

BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION (MESRSI)

UNIVERSITE NAZI BONI (UNB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION: AGRONOMIE

Thème:

Suivi phytosanitaire des accessions de tomates (*Solanum lycopersicum* (L.)) en saison chaude et humide à la station de Farako-Bâ

Présenté par: **Djamala SIB**

Maître de stage: **Dr Léonard S. OUEDRAOGO**

Directeur de mémoire: **Pr Irénée SOMDA**

Co-Directeur de mémoire: **Dr Schémaéza BONZI**

N° :.....2017/AGRO

Juillet 2017

TABLE DES MATIERES

	Pages
TABLE DES MATIERES	i
Dédicace.....	V
Remerciements.....	vi
Sigles et abréviations	vii
Liste des tableaux et figures.....	viii
Liste des photos et des planches	ix
Résumé.....	x
Abstract	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1. Généralités sur la tomate	4
1.1.1. Origine et systématique de la tomate	4
1.1.2. Description botanique	4
1.1.3. Ecologie	5
1.2. Production et importance économique de la tomate	5
1.2.1. Production de la tomate dans le monde	5
1.2.2. Production de la tomate en Afrique	6
1.2.3. Importance économique et production de la tomate au Burkina Faso.....	6
1.2.4. Importance alimentaire et nutritionnelle de la tomate	6
1.3. Création de variétés de tomate pour la production hivernale au Burkina Faso.....	7
1.4. Maladies et ravageurs de la tomate	7
1.4.1. Contraintes abiotiques.....	8
1.4.2. Ravageurs de la tomate	8
1.4.2.1. Nématodes.....	8
1.4.2.2. Acariens.....	9
1.4.2.3. Insectes.....	9
1.5. Maladies parasitaires de la tomate au Burkina Faso	9
1.5.1. Principales maladies fongiques de la tomate au Burkina Faso.....	9
1.5.1.1. Alternariose.....	9

1.5.1.2.	Fusariose.....	10
1.5.1.3.	Moisissure grise.....	10
1.5.2.	Principales maladies bactériennes de la tomate au Burkina Faso.....	11
1.5.2.1.	Flétrissement bactérien.....	11
1.5.2.2.	Moucheture bactérienne.....	12
1.5.2.3.	Chancre bactérien.....	13
1.5.3.	Principales maladies virales de la tomate au Burkina Faso.....	13
1.5.3.1.	Virus de la mosaïque du tabac.....	13
1.5.3.2.	Virus de la mosaïque de la tomate.....	13
1.5.3.3.	Virus des feuilles jaunes en cuillère.....	14
1.5.3.4.	Virus de la maladie bronzée de la tomate.....	15
1.6.	Moyens de lutte contre les ennemis de la tomate.....	15
1.6.1.	Moyens prophylactiques.....	15
1.6.2.	Moyens culturaux.....	15
1.6.3.	Moyens chimiques.....	15
1.6.4.	Moyens biologiques.....	16
1.6.5.	Moyens génétiques.....	16
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES.....		18
2.1.	Matériel.....	19
2.1.1.	Présentation de la zone d'étude.....	19
2.1.1.1.	Situation géographique.....	19
2.1.1.2.	Sol.....	19
2.1.1.3.	Climat.....	19
2.1.1.4.	Végétation.....	20
2.1.2.	Matériel végétal.....	21
2.2.	Méthodes.....	21
2.2.1.	Mise en place de la pépinière.....	21
2.2.2.	Dispositif expérimental.....	21
2.2.3.	Conduite de la culture.....	24

2.2.4. Opérations d'entretien	24
2.2.5. Evaluation des taux de reprise. évaluation des maladies fongiques et bactériennes de la tomate.....	24
2.2.6. Echantillonnage	25
2.2.7. Isolement et purification d'une bactérie: <i>Ralstonia solanacearum</i>	25
2.2.7.1. Test de verre d'eau.....	26
2.2.7.2. Isolement et purification des souches.....	26
2.2.7.3. Préparation de suspension bactérienne.....	26
2.2.8. Isolement et purification des champignons	27
2.2.8.1. Isolement en chambre humide.....	27
2.2.8.2. Purification et caractérisation des champignons.....	27
2.2.8.3. Conservation des isolats fongiques.....	28
2.2.8.4. Test de pouvoir pathogène et Postulat de Koch.....	28
2.3. Analyses statistiques.....	29
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION	30
3.1. Résultats	31
3.1.1. Résultats des activités menées au champ.....	31
3.1.1.1. Taux de reprise des plants des différentes accessions de tomate après repiquage.....	31
3.1.1.2. Niveau d'infection des plantes de tomate.....	31
3.1.1.2.1. Maladies fongiques identifiées en lien avec les symptômes décrits.....	31
3.1.1.2.2. Maladies bactériennes de la tomate en lien avec les symptômes décrits.....	32
3.1.1.3. Prévalence des maladies fongiques sur les accessions de tomate.....	33
3.1.1.4. Prévalence des maladies bactériennes sur les accessions de tomate.....	34
3.1.1.5. Niveau de variabilité de la sévérité des maladies sur les accessions de tomate.....	35
3.1.1.5.1. Sévérité des maladies fongiques.....	35
3.1.1.5.2. Sévérité des maladies bactériennes.....	36

3.1.2. Résultats des activités menées au laboratoire	37
3.1.2.1. Résultats de l'isolement des champignons pathogènes identifiés au champ.....	37
3.1.2.2. Diversités morphologiques des conidies de champignons phytopathogènes.....	38
3.1.2.3. Isolement de la bactérie <i>Ralstonia solanacearum</i> sur une plante de tomate flétrie.....	40
3.1.3. Résultats des tests de pathogénicité.....	40
3.1.3.1. Cas des champignons phytopathogènes.....	40
3.1.3.2. Cas de <i>Ralstonia solanacearum</i>	42
3.2. Discussion	43
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	48
WEBOGRAPHIE.....	53
ANNEXES.....	A

Dédicace

À mon oncle **SHEP Helguilè** et sa femme **HIEN Kerbou Christiane** qui ont fait de moi l'homme que je suis aujourd'hui. Qu'ils trouvent par ce travail, l'affirmation de cet homme:

À tous **les membres de ma famille** qui m'ont entouré de leurs affections et de leurs conseils prodigieux:

À mon tuteur **DA Lédine** et sa femme **DA Lonatourémi** qui m'ont accepté dans leur foyer, au sein duquel j'ai fait mes cinq ans de formation universitaire au Burkina Faso.

Remerciements

Si ce document est à mon actif, force est de reconnaître que le travail n'aurait pu être mené à bien sans les efforts conjugués de plusieurs personnes. Je saisis donc l'opportunité pour exprimer ma sympathie et ma profonde gratitude à tous ceux qui ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à sa réalisation. Ce sont:

-Docteur W. Vianney TARPAGA, Chef de Programme Cultures Maraîchères, Fruitières et Plantes à Tubercules (CMFPT) pour nous avoir acceptés au sein du programme;

-Docteur Léonard S. OUEDRAOGO, notre maître de stage, pour son encadrement et ses multiples conseils;

-Professeur Irénée SOMDA, Enseignant-chercheur à l'Université Nazi Boni(UNB), responsable du laboratoire de phytopathologie de l'IDR. Coordinateur du Projet Clinique des Plantes et notre directeur de mémoire qui a bien voulu accepter être le garant scientifique du présent mémoire. Nous lui exprimons toute notre gratitude.

-Docteur Schémaéza BONZI, Enseignant-Chercheur à l'Université Nazi Boni (UNB), notre co-Directeur de mémoire, pour son sens de l'écoute et sa constante disponibilité à apporter des réponses à chacune de nos préoccupations. Merci également pour les amendements apportés au document:

-Docteur Ibrahima OUEDRAOGO, Directeur Régional de la Recherche Environnementale et Agricole (DRREA) de l'Ouest, chef du Laboratoire phytopathologie de Farako-Bâ, qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire et pour avoir mis à notre disposition le matériel nécessaire:

-Messieurs Oumarou DIANDA, Oumarou TRAORE, Oumar Cheick TRAORE et Fousséni BORO, pour leurs franches implications, soutiens et conseils multiformes dans l'élaboration du protocole, la collecte des données et la rédaction du document;

-Docteur Nofou OUEDRAOGO, pour sa disponibilité, ses conseils et orientations scientifiques, pour l'analyse des données;

-L'ensemble du personnel du Laboratoire Mixte international et du Laboratoire de Phytopathologie de Farako-Bâ: Dr Charlotte FOLLENAERE, Manaka DOUANIO, Paul ILBOUDO, Chikita Juliana NIKIEMA, Aristide ZONOU, Dr Adama NEYA pour leurs soutiens multiples;

Que tous ceux dont les noms n'ont pu être cités, trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Sigles et abréviations

ACTA: Association de Coordination Technique Agricole

CFU: colonies-formées par unité

CIRAD: Centre International en Recherche Agronomique pour le Développement

CMFPT: Cultures Maraîchères Fruitières et Plantes à Tubercules

CORAF: Centre Ouest et centre africain pour la Recherche et le développement agricole

DRREA-O: Direction Régional de Recherches Environnementales et Agricole l'Ouest

FAO: Food and Agriculture Organization

FBT: Farako-Bâ Tomate

IDR: Institut du Développement Rural

INERA: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

JAI: Jour après inoculation

JAR: Jour après repiquage

LMI: Laboratoire Mixte International

Ma/IIa: Matière active/hectare

MAHRIH: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MASA: Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire

MESRSI: Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation

PDA: Potato Dextrose Agar

PNTTA: Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture

PV: Protection des Végétaux

SMSA: Semiselective South Africa Agar

TMV: Tobacco Mosaic Virus

T₀MV: Tomato Mosaic Virus

TSWV: Tomato Spotted Wilt Virus

TYLCV: Tomato Yellow Leaf Curl Virus

UNB: Université Nazi Boni

Liste des tableaux et figures

Liste des tableaux	Pages
Tableau I: Caractéristiques agronomiques des variétés FBT de tomate d'hivernage au Burkina Faso	7
Tableau II: Dispositif de collection testée	24
Tableau III: Liste des accessions utilisées pour le test de pathogénicité et leurs agents pathogènes correspondants	29
Liste des figures	
Figure 1: Pluviométrie mensuelle (en mm) et hygrométrie mensuelle (en %) enregistrées à Farako-Bâ au cours de l'année 2016	20
Figure 2: Températures maxima et minima mensuelles (en °C) à Farako-Bâ au cours de la période juillet 2016 à décembre 2016	20
Figure 3: Dispositif expérimental (A) avec les détails d'une parcelle utile(B)	23
Figure 4: Taux de reprise des accessions de tomate après repiquage en fonction de la fréquence des accessions (en %)	31
Figure 5: Moyenne de la prévalence des maladies fongiques de toutes les observations	33
Figure 6: Evolution des maladies fongiques sur les accessions de tomate étudiées	34
Figure 7: Répartition des accessions attaquées par les maladies bactériennes en fonction de la moyenne de la prévalence totale de chaque maladie.	34
Figure 8: Evolution des maladies bactériennes sur les accessions de tomate étudiées	35
Figure 9: Moyenne de la sévérité des maladies fongiques observées au cours des cinq observations.	36
Figure 10: Moyenne de la sévérité des maladies bactériennes observées au cours des cinq observations	36

Liste des photos et des planches

Pages

Liste des photos

Photo 1: Contraintes abiotiques de la tomate (A et B: éclatement des fruits de tomate).....	8
Photo 2: Symptômes de l'alternariose sur feuille(a) et tige(b).....	10
Photo 3: Symptômes de la moisissure grise due à <i>Botrytis cinerea</i> (a : sur feuille, b : sur tige).....	11
Photo 4: Symptômes du flétrissement bactérien de la tomate dû à <i>Ralstonia solanacearum</i> (a: plante flétrie: b: exsudation de crème bactérien sur tige sectionnée).....	12
Photo 5: Symptômes de la moucheture bactérienne sur feuille de tomate.....	13
Photo 6: Symptômes de la maladie virale causée par TYLCV (a et b: enroulement et jaunissement des feuilles).....	14
Photo 7: Pépinière à une semaine après semis. A: bacs à même le sol, B: bacs surélevés.....	21
Photo 8: Isolement des souches bactériennes : A : Tiges de plantes flétries utilisées pour l'isolement ; B : Fragments de tige ; C : broyage ; D : Ajout de 2 ml d'eau.....	26
Photo 9: Test de pathogénicité: A: avec <i>Ralstonia solanacearum</i> . B: avec les agents pathogènes fongiques.....	29
Photo 10: Flétrissement bactérien causé par <i>Ralstonia solanacearum</i> : a: plante flétrie, b: <i>Ralstonia solanacearum</i> sur milieu SMSA.....	40
Photo 11: Flétrissement d'une plante de tomate inoculée par <i>Ralstonia solanacearum</i> (a: plante saine, b: plante flétrie 3 JAI).....	42

Liste des planches

Planche I: Symptômes de maladies bactériennes sur les organes de la plante de tomate observés en plein champ au cours de l'essai.....	32
Planche II: Symptômes de maladies fongiques sur les organes de la plante de tomate.....	38
Planche III: Quelques espèces fongiques identifiées sur la base de leur conidie au Grossissement 40X (a: <i>Aspergillus niger</i> , b: <i>Alternaria solani</i> , c: <i>Cercospora fuligena</i> , d: <i>Aspergillus flavus</i> , e: <i>Botrytis cinerea</i>).....	39
Planche IV: Symptômes induits par les agents pathogènes fongiques sur plante de tomate.....	42

Résumé

La tomate est l'une des spéculations prometteuse au Burkina Faso. Cependant, sa production est confrontée à d'énormes contraintes d'ordres abiotiques et biotiques. Il est donc nécessaire, pour mener une production adéquate actuelle et future de tomate et atteindre des résultats escomptés, de connaître les différentes caractéristiques de la variété choisie. Pour ce faire, une étude sur l'état sanitaire de 208 accessions et une variété de tomate a été réalisée au centre de recherche agronomique de Farako-Bâ à Bobo-Dioulasso. Cette étude avait pour but de renseigner les producteurs sur les maladies fongiques et bactériennes qui sévissent sur les plantes de tomate au champ. Spécifiquement, l'étude a porté sur l'évaluation de la prévalence et de la sévérité des maladies au champ, et aussi sur l'isolement des agents pathogènes fongiques et bactériens se développant sur les organes des plantes. Les 208 accessions sont de provenance diverse et la variété de tomate FBT3 de Farako-Bâ a servi de témoin dans l'expérimentation. Le dispositif expérimental utilisé est de type collection testée. Les observations ont lieu toutes les deux semaines. Sur la base de la clé d'identification des symptômes de Brad et Wayne, des échantillons de tomate ont été prélevés pour isolement des agents pathogènes au laboratoire. L'étude au champ révèle que les maladies fongiques: l'alternariose, la cercosporiose, la corynésporiose, la fusariose et la moisissure grise, attaquent plus les plantes de tomate avec des prévalences respectives de 45%, 34%, 13%, 5% et 3%. En outre, les maladies bactériennes que sont la moucheture bactérienne, la gale bactérienne, le chancre bactérien et le flétrissement bactérien apparaissent sur les plantes de tomate étudiées avec des prévalences respectives de 58%, 26%, 15% et 1%. La sévérité de toutes ces maladies sur les différentes accessions, évolue progressivement jusqu'à atteindre un nombre élevé de feuilles, de tiges et de fruits. Quant aux activités de laboratoire, les agents pathogènes responsables des maladies fongiques observées sur les échantillons attaqués sont *Alternaria solani* (Alternariose), *Cercospora fuligena* (Cercosporiose), *Corynespora cassiicola* (Corynésporiose), *Fusarium oxysporum* (Fusariose) et *Botrytis cinerea* (Moisissure grise). La bactérie pathogène responsable du flétrissement bactérien isolée est *Ralstonia solanacearum*. Les résultats de notre expérimentation indiquent donc une diversité des maladies fongiques et bactériennes sur les accessions de tomate ainsi que sur la variété témoin FBT3.

Mots clés: Maladies, Evaluation, Agent pathogène, Tomate, Burkina Faso

Abstract

Tomato is one of the promising speculations in Burkina Faso. However, its production is facing enormous biotic and abiotic constraints. It is therefore necessary, for a good production now and in the future, and in order to reach the expected results, to know the different kinds of the chosen product. So, a study on the health status of 208 accessions and a variety of tomatoes was carried out at the Farako-Bâ Agricultural Research Center in Bobo-Dioulasso. The purpose of that survey was to inform producers about the fungal and bacterial diseases affecting tomato plants in the field. Especially, the study focused on assessing the prevalence and severity of field diseases and also about on the isolation of fungal and bacterial pathogens growing on the organs of the plants. The 208 accessions are of diverse provenance and the Farako-Bâ tomato variety FBT3 served as a control in the experiment. The experimental device used is of the tested collection type. Observations take place every two weeks. Based on the key of Brad and Wayne symptom identification, tomato samples have been collected for laboratory isolation. The survey in the field shows that fungal diseases: the early blight, the cercospora leaf mold, the target spot, the fusarium wilt and the gray mold, attack tomato plants with respective prevalences of 45%, 34%, 13%, 5% And 3%. In addition, bacterial diseases such as bacterial speck, bacterial spot, bacterial canker and bacterial wilt appear on the tomato plants studied with respective prevalences of 58%, 26%, 15% and 1%. The severity of all these diseases on the different accessions evolves gradually until reaching a considerable number of leaves, stems and fruits are indicate therefore. As for laboratory activities, the pathogens responsible for the fungal diseases observed on the affected samples are *Alternaria solani* (early blight), *Cercospora fuligena* (cercospora leaf mold), *Corynespora cassicola* (target spot), *Fusarium oxysporum* (fusarium wilt) and *Botrytis cinerea* (gray mold). The pathogenic bacterium responsible for isolated bacterial wilt is *Ralstonia solanacearum*.

The results of our experiments therefore indicate a diversity of fungal and bacterial diseases on tomato accessions as well as on the control variety FBT3.

Keywords: Diseases, Evaluation, Pathogenic agent, Tomato, Burkina Faso.

INTRODUCTION GENERALE

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est l'une des plantes maraîchères les plus cultivées dans le monde, en plein champ et dans les jardins (Salunkhe et kadam, 1998).

Au Burkina Faso, la tomate est cultivée un peu partout sur tout le territoire national et particulièrement dans les régions du Nord, du Centre Nord, des Hauts Bassins et du Plateau Central (MAHRH, 2011). La production nationale de la tomate s'élève à 157 086 tonnes, soit 21 % de la production maraîchère totale entre 2002 et 2007 (MASA, 2013). De toutes les cultures maraîchères nationales, la tomate occupe la deuxième place après l'oignon bulbe. Ces deux spéculations sont celles qui font plus l'objet d'un commerce national et sous régional (Kaboré, 2012). En effet, l'évaluation des marges brutes dégagées par les activités des deux cultures montre que celle de la tomate s'élevait à 5.5 milliards de FCFA environ, suivi de l'oignon avec 4.5 milliards FCFA (MAHRH, 2011).

La culture de la tomate constitue donc une activité lucrative, pour de nombreux producteurs en milieu rural, urbain et périurbain, et par conséquent génératrice d'importantes devises pour l'économie nationale. Cette importance se traduit par le fait qu'en zones urbaines et périurbaines, de nombreuses populations vulnérables vivent de la production et de la commercialisation des légumes en général et de la tomate en particulier (MAHRH, 2011).

Aussi, la tomate tient une place importante dans l'alimentation humaine. Elle est consommée soit crue, soit cuite dans les sauces, ou en sous-produits tels que les jus de fruits, Ketchup et conserves. Dans ces dernières décennies, la consommation de tomate a été associée à la prévention de plusieurs maladies comme le cancer ou les maladies cardiovasculaires (Wilcox *et al.*, 2003). La tomate est un aliment diététique, très riche en eau (93 à 95%), en éléments minéraux et en oligo-éléments. Parmi les minéraux de la tomate, le potassium domine largement, suivi par le chlore, le phosphore et le magnésium. Parmi les oligo-éléments, on peut noter des teneurs non négligeables en fer et en zinc, ainsi que des traces de cobalt, de nickel, de fluor, de bore et de sélénium. Les vitamines du groupe B sont assez abondantes et toutes représentées, y compris la vitamine B8 et l'acide folique (B9) (Favier *et al.*, 2003).

Malgré les atouts qu'elle présente sur le plan économique et nutritionnel, la filière tomate malheureusement fait face à de nombreuses contraintes d'ordre abiotiques et biotiques dont la pression parasitaire qui peut réduire les rendements de 90% (CORAF, 2010). En effet, les ravageurs, les champignons, les virus et les bactéries constituent des contraintes biotiques majeures pour la production de la tomate (Messiaen *et al.*, 1991).

Face aux contraintes biotiques, une meilleure connaissance des maladies en vue de leur contrôle s'impose pour mieux optimiser la production et améliorer les conditions de vie des acteurs de la filière tomate. C'est pourquoi, la présente étude dont le thème est «Suivi phytosanitaire des accessions de tomates (*Solanum lycopersicum* (L.)) en période hivernage à la station de Farako-Bâ», vise à identifier et répertorier les maladies fongiques et bactériennes sur la base des symptômes se développant sur 208 accessions de tomate et le témoin (FBT3). De manière spécifique, il s'agit d'évaluer la prévalence et la sévérité de ces maladies en saison chaude et humide à la station de Farako Bâ. Aussi, il s'est agi de faire l'isolement des agents pathogènes fongiques et bactériens se développant sur les organes des plantes.

Le présent mémoire qui fait l'économie de nos travaux s'articule autour de trois chapitres: après une brève introduction, le premier chapitre est consacré aux généralités sur la tomate; le deuxième chapitre présente la méthodologie utilisée; et le troisième chapitre présente les résultats obtenus suivis de discussion. Une conclusion et des perspectives mettent fin à ce travail.

CHAPITRE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1.Généralités sur la tomate

1.1.1. Origine et systématique de la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum* (L.)) est originaire des Andes d'Amérique du Sud. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVI^{ème} siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Naika *et al.*, 2005).

La classification de la tomate fut l'objet de nombreuses controverses pendant plusieurs décennies. Bien que le nom *Lycopersicon esculentum* (Mill.) soit le nom le plus répandu au sein de la communauté scientifique, les études génomiques récentes confirment l'appartenance de la tomate au genre *Solanum* qui comprend 13 espèces dont l'espèce cultivée *Solanum lycopersicum* (Spooner *et al.*, 2005). Le nom actuel est donc *Solanum lycopersicum*, bien que le nom donné par Miller soit encore utilisé dans moult publications. L'ancêtre de la tomate serait *L. esculentum* var. *cerasiforme*, qui aurait migré de sa zone d'origine vers le Sud de l'Amérique du Nord, où elle a été domestiquée. La tomate cultivée est diploïde ($2n = 24$), autogame, phénotypiquement assez diversifiée, mais d'une diversité génétique très réduite. En 1753, **Linné** donna à la tomate le nom scientifique «***Solanum lycopersicum***» c'est-à-dire «pêche de loup» et proposa la classification classique suivante:

Règne : *Plantae*.

Sous règne : *Trachenobionta*.

Division : *Magnoliophyta*.

Classe : *Magnoliopsida*.

Sous classe : *Asteridae*.

Ordre : *Solanales*

Famille : *Solanaceae*.

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum lycopersicum* L.

1.1.2. Description botanique

La tomate est une plante herbacée sensible au froid, vivace en climat chaud.

Le système racinaire est pivotant. De nombreuses racines primaires, secondaires, tertiaires prennent naissance sur la racine pivotante pouvant aller jusqu'à une profondeur de 50 cm (Naika *et al.*, 2005).

La tige de la plante de tomate est une herbacée qui présente une tige rampante en absence d'un tuteur (Traoré, 1984). La tige peut croître jusqu'à atteindre une longueur comprise entre

2 et 4 m. Elle est pleine, fortement poilue et glandulaire (Naika *et al.*, 2005). **Le feuillage** est disposé en spirale, de 15 à 50 cm de longueur. La largeur des feuilles varie entre 10 à 30 cm. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. **Les fleurs:** la floraison débute 56 à 70 jours après le semis avec une première inflorescence de 4 à 12 fleurs qui donnera le premier bouquet de fruits (Gouba, 2002). Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En générale, il y a six pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Les anthères ont une couleur jaune vive entourant le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère doté de deux à neuf carpelles (Naika *et al.*, 2005). **Le fruit** de la tomate est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, il est vert et poilu (Naika *et al.*, 2005). En revanche, la couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. Le fruit présente plusieurs formes (sphériques, plus ou moins aplatie, côtelée, cœur etc.) **Les graines** nombreuses, sont en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. La masse de mille graines est en moyenne de 3 g (Naika *et al.*, 2005).

1.1.3. Ecologie

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde (170 selon la FAO) et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. Le cycle de production varie entre 90 à 120 jours (FAO, 1999). Cependant, la tomate est une plante annuelle ayant des exigences particulières. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés (Naika *et al.*, 2005; PNTTA., 1999). La tomate n'est pas sensible au photopériodisme; cependant son développement exige de fortes quantités de lumière (Benamara, 1982). La tomate pousse bien sur la plupart des sols qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau et une bonne aération. Elle préfère les terres limoneuses, profondes et bien drainées (Naika *et al.*, 2005)

1.2. Production et importance économique de la tomate

1.2.1. Production de la tomate dans le monde

La production mondiale de la tomate est estimée à 163.963.770 tonnes pour une superficie de

4.725.416 d'hectares, soit un rendement moyen de 34,69 tonnes à l'hectare en 2012 (FAO, 2013). L'Asie reste le plus grand producteur mondial de la tomate soit 52% de la production mondiale suivie des Amériques (18,7%) et l'Europe (16,9%), puis l'Afrique (12%) et enfin l'Océanie (0,4%) (FAOSTAT, 2014). La Chine avec un rendement moyen de 51,58 tonnes par hectare en 2013 est le premier producteur mondial de tomate avec une production estimée à environ 50.552.000 tonnes sur une superficie de 98.000 d'hectare. Elle est suivie par cinq pays produisant plus de 5 millions de tonnes par hectare: l'Inde, les États-Unis, la Turquie, L'Égypte et l'Iran (FAO, 2013).

1.2.2. Production de la tomate en Afrique

La tomate est l'espèce légumière la plus cultivée en Afrique car elle entre dans la composition de nombreux plats traditionnels (Courchinoux, 2008). L'Afrique a produit 11,37% de la production mondiale soit 18.648.548 tonnes avec un rendement moyen de 19.85t/ha. Plus de 68 % de la production africaine est assurée par l'Afrique du Nord (12.753.255 tonnes). L'Afrique de l'Ouest assure 14.71 % de la production africaine de tomate (2.744.905 tonnes). Le Burkina Faso est classé trente deuxième en Afrique avec une production de 157 086 tonnes (FAO, 2013 ; MASA, 2013).

1.2.3. Importance économique et production de la tomate au Burkina Faso

Au Burkina Faso, le secteur maraîcher génère annuellement en valeur ajoutée, plus de soixante milliards de francs CFA (MAHRH, 2007a). Sur les vingt-deux spéculations maraîchères produites au Burkina Faso, la tomate occupe la deuxième place, après l'oignon bulbe. En effet, sur l'ensemble du territoire national, en moyenne 157.086 tonnes de tomates ont été produites entre 2002 et 2007 (MASA, 2013).

En termes de superficies emblavées par région, la région du Nord présente les plus grandes superficies emblavées en tomate avec 1270.92 ha en 2011, soit 25,2% de l'ensemble des superficies emblavées en tomate du pays. Elle est suivie respectivement des régions du Centre-Nord (857.36 ha), du Centre-Sud (579.98 ha) et du Centre-Ouest (529.55 ha) (MASA, 2013).

1.2.4. Importance alimentaire et nutritionnelle de la tomate

La tomate tient une place importante dans l'alimentation humaine. Elle est consommée crue, cuite, ou comme un produit transformé tels que jus de fruits, sauces, Ketchup et de conserves. Elle est très riche en carotène et lycopène, elle fournit des quantités appréciables de vitamine C, de la provitamine A et de nombreuses autres vitamines du groupe B. Les

minéraux tels que le potassium, le magnésium et le phosphore y sont abondants (Chougar, 2011).

La tomate aurait un usage traditionnel de phytothérapie. Cela grâce notamment à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, réputé pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libérant les nutriments en faisant éclater les cellules végétales (Anonyme, 2010). La tomate a des propriétés diurétiques et désintoxicantes (Couplan, 2009).

1.3. Création de variétés de tomate pour la production hivernale au Burkina Faso

Au Burkina Faso, l'introduction de nouvelles variétés et le croisement avec les variétés déjà vulgarisées ont permis l'obtention d'hybrides au cours de la campagne humide 1993-1994 (Sanon, 2005). Les hybrides obtenus ont été cultivés dans la station de l'INERA Farako-Bâ en vue d'étudier leur comportement. Ces études portaient sur le port architectural des plantes, la capacité de nouaison, la grosseur et le poids moyen des fruits ainsi que le rendement théorique. La poursuite de la sélection généalogique de 1996 à 2004 dans les descendance auto fécondées des hybrides produits, a permis d'obtenir de nouvelles variétés fixées pour la saison chaude et humide couramment appelées Farako-Bâ Tomate (FBT). Présentement, des données ont pu être collectées pour la finalisation des fiches techniques des variétés FBT. Le tableau I présente les caractéristiques des variétés de tomate d'hivernage FBT.

Tableau I: Caractéristiques agronomiques des variétés FBT de tomate d'hivernage au Burkina Faso

Caractères	Variétés		
	FBT1	FBT2	FBT3
Calibre du fruit (cm)	6,5 - 7	5	7
Masses moyennes fruit (g)	120	90	90-95
Cycle (jrs)	85	75	70
Rendement moyen (t/ha)	25	28	32

Source: Rouamba *et al.* (2013).

1.4. Maladies et ravageurs de la tomate

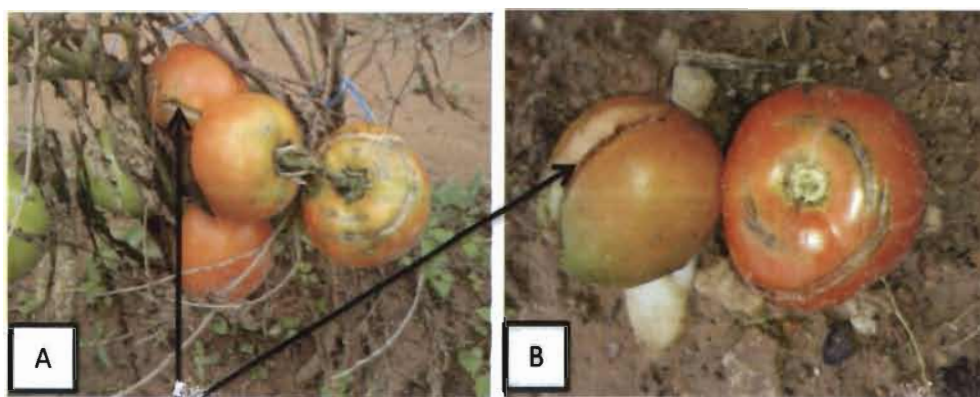
La tomate peut être attaquée par de nombreux ravageurs et maladies, et les pertes occasionnées sont parfois sévères. Le nombre des maladies affectant la tomate est important:

plusieurs centaines de bioagresseurs, plus de 50 affections non parasitaires, sans compter les nouvelles pathologies émergentes avec une fréquence inquiétante (Blancard, 2009).

1.4.1. Contraintes abiotiques

Elles sont généralement provoquées par des carences nutritives et par des conditions climatiques défavorables (Naika *et al.*, 2005). Les maladies non parasitaires les plus répandues sont:

- la pourriture apicale, provoquée par une carence en calcium;
- le fendillement des fruits suite à de grandes fluctuations dans la teneur en humidité du sol ou de la température (Photo 1A et 1B);
- l'asphyxie racinaire, causée par des irrigations trop abondantes ou des pluies excessives;
- la tige boursouflée, suite à une alimentation azotée excessive;
- l'altération des fruits, due aux coups de soleil ou à des fentes de croissance.



Fendillement des fruits

Photo SIB D.

Photo 1: Contraintes abiotiques de la tomate (A et B: éclatement des fruits de tomate)

1.4.2. Ravageurs de la tomate

Au Burkina Faso, de nombreux ravageurs occasionnent des dégâts non négligeables à la culture de la tomate. Ces ravageurs sont les insectes, les nématodes et les acariens (Gouba, 2002).

1.4.2.1. Nématodes

Les nématodes phytopathogènes sont des vers ronds non segmentés qui vivent dans le sol en se nourrissant sur les racines des plantes. Ce qui contribue à diminuer la capacité productive des plantes (Naika *et al.*, 2005). Les nématodes des racines noueuses constituent un problème important. Ils provoquent des galles sur les racines des plantes. Trois types fréquents de nématodes ont été identifiés sur la tomate. Ce sont : *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *M.*

arenaria. Les plantes atteintes restent petites de taille et sont sensibles aux maladies fongiques et bactériennes transmises par le sol.

Environ 30% de la récolte de tomates des pays tropicaux est perdu à cause des nématodes. L'infestation et la transmission des nématodes peuvent se produire par le biais du matériel végétal contaminé, des outils de production, de l'eau de pluie et d'irrigation, des vents violents et de la terre contaminée collée aux chaussures ou aux pattes des animaux. Les nématodes peuvent survivre dans le sol tant que celui-ci reste humide (Naika *et al.*, 2005).

1.4.2.2. Acariens

Les acariens sont des animaux de l'embranchement des arthropodes, de la classe des Arachnides. Les adultes possèdent quatre paires de pattes, contrairement aux insectes qui n'en ont que trois. Plusieurs familles d'acariens comprennent des espèces planticoles nuisibles. La plus connue est celle des *Tetranychidae*. Elles sont dénommées «acariens», ou «araignées». jaunes, rouges ou vertes. Quelques espèces d'acariens s'attaquent à la tomate. Ce sont: *Tetranychus urticae* (Koch) qui est l'acarien le plus largement signalé sur la tomate (Blancard, 2009). Il est cosmopolite, commun et très polyphage car signalé sur près de 2000 espèces végétales (Blancard, 2009). Il est souvent appelé «*tétranique tisserand*» à cause des toiles qu'il forme sur les plantes.

1.4.2.3. Insectes

Tous les insectes qui piquent et qui sucent (mouches blanches, thrips et pucerons), ne provoquent des dommages mécaniques que lorsqu'ils surviennent en grands nombres sur la tomate. Mais les virus qu'ils peuvent transmettre provoquent des dommages bien plus importants. Aussi les feuilles qui ont été blessées par les insectes deviennent plus sensibles aux infections fongiques et bactériennes (Naika *et al.*, 2005).

1.5. Maladies parasitaires de la tomate au Burkina Faso

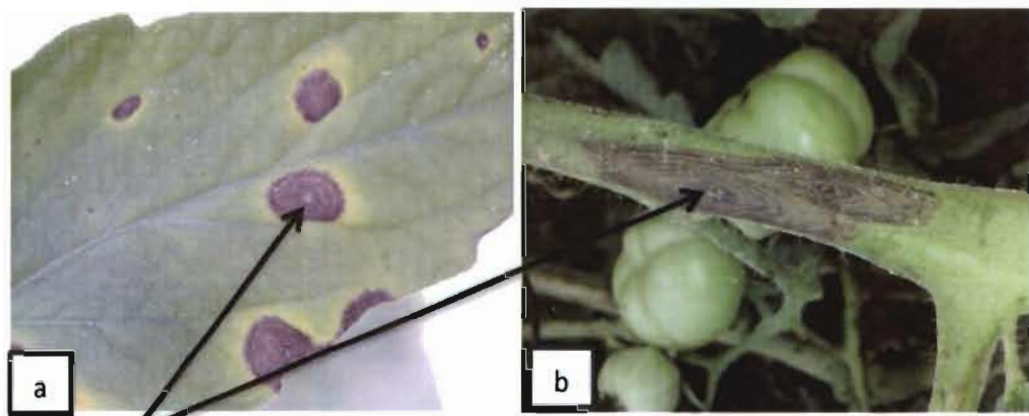
Les principales maladies parasitaires de la tomate sont le flétrissement bactérien, la gale bactérienne, le flétrissement fongique et les champignons du feuillage. Divers virus affectent les cultures et les geminivirus transmis par aleurodes sont parmi les plus importants (Cirad *et al.*, 2002).

1.5.1. Principales maladies fongiques de la tomate au Burkina Faso

1.5.1.1. Alternariose

L'agent pathogène responsable de l'alternariose est *Alternaria solani* (Naika *et al.*, 2005) encore appelé *Alternaria tomatophila* (Blancard, 2009). C'est un agent polyphage qui se

développe sur de nombreuses solanacées cultivées ou spontanées (Blancard, 2009). Affectant très fréquemment les cultures de champ, ce champignon est à l'origine de taches localisées sur les feuilles basses de la tomate. Dans un premier temps, ces symptômes ont souvent une forme arrondie et des dimensions assez limitées. Leur coloration est brun foncé à noir (Photo 2a et b). Par la suite, elles s'étendent progressivement et s'auréolent d'un halo jaune souvent bien marqué (Blancard, 2009). La maladie atteint toutes les parties de la plante et peut se manifester à différents stades de développement de la culture (Naika *et al*, 2005).



Taches d'alternariose

Photo SIB D.

Photo 2: Symptômes de l'alternariose sur feuille(a) et tige(b).

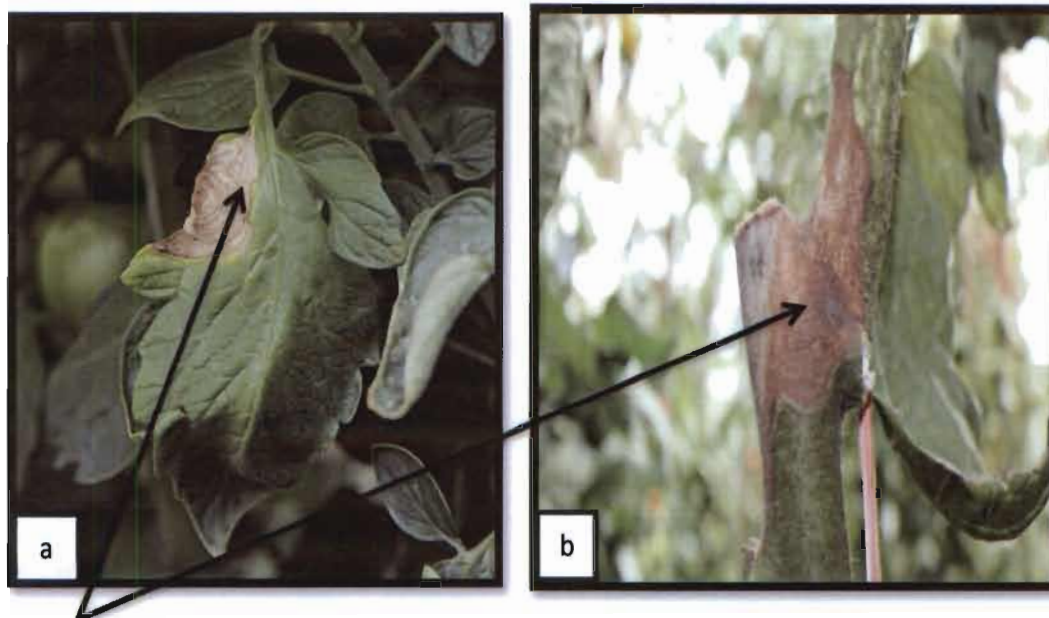
1.5.1.2.Fusariose

C'est une maladie fongique provoquée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Toufouti, 2013). La maladie est caractérisée par le flétrissement du feuillage, qui progresse du bas vers le haut du plant. La fanaison des folioles d'un même côté du pétiole est suivie par leur jaunissement puis par leur brunissement uniforme. La section transversale des pétioles et des tiges révèle la décoloration brune des faisceaux vasculaires. En général, la maladie se manifeste sur des plantes au stade 3 à 4 bouquets de fleurs. Elle évolue en une dizaine de jours et aboutit à la mort des tomates (Déclert, 1990).

1.5.1.3.Moisissure grise

La moisissure grise est causée par *Botrytis cinerea* (Blancard, 2009). Ce champignon, fréquent sur les légumes sous abri et en plein champ lorsque les conditions climatiques sont humides, doit être particulièrement redouté sur tomate car il est capable de s'attaquer à la quasi-totalité de ses organes (Photo 3a et b). Il est très ubiquiste et retrouvé dans toutes les zones de production du monde. Il sévit aussi bien en pépinière qu'en cours de culture. Sur folioles, il occasionne des lésions situées à l'intérieur du limbe, plus fréquemment à sa périphérie et son extrémité. Celle-ci sont brunes et humides en début d'évolution, deviennent

rapidement nécrotiques et prennent une coloration beige à brunâtre. D'autres symptômes se manifestant sur les autres organes de la tomate peuvent être observés (Blancard, 2009)



Taches dues à *Botrytis* Source: Blancard (2009)

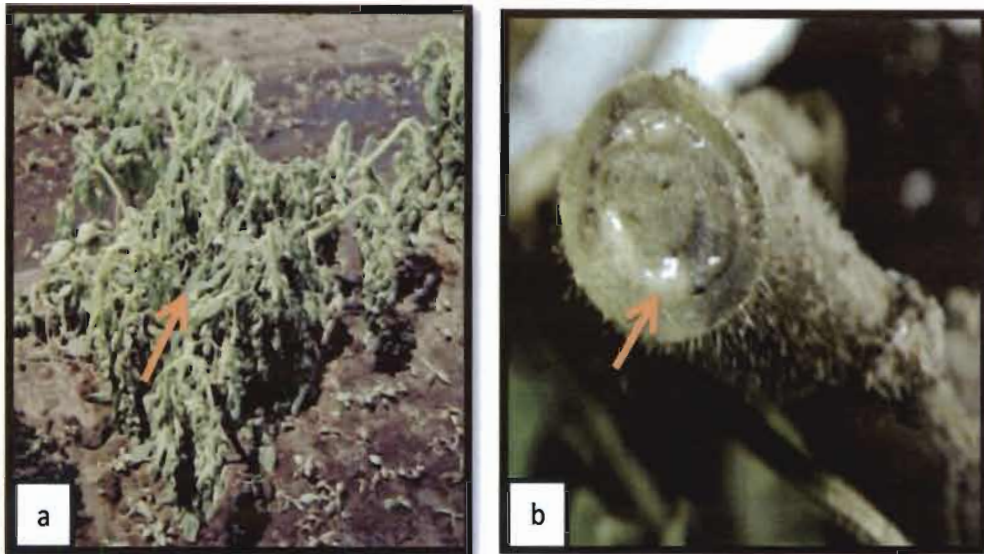
Photo 3: Symptômes de la moisissure grise due à *Botrytis cinerea* (a: sur feuille, b: sur tige)

1.5.2. Principales maladies bactériennes de la tomate au Burkina Faso

1.5.2.1. Flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien des solanacées est causé par *Ralstonia solanacearum* (Tilma et Fontaine, 2015). *R. solanacearum* conduit au flétrissement rapide des jeunes feuilles de tomate aux moments les plus chauds de la journée (Photo 4a). Par la suite, les flétrissements se manifestent soudainement et deviennent permanents. Assez rapidement, les tissus affectés se nécrosent et se dessèchent, entraînant la mort de nombreuses plantes.

Des symptômes moins typiques peuvent se manifester, notamment en conditions peu favorables au flétrissement bactérien: croissance ralentie des plantes, épinastie foliaire, émission d'ébauches de racines adventives sur la tige, jaunissement des feuilles basses. Ces différents symptômes peuvent apparaître aussi bien sur les jeunes plantules en pépinière que sur les plantes adultes (Blancard, 2015). Chez les jeunes plants de variétés sensibles, la tige peut s'effondrer, laissant parfois échapper un exsudat blanchâtre et muqueux (Photo 4b), observable à travers le test de verre d'eau (Digat et Caffier, 1996 cité par Nikiéma, 2016). La maladie est beaucoup plus importante en saison des pluies (Blancard, 2015)



Source: Kimba *et al.* (2014)

Photo 4: Symptômes du flétrissement bactérien de la tomate dû à *Ralstonia solanacearum* (**a**: plante flétrie; **b**: exsudation de crème bactérien sur tige sectionnée)

1.5.2.2. Moucheture bactérienne

Cette maladie est causée par *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Dye *et al.*, 1980). Elle est aujourd'hui largement répandue dans les zones de production de la tomate et très destructive dans le monde entier (Bazzi *et al.*, 1979). Les lésions de la moucheture bactérienne peuvent apparaître n'importe où sur le feuillage, les tiges ou les fruits. Sur les feuilles, la moucheture se manifeste par des petites taches graisseuses, sombres, prenant rapidement une teinte brune à noire (Photo 5). Ces lésions sont circulaires ou légèrement angulaires d'un diamètre de 2 à 3 mm et présentent un halo jaune plus ou moins large et marqué. En présence d'humidité, elles peuvent s'étendre et confluer altérant de larges secteurs du limbe qui finissent par se nécroser et se dessécher. Ces taches peuvent également se développer sur les tiges et les sépales floraux (Blancard, 2009).



Source: Blancard (2009)

Photo 5: Symptômes de la moucheture bactérienne sur feuilles de tomate

1.5.2.3.Chancre bactérien

Le chancre bactérien est une maladie causé par *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. C'est une maladie de la tomate importante sur le plan économique qui sévit dans le monde entier. La maladie est propagée par le biais des graines ou de la terre. Les bactéries peuvent survivre sur des résidus de plantes. Les plantes sont infectées par le biais des tiges ou des racines blessées. Les dommages sont importants lorsque des nématodes sont également présents. Les feuilles des plantes infectées jaunissent, flétrissent puis se dessèchent. De longues striures brunes qui peuvent se fendre apparaissent sur les tiges (Naika *et al.*, 2005).

1.5.3. Principales maladies virales de la tomate au Burkina Faso

1.5.3.1.Virus de la mosaïque du tabac (Tobacco Mosaic Virus (TMV))

Le TMV cause de graves maladies dans la culture de la tomate. La maladie se manifeste par des feuilles tachetées vert-jaune, des feuilles enroulées, une croissance chétive et des décolorations au niveau des fruits. Les outils de production ainsi que la main d'œuvre transmettent le virus physiquement des plantes infectées aux plantes saines. La contamination peut se faire également par les graines (Naika *et al.*, 2005). Le vecteur naturel du TMV n'est pas connu.

1.5.3.2.Virus de la mosaïque de la tomate (ToMV)

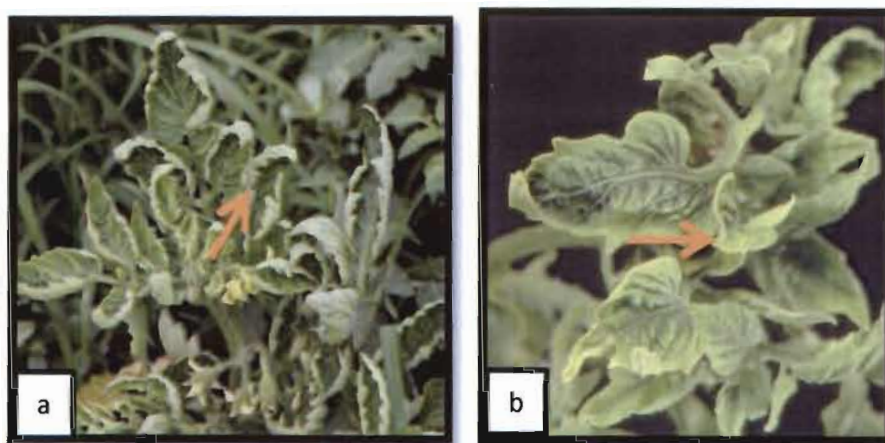
Longtemps considéré comme une souche de TMV, le ToMV est une espèce virale distincte, également transmise par contact. Présent sur tous les continents, ce virus se rencontre plus

fréquemment que le TMV sur tomate et piment en plein champ. Les symptômes de ToMV sur tomate sont relativement variés:

- éclatement des nervures suivi d'une marbrure de la mosaïque plus ou moins marquée;
- gaufrage et crispation des folioles et des feuilles qui peuvent être incurvées, des tailles réduites et plus ou moins déformées;
- chute des fleurs, marbrures ou coloration imparfaite des fruits, avec parfois présence d'anneaux;
- réduction de la croissance des plantes et des rendements, en particulier lorsque les attaques ont eu lieu précocement. L'intensité de ces symptômes peut fluctuer en fonction de la nature des souches, du cultivar, du stade d'infection, de l'intensité de la lumière, de la teneur du sol en azote et en bore (Blancard, 2009).

1.5.3.3. Virus des feuilles jaunes en cuillère (TYLCV)

Ce redoutable begomovirus, a été décrit pour la première fois en Israël sur tomate il y a de cela plusieurs décennies. Il est maintenant retrouvé dans de nombreux pays sous forme de souche, voire d'espèces différentes. Les plantes infectées par le TYLCV ont une croissance réduite. Elles sont rabougries et naines. Les folioles sont souvent plus petites et ont tendance à s'enrouler vers le haut et par la suite vers l'intérieur du limbe (Photo 6a et b). Les symptômes occasionnés par ce virus ne sont pas très spécifiques (Blancard, 2009).



Source: Kimba *et al.* (2014)

Photo 6: Symptômes de la maladie virale causée par TYLCV (**a** et **b**: enroulement et jaunissement des feuilles)

1.5.3.4. Virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV)

Le TSWV est une maladie de la tomate à conséquences économiques importantes dans les pays tropicaux. Les pieds contaminés sont rabougris et ont des feuilles jaunes. Les fruits montrent des cercles légèrement en relief de couleur vert, jaune et rouge qui sont caractéristiques de la maladie. Le TSWV est transmis par différentes espèces de thrips (Naika *et al.*, 2005).

1.6. Moyens de lutte contre les ennemis de la tomate

1.6.1. Moyens prophylactiques

Certaines mesures prophylactiques sont indispensables. Ainsi, les plantes atteintes d'une affection grave ne doivent pas, être abandonnées dans les champs lors de la récolte, ou y revenir après avoir été jetées au fumier. Il est recommandé de les éliminer de toute parcelle en culture, car ces déchets constituent des sources d'infection permettant aux maladies de s'étendre rapidement (ACTA, 1980). Une rotation des cultures bien établies est également une forme de prophylaxie efficace pour ralentir la multiplication des plantes adventices et de plusieurs autres ennemis des cultures tels que nématodes et rhizoctone de la pomme de terre, hernie du chou, piétin échaudage sur céréales... La récolte étant en grande partie le reflet de la semence, celle-ci doit offrir le maximum de garanties, notamment du point de vue sanitaire. Ainsi, diverses précautions, liées aux conditions de culture, contribuent à limiter le développement d'un grand nombre de maladies et de ravageurs (ACTA, 1980).

1.6.2. Moyens culturaux

Ils consistent à l'utilisation de semences saines ou de plants obtenus à partir de semences saines, de cultiver sur un sol non contaminé ou préalablement désinfecté, afin de minimiser les attaques parasitaires et d'assurer une bonne production. L'utilisation des variétés résistantes peut permettre aussi au producteur d'attendre la production escomptée (ACTA, 1980).

1.6.3. Moyens chimiques

La lutte chimique est basée sur l'emploi de pesticides synthétiques dans la lutte contre les ravageurs et les agents pathogènes des cultures. Elle constitue une arme très efficace mais dangereuse sous nos tropiques. Il est donc nécessaire de l'utiliser de façon raisonnable. Pour cela, il faut avant tout bien connaître la biologie des ennemis des cultures et les dommages qu'ils peuvent entraîner aux végétaux (ACTA, 1980). Les traitements chimiques peuvent concerner :

- le sol, pour détruire divers ravageurs souterrains: nématodes, myriapodes, insectes, ou pour prévenir le développement de maladies cryptogamiques, ou des mauvaises herbes,
- les semences: cette opération, très utile, vise la protection des jeunes plantules contre les attaques de nombreux champignons et éventuellement contre certains ravageurs.
- les organes aériens des plantes cultivées: ils nécessitent souvent des épandages nombreux de produits phytosanitaires contre les ravageurs et les maladies (ACTA, 1980).

1.6.4. Moyens biologiques

Les moyens biologiques consistent notamment à utiliser les ennemis naturels des ravageurs appelés « organismes auxiliaires ». Ceux-ci se rencontrent surtout dans le règne animal, plus rarement dans le règne végétal. Ces moyens de lutte paraissent séduisants et il est souhaitable de les employer aussi souvent que possible. Cependant, leur mise en œuvre n'est pas facilement réalisable dans bien des cas (ACTA, 1980).

Comme moyens biologiques à l'étude, citons la stérilisation des insectes, qui consiste à mettre en composition des mâles de l'espèce à détruire avec d'autres mâles provenant d'élevage et préalablement rendus stériles. L'emploi de *Bacillus thuringiensis* contre certaines larves de lépidoptères constitue également un moyen biologique intéressant (ACTA, 1980).

La lutte biologique présente de nombreux avantages tant sur le plan agronomique qu'environnemental. Elle est efficace surtout en application préventive et permet de restreindre l'utilisation de pesticides chimiques très toxiques. Du point de vue environnemental, la lutte biologique est caractérisée par son innocuité pour la santé humaine, l'environnement ou les espèces non-cibles (Nana, 2014).

Dans le cas des maladies de l'arachide, on note l'existence des hyperparasites qui s'attaquent à la rouille. Ce sont: *Darluca filum*, *Tuberculina costaricana* et *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium sp.*) (Zambettakis et Sankara, 1985). *Trichoderma sp.* s'est avéré être un puissant antagoniste pour la prévention contre la prolifération de *A. flavus* dans le sol.

Lecanicillium lecanii est un antagoniste qui inhibe la croissance des agents responsables des cercosporioses de l'arachide (Nana, 2014).

1.6.5. Moyens génétiques

En matière de protection des plantes, la lutte génétique consiste à substituer à des plantes sensibles à une agression, des variétés résistantes. La réussite de sa mise en œuvre résulte de

la collaboration des entomologistes, des phytopathologistes et du généticien pour les maladies les plus graves (Déclert, 1990).

Plusieurs cultivars de légumes sélectionnés résistent ou tolèrent un certain nombre de ravageurs et de maladies. Un certain nombre de champignons pathogènes peuvent survivre pendant plusieurs années dans le sol et peut ne pas être dérangés par les travaux de champs habituels. Il vaut mieux par conséquent planter des cultivars résistants pour lutter contre leur présence.

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1.1. Situation géographique

Le site d'expérimentation retenu est celui de la station de recherche de Farako-Bâ située à 10 km au sud de la ville de Bobo-Dioulasso, sur l'axe Bobo-Banfora. Ses coordonnées géographiques sont 4°20' de longitude Ouest et 11°06' de latitude Nord avec une altitude de 405 m. La station de Farako-Bâ couvre une superficie de 475 ha (Kaboré, 2014).

2.1.1.2. Sol

Les sols de Farako-Bâ, à l'instar des sols de l'ouest du Burkina-Faso comportent essentiellement des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés. Les sols ferrugineux peu lessivés et lessivés sur matériaux sableux, sablo argileux, argilo sableux représentent le groupe le plus important. Ils sont riches en oxydes ou hydroxydes de fer et de magnésium, qui leur donne une couleur rouge ou ocre. D'épaisseur moyenne, leur horizon de surface est gris clair et pauvre en matière organique et en éléments chimiques (calcium, potassium et phosphore). Ces sols ont également une mauvaise structure et sont susceptibles à l'érosion. Leur profondeur moyenne demeure un atout important dans un pays où les sols sont pour la plupart superficiels, allant de 40 à 100 cm de profondeur (INERA/RSP, 1994).

2.1.1.3. Climat

Le climat de la zone est de type sud-soudanien et caractérisé par l'alternance de deux saisons. Une saison pluvieuse qui dure de 5 à 6 mois (mai - octobre) avec une pluviométrie variant entre 950 mm et 1200 mm; et une saison sèche de Novembre à Avril. L'essentiel des précipitations s'étale de Juin à septembre sur 50 à 70 jours de pluie (Guinko, 1984). Les pluies sont généralement mal réparties avec des irrégularités d'une année à une autre. Le nombre de jours de pluie et les hauteurs d'eau tombées, relevés de janvier à décembre 2016, sont représentés dans la figure 1. Au total, la station de Farako-Bâ a reçu 923.4 mm d'eau répartis sur 57 jours.

La température moyenne minimale du site était de 15.05°C à 21.9°C contre 30.41°C à 35.93°C pour la moyenne maximale (Figure 2).

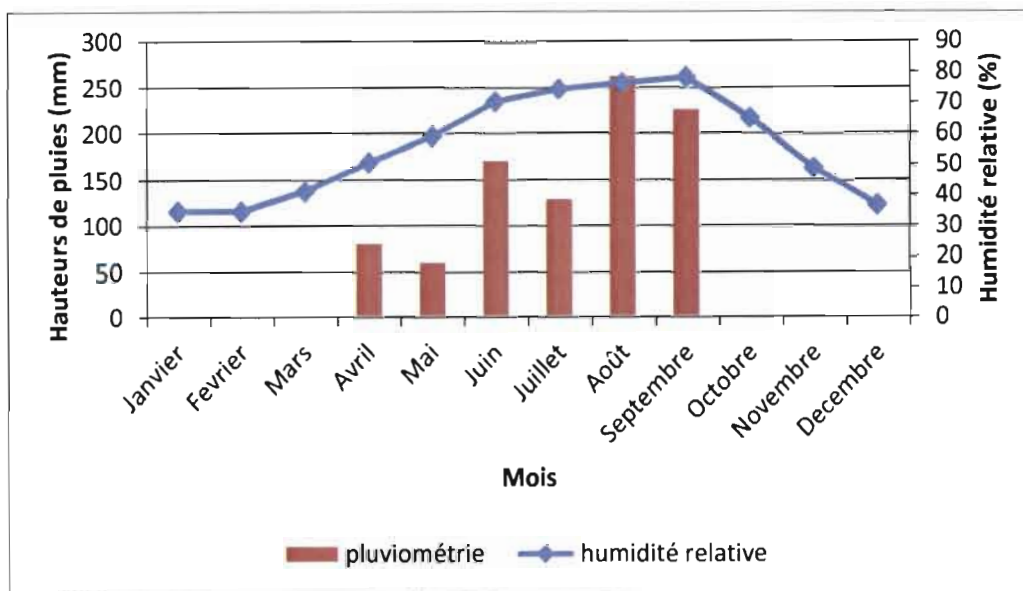


Figure 1: Pluviométrie mensuelle (en mm) et hygrométrie mensuelle (en %) enregistrées à Farako-Bâ au cours de l'année 2016

Source : Station météorologique de Farako-Bâ,

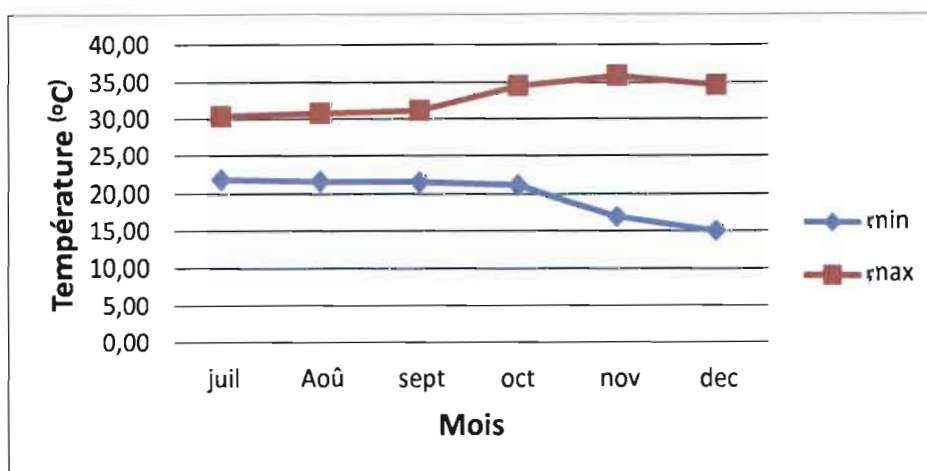


Figure 2: Températures maxima et minima mensuelles (en °C) à Farako-Bâ au cours de la période juillet 2016 à décembre 2016

2.1.1.4. Végétation

La végétation de la station expérimentale de Farako-Bâ est caractérisée essentiellement par une savane arborée à boisée et herbeuse, assez dense par endroit. Les formations végétales de la strate arborée se composent en grande partie d'essences telles que: *Vittelaria paradoxa* Gaerth, *Isoberlinia doka* Craib. et Stapf., *Khaya senegalensis* Desr., *Parkia biglobosa* Benth., *Detarium microcarpum* GetPen., *Tamarindus indica* C.L., *Azelia africana* S., *Cassia siamea* (Lam.), *Daniella oliveri* Hutch et Daltz. (Fontes et Guinko 1995).

Le tapis herbacé est composé de *Andropogon gayanus* Kunth, *Brachiaria sp.*, *Chlorus pilosa* Schumach, *Cynodon dactylon* L., *Dactyloctenium aegyptium* L.P. Beauv. et *Digitaria horizontalis* Wild.

2.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est issu de différentes collectes effectuées dans les différentes régions du Burkina Faso et du Mali. Il est constitué de 208 accessions dont 57 accessions de tomates collectées en 2016 au Burkina Faso et 151 accessions collectées en 2015 au Burkina Faso et au Mali. Les 151 accessions comprennent 109 du Burkina Faso et 42 du Mali. La variété FBT3 (Farako-Bâ Tomato 3) a été utilisée comme témoin. C'est une variété fixée, mise au point par l'INERA, adaptée à la saison chaude et humide du Burkina Faso. L'origine géographique des différentes accessions est indiquée dans les tableaux I et II (Annexe I)

2.2. Méthodes

2.2.1. Mise en place de la pépinière

Avant implantation de l'essai, les pépinières ont été mises en place dans des bacs au siège de la protection des végétaux (Photo 7A et B). La terre utilisée pour ces pépinières a été au préalable stérilisée à la vapeur pendant 30 mn dans des barriques, puis laissée au refroidissement dans des bacs pendant une semaine avant le semis. Les bacs ont été ensuite protégés contre les intempéries par un film plastique. Les plants sont arrosés tous les jours jusqu'à leur transplantation en milieu réel

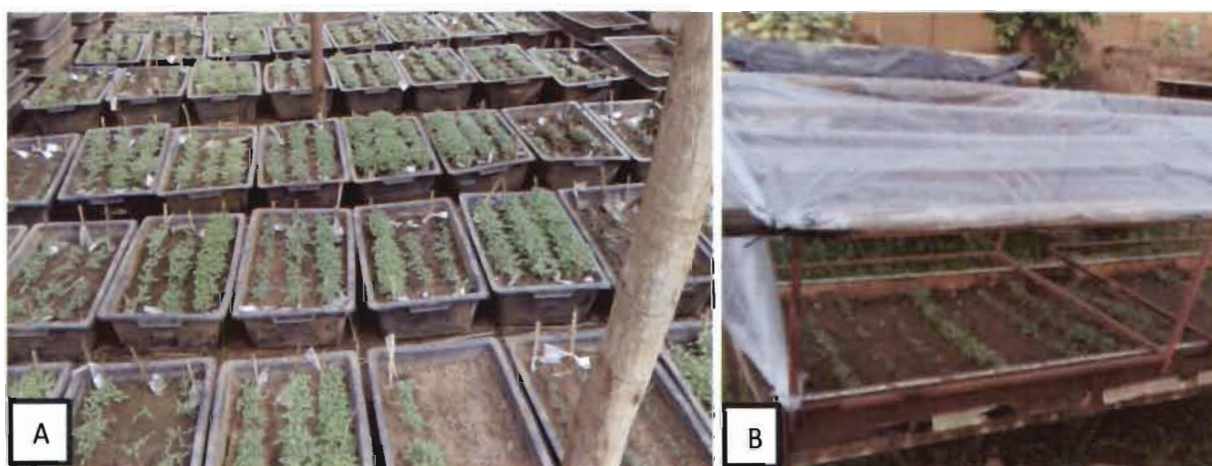


Photo 7: Pépinière à une semaine après semis, **A:** bacs à même le sol, **B:** bacs surélevés (Photos SIB D.)

2.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un dispositif en collection testée. La collection testée est un dispositif pouvant contenir plus de 50 entrées. Il comporte au moins un témoin connu,

répété systématiquement à intervalle régulier (Tableau II). Le témoin doit être génétiquement homogène: hybride simple de lignées stable, lignées stable ou pure (Sanou, 1999).

Le présent dispositif comporte 11 blocs. La longueur de chaque bloc est de 25 m, et la largeur est de 5 m. La distance entre deux blocs consécutifs est de 1,5 m. Chaque bloc comporte 25 parcelles utiles sur lesquelles sont repiquées les accessions étudiées (Figure 3). Une distance de 1 m sépare les parcelles utiles dans un même bloc. Chaque parcelle utile comporte 10 plantes, disposées en une ligne de 5 m de longueur et représente une accession.

L'écartement entre les plantes est de 0.5 m.

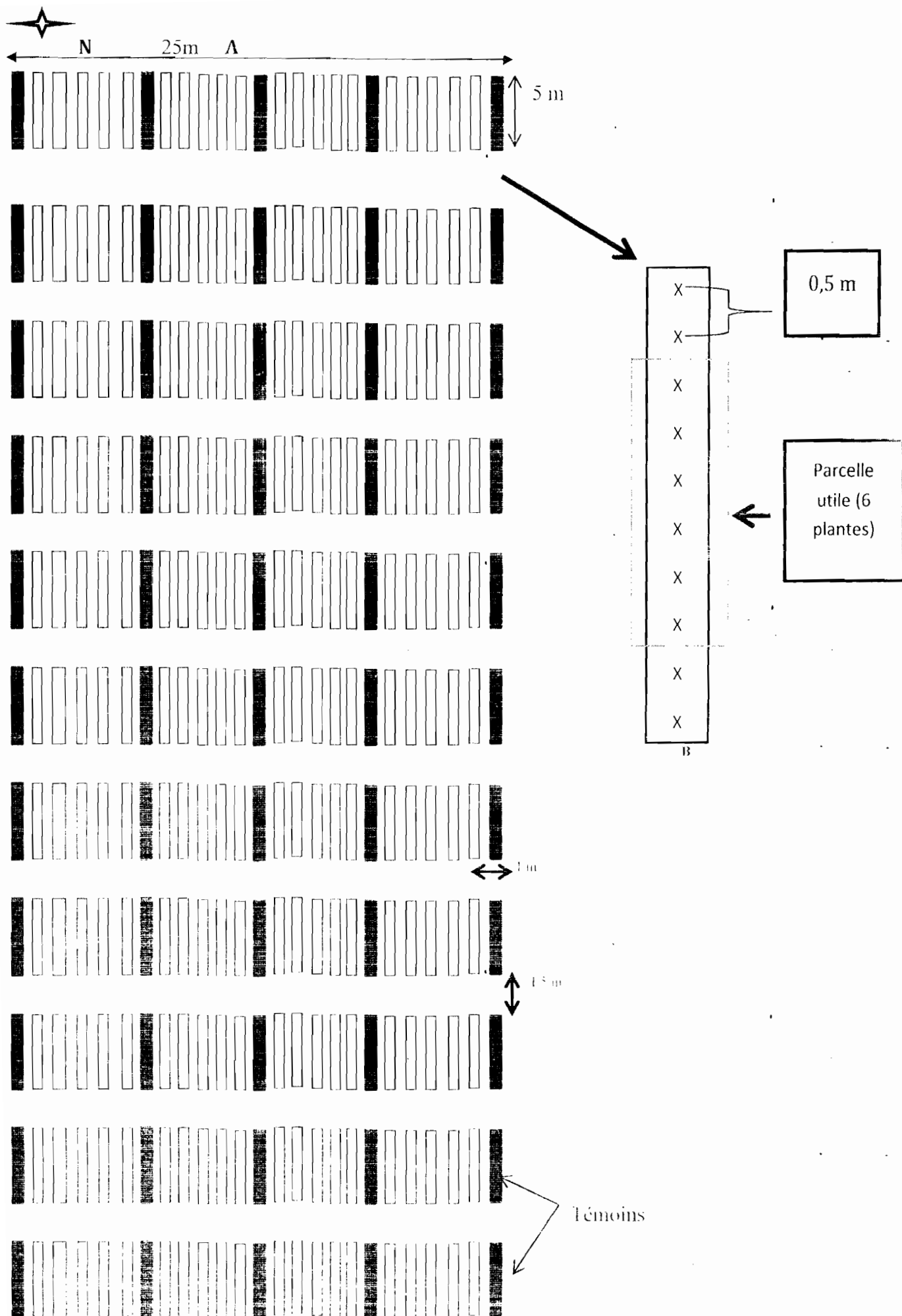


Figure 3. Dispositif expérimental (A) avec les détails d'une parcelle utile (B)

Tableau II: Dispositif de collection testée

FBT 3. Rep. 1	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	FBT 3. Rep. 2	Var 6	Var 7	Var 8	Var 9	Var 10	FBT 3. Rep. 3
--------------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	--------------------------------------	----------	----------	----------	----------	-----------	--------------------------------------

Source: Naudin (2007).

2.2.3. Conduite de la culture

Les travaux de préparation du terrain ont consisté à faire un labour profond suivi d'un hersage et d'un planage manuel. La fumure de fond utilisée est du compost à la dose de 20 t/ha. Après ces travaux, le champ expérimental et les parcelles élémentaires ont été délimités avec des piquets de bois. Ensuite, les lignes de semis ont été tracées à l'aide d'un rayonneur. Enfin, les plants de tomates ont été repiqués 27 jours après semis. Le repiquage a été effectué le cinq juillet 2016 dans l'après-midi pour éviter que les plants ne souffrent de l'ensoleillement. Un remplacement des plants manquants a eu lieu sept jours après repiquage.

2.2.4. Opérations d'entretien

Plusieurs activités d'entretien de la culture ont été menées. Ainsi, pour éviter l'enherbement de la parcelle, des sarclages manuels ont été effectués. Au total trois sarclages manuels ont été réalisés. Le NPK 14-23-14-6S a été appliqué comme fertilisant à raison de 1.5 kg/ 100 m². La dose totale d'engrais appliquée à la parcelle est de 36.6 kg de NPK. Au total deux applications ont été effectuées dans des sillons parallèles à la ligne des plantes. La première, 14 jours après repiquage (JAR) et la seconde en début floraison (28 JAR). Les traitements phytosanitaires ont été appliqué 10 JAR. La culture a été traitée avec un insecticide-nématicide, la chlorpyrifos-ethyl à la dose de 60 kg/ha soit 3 kg Ma/ha. La parcelle a été aussi traitée en début floraison avec de l'acetamipride à la dose de 25 g/l afin de lutter contre les champignons phytopathogènes. Aussi, le Mancozèbe, fongicide de la famille des dithiocarbamates a été utilisé à hauteur de 800g/kg, 2-3kg/ha en début de floraison et renouveler tous les 10 jours. Les traitements ont été arrêtés 14 jours avant les récoltes.

2.2.5. Evaluation des taux de reprise, évaluation des maladies fongiques et bactériennes de la tomate

Le taux de reprise de chaque accession a été déterminé une semaine après le repiquage selon la formule suivante:

$$\% \text{ reprise} = \frac{\text{nombre de pieds présents}}{\text{nombre de pieds repiqués}} \times 100$$

L'évaluation au champ des différentes maladies de la tomate, s'est réalisée par l'observation directe des différents symptômes se développant sur les organes (feuilles, tiges et fruits) des plantes sur la base de la clé d'identification "tomato diseases" de Brad Gabor et Wayne Wiebe. Cinq observations ont été effectuées du 23 juillet 2016 au 20 septembre 2016 et 1242 plantes ont été observées. Les observations ont été effectuées toutes les deux semaines. Après observation des symptômes, la maladie identifiée à l'aide de la clé d'identification, est consignées sur une fiche conçue à cet effet (Annexe III). En plus des observations, la sévérité des différentes maladies a été évaluée en fonction du type de symptôme. Pour les maladies bactériennes dont les symptômes s'expriment par un flétrissement de l'appareil végétatif, la sévérité a été évaluée sur la base de l'échelle de Launey (2012). **0** (sans symptômes) et **1** (plante au $\frac{3}{4}$ flétri ou mort de flétrissement). Pour les maladies fongiques et bactériennes s'exprimant par des taches foliaires, leurs sévérités ont été évaluées à l'aide d'une échelle proposée par l'IMI (1983) qui se décrit comme suit:

0 = sans tache;

1 = 1-10% de petites taches sur moins de 50% des feuilles de la plante;

2 = 10-30% de taches sur moins de 50% des feuilles de la plante;

3 = plus de 30% de taches sur plus de 50% des feuilles de la plante.

2.2.6. Echantillonnage

Suite au diagnostic au champ, un prélèvement d'organes malades (tige, feuilles, fruits) à différents stades de la maladie a été effectué en vue de la détection et de l'identification exacte de la maladie. Les échantillons ont été prélevés sur des plantes présentant des symptômes de flétrissement typique. En outre le teste de verre d'eau a été réalisé sur les maladies bactériennes afin de confirmer ou infirmer l'origine bactérienne des infections. L'ensemble des organes prélevés ont été conditionnés dans des sachets plastiques transparents et matérialisés par des étiquettes. De retour au laboratoire, les échantillons ont été conservés au réfrigérateur avant les activités d'isolement et d'identification des agents pathogènes. Le prélèvement des échantillons présentant des symptômes de maladies fongiques a été prédominant dans nos échantillons.

2.2.7. Isolement et purification d'une bactérie: *Ralstonia solanacearum*

Ne disposant pas d'amorces spécifiques à toutes les bactéries suspectées, seule *Ralstonia solanacearum* a été caractérisée au sein du Laboratoire Mixte International (LMI) de la protection des végétaux.

2.2.7.1. Test de verre d'eau

Les plantes flétries de tomates ont été collectées et soumises au test de verre d'eau. Ce test a consisté à plonger les tiges des plantes flétries (taillées obliquement) dans un bécher transparent contenant de l'eau propre non trouble. Après quelques temps, la diffusion d'un filament blanc laiteux dans l'eau confirme l'hypothèse d'une infection d'origine bactérienne. Les tiges qui ont été positifs au test de verre d'eau ont été mises dans des sachets transparents et conservées au réfrigérateur pour l'isolement de la bactérie. Par contre, les rameaux négatifs au test de verre d'eau, sont amenées au laboratoire de phytopathologie de Farako-Bâ pour des tests mycologiques.

2.2.7.2. Isolement et purification des souches

Les tiges collectées ont d'abord été lavées à l'eau de robinet et découpées en de petits fragments d'environ 2 cm. Sous la hotte à flux laminaire, ces fragments de tiges ont été désinfectés dans une solution d'alcool 70%, puis dans de l'eau de Javel 1% et rincés à l'eau distillée stérile. Suite à ces différentes opérations, les fragments sont mis dans des sachets Bioreba puis écrasés. Un volume de 2 ml d'eau distillée stérile est pipeté et éjecté sur les fragments écrasés puis malaxé. Les suspensions obtenues ont été laissées au repos pendant 30 mn pour permettre la libération des bactéries des tissus végétaux (Photo 8). Après libération des suspensions bactériennes, 50 µL de la suspension ont été prélevés à l'aide d'une anse et étalés sur du milieu SMSA préparé à cette effet (Annexe II). Les boîtes de Petri ont été mises en incubation en position inversée à l'étuve à une température de 30°C durant 48 heures. La purification des souches isolées s'est réalisée sur le milieu SMSA. Les souches pures ont été conservées dans un milieu stérile composé de NB et de glycérol à 50% dans les proportions respectives de 2/3 et 1/3 à l'intérieur des cryotubes de 1,5 µL à -20°C.

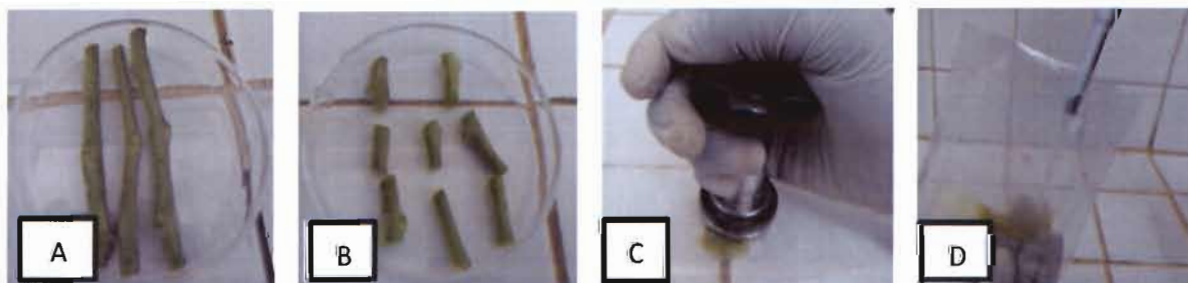


Photo 8: Isolement des souches bactériennes : **A** : Tiges de plantes flétries utilisées pour l'isolement ; **B** : Fragments de tige ; **C** : broyage ; **D** : Ajout de 2 ml d'eau (Ouédraogo, 2016)

2.2.7.3. Préparation de suspension bactérienne

Pour les différents tests, les bactéries conservées à -20°C ont été ré-cultivées à cet effet. Les colonies âgées de 48 h ont été utilisées. Une suspension bactérienne de 10^8 CFU.mL⁻¹ a été

ensuite préparée pour l'évaluation du pouvoir pathogène des souches. Pour la préparation de la suspension, une prise d'anse de la souche pure a été prélevée et mélangée à 5 mL d'eau distillée stérile sous une hotte à flux laminaire. Le contenu est agité au vortex de manière à bien dissoudre la souche. La densité optique (DO) à 600 nm a été mesurée en mettant 1 mL de la suspension bactérienne dans une cuve de spectrophotomètre puis ajoutée à 0,15 à une incertitude de 10% selon la formule:

$$\text{Volume d'eau distillée à ajouter} = \frac{\text{DO obtenue} - \text{DO voulue}}{\text{DO voulue}} \times V$$

2.2.8. Isolement et purification des champignons

2.2.8.1. Isolement en chambre humide

Toutes nos manipulations ont été faites à la station de Farako-Bâ au laboratoire de phytopathologie. Les échantillons de tomate de grande taille (tige et fruit) récoltés, ont été découpés en fragment de petites tailles à l'aide d'une paire de ciseau. Les feuilles quant à elles sont gardées intactes. Les fragments ont été ensuite désinfectés à l'alcool 70% pendant 30 secondes, puis à l'eau de javel 1% pendant une minute. Ils ont été rincés à l'eau distillée et déposés sur des papiers buvards humides contenus dans des boîtes de Petri. Les boîtes de Petri ont été étiquetées puis incubées sous 12 heures de lumière proche Ultra Violette alternée avec 12 heures d'obscurité à 22°C pendant 04 à 05 jours.

2.2.8.2. Purification et caractérisation des champignons

À l'issue de l'incubation, les colonies développées ont été observées à la loupe puis des préparations microscopiques ont été faites à partir de chaque colonie et observées au microscope optique. Les conidies observées au microscope sont comparées aux images et descriptions de Mathur et Kongsdal (2003).

L'identité du champignon est obtenue lorsqu'il y a concordance entre l'observation microscopique et la description proposée par la clé d'identification de Mathur et Kongsdal. Après toutes ces opérations, le mycélium est purifié et conservé au réfrigérateur. La purification a consisté à séparer les jeunes colonies sur la base de leurs caractères morphologiques en conditions aseptiques. Les boîtes de Petri sont ensuite fermées et scellées avec du parafilm. Les colonies purifiées sont incubées, jusqu'à ce que chaque colonie fructifie.

2.2.8.3. Conservation des isolats fongiques

Les isolats ont été conservés dans des tubes à essai sur milieu de culture Potato Dextrose Agar (PDA). 42 g de PDA pour 1000 ml d'eau ont été mélangés pour obtenir la préparation du milieu de culture. Le mélange a été préalablement homogénéisé à l'aide d'une plaque chauffante équipée d'un agitateur jusqu'à ce que le milieu devienne fluide. Ce milieu est reparti dans les tubes à essai au 1/3 de leur capacité (environ 10 ml). Ensuite, les tubes sont stérilisés à l'autoclave pendant 30 minutes à une température d'environ 120°C et une pression de 2,5 bars. Chaque isolat est repiqué dans les tubes en deux répétitions à l'aide d'une aiguille incurvée à proximité d'une flamme d'un bec Bunsen sous la hotte à flux lamellaire vertical préalablement désinfectée à l'alcool 70%. Chaque tube est ensuite étiqueté en se référant aux informations portées sur la boîte de Petri d'origine. Les informations portées sur chaque tube concernent : la date de l'ensemencement, le nom de la variété sur laquelle le champignon a été isolé, le nom de l'agent fongique. Pour favoriser le développement des champignons, les tubes sont déposés dans la chambre d'incubation sous une température de 25°C avec un cycle de 12 heures de lumière proche ultraviolette et 12 heures d'obscurité.

2.2.8.4. Test de pouvoir pathogène et postulat de Koch

Test de pathogénicité avec *Ralstonia solanacearum*: le but de ce test est de déterminer la capacité de la bactérie à induire le flétrissement de l'hôte sur lequel elle a été isolée. Il permet de confirmer ou infirmer le diagnostic présomptif initial. La méthode d'inoculation utilisée a été celle décrite par Winstead et Kelman en 1952. Elle consiste à piquer l'aisselle de la seconde ou de la troisième feuille bien développée (à partir de l'apex) à l'aide d'une aiguille stérile, et d'y déposer 50 µL de la suspension bactérienne à 10^8 C.F.U ml⁻¹ préalablement préparé (Photo 9A). Avant l'inoculation, un démariage a été réalisé au stade 3-4 feuilles pour retenir la plante la plus vigoureuse par pot. L'accession MFI 5-2 positif au test de verre d'eau a été utilisée pour le test.

Test de pathogénicité avec les agents pathogènes fongiques: pour ce test, des cultures pures âgées de sept jours de chaque agent pathogène isolé ont été immergées d'eau distillée stérilisée. Puis le mycélium a été frotté à l'aide d'un pinceau stérilisé afin de faire éclater les fructifications. La suspension de conidies a été ensuite filtrée et ajustée à une concentration de 10^5 conidies/ml. L'inoculation des plantules a consisté à pulvériser 50 ml de la suspension de conidies sur les feuilles, tiges et rameaux de la tomate saine âgée de vingt et un (21) jours (Photo 9B). Les plantules ont été placées après inoculation sous humidificateur durant vingt-quatre (24) heures. Après le développement des premiers symptômes, une semaine à l'issue

de l'inoculation, les observations ont porté sur la description des symptômes occasionnés et leur rapprochement avec ceux observés au champ.

Compte tenu du nombre élevé des accessions étudiées, deux accessions ont été retenues pour chaque champignon phytopathogène. Le tableau III ci-dessous donne le nom des accessions utilisées ainsi que le nom des agents pathogènes fongiques correspondants.

Tableau III: Liste des accessions utilisées pour le test de pathogénicité et les agents pathogènes correspondants

Accessions utilisées pour le test de pathogénie	Agents pathogènes
FBT3, MIT10-2	<i>Alternaria solani</i>
4T3-2, MIT3-1	<i>Cercospora fuligena</i>
4T2-3, MIT10-1	<i>Corynespora cassiicola</i>
5T1-7, MIT1-3	<i>Botrytis cinerea</i>
15T6-6, MIT9-2	<i>Fusarium oxysporum</i>



Photo 9: Test de pathogénicité: **A:** avec *Ralstonia solanacearum*, **B:** avec les agents pathogènes fongiques (**Photos SIB D.**).

2.3. Analyses statistiques

Le tableur **Excel 2010** a été utilisé pour la saisie des données collectées et la réalisation des différents graphiques. Les caractéristiques de position et de dispersion de la statistique élémentaire ont été calculées à l'aide du logiciel **SAS** version **9.3**. Le logiciel **R** a été utilisé pour la réalisation du graphique des taux de reprise.

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Résultats des activités menées au champ

3.1.1.1. Taux de reprise des plants des différentes accessions de tomate après repiquage

L'évaluation du taux de reprise des différentes accessions révèle que, sur les 208 accessions étudiées, 64,42% des accessions ont un taux de reprise supérieur ou égal à 50%, 33,17% des accessions ont un taux de reprise faible, inférieur à 50%, et 2,40% des accessions n'ont pas connu de reprise (Figure 4). Les différentes accessions réparties en fonction des fréquences de reprise, sont consignées en annexe IV.

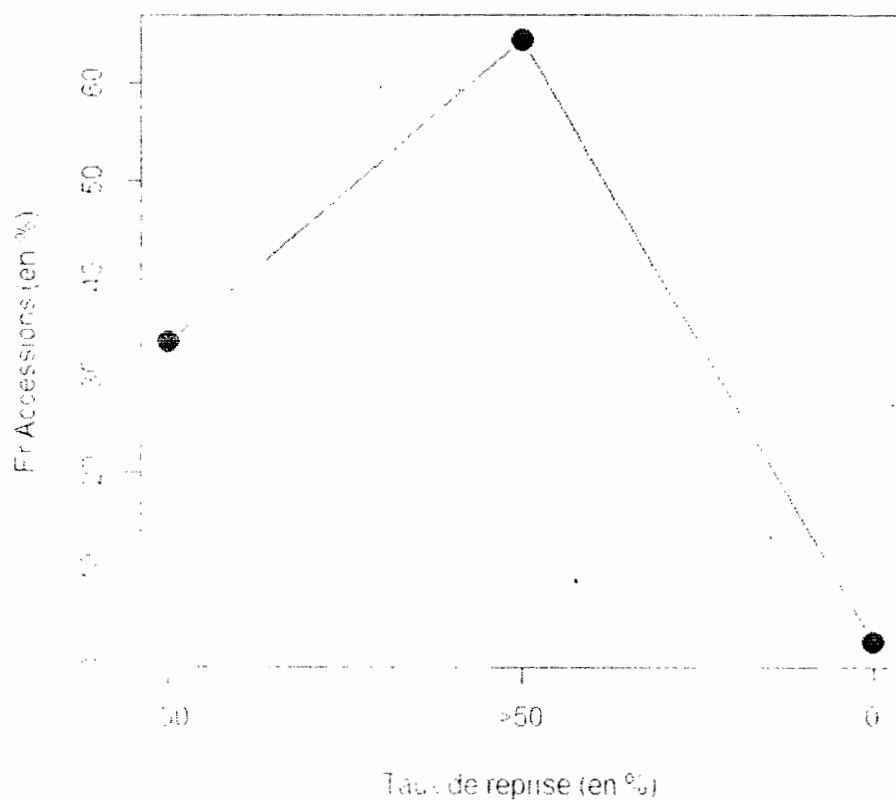


Figure 4 Taux de reprise des accessions de tomate après repiquage en fonction de la fréquence des accessions (en %)

3.1.1.2. Niveau d'infection des plantes de tomate

3.1.1.2.1. Maladies fongiques identifiées en liens avec les symptômes décrits

Les résultats des prospections réalisées au champ à la station de Farako-Bâ, indiquent la présence de cinq champignons phytopathogènes sur les plantes de tomate responsables de maladies fongiques graves. Ces maladies sont l'alternariose, la cercosporiose, la corynésporiose, la fusariose et la moisissure grise. Les différents symptômes diagnostiqués

sont les taches concentriques de forme irrégulière sur les feuilles, les tiges et les fruits (Planche II).

3.1.1.2.2. Maladies bactériennes de la tomate en lien avec les symptômes décrits

Les résultats des observations, basées sur la clé d'identification des maladies de la tomate de Brad et Wayne (1997), ont révélés des symptômes caractéristiques de moucheture bactérienne, de chancre bactérien, de gale bactérienne et de flétrissement bactérien sur les plantes de tomate. La planche I présente les maladies bactériennes observées au champ associées aux symptômes.

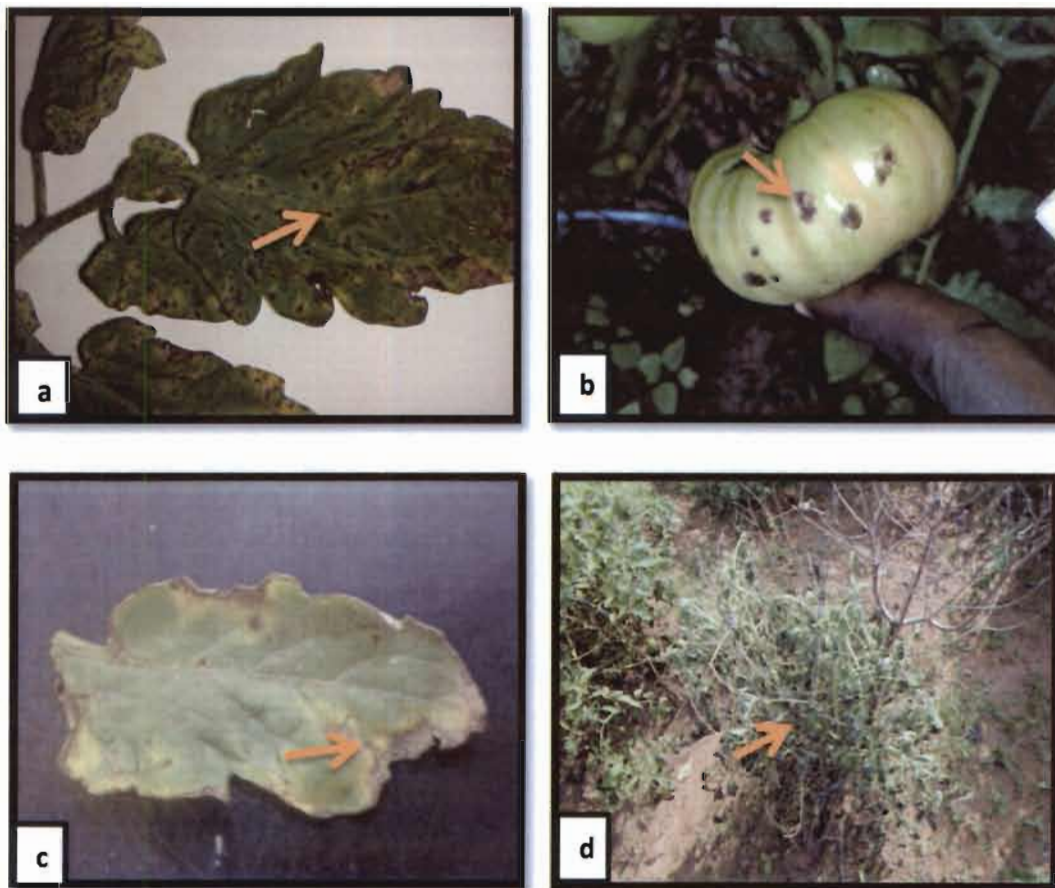


Planche I: Symptômes de maladies bactériennes sur les organes de la plante de tomate observés en plein champ au cours de l'essai (**Photos SIB D.**).

- a. Symptômes de la moucheture bactérienne sur feuille
- b. Lésion de la gale bactérienne sur fruit
- c. Feuille de tomate atteinte du chancre bactérien
- d. Flétrissement de la plante de tomate dû à une bactérie

3.1.1.3. Prévalence des maladies fongiques sur les accessions de tomate

Les figures 5 et 6 représentent la prévalence des maladies fongiques et leurs évolutions en fonction des observations. Ces maladies présentent des périodes et des niveaux d'apparitions différents en fonction du temps.

L'alternariose et La corynésporiose sont les maladies les plus précoces sur les plantes de tomates au champ tandis que la cercosporiose est la moins précoce. La prévalence de ces maladies est de 45% et 13% respectivement pour l'alternariose et la corynésporiose et de 34% pour la cercosporiose (Figure 5).

La maladie la plus dominante sur les accessions est l'alternariose. Elle est suivie par la cercosporiose et par la corynesporiose (Figure 6). Les maladies qui se sont les plus faiblement manifestées sont la fusariose et la moisissure grise avec des prévalences respectives de 5% et 3%.

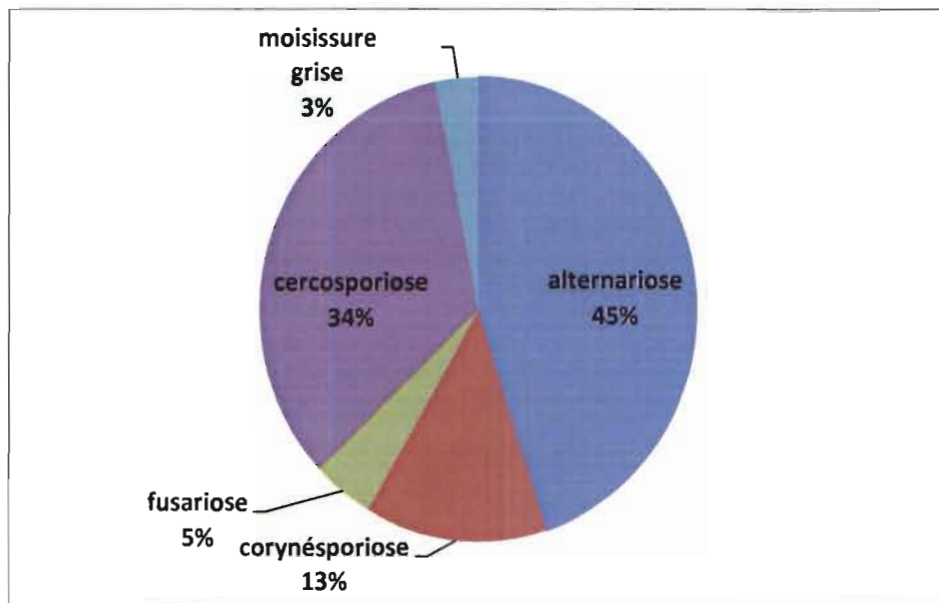


Figure 5: Moyenne de la prévalence des maladies fongiques de toutes les observations

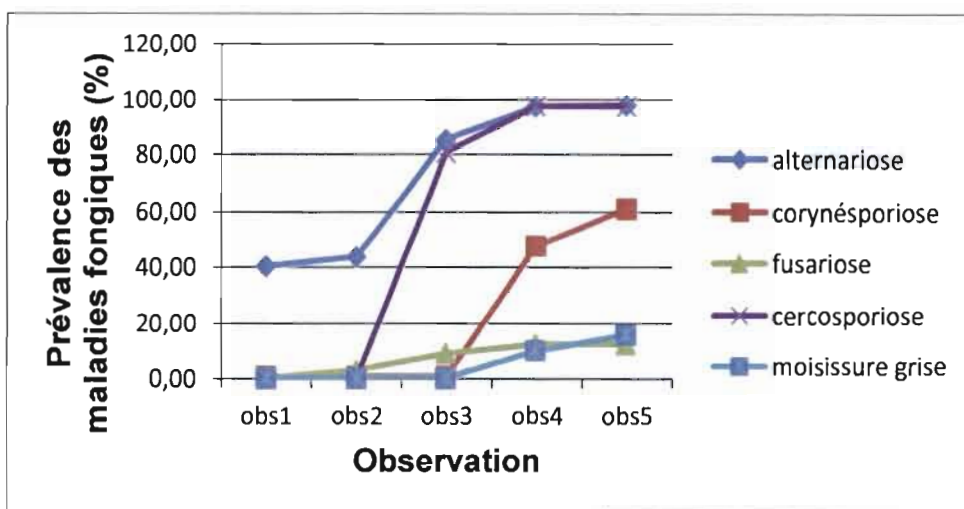


Figure 6: Evolution des maladies fongiques sur les accessions de tomate étudiées

3.1.1.4. Prévalence des maladies bactériennes sur les accessions de tomate

Les figures 7 et 8 représentent la prévalence des maladies bactériennes et leurs évolutions en fonction des observations. Ces maladies présentent des périodes et des niveaux d'apparitions différents en fonction du temps. La moucheture bactérienne et La gale bactérienne sont les maladies les plus précoces sur les plantes de tomates au champ tandis que le chancre bactérien est la moins précoce. La prévalence de ces maladies est de 58% et 26% respectivement pour la moucheture bactérienne et la gale bactérienne et de 15% pour le chancre bactérien (Figure 7). Le flétrissement bactérien quant à lui, apparait tardivement et est pratiquement inexistant car il attaque un nombre négligeable d'accessions avec une prévalence de 1%.

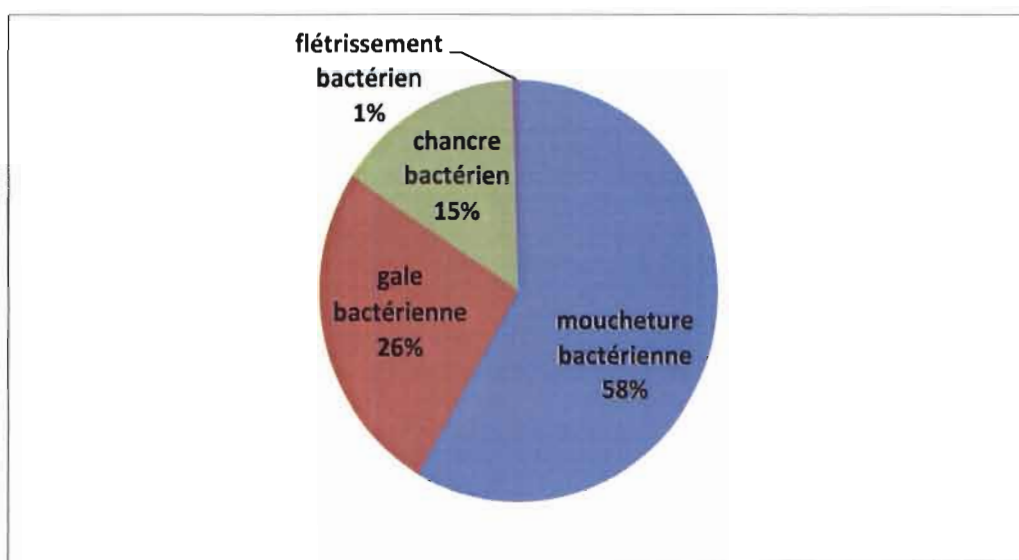


Figure 7: Répartition des accessions attaquées par les maladies bactériennes en fonction de la moyenne de la prévalence totale de chaque maladie.

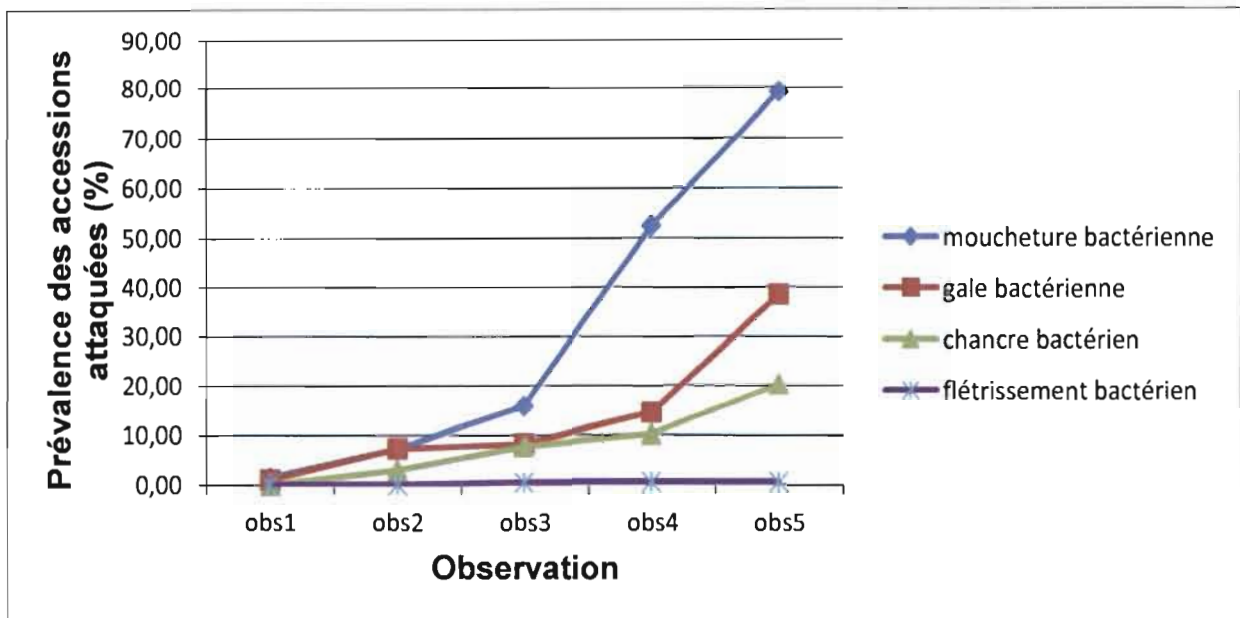


Figure 8: Evolution des maladies bactériennes sur les accessions de tomate étudiées

3.1.1.5. Niveau de variabilité de la sévérité des maladies sur les accessions de tomate

3.1.1.5.1. Sévérité des maladies fongiques

L'analyse statistique de la sévérité des maladies fongiques, révèle d'une manière générale, que les maladies se développent modérément sur les accessions (Figure 9). Ainsi, les deux premières observations, 23 juillet (obs 1) et 6 août 2016(obs 2), sont marquées par une sévérité faible des maladies avec moins de 10% des organes des plantes attaqués. La troisième observation est marquée par une sévérité forte de 2,30 de l'alternariose sur les accessions. Outre l'alternariose, la troisième observation est marquée par une sévérité moyenne des maladies. Les dernières observations se distinguent par une forte sévérité de l'alternariose, la cercosporiose et la corynésporiose. En effet, ces maladies infestent plus de 30% des organes de la plante de tomate. Contrairement aux autres maladies fongiques, la fusariose s'est révélée la plus sévère à la dernière observation. En effet, les plantes atteintes par la fusariose présentent un état de flétrissement et certaines plantes se dessèchent.

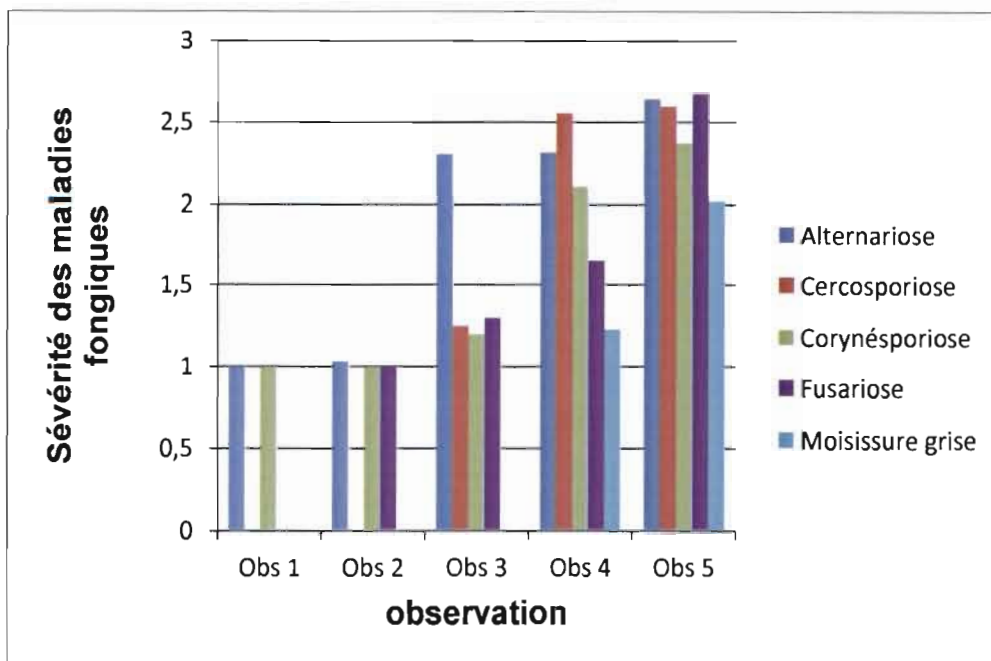


Figure 9: Moyenne de la sévérité des maladies fongiques observées au cours des cinq observations.

3.1.1.5.2. Sévérité des maladies bactériennes

L'analyse statistique de la sévérité des maladies bactériennes indique que moins de 10% des organes des plantes de tomate ont été attaquées par les bactéries phytopathogènes lors des deux premières observations (Figure 10). La moucheture bactérienne et la gale bactérienne se révèlent les plus sévères la dernière observation avec les sévérités respectives de 2,34 et 2,3.

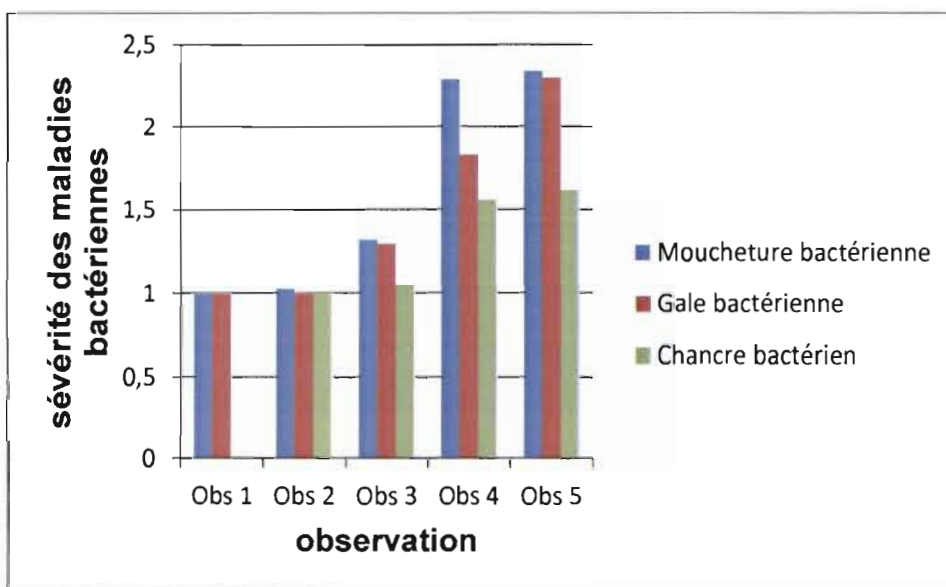


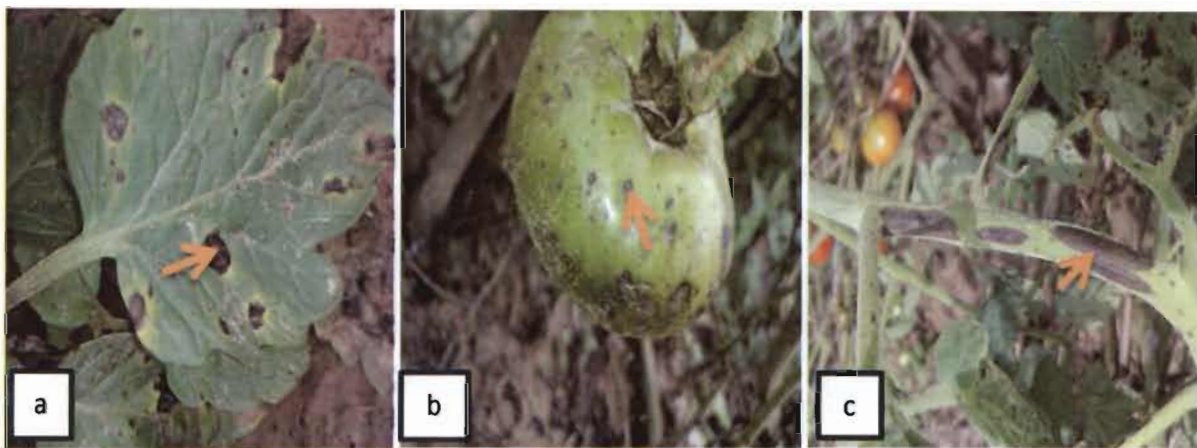
Figure 10: Moyenne de la sévérité des maladies bactériennes observées au cours des cinq observations

3.1.2. Résultats des activités menées au laboratoire

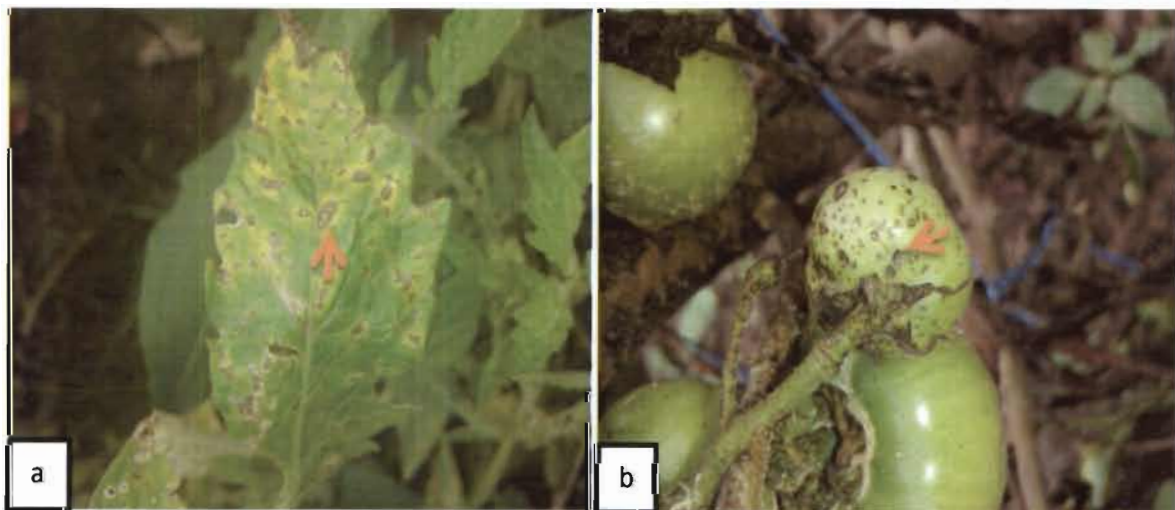
3.1.2.1. Résultats de l'isolement des champignons pathogènes identifiés au champ

L'isolement des agents pathogènes fongiques à partir des symptômes, a donné cinq espèces fongiques pathogènes connues. Ce sont: *Fusarium oxysporium*, *Cercospora fuligena*, *Corynespora cassiicola*, *Alternaria solani* et *Botrytis cinerea*.

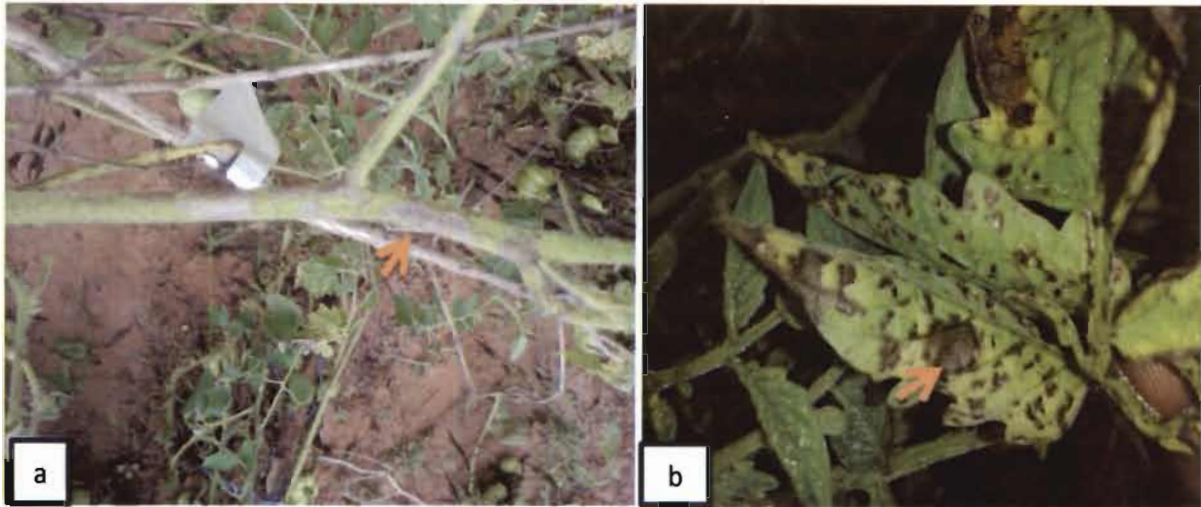
En plus de ces différentes espèces identifiées, des champignons saprophytes comme *Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger* ont été détectés. La planche II met en évidence les champignons pathogènes identifiés et leurs symptômes observés.



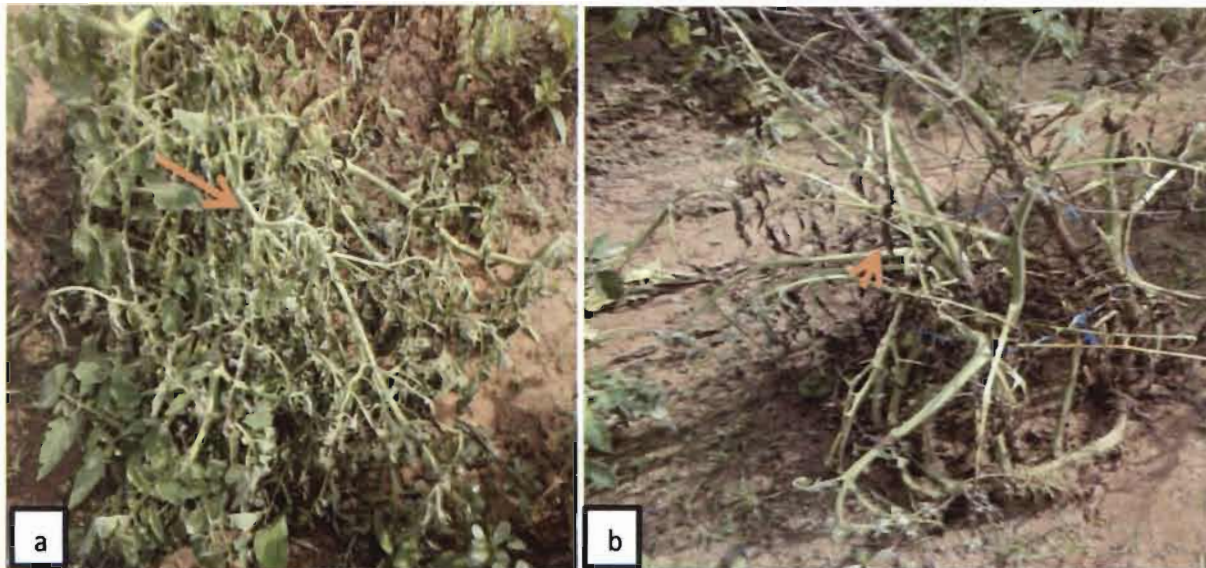
A1: taches concentriques localisées de forme irrégulière et de couleur brun foncé à noir (a-sur feuille, b-sur fruit, c-sur tige). Alternariose due à *Alternaria solani*



A2: petites nécroses formant des taches concentriques entourées d'un halo jaune (a-sur feuille, b-sur fruit) Corynésporiose due à *Corynespora cassiicola*



A3: taches fuligineuses de couleur gris sombre sur tige (a) et de couleur jaune sur feuille (b)
Cercosporiose due à *Cercospora fuligena*



A4: plante de tomate flétrie (a-début de flétrissement, b- feuilles desséchées)
Fusariose causée par *Fusarium oxysporum*

Planche II: Quelques symptômes de maladies fongiques sur les organes de la plante de tomate (Photos SIB D.).

3.1.2.2. Diversités morphologiques des conidies de champignons phytopathogènes

L'examen microscopique des isolats obtenus révèle une variabilité morphologique des conidies des espèces fongiques. La planche III montre les caractéristiques morphologiques de quelques conidies observées.

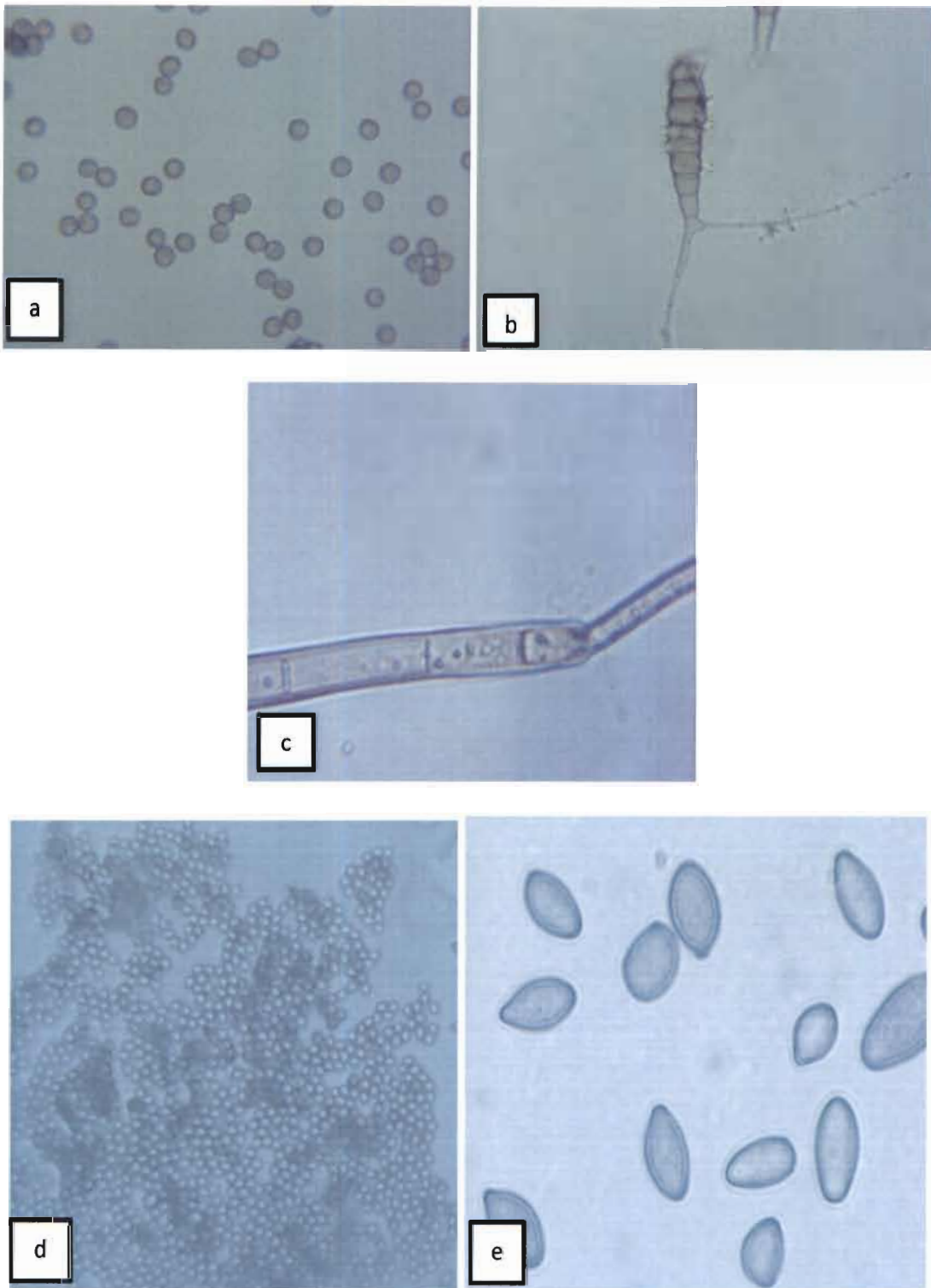


Planche III: Espèces fongiques identifiées sur la base de leur conidie au Grossissement 40X
(**a:** *Aspergillus niger*, **b:** *Alternaria solani*, **c:** *Cercospora fuligena*, **d:** *Aspergillus flavus*, **e:** *Botrytis cinerea*) (Photos SIB D.).

3.1.2.3. Isolement de la bactérie *Ralstonia solanacearum* sur une plante de tomate flétrie

Pour la présente étude, seule l'accession malienne (MIT5-2) est attaquée au champ par la *Ralstonia solanacearum*. L'isolement de l'agent bactérien au laboratoire a permis de confirmer le résultat du test de verre d'eau au champ. La photo 10 présente la plante MIT5-2 flétrie au champ et les colonies de *Ralstonia solanacearum* isolées au laboratoire sur milieu SMSA.

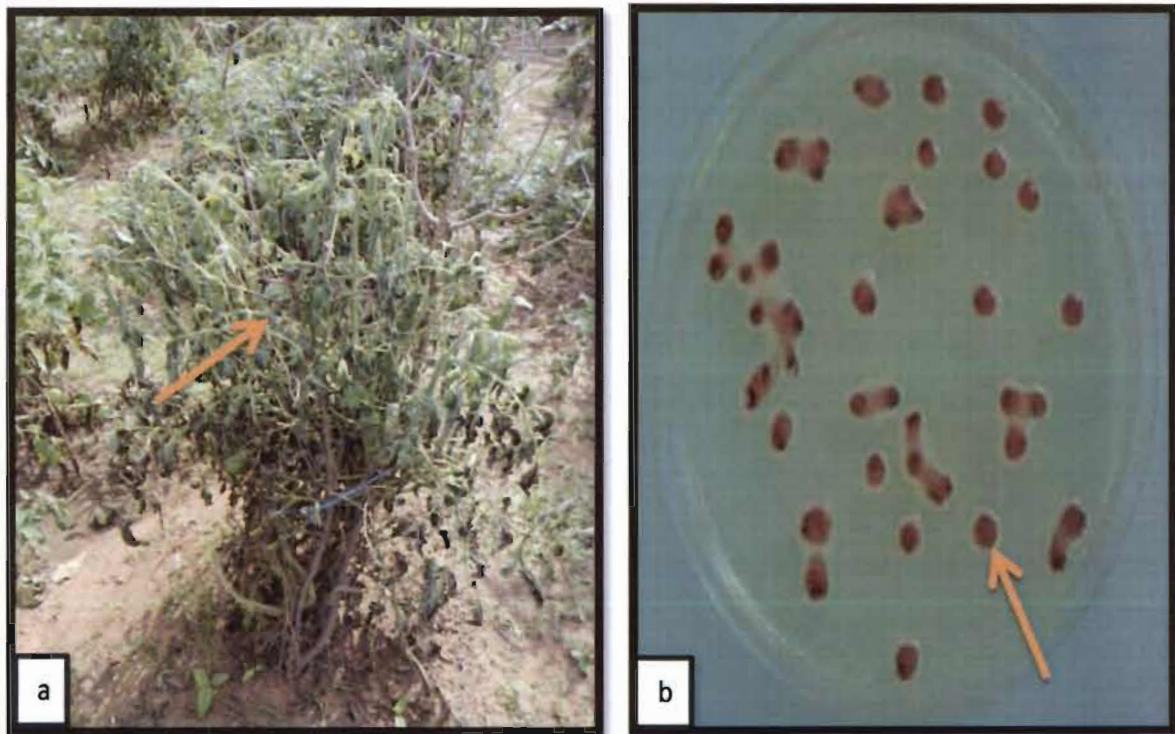


Photo 10: Flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum*; **a:** plante flétrie, **b:** *Ralstonia solanacearum* sur milieu SMSA (Photos SIB D.).

3.1.3. Résultats des tests de pathogénicité

3.1.3.1. Cas des champignons phytopathogènes

Le test de pathogénicité réalisé dans les pots sur des plants sains de tomate avec des suspensions de conidies (10^5 conidies/ml) a donné des résultats concluants pour la majorité des isolats. Les cinq isolats de champignons utilisés pour le test ont provoqué individuellement des symptômes analogues à ceux observés au champ. Ainsi, *Alternaria solani* a provoqué des taches concentriques localisées auréolées d'un halo jaune sur les accessions (Planche IV B).

Cercospora fuligena quant à lui, a provoqué des taches et une décoloration de la face supérieure des feuilles (Planche IV E). Les plantules inoculées avec les spores de *Fusarium*

oxysporum ont présenté des rameaux flétris à sept jours après inoculation. Le nombre de rameaux flétris a augmenté jusqu'à atteindre toute la plante vingt-deux jours après inoculation (Planche IV A). *Corynespora cassiicola* a provoqué des taches nécrotiques sur les plantes inoculées, ce qui est conforme aux symptômes observés au champ (Planche IV C). Les plantes utilisées pour le test de pathogénie avec *Botrytis cinerea* ont présentées une altération marron à brune à l'extrémité du limbe, affectant une portion importante des folioles (Planche IV D). L'identification des espèces ré-isolées à partir des organes foliaires infectés à l'issue de l'inoculation a montré qu'il s'agit du même matériel qui avait été inoculé.



A. symptômes induits par *Fusarium oxysporum* (7 JAI) B. symptômes induits par *Alternaria solani* (7 JAI)



C. symptômes induits par *Corynespora cassiicola* (7 JAI) D. symptômes induits par *Botrytis cinerea* (7 JAI)



E. symptômes induits par *Cercospora fuligena* (7 JAI)

Planche IV: Symptômes induits par les agents pathogènes fongiques sur plante de tomate (Photos SIB D.).

3.1.3.2. Cas de *Ralstonia solanacearum*

Le résultat du test de pouvoir pathogène avec *Ralstonia solanacearum*, fait ressortir les mêmes symptômes observés au champ. En effet, les plantes de tomate ont présenté des symptômes de flétrissement, cinq (05) JAI. La photo 11 nous montre une plante de tomate flétrie suite à son inoculation par la bactérie *Ralstonia solanacearum*.

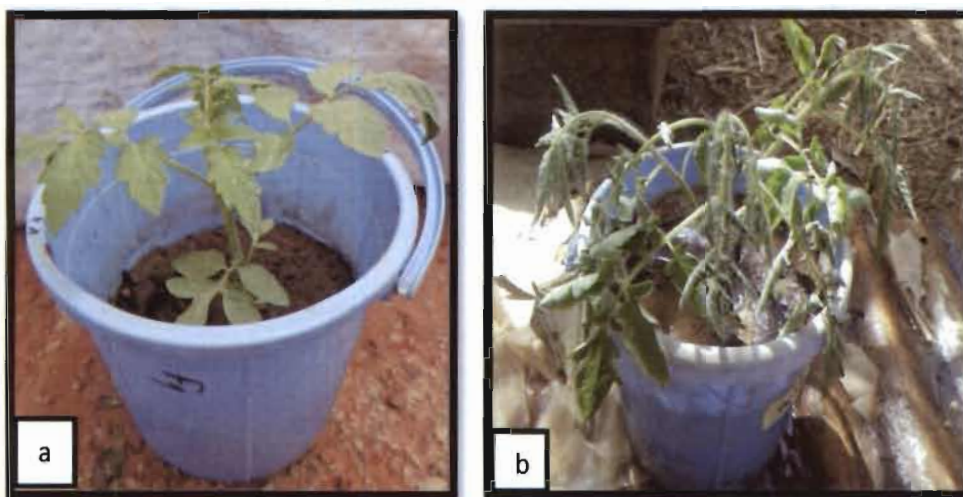


Photo 11: Flétrissement d'une plante de tomate inoculée par *Ralstonia solanacearum* (a: plante saine, b: plante flétrie 5 JAI) (Photos SIB D.)

3.2. Discussion

Taux de reprise du matériel végétal

Le taux de reprise des 208 accessions varie considérablement d'une accession à une autre. Cette variation au sein des accessions pourrait s'expliquer par le niveau d'adaptation des plantes au milieu et aussi par une variation des conditions environnementales du milieu (variation des températures minima et maxima, de l'humidité relative). Selon Wacquant (1995) cité par Valimunzigha (2006), la germination des graines, la croissance et le développement de la tomate sont influencées par l'environnement et en particulier le climat. Pour une bonne reprise de la plante de tomate, une température du sol située entre 25°C et de 35°C est recommandée. Mais au-dessous de 15°C, elle diminue la consommation en eau et de plus de 35°C provoque une végétation plus lente (PNTTA, 1999). Durant la présente étude, de juillet à septembre, des températures minima de 21,60°C à 21,90°C; et maxima de 30,42°C à 31,17°C ont été enregistrées. L'humidité relative quant à elle, oscillait entre 74,42% à 78,31%. Ces dispositions expliqueraient en partie les résultats obtenus sur la reprise des accessions.

Niveau de progression des maladies sur les accessions et la FBT3

Le niveau d'infestation des plantes de tomate par les pathogènes augmente au cours des observations (Figure 7 et 9). Les maladies se manifestent progressivement sur les accessions de tomate de juillet à août avant d'envahir presque toutes les accessions en septembre (dernier mois des activités au champ). La progression du niveau d'infestation des accessions par les maladies pourrait s'expliquer par les conditions environnementales favorables du milieu aux agents pathogènes.

Selon Messiaen (1974), les conditions particulières de température, d'humidité, de rayonnement solaire, l'absence d'éléments minéraux indispensables dans le sol, la présence de substances toxiques ou une combinaison de ces diverses formulations favorise une prolifération des agents pathogènes.

Prévalence des maladies fongiques et les agents pathogènes fongiques isolés

Les spores des champignons sont dispersées par l'air dès que les conditions sont favorables, c'est-à-dire lorsque les températures se situent entre 10 et 32°C (optimum 27°C), et de

préférence lorsque l'atmosphère est humide (plus de 50 % d'humidité relative) (Gerbeaud, 2017).

L'alternariose, est la maladie la plus prépondérante des maladies fongiques diagnostiquées en plein champ. Ce résultat est en accord avec les travaux de Kabré (2016) qui a évalué l'alternariose dans toutes les parcelles élémentaires de son expérimentation à la station de Farako-Bâ, et ceux de la Saphyto (2016), qui affirmait que les maladies les plus fréquentes sur la tomate au Burkina Faso sont les maladies fongiques dont l'alternariose. Aussi d'après les résultats d'une enquête réalisée au Burkina Faso entre 2015 et 2016, les maladies fongiques les plus dominantes sont l'alternariose et la fusariose (Son *et al.*, 2016). La prépondérance de l'alternariose serait due au pouvoir pathogène de *Alternaria solani*, agent pathogène de la maladie et à sa capacité de se conserver longtemps dans le sol et dans les résidus d'organes. Outre l'alternariose, la cercosporiose, la corynésporiose, la fusariose et la moisissure grise, apparaissent sur les accessions inspectées avec des niveaux d'apparition et de sévérité variable d'une accession à l'autre.

La différence d'apparition de ces maladies et leur sévérité sur les plantes observées s'expliqueraient par plusieurs hypothèses: le niveau de colonisation du sol par les agents pathogènes respectifs, la provenance du matériel végétal utilisé, la réaction des différentes accessions face aux agents pathogènes. En effet, chaque accession pourrait manifester des écarts de comportement vis-à-vis de chacun des pathogènes identifiés. Elle pourrait être sensible, résistante, ou tolérante. Ces différences impacteraient nécessairement le niveau d'apparition des maladies (Laumonier, 1979). En outre, l'historique de la parcelle révèle quelle était en jachère depuis plusieurs années avant son utilisation pour l'expérimentation. La prévalence des maladies fongiques s'expliquerait également par l'existence de plantes hôtes dans la jachère, lesquelles espèces pourraient héberger et transmettre ces maladies aux accessions cultivées.

Prévalence des maladies bactériennes et *Ralstonia solanacearum* isolé

Les maladies bactériennes sur les accessions évoluent au cours des observations. Les prospections des maladies bactériennes au champ indiquent que les différentes maladies, en dehors du flétrissement bactérien, apparaissent de façon précoce. L'origine géographique des semences pourrait être la source possible de dissémination des bactéries pathogènes observées. L'apparition précoce de ces maladies résulterait de la sensibilité des accessions et de la FB13 à ces maladies bactériennes. Aussi, l'un des facteurs de vulnérabilité des

accessions à ces maladies serait les conditions climatiques du milieu. Selon Blancard (1988), les maladies bactériennes sont favorisées par des périodes climatiques humides. En effet, les bactéries sont très polyphages et interviennent dans des conditions d'hygrométrie élevée et de température variant de 5°C à 37°C, avec un optimum de 22°C. Elles se conservent dans le sol dans les débris végétaux de plantes malades.

Le flétrissement bactérien a un faible pouvoir pathogène sur les accessions étudiées. En effet, elle s'est manifestée sur une seule accession (MIT5-2) sur les 208. Ce résultat est en accord avec les travaux de d'Arondelle de Haye (1964) (cité par Ouédraogo, 2016) qui l'a identifié pour la première fois en 1964 à Farako-Bâ. Sa faible prévalence s'expliquerait par le profil historique de la parcelle d'expérimentation. En effet la parcelle qui a abrité cet essai a été mise en jachère pendant plusieurs années. Cette jachère pourrait contribuer à fragiliser le pouvoir pathogène des parasites. Selon Lebas (2010), la mise en place de jachères permet de réduire l'inoculum de la bactérie d'où un moyen efficace de contrôle du flétrissement bactérien.

Postulat de Koch

L'inoculation par pulvérisation des concentrations de conidies des agents pathogènes sur les feuilles de plantules de tomate saines, s'est traduite par l'apparition de symptômes foliaires confirmant ainsi la pathogénicité de ces champignons sur les accessions de tomate choisies pour ce test.

Alternaria solani est signalé depuis plusieurs décennies comme pathogène des solanacées et a longtemps été décrit comme affectant la tomate, l'aubergine, la pomme de terre, ainsi que plusieurs membres de cette famille botanique (Blancard *et al.*, 2012). Il en est de même pour *Fusarium oxysporum*, signalée comme pathogène des solanacées (Blancard *et al.*, 2009)

Botrytis cinerea a induit des lésions foliaires ayant un aspect nécrosé situées à l'intérieur du limbe. Celles-ci ont une coloration variant du beige au brunâtre. De telles observations avaient été faites par Mouria *et al.* (2013) qui ont mis en évidence le pouvoir pathogène de vingt-deux (22) souches de *B. cinerea*. Les résultats obtenus révèlent une apparition de lésions foliaires dont le diamètre varie d'une souche à l'autre.

Corynespora cassiicola a occasionné de petites nécroses sur les feuilles de tomate inoculées. Une étude portant sur l'évaluation de la pathogénicité de neuf isolats de *C. cassiicola* sur la tomate, l'aubergine et la papaye au Brésil a montré que les isolats de *C. cassiicola* provoquent

de graves symptômes sur la tomate contrairement à la papaye et l'aubergine (Ferreira et Bentes, 2016).

Cercospora fuligena présentent des taches chlorotiques à la face supérieure des feuilles. De ces résultats, la pathogénicité de ces agents pathogènes est vérifiée car les symptômes observés par le test sont conformes aux symptômes inspectés au champ.

L'évaluation du pouvoir pathogène de *Ralstonia solanacearum* a permis de confirmer le flétrissement des plantes de MIT5-2 observé en plein champ. En effet, l'inoculation de MIT5-2 avec l'isolat de *Ralstonia solanacearum* cultivé 48 heures avant le test, a révélé, un flétrissement des plantes de tomate 5 JAI. Ainsi, nos résultats sont en accord avec ceux de Boro (2014) qui a réalisé le même test sur la tomate et dont les résultats ont montré un flétrissement des plantes de tomate inoculées.

En somme, nos résultats sont concluants car le postulat est vérifié.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude menée à la station de Farako-Bâ, dans l'Ouest du Burkina Faso sur les 208 accessions de tomates avait pour objectif global de contribuer à l'identification des maladies fongiques et bactériennes au Burkina Faso. Plus spécifiquement, il s'est agi d'évaluer la prévalence et la sévérité des maladies bactériennes et fongiques observées en plein champ sur les accessions. Aussi, il s'est agi d'isoler les agents pathogènes responsables des maladies fongiques et bactériennes identifiées au champ.

Les résultats ont mis en évidence une diversité importante de maladies sur les accessions et variété de tomate étudiées. En effet, cinq (05) maladies fongiques (l'alternariose, la cercosporiose, la corynésporiose, la fusariose et la moisissure grise) et quatre (04) maladies bactériennes (la moucheture bactérienne, la gale bactérienne, le chancre bactérien et le flétrissement bactérien) ont été identifiées. Les maladies fongiques les plus sévères sont par ordre d'importance l'alternariose, la cercosporiose, la corynésporiose. Et pour les maladies bactériennes, ce sont la moucheture bactérienne et la gale bactérienne.

Les travaux au laboratoire sur l'identification des agents pathogènes fongiques indiquent que *Alternaria solani*, *Cercospora fuligena*, *Corynespora cassiicola*, *Fusarium oxysporum* et *Botrytis cinerea* ont confirmé nos diagnostics. Quant aux agents bactériens, seule la bactérie *Ralstonia solanacearum*, a été détecté sur M15-2 au laboratoire.

Au terme de notre étude, les perspectives suivantes se dégagent afin d'approfondir les investigations sur le sujet:

- Poursuivre l'étude sur les maladies fongiques et bactériennes de la tomate de façon spécifique en saison pluvieuse:
- Etendre l'étude vis-à-vis des agents pathogènes responsables des maladies observées sur les sites de prélèvement en saison pluvieuse et aussi en saison sèche:
- Approfondir l'étude, en effectuant des caractérisations biochimiques et moléculaires des agents pathogènes afin de déterminer les moyens de lutte adéquats à chaque agent pathogène:
- Approcher et sensibiliser les producteurs sur les maladies fongiques et bactériennes, et les mesures prophylactiques à entreprendre pour assurer une production acceptable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ACTA, 1980. Guide pratique de défense des cultures. reconnaissance des ennemis, notion de protection des cultures. troisième édition Carrousel. Paris. France, 405p.

Anonyme, 2010. Caractéristiques et importance de la tomate, INERA.2-8pp.

Bazzi C., Fantini P. M. G. et Martini M., 1979. Gravittachi di « macciettatura batterià » del pomodoro in Emilia. Inf. Tore. Agrario. 7: 4657-4658.

Blancard D., 1988. Maladie de la tomate: Observer, identifier, lutter, université de Cornell, INRA, France. 212p.

Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. et Candresse T., 2009. Les maladies de la tomate (identifier, connaître, maîtriser). Ed. Quae. Paris, France, 679p.

Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. et candresse T., 2012. A colour handbook – Tomato Diseases: identification, biology and control. Manson Publishing Ltd. 688p.

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 fin de cycle. présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Agriculture: Centre Agricole Polyvalent de Matourkou (CAP/M), Bobo-Dioulasso. Burkina Faso. 75p.

Brad G., Wayne W., Jeff D., Phyllis H., John K., Vittorio S., Jon W., 1997. Tomato Diseases: a practical guide for seedsmen, growers and agricultural advisors. 62p.

Chougar S., 2011. Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera: *Gelechiidae*) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de tizi-Ouzou, Algérie. 122p.

CIRAD-GRET et Ministère des Affaires étrangères, 2002. Mémento de l'agronome. Ed. Quae. 1698p.

CORAF, 2010. Renforcer les capacités des acteurs et partenaires pour une agriculture durable en Afrique de l'Ouest et du Centre. Rapport Annuel 2010.

Couplan F., 2009. Les légumes-plants sauvages comestibles. Edition: L'Habere. 158p.

Courechinoux J. P., 2005. Fiche technique de la tomate. la culture de la tomate. 8p.

Décéert C., 1990. Manuel de phytopathologie maraichère tropicale. cultures de Côte d'Ivoire. 322p.

Dye D. W., Bradbury J. F., Goto M., Hayward A. C., Lelliott R. A. et Schorth M. N., 1980. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. *Rev. Plant disease*. **66** :993-994.

FAO, 1999: cahier de production et protection intégrées appliqué à la culture de la tomate en Afrique Soudano-sahélienne, 85p.

Favier J., Ireland-Ripert J., Toque C. et Feinberg. 2003. Répertoire générale des aliments. Ed. Ciqual : 40-48pp.

Ferreira A. F. T. A. F. et Bentes J. L. S., 2016. Pathogenicity of *Corynespora cassiicola* on different hosts in Amazonas State. Brésil. 3p.

Fontes J. et Guinko S., 1995. Carte de la végétation et du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération française. projet campus. Toulouse. France, 67p.

Gouba A., 2002. Efficacité biologique d'extraits de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur des populations de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) en cultures du cotonnier et de la tomate, 99p.

Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat d'Etat Université Bordeaux III. France. 318p.

Kaboré J., 2012. Analyse de la chaîne de valeur oignon de l'Oudalan et de son potentiel d'insertion dans les marchés urbains au Burkina Faso. Mémoire de master en sciences Humaines. Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 71p.

Kaboré R. A. J. B., 2014. Evaluation de la production et de la qualité fourragère de quelques espèces fourragères introduites d'Australie à Farako-Bâ. Rapport de stage présenté en vue de l'obtention du Brevet de Technicien Supérieur d'Agriculture. Burkina Faso. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou (CAP). 49p.

Kabré Y., 2016. Evaluation de l'efficacité «d'évito e» contre les maladies foliaires fongiques de la tomate en saison chaude et humide. Rapport de stage présenté en vue de l'obtention du Brevet de Technicien Supérieur d'Agriculture. Burkina Faso. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou (CAP). 45p.

Kimba A., Koura Y. M., Delmas P., Boubourek B. A., Adamou H., 2014. Les semences de tomate disponibles au Niger. troisième version. 17p

Lebas A. M., 2010. Evaluation du potentiel assainissant de six espèces végétales vis à vis du flétrissement bactérien de la tomate (*Ralstonia solanacearum*), en conditions sémi-controlées (serre), 90p.

Loumonier R., 1979. Cultures légumières et maraîchères. Tom 3. Edition Baillière, Paris, France, 279p.

MAIRII, 2007a. Fiche technique pour la production de la tomate au Burkina Faso. Ministère de l'Agriculture de l'hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso, 7p.

MAIRII, 2011. Rapport d'analyse du module maraîchage. Ouagadougou, Burkina Faso, 214p.

MASA, 2013. Rapport final situation de référence filières agricoles. Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire. Burkina Faso, 208p.

Mathur S. B. et Kongsdal O., 2003. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi: first edition. 425 p.

Messiaen C. M., 1974. Le potager tropical. Généralités, 2^{ème} édition. Techniques vivantes. Tome 1. PUF. 196p.

Messiaen C. M., Blancard D., Rouxel F., Lafon R., 1991. Les maladies des plantes maraîchères. 3^{ème} édition. I.N.R.A France. 552p.

Mouria B., Ouazzani E. A., Mouria A. et Douira A., 2013. Mise en évidence d'une variation intra spécifique chez *Botrytis cinerea* et lutte biologique in vitro par l'extrait de compost. Kenitra, Maroc. 16p.

Naika S., Lidt de Jende V. J., Goffau De M., Hilmi M. et Van Dam B., 2005. La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Fondation Agromisa et CTA. Wageningen. *Agrodok* 17. 105p.

Nana A., 2014. Essai de lutte intégrée par association de la lutte génétique et de la lutte biologique pour le contrôle de la rouille et des cercosporioses de l'arachide au Burkina Faso. Thèse de doctorat. Université de Ouagadougou. BP. 7021. 188p.

Naudin K., 2007. Experimentations agronomiques. conduites et plans des essais Guide méthodologique pour les antennes I.A.F.A. Document de travail BV fac n° 32. 19p.

Nikiema J. C., 2016. Evaluation de la résistance de 14 variétés et accessions de tomate au flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum* en liaison avec le potentiel infectieux du sol. Mémoire de fin de cycle, présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Agriculture : Burkina Faso, Bobo-Dioulasso. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou (CAP/M). 71p

Ouédraogo K. W., 2016. Caractérisation des isolats de *Ralstonia solanacearum* (E.F.Smith) Yabuuchi *et al.*, agent causal du flétrissement bactérien dans les périmètres maraîchers du Houet, du Kénédougou et du Passoré et recherche de variétés résistantes à la maladie. Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural; Burkina Faso, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural (IDR). 68p.

PNTTA, 1999. Fiche technique, tomate sous serre 4p.

Rouamba A., Belem J., Tarpaga W. V., Otoïdobiga L., Ouedraogo L., Konate Y. A. et Kambou G., 2013. Itinéraires techniques de production des tomates d'hivernage FBT., INERA Farako-Bâ. 4p.

Salunkhe D. K. et Kadam S. S., 1998. Handbook of vegetable science and technology, production, composition and processing. Department of cellular biology and technology, university of Auckland, New Zealand. 203p.

Sanon A., 2005. Caractérisation et évaluation des performances agronomiques de variétés de tomate pour la tolérance en culture d'hivernage. Diplôme d'ingénieur des travaux agricole Ecole Nationale des Cadres Ruraux République du Sénégal. 51p.

Sanou J., Ouattara D., Cuffier B. et Some K. 1999. La collection d'évaluation de base : un dispositif simple pour une évaluation préliminaire de la variance génétique des caractères quantitatifs chez le maïs. Dans E. M. BADU-APRAKOU B., Impact, challenges and prospects of maize research and development in West and Central Africa III A. pp. 163;173.

Son D., Somda I., Legreve A., Schiffers B., 2016. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. Publié par EDP Sciences 2017. 6p.

Spooner D. M., Peralta I. E., Knapp S., 2005. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum L.* section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. *Taxon* 54:43-61pp.

Tilma P. et Fontaine R., 2015. Fiche phytosanitaire/cultures maraichères, flétrissement bactérien, ministère chargé de l'agriculture, Iles de la Réunion Ecophyto, 3p.

Toufouti Z. H., 2013. Contribution à l'étude des maladies bactériennes de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivée en serres dans l'Est algérien, 89p.

Traoré A. L., 1984. La nutrition-minérale de la tomate : son effet sur l'élaboration de la matière sèche et sur la susceptibilité de la plante à la brûlure alternarienne, mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, Institut Supérieur Polytechnique, Université de Ouagadougou, 40 p.

Valimunzigha K. C., 2006. Etude du comportement physiologique et agronomique de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en réponse à un stress hydrique précoce. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Louvain, Belgique, pp. 37-42.

Wilcox, J. K., Catignani, G. L. et Lazarus, S., 2003. Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43: 451-463.

Winstead N. N. et Kelman A., 1952. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology*, Vol. 42, pp. 628-634.

Zambettakis C. et Sankara P., 1985. Les hyperparasites fongiques de *Puccinia arachidis* en Afrique. Compte rendu des premières journées sur les maladies des plantes, palais des congrès-Versailles, tome 2. ISBN pp. 343-349.

Webographie

Blancard D., 2015. Identifier, connaître et maîtriser : Liste des maladies et des bioagresseurs. En ligne <http://ephytia.inra.fr/fr/C/4941/Tomate-Liste-des-maladies-et-ravageurs>, consulté le 12/07/2016.

FAO, 2013. <http://www.faostat.fao.org/>, consulté le 28/12/16.

Gerbeaud, 2017. Jardin.gerbeaud.com/champion-conditions-favorables-developpement.html, consulté le 13/06/2017.

Saphyto, 2016. Maladies et ravageurs des cultures maraîchères www.Saphyto.Com, consulté le 09/06/2017.

ANNEXES

ANNEXE I : Liste de la collection d'accession de tomates utilisées pour l'essai

Tableau I: Liste des accessions de tomates du Burkina Faso

Province	Département	Village	CODE ACCESSION	Nature génétique
Balé	Pâ	Boro	1T1	V. locale
Banwa	Kouka	Molli	3T1	V. locale
	Solenzo	Kouroumani-kodara	3T3	V. améliorée
			3T2	V. améliorée 3 ^e G
Kossi	Nouna	Babi golo	18T1	V. améliorée 1 ^{ère} G
		Nokuy-Badala	21T1	V. améliorée 1 ^{ère} G
Mouhoun	Dédougou	Dona	24T1	V. locale
		Kougny	27T2	V. locale
Nayala	Kougny	Niaré	27T3	V. améliorée 1 ^{ère} G
			27T6	V. locale
	Yaba	Tiouma	27T4	V. locale
			27T1	V. améliorée 2 ^e G
		Biba	27T5	V. améliorée 1 ^{ère} G
Sourou	Lanfiera	Lanfiera	38T1	V. locale
			38T2	V. locale
	Tougan	Kassan	38T4	V. améliorée (5 ans)
		Tougan. Sect 5	38T3	V. locale
Comoé	Banfara	Tengrela	8T1	V. locale
	Sidéradougou	Sidéradougou	8T1	V. améliorée
			8T2	V. locale
			22T1	V. locale
			22T2	V. locale
			22T3	V. locale
		Blédougou Soba	22T4	V. locale
		22T5	V. locale	
Leraba	Loumana		22T6	V. locale
			22T7	V. locale
		Karliguera	22T10	V. locale
			22T8	V. locale
		Nagossegouera	22T9	V. améliorée 1 ^{ère} G

Boulgou	Bégédo Zonsé	Bégédo Panga/V8	6T2	V. locale
			6T1	V. locale
Koulpélogo	Sangha	Kaongho	19T1	V. améliorée 1 ^{ère} G
Kouritenga	Dialgayé	Kalwenga	20T1	V. locale
Bam	Djibaré Kongoussi	Yillou Kongoussi	2T1	V. locale
			2T3	V. locale
			2T4	V. locale
			2T2	V. locale
Sanmatenga	Zimtenga Kaya	Zimtenga Zannogo	34T1	V. locale
Sissili	Léo	Léo/Sect 5	36T1	V. locale
Ziro	Sapouy	Sapouy/Sect 5	43T1	V. locale
Bazèga	Doulgou Kombissiri	Gana Kombissiri, sect 5 Saberaogo	4T3	V. locale
			4T1	V. locale
			4T2	V. locale
			25T1	V. locale
Nahouri	Pò	Tambolo	25T2	V. locale
			25T3	V. locale
			25T4	V. locale
			45T1	V. améliorée 1 ^{ère} G
Zounwéogo	Gombousgou	Gombousgou	45T2	V. locale de Cote d'Ivoire
			45T3	V. locale
Gnagna	Bilanga Diabo	Bilanga Kahomé	10T1	V. locale
			11T11	V. locale
			11T1	V. locale
			11T10	V. locale
			11T2	V. locale
			11T3	V. locale
			11T4	V. locale
			11T5	V. locale
			11T6	V. locale
			11T7	V. améliorée 3 ^e G
Gourma	Fada	Natiabouani	11T8	V. locale
			11T9	V. améliorée 2 ^e G
			18T1	V. améliorée 3 ^e G
			18T2	V. locale
			12T2	V. améliorée FAO
Kompienga	Kompienga	Kompienga	18T1	V. améliorée 3 ^e G
Houet	Karampasso S	Toronson	18T2	V. locale
			12T2	V. améliorée FAO

	Karangasso V	Saaré	12T4	V. locale
	Toussiana	Tapoko	12T3	V. locale
Kéné Dougou	Kangala	Mahon	15T1	V. locale
	Kourougno	Dioya	15T3	V. locale
			15T2	V. locale
			15T4	V. locale
	Orodara	Tin	15T5	V. locale
			15T6	V. améliorée 1ère G
Tuy	Boni	Bansié	40T1	V. locale
			40T2	V. locale
			40T3	V. locale
Loroum	Titao	Bouma Yiri	23T1	V. améliorée 1ère G
Passoré	Goumpounssou	Minsnoogué	31T2	V. locale
			31T3	V. locale
	Yako	Lilboré-ladré	31T1	V. améliorée (5 ans)
Yatenga	Ouahigouya	Taeg-zagué	42T1	V. améliorée (\approx 10 ans)
			42T2	V. locale
			42T3	V. locale
Zoundama	Gourey	Zamsin, sect 4	44T1	V. locale
Oudallan	Gorom-Gorom	Gorom-Gorom	30T1	V. locale
Soum	Arbinda	Gaika-N'gota	37T1	V. locale
Bougouriba	Diébougou	Bapla-Birifore	5T1	V. locale
			5T2	V. locale
Ioba	Dano	Bonembar	13T1	V. locale
			13T3	V. locale
		Lophing	13T2	V. locale
Poni	Boussera	Nonkinena	32T1	V. améliorée 2 ^e G
			32T2	V. améliorée 1 ^{ère} G
			32T3	V. locale

Tableau II : Liste des accessions de tomates du Mali utilisées pour l'essai

Pays	Cercle	Département	Ville/Village	CODE	Nature génétique
MALI	Bougouni	Bougouni	N'Tjila	MIT1	V. améliorée
MALI	Bougouni	Bougouni	Djambala	MIT2	V. améliorée
MALI	Bougouni	Bougouni	Toula	MIT3	V. améliorée 3 ^{ème} G
MALI	Koutiala	Zièna	Kèlèni	MIT4	V. locale
MALI	Ségou	Konobougou	Signidolo-Bamana	MIT5	V. locale
MALI	Kati	Baguineda	Dougoulakoro	MIT6	V. locale
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT7	V. améliorée
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT8	V. améliorée
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT9	V. améliorée
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT10	V. améliorée
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT11	V. améliorée
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT12	V. améliorée
MALI	Bamako	Bamako	Bamako	MIT13	V. améliorée
MALI	Kati	Kita	Fougnan St Isidore	MLT14	V. améliorée 5 ^{ème} G

Annexe II : Milieu de culture

1. Milieu SMSA

Peptone: 10 g;

Agar: 18 g;

Caséine: 1 g;

Glycérine: 5 ml;

Eau distillée: 1 litre.

Bacitracine: 1 ml

Chloramphénicol: 1 ml

Penicilline: 1 ml

Autoclavage (120°C, 30')

2. Bouillon nutritif (NB)

Peptone: 5g

Extrait de bœuf: 3g

Eau distillée: 1 litre

Annexe IV: Répartition des accessions étudiées en fonction du taux de reprise

Taux de reprise (Tr)	Tr = 0%	Tr < 50%	Tr ≥ 50%
Accessions	19T1, 2T4-9, MIT11-4 MIT1-4, MIT8-6	1T1-1, 25T3-3, 2T4-5, 5T3 34T1-1, 4T3-3, MIT3-1 11T10, 11T4, 12T2-1, 42T1 13T1-2, 15T1-2, 15T1-3 15T1-4, 18T1-2, 27T3-4 2T1, 45T3, 4T2-8, 5T1-2 MIT10-4, MIT11-2, 18T1 MIT1-2, MIT8-5, 11T3, 10T1 11T9, 15T6-4, 15T6-6, 11T2 21T1, 22T6, 5T1-7, 8T1-1 8T1-3, 27T6, 2T4-1 31T1, 32T1-4, 32T1-8 4T2-1, 4T2-6, 5T1-3, 8T2 27T2-3, 27T4-3, 27T4-7 3T1-2, 3T3-2, 4T1-1 4T1-4, 4T2-3, MIT11-3 MIT11-6, MIT5-2, 15T1-10, 15T1-11, 15T1-7, 15T4-1, 1T1-3, 23T1-1, 25T3-1, 27T3-5, 27T4-1, 27T4-2, 27T4-4, 27T4-5	11T8, 13T1-4, 13T6-7, 11T5 15T1-1, 15T1-6, 15T4-2, 11T7 15T4-3, 27T3-3, 2T4-2, 13T3 2T4-7, 2T4-8, 38T1-2, 38T2, 3T1-3, 43T1, 4T2-7, 32T3, 2T2 4T3-2, MIT11-1, MIT11-8, 4T2 MIT12-2, MIT4-1, MIT6-1 13T1-3, 22T1, 22T8, 22T9 15T4-4, 15T6-1, 15T6-3, 8T1 15T6-5, 15T6-8, 18T1-3, 5T2 1T1-2, 22T5, 22T7, 27T4-8 3T1-1, 45T1, 4T1-2, 11T11 5T1-1, 5T1-5, 8T1-2, 12T4 MIT11-5, MIT11-7, MIT12-1, MIT12-3, MIT1-5, MIT8-4, MIT9-2, MIT7-1, 15T1-9, 15T5 18T1-1, 27T2-1, 27T2-2, 15T3 27T3, 2T4-3, 2T4-4, 32T1-1, 32T1-7, 3T3-3, 4T2-5, 4T3-1 5T1-4, MIT10-3, MIT1-3, 13T2 MIT1-6, MIT8-1, MIT8-2, 24T1 MIT8-3, MIT9-4, 12T3-7, 22T2 13T1-1, 15T6-10, 15T6-9, 22T10, 27T3-2, 27T5, 31T2, 32T1-3, 37T1, 38T4, 42T3, 45T2, 4T2-4, MIT10-1, 15T2 MIT10-2, MIT13-2, MIT2-1, MIT5-1, 12T3-1, 15T1-8, 18T2 18T1-4, 1T1-4, 22T3, 31T3-1, 31T3-2, 32T2, 38T1-1, 3T3-1, MIT13-1, MIT4-2, MIT9-1, 11T1, 11T6, 13T1-5, 15T6-2, 22T4, 25T3-2, 27T4-6, 2T4-6, 32T1-6, 42T2, 4T1-3, 4T2-2, MIT1-1, MIT6-2, MIT6-3

Annexe V: Répartition des accessions étudiées en fonction des maladies fongiques

Maladies fongiques	Accessions atteintes
Alternariose	<p>4T1-3, 18T1-3, 4T3-3, 27T3, 15T1-11, MIT10-1, MIT13-1, 43T1, 38T2, 15T4-3, 15T6-1, 11T3, 15T6-10, 45T2, 32T1-7, 1T1-2, MIT2-1, 15T3, 27T4-3, MIT11-1, MIT1-6, 11T2, 19T1, 22T4, MIT4-2, 2T4-4, 11T8, 15T1-2, 4T1-2, 5T2, 11T9, 10T1, 34T1-1, 4T2-4, MIT1-5, MIT9-4, 22T9, 15T1-4, 3T3-3, 5T3, 8T1-2, 45T3, 5T1-4, 15T5, 15T6-9, 22T5, 23T1-1, 2T4-1, 3T1-3, MIT11-2, MIT13-2, MIT8-3, MIT8-6, MIT9-1, 32T1-3, 21T1, 42T2, 15T4-4, 18T1-4, 22T6, 27T2-2, 2T4-7, 4T2-7, MIT12-3, 22T10, 2T4-3, MIT10-3, 22T7, 18T1-2, 4T2, 12T3-7, 27T5, 15T1-10, 15T1-9, 18T1, 22T2, 24T1, 25T3-1, 27T2-1, 27T3-3, 27T3-4, 27T3-5, 27T4-6, 2T1, 2T4-2, 32T1-6, 3T3-2, 4T1-4, 4T2-1, 8T1-3, MIT10-2, MIT1-1, 11T5, 22T1, 25T3-3, 27T4-7, 2T4-5, 45T1, 15T6-6, 25T3-2, 32T1-1, MIT1-3, 11T11, 15T6-8, 18T2, 1T1-1, 1T1-3, 22T8, 27T4-1, 27T4-8, 31T3-1, 4T1-1, 5T1-2, MIT10-4, MIT11-3, MIT6-1, MIT6-3, MIT7-1, MIT9-2, FBT3, 15T6-5, 2T4-9, 4T3-2, MIT1-2, 8T1, MIT6-2, 11T10, 13T1-2, 27T2-3, 3T3-1, MIT8-1, 15T1-1, 18T1-1, 8T2, 5T1-7, 12T2-1, 13T1-4, 13T1-5, 13T3, 15T4-1, 15T4-2, 31T2, 5T1-3, MIT3-1, 13T1-3, 15T1-6, 15T6-4, 38T1-2, MIT11-4, 4T3-1, 11T4, 2T2, 12T4, 15T6-2, 1T1-4, 5T1-1, 11T7, 15T2, 37T1, MIT11-5, MIT5-1, 13T1-1, 4T2-3, MIT1-4, MIT8-4, 12T3-1, 27T3-2, 32T1-4, 32T1-8, 32T2, 42T1, 5T1-5, MIT11-8, MIT5-2, 11T6, 13T6-7, 27T4-2, 27T6, 38T4, 42T3, 4T2-8, MIT11-7, 31T1, 11T1, 15T6-3, 2T4-6, 2T4-8, 38T1-1, 3T1-1, 3T1-2, MIT12-1, MIT12-2, MIT8-5, 27T4-5, 31T3-2, 32T3, 4T2-2, MIT11-6, MIT4-1, MIT8-2, 15T1-7, 22T3, 4T2-5</p>
Cercosporiose	<p>11T3, 22T8, 25T3-1, 45T2, MIT10-2, MIT10-4, MIT6-3, 38T4, 1T1-2, 25T3-2, 11T10, 15T1-10, 15T1-2, 15T3, 15T6-9, 18T2, 4T1-2, 5T3, MIT13-1, 13T1-3, 5T1-4, MIT1-2, MIT4-2, MIT5-1, 22T3, 22T7, 13T1-5, 15T1-9, 22T5, 27T4-8, 31T2, MIT11-2, MIT2-1, MIT9-4, 31T3-2, 15T6-6, 42T2, MIT9-1, 11T11, 11T2, 11T4, 11T8, 13T3, 15T4-1, 15T6-3, 1T1-3, 1T1-4, 23T1-1, 27T3-2, 27T3-4, 2T1, 2T2, 2T4-7, 32T2, 3T3-1, 8T1, MIT11-3, MIT13-2, 15T1-1, 15T1-6, 27T4-2, 27T4-7, 45T3, MIT11-1, MIT11-5, MIT4-1, 13T1-1, 42T3, 4T2-6, 4T2-8, MIT11-7, 4T2-5, 11T1, 18T1-4, 22T6, 27T2-2, 2T4-1, 31T2, 38T1-1, 31T1, 4T2-7, 8T1-2, 8T1-3, MIT12-2, MIT12-3, 13T6-7, 15T1-3, 25T3-3, 2T4-5, 37T1, 4T3-2, MIT6-2, 15T1-7, 4T3-1, 31T1, 13T1-2, 15T1-8, 15T6-10, 19T1, 2T2-1, 27T3-3, 2T4-2, 4T2-1, 5T1-3, MIT10-1, FBT3, 11T5, 18T1-1, 22T9, 2T4-3, 45T1, 4T2, 12T3-7, 15T4-3, 15T4-4, 27T4-6, 27T5, 3T3-2, 5T1-2, MIT1-1, MIT11-8, MIT3-1, 13T2, 15T6-1, 15T6-4, 32T3, 5T1-7, 27T4-4, 38T2, 18T1-2, 10T1, 12T3-1, 13T1-4, 15T6-2, 27T3-5, 2T4-8, 4T1-4, 5T1-1, 5T1-5, MIT12-1, MIT7-1, MIT8-1, 15T6-5, 21T1, 2T4-9, 32T1-7, 38T1-2, 43T1, MIT11-6, 27T3, MIT1-3, 15T1-11, 15T5, 22T2, 27T2-3, 32T1-4, 34T1-1, 3T1-3, 4T1-3, 4T3-3, MIT1-5, MIT5-2, MIT8-1, MIT9-2, 27T4-3, MIT1-6, 4T2-3, MIT1-4, 12T2-1, 18T1, 18T1-3, 22T4, 42T1, 11T7, 15T2, 2T1, 27T4-5, MIT11-4, MIT8-2, 32T1-1, 11T9, 12T4, 15T4-2, 1T1-1, 32T1-8, 3T3-3, 4T1-1, 5T2, 8T2, MIT6-1, MIT8-5, 11T6, 4T2-2, 15T1-1, 2T4-4, MIT8-4, 15T6-8, 27T4-1, 2T4-6, 4T2-4, 8T1-1, 22T10, 32T1-6.</p>

Corynésporiose

4T2, MIT1-3, 10T1, 11T11, 13T3, 27T3-3, 5T1-3, MIT10-4, MIT3-1, MIT9-2, 18T1-1, 38T1-2, 43T1, MIT1-6, MIT11-7, 18T1-2, 31T1, 22T8, 25T3-1, 27T2-2, 27T3-4, 27T4-1, 27T4-6, 2T4-7, 2T4-8, 42T1 8T1-1, 8T1-3, MIT10-1, MIT6-1, MIT8-1, 13T6-7, 27T4-7, MIT11-4, MIT1-2, MIT5-1, MIT8-2, 4T3-1, 11T1, 11T10, 11T8, 12T2-1, 15T1-11 15T6-10, 15T6-2, 18T1-4, 1T1-3, 22T2, 27T2-1, 27T5, 2T2, 2T4-2, 4T2-7, 5T1-2, MIT6-3, MIT9-1, MIT9-4, 11T7, 13T2, 15T1-1, 15T2, 15T6-1, 15T6-4, 21T1, 22T10, 32T3, 45T3, 4T2-2, 5T1-7, 2T4-4, 45T1 4T2-6, 18T2, 22T5, 2T4-1, 2T4-6, 31T3-1, 38T1-1, 5T3, MIT5-2, FBT3, 32T1-3, 2T4-5, MIT6-2, 32T1-1, 15T1-9, 1T1-4, 5T1-5, MIT11-8, 8T2 MIT1-5, 4T2-3, 12T3-1, 22T6, 23T1-1, 24T1, 27T3-2, 32T1-8, 19T1, MIT11-3, MIT8-3, MIT8-6, 22T9, 4T1-1, MIT11-2, 25T3-3, 27T4-2, 13T1-1, 15T1-10, 15T4-1, 15T6-9, 32T1-4, 3T3-2, 3T3-3, MIT13-2 15T6-5, 1T1-1, 4T2-1, MIT1-1, MIT11-6, 31T3-2, 18T1, 13T1-5, 15T5, 15T4-2, 27T2-3, 4T1-4

Fusariose

4T2, 13T1-4, 24T1, 27T3-3, 2T2, MIT1-3, MIT7-1, MIT8-3, MIT8-6, MIT9-2, 13T2, MIT4-1, 32T1-1, 8T2, 4T2-3, 31T1, 11T6, 27T4-8, 2T4-1, 4T2-7, 8T2, MIT6-3, 15T1-6, 22T10, 22T9, MIT11-5, 4T3-1 4T3-2, 22T7, 22T1, 11T10, 11T11, 11T8, 12T3-1, 15T1-11, 2T4-2, 5T3, 32T1-3, 11T5, 11T7, 25T3-3, MIT4-2, MIT6-2, 15T6-6, 27T4-4

Moisissure grise

4T2, 24T1, 2T1, 32T1-6, MIT1-3, 10T1, 11T10, 13T1-2, 27T4-6, 32T1-8, 3T1-2, 3T3-3, 8T1-3, MIT12-1, MIT8-6, 11T7, 22T10, 37T1, 45T1, 5T1-7, MIT11-6, 32T1-1, 38T2, 15T5, 4T2-7, 13T1-3, 15T3, 2T4-8, 3T1-1, 8T1, MIT7-1, 11T6, MIT8-2

Annexe VI: Répartition des accessions étudiées en fonction des maladies bactériennes

Maladies bactériennes	Accessions atteintes
Moucheture bactérienne	3T3-3, MIT6-1, 11T5, 15T1-3, MIT1-2, 13T1-1, 11T8, 18T1-4, 3T3-1, 4T1 4, MIT10-1, MIT13-2, MIT5-2, MIT9-4, 32T1-3, 15T1-1, 42T2, MIT1 3, 15T1-8, 15T6-10, 2T4-6, 2T4-8, 31T3-1, 4T1-2, 5T3, MIT1-5, MIT9 1, 15T6-4, 32T1-7, 32T3, 45T3, 5T1-4, MIT11-4, 15T1-4, MIT3-1, 15T6-5, 38T1-2, MIT10-3, 4T2-3, 4T2, 15T1-9, 11T3, 11T1 15T1-11, 12T4, 22T5, 23T1-1, FBT3, 15T6-6, 2T2, 32T1-1, 15T6-8, 1T1-4, 3T1-3, 4T2-7, MIT10-2, 27T6, 31T1, 45T2, 15T1-6, 22T1, MIT8-4, 13T3, 18T2, 27T2-2, 27T3-4, 27T5, MIT10-4, 22T7, 15T6-9, 25T3-1, 4T1-1, 5T1-2, MIT8-6, MIT9-2, 22T10, 25T3-3, 2T4-5, 31T3-2, 18T1-2, 13T1-4, 15T5, 27T4-8, MIT11-8, 21T1, MIT11-5, 4T2-5 12T2-1, 15T6-2, 18T1, 27T2-3, 27T3-3, 27T4-6, 5T1-3, MIT11-3, MIT8-5, 27T4-5, 4T2-2, MIT11-6, 4T3-1, 11T11, 24T1, 5T1-1, 8T2, 15T2, 38T4, 45T1, MIT4-1, 10T1, 11T4, 15T6-3, 2T4-1, MIT12-2, 11T6, 22T9, 4T3 2, MIT5-1, 38T2, MIT1-4, 13T1-2, 2T1, 32T1-4, 8T1, MIT6-3, 13T1-3, 13T2, 13T6-7, 2T4-3, 37T1, 5T1-7, 22T3, 27T3-5, MIT12-1, MIT7-1, MIT8-3, 4T2-8, 11T10, 12T3-1, 12T3-7, 13T1-5, 15T1 10, 15T3, 15T4-2, 1T1-1, 22T2, 22T6, 22T8, 27T2-1, 27T3 2, 31T2, 32T1-6, 32T1-8, 3T1-1, 3T1-2, 3T3-2, 4T2-1, 8T1-3, MIT1-1, MIT11-2, MIT8-1, 11T7, 27T4-2, 27T4-7, MIT6-2, MIT8-2 4T2, 11T11, 12T4, 15T1 9, 22T2, 3T1-1, 3T3 1, 42T1, 22T9, 13T3, 15T4-2, 15T5, 18T1-4, 18T2, 27T2-1, 2T4-6, 32T1-8, MIT3-1, 11T5, 11T6, 13T1 3, 15T1-6, 27T6, 15T1-4, 38T2, MIT1-4, 27T3, MIT1-3, 13T6-7, 15T6-4, MIT11-7, 27T3-5, 4T2-1, 11T7, 22T10, 38T4, 22T7, MIT8-4, 37T1, 27T4-6, 3T3-3, 4T1-4, 25T3-3, 27T4-7, 2T4-3, 4T2-3, 4T2 8, 13T1 2, 15T6-3, 2T1, 2T2, 15T6-8, 22T8, 2T4-1, 31T3-2, 5T1-7, 32T1-1, 31T2, 4T2 7, MIT9-2, 18T1, MIT8-1, 15T2, 21T1, 27T4-5, 15T6 9, 22T6, 27T4 8, MIT11-5, MIT11 6, MIT4-1, 15T6-6, 31T1, 13T1-4, MIT8-5, MIT12 2, 2T4 5, MIT11-2, MIT12-1, 4T2-5 4T2, MIT1 3, 13T1 5, 27T2-3, 2T1, 27T3, 13T1-2, 15T1-10, 15T6-9, 2T2, 3T1-1, 3T1 2, 3T3-2, 4T2 7, MIT11 8, 38T4, 4T3-2, MIT11-6, 15T6 6, 31T1, 2T4 9, 15T1-7, 15T6-3, 27T3-5, 27T4-8, 32T1-6 3T3 3, MIT12 1, MIT8-6, 13T6 7, 21T1, MIT8-2, 4T2-3, MIT12-2, 2T4-5, 22T7, 4T2-5, 15T6-8, 10T1, 4T2-2, MIT6-3, 15T1-6
Gale bactérienne	3T3-3, MIT6-1, 11T5, 15T1-3, MIT1-2, 13T1-1, 11T8, 18T1-4, 3T3-1, 4T1 4, MIT10-1, MIT13-2, MIT5-2, MIT9-4, 32T1-3, 15T1-1, 42T2, MIT1 3, 15T1-8, 15T6-10, 2T4-6, 2T4-8, 31T3-1, 4T1-2, 5T3, MIT1-5, MIT9 1, 15T6-4, 32T1-7, 32T3, 45T3, 5T1-4, MIT11-4, 15T1-4, MIT3-1, 15T6-5, 38T1-2, MIT10-3, 4T2-3, 4T2, 15T1-9, 11T3, 11T1 15T1-11, 12T4, 22T5, 23T1-1, FBT3, 15T6-6, 2T2, 32T1-1, 15T6-8, 1T1-4, 3T1-3, 4T2-7, MIT10-2, 27T6, 31T1, 45T2, 15T1-6, 22T1, MIT8-4, 13T3, 18T2, 27T2-2, 27T3-4, 27T5, MIT10-4, 22T7, 15T6-9, 25T3-1, 4T1-1, 5T1-2, MIT8-6, MIT9-2, 22T10, 25T3-3, 2T4-5, 31T3-2, 18T1-2, 13T1-4, 15T5, 27T4-8, MIT11-8, 21T1, MIT11-5, 4T2-5 12T2-1, 15T6-2, 18T1, 27T2-3, 27T3-3, 27T4-6, 5T1-3, MIT11-3, MIT8-5, 27T4-5, 4T2-2, MIT11-6, 4T3-1, 11T11, 24T1, 5T1-1, 8T2, 15T2, 38T4, 45T1, MIT4-1, 10T1, 11T4, 15T6-3, 2T4-1, MIT12-2, 11T6, 22T9, 4T3 2, MIT5-1, 38T2, MIT1-4, 13T1-2, 2T1, 32T1-4, 8T1, MIT6-3, 13T1-3, 13T2, 13T6-7, 2T4-3, 37T1, 5T1-7, 22T3, 27T3-5, MIT12-1, MIT7-1, MIT8-3, 4T2-8, 11T10, 12T3-1, 12T3-7, 13T1-5, 15T1 10, 15T3, 15T4-2, 1T1-1, 22T2, 22T6, 22T8, 27T2-1, 27T3 2, 31T2, 32T1-6, 32T1-8, 3T1-1, 3T1-2, 3T3-2, 4T2-1, 8T1-3, MIT1-1, MIT11-2, MIT8-1, 11T7, 27T4-2, 27T4-7, MIT6-2, MIT8-2 4T2, 11T11, 12T4, 15T1 9, 22T2, 3T1-1, 3T3 1, 42T1, 22T9, 13T3, 15T4-2, 15T5, 18T1-4, 18T2, 27T2-1, 2T4-6, 32T1-8, MIT3-1, 11T5, 11T6, 13T1 3, 15T1-6, 27T6, 15T1-4, 38T2, MIT1-4, 27T3, MIT1-3, 13T6-7, 15T6-4, MIT11-7, 27T3-5, 4T2-1, 11T7, 22T10, 38T4, 22T7, MIT8-4, 37T1, 27T4-6, 3T3-3, 4T1-4, 25T3-3, 27T4-7, 2T4-3, 4T2-3, 4T2 8, 13T1 2, 15T6-3, 2T1, 2T2, 15T6-8, 22T8, 2T4-1, 31T3-2, 5T1-7, 32T1-1, 31T2, 4T2 7, MIT9-2, 18T1, MIT8-1, 15T2, 21T1, 27T4-5, 15T6 9, 22T6, 27T4 8, MIT11-5, MIT11 6, MIT4-1, 15T6-6, 31T1, 13T1-4, MIT8-5, MIT12 2, 2T4 5, MIT11-2, MIT12-1, 4T2-5 4T2, MIT1 3, 13T1 5, 27T2-3, 2T1, 27T3, 13T1-2, 15T1-10, 15T6-9, 2T2, 3T1-1, 3T1 2, 3T3-2, 4T2 7, MIT11 8, 38T4, 4T3-2, MIT11-6, 15T6 6, 31T1, 2T4 9, 15T1-7, 15T6-3, 27T3-5, 27T4-8, 32T1-6 3T3 3, MIT12 1, MIT8-6, 13T6 7, 21T1, MIT8-2, 4T2-3, MIT12-2, 2T4-5, 22T7, 4T2-5, 15T6-8, 10T1, 4T2-2, MIT6-3, 15T1-6
Chancre bactérien	3T3-3, MIT6-1, 11T5, 15T1-3, MIT1-2, 13T1-1, 11T8, 18T1-4, 3T3-1, 4T1 4, MIT10-1, MIT13-2, MIT5-2, MIT9-4, 32T1-3, 15T1-1, 42T2, MIT1 3, 15T1-8, 15T6-10, 2T4-6, 2T4-8, 31T3-1, 4T1-2, 5T3, MIT1-5, MIT9 1, 15T6-4, 32T1-7, 32T3, 45T3, 5T1-4, MIT11-4, 15T1-4, MIT3-1, 15T6-5, 38T1-2, MIT10-3, 4T2-3, 4T2, 15T1-9, 11T3, 11T1 15T1-11, 12T4, 22T5, 23T1-1, FBT3, 15T6-6, 2T2, 32T1-1, 15T6-8, 1T1-4, 3T1-3, 4T2-7, MIT10-2, 27T6, 31T1, 45T2, 15T1-6, 22T1, MIT8-4, 13T3, 18T2, 27T2-2, 27T3-4, 27T5, MIT10-4, 22T7, 15T6-9, 25T3-1, 4T1-1, 5T1-2, MIT8-6, MIT9-2, 22T10, 25T3-3, 2T4-5, 31T3-2, 18T1-2, 13T1-4, 15T5, 27T4-8, MIT11-8, 21T1, MIT11-5, 4T2-5 12T2-1, 15T6-2, 18T1, 27T2-3, 27T3-3, 27T4-6, 5T1-3, MIT11-3, MIT8-5, 27T4-5, 4T2-2, MIT11-6, 4T3-1, 11T11, 24T1, 5T1-1, 8T2, 15T2, 38T4, 45T1, MIT4-1, 10T1, 11T4, 15T6-3, 2T4-1, MIT12-2, 11T6, 22T9, 4T3 2, MIT5-1, 38T2, MIT1-4, 13T1-2, 2T1, 32T1-4, 8T1, MIT6-3, 13T1-3, 13T2, 13T6-7, 2T4-3, 37T1, 5T1-7, 22T3, 27T3-5, MIT12-1, MIT7-1, MIT8-3, 4T2-8, 11T10, 12T3-1, 12T3-7, 13T1-5, 15T1 10, 15T3, 15T4-2, 1T1-1, 22T2, 22T6, 22T8, 27T2-1, 27T3 2, 31T2, 32T1-6, 32T1-8, 3T1-1, 3T1-2, 3T3-2, 4T2-1, 8T1-3, MIT1-1, MIT11-2, MIT8-1, 11T7, 27T4-2, 27T4-7, MIT6-2, MIT8-2 4T2, 11T11, 12T4, 15T1 9, 22T2, 3T1-1, 3T3 1, 42T1, 22T9, 13T3, 15T4-2, 15T5, 18T1-4, 18T2, 27T2-1, 2T4-6, 32T1-8, MIT3-1, 11T5, 11T6, 13T1 3, 15T1-6, 27T6, 15T1-4, 38T2, MIT1-4, 27T3, MIT1-3, 13T6-7, 15T6-4, MIT11-7, 27T3-5, 4T2-1, 11T7, 22T10, 38T4, 22T7, MIT8-4, 37T1, 27T4-6, 3T3-3, 4T1-4, 25T3-3, 27T4-7, 2T4-3, 4T2-3, 4T2 8, 13T1 2, 15T6-3, 2T1, 2T2, 15T6-8, 22T8, 2T4-1, 31T3-2, 5T1-7, 32T1-1, 31T2, 4T2 7, MIT9-2, 18T1, MIT8-1, 15T2, 21T1, 27T4-5, 15T6 9, 22T6, 27T4 8, MIT11-5, MIT11 6, MIT4-1, 15T6-6, 31T1, 13T1-4, MIT8-5, MIT12 2, 2T4 5, MIT11-2, MIT12-1, 4T2-5 4T2, MIT1 3, 13T1 5, 27T2-3, 2T1, 27T3, 13T1-2, 15T1-10, 15T6-9, 2T2, 3T1-1, 3T1 2, 3T3-2, 4T2 7, MIT11 8, 38T4, 4T3-2, MIT11-6, 15T6 6, 31T1, 2T4 9, 15T1-7, 15T6-3, 27T3-5, 27T4-8, 32T1-6 3T3 3, MIT12 1, MIT8-6, 13T6 7, 21T1, MIT8-2, 4T2-3, MIT12-2, 2T4-5, 22T7, 4T2-5, 15T6-8, 10T1, 4T2-2, MIT6-3, 15T1-6
Flétrissement bactérien	MIT5 2