tomates éparpillées sur les sacs, étaient plus exposées aux microorganismes dont les champignons et les bactéries, responsables de leur pourriture.

*Aloe vera* est principalement connu pour son utilisation dans la cosmétique et dans l'alimentation. A cause de sa richesse en acides aminés, il est utilisé comme complément alimentaire et peut-être consommé avec les produits enrobés (Aminudin & Nawangwulan, 2014) sans danger. Cependant, qu'en est-il de son impact organoleptique sur les fruits enrobés ? L'analyse sensorielle des tomates selon les différents traitements montre que les fruits de tomates enrobés avec le gel de *Aloe vera* présentent une qualité organoleptique appréciable. Ces fruits ont également été jugés très fermes par les dégustateurs et avec une plus grande épaisseur par rapport aux fruits non traités. Ce résultat est similaire à ceux d'Athmaselvi *et al.* (2013) qui ont signalé une fermeté plus élevée chez les tomates enrobées avec le gel de *Aloe vera*. Des auteurs comme Ali *et al.* (2020) et Padmaja & Don (2014) ont signalé que l'enrobage des fruits de la tomate agissait sur leur fermeté en les améliorant. Aussi, les résultats de cette étude sont également en accord avec le rapport de Padmaja & Don (2014), qui a montré que le traitement de *Aloe*-pectine réduit considérablement les pertes de fermeté des tomates pendant le stockage. En ce qui concerne l'acidité des tomates, le traitement des fruits avec le gel de *Aloe vera* l'a nettement amélioré en les rendant moins acides. Ce résultat s'expliquerait par l'effet

du gel sur l'activité métabolique de l'acide organique qui est à l'origine du processus respiratoire (Abouz & Chihani, 2021). Quant à la valeur qualitative qu'est l'arôme des tomates, les fruits produits sur des substrats enrichis avec le gel de *Aloe vera* puis enrobés ont été désignés par les dégustateurs comme ayant un meilleur arôme. Le gel *de Aloe vera* peut conserver un arôme fruité des tomates pendant le stockage.

**CONCLUSION GÉNÉRALE,  
RECOMMANDATIONS ET  
PERSPECTIVES**

Les pesticides végétaux sont loin de restituer rapidement les pesticides de synthèse, notamment en grandes cultures. En production maraichère néanmoins, ils peuvent être une solution alternative et contribuer à la préservation de la santé des populations et de l'environnement. Parmi les plantes considérées comme intéressantes, *Aloe vera* présente des vertus thérapeutiques et médicinales. La présente étude portant sur la production et la conservation de la tomate par l'utilisation d'un biopesticide à base de *Aloe vera* en Côte d'Ivoire a été menée à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Il ressort de notre étude que les maraichers dans la région de Daloa utilisent certains moyens pour conserver la tomate à savoir les pesticides. Toutefois, les moyens les plus utilisés sont le regroupement dans les paniers et l'éparpillement sur des sacs à l'air libre. Aussi, le faible niveau d'instruction ne permet-il pas aux producteurs d'adopter les bonnes pratiques culturales. Selon les différents agriculteurs, l'usage des pesticides leur permet de travailler efficacement en économisant la force physique, de produire suffisamment leurs produits à toutes les saisons de l'année. Par ailleurs, au cours des traitements, les usagers de pesticides ne font aucun recours aux mesures basiques de protection à savoir les équipements de protection individuelle. Concernant la pépinière, les résultats ont montré que le traitement des graines de tomates avec le gel de *Aloe vera* a accéléré la germination des graines et a amélioré leur taux de germination. L'utilisation de substrat composé de terre mélangée au gel a permis une accélération de la croissance en hauteur des plants et du nombre de feuilles de tomate. Ainsi, pour avoir des plantules vigoureuses de tomate pouvant être transplantées au champ, il faudra à la fois un traitement des graines et un amendement des substrats de culture avec le gel de *Aloe vera*. Ce gel serait riche en élément minéraux et en hormones de croissance utile pour la bonne croissance en phase pépinière de la tomate. Quant à l'essai au champ, concernant l'effet des extraits aqueux de *Aloe vera*, les résultats ont montré que les extraits aqueux de *Aloe vera* peuvent jouer un rôle essentiel dans la culture de tomate en tant qu'engrais naturel, réduisant la dépendance aux engrais chimiques. De plus, la dose 100 % du gel de *Aloe vera* a été plus efficace car elle a favorisé une bonne croissance des plantes. Par ailleurs, ces extraits aqueux ont induit une diminution de l'action des différents symptômes observés sur la parcelle. Cette plante posséderait donc des activités antifongiques, antibactériennes et bio-stimulantes grâce aux divers composés qu'elle renferme. Quant à l'efficacité du gel de *Aloe vera* sur la conservation et la qualité organoleptique des tomates, il a été constaté que l'enrobage des tomates avec du gel de *Aloe vera* leur donnait un aspect brillant et retardait de trois jours le changement de couleur des tomates vertes. De plus, les tomates cultivées et enrobées de gel avaient une durée de conservation de plus de 60 jours,

contre seulement 48 jours pour les tomates témoins. L'analyse sensorielle a également montré que les tomates enduites de gel étaient préférées par les dégustateurs en raison de leur couleur, de leur acidité, de leur arôme et de l'épaisseur de leur peau. Le gel de *Aloe vera* prolonge donc la conservation des tomates, réduit leur détérioration rapide et améliore la qualité visuelle des produits. *Aloe vera* peut être considéré comme un bio-conservateur prometteur. Par conséquent, ces enrobages à base de gel ont eu un impact bénéfique sur la qualité des tomates et réduisent le gaspillage alimentaire. *Aloe vera* est un excellent allié pour stimuler et soutenir les défenses naturelles grâce à sa composition riche, agissant comme un booster de l'immunité et du bien-être général de la plante.

Au vu de ces résultats, nous recommandons aux maraichers :

- d'utiliser le gel de *Aloe vera* dans le traitement des symptômes foliaires des maladies fongiques transmissibles par les semences ;
- d'utiliser une dose de 100 % de gel de *Aloe vera* dans le cadre de la gestion de la fertilité du sol ;
- d'utiliser le gel de *Aloe vera* comme biofongicide naturel soucieux du bien-être des consommateurs dans la conservation post-récolte des fruits et légumes ;
- d'intégrer *Aloe vera* dans leurs itinéraires techniques, afin de réduire l'usage des pesticides chimiques et de préserver la santé des populations.

En perspectives, il serait opportun de :

- étendre cette étude à d'autres semences de variétés dans la sous-région ;
- déterminer la quantité optimale d'extrait de plante de *Aloe vera* à appliquer pour assurer sa protection efficace contre les symptômes des maladies affectant la tomate ;
- tester le principe actif afin de formuler des biopesticides adaptés et performants ;
- tester l'effet conservateur du gel de *Aloe vera* sur d'autres légumes et fruits ;
- identifier la quantité de gel nécessaire pour le traitement des semences ainsi que pour l'enrobage des produits agricoles ;

### *Conclusion générale, recommandations et perspectives*

- caractériser les composés bioactifs (par un HPLC ou RMN) contenus dans *Aloe vera* et développer des méthodes d'extraction appropriées ;
- analyser les différentes solutions aqueuses d'extrait de *Aloe vera* afin d'identifier les molécules responsables de ses effets biologiques ;
- expérimenter l'efficacité des extraits aqueux de *Aloe vera* contre les ravageurs d'autres plantes;
- définir la période d'expiration ou la durée de ce produit.

# **RÉFÉRENCES**

- Abbas S., Zaglool M., El-Ghadban E., El-Kareem S.A. & Waly A. (2016). Effet de l'application foliaire avec de l'extrait de feuille d'aloès sur la croissance végétative, le pourcentage d'huile et la structure anatomique des feuilles de la plante de sauge (*Salvia officinalis* L.) dans des conditions de sol sablonneux. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 5 : 9-14.
- Abouz M. & Chihani S. (2021). Caractéristiques physico-chimiques et biologie de la purée des feuilles d'*Aloe-Vera*. Mémoire de Master, Université de Ghardaia (Algérie), 97 p.
- Addou R., Ryan T., Frederick M. & Hutchison C. (2020). Effet des conditions ambiantes sur les réactions chimiques induites par les radiations d'une résine photosensible organostannique à base de nano-agrégats pour la nanolithographie. *Applied. Nano Materials*, 3(3) : 2266 – 2277.
- Adjiri A., Koné B., Aka N., Djabaté I., Diakité I. & Brou D. (2018). Caractérisation physicochimique et source de la minéralisation des eaux souterraines des départements de Daloa et Zoukougbeu, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4) : 2388-2401.
- Adou D.L. (2012). Economie de plantation et la dynamique de peuplement dans la région du Haut-Sassandra. Thèse unique de Doctorat en géographie, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan-Cocody (Côte d'Ivoire), 286 p.
- Afolayan A.J. & Adebola P.O. (2006). *Aloe vera* (L.) Burm.f. Editors PROTA (Plant Resources of Tropical Africa, Wageningen, Netherlands. *Protologue*, 83 : 1768-1774.
- Agarwal S. & Rao A.V. (2000). Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal*, 16(3) : 739-744.
- Agassounon D. T. M., Gomez S., Tchobo F., Soumanou M. & Toukourou F. (2012). Essai de conservation de la tomate par la technique de la déshydratation imprégnation par immersion. *International Journal of Biology and Chemistry Science*, 6(2) : 657-669.
- Ahmed M. & Hussain F. (2013). Chemical composition activity of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) leaves. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 3: 29-33.
- Ahmed M.J., Singh Z. & Khan A. S. (2009). *Aloe vera* après récolte le gel-coating module la maturation et la qualité des nectarines Arctic Snow conservées à température ambiante et à froid. *Internatioal Journal of food and Science Technology*, 44 : 1024-1033.
- Ahouangninou C.A.C. (2013). Durabilité de la production maraîchère au Sud-Bénin : un essai de l'approche écosystémique. Thèse de Doctorat, Spécialité : Gestion de l'Environnement, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 349 p.

- Akpo A. F. (2022). Mise en place d'une méthode de conservation de la tomate par l'application du froid et d'extraits végétaux aux effets anti-murissement et antifongique. Thèse de Doctorat en Sciences de la Terre, Université Nangui Abrogoua (Abidjan), 169 p.
- Alastaire A. & Yagbedo U. (2018). Analyse d'offre des produits maraîchers au Bénin. Consulté le 20 juin 2020 sur [http://www.wtochairs.org/sites/default/files/WP2018\\_Analyse%20d%27offre%20des%20produits%20mara%C3%AEchers%20au%20B%C3%A9nin](http://www.wtochairs.org/sites/default/files/WP2018_Analyse%20d%27offre%20des%20produits%20mara%C3%AEchers%20au%20B%C3%A9nin).
- Ali S., Khan A. S., Nawaz A., Anjum M.A., Naz S. & Hussain S. (2020). L'enrobage au gel d'*aloe vera* retarde le brunissement après récolte et maintient la qualité des litchis récoltés. *Postharvest Biology and Technology*, 157 : 1109 -1116.
- Alkuwayti M.A., Aldayel M.F., Yap Y.K. & EL-Chérif F. (2022). Exogenous application of *Aloe vera* leaf extract improves Silybin Content in *Silybum marianum* L. by Up-Regulating Chalcone Synthase Gene. *Agriculture*, 12 : 1649-1685.
- Aminudin P. & Nawangwulan S. (2014). L'effet du gel d'*aloe vera* comestible sur la qualité et la durée de conservation des concombres. *Journal d'écologie*, 14 (1) : 1-12.
- Anon N.C. (2001). Détermination de l'acidité variable de produits fruits et légumes, NC-ISO 750, Office National Normalization. Habana edition 1, Cuba, Espagne, 9 p.
- Anonyme 1 (2018). Les désordres nutritionnels de la Tomate, consulté le 20/08/2024 sur le lien <http://www.hortitecnews.com/les-desordres-nutritionnels-de-la-tomate/>.
- Anonyme 2 (2009). Evaluation de la campagne de transformation de tomate en Algérie Ministère du commerce. Consulté le 15 octobre 2023 sur le lien <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>.
- Anonyme 3 (2020). Utilisation de l'*Aloe vera* pour conserver les aliments. Consulté le 14/08/2021 sur le lien <https://www.buzz4bio.com>.
- Aryal A., Shakya B. M., Maharjan M., Talchabhadel R. & Thapa B. R. (2021). Evaluation of the Land Surface Temperature using Satellite Images in Kathmandu Valley. *Nepal Journal of Civil Engineering*, 1(1) : 1-10.
- Athmaselvi K.A., Sumitha P. & Revathy B. (2013). Development of *Aloe vera* based edible coating for tomato. *International Agrophysics*, 27 : 369–375.
- Atlas (2007). Le département de Daloa. Géologie et pédologie, 12 p.
- Ayed A. & Wesal Y. R. (2022). Tomato Components and Quality Parameters. *A Review Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 18 (3): 199-220.

- Azib C. & Hammache R. (2019). Evaluation des propriétés antioxydantes et fonctionnelles de l'*Aloe vera* et élaboration d'un jus à base de cette plante. Mémoire de Master en science alimentaire, Université Mohamed El Bachir El Ibrahim (Algérie), 56 p.
- B M. (2015). L'Afrique subsaharienne, de la crise à la croissance durable. Etude de prospective à long terme, Washington, Monographie, 346 p.
- Bachir B. S. (2017). Etude In vitro et In vivo du pouvoir pathogène de *Fusarium oxysporum* sur variétés fixes et hybrides de tomate. Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (Algérie), 84 p.
- Bamba M. (2021). Effet du gel de l'*Aloe vera* dans le traitement fongique des semences de riz cultivées dans la localité de Daloa (Côte d'Ivoire) : cas des variétés Wita 9 et Bouaké 189. Mémoire de Master, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire, 64 p.
- Baran P., Boehm S. & Lukasik S. (2023). On Distributed Communications. Digital Simulation of Hot-Potato Routing in a Broadband Distributed Communications Network. Memorandum RM-3103-PR, Santa Monica, RAND Corporation, août 1964. En ligne sur <http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research-memoranda/2006/RM-3103.pdf/> consulté le 05/09/2023.
- Bardakci H., Tanja M. & Diamando L. (2015). Activités antioxydantes de plusieurs taxons de *Scutellaria* et de phytoconstituants bioactifs de *Scutellaria hastifolia* L. *Industrial crops and products*, 77 : 196-203.
- Bari A., Saidi M. & Itulya F. M. (2017). *Aloe Vera* : Benefits and economic opportunities for agriculture. *Journal of Agricultural Economics*, 12(4) : 56–69.
- Barth M., Hankinson T. R., Zhuang H. & Breidt F. (2009). Microbiological spoilage of fruits and vegetables Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages. *Springer*, 135-183.
- Bassetti A. & Sala S. (2005). The great aloe book history, botany, composition, and pharmacological aspects of this legendary plant. Zuccari éditions 1, Toronto, United States of America, 191 p.
- Belaid D. (2016). La culture de la tomate. Edition : collection dossiers Agronomique, (Aïn Témouchent, Algérie), 21 p.
- Bénard C. (2009). Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate. Thèse de Doctorat, Spécialité : Agronomie et environnement, Nancy Université – INRA (France), 260 p.

- Benhamou N. & Rey P. (2012). Stimulateurs des défenses naturelles des plantes : une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'écoproduction durable. *Phytoprotection*, 92 (1) : 289-306.
- Benlahcene S. & Chemeur L. (2018). Etude de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur une variété de tomate sous serre dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou (Algérie), 68 p.
- Bernardes I., Felipe R.M.P., Bacelli G.K., Munin E., Alves L.P. & Costa M.S. (2012). *Aloe vera* extract reduces both growth and germ tube formation by *Candida albicans* mycoses. *Journal of Environmental Science and Health*, 55(3) : 257-261.
- Blancard D., Laterrot H. & Marchoux G.C.T. (2009). Les maladies de la tomate, identifiées, connaître, maîtriser, Paris, France, 232 p.
- Boa B. Y. (2016). Effet de trois substrats à base de sous-produits locaux sur deux variétés de tomate en culture hydroponique au centre de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 48 p.
- Borguini R. & Torres E. (2009). Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxydants. *Food Reviews International*, 25 : 13-18.
- 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 de Master, Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, BoboDioulasso (Burkina Faso), 75 p.
- Bouazza F. & Hassikou R. (2015). Activité antifongique *in vitro* de la pulpe de *Aloe vera*. *Bulletin des Sciences Pharmaceutiques de Bordeaux*, 1(4) : 95-106.
- Boudjouref M. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris*. Mémoire de Master en Biochimie, Université Ferhat Abbes, Sétif, Algérie, 99 p.
- Boudreau M.D. & Beland F.A. (2006). An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (Miller). *Journal of Environmental Science and Health*, 24 (1) : 103-154.
- Boumaza A. (2019). Raisonnement de la fertilisation azotée phospho-potassique (NPK) de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Guelma. Mémoire de Master en Sciences Agronomiques, Université 8 Mai 1945 Guelma (Algérie), 85 p.
- Bourtoom T. (2008). Edible films and coatings : characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3): 237-248.

- Bouzaata C. (2016). Valorisation des sous-produits de quatre variétés de tomates industrielle dans l'Est algérien. Thèse de Doctorat en science biologique, écologie des écosystèmes continentaux. Université Mouloud Mammeri (Tizi-Ouzou, Algérie), 151 p.
- Braima J., John Y., Cudjoe A., Modder W., Neuenschwander P., Nnamdi E. & Muaka T. (2019). Lutte contre les ravageurs du manioc : Guide de la pratique de lutte intégrée à l'usage des vulgarisateurs, IITA, 36 p.
- Brou Y.T. (2010). Variabilité climatique, déforestation et dynamique agrodémographie en Côte d'Ivoire. *Sécheresse*, 21(1) : 1-6.
- Broutin C., Commeat P.G. & Sokona K. (2005). Le maraîchage face aux contraintes et opportunités de l'expansion urbaine. Le cas de Thiès/Fandène (Sénégal), Gret, Enda graf, Ecocité n°2, www.ecocite.org, 36 p.
- Bruneton J. (2016). Lactones sesquiterpéniques - Principales plantes à lactones sesquiterpéniques - Armoise annuelle (Qinghao). *In* : Pharmacognosie - phytochimie, P
- Bureaux C. (2013). Mes tomates du jardin à la cuisine : bien choisir ses variétés. Éditions SMACT, Guide pratique, 19 p.
- Camara M., Sarr S. M., Sarr I. & Noba K. (2016). Caractérisations morphologique et génétique d'espèces d'aleurodes prélevées dans les cultures de tomate atteinte de la virose du TYLC, dans la zone des Niayes au Sénégal. *International Journal of biology and Chemical Science*, (4): 1562-1572.
- Castillo S., Navarro D., Zapata P.J., Guillen F. & Martinez-Romero D. (2010). Antifungal efficacy of *Aloe vera* in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*, 57(3) : 183-188.
- Chandler D., Bailey A.S., Tatchell G.M., Davidson G., Greaves J. & Grant W.P. (2011). Le développement, la réglementation et l'utilisation de biopesticides pour la lutte intégrée contre les ravageurs. *Philosophical Transaction of the Royal Society and biology Sciences*, 33(6) : 1987-1998.
- Chanforan C. (2010). Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de Doctorat en Chimie, Université d'Avignon (France), 399 p.

- Chang X.L., Feng Y.M. & Wang W.H. (2011). Comparison of the polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower of *Aloe arborescens* tissues. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42 : 13-19.
- Changhong L., Eshun K. & Zhang T. (2005). Assurance qualité et sécurité dans la transformation du jus de gel de *Aloe vera*. *École des sciences et technologies alimentaires*, 16(2) : 95-104.
- Chauhan O.P., Raju P.S., Singh A. & Bawa A.S. (2011). Revêtements de surface à base de gomme laque et de gel d'aloès pour maintenir la qualité de conservation des tranches de pomme. *Food Chemistry*, 126 : 961-966.
- Chaussod R. (2009). Présentation journée « matières organiques », Estagel, 09 janvier 2009 chambre d'Agriculture des Pyrénées orientales, 10 p.
- Cheik F.A., Singh P. & Lehana P. (2013). Effect of high voltage on the strength of *Aloe vera* leaves. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 2(3):42-45.
- Chougar S. (2011). Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur trois variété de tomate sous serre dans la wilaya. Mémoire de Master, Université Mouloud Maameri de Tizi-Ouzou (Algérie), 98 p.
- Chrysargyris U., Nikou U. & Tzortzakis T. (2016). Efficacité de l'enrobage de gel d'*Aloe vera* pour maintenir la qualité des tomates. *Journal néo-zélandais des sciences des cultures et de l'horticulture*, 44(3) : 203-217.
- Cissokho P., Gueye M., Sow E. & Diarra K. (2015). Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3) : 1644-1653.
- CNRA (2019). Centre national de recherche agronomique, Fiche technique tomate n°1, bien cultiver la culture de tomate en Côte d'Ivoire, 10 p.
- Corbineau F. & Core A. (2006) Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Edition Tec et Doc, Lavoisier, 226 p.
- Cotte F. (2000). Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard de Lyon1 (France), 135 p.
- Coulibaly N.P., Fondio L., N'gbesso M. & Doumbia B. (2019). Evaluation des performances agronomiques de quinze nouvelles lignées de tomate en station au centre de la Côte d'Ivoire. *International journal of biological and Chemical Science*, 13(3): 1565-1581.

- Coulibaly O., Nouhoheflin T., Aitchédji C.C., Cherry A.J. & Adegbola P. (2011). Consumer's perceptions and willingness to pay for organically grown vegetables. *International Journal of Vegetable Science*, 17 (4) : 349-362.
- 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.
- Courchinoux J.P. (2008). La culture de la tomate, Fiche technique Tomate Décembre 2008, Yaoundé, Cameroun, 8 p.
- Dagne E., Bissrat D., Viljon A. & Van W.B.E. (2000). Chimie des espèces *Aloes*. *Chimie organique actuelle*, 4(1) : 1055-1078.
- Dannehl D., Huber C., Rocksch T., Huyskens-keil S. & Schmidt U. (2014). Interactions between changing climate conditions and plant development, fruit yield, and health-promoting plant com. pounds of tomatoes. *Scientific Horticulture*, 9 : 51-59.
- Dannehl D., Huber C., Rocksch T., Huyskens-keil S. & Schmidt U. (2012). Interactions between changing climate conditions in a semi-closed greenhouse and plant development, fruit yield, and health-promoting plant pounds of tomatoes. *Scientific Horticulture*, 13(8) : 51-59.
- De Broglie L.A. & Guérout D. (2005). Tomates d'hier et d'aujourd'hui. Edition : Hoëbeke ; Collection : Beaux livres ho Langue (Paris, France), 143 p.
- Degrou A.E. (2013). Etude de l'impact des procédés de transformation sur la diffusion des caroténoïdes: cas du lycopène de la tomate. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Université d'Avignon (France), 175p.
- Delloul A. & Hamcha A. (2021). Isolement et purification des agents antibactériens à partir de la plante *Aloe vera*. Mémoire de Master en Microbiologie appliquée, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie, 61 p.
- Deravel J., Krier F. & Jacques P. (2013). Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 5694-5701.
- Dje K.A.M. (2022). Essai de protection du plant de tomate (*Solanum lycopersicum* L. 1753) par l'utilisation d'extrait aqueux à base d'*Artemisia annua* L. en culture « hors sol » à Daloa. Mémoire de Master, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 63 p.

- Djidji A. H., Zohouri G. P., Fondio L., Nzi J. C. & Kouamé N. C. (2013). Effet de l'abri sur le comportement de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en saison pluvieuse dans le Sud de la Côte-d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 25 : 1557-1564.
- Djiri D. (2002). Manuel de pépinière villageoise, Ministère de l'Environnement et de l'Eau, Burkina Fasso, 25 p.
- Domínguez I., Lafuente M.T., Hernández-Muñoz P. & Gavara R. (2016). Influence of modified atmosphere and ethylene levels on quality attributes of fresh tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Food Chemistry*, 9 : 211–219.
- Donadiou Y. (2006). Aloe Vera, Faculté de Médecine. *Journal of food chemistry*, 87(2) :15-21.
- Dongzhi Z., Zhao L., Gao H. & Zhang F. (2004). Spectre de réflectance des algues dans l'eau : comparaison des algorithmes de fluorescence de la chlorophylle pour trois capteurs de marées rouges par télédétection. *Experimental Sciences*, 14(11) : 93-97.
- Dorais M., Ehret D.L. & Papadopoulos A.P. (2008). Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components : From the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*, 7 : 231–250.
- Dou H. (2004). Effet de l'application du revêtement sur les dommages causés par le froid chez les cultivars de pamplemousse. *Hortscience*, 39 : 558-561.
- Doumbouya M., Abo K., Lepengue A.N., Camara B., Kanko K., Aidara D. & Koné D. (2012). Activités comparées in vitro de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. *Journal Of Applied Bioscience*, 50 : 520 - 532.
- Doumbouya M., Kone D., Fondio L., Soro S., Yatty J.K. & Aidara D. (2010). Caractérisation pathogénique de *Sclerotium rolfsii* Saccardo (Corticaceae) sur 3 variétés de tomates et effet du milieu de culture sur le potentiel infectieux du champignon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(4) : 1294-1309.
- Edondoto S., Lotokola A.O., Iseseya H.N. & Etutu L. R. (2020). Germination des graines et croissance des plantules d'*Azalia bipindensis* Harms (Fabaceae) en RD Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(2): 158 - 162.
- Ekra K.A. (2012). Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de graines de neem (*Azadirachta indica* Juss) et de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) dans la lutte contre les insectes du gombo (*Abelmoschus esculentus L.*). Mémoire de Master, Institut National Polytechnique Félix Houphouët- Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire), 75 p.

- Elattir B., Skiredj M. & Elfadl L. (2003). Transfert de la technologie en agriculture la tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, ministère de l'agriculture et du développement rural du Maroc, 4 p.
- El-Sherif F. (2017). Extrait de feuilles d'*Aloe vera* comme stimulateur potentiel de croissance pour les arbres *Populus* cultivés dans des conditions in vitro. *Journal of biology of plant*, 7(2) : 101-105.
- EPA (2014). Réglementation des biopesticides. Consulté le 20 mars 2024 sur <http://www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/index.html>.
- Ernest L., Hans B. & Peter H. (2005). L'agriculture et l'environnement : étude prospective sur le développement durable. *Documents & Reports*, 3(1) : 421-435.
- Escriche A.J. & Marin J.G. (1995). Origine d'altérations pathologiques en post-récolte de la Tomate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26 : 26-33.
- Eshel D., Regev R., Orenstein J., Droby S. & Gan-Mor S. (2009). Combinaison de méthodes physiques, chimiques et biologiques pour une lutte synergique contre les maladies post-récolte : étude de cas de la pourriture noire des racines de la carotte. *Postharvest Biology and Technology*, 54 : 48-52.
- Ezeagba U.J.M. (2023). The use of *Aloe vera* in shelf life extension of fresh fruits. *Euroasian experiment journal of medicine and medical Sciences*, 4 (1) : 1-4.
- Fakim A.G. & Schmelzer G.H. (2008). Plant resources of tropical Africa 11. *PROTA Foundation*, 1: 63-65.
- FAO (2002). Agriculture, alimentation et nutrition en Afrique. Un ouvrage de référence à l'usage des professeurs d'agriculture, Rome (Italie), 446 p.
- FAO (2012). Growing greener cities in Africa. First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa, Rapport de la FAO, Rome, Italie, 15p.
- FAO (2013). Production Mondiale de la Tomate en 2011. FAOSTAT, Rome (Italie), 20 p.
- FAO (2020). Agriculture mondiale, une étude de la FAO. N. Alexandratos (eds). Polytechnica, Paris and Fao, Rome (Italie), 472 p.
- FAO. 2023. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2023. Pour une transformation des systèmes agroalimentaires: connaître le coût véritable des aliments*, Rome (Italie), 166 p.
- FAOSTAT (2011). Statistique agricole. [http://www.fao.org/Fao stat/fr/#data/QC](http://www.fao.org/Fao%20stat/fr/#data/QC). Consulter le 15/04/2022.

- FAOSTAT (2017). Production de la tomate dans le monde. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>, (10/04/2023). *fluids* 6: 26-152. Consulté le 17 avril 2023.
- Faostat (2023). Record historique de la production mondiale de tomate. [Www.Hortitecnnews](http://www.Hortitecnnews). Consulté le 28 Septembre 2023.
- FAOSTAT. (2022). Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Consultable à <http://faostat.fao.org>, consulté en le 24 octobre 2022.
- Farid H. A., Kunert O., Haslinger E. & Seger C. (2002). Isolation and structure elucidation of iridoide and coumarin derivatives from *Xeromphis nilotica* (Rubiaceae). *Monatshefte für Chemie/Chemical Monthly*, 133(11) : 1453-1458.
- Finkelstein R., Reeves W., Ariizumi T. & Steber C. (2008). Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review of Plant Biology*, 59 : 387–415.
- Fondio L., Djidji A.H., N'gbesso F.D.M. & Kone D. (2011). Evaluation de neuf variétés de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le Sud de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences*, 7(3) : 1078 - 1086.
- Fondio L., Djidji A.H., N'gbesso M.F.D.P. & Ochou O.G. (2018). Evaluation des variétés de tomate et piment pour la tolérance au flétrissement bactérien, et multiplication des semences de piment. Rapport d'activité, convention CNRA/AVRDC, CNRA, Bouaké, Côte d'Ivoire, 31 p.
- Fondio L., Djidji H.A., N'gbesso F.P.M. & Kone D. (2013). Evaluation de neuf variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le Sud de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3) : 1078-1086.
- Footitt R.G., Halbert S.E., Miller G.L., Maw H.E.L. & Russell L.M. (2006). Adventive aphids (Hemiptera: Aphididae) of America north of Mexico. *Proceeding of the Entomology Social Washigton*, 108: 583–610.
- Galt R E. (2008). Toward an Integrated Understanding of Pesticide Use Intensity in Costa Rican Vegetable Farming. *Human Ecology*, 10(8) : 91-95.
- Garcia L. (2015). Impact du changement climatique sur les rendements du mil et de l'arachide au Sénégal. Mémoire de Master, Institut Agro Montpellier (France), 69 p.
- García M.A., Ventosa M., Díaz R., Falco S. & Casariego A. (2014). Effets de l'enrobage d'*Aloe vera* sur la qualité post-récolte de la tomate. *Fruits*, 69(2) : 117-126.

- Gboyinde P.M. (2019). Synergistic effects of Chitosan and *Aloe vera* gel coatings on tomato, orange and cucumber. A Thesis submitted to the microbiology unit, department of biosciences and biotechnology, college of pure and applied sciences, Kwara State University, Kwara, Nigeria, 24 p.
- Génard M., Robin C., Gautier H., Massot C., Bénard C. & Bertin N. (2010). Innovations agronomiques, Vol.9, pp 47-57, 140p.
- George R.A.T. (2009). Vegetable Seed Production (3eme édition) in Projet 10.000 jardins potagers en Afrique, 4 p.
- Gerbore J., Benhamou N., Vallance J., 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.
- Geying T. & Bikram S. (2022). Enhancing seed germination in *Altingia excelsa* Noronha. pre-treated by natural plant extracts under laboratory conditions at Pasighat in Arunachal Pradesh India. *The Pharma Innovation Journal*, 11(12): 357-362.
- Giovannucci E., Rimm E.B., Liu Y., Stampfer M.J., Willett W.C. (2002). A prospective study of tomatoproducts, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of National Cancer Institute. Journal of the National Cancer Institute*, 91 (4) : 318–331.
- Gogo E. O., Saidi M., Itulya F. M., Martin T. & Ngouajio M. (2014). Eco-friendly nets and floating row covers reduce pest infestation and improve tomato (*Solanum lycopersicum* L.) yields for smallholder farmers in Kenya. *Agronomy*, 4 : 12 p.
- Hadjou B. A. (2018) Démographie et réponses adaptatives des populations végétales aux changements environnementaux. Thèse de Doctorat en Sciences de l'évolution et de la biodiversité, Université Paul-Valéry-Montpellier (France), 205 p.
- Hajlaoui H., Denden M. & Bouslama M. (2007). Étude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. *Tropicultura*, 25: 168–173.
- Hamman J. H. (2008). Composition et application du gel de feuilles d'*Aloe vera*. *Molécules*, 13(1) : 1599-1616.
- Hamouda A.M.A., Hendi D.M.G., Omneya F. & Abu-EL-Leel A. (2012). Améliorer la croissance, le rendement et la production d'huile du basilic grace à l'extrait d'*Aloe vera* et à la levure sèche active. *Journal en horticulture*, 39(1) : 65-71.

- Handarini K. (2021). Lidah Buaya (*Aloe vera*) sebagai Edible Coating pada Cabai Merah (*Capsicum annuum*) dan Tomat (*Lycopersicon esculentum*). *Journal Agrosience*, 11(2) : 157–169.
- Harman G.E. (2011). Trichoderma-Not Just For Biocontrol Anymore. *Phytoparasitica*, 39 :103-108.
- Hegazy A. K., Pila N. & Gol N. B. (2013). Antimicrobial properties of Aloe vera and its potential in agricultural applications. *Microbial Biotechnology*, 8(2) : 45-52.
- Houadakpode D. (2018). Valorisation Des Plantes Aromatiques Dans La Gestion Intégrée Des Principaux Insectes Ravageurs De La Grande Morelle Au Sud-Bénin : Cas de *Ocimum Gratissimum* *Ocimum. Basilicum* [Http://Hdl.Handle.Net/2268.2/5115](http://hdl.handle.net/2268.2/5115). Consulté le 6 juillet 2022.
- Idah P. A., Ajisegiri S. & Yisa M. G., (2007): Fruits and vegetables handling and transportation in Nigeria. *Agricultural Journal*, 10: 175-183.
- IFA (2014). La fertilisation et les sols : les experts en parlent. International Fertilizer Industry Association, 28 rue Marbeuf, Paris, France, 8 p.
- Ignacio S., Alfonso J., Ilaria C. & Carmen G.M. (2020). Encapsulation of Bioactive Compounds from *Aloe vera* Agrowastes in Electrospun Poly (Ethylene Oxide) Nanofibers. *Polymers*, 12(6): 13-23.
- Im S.A., Lee Y.R., Lee Y.H., Lee M.K., Park Y.I., Lee S., KIM K. & Lee C.K. (2010). In vivo evidence of the immunomodulatory activity of orally administered *Aloe vera* gel. *Archives of Pharmacal Research*, 33(3):451-456.
- INRA (2010). Importance économique de la tomate. Rapport d'étude de l'Institut National Agronomique, 14 p.
- INRS (2007). Perturbateurs endocriniens et risques professionnels, dossier medico-technique INRS Paris, France, 16 p.
- INRS (2022). Peroxyde d'hydrogène et solutions aqueuses, fiche toxicologique n°123. [http : www.inrs.fr/fichetox](http://www.inrs.fr/fichetox). Consulté le 30 aout 2024.
- Isabelle C. (2018). La fonte des semis, Fiches pratiques, 4 p.
- Iserine P. (2001). Encyclopédie des Plantes Médicinales : identification, préparations, soins. 2ème édition Larousse, Paris, France, 44-45.
- ITCMI (2015). La culture de la tomate sous serre. Guide pratique Institut technique des cultures maraichères et industrielles. Édition DFRV, 15 p.
- James I.F. & Kuipers B. (2013). La conservation des fruits et légumes, 3e édition Fondation Agromisa, Wageningen, Pays-Bas, 94 p.

- Jaramillo I.E., Cocco C., Kang J.J. & Pereira E. (2025). Transformer les déchets en engrais : les copeaux de feuilles *d'aloès* améliorent la croissance des plantes et la fertilité des sols en agriculture biologique. *Soil Systems*, 9 (4) :113-118.
- Jasso D., Hermendez D., Garcia R. & Angulo J.L. (2005). Activité antifongique *in vitro* de la pulpe d'*Aloe vera* et fraction liquide contre les champignons phyto-pathogènes. *Industrial Crops and Products*, 21 : 81-87.
- Jia Y., Zhao G. & Jicheng J. (2008). The effects of *Aloe ferox* Miller and *Aloe arborescens* Miller on wound healing. *Journal of Ethnopharmacology*, 20 (2) : 181-189.
- Jones J. J., Zitter T. A., Momol T. M. & Miller S. A. (2014). Early Blight. Dans Compendium of Tomato Diseases and Pests. 2e édition APS Press. *The American Phytopathological Society Press*, St-Paul, Minnesota, 23-25.
- Judd W.S. & Cambell C.S. (2002). Botanique systématique : une perspective phylogénétique. 1ère édition De Boeck Université Bruxelles (Belgique), 467 p.
- Kader A. A. (1992). Post-harvest biology and technology: In: Postharvest technology of horticultural crops. University of California. *Agriculture and Natural Resources*, 33(11):15-20.
- Kaissoumi H. E., Chahdi A. O., Selmaoui K., Benkirane R. & Ouazzani A. (2017). Effect of different fertilizing elements on the development of two species of *Trichoderma*. *Plant Soil*, 106: 113- 119.
- Kanda M., Gbandi D B., Kpérkouma W K., Gnandi K B., Ambaliou S. & Koffi A. (2013). Application des pesticides en agriculture maraichère au Togo. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(1) : 134-156.
- Kansie Y.J. (2017). Evaluation de l'aptitude à la production en saison humide et des qualités organoleptiques de variétés de tomates (*Solanum lycopersicum* L.) au Burkina Faso. Mémoire de Master en ingénierie du développement rural, Université Nazi Boni, Burkina Faso, 66 p.
- Karmida R. & Ainun M. (2022). The Effect of Immersion Time in *Aloe vera* Gel Edible Coating and Storage Time On the Quality of Cayenne Papper (*Capsicum frutescens* L.) *Journal Floratek*, 17(2) : 80-97.
- Kaur A., Singh A. & Monga R. (2020). Seed germination enhancement through breaking seed dormancy: A Review in Tropical and Temperate Tree Species. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(9) :1673-1688.

- Kelouili A.F. & Bouchentouf Z. (2018). Polyphénols et Activité antioxydante de l'*Aloe vera*. Mémoire de Master en sciences alimentaires. Université Abdelhamid Mostaganem, Algérie, 51 p.
- Kherrou S., Dadda B. & Aissa M. (2012). Séchage solaire indirect de la tomate dans les régions arides. Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Centre de Développement des Energies Renouvelables, Ghardaïa, Algeria, 6 p.
- Kisselmina Y. (2011). Amélioration de la qualité de la tomate séchée par microondes assistés par air chaud avec pilotage de la puissance spécifique. Thèse de Doctorat, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech, France), 160 p.
- Koffi A.M.H., Yah N'G. M., Koffi N.B.C., Amon M.W. & Atta T.H.D. (2021). Effet de quatre traitements de substrat sur l'apparition des maladies de la tomate [*Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae)] en culture hors sol, Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 17(3) : 63-75.
- Koffi M. H. A., Kouassi J. N., Kouame N., N'guessan A. N. & Yatty J. K. (2017). Influence du charbon de bois activé et de la densité de semis sur l'évolution de quelques paramètres de croissance et de développement d'une variété locale du gombo (*Abelmoschus caillei*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 17(3) : 63-79.
- Koffié B. & Yéo L. (2016). Revue de géographie, d'aménagement régional et de développement " Maraîchage urbain et sécurité sanitaire des aliments à Korhogo, 2 p.
- Koffie-bikpo C.Y. & Kra K.S. (2013). « La région du Haut Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire », In : *Revue de géographie tropicale et d'environnement*, n°2, EDUCI, pp.1-9.
- Kotan L. D., Hutchins Y., Ozkan F., Demirel H., Stoner P. J., Wray S. & Topaloglu A.K. (2014). Mutations in FEZF1 Cause Kallmann Syndrome. *American Journal Human Genetics*, 95 : 326-331.
- Kouadio A.N. (2021). Effet du gel d'*Aloe vera* dans la conservation post récolte de deux fruits et légumes cultivés dans la localité de Daloa (Côte d'Ivoire) : cas de la tomate (*Solanum lycopersicum*) et du piment (*Capsicum* sp.). Mémoire de Master en Bioressources-Agronomie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire, 58 p.
- Kouadio K.F. (2015). Contributions des biotechnologies à la sécurité alimentaire : cas du biofertilisant organique (symbiose Anabaena-Azollae, *Azolla filiculoides*) sur *oryza*

- sativa* (riz CB-one) en Côte d'Ivoire. Mémoire de Master en science, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire. 50 p.
- Kouadio N. (2019). Utilisation du gel d'*Aloe vera* dans la conservation des fruits et légumes. Mémoire de Master en Bioressource, Université Jean Lorougnon Guédé-Daloa, Côte d'Ivoire, 36 p.
- Kouakou G., Kpan L., Diemelou K., Kossonou R., Sory K. & Dembelé A. (2019). Pratiques phytosanitaires en agriculture périurbaine et contamination des denrées par les pesticides, cas des maraîchers de Port-Bouët (Abidjan). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 11(1) : 6847-6863.
- Kouamé K. & Camara I. (2021). Effets de différents types de minéraux et organiques d'engrais sur la production et la rentabilité des Culture de tomates, Cultivé dans la ville de Korhogo, nord de la Côte d'Ivoire. *Revue internationale de l'ingénierie scientifique et des sciences*, 5(12) : 1-8.
- Kouamé K. H.M. (2021). Etude comparée de l'efficacité d'extraits de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) et de graines de neem (*Azadirachta indica*) sur les principaux insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea*). Mémoire de Master, Institut Polytechnique Félix Houphouët Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire), 65 p.
- Kouman A.D. (2018). Qualité épuratoire des bassins de traitement des déchets liquides du Centre Hospitalier Régional de Daloa (Côte d'Ivoire) à partir du phytoplancton et de quelques paramètres physico-chimiques. Mémoire de Master en production aquacole et protection de l'environnement, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire, 61 p.
- Laura S. (2016). *Aloe vera*. Monographie, Université du Québec à Chicoutimi (Canada), 30 p.
- Li Y. (2009). The health efficacy of Aloe and its development and utilization. *Asian Social Science*, 5(9) : 4-11.
- Ligban R. (2013). Caractérisation hydrogéologique et origine des eaux de sources naturelles dans le degré carré de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat Unique Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 135 p.
- López F.L.M. (2016). Développement et caractéristiques des revêtements nano-stratifiés comestibles et biodégradables véhicule d'incorporation d'agents fonctionnels et antimicrobiens d'*Aloe vera*, pour prolonger la durée de conservation de *Lycopersicon esculentum* Mill (tomate). Thèse de Doctorat, Université do Minho, Portugal, 186 p.

- Luligo-Montealegre E., Prado-Alzate S., Aponte A., Tirado D.F. & Serna-Cock L. (2024). "Aloe vera Cuticlen: A Promising Organic Water-Retaining Agent for Agricultural Use." *Horticulturae*, 10(8) : 797-803.
- Makumbelo E., Lukoki L., Paulus J. & Luyindula N. (2008). Stratégie de valorisation des espèces ressources des produits non ligneux de la savane de Kinshasa. *Tropicultura*, 26(3) : 129-134.
- Manikandan R., Saravanakumar D., Rajendran L., Raguchander T. & Samiyappan R. (2010). Standardisation de la formulation liquide de *Pseudomonas fluorescens* PF1 pour son efficacité contre la flétrissure de la tomate. *Biological Control*, 4 :83-89.
- Manza Y. G. (2022). Etude de composition chimique et phyto-chimique de *Aloe vera*. Mémoire de Master, Institut supérieur des techniques médicales de Kinshasa (Congo), 64 p.
- Markovic K., Hruskar M. & Vahcic N. (2006). Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of croatians. *Nutrition research*, 26(11) : 556-560.
- Mehta I. (2017). History of aloe vera, Département of history Kumaum University, Nainital, Uttarakhand (india). *Journal of humanities and social science*, 22(8) : 21-24.
- Mengong M. H., Ndjoh J., Nnanga E., Aka L.K. & Bengondo M. (2021). Activité Antioxydante de l'Aloés *Schureenfurthii* et Maintien de Vitalité des Cellules Parodontales d'une Dent Permanente Immature Expulsée. *Health Science disease*, 22(12) : 71-76.
- Mezrai F. (2020). Etude de deux doses d'engrais de démarrage et d'un fertilisant sur la germination des graines et le développement des plantules de tomate en pépinière. Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ben Badis (Algérie), 85 p.
- Michayewicz N. (2013). L'*Aloe vera*, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Lorraine, France, 149 p.
- MINAGRI (2010). Annuaire des statistiques agricoles, Abidjan. Rapport d'étude du Ministère de l'Agriculture de la Côte d'Ivoire. 73 p.
- MINAGRI (2023). Annuaire des statistiques agricoles, Abidjan. Rapport d'étude du Ministère de l'Agriculture de la Côte d'Ivoire, 73 p.
- Monedji A. D. (2010). Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo. Thèse de Doctorat, Université de Lomé, Togo, 195 p.

- Mondédji A.D., Kassaney B.D., Nyamador W.S., Ketoh G.K. & Glitho I.A. (2015). Effets d'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (*Azadirachta indica* a.juss) sur *plutella xylostella* (Lepidoptera : plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (hemiptera : aphididae) dans la production du chou au sud du Togo. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences*, 10(4) : 1666-1677.
- Mondédji A.D., Ketoh G. K., Amévoin K., Ameline A., Giordanengo P. & Glitho I. A. (2014). Evaluation of neem leaves-based preparations as insecticidal agents against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sternorrhyncha: Aphididae). *African Journal of Agricultural Research*, 9 : 1086-1093.
- Morin E. (2008). *Aloe vera* Burm.f. : Aspects pharmacologiques et cliniques. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Nantes, France, 207 p.
- Mpiana T.P., Koto N., Damien S., Jason T., Clement M., Gedeon N. & Dorothée D. (2020). Identification of potential inhibitors of SARS-CoV-2 main protease from *Aloe vera* compound : A molecular docking study. *Chemical Physics Letters*, 7 : 54-57.
- Mugao G. L. (2015). Tomato post-harvest spoilage, causes and use of selected botanical extracts in their management in mwea, kirinyaga county. Thesis, school of pure and applied sciences kenyatta university, 126 p.
- N'goran K. D. (2024). Mise au point d'un référentiel pour la conduite technique de la culture de *Aloe barbadensis* Miller en Côte d'Ivoire, potentialités efficaces de croissance. Thèse de Doctorat, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 195 p.
- N'Guessan A.H., N'Guessan K.F., Kouassi K.P., Kouamé N. & N'Guessan P.W. (2014). Dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, *Eulophonotus myrmeleon* Felder (Lépidoptère : Cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 83 :7606-7614.
- Nabigol A. & Asghari A. (2013). Activité antifongique du gel d'*Aloe vera* sur la qualité de Arilles de grenade peu transformées. *International Journal of Agronomie*, 4 : 833-838.
- Nadi R. (2014). Essai comparatif d'une culture de tomate en pépinière sur les substrats tourbe/sphaigne. Mémoire de Master, Université Saad Dahleb de Blida, Algérie, 82 p.
- Naika S., Lidt de Jeude V.J., Goffau D.M., Hilmi M. & Van Dam B. (2005). La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. In: Fondation Agromisa et Centre Technique de coopération Agricole et rurale, *Wageningen*, Editeur Agrodok, Pays-Bas, 105 p.

- Namesney A. & Delgado A. (2014). Postharvest – L'annuaire des producteurs, conditionneurs, transformateurs et distributeurs. Especialistes en Serveis per a la Producció Editorial, SL, Valence, Espagne : 26 – 41.
- Nasution R. S., Yahya H. & Harahap M. R. (2019). L'effet du carraghénane d'algues rouges (*Eucheuma cottonii*) de la province d'Aceh comme enrobage comestible sur la durabilité des fruits. *Al-Chimie*, 7 (2) : 100-112.
- Navez B., Aubert C.H., Causse M., Cottet V., Hutin C.H., Roger A. & Tisiot R. (2009). Tomate Qualité et Préférences, les connaissances sur les mécanismes qui déterminent les facteurs de qualité et des conseils pratiques. Editions CTIFL, rue bergère, Paris, France, 271 p.
- Néphali L., Piater L.A., Duery I.A., Patterson V., Huyser J., Burgess K. & Tugizimana F. (2020). Biostimulants pour la croissance des plantes et l'atténuation des stress abiotiques : une perspective métabolique. *Métaboliques*, 10 : 505 p.
- Nimpagaritse D. (2019). Guide de bonnes pratiques de production des fruits et légumes, Bujumbura (Burundi), 78 p.
- Nour A. (2017). Etude de la variabilité et vigueur des semences de blé pendant le stockage. Thèse de Doctorat en Biologie végétale, Université Mokhtar-Annaba, Algérie, 179 p.
- Nowicki M., Kozik E. & Foolad M.R. (2013). Mildiou de la tomate génomique translationnelle pour l'amélioration des cultures. *Plant disease* ; 96 : 4–17.
- 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.
- O'Brien C. (2005). Physical and chemical characteristics of *Aloe* Gels. University of Johannesburg, Afrique du Sud, 386 p.
- Obono M., Naoutissa L., Ntamack S. & Goudoum A. (2024). Évaluation de l'efficacité d'un insecticide biologique à base de *Aloe barbadensis* contre les ravageurs d'*Abelmoschus esculentus* pour promouvoir l'agriculture écologique (Extrême-Nord, Cameroun). *Sciences agricoles*, 15 : 590-603.
- Oula P. Q., Thibaud M., Fondio L., Koné D., Djézou W. B. & Parrot L. (2019). Les déterminants de l'usage inadapté des produits phytopharmaceutiques en maraichage de contre saison en côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 10(1) : 15-22.
- Oura R.K. (2012). Extension urbaine et protection naturelle : la difficile expérience d'Abidjan. *Vertigo*, 12 (2) : 47-53.

- Padmaja N. & Don B.S. D. (2014). Conservation des fruits de jujube par un revêtement de gel d'*aloe vera* comestible pour maintenir la qualité et la sécurité. *Indian journal of scientific research and technology*, 2(3) :79-88.
- Paladine D., Valero D., Juan M., Huerts D.M. & Domigo M.R. (2014). L'ajout d'huile de rose musquée améliore l'effet bénéfique du gel d'*Aloe vera* sur le retard de la maturation et le maintien de la qualité après récolte de plusieurs fruits à noyau. *Postharvest biology and technology*, 92 : 23-28.
- Patel P., Wiseman S. & Eichler O. (2017). The role of *Aloe vera* in plant defense mechanisms and pest control. *Agricultural Science Journal*, 22(3) : 125–137.
- Petit J. & Jobin P. (2005). Brochure sur la fertilisation organique des cultures. In: *Fédération d'agriculture biologique du Québec*. Edition (FABQ), Québec, Canada, 48 p.
- Pila N., Gol N. B. & Rao T. V. R. (2010). Effect of Postharvest Treatments on Physiochemical Characteristics and Shelf Life of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) Fruits during Storage. *American European Journal Agriculture and Environment Science*, 9(5) : 470-479.
- Pohe J. & Okou S.F. (2020). Amélioration de la production de la culture de tomate (*Lycopersicon esculente* Mill.) par l'utilisation de *Trichoderma viride*. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 43 (3) : 7491-7500.
- Polese J.M. (2007). La culture des tomates. In : Amazon. Edition N°1, Vol artemis, Paris, France, 95 p.
- Rajestary R., Landi L. & Romanazzi G. (2020). Chitosan and Postharvest Decay of Fresh Fruit : Meta-Analysis of Disease Control and Antimicrobial and Eliciting Activities. *Reviews Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*, 20 (1) : 563–582.
- Ramachandra C.T. & Rao S.P. (2008). Processing of *Aloe Vera* Leaf Gel. *American Journal of Agricultural and Biology Science*, 3(2) : 502-510.
- Ranck N. (2010). Analyse du polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate ; recherche d'associations gènes/QTL. Thèse de Doctorat en Sciences, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, 217 p.
- Rao A.V. & Agarwal S. (2011). Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal*, 16(3) : 739-744.
- Ravi S., Kabilar P. & Velmuruga S. (2011). Studies on the status faloin in *Aloe vera*. *Experimental Sciences*, 2(8) :10-13.

- Renaud V. (2006). Tomate. Tous les légumes courants, rares ou méconnus cultivables sous nos climats. Les éditions de l'Homme, France-Paris, 95 p.
- RGPH (2014). Principaux résultats préliminaires du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), 5 p.
- RGPH (2021). Recensement Général de la population et de l'habitat. Rapport d'exécution et présentation des résultats, 49 p.
- Rodríguez G., Cadenas P. & Saldivar R.H. (2014). Synthèse de nanoparticules de cuivre par décomposition thermique et leurs propriétés antimicrobiennes. *Journal des nanomatériaux*, 5(4) : 1-5.
- Rojas-Grau M., Raybaudi-Massilia R., Fortuny S., Belloso O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45 : 254–264.
- Ruelas-Chacon X., Contreras-Esquivel J. C., Montañez J. & Sánchez-Brambila G. (2017). Guar Gomme comme enrobage comestible pour prolonger la durée de conservation et améliorer la qualité après récolte de la tomate Roma (*Solanum lycopersicum* L). *Journal food quality*, 8(4) : 1-9.
- Sahu G.K., Upadhyay S. & Sahoo B. (2012). Phytotoxicité et stress oxydatif induits par le mercure chez le blé (*Triticum aestivum* L.). *Physiology Molecular and biology plants*, 18 : 21–31.
- Sangaré A., Koffi E.M., Akamou F.M. & Fall C.A. (2009). Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. République de Côte d'Ivoire. Ministère de l'agriculture. État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture : Second rapport national, Côte d'Ivoire, 63 p.
- Sawadogo K. (2013). Conduite d'une culture de multiplication de semences de tomates d'hivernage à la station de Farako-Bâ. Mémoire de Master en Agronomie, Université Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 65 p.
- SCADD. (2013). Stratégie de croissance accélérée et de développement durable. Rapport de performances à mi-parcours. Ouagadougou, Burkina Faso, 56 p.
- Schiffers B. (2011). Itinéraire technique de la tomate cerise (*Lycopersicon esculentum*), COLEACP/PIP, 46 p.
- Schmelzer G.H. & Guris F.A. (2008). Ressources végétales de l'Afrique Tropicale, Plantes médicinales 1, Fondation PROTA, 94-95.

- Schweizer M. (2006). Aloe the health and healing plant. The fourth Edition Vigot, Paris, France, 66 p.
- Seguen W. & Brimess S. (2014). Etude comparative phytochimique et biologique de deux plantes médicinales *Aloe barbadensis* miller et *Agave americana*.L. Mémoire de Master en biodiversité et production des plantes, Université des Frères Mentouri Constantine 1, Algérie, 137 p.
- Shadia A., Alia A. & Hammam K.H.A. (2014). Effet de la biofertilisation de certains extraits de plantes sur la croissance, le rendement et les constituants chimiques des plantes de basilic. *Journal de production végétale*, 5(2) : 193-210.
- Shahlaa A., Akahit A.J. & Sabah A. F. (2023). Effect of ground addition of seaweed extract and NPK fertilizer on the vegetative growth characteristics of *Aloe vera*. *International Conference for Agricultural and Environment Sciences*, (11) 5 :42-57.
- Sheikh F.A., Singh R.P.P. & Lehana P. (2013). Effet de la haute tension sur la résistance des feuilles d'*Aloe vera*. *Revue internationale de technologie et d'ingénierie récentes* ; 2(3) : 42-45.
- Sheren G.M., Asmaa M.A. & Huda H.A.T. (2023). Effect of corm size, *Aloe vera* gel and biofertilizers on the growth of freesia plant freesia hybrid L. *Earth and environmental Science*, 10 : 1259-1315.
- Singh S., Kushwaha B., Nag S.K., Mishra A.K. & Anele U.Y. (2012). Fermentation ruminale *in vitro*, fractionnement des protéines et des glucides, production de méthane et prédiction de douze fourrages verts indiens couramment utilisés. *Animal. Feed Science and technology*, 17 (8) : 2-11.
- Soalla W.R. (2011) Efficacité d'extraits aqueux de plantes contre les champignons pathogènes du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) au Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 71 p.
- Sogvar O.B., Koushesh M. & Emamifar A. (2016). Les enrobages d'*aloe vera* et d'acide ascorbique maintiennent la qualité post-récolte et réduisent la charge microbienne des fraises. *Postharvest Biology and Technology*, 114 : 29–35.
- Soha M.T.M., Abbas M.A., Zagloul E.A.E., El-Ghadban S.E.H., Abd El-K. & Waly A.A. (2016). Effect of foliar application with aloe leaf extract (ALE) on vegetative growth, oil percentage and anatomical leaf structure of sage (*Salvia officinalis* L.). *Plant under Sand soil Conditions Hortscience Journal*, 5 (1) : 9-14.

- Soro D., Ayolié K., Gohi Bi F.Z., Yao F.Y., Konan-Kan K.H., Téhua P. & Yatty K.J. (2015). Impact of organic fertilization on maize (*Zea mays* L.) production in a ferralitic soil of centre-west Côte d'Ivoire. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3 (6) : 556-565.
- Soro G., N'guessan M., Kone B., Yao E., Kouassi R., Soro D. & Nagnin S. (2018). Use of pesticides in the market gardens around the drinking water reservoir in Korhogo (northern Côte d'Ivoire): risks to public health. *Environnement Risques Santé*, 17 (2) : 155-163.
- Soro S. (2009). Caractérisation agronomique et culture sous voile de variétés améliorées de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 156 p.
- Soro S. (2014). Potentiel infectieux des sols de cultures maraîchères de Côte d'Ivoire et lutte biologique contre les parasites fongiques telluriques à travers le cas de la tomate (*Lycopersicon Esculentum* MILL.) à Songon-Dabou. Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 215 p.
- Soro S., Doumbia M., Dao D., Tschannen A. & Girardin O. (2007). Performance de six cultivars de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Contre la jaunisse en cuillère des feuilles, le flétrissement bactérien et les nématodes à galles. *Sciences & Nature*, 4(2) : 123-130.
- Sousa-Passos C. J. (2006). Exposition humaine aux pesticides : un facteur de risque pour le suicide au Brésil. *Vertigo*, 7(1) : 1-18.
- Souza M.P., Vaz A.F.M., Cerqueira M.A., Vicente A.A. & Carneiroda-Cunha, M.G. (2015). Effect of an Edible Nanomultilayer Coating by Electrostatic Self-Assembly on the Shelf Life of Fresh-Cut Mangoes. *Food and Bioprocess Technology*, 8 : 647–654.
- Spooner D.M., Anderson G.J. & Jansen R.K. (1993). Chloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes, and pepinos (Solanaceae). *American Journal of Botanic*, 80(6) : 676-688.
- Stahl W., Heinrich U., Wiseman S., Eichler O., Sies H. & Tronnier H. (2000). Dietary tomato paste protects against ultraviolet light-induced erythema in humans. *Journal nutrition and metabolism*, 131 : 1449–1451.
- Suleiman M.K., Bhat N.R., Abdal M.S., Zaman S., Thomas R.R. & Jacob S. (2008). "Germination Studies in *Nitrariaretusa* (Forssk.). *Journal of ScientificResearch*, 3 (4) : 211-221.
- Surjushe A., Vasani R. & Saple D.G. (2008). *Aloe vera* : a short review. *Indian Journal of Dermatology*, 53(4) : 163-166.

- Svjetlana Z., Parađiković N., Davidović J., Gidas E. & Vujošević A. (2020). The effect of water extract of *Aloe vera* (L.) Burm.f. on germination and growth of scarlet sage. *Proceedings of the XI International Scientific Agricultural Symposium*, 12 (7): 262-267.
- Tano K. & Bancal V. (2019). Etude des modalités de réduction des pertes après récolte dans les cultures maraichères en Côte d'Ivoire. PS n°010/FIRCA/DCARA/PRO2M/2018. 91 p.
- Tarangini K.; Kavi P. & Jagajjanani R.K. (2022). Application d'un matériau d'enrobage comestible à base de séricine pour la prolongation de la durée de conservation et la conservation des tomates après récolte. *eFood*, 2(3) : 36-47.
- Thakore Y., (2006): The biopesticides market for global agricultural industrial biotechnology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2: 203-294.
- Tikarrouchine R. (2009). Caractérisation agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de tomate « *Lycopersicum esculentum* Mill.» obtenus par croisement. Mémoire de Master, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach-Alger, Alger, 56 p.
- Tobing O. L., Mulyaningsih Y. & Safitiril R. (2023). The effect of concentration and frequency of neem leaf extract on aphid attacks on chili plants. *Indonesian journal of applied research*, 4(2) : 146-158.
- Tonessia D.C., Soumahin E.F., Boye M.A.D., Niangoran Y.A.T., Djabla J.M. & Zoh O.D. (2018). Diseases and pests associated to tomato cultivation in the locality of Daloa (Côte d'Ivoire). *Journal of Advances in Agriculture*, 9 : 2337-2349.
- Valero D., Díaz H.M., Zapata P.J., Castillo S. & Serrano M. (2020). Effects of edible alginate coating on the preservation of fruit quality in four plum cultivars during post-harvest storage. *Postharvest biology and technology*, 77: 1–6.
- Valero D., Díaz-Mula H.M., Zapata P.J., Guillén F., Martínez-Romero D., Castillo S. & Serrano M. (2013). Effets de l'enrobage comestible à base d'alginate sur la préservation de la qualité des fruits de quatre cultivars de prunes pendant le stockage après récolte. *Postharvest Biology and Technology*, 77 : 1–6.
- Valverde J.M., Valero D., Martínez-Romero F. & Guillen S. C. (2018). Effet intégré de l'acide ascorbique, de l'acide citrique et du lactate de calcium sur la qualité et la durée de conservation des cubes de papaye fraîchement coupés. *International Food Research Journal*, 24 : 990-999.
- Valverde J.M; Valero D.; Martínez-Romero., Guillén F.; Castillo S. & Serrano M. (2005). Nouvel enrobage comestible à base de gel de *Aloe vera* pour maintenir la qualité et la

- sécurité du raisin de table. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 : 7807–7813.
- Van Y., Nono-Womdim R. & Messiaen M. (2004). *Lycopersicon esculentum*, fiche Protabase. Editeurs PROTA Plant Resources of Tropical Africa, Wageningen, Pays-Bas, 4: 419-427.
- Vieira J.M., López M.L., Jasso D., Sousa C., Vicente A.A. & Martins J.T. (2016). Effet de l'enrobage chitosane-aloe vera sur la qualité post-récolte des myrtilles (*Vaccinium corymbosum*). *Postharvest Biology and Technology*, 11 : 88–97.
- Viera V., Piovesan N., Rodrigues J., Mello R. O., Prestes R., Santos D., Hautrive T., Kubota E. & Serrano M. (2005). Nouvel enrobage comestible à base du gel de *Aloe vera* pour maintenir la qualité et la sécurité du raisin de table. *Journal agriculture food chimie*, 53 : 7807-7813.
- Yaman O. & Bayoindirli L. (2002). Effects of an Edible Coating and Cold Storage on Shelf-life and Quality of Cherries. *Food Science and Technology*, 35(2) : 146-150.
- Yao J.J. (2024). Influence de la qualité du compost sur la production et la santé de deux variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivées à Daloa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 183 p.
- Yao Y., Gao B., Zhang M., Inyang M. & Zimmerman A. (2012). Effect of biochar amendment on SO<sub>2</sub> sorption and leaching of nitrate, ammonium and phosphate in a sandy soil. *Chemosphere*, 89 : 1467-1471.
- Yapi Y. R. P. (2022). Evaluation de la sensibilité des variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) F1 cobra 26 et buffalo a la virose. Mémoire de Master en Bioressource agronomie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 61 p.
- Yildirim E., Surjushe A. & Vasani R. (2022). Exogenous Application of *Aloe vera* Leaf Extract Improves Silybin Content and Chalcone Synthase Gene Expression in *Silybum marianum*. *Agronomy*, 12(10) : 1649-1654.
- Yoman O. & Bayoindirli L. (2002). Effets d'un enrobage comestible et du stockage à froid sur la durée de conservation et la qualité des cerises. *Food Science and Technology*, 35(2) : 146-150.
- Zakaraia B. (2018). Etude technique du palissage des cultures protégées : Cas de la tomate. Mémoire de Master en agronomie, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem (Algérie), 72 p.

- Zapata P.J., Guillén F., Martínez R.D., Castillo S., Valero D. & Serrano M. (2008). Utilisation d'alginate ou de zéine comme compléments alimentaires pour retarder la maturation post-récolte et maintenir la qualité de la tomate (*Solanum lycopersicon* Mill). *Journal of Science Agroalimentaire*, 88 : 1287-1293.
- Zarea M.J., Vaz A.F.M. & Cerqueira M.A. (2021). Effect of Soil Fertilizers on Growth and Yield of *Aloe vera*. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 13(1) : 147-151.
- Zean G.M., Ahon D.B & Béné Jean-Claude Koffi B.J-C. (2018). Peuplement avifaunique du Campus Universitaire Jean Lorougnon Guédé, Daloa et sa périphérie. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(6): 2503-2518.
- Zhongping L. (2013). Modélisation de la croissance des plantes en interaction avec la ressource en eau et contrôle optimal de l'irrigation. Thèse de Doctorat, Ecole Centrale Paris (France), 136 p.
- Zirihi G.N., Soro S., Kone D. & Kouadio Y.J. (2008). Activité antifongique de l'extrait naturel de combretum sp *in vitro* sur 3 espèces fongiques telluriques des cultures de tomate en Côte d'Ivoire. *Review Ivoirian Science and Technology*, 5(2) : 131-142.
- Zoh O.D. (2025). Contribution à la lutte intégrée contre l'encoche sèche de l'hévéa (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 211 p.
- Zouagri I. (2021). Evaluation de l'impact de l'irrigation par des eaux usées traitées sur deux variétés de tomates dans la région de Batna. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie, 140 p.
- Zro F.G.B., Guéi A.M., Nangah Y.K., Soro D. & Bakayoko S. (2018). Statistical approach to the analysis of the variability and fertility of vegetable soils of Daloa (Côte d'Ivoire). *African Journal of Soil Science*, 4 (4) : 328-338.


# **ANNEXES**

## Annexe 1 : Fiche d'enquête des producteurs et commerçants de tomates

**1. Profil des maraichers dans la Zone de Daloa****a- Tranche d'âge**

15 ans       16 – 30 ans       31 et Plus

**b- Niveau d'étude**

Illétré       Lettré  

Primaire   
Secondaire   
Supérieure

**c- Moyen de Transport des Fruits et Légumes**

Moto       Vélo       Voiture

**2. Quelles semences utilisez-vous ?**

Lindo       Cobra       Petromech       Tapage

**3. A quel stade recoltez-vous ?**

Mature vert       Mûr       Rose

**4. Qui sont les vendeurs de vos fruits ?**

Eux-mêmes       Clients

**5. Après Cueillette quels sont les moyens de conservation jusqu'à la vente ?**

a- Caisses       Panier       à l'air libre

**b- Produits Chimiques**

Manèbe       Fongicide       Aucun   
Lequel ?      Z = Fora       Iwap       Sababe

**c- Pourquoi ?****6. Qui sont ceux qui font le traitement ?**

Eux-mêmes       Pulvérisateur

Annexe 2 : Photographie montrant un producteur de tomate interrogé dans sa parcelle



Annexe 3 : Quelques étapes de la mise en place de la culture de tomate



**A** : Défrichage de la parcelle ; **B** : confection des billons ; **C** : Transplantation de la pépinière au champ

Annexe 4 : Mesure des paramètres morphologiques de la tomate



Annexe 5: Culture de tomates avec des tuteurs



Annexe 6 : Photographie montrant quelques dégustateurs de sensorialité de la tomate



**A** : Bols contenant les tomates découpées ; **B** : Dégustation des tomates par un docteurant ;  
**C** : Dégustation des tomates par les restauratrices

## Annexe 7 : Fiche de notation organoleptique de la tomate

TOMATES	TA0(1)	TE0(2)	TN0(3)	TA1(4)	TE1(5)	TN1(6)	TA2(7)	TE2(8)	TN2(9)
Couleur									
Acidité (sucré)									
Arôme (odeur)									
Juteux									
Charnu/fermeté									
Epaisseur peau									
Note Globale									

Nb : une note d'appréciation entre 0 et 10 est attribuée à la fin de la dégustation au niveau de chaque type de tomates.

## FICHE DE NOTATION ORGANOLEPTIQUE DE LA TOMATE

TOMATES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Couleur	6,5	7,5	5,5	8	8	7	6	8	5,5
Acidité (sucré)	6	6	5	6	6	5	5	7	6
Arôme (odeur)	8	8	7	7	7	7	6	7	6
Juteux	6	7	5	8	8	7	6	7	6
Charnu/fermeté	6	6	6	8	8	6	6	8	7
Epaisseur peau	5	6	6	7	8	7	5	6	6
Note Globale	6,25	6,75	5,75	7,33	7,5	6,16	5,66	7,16	6,08

Nb : une note d'appréciation globale entre 0 et 10 est attribuée à la fin de la dégustation au niveau de chaque type de tomates.

# **PUBLICATIONS**

### **PUBLICATION 1**

**Noufe P.R.**, Tonessia D. C., Soko D. F., Soumahin E.F., N'goran K.D. & Akaffou D.S. (2024). Influence of *Aloe vera* Gel on germination and early growth of tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings in the nursery. *Journal of Experimental Agriculture International* (JEAI) ISSN : 2457-0591 Vol.46, Issue 10, p. 91-102.

### **PUBLICATION 2**

**NOUFE P.R.**, SOKO D. F., N'GORAN K.D. & GNAHE A. (2025). Effectiveness of *Aloe vera* gel in preserving the organoleptic quality of tomatoes in Côte d'Ivoire. *International journal of advanced research* (IJAR) ISSN : 2320-5407 Vol.13, Issue 09, 266-275.



# Influence of Aloe Vera Gel on Germination and Early Growth of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Seedlings in the Nursery

Noufé Pépé René <sup>a\*</sup>, Tonessia Dolou Charlotte <sup>a</sup>,  
Soko Dago Faustin <sup>a</sup>, Soumahin Eric Francis <sup>a</sup>,  
N'goran Koffi Désiré <sup>a</sup> and Akaffou Doffou Selastique <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Agricultural Production Improvement Laboratory, UFR-Agroforestry, University Jean Lorougnon Guédé BP 150 Daloa, Ivory Coast.

## Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

## Article Information

DOI: <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i102928>

## Open Peer Review History:

This journal follows the Advanced Open Peer Review policy. Identity of the Reviewers, Editor(s) and additional Reviewers, peer review comments, different versions of the manuscript, comments of the editors, etc are available here: <https://www.sdiarticle5.com/review-history/123782>

Original Research Article

Received: 22/07/2024

Accepted: 24/09/2024

Published: 30/09/2024

## ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) nursery production often relies heavily on chemical inputs to ensure vigorous seedling growth, which may have environmental and economic drawbacks. This study aimed to evaluate the efficacy of *Aloe vera* gel as a natural alternative to chemical treatments for improving germination and early seedling growth of Cobra 26 tomato seeds. The study used a factorial block design to compare the effects of seed treatments (*Aloe vera* gel coating, mancozeb,

\*Corresponding author: E-mail: [Peperene971@gmail.com](mailto:Peperene971@gmail.com);

and untreated control) and substrate types (unfertilised topsoil, NPK-fertilised topsoil, and *Aloe vera* gel mixed with topsoil) on seed germination and seedling growth over three nursery cycles. Seeds coated with *Aloe vera* gel demonstrated the highest germination rate (90.53%) and fastest germination time (3 days), outperforming both mancozeb-treated and control seeds in germination kinetics. Growth parameters such as seedling height and leaf number were significantly influenced by substrate type ( $p < 0.03$ ), with no notable differences between NPK and *Aloe vera*-treated substrates.

The study suggests that *Aloe vera* gel, both as a seed coating and soil additive, offers a promising, eco-friendly alternative to chemical treatments, enhancing seed germination and early seedling growth in tomatoes

**Keywords:** *Solanum lycopersicum* L.; *Aloe vera*; coating; germination rate; chemical inputs.

## 1. INTRODUCTION

The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most widely produced vegetables in the world, both in the field and in vegetable gardens. According to some authors [1], global production has grown significantly between 1961 and 2018, from 27.6 million tonnes to 182.3 million tonnes. In addition to its economic importance, the tomato contributes to a healthy, balanced diet. Indeed, some studies have shown that regular consumption of tomatoes or tomato derivatives reduces the risk of cancer, cardiovascular disease, diabetes and osteoporosis [2].

Tomatoes are grown in many areas of Côte d'Ivoire, including the locality of Daloa [3]. For many smallholders in this town in central western Côte d'Ivoire, its production and sale represent a lucrative activity in rural, urban and peri-urban areas [4]. However, local tomato yields cover less than 60 % of needs in Côte d'Ivoire. Annual yields in Côte d'Ivoire fluctuate between 22,000 and 35,000 tonnes for an estimated requirement of over 100,000 tonnes [5]. Moreover, national production, at 52,000 tonnes per year, is still far below the level needed to cover this demand [6,7]. According to several authors [8], low tomato production is due to increased pest pressure during the crop cycle and post-harvest losses. In addition, poor soil organic matter is also a constraint to intensifying tomato production [9].

Faced with these constraints, farmers resort to chemical fertilisers and pesticides to increase crop growth and yield. However, these farming practices pollute the environment, cause cancer in growers and, above all, lead to a considerable drop in soil fertility [10,11], which hampers the sustainability of the tomato sector. In order to reduce the negative impact of chemical inputs, plants with antifungal, antibacterial and

biostimulant properties offer an alternative to chemical products. One such plant is *Aloe vera* [12,13].

*Aloe vera*, belonging to the Liliaceae family, is a succulent, perennial plant with fleshy leaves containing a colourless gel that is widely used in the food and pharmaceutical industries [14]. *Aloe vera* gel has beneficial properties for plant growth, playing an important role in cell elongation and promoting stem growth. It is considered a biostimulant for plants and can be used as a source of hormones in place of artificial growth regulators [15]. It is said to be rich in mineral elements and phytohormones such as gibberellin, indoleacetic acid, acetic acid and abscisic acid [16]. Application of *Aloe vera* gel diluted in water is reported to improve the growth and yield of *Salvia officinalis* L. [17].

In recent years, a research program on *Aloe vera* has been conducted at the Jean Lorougnon Guédé University to explore its immense potential for use in agriculture as a biopesticide [18,19]. The aim of this study is to assess the effect of freezing *Aloe vera* on the germination and growth of tomato seeds in the nursery.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Presentation of the Study Area

The experimental plot is located at the University Jean Lorougnon Guédé in Daloa. The town of Daloa is located in the Haut-Sassandra region, in central-western Côte d'Ivoire, between latitudes 6° and 7° north and 7° and 8° west. Daloa's soil substratum is part of the old Precambrian basement composed of granites and migmatites. The soils, leached and 20 m deep, are the result of heavy rainfall and rapid weathering of the rocks. The region's soils are predominantly

ferralitic. They are generally very deep, with a high organic matter content [20].

## 2.2 Hardware

The material used in this study consisted of tomato seeds of the Cobra 26 variety, gel extracted from mature *Aloe vera* leaves harvested from the experimental field at the Jean Lorougnon Guédé University, a fungicide, mancozeb, commonly used for seed treatment, and NPK 15-15-15. The Cobra 26 tomato variety is produced by the Technisem seed company.

## 2.3 Methods

### 2.3.1 Constitution of the growing medium and the gel of *Aloe vera*

The culture substrate consisted of topsoil taken from the University's experimental plot, then sterilised in a container placed over a fire for one hour. After cooling, 1200 cm<sup>2</sup> (48 cm x 25 cm) pots were filled with the resulting growing medium.

The *Aloe vera* gel was obtained from mature leaves, harvested and transported to the Plant Production Improvement Laboratory at the University Jean Lorougnon Guédé. The leaves were cleaned with water and detergent to remove all impurities. The thorns on either side were then removed. They were then laid flat on a cutting board and the thin layer on the underside was removed with a knife. The exposed gel was gently scraped off with a spatula, stored in a jar and ground to a liquid.

### 2.3.2 Constitution of tomato seed lots

For the experiment, two (02) grams of seeds divided into three (03) batches of tomato seeds were used as treatments. These were the following batches:

- STM (tomato seeds treated with Mancozeb),
- STG (tomato seeds treated with Gel),
- SNT (batch of control seeds).

The STM batch consisted of tomato seeds treated with mancozeb, while the STG batch consisted of seeds coated with *Aloe vera* gel. Coating consisted of immersing the tomato seeds in the liquid gel to ensure complete

adhesion. The SNT batch consisted of seeds that had not received any treatment.

### 2.3.3 Setting up the experimental system

The experiment was carried out over three cycles: December to January 2022, April to May 2023 and June to July 2024. A wooden shelter covered with palm leaves was used to shade the tomato nurseries. A mosquito net was placed over the shelter to protect the seedlings from pests. Next, 18 labelled pots were filled with sterilised soil. These pots were placed under the shelter using a factorial block design (Fig. 1) with two factors (seed and substrate quality) and three replications. The tomato seed quality factor had three levels (2.2.2) and the substrate quality factor had three levels, namely:

- Sterilised, unfertilised substrate (TS),
- Substrate sterilised and amended with gel (TG),
- Substrate sterilised and fertilised with NPK 15-15-15 (TNPK).

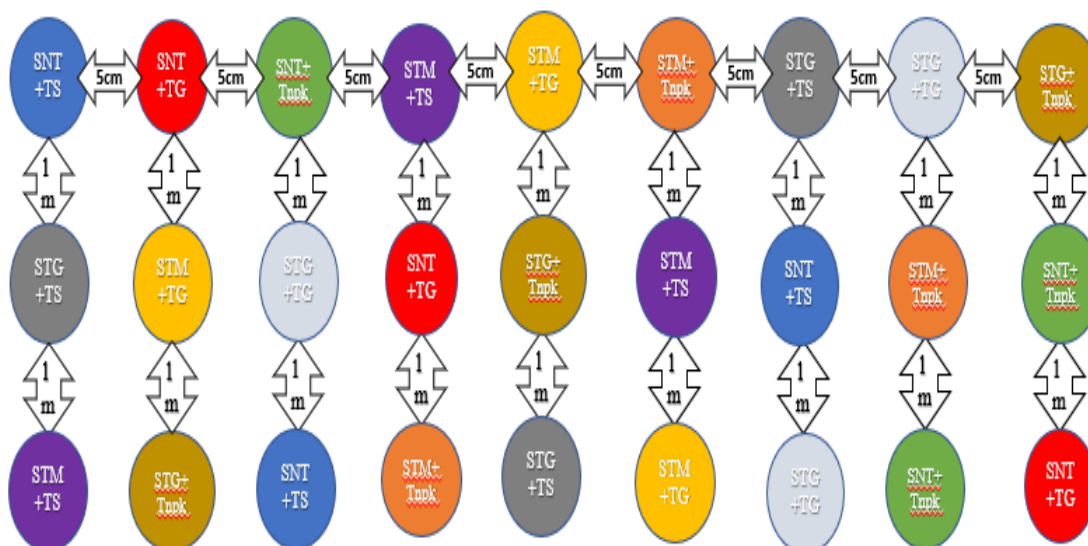
Once the pots had been placed in the shadehouse, six lines (06) of 10 pots were planted in each pot. Then, one tomato seed was sown per pot, giving sixty seeds per treatment and a total of 540 seeds for the experiment. Finally, the pots were covered with oil palm leaves.

### 2.3.4 Monitoring and data collection

The experiment lasted 21 days during the three (03) nursery cycles. In fact, the tomato nursery lasts twenty-one days before the young plants are transplanted to the field [21]. Monitoring consisted of watering the plants once a day (every morning before 8 a.m.) and regularly weeding the weeds in and around the pots. The parameters measured for the three cycles were the germination rate, the height of the seedlings and the total number of leaves produced. In addition to these parameters, germination kinetics were added for the June to July 2024 cycle.

#### 2.3.4.1 Germination kinetics

Germination kinetics is a germination curve that describes the germination progress of the tomato seed batches tested. It represents the number of seeds germinated daily until the last day of the experiment [22].



**Fig. 1. Experimental design**

*SNT+TS* : batch of control seeds on sterilised and unfertilised substrate, *SNT+TG*: batch of control seeds on sterilised substrate and amended with gel, *SNT+Tnpk*: batch of control seeds on sterilised substrate and fertilised with NPK, *STG+TS*: tomato seeds Treated with Gel on sterilised substrate and not fertilised, *STG+TG*: tomato seeds Treated with Gel on sterilised substrate and amended with Gel, *STG+Tnpk*: tomato seeds treated with Gel on sterilised substrate and fertilised with NPK, *STM+TS*: tomato seeds treated with Mancozeb on sterilised substrate and not fertilised, *STM+TG*: tomato seeds treated with Mancozeb on sterilised substrate and amended with Gel, *STM+Tnpk*: tomato seeds treated with Mancozeb on sterilised substrate and fertilised with NPK

**2.3.4.2 Average germination rate**

$$\text{Average total number of leaves emitted} = \frac{\sum \text{Total number of leaves emitted per seedling}}{\text{Total number of seedlings}}$$

The average germination rate is the ratio of the number of germinated seeds to the total number of seeds sown 14 days after sowing [23].

$$\text{Average germination rate} = \frac{\text{Number of seeds sprout}}{\text{Total number of seeds sown}} \times 100$$

**2.3.4.3 Average seedling height**

The average height of the seedlings was measured on the twenty-first day after sowing using a ruler graduated from the crown to the apex. This average height was estimated according to the formula below:

$$\text{Average height of seedlings} = \frac{\sum \text{length of seedlings}}{\text{Total number of seedlings}} \times 100$$

**2.3.4.4 Total number of leaves produced per seedling**

The total number of leaves on each seedling was counted on the twenty-first day after sowing in order to estimate the degree of vegetative development of the seedlings. The average number of leaves produced by the seedlings was obtained using the formula below:

**2.3.5 Data processing and statistical analysis**

The data collected on the various parameters were subjected to a two-factor Analysis of Variance or ANOVA 2. The two factors were seed quality and growing medium quality. The ANOVA was completed by the Newman-Keuls multiple comparison test at the 5% threshold if the hypothesis of equality of means was rejected. This test was used to classify the means into homogeneous groups according to the mean values of the parameters analysed. All these analyses were carried out using Statistica 7.1 software.

**3. RESULTS**

**3.1 Germination Kinetics**

Fig. 2 shows the curves for tomato seed germination kinetics as a function of the treatments and concerns the cycle from June to July 2024. The curves all have a sigmoid shape with three phases. A first phase which is the latent phase, a second exponential phase

characterised by an acceleration of germination and finally a third phase characterised by a plateau indicating the cessation of germination.

The seeds coated with *Aloe vera* gel were all above the other curves, whatever the quality of the substrate, and showed a very short latent phase lasting 3 days, whereas this phase lasted between 4 and 5 days for the other treatments. As for the exponential germination phase, the seeds coated with gel reached maximum germination in 5 days. As for the seeds treated with mancozeb and the untreated seeds, they reached their maximum germination speed in 7 days before reaching the plateau. The treatment of seeds with *Aloe vera* gel reduced the lag time and accelerated seed germination, unlike the other treatments.

### 3.2 Effect of the Interaction between Substrate Quality and Seed Quality on the Average Germination Rate

The germinative capacity of tomato seeds was not influenced by the interaction between seed quality and substrate quality (Table 1) in any of the three nursery cycles. In fact, the analysis of variance of the results of the three cycles showed no significant difference between the treatments ( $p > 0.05$ ).

Similarly, the quality of the substrates did not significantly influence the average seed germination rate after statistical analysis (Table 2) because the probability obtained with the three growing cycles was greater than 0.05. Substrates amended with gel and NPK had the same effect on the average germination rate compared with the unfertilised substrate.

However, seed germination capacity was significantly influenced by seed quality (Table 3) for all three cycles ( $P < 0.05$ ). Seeds coated with *Aloe vera* gel had a higher average germination rate (90.53%) than seeds treated with mancozeb (80.52%) and the control (66.63%).

### 3.3 Effect of the Interaction between Substrate Quality and Seed Quality on the Average Height of Seedlings

Table 4 shows the effect of the interaction of seed quality and substrate quality on mean seedling height after 21 days for the three nursery cycles. It was noted that the statistical analysis of mean seedling height was not significantly influenced by the interaction effect in any of the growing cycles. Substrate quality and seed quality had the same effect on seedling height ( $p > 0.05$ ).

**Table 1. Effect of the interaction between seed quality and substrate quality on the average germination rate**

	Substrate quality		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Seed quality	December-January 2022	April-may 2023	June-july 2024
Probability	0.35	0.18	0.23

**Table 2. Effect of substrate quality on average germination rate**

	Average rate of germination		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Seed quality	December-January 2022	April- may 2023	June- July 2024
Probability	0.06	0.12	0.09

**Table 3. Effect of seed quality on the average germination rate for the three cycles**

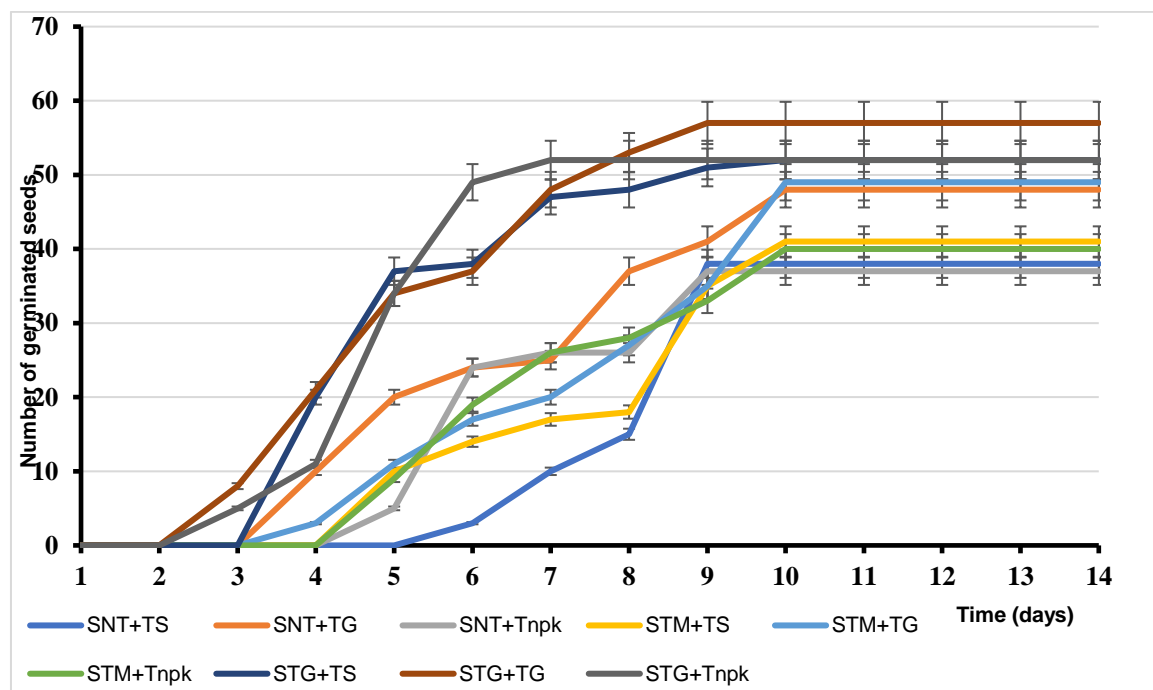
	Average rate of germination			
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average
SNT	58.10 ± 8.44 <sup>c</sup>	75.18 ± 6.30 <sup>c</sup>	66.60 ± 7.24 <sup>b</sup>	66.63 ± 7.32 <sup>c</sup>
STG	87.89 ± 4.96 <sup>a</sup>	93.00 ± 8.82 <sup>a</sup>	90.70 ± 3.53 <sup>a</sup>	90.53 ± 5.77 <sup>a</sup>
STM	71.56 ± 6.14 <sup>b</sup>	83.33 ± 5.47 <sup>b</sup>	86.67 ± 5.31 <sup>a</sup>	80.52 ± 5.64 <sup>b</sup>
Probability	0.00	0.00	0.00	0.00

Means followed by different letters are significantly different at the 5% level

SNT: control seeds; STG: tomato seeds treated with gel; STM: tomato seeds treated with mancozeb

**Table 4. Effect of the interaction between substrate quality and seed quality on the average height of seedlings in the three cycles**

	Substrate quality		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Seed quality	December-January 2022	April- may 2023	June- july 2024
Probability	0.49	0.28	0.37



**Fig. 2. Seed germination kinetics under the effect of the treatments**

SNT+TS: batch of control seeds on sterilised and unfertilised substrate, SNT+TG: batch of control seeds on sterilised substrate and amended with gel, SNT+Tnpk: batch of control seeds on sterilised substrate and fertilised with NPK, STG+TS: tomato seeds Treated with Gel on sterilised and unfertilised substrate, STG+TG: tomato seeds Treated with Gel on sterilised substrate and amended with Gel, STG+Tnpk: tomato seeds treated with Gel on sterilised substrate and fertilised with NPK, STM+TS: tomato seeds treated with Mancozeb on sterilised substrate and not fertilised, STM+TG: tomato seeds treated with Mancozeb on sterilised substrate and amended with Gel, STM+Tnpk: tomato seeds treated with Mancozeb on sterilised substrate and fertilised with NPK

**Table 5. Effect of seed quality on average seedling height (cm) obtained during the three growing cycles**

Seed quality	Average height of seedlings			Average
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	
SNT	10.75 ± 1.39 <sup>b</sup>	10.50 ± 1.06 <sup>c</sup>	10.19 ± 1.44 <sup>b</sup>	10.48 ± 1.29 <sup>b</sup>
STG	12.21 ± 1.60 <sup>a</sup>	13.50 ± 0.65 <sup>a</sup>	11.25 ± 1.92 <sup>a</sup>	12.32 ± 1.39 <sup>a</sup>
STM	11.11 ± 1.45 <sup>a</sup>	12.50 ± 0.87 <sup>b</sup>	11.03 ± 1.88 <sup>a</sup>	11.55 ± 1.40 <sup>a</sup>
Probability	0.00	0.00	0.01	0.00

The means of the same line followed by different letters are significantly different at the 5% threshold  
 SNT: control seeds; STG: tomato seeds treated with gel; STM: tomato seeds treated with mancozeb

As for the quality of the substrates on the average height of the seedlings (Table 6), statistical analysis also showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the substrates tested in the three cycles. Substrates amended with Aloe vera gel ( $10.49 \pm 1.29$  cm) and those fertilised with NPK ( $10.53 \pm 1.36$  cm) produced higher mean heights over the 3 cycles and were statistically identical. The lowest average height obtained over the 3 nursery cycles was with unfertilized substrates ( $7.81 \pm 1.60$  cm).

Nevertheless, the analysis of variance of seed quality on average seedling height reveals a significant difference between treatments (Table 5) whatever the cycle. The greatest average height, compared with the control, was obtained with seeds coated with *Aloe vera* gel ( $12.32 \pm 1.39$  cm). This was followed by seedlings from seeds treated with mancozeb, which had an average height of  $11.55 \pm 1.40$  cm. However, statistical analysis showed no difference. Finally, the lowest average height of the seedlings was obtained with the control seed lot and was  $10.48 \pm 1.29$  cm on average.

### 3.4 Effect of the Interaction of Seed Quality and Substrate Quality on the Total Number of Leaves Produced by Seedlings

Whatever the crop cycle, the interaction effect of seed quality and substrate quality on the total number of leaves produced by the seedlings

showed no significant difference between treatments ( $p > 0.05$ ) after statistical analysis (Table 7). Substrate quality and seed quality based on *Aloe vera*, mancozeb and NPK had the same effect on tomato seedling leaf emission.

Similarly, the effect of seed quality on the total number of leaves produced during the three cycles showed no significant difference between treatments (Table 8).

Table 9 shows the quality of the substrates in terms of the total number of leaves produced by the seedlings during the three growing cycles. Statistical analysis reveals a significant difference between treatments for all cycles. The highest number of leaves was obtained with substrates amended with *Aloe vera* gel ( $5.24 \pm 0.52$  leaves). This value was followed by seedlings whose substrates were fertilised with NPK ( $4.80 \pm 0.59$  leaves). The lowest number of leaves was recorded with seedlings from control substrates ( $3.95 \pm 0.78$  leaves).

**Table 6. Effect of substrate quality on average seedling height (in centimetres) over three cycles**

Substrate quality	Average height of seedlings			Average
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	
	December-January 2022	April- may 2023	June- july 2024	
<b>TS</b>	$10.17 \pm 0.85^b$	$5.93 \pm 1.92^c$	$7.33 \pm 2.03^b$	$7.81 \pm 1.60^b$
<b>TG</b>	$11.27 \pm 1.22^a$	$9.69 \pm 0.87^a$	$10.52 \pm 1.79^a$	$10.49 \pm 1.29^a$
<b>TNPK</b>	$12.61 \pm 1.54^a$	$7.95 \pm 0.77^b$	$11.03 \pm 1.78^a$	$10.53 \pm 1.36^a$
<b>Probability</b>	0.03	0.00	0.00	0.01

The means of the same line followed by different letters are significantly different at 5% threshold  
 TG: Substrate sterilised and amended with gel; TS: Substrate sterilised and not fertilised; TNPK: Substrate sterilised and fertilised with NPK

**Table 7. Effect of the interaction of substrate quality and seed quality on the total number of leaves produced during the three cycles**

Seed quality	Substrat quality		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
	December-January 2022	April- may 2023	June- july 2024
<b>Probability</b>	0.81	0.92	0.51

**Table 8. Effect of seed quality on the total number of leaves produced**

Seed quality	Total number of sheets produced		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
	December-January 2022	April- may 2023	June- july 2024
<b>Probability</b>	0.20	0.08	0.17

**Table 9. Effect of substrate quality on the total number of leaves produced over three growing cycles**

Substrate quality	Total number of sheets produced			Average
	Cycle 1 December-January 2022	Cycle 2 April-may 2023	Cycle 3 June-july 2024	
TS	3.88 ± 0.60 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.79 <sup>b</sup>	3.98 ± 0.95 <sup>c</sup>	3.95 ± 0.78 <sup>c</sup>
TG	4.58 ± 0.51 <sup>a</sup>	6.00 ± 0.45 <sup>a</sup>	5.15 ± 0.61 <sup>b</sup>	5.24 ± 0.52 <sup>a</sup>
TNPK	4.11 ± 0.60 <sup>a</sup>	5.30 ± 0.49 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.68 <sup>a</sup>	4.80 ± 0.59 <sup>b</sup>
Probability	0.02	0.00	0.03	0.01

The means of the same line followed by different letters are significantly different at 5% threshold  
 TS: substrate sterilised and not fertilised; TG: substrate sterilised and amended with gel; TNPK: substrate sterilised and fertilised with NPK

#### 4. DISCUSSION

Tomato cultivation faces many challenges, among which the choice of variety adapted to a given region according to the season, germination rate and yield per hectare are key criteria [24,25]. Tomatoes can be grown semi-directly, but given the extensive care required for young plants, it is advisable to use a nursery. This should be done in the shade using light soil rich in organic matter. However, because of the shortage of humus-rich topsoil, growers resort to risky chemical inputs to obtain vigorous seedlings ready for transplanting to the field. This study therefore aims to find an alternative to the use of chemical inputs in tomato nursery growth.

In this study, tomato seeds coated with *Aloe vera* gel showed a reduced lag time, an acceleration of their germination process and a maximum germination rate reached 5 days after sowing. These results are similar to those of Suleiman *et al.* [26], who showed that pre-treating *Nitraria retusa* seeds with *Aloe vera* gel improved germination. These authors attributed their results to the presence of gibberellic acid in the gel. Furthermore, Kaur *et al.* [27] showed that *Aloe vera* gel is a very favourable source of active oxygen for the germination process due to the presence of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). The latter is a source of oxygen for seeds as they have an increased need for oxygen during the metabolic processes of germination [28]. In this context, the hydrogen peroxide contained in *Aloe vera* gel, adhered to the seeds by coating, would release oxygen when it decomposes [29]. This extra oxygen can penetrate the tomato seed coat more easily, giving it a better chance of germinating.

During the germination process of tomato seeds, three physiological phases have been observed. The first, known as the latency phase, includes

the imbibition phase corresponding to the absorption of water by the seed. This is followed by the stage of intense metabolic activity for the expression of genes and the synthesis of enzymes capables of hydrolysing nutrient reserves destined for the development of the future seedling [30]. This phase takes place in the presence of oxygen and the presence of hydrogen peroxide in the gel could stimulate it [27]. The second is the exponential phase corresponding to the emergence of the radicle, which precedes the establishment of the seedlings and is materialised by an acceleration in germination. This phase requires a reduction in the mechanical resistance of the covering tissues and an increase in the internal force resulting from the expansion of the embryo [31,32]. The addition of *Aloe vera* gel to the seeds therefore helped to activate the hormones and enzymes contained in the seed reserves that are essential for germination.

*Aloe vera* gel therefore plays a vital role in increasing the germination rate as a natural regulator of plant growth [33]. *Aloe vera* gel therefore accelerates germination and increases the germination percentage of seeds [34]. These conclusions justify the better germination rates obtained with the batch of tomato seeds coated with *Aloe vera* gel than those treated with mancozeb and the control. Moreover, as mancozeb is a fungicide, it had a protective rather than a stimulating effect on the seeds, probably against fungi harboured by the seeds, as the culture substrates used in this study were heat sterilised. This protection was also provided by *Aloe vera* gel, whose biocidal properties, according to Michayewicz [14], inhibit the growth of certain micro-organisms. In addition, the hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) contained in the gel could help prevent the growth of moulds and bacteria while supplying oxygen to the seeds [35].

In general, the quality of tomato plants ready to be transplanted to the field is assessed on the basis of morphological criteria such as plant height and number of leaves. The study of the growth of young tomato plants showed us that there is a remarkable effect of the substrate treatment fertilised with NPK and with *Aloe vera* gel on the plant height parameter. This can be explained by the physico-chemical properties of these two substrates. In fact, these two types of substrate contain mineral elements that promote good soil porosity and are essential for seedling growth. The tomato, like most cultivated plants, needs various mineral elements to ensure its growth throughout its cycle [36].

Tomato plants need to be fertilised with fertilisers rich in nitrogen, phosphorus and potassium in the early stages of development to encourage strong growth. The fact that tomato plants growing on substrates containing gel behave in the same way as those growing on substrates fertilised with NPK suggests that NPK is present in *Aloe vera* gel and in sufficient quantity to enable better growth of the seedlings. The mineral content of gel has already been documented. According to Dagne *et al.* [37], the gel contains minerals such as calcium, iron, magnesium, potassium, phosphorus and zinc. These minerals work in synergy to improve soil fertility and ensure energy transfer and protein synthesis, promoting the growth of young roots. In addition to its physico-chemical properties, *Aloe vera* gel contains biological properties favourable to optimal seedling growth, hence the greater number of leaves on tomato plants growing on substrates amended with gel compared with those amended with NPK or the zero-fertiliser control.

Erection of leaves and leaf segments involves changes in the frequency and polarity of cell divisions [38,39]. Growth hormones are thought to be involved in this process and auxin appears to be a universal inducer of organogenesis in plants. Hormones contained in aloe gel [40] have been shown to stimulate cell division, cell proliferation and organ elongation [41]. Hormones such as gibberellin, auxin and cytokinin have been reported in aloe gel. These results are in line with those of El-Sherif [42] who showed that *Aloe vera* gel increases the height and number of leaves of common evening primrose (*oenothera biennis*).

## 5. CONCLUSION

This study assessed the effect of *Aloe vera* gel on the germination of tomato seeds and the

growth vigour of seedlings as measured by their height and the total number of leaves produced at the end of the experiment at the nursery stage. The results show that treating tomato seeds with *Aloe vera* gel accelerated seed germination and improved their germination rate. The use of a substrate composed of soil mixed with gel accelerated plant height growth and the number of tomato leaves. So, to produce vigorous tomato seedlings that can be transplanted to the field, the seeds need to be treated and the growing medium amended with *Aloe vera* gel. This gel is rich in minerals and growth hormones, which are useful for good growth in the tomato nursery phase. *Aloe vera* gel could therefore be an alternative to the use of chemical inputs in tomato cultivation at a young age.

## DISCLAIMER (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Author(s) hereby declare that NO generative AI technologies such as Large Language Models (ChatGPT, COPILOT, etc.) and text-to-image generators have been used during the writing or editing of this manuscript.

## COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

## REFERENCES

1. FAO. Agriculture food and nutrition in Africa. FAO, Rome, Fruits. 2020;48 (2):125-132.
2. Sawadogo J, Coulibaly PJA, Traore B, Bassole MSD, Savadogo CA and Legma JB. Effects of organic fertilizers on tomato productivity in the semi-arid zone of Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences. 2021;167:17375 - 17390
3. Doumbouya M, Kone D, Fondio L, Soro S, Yatty JK and Aidara D. Pathogenic characterization of *Sclerotium rolfsii* Saccardo (Corticaceae) on 3 tomato varieties and effect of the culture medium on the infectious potential of the fungus. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2010;4(4):1294-1309.
4. Tonessia DC, soumahin EF, boye MAD, Niangoran YAT, Djabla JM, Zoh OD and kouadio Y. Diseases and pests associated to tomato cultivation in the locality of Daloa (Côte d'Ivoire), Journal of Advances in Agriculture. 2018;9: 2349-0837.

5. Fondio L, Djidji HA, N'gbesso FPM and Kone D. Evaluation of nine varieties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in relation to bacterial wilt and productivity in southern Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2013;7(3):1078-1086.
6. Soro S. Agronomic characterization and cultivation under veil of improved varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill) in Côte d'Ivoire. Doctoral thesis, UFR Natural Science University of Abobo-Adjamé, (Abidjan, Côte d'Ivoire). 2009; 156.
7. N'zi JC, Kouame C, Assanvo SPN, Fondio L, Djidji AH and Sangare A. Evolution of Bemisia tabaci Genn populations. According to the varieties of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) in central Côte d'Ivoire, Sciences et Nature. 2010; 7(1) : 31-40.
8. Son D, Somda I, Legreve A and Schiffers B. Effect of plant diversification on pest abundance and tomato yields in two cropping systems in Burkina Faso: farmer practices and integrated pest management. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2018; 12(1):101-119.
9. Lompo F. Induced effects of fertility management methods on phosphorus states and natural phosphate solubilization in two acidic soils of Burkina Faso", Doctoral thesis, Laboratory of Pedology and Applied Geology, University of Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. 2009; 254.
10. Chaussod R. Presentation of the organic matter day, Estagel, 09 January 2009, Chamber of Agriculture of the Pyrénées Orientales. JDN,2009; 30.
11. Pohe J and Okou SF. Improvement of the production of tomato (*Lycopersicon esculente* Mill.) crop by the use of Trichoderma viride. Journal of Animal & Plant Sciences. 2020;43(3):7491-7500.
12. Svjetlana Z, Parađiković N, Davidović J, Gidas E and Vujošević A. The effect of water extract of *Aloe vera* (L.) burm.f. on germination and growth of scarlet sage; Proceedings of the XI International Scientific Agricultural Symposium. 2020; 12(7):262-267.
13. Delloul A and Hamcha A. Isolation and purification of antibacterial agents from the *Aloe vera* plant. Master's thesis in Applied Microbiology, Mohamed Khider University, Biskra, Algeria. 2021;61.
14. Michayewicz N. *Aloe vera*, a medicinal plant traditionally and widely used for thousands of years, with many therapeutic properties. Ph.D. thesis, University of Lorraine, France. 2013; 148.
15. Néphali L, Piater LA, Duery IA, Patterson V, Huyser J, Burgess K and Tugizimana F. Biostimulants for plant growth and abiotic stress mitigation: A metabolic perspective. Metabolic. 2020;10:505-523.
16. 1Alkuwayti MA, Aldayel MF, Yap YK EL-Chérif F. Exogenous application of *Aloe vera* leaf extract improves Silybin Content in *Silybum marianum* L. by Up-Regulating Chalcone Synthase Gene. Agriculture. 2022;12:1649-1685.
17. Abbas S, Zaglool M, El-Ghadban E, El-Kareem SA and Waly A. Effect of foliar application with aloe leaf extract on vegetative growth, oil percentage, and anatomical leaf structure of sage plant (*Salvia officinalis* L.) under sandy soil conditions. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants. 2016;5:9-14.
18. Bamba M. Effect of *Aloe vera* frost in the fungal treatment of rice seeds grown in the locality of Daloa (Côte d'Ivoire): Case of the Wita 9 and Bouaké varieties 189. Master's thesis in Bioresources-Agronomy, Jean Lorougnon Guédé University of Daloa, Côte d'Ivoire. 2021; 64.
19. N'goran KD, Tonessia DC, Soumahin EF, Zoh OD, Sey J and Akaffou DS. Evaluation of Intercropped *Aloe vera* with Plantain on Growth and Yield Status in a Real Culture Situation in Daloa, Côte d'Ivoire. Journal of Experimental Agriculture International. 2023;45(10):250-261.
20. Koffi AMH, Yah NM, Koffi NBC, Amon MW and Atta THD. Effect of four substrate treatments on the occurrence of tomato diseases in soilless cultivation, Côte d'Ivoire. European Scientific Journal. 2021; 17(3), 63-79.
21. CNRA. National agricultural research centre, tomato data sheet no.1 Growing tomatoes successfully in Côte d'Ivoire. 2019;10.

22. Hajlaoui H, Denden M, Bouslama M. Study of intraspecific variability in salt stress tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at the germination stage. *Tropicultura*. 2007;25: 168-173.
23. Quattara Y, Bonsson B, Traore MS, Gbedie NA, Akaffou DS, Sie RS, Keli ZJ. Assessment of the agrororphological diversity of accessions of cola (*Cola nitida* (Vent.) Schott and Endlicher) collected in the south and south-west of Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. 2018;122:12291-12303.
24. Shankara N, Van LJ, De Goffau M, Hilmi M, Van DB and Florijin A. (2005). Tomato cultivation Production, transformation et commercialisation. 5th ed. agromisa foundation and CTA, Wageningen. 2005 ; 122 p.
25. Kansie YJ. Evaluation of the suitability for wet season production and organoleptic qualities of tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) in Burkina Faso. Master's thesis in rural development engineering, Université Nazi Boni, Burkina Faso. 2017; 66.
26. Suleiman MK, Bhat NR, Abdal MS, Zaman S, Thomas RR and Jacob S. Germination Studies in *Nitrariaretusa* (Forssk.) Asch ; Middle-East Journal of ScientificResearch. 2008;3(4): 211-221.
27. Kaur A, Singh A and Monga R. Seed germination enhancement through breaking seed dormancy: A Review in Tropical and Temperate Tree Species. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020; 9(9):1673-1688.
28. Ottawa IA and Ontario K. Hydrogen peroxide and related end-use products. Pest Management Regulatory Agency Canada, PVRD. 2017; 12: 1925-1983
29. INRS. Hydrogen peroxide and aqueous solutions, toxicological sheet n°123. Toxicological data sheet database. 2022; 10 p
30. Sheik h FA, Singh RPP and Lehana P. Effect of high voltage on the strength of *Aloe vera* leaves. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2013;2(3):42-45.
31. Foottit RG, Halbert SE, Miller GL, Maw HEL and Russell LM. Adventive aphids (Hemiptera: Aphididae) of America north of Mexico. — *Proc. Entomol. Soc. Wash*. 2006;108:583–610.
32. Finkelstein R, Reeves W, Ariizumi T and Steber C. Molecular aspects of seed dormancy. *Ann. Rev. Plant Biol*. 2008;59: 387–415.
33. Geying T and Bikram S. Enhancing seed germination in *Altingia excelsa* Noronha. pre-treated by natural plant extracts under laboratory conditions at Pasighat in Arunachal Pradesh. India, the Pharma Innovation Journal. 2022;11(12):357-362.
34. 34.Soha MTM, Abbas MA, Zagloul EAE, El-Ghadban SEH, Abd El-K, Waly AA. Effect of Foliar Application with *Aloe* Leaf Extract (ALE) on Vegetative Growth, Oil percentage and Anatomical leaf Structure of Sage (*Salvia officinalis* L.) Plant under Sand soil Conditions. *Hortscience Journal*. 2016;5(1):9 -14.
35. Shahlaa A, Akahit AJ and Sabah A F. Effect of ground addition of seaweed extract and NPK fertilizer on the vegetative growth characteristics of *Aloe vera*. *International Conference for Agricultural and Environment Sciences*. 2023;(11)5:42-57.
36. Anonymous. Nutritional disorders of theTomato. 2018, consulted on 20/08/ 2024  
Available:<https://www.hortitecnews.com/nutritional-desorders-in-tomatoes/>,4 p
37. Shaheen A, Farah A, Ebtihaj H and Asadi A. Evaluating the efficiency of bio-fertilization bio health in the vegetative growth and roots of three types of aloe plant. *University of Thi-Qar Journal of Agricultural Research*. 2018;7(1):33-56.
38. Hamouda AMA, Hendi DMG, Omneya F and Abu-EL-Leel A. Improving the growth, yield and oil production of Basilisk with *Aloe vera* extract and active dry levure. *Horticultural Journal*. 2012; 39(1): 45-71.
39. Shadia A, Alia A and Hammam KHA. Effect of biofertilisation of certain plant extracts on growth, yield and chemical constituents of basil plants. *Journal of Plant Production*. 2014;5(2):193-210.
40. Rajan RP, Singh G. A review on the use of organic rooting substances for propagation of horticulture crops.

- Plant Archives. 2021;21:685-692.
41. Sheren GM, Asmaa MA and Huda HAT. Effect of corm size, *Aloe vera* gel and biofertilizers on the growth of freesia plant *Freesia hybrid* L. Earth and environmental Science. 2023;10:1259-1315.
42. El-Sherif F. *Aloe vera* leaf extract as a potential growth stimulator for *Populus* trees grown under *In vitro* conditions. Journal Biology of Plant. 2017;2:101-105.

**Disclaimer/Publisher's Note:** The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of the publisher and/or the editor(s). This publisher and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

© Copyright (2024): Author(s). The licensee is the journal publisher. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:

The peer review history for this paper can be accessed here:

<https://www.sdiarticle5.com/review-history/123782>

 <p>ISSN NO. 2320-5407</p>	<p>Journal Homepage: <a href="http://www.journalijar.com">-www.journalijar.com</a></p> <h2>INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)</h2> <p>Article DOI:10.21474/IJAR01/21708 DOI URL: <a href="http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/21708">http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/21708</a></p>	 <p>INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR) ISSN 2320-5407 Journal Homepage: <a href="http://www.journalijar.com">http://www.journalijar.com</a> Journal DOI:10.21474/IJAR01</p>
---	---	---

### RESEARCH ARTICLE

## EFFECTIVENESS OF ALOE VERA GEL IN PRESERVING THE ORGANOLEPTIC QUALITY OF TOMATOES IN COTE D'IVOIRE

Pepe Rene Noufe<sup>1</sup>, Dago Faustin Soko<sup>1</sup>, Koffi Desire N Goran<sup>1</sup> and Andre Gnahe<sup>2</sup>

1. Laboratory for Agricultural Production Improvement, UFR-Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.
2. Biochemistry Laboratory, UFR-Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

#### Manuscript Info

##### Manuscript History

Received: 07 July 2025

Final Accepted: 09 August 2025

Published: September 2025

##### Key words:-

Tomatoes, post-harvest losses, preservation, Aloe vera, colour change, rotting.

#### Abstract

Tomatoes in Ivory Coast suffer enormous post-harvest losses due to the lack of simple, accessible and reliable techniques for long-term storage. To remedy this, this study was conducted to explore the possibilities of using Aloe vera in the long-term storage of tomatoes after harvest while preserving their organoleptic quality. Thus, ripe green and red tomatoes from two production systems, namely tomatoes grown with either Aloe vera gel or NPK, which are organic and chemical fertilizers respectively, were evaluated. To do this, they were immersed either in aloe vera gel or in a mancozeb solution, then dried in the open air before being placed in storage baskets. The parameters observed were the visual appearance of the tomatoes, the time in days taken for the colour change and rotting of the red tomatoes, and finally the sensory analysis of the coated and preserved tomatoes. As a result, the aloe vera gel gave the tomatoes a shiny appearance and delayed the colour change from green to red by three (03) days. In addition, the control tomatoes showed 100 % rot on the 51st day, while those coated with aloe vera gel showed 66.66 % rot, and by the 60th day the rate was 73.33 %. This study showed that the appropriate stage for preserving ripe tomatoes using aloe vera gel is when they are red rather than green. Furthermore, sensory analysis showed that red tomatoes coated with the gel had organoleptic qualities that were appreciated by tasters, who found them to be very firm, less acidic and with a better aroma. Thus, aloe vera gel increases the market value of tomatoes by giving them a shiny appearance, reducing rapid rotting and preserving their functional properties. Therefore, to extend their shelf life, ripe red tomatoes should be coated with aloe vera gel.

"© 2025 by the Author(s). Published by IJAR under CC BY 4.0. Unrestricted use allowed with credit to the author."

**Corresponding Author:-**Pepe Rene NOUFE

**Address:-**Laboratory for Agricultural Production Improvement, UFR-Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

**Introduction:-**

In Côte d'Ivoire, tomatoes are one of the most widely consumed vegetables after onions and chillies (AGRICI, 2016). Annual consumption in all forms is around 105,000 tonnes (Faostat, 2013), while national production in 2020 was 47,283 tonnes, or 45 % of total consumption. The remaining 55% is met by imports. This production remains insufficient to meet the needs of the Ivorian population (Soro et al., 2007). This low productivity creates a structural deficit and makes tomatoes one of the most imported market garden crops in Côte d'Ivoire (MAHRH, 2011). Outside the rainy seasons, when there is overproduction, tomatoes are rare in the markets. This period of overproduction is also characterised by huge losses due to the lack of storage infrastructure (Kouamé, 2016). As a result, a loss of 5 to 50 % in production has been observed (Bancal & Tano, 2019). These losses are physiological in origin, through the loss of dry matter and water loss through transpiration, and microbial in origin, particularly fungal (Akpo, 2022). Thus, any conservation initiative should slow down metabolism and protect tomatoes from diseases and pests (Bancal & Tano, 2019).

Several preservation methods using chemicals have been developed to control post-harvest diseases in tomatoes and extend their shelf life. These methods are used to ensure a profitable market price for producers. However, the application doses of these products are not always respected, and some market gardeners use unconventional chemicals to treat tomatoes (Soro et al., 2008). Furthermore, their application has led to residues in the fruit, which poses a serious problem for public health and the environment (Dorais et al., 2008). It is therefore necessary to find alternative methods that are accessible and beneficial for preservation and for the consumer. The use of natural products such as *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) represents an environmentally friendly alternative to the use of chemicals.

Some researchers have used *Aloe vera* in their work on the post-harvest preservation of various fruits and vegetables. Indeed, the results of Handarini's study (2021) showed that coating chillies with *Aloe vera* gel can maintain their organoleptic quality and slow down weight loss. In addition, Chauhan et al. (2011) used *aloe vera* gel to extend the post-harvest storage of strawberries and blueberries. It has also been reported that coating with *aloe vera* gel extends the shelf life and preserves the functional properties of the coated products (Vieira et al., 2016). However, no studies have been reported on the use of *aloe vera* gel in tomato preservation in Côte d'Ivoire. Therefore, this study was initiated to explore the possibilities of using *aloe vera* gel in post-harvest preservation and organoleptic quality of tomatoes under ambient conditions.

**Materials and Methods :****Site of study:**

This study was conducted at the Agricultural Improvement and Production Laboratory (APA) of Jean Lorougnon Guédé University (UJLoG) located in the department of Daloa (central-western Côte d'Ivoire). Daloa is bounded by longitudes 6.48°W and 6.41°W and latitudes 6.91°N and 6.84°N (Adjiri et al., 2018). The climate of this region is sub-equatorial with two seasons, namely a dry season and a rainy season. The dry season lasts four months (November to February). The rainy season lasts eight months, from March to October. The rainiest months are April, August and September, with an average of 103.58 mm of rainfall per year. The average annual temperature is 26.3°C, with November and May being the driest months, with average temperatures of 26.2 and 27.9°C. The soils in this region are generally ferrallitic, moderately leached on dry land and sandy hydromorphic (Zro et al., 2018).

**Plant material:**

Two types of plant material were used in this study. The first consisted of tomatoes of the Cobra 26 variety. These tomatoes, grown on the UJLoG plot, were harvested in August 2024 and then transported to the laboratory for various tests. They were harvested at two physiologically mature stages, namely red and green (Figure 1). These tomatoes came from three production systems and followed all the technical guidelines recommended by the CNRA (2019) :

- tomatoes grown with *Aloe vera* gel;
- tomatoes grown with NPK mineral fertiliser ;
- tomatoes grown without gel or mineral fertiliser (control).

The second plant material consisted of gel extracted from the mature leaves of three-year-old *Aloe vera* plants. These plants were grown on the UJLoG experimental plot.



**Figure 1: Tomato samples**  
 A: Green tomato; B: Red tomato

**Methods:**

**Preparation of solutions used to coat fruit for preservation :**

**Aloe vera solution:**

The Aloe vera gel was obtained from 2 kg of leaves that were harvested and then transported to the APA-UJLoG Laboratory. The leaves were cleaned with water and detergent to remove all impurities. Then the spines on each side were removed. They were then laid flat on a cutting board and the thin layer on the underside was removed with a knife. The exposed gel was carefully scraped off with a spatula, stored in a jar and crushed to obtain a liquid.

**Mancozeb solution:**

The mancozeb solution was obtained by diluting 5 g of the powder in 1000 ml of distilled water. Mancozeb is used in powder form, but since the gel is liquid, this dilution was made to bring it to the same state as the gel. In addition, this product is used by some market gardeners to preserve their products after harvest.

**Coating the tomatoes:**

The coating was applied by completely immersing the tomatoes in the corresponding solution for approximately one minute. The coated tomatoes were then removed and air-dried before being placed in storage containers. The immersion time used in this study was established on the basis of preliminary tests. The choice of these conditions will facilitate its application at an industrial level and the implementation of this process.

**Setting up the experimental system:**

The tomatoes were stored at room temperature in a factorial block design (plastic basket). Each block consisted of red (ripe) or green (unripe) tomatoes stored in the basket and then arranged randomly. In each block, the physiological state of the tomatoes (unripe or ripe) and the type of coating (Table 1) were taken into account.

**Table I : Table showing the physiological state and production system of tomatoes**

		Tomato production system					
		Aloe vera		NPK		Witness	
Coating \ State	State	green	red	green	red	green	red
		Gel	TBV1	TBM1	NV1	NM1	TEV1
	Mancozeb	TBV2	TBM2	NV2	NM2	TEV2	TEM2
	Uncoated	TBV0	TBM0	NV0	NM0	TEV0	TEM0

TEV0: Tomato produced without fertiliser, green and uncoated; TEV1: Tomato produced without fertiliser, green and coated with aloe vera gel; TEV2: Tomato produced without fertiliser, green and coated with mancozeb; NV0: Tomato grown with NPK, green and uncoated; NV1: Tomato grown with NPK, green and coated with gel; NV2: Tomato grown with NPK, green and coated with mancozeb; TBV0: Tomato grown with aloe vera gel, green and uncoated; TBV1: Tomato grown with gel, green and coated with gel; TBV2: Tomato grown with gel, green and coated with mancozeb; TEM0: Tomato produced without fertiliser, red and uncoated; TEM1: Tomato produced without fertiliser, red and coated with aloe vera gel; TEM2: Tomato produced without fertiliser, red and coated with mancozeb; NM0: Tomato produced with NPK, red and uncoated; NM1: Tomato produced with NPK, red and coated with gel; NM2: Tomato produced with NPK, red and coated with mancozeb; TBM0: Tomato grown with gel, red and uncoated; TBM1: Tomato grown with gel, red and coated with gel; TBM2: Tomato grown with gel, red and coated with mancozeb.

### Observations and measurements:

The observation consisted of carefully examining each batch of tomatoes every three days until the 60th day of storage. At each observation, rotten tomatoes were removed from the batch.

### Effect of coating material on the time taken for tomatoes to change from green to red:

Only green tomatoes were considered. To this end, the transition time (DV) from green to red for each batch was considered when 100% of the tomatoes had changed colour. It starts at time  $T_0$ , which corresponds to the start of the trial, and ends at time  $T_m$

$DV = T_m - T_0$  ( $T_m = 100\%$  of tomatoes turning red).

### Effect of coating on tomato deterioration;

The effect of coating on deterioration (DT) was measured by the number of rotten tomatoes during the 60 days of storage. Every three days, tomatoes that had lost their initial appearance were removed (Figure 2).



**Figure 2: Damaged tomatoes removed from the batch**

Thus, deterioration was determined based on the number of rotten tomatoes ( $NT_p$ ) over time using the following formula:

$DT = NT_p(t)$

### Sensory analysis:

The sensory analysis involved resource persons selected at random from the UJLoG population. This population consisted of five teacher-researchers, five students and five restaurateurs. It consisted of tasting sessions that took place on 18 October 2024 at the APA (Agricultural Improvement and Production) Laboratory. The tasting consisted of consuming raw tomatoes cut into slices. The criteria used were in accordance with standard NF ISO 5492-1992, as indicated by Agassounon et al. (2012). In this standard, six criteria were evaluated: colour, acidity, aroma, juiciness, fleshiness and skin thickness. This evaluation was scored on a scale of 0 to 10 at the end of the tasting.

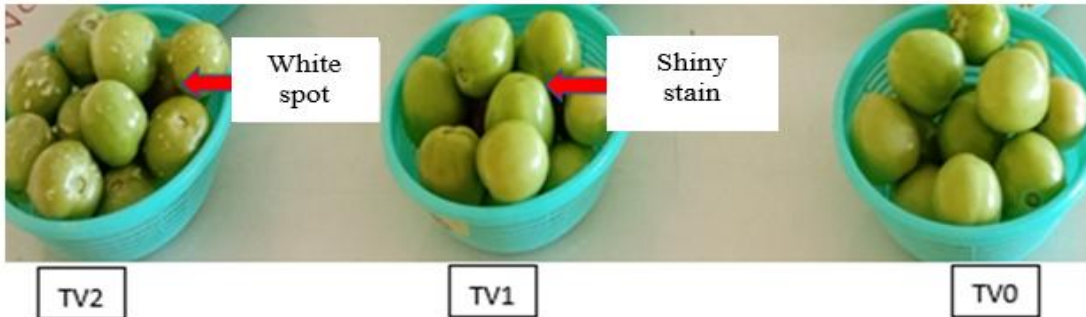
### Statistical analysis:

All data collected was entered using Microsoft Office Excel 2013 software, which was also used to plot the graphs. Then, Statistica version 7.1 software was used for statistical analysis of the data through comparison of means and analysis of variance (ANOVA) using the Student Newman Keuls test to show the existence of a significant difference between the means at the 5% threshold.

**Results and Discussion :-**

**Appearance of tomatoes after coating:**

Figure 3 shows the ripe green tomatoes after treatment, coated (TV1 and TV2) and uncoated (TV0). Tomatoes coated with aloe vera gel had a bright and shiny appearance (TV1) compared to the control tomatoes (TV0). Those coated with mancozeb showed whitish spots (TV2).

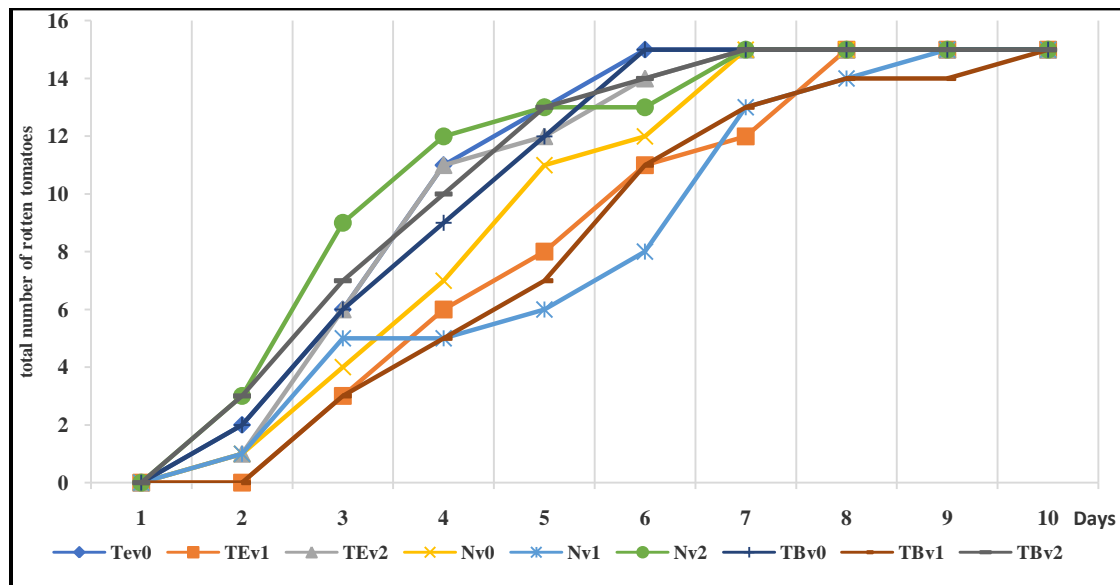


**Figure 3: Appearance of tomatoes stored in baskets after coating**

TV0 : Green tomatoes without coating; TV1: Green tomatoes coated with aloe vera gel; TV2: Green tomatoes coated with mancozeb

**Effect of coating on the time taken for green tomatoes to change colour:**

Figure 4 shows the rate at which green tomatoes turn red (ripening) over time. The resulting curves show the acceleration of ripening until it reaches its plateau, which represents 100 % red tomatoes depending on the treatment. The first tomatoes began to ripen on the second day with all treatments, but the difference between treatments was in the number of tomatoes. Thus, for the NV2 and TBv2 treatments, 20 % of tomatoes ripened, compared to 13.33 % for TEV0 and TBV0 and 6.66 % for the TEV2, NV0 and NV1 treatments. At the end of the sixth day, the TBV0 and TEV0 treatments reached a plateau, i.e. 100 % ripening. The TBV1 treatment took 10 days to reach 100 % ripeness. The other treatments had intermediate values.

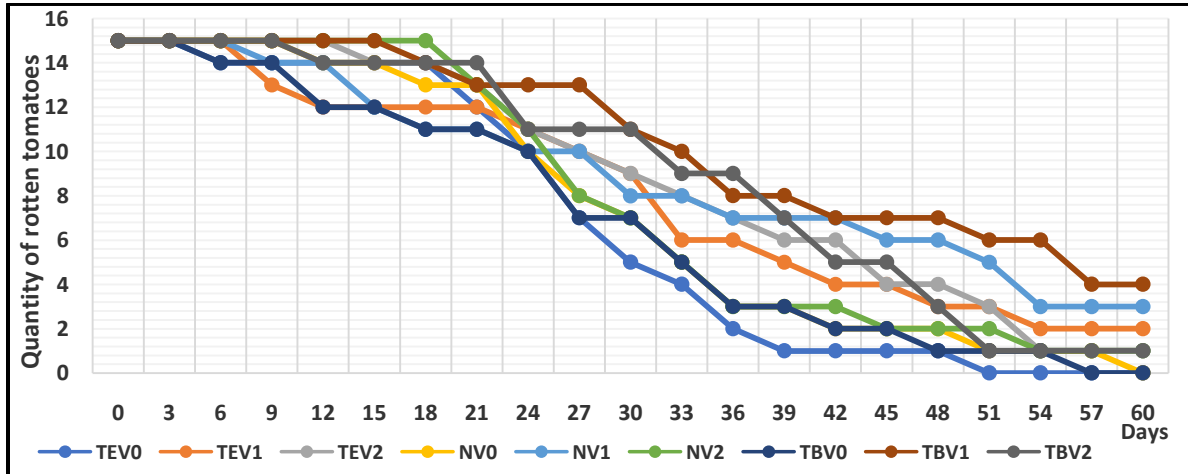


**Figure 4: Number of tomatoes ripened as a function of time**

TEV0: Tomato grown without fertiliser and not coated; TEV1: Tomato grown without fertiliser, coated with aloe vera gel; TEV2: Tomato grown without fertiliser, coated with mancozeb; Nv0: Tomato produced with NPK and not coated; NV1: Tomato produced with NPK and coated with gel; NV2: Tomato produced with NPK and coated with mancozeb; TBV0: Tomato grown with aloe vera gel and uncoated; TBV1: Tomato grown and coated with gel; TBV2: Tomato grown with gel and coated with mancozeb.

**Deterioration time of red tomatoes as a function of time:**

Figure 5 shows the curves representing the rate of deterioration (rotting) of tomatoes over time and according to treatment. The first signs of rotting began on the sixth day for treatments TEM2, TEM0 and TBM0, with 13.33 % of red tomatoes affected, and continued to progress gradually. On the 15th day of storage, rot was observed in the TBM1 and NM2 treatments, with a low percentage of 6.66 %. The time taken for 100 % of the tomatoes to rot was 51 days for TEM0 and 57 days for TBM0 and NV2. As for the other treatments, after two months or 60 days of storage, the TEM2, TEM1, NM1 and TBM1 treatments recorded 93.33 %, 86.66 %, 80% and 73.33 % rot, respectively.

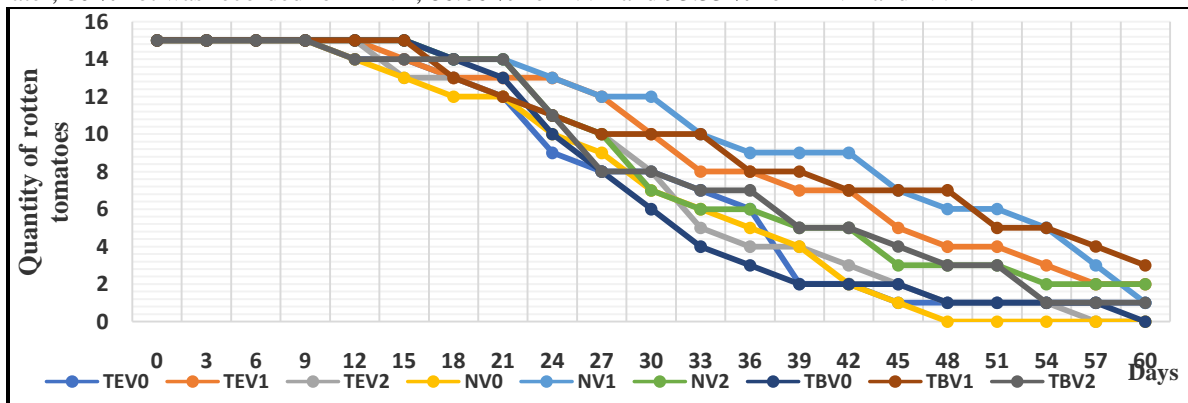


**Figure 5: Number of rotten tomatoes over time**

TEM0: Tomato grown without fertiliser, red and uncoated; TEM1: Tomato grown without fertiliser, red and coated with aloe vera gel; TEM2: Tomato grown without fertiliser, red and coated with mancozeb; NM0: Tomato grown with NPK, red and uncoated; NM1: Tomato grown with NPK, red and coated with gel; NM2: Tomato grown with NPK, red and coated with mancozeb; TBM0: Tomato grown with gel, red and uncoated; TBM1: Tomato grown with gel, red and then coated with gel; TBM2: Tomato grown with gel, red and coated with mancozeb.

**Deterioration time of green tomatoes that have turned red, depending on the weather:**

Figure 6 shows the decay rate curves for green tomatoes that have turned red, according to time and treatment. The first signs of decay appeared on the 9th day for the NV0 and TBV2 treatments, with 13.33% each, and continued gradually. On the 12th day of storage, the first signs of decay were recorded in the TEV2, NV2 and TEV1 treatments, with a lower percentage (6.66 %). The time taken for 100 % of the tomatoes to decay was observed on the 48th day for NV0, the 57th day for TEV2 and the 60th day for TBV0. As for the other treatments, two months later, 80 % rot was recorded for TBV1, 86.66 % for NV2 and 93.33 % for TBV2 and NV1.



**Figure 6: Number of rotten tomatoes over time**

TEV0: Control tomato, green and uncoated; TEV1: Control tomato, green and coated with aloe vera gel; TEV2: Control tomato, green and coated with mancozeb; NV0: Tomato grown with NPK, green and uncoated; NV1: Tomato grown with NPK, green and coated with gel; NV2: Tomato grown with NPK, green and coated with mancozeb; TBV0: Tomato grown with aloe vera gel, green and uncoated; TBV1: Tomato grown with gel, green and coated with gel; TBV2: Tomato grown with gel, green and coated with mancozeb

#### Sensorial profile of different tomato treatments:

Table II shows the average scores for the different tomato treatments after tasting. Sensory analysis showed a variation in scores for sensory parameters between treatments. The TB1 treatment had sensory parameters that were more appreciated by the tasters. It obtained a score of 7.6/10 for colour, an average acidity of 6.4/10, an aroma of 7.2/10, juiciness of 7.60/10, firmness of 7.2/10 and skin thickness of 7/10. In contrast, treatment NO was the least appreciated, with an overall score of 5.88/10.

**Table II : Sensory evaluation of tomatoes after treatment**

	Type of tomato production and coating								
Settings	TB0	TE0	N0	TB1	TE1	N1	TB2	TE2	N2
Colour	5.57	6.50	5.90	7.60	5.87	5.80	6.53	6.53	6.10
Acidity	5.60	4.93	4.87	6.40	5.40	5.87	6.37	5.60	6.13
Aroma	6.93	6.53	6.20	7.20	6.00	6.40	6.40	6.40	6.33
Juiciness	6.33	6.67	6.00	7.60	6.40	6.67	7.00	6.87	6.30
Firmness	6.87	6.13	6.13	7.20	6.20	6.53	6.87	6.93	6.53
Skin thickness	6.67	6.47	6.20	7.00	5.93	6.27	6.20	6.27	5.73
Average score	6.42	6.22	5.88	7.20	5.96	6.23	6.56	6.43	6.20

TB0: Tomato grown with gel, without coating, TE0: Control tomato without coating, NO: Tomato grown with NPK without coating, TB1: Tomato grown with gel then coated with gel, TE1: Control tomato coated with gel, N1: Tomato grown with NPK then coated with gel, TB2: Tomato grown with gel then treated with mancozeb, TE2: Control tomato coated with mancozeb, N2: Tomato grown with NPK then coated with mancozeb.

#### Tasters' assessment of the different tomato treatments:

- TB0: Tomatoes grown with uncoated aloe vera gel were rated as moderately coloured, non-acidic and with an average aroma. The fruit was perceived as very juicy and fleshy with fairly thick skin.
- TE0: the fruit was considered colourful, slightly acidic and with an aroma slightly above average. The fruit is quite juicy with a thick skin and is very fleshy.
- NO: the tomatoes were moderately coloured, slightly acidic and had an average aroma. The fruit is firm with a fairly thick skin.
- TB1: the treatment produced well-coloured, non-acidic fruit with more aroma than the other production systems. The fruit was also perceived as very juicy, fairly fleshy and with fairly thick skin.
- TE1: tomatoes grown without fertiliser and coated with gel produced moderately coloured, non-acidic fruit with above-average aroma. The fruit was also fairly juicy, quite fleshy and had moderately thick skin.
- N1: the treatment was considered to be moderately coloured, moderately acidic with an average aroma. In addition, the fruit was juicy, not very fleshy with a moderately thick skin.
- TB2: the treatment produced well-coloured, non-acidic fruit with an above-average aroma. These fruits were considered very juicy, fairly fleshy and fairly thick.
- TE2: tomatoes grown without fertiliser and treated with mancozeb were considered to be moderately coloured, slightly acidic and with an above-average aroma. The fruit was juicy, quite fleshy and had fairly thick skin.
- N2: the treatment produced well-coloured fruit that was less acidic with an average aroma. These fruits were also considered juicy and fleshy, with moderately thick skin.

**Discussion:-**

The commercial quality of tomatoes depends on several factors, including physical, chemical and sensory criteria. Tomatoes must have a bright, uniform colour, a regular shape, appropriate firmness and a pleasant flavour (Ayed & Wesal, 2022). These aspects directly influence consumer acceptance and, consequently, price and marketing. In this study, tomatoes coated with aloe vera gel had a translucent and shiny appearance, which can significantly improve the appearance of tomatoes in the eyes of consumers and boost fruit sales (Shankara et al., 2005).

Aloe vera contains a sticky, colourless gel from the leaf parenchyma (Changhong et al., 2005) that increases the shine of coated tomatoes. It has the particularity of acting on the fruit by improving its natural shine and consistency due to its antioxidant properties (Rojas-Grau et al., 2007; Namesney & Delgado, 2014). Coating tomato fruits with aloe vera also delayed the colour change from green to red in physiologically ripe tomato fruits. According to Bouzonville (2004), the antioxidants contained in aloe vera reduce the rancidity of coated products and delay their colouring. Anon (2001) attributes the slowing down of the colour change in fruit due to aloe vera gel to a delay and/or reduction in the action of ethylene. The gel reduces the rate of ethylene production in fruit. Ethylene is a plant hormone necessary for normal fruit ripening. It triggers a wide range of physical, physiological and biochemical changes that lead to deterioration in fruit quality.

The natural deterioration or senescence of tomato fruits begins with a change in colour from green to red or even orange, depending on the variety. This highly complex process involves the expression of specific genes, the production of ethylene and the acceleration of the respiration process. The total adhesion of the gel to the fruit would reduce their respiration by reducing the fruit's need for oxygen and increasing the CO<sub>2</sub> in their immediate environment, thereby delaying the development of the fruit's colour (Pila et al., 2010). Ethylene and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) play important roles in the ripening of red fruits, although their effects are different and sometimes opposite. Ethylene is a plant hormone that stimulates fruit ripening, while CO<sub>2</sub>, at high concentrations, can slow or block it. The gel layers on the coated fruits also serve as a protective barrier against microorganisms involved in the post-harvest degradation process, which delays the senescence or rotting process of tomatoes. In this study, the coated tomato fruits were preserved for more than 60 days.

Aloe vera gel has proven antimicrobial and antifungal properties (Michayewicz, 2013) and other molecules such as aloe-emodin and aloeonin are responsible for slowing down fruit rot. Aloe vera gel is therefore more effective against microorganisms such as *Rhizoctonia Solani*, *Penicillium digitatum*, *P. expansum*, *B. cinerea* and *A. alternata* (Jasso et al., 2005). These microorganisms are commonly involved in post-harvest degradation of seeds and fruit (Tonessia et al., 2018). Aloeroid, an immunostimulant polysaccharide contained in the gel, is believed to be responsible for this effectiveness. Valero (2020) used aloe vera gel to preserve grapes for 35 days, compared to seven days for the control group. Padmaja & Bosco (2014) succeeded in preserving jujube fruit coated with aloe vera gel at room temperature for up to 45 days, compared to 21 days for the control group.

The protective barrier formed by the gel between the fruit and the environment is thought to slow down the senescence process in coated tomatoes. The aloe vera gel creates a layer that closes the pores of the fruit, which are pathways for gas exchange and transpiration. Furthermore, it appears that the gel has powerful antioxidant properties that prevent free radicals from oxidising fruit cells. According to Mengong et al. (2021), the antioxidant properties of the gel break the chain of free radical creation, thereby limiting or even stopping cell degradation and ageing. Furthermore, it appears that the gel's effectiveness is due to the presence of molecules such as polyphenols and flavonoids in aloe vera (Addou et al., 2020).

Aloe vera is mainly known for its use in cosmetics and food. Due to its high amino acid content, it is used as a dietary supplement and can be safely consumed with coated products (Aminudin & Nawangwulan, 2014). However, what about its organoleptic impact on coated fruits. Sensory analysis of tomatoes according to different treatments shows that tomato fruits coated with aloe vera gel have appreciable organoleptic quality. These fruits were also judged by tasters to be very firm and thicker than untreated fruits. This result is similar to those of Athmaselvi et al. (2013), who reported higher firmness in tomatoes coated with aloe vera gel.

Authors such as Ali et al. (2010) and Padmaja & John (2014) have reported that coating tomato fruits improves their firmness. The results of this study are also consistent with the report by Padmaja & John (2014), which showed that Aloe-pectin treatment significantly reduces the loss of firmness in tomatoes during storage. With regard to the acidity of tomatoes, treating the fruit with aloe vera gel significantly improved it by making them less acidic. This

result can be explained by the effect of the gel on the metabolic activity of the organic acid that is responsible for the respiratory process (Echeverria & Valich, 1989). As for the qualitative value of tomato aroma, fruits produced on substrates enriched with aloe vera gel and then coated were rated by tasters as having a better aroma. Aloe vera gel can preserve the fruity aroma of tomatoes during storage.

### **Conclusion :-**

This study evaluated the effectiveness of aloe vera gel on the preservation and organoleptic quality of tomatoes. It was found that coating tomatoes with aloe vera gel gave them a shiny appearance and delayed the colour change of green tomatoes by three days. In addition, tomatoes grown and coated with the gel had a shelf life of more than 60 days, compared to only 48 days for the control tomatoes. Sensory analysis also showed that tomatoes coated with the gel were preferred by tasters based on colour, acidity, aroma and skin thickness. Aloe vera gel therefore prolongs the ripening of tomatoes, reduces rapid deterioration and improves the visual quality of the products. Aloe vera can be said to be a promising bio-preservative. Consequently, these gel-based coatings have a beneficial impact on the quality of tomatoes and reduce food waste.

### **Conflict Of Interest**

There is no conflict of interest.

### **References:-**

1. Adjiri, A., Koné, B., Aka, N., Djabaté, I., Diakité, I. & Brou, D. (2018). Physicochemical characterisation and source of groundwater mineralisation in the departments of Daloa and Zoukougbeu, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4): 2388-2401.
2. Agassounon, D. T. M., Gomez, S., Tchobo, F., Soumanou, M. & Toukourou, F. (2012). Testing tomato preservation using the immersion dehydration technique. *International Journal of Biology and Chemistry Science*, 6(2) : 657-669.
3. Akpo, F.A. (2022). Development of a method for preserving tomatoes (*Solanum lycopersicum*) through the application of cold temperatures and plant extracts with anti-ripening and antifungal properties. Joint doctoral thesis from Avignon University and Nangui Abrogoua University, Ivory Coast, 169 p.
4. Aminudin, P. & Nawangwulan, S. (2014). The effect of edible aloe vera gel on the quality and shelf life of cucumbers. *Journal of Ecology*, 14 (1): 1-12.
5. Anon, N.C. (2001). Determination of variable acidity in fruit and vegetable products, NC-ISO 750, National Standardisation Office, Havana, Cuba, edition 1, 9 p.
6. Anonymous 1 (2020). Using aloe vera to preserve food. Retrieved on 14/08/2021 from <https://www.buzz4bio.com>.
7. Ayed, A. & Wesal, Y. R. (2022). Tomato Components and Quality Parameters. A Review. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 18 (3): 199-220.
8. Bancal, V. & Tano K. (2019). Study of methods for reducing post-harvest losses in market gardening crops in Côte d'Ivoire. Montpellier: CIRAD, 13 p.
9. Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P.J., Guillen, F. & Martinez-Romero, D. (2010). Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*, 57(3) : 183-188.
10. Chauhan, O.P., Raju, P.S., Singh, A. & Bawa, A.S. (2011). Shellac and aloe gel-based surface coatings to maintain the quality of apple slices. *Food Chem.* 126: 961–966.
11. Chrysargyris, U., Nikou, U. & Tzortzakis, T. (2016). Effectiveness of Aloe vera gel coating in maintaining tomato quality. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 44(3): 203-207.
12. Ezeagba, U.J.M. (2023). The use of Aloe vera in shelf life extension of fresh fruits. *Euroasian experiment journal of medicine and medical Sciences*, 4 (1) : 1-4.
13. Faostat. (2018). Record high global tomato production. [www.Hortitecnnews. Com](http://www.Hortitecnnews.Com) Accessed 28 September 2024
14. Handarini, K. (2021). Lidah Buaya (Aloe vera) sebagai Edible Coating pada Cabai Merah (*Capsicum annum*) dan Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Journal Agroscience*, 11(2) : 157–169.
15. Jasso, D., Hermendez, D., Garcia, R. & Angulo, J.L. (2005). In vitro antifungal activity of Aloe vera pulp and liquid fraction against phytopathogenic fungi. *Industrial Crops and Products*, 21 : 81-87
16. MAHRH. (2011). Analysis report on the market gardening module. Phase 2 study report: 2010-2011, Ministry of Agriculture, Hydraulics and Human Resources, 318 p.

17. Mengong, M. H., Ndjoh, J., Nnanga, E., Aka, L.K. & Bengondo, M. (2021). Antioxidant Activity of Aloe Schuereifurthii and Maintenance of Periodontal Cell Vitality in an Ejected Immature Permanent Tooth, *Health Science Disease*, 22(12): 71-76
18. Michayewicz, N. (2013). Aloe vera, a medicinal plant traditionally and widely used for thousands of years, with numerous therapeutic properties. Miracle plant. Doctoral thesis in pharmacy. University of Lorraine, France, 149 p.
19. Nabigol, A. & Asghari, A. (2013). Antifungal activity of aloe vera gel on the quality of minimally processed pomegranate arils. *International Journal of Agronomie*, 4 : 833-838
20. Namesny, A. & Delgado, A. (2014). Postharvest – Directory of producers, packagers, processors and distributors. *Especialistes en Serveis per a la Producció Editorial*, SL, Valencia, Spain, pp. 26–41.
21. Nasution, R. S., Yahya, H. & Harahap, M. R. (2019). The effect of carrageenan from red algae (*Eucheuma cottonii*) from Aceh Province as an edible coating on fruit shelf life. *Al-Chimie*, 7 (2), 100-112.
22. Padmaja, N. & Don, B.S. D. (2014). Preservation of jujube fruit using an edible aloe vera gel coating to maintain quality and safety, *Ind. J. Sci. Res. and Tech.* 2(3):79-88
23. Paladine, D., Valero, D., Juan, M., Huerts, D.M. & Domigo, M.R. (2014). The addition of rosehip oil enhances the beneficial effect of aloe vera gel on delaying ripening and maintaining post-harvest quality in several stone fruits. *Biology and Post-Harvest Technology*, 2: 23-28.
24. Pila, N., Gol, N. B. & Rao, T. V. R. (2010). Effect of Postharvest Treatments on Physiochemical Characteristics and Shelf Life of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) Fruits during Storage. *American European Journal Agriculture Environment Science*, 9(5) : 470-479.
25. Rojas-Grau, M., Raybaudi-Massilia, R., Fortuny, S., Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45 : 254–264.
26. Sangaré, A., Koffi, E.M., Akamou, F.M. & Fall, C.A. (2009). National report on the state of plant genetic resources for food and agriculture. Republic of Côte d'Ivoire. Ministry of Agriculture. State of plant genetic resources for food and agriculture: Second national report, Côte d'Ivoire, 63 p.
27. Shankara, N., van, L.J., Marja, G., Martin, H. & Barbara, v. D. (2005). Tomato cultivation: production, processing and marketing *Agrodok 17*, Agromisa Foundation and CTA, Wageningen, 105 pp.
28. Tonessia, D. C., Kotchi, V., Gore, B.N., Kouassi, K.D., Soro, L., Soumahin, E.F., Akaffou, D.S., Kouadio, Y.J. & Aké, S. (2018). Sanitary Diagnosis of Cotton Cultivation in the West Central Region of Côte d'Ivoire. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 6(2) : 01-09.
29. Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Castillo, S. & Serrano M. (2013). Effects of edible alginate coating on the preservation of fruit quality in four plum cultivars during post-harvest storage. *Postharvest Bio. Tech.* 77: 1–6.
30. Zirihi, G.N., Soro, S., Kone, D. & Kouadio, Y.J. (2008). Antifungal activity of natural combretum sp extract in vitro on three soil-borne fungal species in tomato crops in Ivory Coast, review . *Ivoirian Science and technology.*, 131-142.
31. Zro, F.G.B., Guéi, A.M., Nangah, Y.K., Soro, D. & Bakayoko, S. (2016). Statistical approach to the analysis of the variability and fertility of vegetable soils of Daloa (Côte d'Ivoire). *African Journal of Soil Science*, 4 (4) : 328-338.

## COMMUNICATION

1. Une communication tirée de cette thèse a été présentée à la Journée de réflexion scientifique sur l'Agroécologie et l'Agroforesterie (JRS2A) organisée par **le Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD)** de l'Université Félix Houphouët Boigny, le **réseau NOARA** et de l'**ONG AIDD** le **31 juillet 2025** à l'Université de Bingerville.



RESEAU DE L'AGENCE AGRICOLE RECHERCHE EN AFRIQUE  
شبكة الباحثين في الزراعة العضوية بالريف



Apprentissage Recherche et Développement

## JOURNEE DE REFLEXION SCIENTIFIQUE SUR L'AGROECOLOGIE ET L'AGROFORESTERIE

# ATTESTATION DE COMMUNICATION

Le Réseau des Chercheurs en Agriculture Biologique en Afrique (NOARA) de Côte d'Ivoire, le Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (WASCAL/CEA-CCBAD) de l'Université Félix Houphouët-Boigny, et l'ONG Action pour l'Innovation et le Développement Durable (ONG AIDD) certifient que :

**M. NOUFE PÉPÉ RENÉ**

a participé et présenté une communication orale lors de la Journée de Réflexion Scientifique sur l'Agroécologie et l'Agroforesterie (JRS2A), tenue le jeudi 31 juillet 2025 à Bingerville.

Thème : « Effet des extraits aqueux de Aloe vera sur la croissance et le rendement de la culture de tomate à Daloa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) »

En foi de quoi, la présente attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Abidjan, le 31 Juillet 2025

Dr. Kouame K. Didier  
Biosciences  
Université Félix Houphouët-Boigny  
E-mail: dkouame@univ-bf.ci  
07 07 75 43 61

Le Réseau des Chercheurs  
en Agriculture Biologique en Afrique  
(NOARA) de Côte d'Ivoire  
TEL : 07 49 43 30 50 / 07 09 01 33 55  
07 09 42 20 56  
Email : noara225.ci@yahoo.com

LE PRESIDENT

Dr KOUAME K DIDIER  
Président de la Commission  
Scientifique JSR2A

Dr KANGA N'GUESSAN MARTIAL  
Président du Réseau des Chercheurs en Agriculture  
Biologique en Afrique (NOARA) de Côte d'Ivoire

Coordonnateur  
Adjoint au projet

CEA CCBAD

Dr. CHERIF MAMADOU  
Directeur de l'UFR BIOSCIENCES/UFHB  
Coordonnateur de WASCAL/CEA-CCBAD

## RÉSUMÉ

La culture de tomate est soumise à de nombreuses contraintes de production. Sa conservation à longue durée est également un problème crucial auquel fait face la population Ivoirienne. Ainsi, l'étude a été réalisée afin d'évaluer l'effet biofertilisant, biopesticide et conservateur du gel et des extraits aqueux de *Aloe vera* sur la tomate cultivée dans la région du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire). La méthodologie a débuté par une enquête sur les maraichers. Pour ce faire, les producteurs et commerçants ont d'abord été interrogés sur les techniques de production et de conservation de la tomate. Ensuite, l'effet du gel de *Aloe vera* a été évalué sur la germination des graines de tomates et la vigueur des plantules selon un dispositif en Split-plot en pépinière. Au champ, quatre concentrations de gel (25 %, 50 %, 75 % et 100 %) et quatre doses de broyat de feuilles (15 g, 30 g, 60 g et 100 g) ont été testées sur la culture de tomate selon le dispositif de Fisher. Enfin, l'efficacité de l'enrobage des tomates avec le gel de *Aloe vera* en conservation a été évalué. Les résultats ont révélé que le moyen le plus utilisé a été le regroupement dans des paniers. De plus, la classe d'âge prédominante des maraichers est comprise entre 15 et 30 ans. En pépinière, les graines enrobées avec le gel ont enregistré le taux de germination le plus élevé (90,53%) et le temps de germination le plus rapide (3 jours), surpassant les graines traitées avec le mancozèbe et le témoin. La hauteur des plantules et le nombre de feuilles ont été significativement influencés par le type de substrat ( $p < 0,03$ ), sans différence notable entre les substrats traités avec le gel et NPK. Aussi, il ressort que les extraits aqueux d'Aloès ont des effets positifs sur la croissance végétative de tomate avec des valeurs supérieures à celles des témoins. Par ailleurs, le traitement avec 100 % de gel a favorisé une variation de la hauteur de 81,12 cm contre 60 cm pour le témoin, 4 cm de diamètre contre 3,26 cm pour témoin et a induit en moyenne 28 feuilles contre 17 pour le témoin. De plus, le rendement a été plus important avec 100 % de gel (34,67 t/ha de tomates) contre 8,29 t/ha pour le témoin. Concernant la post-récolte, le gel a donné un aspect luisant et a retardé le changement de coloration des tomates vertes de trois (03) jours. De plus, les tomates témoins ont enregistré 100 % de pourrissement au 51<sup>ème</sup> jour comparativement à celles enrobées avec le gel qui ont obtenu 73,33 % après 60 jours. Par ailleurs, l'analyse sensorielle a montré que les tomates enrobées avec le gel ont présenté une qualité organoleptique appréciable et ces dernières ont été jugées très fermes avec un meilleur arôme. Ainsi, pour une meilleure conservation, il conviendrait d'enrober les tomates mures rouges avec le gel et de les conserver de préférence dans un panier.

**Mots clés :** Tomate, contrainte de production, conservation a longue durée, biopesticide, *Aloe vera*, Côte d'Ivoire

## ABSTRAT

Tomato cultivation is subject to numerous production constraints. Long-term preservation is also a crucial issue facing the Ivorian population. Consequently, this study was conducted to evaluate the biofertiliser, biopesticide and preservative effects of the gel and aqueous extracts of *Aloe vera* on tomatoes grown in the Haut-Sassandra region (Ivory Coast). The methodology began with a survey of market gardeners. To this end, producers and traders were first interviewed about tomato production and preservation techniques. Subsequently, the effect of *Aloe vera* gel was assessed on tomato seed germination and seedling vigour using a Split-plot design in a nursery. In the field, four gel concentrations (25%, 50%, 75% and 100%) and four doses of leaf mulch (15 g, 30 g, 60 g and 100 g) were tested on tomato crops using Fisher's design. Finally, the effectiveness of coating tomatoes with *Aloe vera* gel for storage was evaluated. The results revealed that the most commonly used method was grouping in baskets. Furthermore, the predominant age group of market gardeners is between 15 and 30 years old. In the nursery, seeds coated with gel recorded the highest germination rate (90.53 %) and the fastest germination time (3 days), outperforming seeds treated with mancozeb and the control. Seedling height and number of leaves were significantly influenced by substrate type ( $p < 0.03$ ), with no notable difference between substrates treated with gel and NPK. It also appears that aqueous extracts of aloe have positive effects on the vegetative growth of tomatoes, with values higher than those of the control group. Furthermore, treatment with 100 % gel promoted a variation in height of 81.12 cm compared to 60 cm for the control, 4 cm in diameter compared to 3.26 cm for the control, and induced an average of 28 leaves compared to 17 for the control. In addition, the yield was higher with 100 % gel (34.67 t/ha of tomatoes) compared to 8.29 t/ha for the control. With regard to post-harvest, the gel gave the tomatoes a shiny appearance and delayed the colour change of green tomatoes by three (03) days. In addition, the control tomatoes showed 100 % rot on the 51st day, compared to 73.33 % for those coated with the gel after 60 days. Furthermore, sensory analysis showed that tomatoes coated with the gel had appreciable organoleptic quality and were considered very firm with a better aroma. Therefore, for better preservation, ripe red tomatoes should be coated with gel and preferably stored in a basket.

**Key words:** Tomato, production constraints, long-term storage, biopesticide, *Aloe vera*, Ivory Coast