

BURKINA FASO

.....
Unité-Progrès-Justice

.....
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION (M.E.S.R.S.I)**

.....
UNIVERSITE NAZI BONI (U.N.B)

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (I.D.R)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : **Agronomie**

THEME

**Caractérisation agro-morphologique des morphotypes de tomate issus
d'accession collectées au Burkina Faso**

Présenté par : SONDO karim

Maître de stage : Dr W. Vianney TARPAGA

Directeur de mémoire : Pr Irénée SOMDA

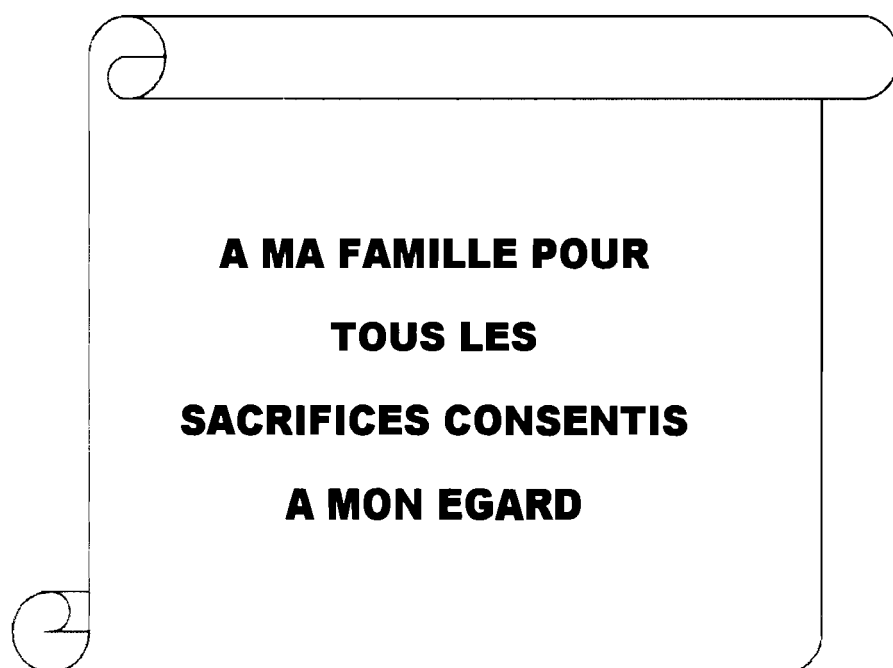
Co-directeur de mémoire : Dr Schémaéza BONZI

TABLE DES MATIERES	Pages
DEDICACE	v
REMERCIEMENTS	vi
SIGLES ET ABREVIATIONS	viii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES PHOTOS	x
RESUME	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I. GENERALITES SUR LA TOMATE	4
1.1. Origine et classification	4
1.2. Description botanique de la tomate	4
1.2.1. Système racinaire	4
1.2.2. Tige	4
1.2.3. Feuillage:	5
1.2.4. Fleurs	5
1.2.5. Fruit et les graines	5
1.3. Cycle biologique de la tomate	6
1.3.1. Germination	6
1.3.2. Croissance	6
1.3.3. Floraison	6
1.3.4. Fructification et nouaison des fleurs	6
1.3.5. Maturation du fruit	7
1.4. Principales exigences climatiques et édaphiques de la plante	7
1.4.1. Exigences climatiques	7

1.4.2. Exigences édaphiques.....	8
1.5. Ressources génétiques de la tomate.....	8
1.5.1. Diversité variétale de la tomate.....	9
1.5.2. Diversité génotypique et phénotypique.....	9
1.6. Méthode d'amélioration de la tomate.....	12
1.6.1. Sélection massale.....	12
1.6.2. Sélection généalogique.....	12
1.6.3. Sélection récurrente.....	13
II PRODUCTION DE LA TOMATE EN HIVERNAGE.....	14
2.1. Contraintes de productions.....	14
2.1.1. Contraintes climatiques.....	14
2.1.2. Contraintes agronomiques.....	14
2.1.3. Contraintes phytosanitaires.....	14
2.2. Etat des travaux de recherche sur la tomate d'hivernage.....	15
2.2.1. Collection et évaluation du matériel végétal local de la tomate.....	15
2.2.2. Introduction et essai variétaux.....	15
2.2.3. Création variétale de tomate pour l'hivernage.....	16
2.3. Phytotechnie.....	17
2.4. Protection phytosanitaire.....	18
Conclusion partielle.....	18
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	19
I. MATERIEL ET METHODE.....	20
1.1. Présentation du milieu d'étude.....	20
1.1.1. Situation géographique.....	20
1.1.2. Climat.....	20
1.1.3. Sol.....	22
1.1.4. Végétation.....	22

1.2. Matériel	23
1.3. Méthode.....	24
1.3.1. Dispositif expérimental.....	24
1.3.2. Mise en place de la pépinière.....	26
1.3.3. Préparation du terrain	26
1.3.4. Repiquage des plants	26
1.3.5. Entretien de la culture.....	27
1.3.6. Identification des morphotypes et méthode de collecte des données.....	27
1.3.7. L'analyse des données.....	32
II. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	33
2.1. Résultats	33
2.1.1. Analyse des performances des morphotypes	33
2.1.2. Analyses descriptives des morphotypes	33
2.1.3. Analyse de la variabilité des morphotypes	35
2.1.4. Corrélation entre les caractères des morphotypes	38
2.1.5. Vérification de l'appartenance des morphotypes aux différentes classes	39
2.2. DISCUSSION.....	41
2.2.1. Variabilité morphologique.....	41
2.2.2. Corrélation entre les caractères	42
2.2.3. Regroupement des morphotypes	44
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	46
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
ANNEXES.....	a

DEDICACE



REMERCIEMENTS

Ce présent mémoire est le fruit de la collaboration et du soutien multiforme de plusieurs personnes et institutions. Nous saisissons l'occasion à travers ce document pour leur exprimer toute notre reconnaissance. Nous pensons en l'occurrence :

- ✓ **Au Dr Ibrahim OUEDRAOGO**, Directeur Régional de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles de l'Ouest, pour m'avoir accueilli dans sa structure ;
- ✓ **Au Dr W. Vianney TARPAGA**, mon maître de stage et chef du programme Cultures Maraîchères, Fruitières et Plantes à Tubercules (CMFPT), pour la confiance accordée à notre personne, en nous confiant ce travail, sa disponibilité, son encadrement scientifique malgré son emploi du temps chargé. Il a toujours su nous consacrer du temps lorsque nous en avons besoin ;
- ✓ **Au Pr Irénée SOMDA**, Enseignant Chercheur à l'IDR, notre directeur de mémoire, pour l'accompagnement et les conseils reçus;
- ✓ **Au Dr Schémaéza BONZI**, enseignant chercheur à l'IDR, notre co-directeur de mémoire pour les critiques et les suggestions enrichissantes apportées au présent document;
- ✓ **Au Dr Albert ROUAMBA**, Maître de recherche au programme CMFPT, section Sélection et Amélioration des Plantes, pour ses critiques et suggestions pour l'amélioration de la qualité scientifique de notre document et ce malgré son calendrier très chargé ;
- ✓ **A M. Cheick Omar TRAORE**, Ingénieur de recherche au programme CMFPT, section Sélection et Amélioration des Plantes. J'ai été impressionnée par son efficacité et son goût du travail bien fait. Vous m'avez guidé, conseillé et soutenu au quotidien, et vous avez toujours su me remotiver quand le besoin se faisait sentir ;
- ✓ **Au Dr Bernard BACYE**, Directeur de l'Institut du Développement Rural (IDR) et l'ensemble du corps enseignant et du personnel administratif, qui ont assuré notre formation dans le domaine des sciences agronomiques et connexes. Merci à tous ;
- ✓ **A Mlle. W. Lucie NANA**, une aînée de l'IDR, pour ses conseils, critiques et suggestions pour l'amélioration de notre document ;
- ✓ **A M. Seydou SANOU**, pour ses soutiens, conseils et encouragements multiformes.

- ✓ **A M. Boureima SONDO** et sa femme, **M. Ernest KONKOBO, SONDO Moussa**, pour leurs soutiens, leurs conseils et encouragements ;
- ✓ **A M. Séraphin SAWADOGO** pour ses encouragements et critiques pour l'amélioration de la qualité du document ;
- ✓ **A Tous les techniciens, agents et ouvriers de la section Sélection/ CMFPT** pour leurs soutiens dans la conduite de l'essai expérimental et dans les collectes des données ;
- ✓ **A M. KANAZOE Rasmané** et sa femme, à qui je traduis ma gratitude et ma reconnaissance pour ses conseils et soutiens multiformes. Merci Mme KANAZOE !
- ✓ **A Nos camarades stagiaires, KANSIE Y. Jacqueline, SIB Djamala** avec qui nous avons entretenu de bonnes relations ;
- ✓ **A Toute la 40^{ième} promotion de l'IDR**, pour cet esprit fraternel que vous avez toujours développé au cours de ces années passées ensemble, puisse cet esprit demeurer durant toute notre vie.

Enfin à tous ceux dont les noms n'apparaissent pas ici. Je leur exprime ma plus grande reconnaissance.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACP : Analyse en Composantes Principales

AFD : Analyse Factorielle Discriminante

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CMFPT : Cultures Maraîchères, Fruitières et Plantes à Tubercules

DRREA/O : Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest

FAO : Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FBT : Farako-Bâ Tomate

IDR : Institut du Développement Rural

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

INAF : Institut Des Nutraceutiques Et Des Aliments Fonctionnels

IPGRI: International Plant Genetic Resources Institute

IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales

JAS : Jour Après Semis

JAR : Jour Après Repiquage

MAH : Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique

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

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

M.E.S.R.S.I : Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation.

NPK : Azote Phosphore Potassium

P.V : Protection des Végétaux

U.N.B : Université Nazi Boni.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Comparaison de poids moyen des fruits et de rendements de huit variétés de tomate en saison sèche et fraîche puis en saison chaude et humide, campagne 1975	16
Tableau II : Poids moyens d'un fruit et rendement théorique de 10 hybrides F1 de tomate en hivernage	17
Tableau II : Caractéristiques agronomiques des variétés de tomate d'hivernage FBT	17
Tableau IV : Lieux de collecte et le nombre d'accessions collectés	23
Tableau V : Dispositif en collection testée	24
Tableau VI : Statistiques descriptives des morphotypes identifiés	33
Tableau VII : Répartitions des morphotypes par modalité et par caractère morphologique ..	34
Tableau VIII : Corrélation entre les variables et les trois composantes principales	35
Tableau IX : Valeurs moyennes par variables des classes.....	37
Tableau X : Résultats des distances par groupe	38
Tableau XI : Matrice des corrélations totales entre les variables quantitatives étudiées au seuil de 5%.....	39
Tableau XII : Résultat du test d'égalité des moyennes des classes de morphotype	39
Tableau XIII : Distance de Mahalanobis entre les classes de morphotypes.....	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : répartition de la température, de l'humidité et de l'évapotranspiration de la station de Farako-bâ en 2016 sur la période l'essai.	21
Figure 2 : Répartition mensuelle de la pluviométrie de la station de Farako-bâ en 2016.	21
Figure 3 : Répartition décadaire de la pluviométrie sur la période de l'essai.....	22
Figure 4 : Différentes formes de tomates utilisées pour décrire une variété.....	31
Figure 5 : Contribution des variables à la formation des axes 1 et 2.....	36
Figure 6 : Classification Ascendante Hiérarchique des morphotypes (CAH).....	38
Figure 7 : Représentation des différentes classes formées par les morphotypes dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canonique 1 et 2.....	40

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Plante en pépinière (A) et (B) 10ème JAS.....	26
Photo 2 : Corolle de type ouverte et de couleur jaune.....	29
Photo 3 : Couleur du fruit immature A vert, B vert blanchâtre	30
Photo 4 : Couleur du fruit mature A couleur rouge, B couleur jaune	30

RESUME

Cent soixante-cinq (165) morphotypes aptes à la culture pluviale issue de cinquante-sept (57) accessions de tomate collectées à travers le Burkina Faso ont été caractérisées. Cette étude a été conduite de juillet à octobre 2016 à la station expérimentale de Farako-bâ. Elle a consisté à une caractérisation agro-morphologique de morphotypes en vue d'une sélection de populations de tomate adaptées à la culture en saison pluvieuse. Les objectifs spécifiques ont été la sélection de morphotype, leur description sur la base du descripteur de la tomate et l'évaluation de leur productivité. Les essais sur le terrain ont été menés dans un dispositif en collection testée. La caractérisation des morphotypes identifiés a été réalisée à l'aide de plusieurs variables agronomiques (date de début floraison et maturité, durée moyenne du cycle et nombre de fruit par plante) et morphologiques (type de croissance, type et couleur de la corolle, hauteur de la plante, couleur du fruit immature et mature, forme du fruit, collet-vert, forme de l'épaule du fruit, fermeté du fruit, diamètre et hauteur du fruit). Des analyses multivariées (ACP, CAH, AFD) et descriptives ont été réalisées sur les données collectées à l'aide du logiciel XLSTAT 2007.7.02.

L'analyse descriptive a révélé une forte diversité phénotypique entre les morphotypes de tomate. Les deux premières composantes expliquent 68,67% des variations totales dans l'analyse en composantes principales. Le nombre de fruits par plante a montré une corrélation négative avec la hauteur ($r = - 0,56$) et le diamètre ($r = - 0,54$) du fruit. Une corrélation positive a été observée entre la taille de la plante et le nombre de fruits par plante ($r = 0,37$). Le cycle et le nombre de fruits par plante ont montré une corrélation négative ($r = - 0,31$). La classification ascendante hiérarchique basée sur la méthode de Ward a classé les morphotypes en trois classes distinctes. La classe 1 est composée de 60 morphotypes, la classe 2 de 80 morphotypes et la classe 3 de 25 morphotypes. Le test d'égalité des moyennes des classes a montré que les variables quantitatives permettaient de discriminer les classes.

Ainsi, cette étude a révélé des variations morphologiques significatives et agronomiques parmi les accessions de tomate burkinabé. Cette forte variabilité pourrait être exploitée dans le cadre de futurs programmes d'amélioration de la tomate.

Mots clés : Diversité, Hivernage, Tomate, Burkina Faso

ABSTRACT

One hundred and sixty-five (165) rainfed “morphotypes” from fifty-seven (57) tomato accessions collected across Burkina Faso were characterized. This study was conducted from July to October 2016 at the Farako-Bâ experimental station. It consisted of an agro-morphological characterization of “morphotypes” with a view to selecting tomato populations adapted to the rainy season. The specific objectives were the selection of “morphotype”, their description on the basis of the descriptor of the tomato and the evaluation of their productivity. The field trials were conducted in a tested collection device. Characterization of the identified morphotypes was carried out using several agronomic variables (date of onset of flowering and maturity, average cycle time and number of fruit per plant) and morphological (growth type, corolla type and color, height The color of the immature and mature fruit, the shape of the fruit, the green collar, the shape of the shoulder of the fruit, the firmness of the fruit, the diameter and height of the fruit). Multivariate analyzes (ACP, CAH, AFD) and descriptive analyzes were carried out on the data collected using the software XLSTAT 2007.7.02.

Descriptive analysis revealed a high phenotypic diversity between tomato “morphotypes”. The first two components account for 68.67% of the total variations in the principal component analysis. The number of fruits per plant showed a negative correlation with height ($r = - 0.56$) and fruit diameter ($r = - 0.54$). A positive correlation was observed between the size of the plant and the number of fruits per plant ($r = 0.37$). The cycle and the number of fruits per plant showed a negative correlation ($r = - 0.31$). A total of 165 “morphotypes” were analyzed, the hierarchical ascending classification based on the Ward method classified the “morphotypes” into three distinct classes. Class 1 is composed of 60 “morphotypes”, class 2 of 80 “morphotypes” and class 3 of 25 “morphotypes”. The test of equality of class averages showed that the quantitative variables made it possible to discriminate the classes.

Thus, this study revealed significant variations in the morphological, agronomic diversity among accessions of Burkinabe tomatoes. This high variability could be exploited in future tomato breeding programs.

Key words: Diversity, Wet season, Tomato, Burkina Faso

INTRODUCTION

La tomate (*Solanum lycopersicum* L. 1753) fait partie de la grande famille des solanacées tout comme la pomme de terre, l'aubergine, le poivron et le piment. Elle est adaptée à des conditions de culture très variées et est destinée à la consommation en frais ou à la transformation industrielle (CAUSSE *et al.*, 2000). Selon la FAO (2013), plus de 170 pays produisent de la tomate, ce qui en fait le premier légume cultivé dans le monde avec environ 160 millions de tonnes produites en 2013. Les deux premiers pays producteurs au monde en 2009 étaient la Chine et les États-Unis qui avaient produits respectivement 45.365.543 et 14.181.300 tonnes. Les fruits de la tomate en plus d'autres nutriments, contiennent de la β -carotène, de l'acide ascorbique et des composés phénoliques, qui présentent des avantages nutritionnels pour les consommateurs (WANG *et al.*, 2011). Ainsi, la tomate contribue à une alimentation saine et équilibrée. Outre ses vertus alimentaires, le pigment rouge dans la tomate (lycopène) est maintenant considéré dans le monde comme le plus puissant antioxydant naturel (WILLCOX *et al.*, 2003). Selon INAF (2007), le jus frais de la tomate permet l'accélération de la formation de sucre dans le sang, apportant ainsi un regain d'énergie. Le même auteur souligne qu'une consommation élevée de fruits et légumes diminue le risque de maladies cardiovasculaires, certains cancers (prostate, poumons et estomac) et d'autres maladies chroniques.

L'Afrique, avec une production de 18.648.548 tonne et un rendement moyen de 19,85 tonne à l'hectare, occupe le quatrième rang (11,4% de la production mondiale) après l'Asie (60,5%), l'Amérique (15%) et l'Europe (12,8%) (FAO, 2013). En Afrique au sud du Sahara, le rendement moyen de la tomate est de 10 t/ha (SENAN *et al.*, 2007), contre 25 t/ha environ au niveau mondial.

Au Burkina Faso, la tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher. Avec une production nationale de 157 086 tonnes, le Burkina Faso occupe la 32^e place en Afrique (FAO, 2013). Selon le MAHRH (2005), la production de la tomate occupe 23,45% de la superficie totale maraîchère avec une production annuelle estimée à 50.150 tonnes. Les recettes issues de la vente de la tomate représentent 21% du chiffre d'affaire du secteur maraîcher, soit une valeur ajoutée de 17,47 milliards de Francs CFA (MAH, 2011). A ce titre, le maraîchage en particulier la production de tomate occupe une place importante dans la lutte contre la pauvreté, donc un des piliers dans l'amélioration des conditions de vie des producteurs. Cependant, la production de tomate comme la majorité des productions fruitières et maraîchères rencontre de nombreuses difficultés. En effet, l'une des contraintes à la

production de la tomate est l'insuffisance et/ou la non-diffusion des variétés adaptées aux besoins des producteurs et consommateurs notamment en saison pluvieuse (ROUAMBA *et al.*, 2013). Ces difficultés font que certains producteurs cessent leurs activités de production au cours de la période d'hivernage. Cette situation entraîne une faible production de la tomate en période chaude et humide créant ainsi un déficit au niveau de l'offre de la tomate. Dans ce contexte de nombreux travaux de recherche sur la sélection de variétés de tomate tolérantes aux conditions chaudes et humides sont conduites depuis plusieurs années. C'est dans le but d'apporter notre contribution à ces efforts de recherches entreprises que nous avons conduit nos travaux de mémoire de fin d'étude en agronomie dont le thème porte sur **« Caractérisation agro-morphologique des morphotypes de tomate issus d'accessions collectées au Burkina Faso »**.

L'objectif global de l'étude est de caractériser les morphotypes de tomate aptes à la production pluviale, issus d'accessions collectées au Burkina Faso pour constituer des têtes de lignées en vue de la sélection de populations de tomates adaptées à la culture en saison pluvieuse.

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- Identifier des morphotypes d'intérêt pour la production en pluviale,
- Etudier les paramètres morphologiques des morphotypes identifiés
- Etudier les paramètres agronomiques des morphotypes
- Constituer un échantillon de têtes de lignées pour le programme de sélection de variétés d'hivernage.

Le présent mémoire qui fait l'économie des travaux conduits ainsi que les résultats obtenus, comporte deux (02) parties. La première partie comporte l'étude bibliographique. Elle traite des généralités sur la tomate et le point des connaissances sur les travaux de recherche sur la tomate en hivernage. La seconde partie qui est l'étude expérimentale présente le matériel et la méthodologie utilisée, les résultats et discussions. Le rapport s'achèvera par une conclusion, assortie de recommandations et de perspectives.

PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. GENERALITES SUR LA TOMATE

1.1. Origine et classification

La tomate (*Solanum lycopersicum* L. 1753) est originaire des Andes d'Amérique du Sud, dans une zone allant du sud de la Colombie au nord du Chili et de la côte Pacifique aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou). 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). Les botanistes modifièrent à plusieurs reprises les noms de genre et d'espèce attribués à la tomate. Elle a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicum*, certains botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicon*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon lycopersicum* ; mais MILLER (1754, 1768) la renomma *Lycopersicon esculentum*, en créant le genre *Lycopersicon* qui regroupait les différentes espèces de tomate. La taxonomie actuelle a replacé la tomate au sein du genre *Solanum*, section *Lycopersicon* qui regroupe 13 espèces (SPOONER *et al.*, 1993; SPOONER *et al.*, 2005), et son nom est désormais *Solanum lycopersicum* L. 1753.

1.2. Description botanique de la tomate

1.2.1. Système racinaire

La plante de tomate a un système racinaire fort et pivotant qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices (NAIKA *et al.*, 2005). Les racines peuvent atteindre 85 à 90 cm de long, mais les principales racines nourricières, très denses et ramifiées se rencontrent entre 25 et 35 cm de profondeur. En sol profond, on peut trouver des racines de tomate jusqu'à 1 m de profondeur (CHAUX et FOURY, 1994).

1.2.2. Tige

La tige de la plante de tomate varie entre érigée et prostrée. Elle pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m, pleine, fortement poilue et glandulaire (NAIKA *et al.*, 2005). La croissance est monomodale au début et devient sympodiale après 4 à 5 feuilles, c'est-à-dire que les bourgeons axillaires donnent naissance à des ramifications successives. Ces rameaux produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent par une inflorescence (CHAUX et FOURY, 1994).

1.2.3. Feuillage:

La plante de tomate possède des feuilles disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large (NAIKA *et al.*, 2005). Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (NAIKA *et al.*, 2005).

1.2.4. Fleurs

Les fleurs sont bisexuées, régulières et mesurent entre 1,5 et 2 cm de diamètre (NAIKA *et al.*, 2005). Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général, il y a six pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres et six étamines et des anthères de couleur jaune vif entourant le style. L'ovaire est type supère, doté de deux à neuf carpelles. Souvent, la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu où les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (NAIKA *et al.*, 2005). Selon GRUBBEN *et al* (2004), on peut observer jusqu'à 47% de fécondation croisée dans la nature et l'augmentation de la température serait à l'origine de ce phénomène. La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques. Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et cela résulte de la difficulté du dépôt du pollen (PESSON et LOUVEAUX, 1984).

1.2.5. Fruit et les graines

Le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu, en revanche, la couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. A maturité, le fruit peut se présenter rond et régulier, ou côtelés (NAIKA *et al.*, 2005). En général, les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (KOUSSOUBE, 2011). Les jeunes fruits verts contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine). Ces derniers disparaissent des fruits au cours du mûrissement (BLANCARD *et al.*, 2009). Les graines sont en forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (NAIKA *et al.*, 2005).

1.3. Cycle biologique de la tomate

Selon GALLAIS et BANNEROT (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de tomate varie en fonction de la variété, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle biologique de la tomate comprend six phases qui sont :

1.3.1. Germination

Elle correspond au passage de la vie ralentie à la vie active qui se traduit par la sortie des racines germinales et la coléoptile qui émerge en surface pour se développer en feuille simple. Chez la tomate la germination est de type épigé. Pendant cette phase, une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% sont nécessaires (CHAUX et FOURY, 1994).

1.3.2. Croissance

La croissance est l'augmentation de dimension d'un végétal. Selon CHOUGAR (2012), la croissance de la plante de tomate se déroule en deux phases et en deux milieux différents.

En pépinière : de la levée jusqu'au stade six (06) feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des pré-feuilles.

En plein champ : Après l'apparition des feuilles à photosynthèse et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente le nombre de feuilles.

1.3.3. Floraison

C'est le développement des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif à l'état reproducteur (CHOUGAR, 2012). A un certain moment de sa croissance (qui dure environ un mois), la tomate entre en parallèle avec la mise à fleur, ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante. Elle ne peut fleurir que si la plante reçoit de la lumière pendant une durée qui lui est propre en plus d'un rapport équilibré en sève (SAWADOGO, 2013).

1.3.4. Fructification et nouaison des fleurs

La nouaison est l'ensemble de la gamétogenèse, la pollinisation, la croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits. Une température

optimale de 13 à 15 °C est nécessaire pour la nouaison. Les nuits chaudes à 22°C défavorisent la nouaison (CHOUGAR, 2012).

1.3.5. Maturation du fruit

La maturation du fruit se caractérise par le grossissement du fruit, le changement de couleur, du vert au rouge. Elle dépend de la variété (SAWADOGO, 2013). Selon REY et COSTES (1965), la lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transportée rapidement vers les fruits en croissance, sous une température optimum de 18°C la nuit et 21°C le jour.

1.4. Principales exigences climatiques et édaphiques de la plante

1.4.1. Exigences climatiques

La tomate s'adapte à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré au climat tropical chaud et humide (NAIKA *et al.*, 2005).

❖ Température

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Les températures optimales pour la plupart des variétés se situent 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 végétaux sont endommagés. Pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate, l'équilibre entre température diurne et nocturne semblent nécessaire (NAIKA *et al.*, 2005).

❖ Lumière

La tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais, exigeante en énergie lumineuse. La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la plante. En outre, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruits et la couleur des fruits (NAIKA *et al.*, 2005). Une intensité lumineuse inférieure à 1000 lux retarde la croissance et la floraison.

❖ Eau et humidité

La plante est très sensible à l'hygrométrie, elle ne tolère pas les sols engorgés, ni l'humidité élevée (plus de 80%) et une hygrométrie relative de 60% à 65% est propice pour une meilleure fécondation (NAIKA *et al.*, 2005). Selon le MAHRH (2007), la plante pour son développement a besoin de 750 mm en 110 jours. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée,

le pollen est difficilement libéré et la pourriture des fruits sera plus importante, alors qu'une humidité trop faible entraîne un dessèchement du stigmate et une période de fécondation très courte (SAWADOGO, 2013). Les longues périodes arides font tomber les bourgeons et les fleurs et provoquent le fendillement des fruits. Par contre, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importants pour les cas d'humidité très élevée (NAIKA *et al.*, 2005).

1.4.2. Exigences édaphiques

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH, mais, pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8. Selon CHAUX et FOURY (1994), le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7. Elle pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention en eau et une bonne aération. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées (NAIKA *et al.*, 2005). Un sol bien aéré détermine un pourcentage élevé de levée des plantules, mais exerce par contre un effet défavorable sur les racines durant la période de croissance végétative. L'aération est indispensable à la maturité des fleurs (CHAUX et FOURY, 1994).

1.5. Ressources génétiques de la tomate

La tomate est originaire d'Amérique du Sud occidentale, principalement le Pérou et l'Equateur (MAJID, 2007). Cependant, l'habitat naturel du genre *Solanum* est très variable, des milieux très secs à très humides et de zones côtières à montagneuses de plus de 3300 m d'altitude (WARNOCK, 1988). La tomate fait partie des espèces végétales les plus importantes, non seulement en raison de son importance et sa valeur nutritionnelle, mais aussi parce qu'elle est l'un des systèmes végétaux les mieux caractérisés à la fois au niveau génétique et génomique (XU, 2012). De nombreuses banques de gènes de la tomate existent à travers le monde entier. Ces banques conservent en leur sein d'énormes collections de ressources génétiques, comprenant à la fois les espèces sauvages et apparentées de la tomate (XU, 2012). Selon le même auteur il existe également d'autres collections génétiques comme les mutants et que ces types de collections sont intéressants pour l'étude de la fonction des gènes chez la tomate. Outre les ressources génétiques, des ressources génomiques existent également chez la tomate. En effet, la tomate est considérée depuis longtemps comme un organisme modèle pour les plantes fruitières (GIOVANNONI, 2001). Le génome de la tomate est bien défini par des cartes génétiques basées sur des marqueurs moléculaires.

1.5.1. Diversité variétale de la tomate

Les tomates peuvent être classées suivant leurs caractères morphologiques, botaniques et selon le type de croissance. L'on peut distinguer deux types différents de plantes de tomates, selon le mode de croissance : les variétés à port indéterminé et les variétés à port déterminé (NAIKA *et al.*, 2005)

❖ Variétés à port indéterminé

Ce sont les plus nombreuses. Elles continuent de pousser et de produire des bouquets de fleurs tant que les conditions ambiantes sont favorables. Elles nécessitent un système de tuteurage pour éviter que la tige ne s'affaisse au sol. Elles ont une production plus étalée, sont plus productives en général que les tomates à port déterminé et disposent d'un feuillage plus important (NAIKA *et al.*, 2005). Parmi ces variétés, il existe plus de 500 variétés fixées dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent pour les générations descendantes. Les variétés hybrides sont relativement récentes puis qu'elles n'existent que depuis les années 1960, qui, du fait, de l'effet hétérosis, présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt (bonne précocité, bonne qualité de résistance aux maladies et aux attaques parasitaires donc de bons rendements). Ces hybrides ne peuvent être multipliés vu qu'ils perdent leurs caractéristiques dans les descendances.

❖ Variétés à port déterminé

Ce sont des variétés naines. Leur croissance s'arrête une fois que la plante a produit un nombre déterminé de bouquets de fleurs, en général trois ou quatre. Leur bourgeon terminal se termine par un bouquet de fleur. C'est dans ce type de tomate que l'on trouve, le plus souvent, les variétés industrielles de conserverie, cultivées en plein champ. Les variétés à croissance déterminée se supportent elles-mêmes et n'ont généralement pas besoin de tuteur (NAIKA *et al.*, 2005). Pour ce type de croissance, on retrouve également des variétés fixées et des hybrides.

1.5.2. Diversité génotypique et phénotypique

❖ Diversité génotypique

La diversité génétique fait référence à la variation des gènes dans une population / espèces, ce qui permet de développer de nouvelles races de plantes et d'animaux domestiques et de permettre aux espèces sauvages de s'adapter aux nouvelles conditions (HADUSH, 2014). Chez les espèces végétales, la diversité génétique apparaît comme une influence de

l'interaction entre les forces évolutives (mutation, sélection et dérive génétique aléatoire) et l'influence de l'homme par la domestication et la sélection (SINGH, 2005). La tomate cultivée, présente une très faible diversité génétique (RANC, 2010). Cela est dû d'une part à la domestication et d'autre part à l'autogamie de la plante. Selon DIAMOND (2002), la domestication est l'acquisition par une espèce des caractéristiques nouvelles par rapport à un ancêtre sauvage, augmentant ainsi l'utilisation de l'espèce par les communautés humaines.

Le syndrome de domestication chez les plantes réunit des caractères sélectionnés par les communautés humaines et différenciant les espèces sauvages des espèces cultivées (RANC, 2010). Pour FRARY et DOGANLAR (2003), la domestication inclut généralement un port de la plante plus compact, une précocité accrue, une réduction ou une perte de la dormance et de la dispersion des graines, un gigantisme et une augmentation de la diversité des parties consommées. Chez les plantes comme la tomate où le fruit est la partie consommée, les caractères influant sur la morphologie du fruit sont les principaux critères qui ont évolué avec la domestication. Cependant, les cultivars locaux sont restés hétérogènes et composés de différents génotypes qui sont pour la plupart homozygotes et présentent généralement une variation génétique considérable pour des caractéristiques quantitatives et qualitatives (FRANKEL *et al.*, 1995). Ces cultivars représentent une grande importance pour l'amélioration agronomique et génétique actuelle et future de la tomate (REDDY *et al.*, 2013). En Afrique tropicale on trouve des cultivars locaux qui font preuve d'une diversité génétique considérable (GRUBBEN *et al.*, 2004). Les mêmes auteurs soulignent que ces cultivars donnent des récoltes supérieures à celles de la plupart des cultivars importés dans les conditions de milieux très défavorables de la saison des pluies. RICK (1982) souligne que les espèces sauvages de tomates ont été longtemps utilisées dans les programmes de sélection pour améliorer la tomate cultivée et une grande partie de la résistance aux maladies dans la plupart des cultivars commerciaux provient des espèces sauvages apparentées.

❖ Diversité phénotypique

La plante

Selon MAJID (2007), la facilité de culture dans un large éventail d'environnements, le cycle de vie court, la non sensibilité à la photopériode, l'autogamie et l'homozygotie élevées, le grand potentiel de reproduction, la facilité de la pollinisation contrôlée, le manque de duplication des gènes, l'aptitude à la propagation asexuée et la régénération des plantes entières font de la tomate un excellent système pour la recherche fondamentale et appliquée. Le même auteur note que la plasticité régénérative de la tomate permet également un greffage

facile, un attribut qui facilite certaines études de développement et pratiques. La taille de la plante de tomate varie selon les cultivars, le type de culture et le type de croissance. AGONG *et al.* (1997), dans une étude sur la variation génotypique de 35 germoplasmes de tomates kenyanes ont constaté une variation importante et significative des variables quantitatives entre les accessions de tomate. REDDY *et al.* (2013) ont montré lors d'une étude de la diversité de la tomate que la hauteur de la plante contribue à 30,99% à la diversité génétique.

Le fruit

Chez la tomate, la domestication a entraîné une augmentation de la diversité de la forme et de la couleur de fruits, une amélioration de la saveur, une augmentation du contenu en sucres et acides, une augmentation de la taille des fruits voire un gigantisme (BAI et LINDHOUT, 2007).

La taille et la forme des fruits

La taille des fruits est très importante dans le processus de création variétale. Mais la préférence pour différentes tailles varie selon les cultivars, selon le consommateur et selon l'utilisation prévue des fruits. Pour ELHADI *et al.* (2012), la forme n'a aucun effet direct sur la maturité et la saveur des fruits et les défauts de forme sont communément attribuables à la mauvaise pollinisation et au développement irrégulier de certains locules. MASHHID *et al.* (2015) attestent que le rendement de la tomate est fonction de la taille du fruit.

La couleur des fruits

La couleur est l'un des composants de qualité les plus importants des cultures horticoles. Les fruits de tomates sont disponibles dans différentes couleurs, y compris rouge, rose, jaune et orange. La couleur est la résultante des couleurs de la chair et de l'épiderme (RANC, 2010 ; ELHADI *et al.*, 2012). Une tomate rose est due à un épiderme incolore et une chair rouge, tandis qu'une tomate orange est due à un épiderme jaune et une chair rouge. La chlorophylle dans les fruits verts est remplacée dans les tomates mûres par les carotènes oxygénés et les xanthophylles, dont le plus abondant est le lycopène (rouge) et son précurseur phytoène (incolore) (ELHADI *et al.*, 2012). Le lycopène est responsable de la couleur rouge des tomates et est important pour la santé humaine en raison de son activité antioxydante. Par conséquent, sa dégradation est importante du point de vue de la qualité sensorielle et de la santé (SHI *et al.*, 2000). La teneur en lycopène des fruits frais de tomate est généralement

d'environ 30-50 mg/kg, tandis que les variétés de couleur rouge foncé contiennent plus de 150 mg/kg et les variétés jaunes contiennent seulement environ 5 mg/kg (HART *et al.*, 1995). La synthèse de lycopène de tomate est favorisée par une exposition constante aux températures de 12 °C à 21 °C et est inhibée à des températures supérieures à 30 °C (TOMES 1963). La quantité de lycopène dans les fruits de tomate frais dépend de la variété, du stade de maturité et des conditions environnementales dans lesquelles le fruit a mûri (ELHADI *et al.*, 2012). Les mêmes auteurs soulignent que la couleur de la tomate peut également être améliorée par les engrais, le temps de récolte et la sélection variétale.

Diamètre et hauteur de fruit

AGONG *et al.* (1997) ont montré que le nombre de fruits par plante et le coefficient de forme (Hauteur/Diamètre) peuvent être utilisés pour une meilleure compréhension de la diversité de la tomate pour le rendement. En effet, MASHHID *et al.* (2015) ont montré une corrélation positive et significative entre le rendement, le poids du fruit, la longueur et le diamètre du fruit. EMAMI *et al.* (2013) dans l'évaluation de la variabilité génétique des géotypes de tomate, à partir d'analyses multivariées ont montré que pour la sélection d'un géotype, l'on doit tenir compte non seulement du rendement en fruits, mais la qualité des fruits, la taille du fruit, la forme et la couleur doivent être aussi considérées.

1.6. Méthode d'amélioration de la tomate

1.6.1. Sélection massale

C'est la sélection empirique pratiquée depuis des milliers d'années. Les individus qui participeront à la génération suivante sont choisis phénotypiquement. L'efficacité de cette sélection massale est liée à la corrélation entre phénotype et géotype et donc à l'héritabilité des caractères. Ce type de sélection est très proche de la sélection naturelle. C'est donc une méthode simple mais sommaire, d'autant plus efficace qu'elle s'adresse à des critères en nombre limité, en corrélation positive et à forte héritabilité (GARDNER 1961).

1.6.2. Sélection généalogique

Elle consiste, à partir d'un croisement dirigé initial, à observer et sélectionner les individus des générations successives obtenues par autofécondation, jusqu'à la fixation complète en lignée. La sélection généalogique est la méthode la plus largement utilisée pour le

développement des lignées. Elle consiste essentiellement à autoféconder, pendant plusieurs générations, des plantes individuelles dans des descendance semées. Ce procédé augmente les possibilités de sélectionner les caractères recherchés (STRINFELD 1974). Le nombre de générations d'autofécondation nécessaires à la création d'une lignée varie et se situe entre quatre et dix. La méthodologie et le succès d'un programme de développement des lignées dépendent de l'habileté du sélectionneur, des ressources disponibles, du testage et de l'évaluation des lignées (HALLAUER *et al.*, 1988).

1.6.3. Sélection récurrente

La sélection récurrente est un perfectionnement des méthodes classiques de sélection caractérisée par la succession de cycles comprenant une phase de brassage, favorisant les recombinaisons, et une phase de fixation et sélection. Elle présente l'avantage d'améliorer progressivement des populations, en favorisant la mise en place d'arrangements alléliques complexes et plus performants, et ainsi d'exploiter au mieux la variabilité génétique disponible. Il est à noter aussi que l'amélioration en parallèle de sous-populations les unes par rapport aux autres permet d'aboutir à la sélection de variétés hybrides.

II PRODUCTION DE LA TOMATE EN HIVERNAGE

2.1. Contraintes de productions

La production de la tomate en hivernage fait face à de nombreuses contraintes d'ordre climatique, agronomique et sanitaire.

2.1.1. Contraintes climatiques

Elles se résument à l'effet des facteurs climatiques sur les plants de tomate. Selon VERKERK (1995) les températures de l'air et du sol jouent un rôle important dans la formation des bouquets floraux, du nombre et de la taille des fleurs par bouquets. L'humidité relative parfois élevée à cette période défavorise la libération et la germination du pollen. Ainsi, la nouaison, la fructification et la maturation des fruits sont affectées. L'humidité relative élevée entrainera la perte des fruits dus aux maladies cryptogamiques et virales. L'intervention mécanique (secouage) ou chimique (utilisation des régulateurs de croissance) permet de pallier à cette difficulté de fructification (DE LANNOY, 1980).

2.1.2. Contraintes agronomiques

Elles se résument à l'insuffisance de variétés performantes, adaptées aux conditions chaudes et humides et aux exigences des consommateurs. Les variétés de l'INERA (FBT), récemment mises au point pour la culture en hivernage semblent être méconnues des producteurs. La non maîtrise des techniques culturales permettant de réduire les pertes de plants et de fruits constitue un frein à la forte production.

2.1.3. Contraintes phytosanitaires

Les problèmes phytosanitaires constituent la principale contrainte de production de la tomate en hivernage. Selon OUEDRAOGO et ROUAMBA (1996), le flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanocearum* est la principale cause des pertes de plants en végétation, tandis que le dessèchement des feuilles en cours de végétation et la pourriture des fruits sont provoqués respectivement par *Xanthomonas compestris* pv. et *Phytophthora infestans*. Ces maladies sont favorisées par l'effet conjugué des fortes chaleurs et de l'humidité relative élevée.

2.2. Etat des travaux de recherche sur la tomate d'hivernage

Des travaux de recherche ont été entrepris par l'INERA du Burkina Faso dans le but de résoudre les contraintes de production de la tomate en hivernage. Ces travaux ont porté essentiellement sur l'amélioration variétale, à travers des introductions et des essais variétaux, la création de nouvelles variétés, la collecte et l'évaluation de matériels locaux, la phytotechnie et la protection phytosanitaire (identification des maladies et mise au point des méthodes de lutte).

2.2.1. Collection et évaluation du matériel végétal local de la tomate

Pour l'amélioration génétique de la tomate pour la culture en hivernage, l'évaluation du potentiel génétique local s'avère nécessaire. AGONG *et al.* (1997) ont suggéré que l'amélioration génétique de la tomate ne devrait pas dépendre seulement de l'introduction, mais aussi sur le développement progressif davantage d'accessions adaptées aux conditions locales. L'objectif est d'évaluer les potentialités génétiques des variétés locales de tomate de saison pluvieuse (comportement végétatif, résistance aux maladies et parasites, capacité de floraison, de nouaison, et de fructification) en vue de la construction d'un programme de création de variétés plus adaptées aux conditions humides. MWIRIGI *et al.* (2009) indiquent que l'identification de la variabilité des accessions est essentielle pour le maintien et l'utilisation des ressources génétiques de la tomate. Selon RANC (2010), la collection, la description, la propagation et la distribution de matériel génétique sont d'une grande importance pour l'amélioration de la tomate.

2.2.2. Introduction et essai variétaux

Les premiers essais remontent en 1974, réalisés par l'IRAT et visait à étudier le comportement en saison pluvieuse de treize (13) variétés de tomate d'origines diverses (D'ARONDEL DE HAYES, 1974). Pour un semis réalisé le 6 Août et un repiquage le 31 août, la Roma V.F s'est montrée la plus productive. Les rendements étaient de 3,13 t/ha en mai, 3,29 t/ha en juin et 7,11 t/ha en juillet. En 1975, huit (8) variétés de tomate (Farako-bâ, INRA 74, OTB2, Floradel, Heinz 1370, F1Montfavet 63-5, Pazac et Piersol) ont été mises dans un essai comparatif au cours de la saison humide. La comparaison du poids moyen des fruits et le rendement de ces variétés dans les calibres 47-57 cm et 57-67 cm en saison sèche et fraîche puis en saison chaude et humide a montré une différence significative entre les saisons. Ces résultats ont montré un pourcentage élevé des plantes remplacés qui variait de 18

à 70% en saison des pluies contre 5 à 27% en périodes favorables (IRAT, 1975). Le Tableau 1 présent le rendement et le poids moyen des fruits en fonction de la saison.

Tableau I : Comparaison de poids moyen des fruits et de rendements de huit variétés de tomate en saison sèche et fraîche puis en saison chaude et humide, campagne 1975

Variétés	Saison sèche et fraîche		Saison chaude et humide	
	Poids moyen d'un fruit (g)	Rendement t/ha	Poids moyen d'un fruit (g)	Rendement t/ha
Farako bâ	79	17	58	6
INERA 74	112	24	76	6
OTB2	31	12	26	5
Floradel	122	19	67	5
Heinz 1370	107	20	89	8
F1 Montfavet 63-5	76	22	70	12
Pazac	104	31	89	12
Piersol	124	13	111	9

Source : rapport annuel 1974-1975, essai maraîcher, IRAT-Bobo-Dioulasso, (Haute-Volta).

Dans le centre du pays (station de Kamboinsé), un essai de comportement variétal de sept (7) variétés introduite des Etat Unis (Walter, Better-Boy, Burpee's big girl, Burpee's eatly pick, Floramerica, Heinz 1350 et Super Beef-steak) en saison pluvieuse en 1985 à montrer une baisse de rendement (NEBIE *et al.*, 1986).

2.2.3. Création variétale de tomate pour l'hivernage

Plusieurs travaux de sélection dans la sous-région Ouest africain ont abouti à la création des variétés de tomate pour l'hivernage. Au Cap-Vert, le croisement Tropiva 3 x Xina, suivi de sélection généalogique jusqu'en F6 a donné naissance à 2 variétés : Estrela et Formosa adaptées à la saison chaude et humide du Cap-Vert et sont résistantes aux nématodes (VAN de PLAS, 1999).

Au Burkina Faso, l'introduction de nouvelles variétés (INRA-AG et Caraïbo) et le croisement avec les variétés déjà vulgarisées (Xina, Cluster, Petomech, Rossol et Farako-bâ X petomech) ont permis l'obtention d'hybrides au cours de la campagne humide 1993-1994 (SANON, 2005). Les hybrides obtenus (Tableau 2) ont été cultivés et comparés dans un essai de comportement. Ces études portaient sur le port architectural des plantes, la capacité de nouaison, le calibre et le poids moyen des fruits ainsi que le rendement potentiel.

Tableau II : Poids moyens du fruit et rendement théorique de 10 hybrides F1 de tomate en hivernage

Hybrides	Poids moyen d'un fruit en (g)	Rendement théorique (t/ha)
INRA-AG x Cluster	54	15
INRA-AG x (Farako-bâ x Potomech)	57	17
INRA-AG x Xina	65	16
INRA-AG x Petomech	88	17
INRA-AG x Rossol	80	36
Caraïbo x Cluster	85	32
Caraïbo x (Farako-bâ x Potomech)	66	16
Caraïbo x Xina	58	17
Caraïbo x Petomech	76	28
Caraïbo x Rossol	72	8

Source : Rapport d'activités sur les cultures maraîchères, fruitières et plantes à tubercules, campagne 1994-1995, INERA Farako-bâ, Burkina Faso

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 (FBT), fixées pour la saison chaude et humide. Le tableau 3 présente les caractéristiques des variétés de tomate d'hivernage FBT.

Tableau III : Caractéristiques agronomiques des variétés de tomate d'hivernage FBT

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

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

2.3. Phytotechnie

La mise en place des techniques de production bien adaptées est nécessaire pour la culture de la tomate en saison pluvieuse. Les études déjà conduites dans ce domaine ont essentiellement porté sur l'étude de l'influence des semis échelonnés sur la production de la tomate. Les

résultats montrent que la reprise des plants au repiquage est extrêmement difficile à cause des températures élevées du sol (40,5 à 45°C) (OUEDRAOGO et ROUAMBA, 1996). Le pourcentage des plantes de tomate remplacées peut aller de 50 à 100% et le nombre moyen de pieds remplacés varie d'une année à l'autre. Il était de 42 en 1991 et 54 en 1992 (OUEDRAOGO et ROUAMBA, 1996). SANON (2005) note que le pourcentage des pieds remplacés est plus élevé quand les semis sont faits de février à mai, parce que le repiquage au champ coïncidant avec les fortes chaleurs, les jeunes plants succombent.

2.4. Protection phytosanitaire

Selon JAMES *et al.* (2010), la production de tomate est affectée par de nombreuses contraintes phytosanitaires dont les adventices, les maladies cryptogamiques, les nématodes, les arthropodes. Dans ce domaine l'essentiel des travaux entrepris a été axé sur l'inventaire des principales contraintes phytosanitaires. Selon OUEDRAOGO et ROUAMBA (1996), l'importance des dégâts sur la tomate est fonction des dates de semis. Lorsque les semis sont faits de février à avril, le développement végétatif des plants correspond à la période d'explosion des maladies virales dont certains ont été déjà identifiées (KONATE et BARRO, 1994). SANON (2005) indique également que c'est à cette période que les mouches blanches et les pucerons, reconnus comme vecteurs de virus de ces maladies pullulent. Le flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum* est rencontré au cours des essais et durant toutes les périodes. Les maladies des taches brunes provoquées par *Pseudomonas syringae p.v. tomato* explosent à partir du mois de mai. Outre les maladies parasitaires, on note aussi les maladies physiologiques dont la plus importante est la nécrose apicale (*Blossom-end-rot*).

Conclusion partielle.

La pénurie des tomates de consommation en frais en hivernage demeure majeure pour les populations. Les variétés de tomate introduites ne sont pas souvent bien adaptées d'où l'approche d'exploitation de la variabilité génétique des accessions locales de tomate. Les cultivars locaux de tomate sont souvent mieux adaptés aux contraintes biotiques et abiotiques et constituent à cet égard une source de gènes utilisables pour l'amélioration de la culture de tomate en hivernage. Cette deuxième partie qui constitue l'ossature de notre étude va permettre de nous focaliser sur l'exploitation de la diversité existante au sein des accessions de tomate collectées au Burkina Faso dans le but d'initier un programme de sélection de variétés adaptées à la culture pluviale.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

I. MATERIEL ET METHODE

1.1. Présentation du milieu d'étude

1.1.1. Situation géographique

La présente étude est réalisée à la station de l'INERA Farako-Bâ, situé à 10 km de Bobo Dioulasso sur l'axe Bobo-Banfora. Cette station a une superficie de 375 ha dont 200 aménagés (SOME, 2000 ; OUEDRAOGO, 2014). Les coordonnées géographiques de la station de Farako- Bâ sont les suivantes : une altitude de 405 m, une longitude de 4°20' Ouest et une latitude de 11°06' Nord (SOME, 2000).

1.1.2. Climat

Selon GUINKO (1984), le climat de Farako-Bâ est de type sud-soudanien, situé entre les isohyètes 1000 et 1200 mm. Les précipitations annuelles sont comprises entre 950 et 1200 mm d'eau. La température moyenne minimale est 20°C environ et la température moyenne maximale 30°C environ. Les conditions climatiques se caractérisent par une longue saison sèche allant de novembre à mai avec un régime d'harmattan et des températures élevées et une saison pluvieuse courte allant de juin à octobre, caractérisée par un régime de mousson (GUINKO, 1984). Les pluies sont généralement mal réparties avec des irrégularités d'une année à une autre.

La figure 1 présente quelques caractéristiques climatiques de la station de Farako-bâ en 2016 sur la période hivernale. L'humidité relative maximale (80,57%) est enregistrée au cours de la troisième décennie du mois de septembre tandis que celle minimale est enregistrée en octobre.

Le nombre de jours de pluie et les hauteurs d'eau tombées, relevés de janvier à décembre 2016, sont représentés sur la figure 2. La figure 3 présente les nombres de jours et les hauteurs d'eau tombée sur la période de l'essai. Il ressort de la figure 2 que le mois le plus pluvieux est le mois d'Août avec 261,6 mm d'eau. Il faut noter que le mois d'Août a coïncidé avec la phase floraison de la plupart des morphotypes.

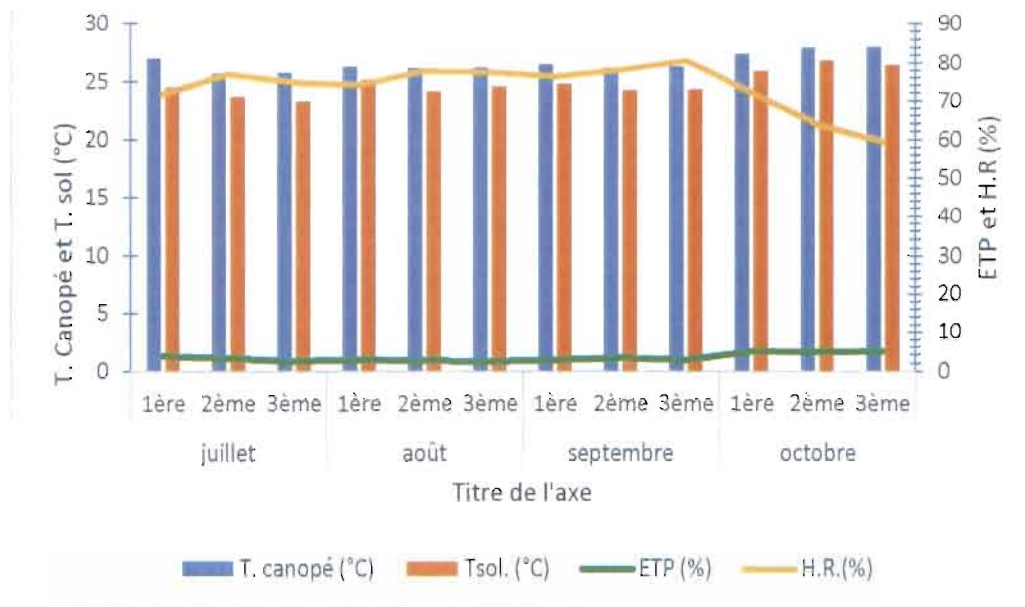


Figure 1 : répartition de la température, de l'humidité et de l'évapotranspiration de la station de Farako-bâ en 2016 sur la période l'essai.

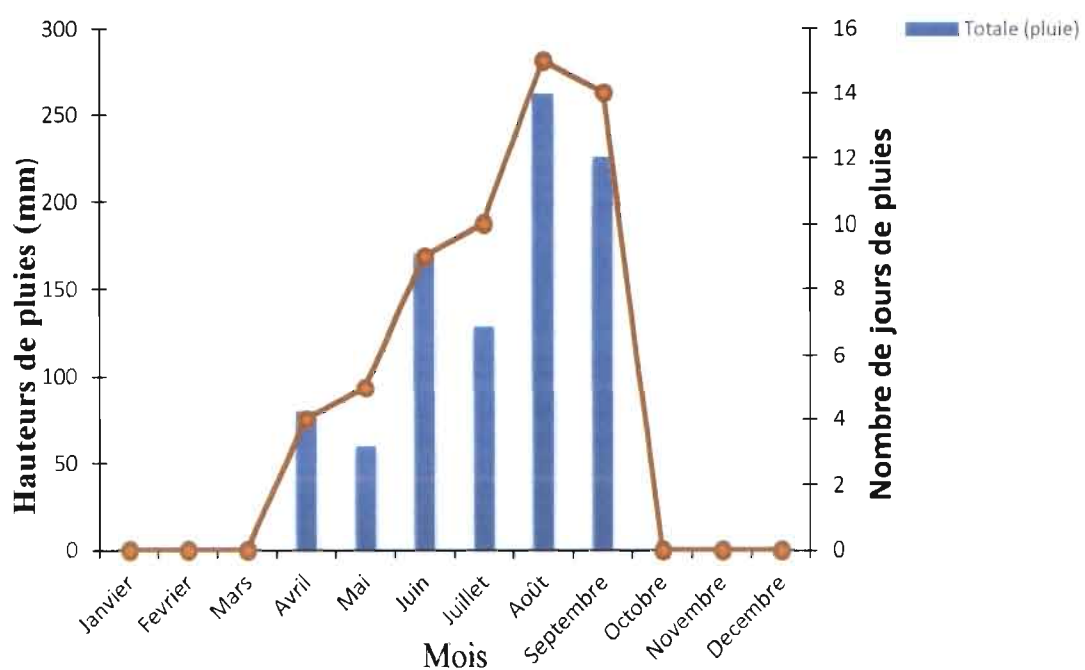


Figure 2 Répartition mensuelle de la pluviométrie de la station de Farako-bâ en 2016.

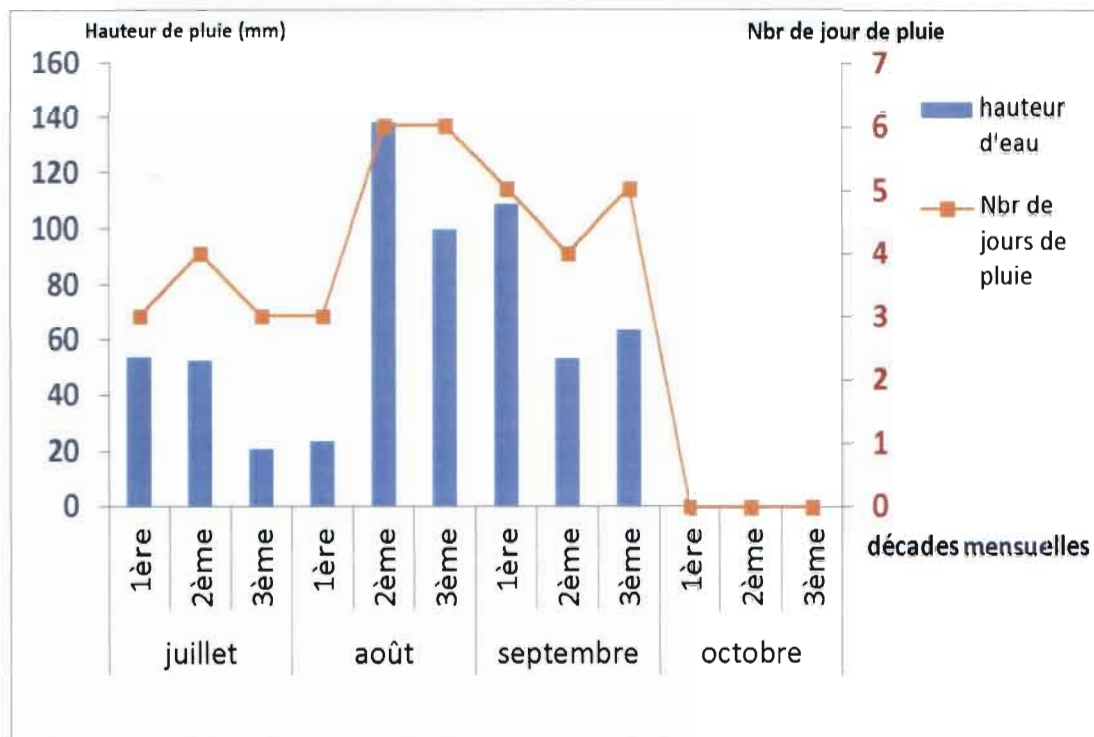


Figure 3 Répartition décadaire de la pluviométrie sur la période de l'essai

1.1.3. Sol

Les sols de Farako-Bâ sont rouges, faiblement ferrallitique (parcelle du Nord et Ouest) et ferrugineux au Sud avec 2% de pente (SEDOGO, 1981 ; SOME, 2000). Ils sont très perméables et sensibles à l'érosion. Le pH des sols varie entre 5 et 5,5. Ils ont de faibles teneurs en argiles et en matière organique, ce qui fait que leur capacité d'échange cationique est faible. Ce sont des sols très sableux, légèrement acides et pauvres en azote et en phosphore donc très sensibles au lessivage et à l'érosion.

1.1.4. Végétation

La végétation de la station expérimentale de Farako-Bâ appartient au secteur phytogéographique sud soudanien, caractérisé 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, *Isobertinia doka* Craib. et Stapf., *Khaya senegalensis* Desr., *Parkia biglobosa* Benth., *Detarium microcarpum* GetPen., *Tamarindus indica* C.L., *Azalia 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.

1.2. Matériel

Le matériel végétal utilisé est constitué de cinquante-sept (57) accessions de tomate collectées auprès des producteurs en 2016 sur l'ensemble des 13 régions du Burkina Faso. Une variété témoin (FBT3) mise au point par l'Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricoles (INERA) a été ajoutée, soit un total de cinquante-huit (58) échantillons. La variété FBT3 de l'INERA est une variété fixée sélectionnée pour la saison chaude et humide. Le tableau 4 présente la liste des accessions et les noms des localités de collecte.

Tableau IV : Lieux de collecte et le nombre d'accessions collectés

Province	Ville/village	Nombre d'accessions
Bam	Yillou	1
	Zimtenga	1
Bazèga	Saberaogo	1
Bougouriba	Bapla-Birifore	2
Comoé	Sidéradougou	1
	Tengrela	1
Gnagna	Bilanga	1
Gourma	Kahomé	1
	Natiabouani	10
Houet	Toronson	1
Ioba	Bonembar	1
	Lophing	1
Kéné Dougou	Dioya	1
	Mahon	1
	Tin	1
kompienga	Kompienga	2
Kossi	Babi-golo	1
Koulpélogo	Kaongho	1
Léraba	Blédougou/Soba	7
	Karfiguera	1
	Nagosseguera	2
Mouhoun	Dona	1
Nayala	Biba	1
	Niaré	2
Passoré	Lilboré-ladré	1
	Minsnoogué	1
Poni	Nonkinena	2
Soum	Gaika-N'gota	1
Sourou	Kassan	2
Yatenga	Bilingua-bougoudougou	2
	Taeg-zagué	1
Ziro	Sapouy/Sect 5	1
Zounwéogo	Gomboussou	3
Total		57

En plus du matériel végétal, du matériel expérimental ont été utilisé :

- **Bacs** pour les pépinières ;
- **Pied à coulisse** : il a été utilisé pour mesurer la hauteur et le diamètre des fruits ;
- **Toise** pour mesurer la hauteur des plants de tomate ;

1.3. Méthode

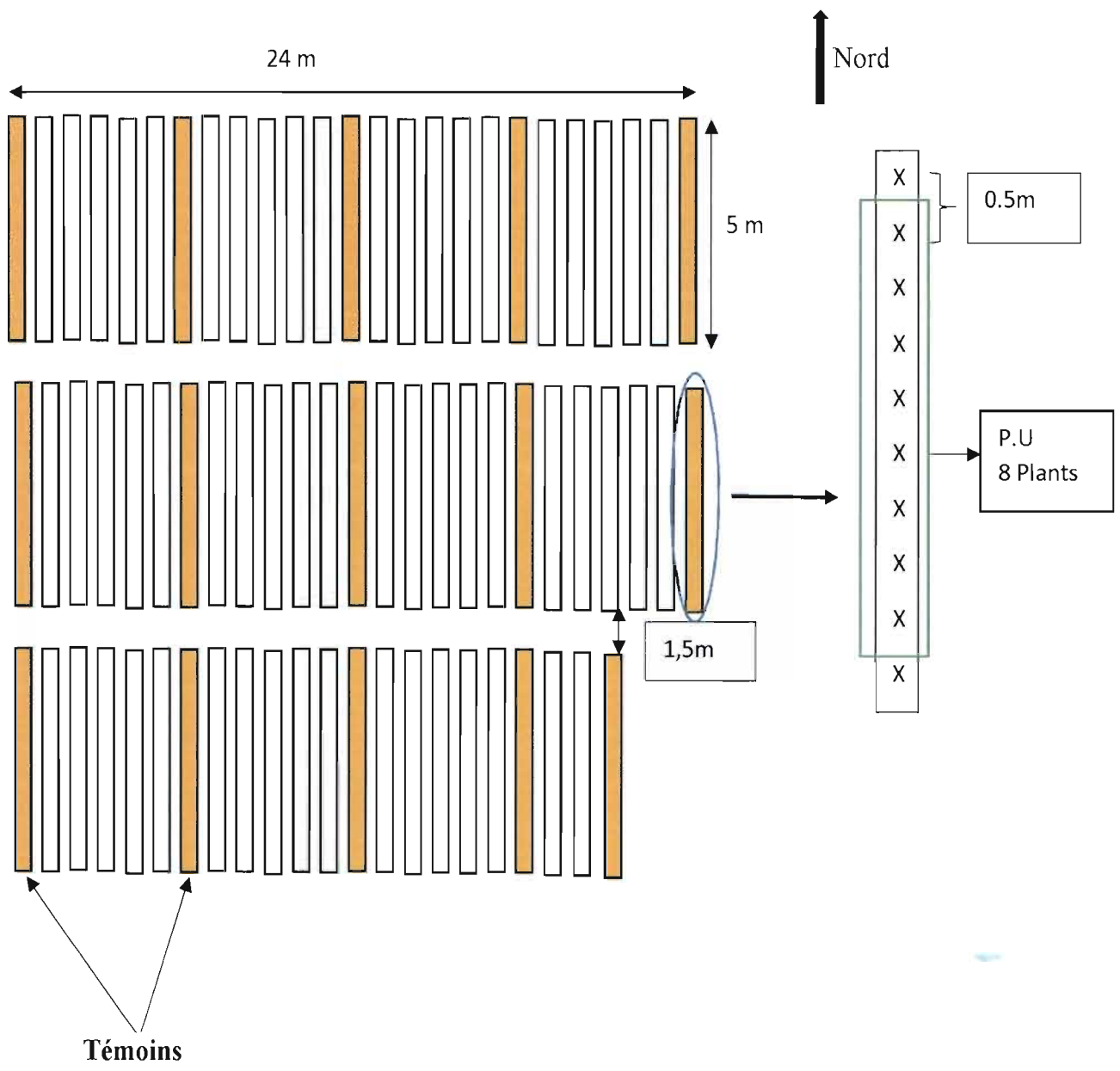
1.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est celui d'une collection testée développée par KRISHNA (2007). La collection testée est un dispositif pouvant contenir plus de 50 entrées. Il comporte au moins un témoin connu. Celui-ci doit être génétiquement homogène (hybride simple, lignée stable ou pure) : il est répété systématiquement à intervalle régulier dans le dispositif (SANOU, 1999). Dans le cas de notre étude, la FBT3 a été utilisé comme témoin et répétée toutes les cinq (05) accessions (Tableau 5). Chaque accession constitue une entrée et séparée de 1m. Le dispositif comporte trois (03) blocs. La longueur de chaque bloc est de 24 m et la largeur est de 5m soit une superficie de 120 m². Une distance de 1,5 m sépare les blocs. La parcelle utile comporte 10 plantes, disposées en une ligne de 5 m de longueur.

Tableau V : Dispositif en collection testée

Var.	Var	Var	Var	Var	Var	Var.	Var	Var	Var	Var	Var	Var.
ref. FBT3	1	2	3	4	5	ref. FBT3	6	7	8	9	10	ref. FBT3

Source : Krishna (2007)



1.3.2. Mise en place de la pépinière

Le terreau utilisé pour la pépinière a été au préalable stérilisé à la vapeur pendant 30 mn, le 26 Mai et le semis effectué le 08 juin 2016 dans des bacs. Les bacs ont été ensuite protégés contre les fortes pluies en les recouvrant d'une bâche plastique et contre l'ensoleillement excessif en les plaçant sous une ombrière en seccos. La pépinière a été faite sur le site de l'antenne de la DRREA-O, ex-PV. Les plants ont été arrosés tous les jours et ont séjourné pendant 27 jours en pépinière. La photo 1 montre les plants en pépinière au 10^{ème} JAS.



Photo 1: Plante en pépinière (A) et (B) 10 JAS

1.3.3. Préparation du terrain

Elle a consisté à faire un labour profond à l'aide d'un motoculteur suivi d'un hersage et d'un planage manuel. La fumure de fond utilisée a été du compost à la dose de 20 t/ha. La texture sableuse du terrain a été corrigée à travers un amendement argileux.

1.3.4. Repiquage des plants

Les plants de tomates ont été repiqués 27 jours après semis. Le repiquage a été effectué le 05 juillet 2016 et a eu lieu dans l'après-midi pour éviter que les plants ne souffrent de l'ensoleillement. Le repiquage a été effectué sur une densité de 1 m entre les lignes et de 0,5 m sur les lignes. De la Chlorpyrifos-etyl, un insecticide-nématocide, a été appliqué au pied des plants juste après le repiquage. Un remplacement des plants manquants a eu lieu sept jours après repiquage.

1.3.5. Entretien de la culture.

Pour éviter l'enherbement de la parcelle, des désherbages manuels ont été effectués. Au total trois désherbages ont été réalisés. Le NPK 14-23-14-6S a été appliqué aux plantes à la dose de 3 Kg/100m². Au total, deux applications ont été effectuées dans des sillons parallèles aux lignes de plantation soit 1,5 Kg/100m² par application. La première a été effectuée deux semaines après repiquage et la seconde deux semaines après le 1^{er} apport. Au total, 10,8 Kg de NPK ont été utilisés pour l'ensemble des deux applications. La parcelle a été traitée avec de l'Acétamipride 2-3/ha et du Mancozèbe 1-1,5 l/ha en début de floraison et ce traitement a été renouveler tous les 10 jours. Les traitements ont été arrêtés 14 jours avant les récoltes.

1.3.6. Identification des morphotypes et méthode de collecte des données

❖ Identification des morphotypes

La notion de morphotype renvoie au concept de polymorphisme génétique qui désigne la coexistence de plusieurs allèles pour un gène ou locus donnés, dans une population animale, végétale, fongique, bactérienne, ce qui explique la présence d'individus aux caractères phénotypiques différents au sein d'une même population. Dans notre étude nous considérons un morphotype comme une plante présentant des caractères phénotypiques différents et distincts des autres au sein d'une même accession. Par accession, des morphotypes d'intérêt ont été sélectionnés sur la base de la diversité phénotypique et de leur aptitude à la production hivernale. Cette identification a été faite sur la base de la physionomie de la plante de tomate et a eu lieu 49 jours après repiquage. Pour leur identification, ils ont été matérialisés avec des ficelles. Au total 165 morphotypes ont été sélectionnés sur l'ensemble des 57 accessions. La suite des travaux a concerné les observations et les mensurations détaillées sur les morphotypes sélectionnés. L'annexe 1 montre la liste des morphotypes identifiés en fonction des accessions évaluées.

❖ Méthodes de collecte des données

Les données étaient de trois (02) types, les données agronomiques et les données morphologiques. Nous avons utilisé le descripteur de la tomate proposé par IPGRI, (2001) pour la caractérisation des fruits ainsi que certaines données qualitatives.

Les données agronomiques

➤ **Date de début floraison (Df)**

Des observations effectuées tous les deux (02) jours sur les différents morphotypes nous a permis de noter la date à laquelle la première fleur a épanoui. Ces différentes dates ont été traduites en nombre de jours après repiquage et ont été utilisées pour calculer la date moyenne de début floraison (Df) pour chaque morphotype.

➤ **Date de début maturité (Dm)**

Il s'agit de déterminer la date à laquelle un fruit mûr a été vu pour la première fois sur un morphotype. La traduction de ces dates en nombres de jours après repiquage, nous a permis d'estimer la date moyenne de début maturité (Dm) de chaque morphotype

➤ **Durée moyenne du cycle (Dc)**

Pour calculer la durée moyenne du cycle, nous avons noté la date à laquelle nous avons effectué la dernière récolte. Chaque date a ensuite été traduite en nombre de jours après repiquage pour chaque morphotype.

➤ **Nombre de fruits récoltés (Nfr)**

Pour obtenir le nombre de fruits récoltés, nous avons procédé à un comptage à chaque récolte et pour chaque morphotype.

Les données morphologiques

Plante

La collecte de ces données a porté sur des paramètres basés sur l'observation et la notation selon le descripteur de la tomate (le type de croissance des plantes, le type de corolle, la couleur de la corolle). La hauteur de la plante a fait l'objet de mesure.

➤ **Type de croissance (TCr)**

Le type de croissance de la tomate est soit déterminée ou indéterminée. Par simple observation, on a noté 1 pour la croissance déterminée et 2 pour la croissance indéterminée.

➤ **Couleur du fruit immature (Cfi)**

L'observation de la couleur de fruit immature a été faite par une simple observation visuelle des fruits en début de stade tournante (photo 3). La couleur peut être : vert blanchâtre (1); vert clair (2); vert (3); vert foncé (4).



Photo 3 : Couleur du fruit immature : A vert, B vert blanchâtre

➤ **Couleur du fruit mature (Cfm)**

Il s'agit d'observer et de noter la couleur du fruit à maturité. En effet la couleur du fruit mature peut être : rouge (1); vert (2); jaune (3); orange (4); rose (5). La photo 4 montre la couleur des fruits à maturité.

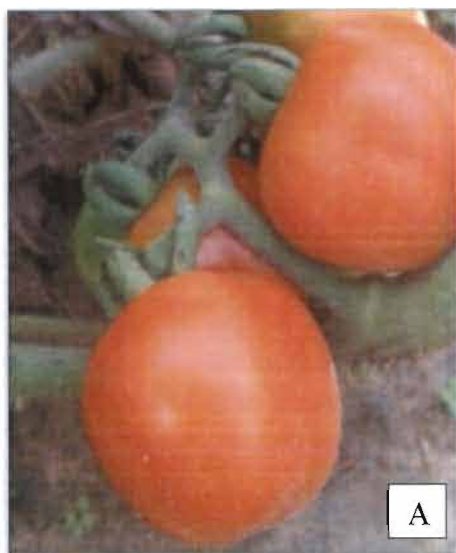


Photo 4 : Couleur du fruit mature A couleur rouge, B couleur jaune

➤ **Type de corolle (Tc)**

Le type de corolle a fait l'objet d'une observation simple. En effet la corolle était soit fermée (1) ou ouverte (2). Ce paramètre a été observé une semaine après la date de début floraison de chaque morphotype.

➤ **Couleur de la corolle (Cc)**

La couleur de la corolle a été faite par une simple observation sur l'ensemble des fleurs de la plante (photo 2). En effet, la couleur de la corolle pouvait être : blanche (1);jaune (2); orange (3); autres couleurs (4).



Photo 2: Corolle de type ouverte et de couleur jaune

➤ **Hauteur de la plante (Ht)**

C'est à l'aide d'une toise graduée en centimètre (cm) que nous avons mesuré la hauteur des morphotypes. La mesure a été faite du sol jusqu'au sommet et a été effectuée 56 jours après repiquage.

Fruit

Les paramètres concernant la caractérisation des fruits ont été faits par observation visuelle sur un échantillon de dix (10) fruits choisi au hasard lors de la deuxième récolte.

➤ **Couleur du fruit immature (Cfi)**

L'observation de la couleur de fruit immature a été faite par une simple observation visuelle des fruits en début de stade tournante (photo 3). La couleur peut être : vert blanchâtre (1); vert clair (2); vert (3); vert foncé (4).



Photo 3 : Couleur du fruit immature : A vert, B vert blanchâtre

➤ **Couleur du fruit mature (Cfm)**

Il s'agit d'observer et de noter la couleur du fruit à maturité. En effet la couleur du fruit mature peut être : rouge (1); vert (2); jaune (3); orange (4); rose (5). La photo 4 montre la couleur des fruits à maturité.

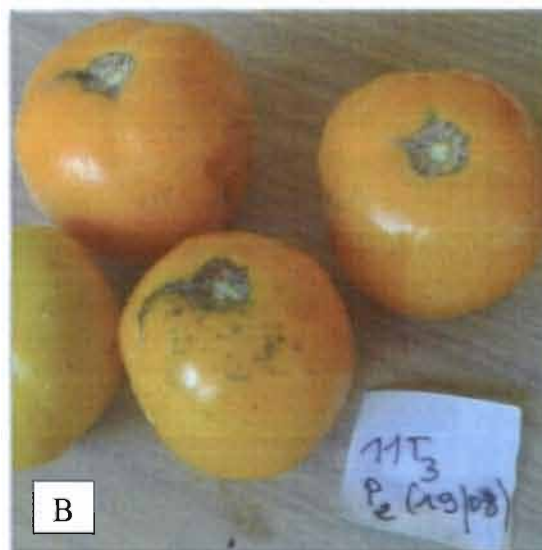
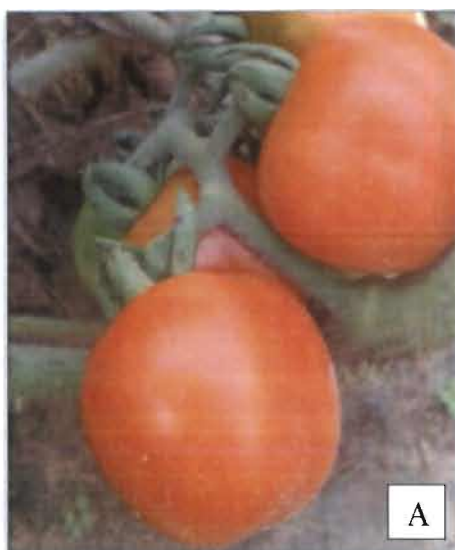


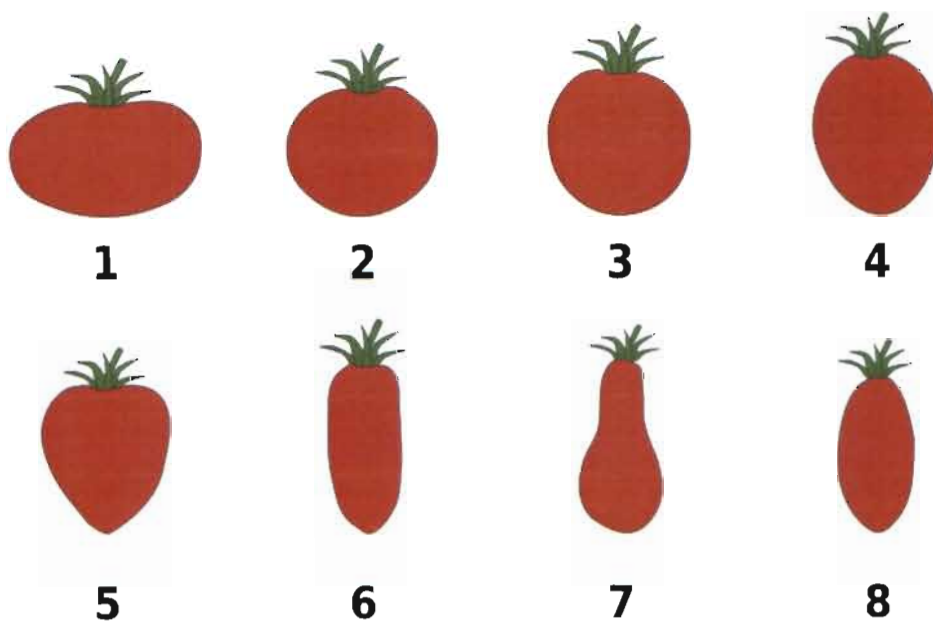
Photo 4 : Couleur du fruit mature A couleur rouge, B couleur jaune

➤ **Absence ou présence de collet vert**

Une observation sur l'ensemble des dix fruits échantillonnés, nous a permis de déterminer ce paramètre. L'observation a concerné l'épaule du fruit. Nous avons ensuite noté 0 pour absence de collet et 1 pour présence de collet.

➤ **Forme prédominante du fruit (Fpf)**

La tomate présente une grande diversité de forme. Nous avons comparé les fruits de chaque morphotypes aux différentes formes décrites par IPGRI, 2001 (figure 4)



1 : aplati
2 : légèrement aplati
3 : arrondi
4 : allongé arrondi (ovoïde)

5 : cordiforme
6 : cylindrique
7 : pyriforme
8 : ellipsoïde

Source : IPGRI 2001

Figure 4: Différentes formes de tomates utilisées pour décrire une variété

➤ **Forme de l'épaule du fruit (Fpf)**

Nous avons comparé la forme de l'épaule des fruits échantillonnés aux différentes formes d'épaules décrites par IPGRI, 2001. En effet, la forme de l'épaule du fruit de la tomate peut être : plat (1); légèrement creux (3); modérément creux (5); profondément creux (7).

➤ **Fermeté du fruit**

La fermeté a été appréciée à la récolte par toucher des fruits à maturité. En effet la fermeté peut être : mou (1) ; assez ferme (2); ferme (3) ; très ferme (4).

➤ **Diamètre moyen (Daf) et la hauteur moyenne (Htf) du fruit (en mm)**

Pour déterminer le diamètre et la hauteur des fruits nous avons utilisé un pied-à-coulisse. Les valeurs moyennes ont été obtenues à partir de dix (10) fruits choisis au hasard à la deuxième récolte de chaque morphotype.

1.3.7. L'analyse des données

Les données brutes collectées ont été saisies sur EXCEL 2013 et analysées à l'aide du logiciel de traitement statistique XLSTAT 2007.7.02. La statistique descriptive (extrémums, moyennes, écarts types.) et les analyses multifactorielles (ACP, CAH, AFD) ont été effectuées. Les morphotypes identifiés constituent des têtes de lignée dans le processus de sélection. Ainsi, nous avons considéré les caractéristiques de chaque morphotype comme étant la moyenne d'une lignée en phase de création pour chaque variable donnée.

L'analyse des relations entre les différentes variables a été réalisée à partir de la matrice de corrélation (Pearson (n-1)). Une Analyse en Composante Principale (ACP) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont été effectuées pour étudier la variabilité des morphotypes à travers un regroupement. Le dendrogramme est obtenu avec la méthode d'agrégation de Ward (minimisation de la variance intra-classe).

Une analyse factorielle discriminante (AFD) a été réalisée pour discriminer au mieux les individus selon les classes obtenues à partir de la CAH. La matrice de confusion a été utilisée pour vérifier la qualité de la classification obtenue. La distance de Mahalanobis a servi au calcul de la distance entre les classes formées, tenant compte de la structure de la variance et de la covariance. L'ACP, la CAH et l'AFD ont toutes été réalisées à partir des variables quantitatives.

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1. Résultats

2.1.1. Analyse des performances des morphotypes

Le tableau VI présente les caractéristiques moyennes des morphotypes en fonction des variables quantitatives étudiées. Le modèle de variation au sein des morphotypes est différent pour différentes variables observées. La plus grande variation a été observée pour la hauteur de la plante, le nombre de fruits par plante et le diamètre moyen du fruit. Les écart-types pour ces trois (03) variables sont respectivement 40,93, 39,72 et 11,26. Un écart-type relativement moyen a été observé pour les autres variables. La hauteur de la plante a donné la valeur moyenne plus élevée (146,73 cm) tandis que la valeur la plus basse a été observée sur la date début floraison (26,45). La durée du cycle variait de 65 à 99 jours après repiquage (JAR) avec un écart-type de 6,49. La hauteur des fruits variait de 18,97 à 64,20 mm avec un écart-type de 9,58.

Tableau VI : Statistiques descriptives des morphotypes identifiés

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Df	5,00	41,00	26,45	6,19
Dm	39,00	78,00	61,48	7,06
Nfr	3,00	259,00	36,42	39,72
Dc	65,00	99,00	83,36	6,49
H t(cm)	60,00	240,00	146,73	40,93
Daf (mm)	23,68	77,78	43,47	11,26
Htf (mm)	18,97	64,20	35,39	9,58

Légende : **Df** : date début floraison ; **Dm** : date début maturité ; **Nfr** : nombre de fruit par morphotype ; **Dc** : durée moyen du cycle ; **Ht** : hauteur de la plante en cm ; **Daf** : diamètre du fruit en mm ; **Htf** : hauteur du fruit en mm

2.1.2. Analyses descriptives des morphotypes

Le tableau VII présente les résultats des analyses descriptives sur la morphologie des morphotypes en fonction des variables qualitatives. Le tableau VII montre que 69,7% des morphotypes avaient une croissance de type indéterminée. Les morphotypes présentaient tous des corolles de type ouvert et de couleur jaune. Du point de vue de la forme des fruits, les morphotypes présentaient plus de fruits de forme arrondie (62,42%). A maturité les morphotypes à fruits de couleur rouge avaient une fréquence élevée (76,36%). La plupart des morphotypes (99,39%) n'ont pas de collet vert. Cependant le morphotype **5T3-1** se distinguait

des autres par la présence de collet vert. Parmi les morphotypes identifiés la fréquence de ceux à fruits assez fermes était de 81,82% contre 5,45% à fruits très fermes.

Tableau VII : Répartitions des morphotypes par modalité et par caractère morphologique

Variables	Modalités	Effectif par modalité	Fréquence par modalité (%)
TCr	déterminée	50	30,30
	indéterminée	115	69,70
Cfi	vert blanchâtre	28	16,97
	vert claire	110	66,67
	vert	27	16,36
Cfm	rouge	126	76,36
	jaune	22	13,33
	orange	17	10,30
Fpf	aplatis	11	6,67
	légèrement aplatis	27	16,36
	arrondi	103	62,42
	allongé -arrondi	6	3,64
	cordiforme	8	4,85
	cylindrique	7	4,24
	pyriforme	3	1,82
Fef	plat	12	7,27
	légèrement creux	39	23,64
	modérément creux	74	44,85
	profondément creux	40	24,24
P/Ae	Absent	164	99,39
	présent	1	0,61
Ff	assez ferme	135	81,82
	ferme	21	12,73
	très ferme	9	5,45

Légende : TCr : type de croissance ; Tc : type de corolle ; Cc : couleur de la corolle ; Cfi : couleur du fruit immature ; Cfm : couleur du fruit mature ; Fpf : forme prédominante des fruits ; Fef : forme de l'épaule du fruit ; P/Ae : présence ou absence de collet vert ; Ff : fermeté du fruit.

2.1.3. Analyse de la variabilité des morphotypes

❖ Analyse en composante principale (ACP)

Le tableau VIII présente les résultats de l'analyse en composantes principales. La figure 5 montre la répartition des variables dans le plan 1/2 de l'ACP en fonction de leurs contributions.

L'analyse en composantes principales (ACP) a identifié trois composantes importantes (F1, F2 et F3). L'analyse de ces composantes explique 82,29% des variations totales entre les morphotypes. Les deux premières composantes (axe 1 et 2) ont été retenues pour expliquer la variabilité au sein des morphotypes. Les deux axes expliquent 68,67% de la variabilité totale.

La première composante principale (axe 1) avec 50,22% de la variation totale est corrélés (coefficient de corrélation > 0,3) positivement avec les caractères liés à la date de début floraison, celui de début maturité, la durée moyenne du cycle, la hauteur et le diamètre du fruit. Ce premier axe est négativement corrélé avec les variables telles que le nombre de fruit par plante et la hauteur de la plante. La deuxième composante principale (axe 2) avec 18,45% de la variation totale a montré une corrélation négative avec le diamètre et la hauteur des fruits. L'axe 2 associe selon un coefficient de corrélation positif élevé les variables Dc (0,52), Ht (0,44), Df (0,39), Dm (0,38) et Nfr (0,33). La troisième composante (axe 3) qui explique 13,63% de la variation était principalement corrélée avec la taille de la plante.

Tableau VIII : Corrélation entre les variables et les trois composantes principales

variables	F1	F2	F3
Df	0,77	0,39	-0,06
Dm	0,88	0,38	-0,05
Nfr	-0,78	0,33	0,10
Dc	0,71	0,52	-0,05
Ht (cm)	-0,31	0,44	0,81
Daf (mm)	0,62	-0,50	0,47
Htf (mm)	0,74	-0,40	0,22
Valeur propre	3,52	1,29	0,95
Variabilité (%)	50,22	18,45	13,63
% cumulé	50,22	68,67	82,29

Légende : **Df** : date début floraison ; **Dm** : date début maturité ; **Nfr** : nombre de fruit par morphotype ; **Dc** : durée moyen du cycle ; **Ht** : hauteur de la plante en cm ; **Daf** : diamètre du fruit en mm ; **Htf** : hauteur du fruit en mm

La figure 5 ressort la représentation des variables dans le plan 1/2 de l'ACP en fonction de leur contribution aux deux premiers axes.

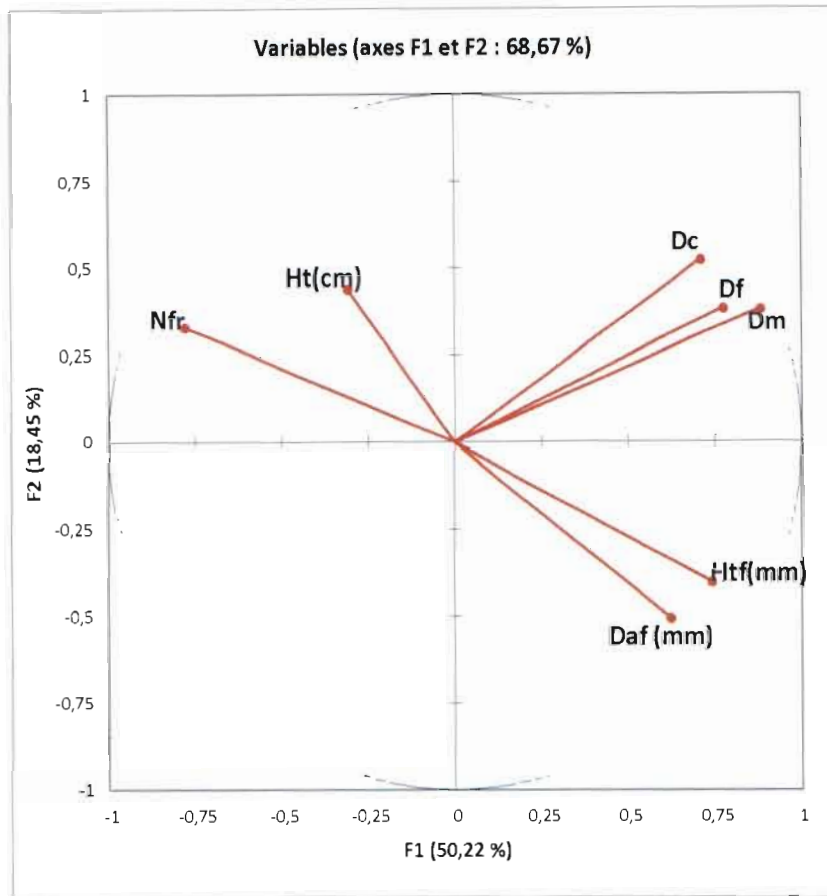


Figure 5 : Contribution des variables à la formation des axes 1 et 2.

Légende : Df : date début floraison ; Dm : date début maturité ; Nfr : nombre de fruit par morphotype ; Dc : durée moyen du cycle ; Ht : hauteur de la plante en cm ; Daf : diamètre du fruit en mm ; Htf : hauteur du fruit en mm

❖ Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a été effectuée sur la base des variables quantitatives étudiées. La distance euclidienne a été utilisée comme paramètre d'analyse et la moyenne des distances pondérées comme critère d'agrégation. Cette classification donne trois classes de morphotypes (annexe 2). La valeur moyenne des caractères quantitatifs dans chaque classe est présentée dans le tableau IX. La figure 6 donne un résumé du dendrogramme. Le tableau X présente la variance des groupes et des distances (minimale, moyenne et maximale) par rapport au barycentre.

L'analyse des valeurs moyennes par variables des classes montre que la classe 1 compte soixante 60 morphotypes. Les variables telles la date de début floraison et maturité, la durée

moyenne du cycle, le diamètre et la hauteur moyenne du fruit dans cette classe étaient supérieures à la moyenne de l'ensemble. Par contre, les morphotypes de cette classe présentent un nombre de fruit par plante et une hauteur moyenne de la plante inférieure à la moyenne. La plupart des morphotypes à maturité tardive se trouvent dans cette classe.

La classe 2 comprend la majorité des morphotypes de l'étude (80). Les morphotypes de cette classe ont montré des performances modérées pour la plupart des variables étudiées.

La classe 3 regroupe les 25 morphotypes ayant une hauteur et un nombre de fruits par plante supérieure à la moyenne. Du point de vue des fruits, les plantes de cette classe ont produit des fruits de petit calibre (diamètre et hauteur inférieur à la moyenne) avec une date de début floraison et maturité ainsi qu'une durée moyenne du cycle inférieure à la moyenne. De ce fait la classe 3 regroupe les morphotypes à maturité précoces.

Tableau IX : Valeurs moyennes par variables des classes

classes	Nbre de morphotypes	Df	Dm	Nfr	Dc	Ht (cm)	Daf (mm)	Htf (mm)
1	60	28,33	64,32	16,38	85,33	106,00	46,05	40,85
2	80	26,78	61,80	27,28	83,04	169,50	45,06	34,54
3	25	20,88	53,68	113,76	79,68	171,60	32,20	24,99

Légende : **Df** : date début floraison ; **Dm** : date début maturité ; **Nfr** : nombre de fruit par morphotype ; **Dc** : durée moyen du cycle ; **Ht** : hauteur de la plante en cm ; **Daf** : diamètre du fruit en mm ; **Htf** : hauteur du fruit en mm

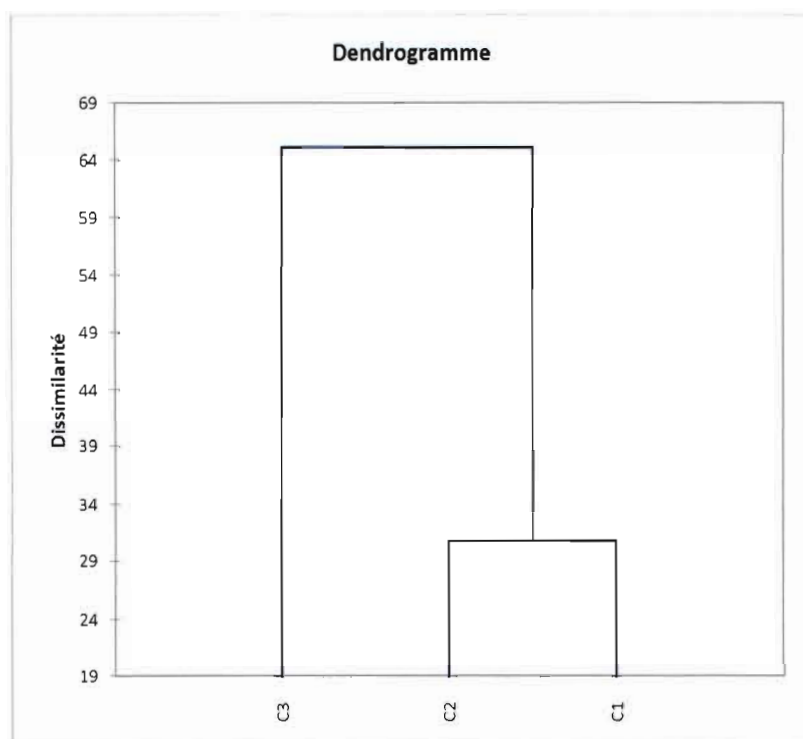


Figure 6 : Classification Ascendante Hiérarchique des morphotypes (CAH)

Une analyse sur les résultats des distances par groupe (Tableau X) montre que la classe 1 est la classe la plus homogène car présentant une distance maximale au barycentre la moins élevée.

Tableau X : Résultats des distances par groupe

Classe	1	2	3
Variance intra-classe	921,08	1323,33	3464,12
Distance minimale au barycentre	6,67	11,17	11,09
Distance moyenne au barycentre	27,60	33,63	48,21
Distance maximale au barycentre	54,64	81,83	150,39

2.1.4. Corrélation entre les caractères des morphotypes

Le tableau XI présente la corrélation entre les différentes variables des morphotypes étudiés. La durée du cycle a montré une corrélation positive avec les dates de début floraison ($r=0,57$) et de début maturité (0,80). Une corrélation négative existe entre le nombre de fruits par plante et la plupart des autres variables quantitatives étudiées. Cependant une corrélation positive existe entre la hauteur de la plante et le nombre de fruit par plante.

Tableau XI : Matrice des corrélations totales entre les variables quantitatives étudiées au seuil de 5%

Variables	Df	Dm	Nfr	Dc	Ht(cm)	Daf (mm)	Htf(mm)
Df	1,00						
Dm	0,79**	1,00					
Nfr	-0,49*	-0,56**	1,00				
Dc	0,57**	0,80**	-0,31*	1,00			
Ht (cm)	-0,11	-0,14	0,37*	-0,07	1,00		
Daf (mm)	0,26	0,34*	-0,54**	0,19	-0,08	1,00	
Htf (mm)	0,37*	0,47*	-0,56**	0,35*	-0,24	0,65**	1,00

* significative, ** très significative au seuil de 5%

Légende : **Df** : date début floraison ; **Dm** : date début maturité ; **Nfr** : nombre de fruit par morphotype ; **Dc** : durée moyen du cycle ; **Ht** : hauteur de la plante en cm ; **Daf** : diamètre du fruit en mm ; **Htf** : hauteur du fruit en mm

2.1.5. Vérification de l'appartenance des morphotypes aux différentes classes

Pour rechercher les variables les plus discriminantes vis-à-vis des classes déterminées, l'analyse factorielle discriminante (AFD) a été réalisée. Les trois classes issues de la classification ascendante hiérarchique (CAH) ont été utilisées comme variables catégorielles dans cette analyse. Le test d'égalité des moyennes des classes révèle que les sept (07) variables testés permettent de discriminer les groupes (Tableau XII).

Tableau XII : Résultat du test d'égalité des moyennes des classes de morphotype

Variable	Lambda	F	DDL1	DDL2	p-value
Df	0,841	15,259	2	162	< 0,0001
Dm	0,754	26,434	2	162	< 0,0001
Nfr	0,303	186,132	2	162	< 0,0001
Dc	0,916	7,419	2	162	0,001
Ht (cm)	0,430	107,179	2	162	< 0,0001
Daf (mm)	0,818	17,988	2	162	< 0,0001
Htf (mm)	0,698	35,092	2	162	< 0,0001

Légende : **Df** : date début floraison ; **Dm** : date début maturité ; **Nfr** : nombre de fruit par morphotype ; **Dc** : durée moyen du cycle ; **Ht** : hauteur de la plante en cm ; **Daf** : diamètre du fruit en mm ; **Htf** : hauteur du fruit en mm

La matrice de confusion montre que 100% des variables originales contre 90,91% des variables validées croisées, sont classées correctement. Les calculs des distances de Mahalanobis montrent que la classe 3 et la classe 1 étaient les plus éloignées (Tableau XIII).

Tableau XIII : Distance de Mahalanobis entre les classes de morphotypes

classes	1	2	3
1	0		
2	26,476	0	
3	1763,489	56,274	0

Les deux composantes canoniques de l'AFD ont permis de faire ressortir la classification à 100%, la première composante détenait 66,52% contre 33,48% pour la deuxième composante. La figure 7 présente la représentation des morphotypes dans le plan $\frac{1}{2}$ de l'AFD.

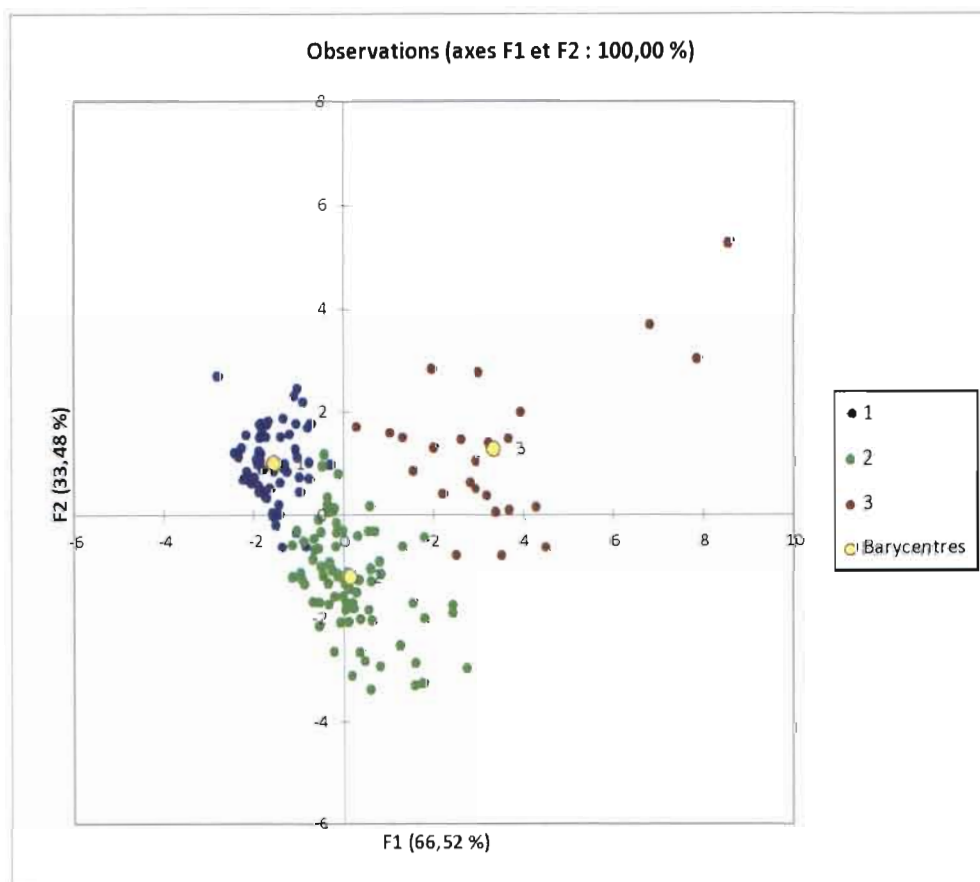


Figure 7 Représentation des différentes classes formées par les morphotypes dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canonique 1 et 2

2.2. DISCUSSION

2.2.1. Variabilité morphologique

Le descripteur de la tomate, l'IPGRI (2001) caractérise la tomate comme étant indéterminée ou déterminée. Les résultats des statistiques descriptives indiquent que la plupart des morphotypes (69,7%) ont une croissance indéterminée contre 30,3% qui ont une croissance déterminée. Cela implique que la plupart des accessions de tomates collectées sont des espèces locales. Des résultats similaires ont été obtenus par KENNETH (2016) sur une caractérisation agro-morphologique de 69 accessions de tomates dont 68,1% étaient indéterminées. SACCO *et al.* (2015) ont aussi trouvé lors d'une caractérisation de 125 accessions, 77,2% de tomates indéterminées. Les tomates indéterminées sont importantes pour les programmes de sélections. LERNE (2009) souligne que les tomates à croissance indéterminées croissent en hauteur tout au long de la saison car la tige continue à produire une croissance foliaire. De ce fait ces tomates pourraient être utilisées dans les programmes de sélection pour aboutir à des génotypes à densité de feuillage élevée. Dans les climats tropicaux à ensoleillement élevé, ces génotypes permettraient d'éviter le craquage des fruits dû au rayonnement solaire, augmentant ainsi la quantité et la qualité des fruits commercialisables. Malgré les divers sites de collecte des accessions évaluées, l'étude a révélé une faible diversité dans les morphotypes par rapport au type et couleur de la corolle. Tous les morphotypes ont des corolles de type ouvert et de couleur jaune. Quant-à la couleur des fruits, 76,36% des morphotypes ont produit des fruits de couleur rouge à maturité contre 13,33% de couleur jaune. KENNETH (2016) a trouvé dans l'évaluation de 69 accessions que 66 produisent des fruits de couleur rouge à maturité. Cette variation de couleur pourrait être attribuée à la variation génotypique parmi les accessions ainsi que les facteurs environnementaux. Selon KHACHICK *et al.* (2002), différents types de pigments, principalement la chlorophylle, les caroténoïdes et les anthocyanes sont la cause des variations de couleurs observées sur les tiges, les fleurs et les fruits. Pour EMAMI *et al.* (2013), le processus de sélection de génotype supérieur doit tenir compte de la demande sur le marché. Pour cet auteur, une augmentation de la couleur rouge favoriserait la demande sur le marché du fait que la tomate rouge est riche en lycopène qui est reconnue pour son activité antioxydante. Pour ce qui concerne la forme des fruits, KENNETH (2016) atteste qu'elle constitue un paramètre de qualité pour les fruits.

La présente étude a révélé une diversité de forme des fruits. Elle représente le caractère le plus variable pour l'ensemble des morphotypes. Sept formes différentes des fruits ont été observées. Ceux-ci sont aplatis, légèrement aplatis, arrondis, allongés-arrondi, cordiformes,

cylindriques, pyriformes. Cependant 62,42% ont des fruits de forme arrondie. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par KENNETH (2016). Ces variations sont aussi conformes aux résultats de MARIA *et al.* (2014) qui ont observé des variations significatives pour la forme du fruit, la taille des fruits et la coupe transversale des fruits dans les variétés de tomates locales espagnoles.

Des variations ont été observées sur la fermeté des fruits. La fermeté des morphotypes était de trois degrés : assez ferme, ferme et très ferme. La plupart des morphotypes (81,82%) sont classés dans le groupe « assez ferme ». Des résultats similaires ont été observés par EMAMI (2013) après évaluation de 25 accessions dont 44% étaient assez fermes. L'aptitude au transport et au stockage sont très importantes en production de tomate et la fermeté des fruits joue un rôle capital. Selon KALLO (1991), les variétés à fermeté molle ont moins d'entretien, rapidement détériorées et endommagées lors de la récolte mécanisée, donc doivent être immédiatement consommées. L'auteur note que la fermeté des fruits dans le processus de sélection permettra d'aboutir à des tomates fraîches fermes moins susceptibles d'être endommagées et bénéficiant d'une durée de conservation plus longue. Les morphotypes **22T4-1, 22T4-2, 22T4-3, 22T4-4, 22T4-5, 22T4-6, 22T5-1, 22T6-1, 22T6-2** se distinguent des autres par leur fermeté élevée et peuvent être utilisés dans les programmes de sélection pour la création de variétés fermes et résistantes au transport. Il est à noter que ces morphotypes dérivent tous des accessions de la Léraba.

Cette étude a révélé que la plupart des morphotypes évalués ne présentaient pas collet vert sur les fruits de tomate au stade tournant. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de MARIA *et al.* (2014), KENNETH (2016) qui dans l'évaluation d'accessions ont trouvés que la plupart des accessions présentent un collet vert sur les fruits au stade immature. Selon ces mêmes auteurs le collet vert est dû à un désordre dans le fruit de tomate souvent caractérisé par une zone verte persistante et ferme autour de l'extrémité du calice due à la chlorophylle non dégradée et serait génétiquement contrôlé. Cela implique qu'ils peuvent être utilisés comme marqueur phénotypique dans les programmes de sélection.

2.2.2. Corrélation entre les caractères

L'analyse en composante principale (ACP) a montré qu'il existe des corrélations importantes entre de nombreuses variables quantitatives étudiées. Cela implique une variation importante existante entre les morphotypes. Ces résultats sont en accord avec ceux de MOHANTY (2003) qui a signalé des différences significatives dans la hauteur des plantes, le nombre de jours à la floraison et à la maturité, le nombre de fruits par plante et le poids moyen des fruits

parmi les accessions de tomates. Cette différence de variables entre morphotypes implique l'existence d'une forte variabilité parmi les accessions de tomates collectées et leur potentielle utilisation dans l'amélioration variétale pour la culture pluviale.

Une corrélation positive significative a été observée entre la hauteur des plantes et le nombre de fruits par plante. Cela indique ce caractère peut être considéré comme indicateur de rendement total en fruits par plante. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que ces plantes aient une croissance indéterminée avec une densité de feuillage élevée et par conséquent une forte activité photosynthétique. Ces résultats corroborent ceux de KENNETH (2016) qui a trouvé une corrélation positive entre le nombre de fruits par plante, le nombre de branches, la largeur et la longueur des feuilles et la hauteur de plante. KAUR *et al.* (2017) ont montré que le rendement total en fruits par plante était positivement et significativement corrélé avec la teneur en lycopène, la hauteur de la plante, le poids des fruits et le rendement commercialisable. Des résultats similaires ont été rapportés par SINGH *et al.* (2006) et GOSH *et al.* (2010). Ces résultats montrent que les plantes de grande taille ont plus le potentiel de produire des rendements élevés que les plantes de petite taille et doivent être ensuite sélectionnés pour l'amélioration variétale. Cependant les plantes de petite taille peuvent être utilisées pour la culture mécanisée d'autant plus que ces plantes sont de croissance déterminée donc une maturité groupée.

Les morphotypes avec plus de fruits ont tendance à fleurir et à mûrir tard donc sont tardifs, comme en témoigne la corrélation significative négative entre le nombre de fruits par plante et les dates de début floraison et maturité. Cela implique qu'une augmentation des dates de début floraison et maturité pourrait diminuer le nombre fruits par plante. Ce qui démontre que les morphotypes à maturité précoce ont un rendement en fruits plus élevé que ceux à maturité tardive. EMAMI *et al.* (2013) ont montré qu'une augmentation des délais à maturité diminuera le nombre de fruits mais en revanche augmentera le poids du fruit et par conséquent le rendement par plante. En effet, les plantes avec plus de fruit ont une grande taille et cela peut être dû au fait que beaucoup de temps est consacré par la plante à la croissance végétative, ce qui lui permet d'étendre sa durée de vie et d'augmenter en hauteur. Pour l'amélioration du rendement en fruit par plante, on pourra sélectionner des morphotypes à maturité précoce avec un diamètre du fruit plus élevé.

Une corrélation négative significative a été observée entre le nombre de fruits par plante et le diamètre et la hauteur des fruits. ISLAM *et al.* (2010) dans l'étude de 39 génotypes de tomates ont conclu que le rendement avait une corrélation positive significative avec le diamètre des

fruits. Cela implique que les plantes avec plus de fruits ne sont pas forcément celles qui ont plus de rendement. KENNETH (2016) a trouvé une corrélation négative significative entre le nombre de fruits par plante et le rendement par plante. Ces résultats pourraient être dus à la présence d'un grand nombre de tomates de type cerise dans le matériel génétique évalué. Bien que le nombre de fruits soit élevé dans la plupart de ces morphotypes, le rendement reste faible. Des résultats similaires ont été rapportés par EMAMI *et al.* (2013).

2.2.3. Regroupement des morphotypes

Les résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), indiquent que les variables affectant le rendement (le nombre de fruit par plante, le diamètre et la hauteur des fruits) et les variables affectant l'architecture (hauteur) des plantes sont ceux qui discriminent les classes. Les résultats montrent que chacune des classes diffère des deux autres par le nombre de fruits par plante, la hauteur et le diamètre du fruit, la hauteur du plant, et le cycle moyen. Cette diversité des classes pourrait résulter des pratiques paysannes qui prennent en compte surtout la floraison, les caractéristiques du fruit et le rendement comme critères de choix des semences. N'Da *et al.* (2014) attestent que la sélection massale élaborée chaque année par les agriculteurs pour reconduire la culture, favorise la différenciation entre les cultivars locaux. Ainsi de nos résultats il ressort une classe de morphotypes productifs (113 fruits) (classe 3), une classe de morphotypes à productivité intermédiaires (27 fruits) (classe 2) et une classe de morphotypes peu productifs (16 fruits) (classe 1).

La classe 1 regroupe 60 morphotypes et la plupart présentent des gros fruits. En effet dans la tomate fraîche du marché, la taille du fruit a un effet significatif sur sa commercialisation. HADUSH (2014) dans une étude de la variabilité génétique de la tomate en Ethiopie, a montré une héritabilité élevée pour les paramètres diamètre et hauteur du fruit. Cela implique une faible influence de l'environnement sur ces caractères et de ce fait facilitera leur sélection. Cependant, les morphotypes de cette classe sont tardifs. Pour une production en hivernage et sous nos climat, ces morphotypes peuvent n'est pas accomplir leur cycle et de ce fait n'auront pas le rendement escompté.

La classe 2 regroupe 80 morphotypes dont les caractères ont des valeurs intermédiaire c'est-à-dire égale la moyenne de l'ensemble des morphotypes évalués.

La classe 3 contient 25 morphotypes. Les morphotypes de cette classe ont le diamètre et la hauteur du fruit inférieur aux autres classes et la plupart des morphotypes de maturation précoce sont dans cette classe. Dans les régions tropicales à climat précaire, les génotypes de maturation précoce doivent être cultivés. Mais toutes fois pour une production hivernale de

ces morphotypes, un calendrier doit être bien élaboré afin d'éviter que la maturité ne coïncide avec la période des grosses pluies. En effet une maturité dans le mois d'Août pourrait favoriser le craquage des fruits dû à l'humidité élevée. Pour la sélection de génotype supérieur, et lorsque l'objectif est d'améliorer les caractères quantitatifs comme le rendement, il convient de croiser les morphotypes de la classe 1 et ceux de la classe 3 qui sont très productifs.

Afin d'analyser la variabilité basée sur des variables quantitatives, la distance généralisée de Mahalanobis a été utilisée pour évaluer l'étendue de la diversité entre les morphotypes de chaque classe. Ainsi, le test d'égalité des moyennes des classes obtenues après la classification ascendante hiérarchique révèle que les sept variables étudiées permettent de discriminer les classes. Ceci traduit la diversité des caractères que renferment les accessions de tomates permettant ainsi une distinction inter-accession. Nous pouvons émettre donc l'hypothèse qu'il existe au sein des accessions une variabilité génétique importante qui serait à l'origine de la variation observée. N'DA *et al.* (2014) soulignent que les ressources locales représentent un élément essentiel de la sécurité alimentaire car elles constituent la matière première utilisée par les sélectionneurs pour améliorer la qualité et la productivité.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Au Burkina Faso, la tomate (*Solanum lycopersicum* L. 1753) est aujourd'hui la deuxième spéculature maraîchère la plus produite après l'oignon. L'étude que nous avons effectuée visait à caractériser des morphotypes de tomate issus d'accessions collectées au Burkina Faso. Les résultats des travaux ont révélé que, sur la base des variables morphologiques, une variation génétique élevée a été observée chez les accessions de tomates du Burkina Faso. Les morphotypes identifiés ont montré des caractéristiques quantitatives et qualitatives meilleures en saison pluvieuse. De ces résultats, il ressort que certains morphotypes présentaient des performances importantes comme, 22T5-1 (nombre de fruit par plante : 259), 22T7-2 (diamètre du fruit : 77,78 mm), 27T6-3 (hauteur du plant 240 cm) et 11T10-4 (durée moyen du cycle : 99 JAR). Des corrélations significatives ont été également observées entre les différentes variables quantitatives. De telles corrélations aideront à identifier les variables importantes qui peuvent être utilisées pour l'amélioration variétale. Les analyses nous ont permis de regrouper les morphotypes en trois (03) classes. Les variables qui ont déterminé ce regroupement sont : le nombre de fruits par plante, la hauteur de la plante, la hauteur et le diamètre du fruit et le cycle moyen de la plante. L'analyse factorielle discriminante a confirmé que dans les classes constituées, toutes les variables permettaient de discriminer les trois classes. En somme, ces variables peuvent constituer des critères de base pour différencier les accessions de tomate. Au vu de la variabilité génétique au sein des morphotypes, les sélectionneurs peuvent les utiliser pour la création et l'amélioration de variétés performantes et adaptées à la culture pluviale. Dans le contexte des changements climatiques, pour augmenter la résilience des producteurs maraîchers en hivernage, il convient donc pour le chercheur de sélectionner des morphotypes plus productifs, à cycle court et ayant des caractéristiques organoleptiques pour la création de variétés modernes. La conservation des ressources phylogénétiques est donc primordiale pour préserver cette diversité et éviter l'érosion génétique.

Au vu des résultats cette étude il serait judicieux de faire une évaluation agronomique de ces morphotypes afin de les comparer entre eux. Nous suggérons une évaluation de la qualité organoleptique de ces morphotypes pour une exploitation plus efficace de la qualité des fruits. Egalement, nous préconisons une analyse de la diversité moléculaire de ces morphotypes afin de les comparer au niveau alléliques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGONG S. G., SCHITTENHELM. S. et FRIED. W., 1997. Assessment of salt tolerance in the Kenyan tomato germplasm. *Euphytica* 95:57-66.

BAI, Y. et LINDHOUT P., 2007. "Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future?" *Ann Bot: mcm150*.

BLANCARD D., 2015. Culture de la tomate, connaître et maîtriser les ravageurs et maladies, Euphytica, INRA Science et impact, 5 p.

BLANCARD D., LATERROT H., MARCHOUX G. et CANDRESSE T., 2009. Les maladies de la tomate. ed. INRA. 690 p

CAUSSE M., CARANTA C., SALIBA- COLOMBANI V., MORETTI A., DAMIDAUX R. et ROUSSELLE P., 2000. Enhancement of tomato genetic resources via molecular markers. Cahiers d'études et de recherches francophones/ Agricultures. 9 : 197-210.

CHAUX C. L. et FOURY C. L., 1994. Culture légumière et maraichère. Tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc. Lavoisier, Paris : 563 p.

CHOUGAR C., 2012. Bio écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variété de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tariva) dans la wilaya de Tizi-Ouzou, Université Mouloud MAMMERI de TIZI OUZOU 122p.

D'ARONDEL DE HAYES J., 1974. Etat actuel des travaux réalisés par IRAT sur la tomate en Haute-Volta : Rapport de synthèse. Bobo Dioulasso, IRAT, 12p.

DE LANNOY G., 1980. Amélioration de la mise à fruit chez la tomate en culture d'hivernage par une sélection de lignées tolérantes à la chaleur. (Improvement of fruit setting in tomato during the hot humid season by the selection of lines tolerant to heat.) *Publications CDH, Dakar-Cambérène*. 77p.

DIAMOND, J., 2002. "Evolution, consequences and future of plant and animal domestication." *Nature* 418(6898): 700-707.

ELHADI M. Y. et JEFFREY K. B., 2012. Tomatoes 19p

EMAMI A. et ALI R. E., 2013. Evaluation of Genetic Variations of Tomato Genotypes (*Solanum lycopersicum* L.) with Multivariate Analysis. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences (IJSRES)*, 1(10), 273-284, ISSN: 2322-4983

FONTES J. et GUINKO S., 1995. Carte de la végétation et du sol du Burkina Faso. Notice explicative, Toulouse, France: Ministère de la coopération française. Projet campus.67p.

FRANKEL H., BRUDON J. J. et PEACOCK W. J., 1995. Landraces in transit-the threat perceived. *Diversity*, 11, 14-15.

FRARY A. et DOGANLAR S., 2003. "Comparative genetics of crop plant domestication and evolution" *Turk J Agric For* 27: 59-69.

GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Paris, INRA, 77p.

GHOSH K. P., ISLAM A. K. M. A., MIAN M. A. K. et HOSSAIN M. M., 2010. Variability and character association in F2 segregating population of different commercial hybrids of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of applied science and management*, 14:91-95.

GIOVANNONI J., 2001 Molecular biology of fruit maturation and ripening. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 52:725-749.

GRUBBEN G. J. H. et DENTON O. A., 2004. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2. Légumes. Fondation PROTA, Wageningen, Pays Bas/ Backhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas/CTA, Wageningen, Pays-Bas. 737p.

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

HALLAUER A. R. et MIRANDA J. B., 1988. Quantitative genetics in maize breeding .2nd edition. Ames.IA.USA: Iowa State University Press.

HART D. J. et SCOTT K. J., 1995. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry*, 54, 101-111

HADUSH K., 2014. Study on genetic variability and association of agronomic characters among some tomato (*solanum lycopersicum mill.*) accessions at haramaya university, eastern

Ethiopia. Diplôme de Master en science de génétique, Université de Haramaya en Ethiopie, 85p

INSTITUT DES NUTRACEUTIQUES ET DES ALIMENTS FONCTIONNELS (INAF) Université Laval, 2007. La tomate : *Profil de santé*. 12 p

IRAT, 1975. Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières, Rapport annuel 1974-1975, Essais maraichers, Bobo Dioulasso, IRAT, 47p.

ISLAM B. M. R., IVY N. A., RASUL M. G et ZAKARIA M., 2010. Characters association and path analysis of exotic tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics*, 23:13-18.

JAMES B., ATCHA-AHOWE C., GODONOU I., BAIMEY H., GOERGEN G., SIKIROU R. et TOKO M., 2010. Gestion intégrée des nuisibles en Production maraichère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), PMB 5320, Ibadan, Etat d'Oyo, Nigeria, 125p.

KALLO G., 1991. Genetic improvement of tomato. *Springer - Verlag, Berlin Heidiberg*. 14 : 0341-5376

KAUR S., JINDAL K. S., DHAILWAL S. M., CHAWLA N. et MEENA O. P., 2017 Genetic diversity analysis in elite lines of tomato (*solanum lycopersicum* L.) for growth, yield and quality parameters *GENETIKA, Vol. 49, No.1, 329-344*.

KENNETH T. O., 2016 Agro-morphological and nutritional characterization of tomato landraces (*lycopersicon* species) in Africa. Diplôme de Master en science agronomique, département science et protection des plantes, faculté de l'agriculture. Université de Nairobi Ethiopie, 108p

KHACHIK F., CARVALHO L., BERNSTEIN P. S., MUIR G. J., ZHAO D. Y., KATZ N. B., et COHEN L., 2002. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. International symposium on the role of tomato products and carotenoids in disease prevention. New York Acad. *Journal of Medicine Experiment and Biological Medicine*, 227(10):845–851.

KONATE G. et BARRO N., 1994. Recherches sur les maladies d'origine virales des plantes maraichères, fruitières et des plantes à tubercules : Résultat 1988-1993 et programme d'activités à venir. Communication faite lors de la commission des programmes cultures maraichères et plantes à tubercules, tenu à Ouagadougou du 18 au 20 janvier 1994. 2p

KOUSSOUBE S., 2011. Inventaire des insectes ravageurs de la tomate, Importance des populations, effet des variétés et de la fumure, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 56p.

KRISHNA N., 2007 Expérimentations agronomiques, Conduites et plans des essais : Guide méthodologique pour les antennes. Agence Française de Développement Document de travail *BV lac n° 32*. 19 p

LERNER B. R., 2009 Tomatoes Reviewed 4/01: Vegetables HO-26-W, Purdue University Cooperative Extension Service. 5p <http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/menu.htm>

MADJID R. F., 2007. Genome mapping and molecular breeding of tomato, *International Journal of Plant Genomics Review article: ID, 64358*, 52 p

MAHRH., 2005. Programme de développements de la petite irrigation villageoise. Rapport d'étude phase 2: RGA 2006-2010. 214p.

MAHRH., 2007. Fiche technique pour la production de la tomate au Burkina Faso, Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des ressources Halieutique, Burkina Faso, 7p.

M A H., 2011.Rapport d'analyse du module maraichage, rapport d'étude phase 2: RGA 2006-2010. 214 p

MAHRH., 2011 rapport général du module maraichage, 318p.

MARIA L. L. G., OSCAR J. G., JUAN J. L. G., PAOLA H. C. et CARLOS E. O. V., 2014. Quality Parameters and Bioactive Compounds of Red Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) cv Roma VF at Different Postharvest Conditions. *Journal of food research*, 3(5):8-18.

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

MASHHID H., ATILLA D. et BABAK A. M., 2015, genetic diversity in tomato landraces collected from turkey and Iran revealed by morphological characters *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(2) 2015, 87-96p

MOHANTY B. K., 2003. Genetic variability, correlation and path coefficient studies in tomato. In. *Journal of Agriculture Research*, 37: 68-71.

MWIRIGI P. N., KAHANGI E. M., NYENDE A. B., et MAMATI E. G., 2009 Morphological variability within the Kenyan yam (*Dioscorea spp.*). *Journal of Applied Biosciences*; 16:894–901.

N'DA H. A., KOUAKOU K. C. et ZORO A. I. B., 2014. Diversité morphologique des variétés locales de maïs (*Zea mays* L.) collectées au centre et centre ouest de la Côte d'Ivoire. *European scientific journal*, vol. 10 n° 12, ISSN : 1857-7431.

NAIKA S., LIDT DE JEUDE 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.

NEBIE B., BELEM J. et TRAORE G., 1986 Rapport et synthèse 1985-1986 sur les cultures maraichères et tubercules. INERA, Bobo Dioulasso, Burkina Faso. 70p

OUEDRAOGO C., 2014. Contribution à la connaissance des insectes inféodés au fonio au champ dans la zone ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur d'agriculture, Centre Agricole Polyvalent de Matroukou, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 59p

OUEDRAOGO. L. et ROUAMBA. A., 1996 Parasites majeurs de la tomate en hivernage à l'Ouest du Burkina Faso. *Nuisibles- Pests- Pragas*: vol. 4 (2) 277-284.

PESSON et LOUVEAUX J., 1984. Pollinisation et production végétales. Ed. INRA. 663p.

RANC N., 2010, Analyse du polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate ; recherche d'associations gènes/QTL thèse de Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier 275p.

REDDY B. R., REDDY M. P., BEGUM H. et SUNIL N., 2013. Genetic diversity studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Agricult. Vet. Sci.*, 4, 53–55.

REY Y. et COSTES C., 1965. La physiologie de la tomate, *étude bibliographique*. Ed. INRA. 111p.

RICK C. M., 1982. “The potential of exotic germplasm for tomato improvement,” in *Plant Improvement and Somatic Cell Genetics*, I. K. Vasil, W. R. Scowcroft, and K. J. Frey, Eds. *Academic Press, New York, NY, USA*, 1–28

ROUAMBA A., BELEM J., TARPAGA W. V., OTOIDOBIGA L., OUEDRAOGO L., KONATE Y. A. et KAMBOU G., 2013. Itinéraires techniques de production des tomates

d'hivernage FBT., INERA Farako-Bâ, 4p.

SACCO A., RUGGIERI V., PARISI M., FESTA G., MANUELA M. R., MAURIZIO E. P., ANDREA M. et AMALIA B., 2015. Exploring a Tomato Landraces Collection for Fruit-Related Traits by the Aid of a High-Through put Genomic Platform *PLoS ONE* 10(9) e0137139 doi:10.1371/journal.pone.0137139 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0137139>

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., CUTTIER 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 F. M. BADU-APRAKOU B., Impact, challenges and prospects of maize research and development in West and Central Africa (pp. 163-173). IITA.

SAWADOGO K., 2013. Conduite d'une culture de multiplication de semences de tomates d'hivernage à la station de Farako-Bâ, INERA Farako-Bâ, 65p.

SEDOGO M. P., 1981. Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sols ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (Matière organique du sol et nutrition azotée des cultures), Nancy, France: Thèse de Docteur ingénieur INPL-ENSAIA, 195p.

SENAN S., MAMADOU D., DAOUDA. D., ANDRE. T. et OLIVIER G., 2007. Performance de six (06) cultivars de tomate contre la jaunisse en cuillère des feuilles, le flétrissement bactérien et les nématodes à galles. *Sciences et Nature Vol 4. (2) 123-130.*

SHI J. et LE MAGUER M., 2000 Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40, 1–42.

SINGH P. K. B., et SADHUKAR P., 2006. Genetic variability and character association analysis in tomato. *Indian Journal of Plant Genetic Resource*, 19:196-199.

SINGH A. K., 2005, Genetic variability, correlation and path coefficient studies in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under cold arid region. *Progr. Hort.*, 37 (2): 437-443.

SOME N. H., 2000. Contribution des facteurs Biotiques aux pertes de rendement du sésame (*Sesamum indicum* L.), mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso Burkina Faso, 81 p.

SPOONER D. M., PERALTA I. E., et KNAPP S., 2005, “Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes *Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst,” *Taxon*, vol. 54, (1) 43–61

SPOONER D. M., ANDERSON G. J., et JANSEN R. K., 1993, “Chloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes, and pepinos (Solanaceae),” *American Journal of Botany*, vol. 80, (6) 676–688,

STRINFIELD G. H., 1974. *Developing heterozygous parent stocks for maize hybrids*. Dekalb. Il. USA: Dekalb Ag. Research.

TOMES M. L., 1963. Temperature inhibition of carotene synthesis in tomato. *Botanical Gazette*, 124, 180–185.

VAN DE PLAS G., 1999, résumé des principaux résultats de 1992/1993 des essais de comportement variétal et des travaux de sélection en maraîchage. CTP du projet GCP/CVI/025/NET, Praia, Cap-Vert, 12p

VERKERK K., 1995. Temperature, light and the Tomato. *Meded. Loand bouwhoghe school, Wageningen*, 54-(56) 175-224.

WANG F., KANG S., DU T., LI F. et QIU R., 2011. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. *Agricultural Water Management Journal*, 98:1228- 1238.

WARNOCK S. J., 1988 A review of taxonomy and phylogeny of the genus *Lycopersicon*,” *HortScience*, vol. 23 (4). 669–673.

WILLCOX J. K., CATIGNANI G. L. et LAZARUS S., 2003 “Tomatoes and cardiovascular health,” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 43 (1) 1–18.

XU J., 2012, exploration du polymorphisme moléculaire et protéique de la tomate pour l’identification de QTL de qualité du fruit. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques de l’Université d’Avignon et des Pays de Vaucluse, 369p

WEBOGRAPHIE

FAOSTAT 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (consulté le 03/12/2016)

ANNEXES

Accessions	Nbre, morphotypes	Code morphotype	Df (en jours)	Dm (en jours)	Nfr	Dc (en jours)	Ht (cm)	Daf (mm)	Htf (mm)
5T3	2	5T3-1	25	53	11	74	95	43,78	45,74
		5T3-2	27	66	15	87	150	51,69	45,74
8T1	3	8T1-1	29	59	43	80	130	33,81	35,92
		8T1-2	25	55	105	76	175	32,19	29,15
		8T1-3	27	60	39	81	125	36,05	38,49
8T2	2	8T2-1	33	71	14	92	105	47,83	36,31
		8T2-2	27	62	13	83	220	55,23	36,84

Annexe 2 : Liste des morphotypes par classe

Classe	Nombre	Morphotypes
1	60	10T1-1 ; 10T1-2 ; 11T1-3 ; 11T1-4 ; 11T10-1 ; 11T10-2 ; 11T10-3 ; 11T10-4 ; 11T3-1 ; 11T3-3 ; 11T4-1 ; 11T4-2 ; 11T4-4 ; 11T5-1 ; 11T6-1 ; 11T6-2 ; 11T6-3 ; 11T7-2 ; 11T7-3 ; 11T7-4 ; 11T8-1 ; 11T8-2 ; 11T9-1 ; 11T9-2 ; 15T5-2 ; 22T6-4 ; 2T1-1 ; 2T2-1 ; 2T2-2 ; 2T2-3 ; 2T2-4 ; 2T2-5 ; 31T1-4 ; 31T1-5 ; 31T1-6 ; 37T1-1 ; 37T1-2 ; 37T1-3 ; 38T2-2 ; 38T2-3 ; 38T2-4 ; 42T1-1 ; 42T1-2 ; 42T2-1 ; 42T2-3 ; 42T2-4 ; 42T3-4 ; 45T1-2 ; 45T1-3 ; 45T1-4 ; 45T2-1 ; 45T2-2 ; 45T2-3 ; 45T2-4 ; 4T2-1 ; 4T2-2 ; 5T2-1 ; 5T2-2 ; 5T3-1 ; 8T2-1.
2	80	11T1-1 ; 11T1-2 ; 11T11-1 ; 11T11-2 ; 11T2-1 ; 11T3-2 ; 11T4-3 ; 11T5-2 ; 11T6-4 ; 11T7-1 ; 12T4-1 ; 12T4-2 ; 12T4-3 ; 13T2-1 ; 13T2-2 ; 13T2-3 ; 13T3-2 ; 15T5-1 ; 18T1-1 ; 18T1-2 ; 18T1-3 ; 18T1-4 ; 18T1-5 ; 18T1-6 ; 16T1-1 ; 16T1-2 ; 16T1-3 ; 22T10-1 ; 22T10-2 ; 22T10-3 ; 22T3-1 ; 22T3-2 ; 22T3-3 ; 22T3-4 ; 22T4-1 ; 22T6-1 ; 22T6-2 ; 22T6-3 ; 22T7-1 ; 22T7-2 ; 22T7-3 ; 22T7-4 ; 22T8-1 ; 22T8-2 ; 22T8-3 ; 22T8-4 ; 22T9-1 ; 22T9-2 ; 22T9-3 ; 24T1-2 ; 27T3-1 ; 27T3-2 ; 27T4-1 ; 27T6-1 ; 27T6-2 ; 27T6-3 ; 31T1-1 ; 31T1-2 ; 31T1-3 ; 32T2-1 ; 32T3-1 ; 32T3-3 ; 38T4-1 ; 42T2-2 ; 42T3-1 ; 42T3-3 ; 43T1-1 ; 43T1-2 ; 43T1-3 ; 43T1-4 ; 45T1-1 ; 45T3-1 ; 45T3-2 ; 45T3-3 ; 4T2-3 ; 5T2-3 ; 5T3-2 ; 8T1-1 ; 8T1-3 ; 8T2-2.
3	25	13T3-1 ; 13T3-3 ; 13T3-4 ; 15T2-1 ; 15T2-2 ; 15T3-1 ; 15T3-2 ; 21T1-1 ; 21T1-2 ; 22T1-1 ; 22T1-2 ; 22T4-2 ; 22T4-3 ; 22T4-4 ; 22T4-5 ; 22T4-6 ; 22T5-1 ; 2T1-2 ; 2T1-3 ; 32T3-2 ; 38T2-1 ; 38T4-2 ; 38T4-3 ; 42T3-2 ; 8T1-2.