



ISSN Print: 2394-7500
 ISSN Online: 2394-5869
 Impact Factor: 8.4
 IJAR 2022; 8(8): 25-34
www.allresearchjournal.com
 Received: 11-06-2022
 Accepted: 15-07-2022

Chamforth Biroungou

- a) Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Université des Sciences et Technique de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon
 b) Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon

Claude Gnacadja

Institut de Recherche Agronomique et Forestière (IRAF), Centre Nationale de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST), BP : 2246, Libreville, Gabon

Ephrem Nzengue

Institut de Recherche en Ecologie Tropical (IRET), Centre Nationale de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST), BP : 13 354, Libreville, Gabon

Dorisca Effoua Ngoua

- a) Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Université des Sciences et Technique de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon
 b) Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon

Jacques François Mavoungou

Institut de Recherche Agronomique et Forestière (IRAF), Centre Nationale de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST), BP : 2246, Libreville, Gabon

Corresponding Author:**Chamforth Biroungou**

- a) Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Université des Sciences et Technique de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon
 b) Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon

Caractérisation agro-morphologique de dix lignées de tomate (*Lycopersicon esculentum*) dans Akanda au nord-ouest du Gabon

Chamforth Biroungou, Claude Gnacadja, Ephrem Nzengue, Dorisca Effoua Ngoua and Jacques François Mavoungou

DOI: <https://doi.org/10.22271/allresearch.2022.v8.i8a.10037>

Abstract

The availability of tomato seeds adapted to local production conditions remains one of the major constraints for the tomato sector in Gabon. The development of varieties adapted to pedoclimatic conditions is necessary. An agro-morphological characterization study of ten (10) tomato lines introduced in Gabon was carried out in order to select the best lines for their use in a program of creation and varietal improvement. The objectives were to measure the agro-morphological characteristics of the lines, evaluate the yields, determine the qualities of the fruits and identify the types and levels of infestation of the plants. These lines were evaluated according to a Fisher block device with three repetitions. Univariate (ANOVA) and multivariate (ACP, CAH) analyzes of the data were carried out with the R software. The results revealed variability between the lines for all the traits studied. The flowering time varied between 26 and 36 days after sowing (DAS) and the first harvests varied between 70 and 84 DAS. Line L1 was the earliest and L9 late. For the yield, it varied between 0.6 and 26.7 t/ha. Lines L4 and L8 were the most productive with 26.7 t/ha and 20.5 t/ha respectively. The fruits with the best sizes are those of the L2 and L4 lines with respectively 87.7 g for a rounded shape and 86.6 g for an ovoid shape. Lines L1, L4, L5 and L8 are the firmest. The type of disease observed is downy mildew, spoon yellows and apical necrosis for a moderate severity index for all the lines. These results make it possible to assess the agronomic performance of the lines and to identify promising lines for varietal improvement programs in order to improve productivity for food security.

Keywords: Tomato, lineage, characterization, agro-morphology, Gabon

Introduction

La production de fruits et légumes est un secteur agricole vital en Afrique subsaharienne en raison des revenus économiques importants qu'ils génèrent et de la valeur nutritive de ses composantes (Kere, 2016) ^[11]. Le Gabon, en dépit du potentiel important qu'il offre au regard de ses atouts naturels, reste caractérisé par une forte dépendance vis-à-vis de l'extérieur en produits alimentaires. Le Gabon importe plus de 80% de son alimentation (Yves, 2017) ^[12]. En effet, aujourd'hui, moins de 40% des besoins alimentaires des populations vivant au Gabon sont satisfaits localement. Pour combler son déficit en produits alimentaires, le pays est obligé d'importer à hauteur de 450 milliards de FCFA des produits alimentaires en provenance majoritairement des pays voisins (Cameroun, Congo, etc. (Belfegor, 2021) ^[4]). La FAO rapporte que le Gabon a un rendement de 5,5 t/ha en légumes frais, le plus bas de la zone CEMAC. Le Gabon représente ainsi 33% des importations légumières d'Afrique centrale (Mariella *et al.*, 2017) ^[12]. Parmi les légumes cultivés, la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) occupe une place de choix car, elle compte parmi les cultures légumières les plus importantes du monde (Naika *et al.*, 2005) ^[13]. Cultivée pour ses fruits, la tomate se classe en deuxième position parmi les légumes les plus consommés au monde après la pomme de terre (Fondio *et al.*, 2013) ^[7]. Elle tient une place importante dans l'alimentation humaine et s'utilise à l'état frais ou transformée. D'après certaines études, une consommation régulière de tomates ou de produits à base de tomates réduirait les risques de cancers, mais également de maladies cardiovasculaires, de diabète et d'ostéoporose (CHANFORAN, 2010) ^[5]. Selon les données de la FAO, sa production mondiale a rapidement augmenté au cours de la dernière décennie, passant de 141,4 millions de tonnes en 2009 à 177 millions en 2016.

En termes de production mondiale, la Chine est première avec un volume de tomate produit de 56.308.910 tonnes soit 31,8% du total mondiale. Il s'ensuit l'Inde avec 18.399.000 tonnes mais un rendement très bas de 2,42 kg/m². Puis les Etats-Unis avec 13.038.410 tonnes et un rendement de 9,03 kg/m², la Turquie avec 12.600.000 tonnes et en cinquième position, l'Egypte avec 7.943.000 tonnes.

Au Gabon, la production de la tomate occupe une superficie de 45 hectares pour un rendement évalué à 8.511,5 kg/ha avec une production annuelle estimée à 385 tonnes, soit 0,186 kg de tomate ne produit par personne. Cette production est loin de satisfaire la demande croissante de sa population, ce qui implique des importations massives de tomates pour combler le déficit de production (Plichet, 2016) [14].

Plusieurs facteurs sont à l'origine de la faible production de tomates au Gabon à savoir la forte pression parasitaire, l'influence des facteurs environnementaux et la persistance des pratiques agricoles rudimentaires. Cependant, l'absence de variétés performantes adaptées aux conditions locales de production demeure l'une des contraintes majeures. En effet, les variétés vulgarisées ou commercialisées sont en général sensibles aux facteurs biotiques et abiotiques du pays.

A ce jour, très peu de travaux de recherche se sont penchés sur des questions visant à contribuer à l'amélioration de la productivité de la tomate afin d'apporter une ou des solutions aux acteurs de la filière tomate qui jusque-là peine à se développer. C'est dans ce contexte, que le Gabon, à travers l'Institut de Recherche Agronomiques et Forestières

(IRAF) et l'Agence de Développement Agricole du Gabon (ADAG) développe dans le cadre du projet KAFACI (Korea – Africa Food and Agricultural Coopération Initiative) un programme global de recherche qui vise un « Renforcement de la production de tomate en Afrique pour un rendement maximal durable ». Ainsi, notre étude qui constitue un axe de recherche de ce programme a pour objectif principal de sélectionner les meilleures lignées de tomate introduites en vue de leur utilisation dans un programme de création et d'amélioration variétale en se basant sur l'étude des caractéristiques agro-morphologiques.

Materiel Et Methodes

Milieu d'étude

L'expérimentation a été conduite sur le site de l'Agence de Développement Agricole du Gabon (ADAG) au quartier Avorbam, situé dans la Commune d'Akanda (0°31'40.69"Nord et 9°23'39.10"Est) Département du Komo-Mondah dans la Province de l'Estuaire au Nord de Libreville.

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de notre étude est constitué de dix lignées de tomates en provenance du Centre Asiatique de Recherche et de Développement des légumes (AVDRC), deux variétés de tomates introduites originaire de l'Institut National des Recherches Agricoles du Benin (INRAB) et une variété hybride F1 utilisée dans le commerce local.

Table 1: Liste du matériel végétal

Désignation	Type	Origine
CLN3961D	Lignée 1 (L1)	AVDRC
CLN4018C	Lignée 2 (L2)	AVDRC
CLN3961C	Lignée 3 (L3)	AVDRC
CLN4066G	Lignée 4 (L4)	AVDRC
CLN4079L	Lignée 5 (L5)	AVDRC
CLN4066E	Lignée 6 (L6)	AVDRC
CLN4079M	Lignée 7 (L7)	AVDRC
CLN4079D	Lignée 8 (L8)	AVDRC
CLN4032C-8	Lignée 9 (L9)	AVDRC
CLN3940C	Lignée 10 (L10)	AVDRC
Bento 02 (TLCV15)	Variété 1 (V1)	INRAB
Bento 02 (Akikon)	Variété 2 (V2)	INRAB
LINDO :	Variété Témoin (T)	COMMERCE

Dispositif expérimental

L'essai a été disposé en blocs de Fischer à 3 répétitions. Le facteur étudié « matériel végétal » est constitué de 13 variantes dont 10 lignées et 3 variétés. L'expérimentation est constituée de 39 traitements pour 3 répétitions. La parcelle élémentaire de culture est constituée d'une planche de 1,5 m de largeur et 6,6 m de longueur soit une superficie de 10 m². Les plants sont repiqués avec les écartements de 60 cm x 40 cm (60 cm entre les lignes et 40 cm entre les plants sur la ligne), soit une densité de 21000 plants/hectare. Les variantes sont disposées de façon aléatoire dans chaque bloc. La distance entre deux parcelles élémentaires a été de 0,5 m. Chaque bloc a été séparé d'une allée de 1,5 m. La

superficie totale de l'essai y compris l'allée de 1,5 m autour de la parcelle est de 735,3 m².

Observations et mesures des plants

Les observations ont été effectuées selon les différents stades de développement des cultures.

L'échantillonnage a consisté à choisir de manière aléatoire sept (07) plants par parcelle élémentaire en excluant les pieds de bordure pour la mesure des paramètres. Par contre, pour les paramètres de qualités du fruit, l'échantillonnage a consisté à prendre par parcelle élémentaire, de manière aléatoire dix (10) fruits à maturité pour l'observation et la mesure des paramètres.

Table 2: Liste des paramètres mesurés

Désignation	Code
Délai de levée	Dl
Délais de floraison	Df
Délai de maturité	Dm
Délai du cycle	Dc
Taux de reprise	Tr
Hauteur floraison	Hf
Largeur du fruit	Larf
Longueur du fruit	Lonf
Masse moyenne fruits	Mmf
Nombre de fruits sains	Nfs
Nombre de fruits	Nfa
Poids du fruit sains	Pmfs
Poids de fruit avarié	Pmfa
Rendement net	RdtN
Rendement potentiel	RdtP
Forme du fruit	Frf
Fermeté du fruit	Fmf

L'identification des maladies et dégâts a consisté en l'observation des symptômes de maladies fongiques, maladies bactérienne, maladies virales et à noter le degré de sévérité selon l'échelle de notation de réaction pathogène hôte. Les observations se sont faites à partir du stade de 30 JAR.

Analyses des données

Les données brutes collectées (Annexe I) ont été saisies et traitées par le tableur Excel version 2013. Les valeurs moyennes des données quantitatives (Annexe II) obtenues d'une part sur sept (7) plants choisis de façon aléatoire par lignée par répétition et étiquetés et d'autre part sur dix (10) fruits choisis de façon aléatoire par traitement et par répétition ont été calculées sur Excel également.

Une analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification a d'abord été réalisée pour l'ensemble des paramètres étudiés en vue de montrer l'existence de différences significatives entre les moyennes. Lorsqu'une différence significative a été observée entre les différents caractères ($p < 0,05$), la comparaison des moyennes a été faite à l'aide des tests LSD de Duncan et de Fisher au seuil de 5% pour classer les moyennes en groupes homogènes.

Ensuite, la structuration de la variabilité des lignées à travers le regroupement en effectuant dans un premier temps par l'Analyse en Composante Principale (ACP), pour évaluer la ressemblance entre les accessions analysées et comprendre les relations existantes entre elles. Deuxièmement, la Classification ascendante hiérarchique (CAH) est réalisée

pour classer les accessions en groupes homogènes selon la méthode Ward en utilisant un indice de similarité de la distance Euclidienne. Ces analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du logiciel R [version 4.1.2].

Resultats

Variabilité des caractères agro-morphologiques et potentiels de rendement

L'analyse des performances des lignées a révélé qu'elles sont significativement différentes ($P < 0,05$) de par leurs valeurs moyennes pour les différents caractères étudiés (Annexe II). Il est remarqué que certaines lignées s'expriment mieux que le témoin, par contre d'autres se sont exprimées plus faiblement.

Pour les 13 lignées étudiées, il ressort que le délai de levée ou de germination (Dg) est de 6 jours après semis (JAS) pour l'ensemble des accessions, sauf pour les variétés V1 et V2 pour qui la germination est précoce, soit 4 jours après le semis. En ce qui concerne la date de floraison, elle a été tardive pour la lignée (L9), soit 36 jours après repiquage (JAR) et précoce pour L1, V2 et T, soit un intervalle de 26 JAR.

Il ressort également de l'analyse descriptive (Tableau 3) que la valeur minimale et maximale du caractère délai de maturité (Dm) était respectivement de 70 et 84 JAR. Cet intervalle est de 81 et 92 JAR pour la durée de cycle (Dc). La hauteur à la floraison (Hf) variait quant à elle entre 55,10 et 71 cm avec moyenne de 63,46 cm.

Table 3: Analyse descriptive des variables selon la lignée de tomate

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	C.V (%)	Pr>F	Signifiante
Dg	4	6	5,69	0,75	12,67	0,002	S
Trp (%)	53	100	87,35	11,8	12,98	0,772	NS
Df (j)	26	36	30,77	3,63	11,34	0,197	NS
Dm (j)	70	84	77,31	4,93	6,13	0,795	NS
Dc (j)	81	92	87,85	4,33	4,74	0,522	NS
Hf (cm)	55,1	71	63,46	4,54	6,88	0,278	NS
LFr (cm)	4,8	7,9	7,05	0,85	11,63	0,278	NS
IFr (cm)	3,3	7,7	5,46	1,26	22,3	0,009	S
Nfs	12	570	181,2	144,36	76,56	0,106	NS
Nfa	3	231	99,92	58,51	56,25	0,565	NS
Mmf (g)	40,1	87,8	73,22	16,052	21,06	0,087	NS
Pmfs (Kg)	0,6	26,7	12,83	8,2	61,41	0,672	NS
Pmfa (Kg)	0,3	18,4	7	4,54	62,38	0,520	NS
RdtN T/ha	0,6	26,7	12,83	8,2	61,41	0,672	NS
RdtP T/ha	0,9	38,6	19,85	10,24	49,6	0,959	NS

La même analyse a montré une variabilité des composantes de rendements et la qualité de fruits. On note que la longueur du fruit variait entre 4,8 cm et 7,9 cm et la largeur des fruits entre 3,3 cm et 7,7 cm avec une moyenne de $5,46 \pm 1,26$ cm. Pour le nombre de fruits sains (Nfs) et ceux avariés (Nfa), il variait respectivement de 12 et 570 fruits avec une moyenne globale de $181,2 \pm 144,36$. Le nombre de fruit produits par les différentes lignées et variétés oscillent entre 3 et 213 fruits avec une moyenne globale de $99,92 \pm 58,5$ fruits. La variable masse moyenne de fruits (Mmf) récoltés par lignée (Mmf) variait de 40,10 à 87,80 g de fruits/lignée. Par rapport au poids des fruits sains (Pmfs)

on observait également une variabilité de 0,6 à 26,7 0kg pour une moyenne globale de $12,83 \pm 8,2$ kg. Pour le poids des fruits avariés (Pmfa), il variait entre 0,3 et 18,4 kg avec une moyenne de $7 \pm 4,54$ kg. Le rendement potentiel en tonne à l'hectare (RdtP) était compris entre 0,90 et 38,60t/ha et celui du rendement net en tonne à l'hectare (RdtN) se situait entre 0,60 et 26,70t/ha.

Les lignées L2, L4, L5, L8, V1 et T ont des rendements, aussi bien théoriques que potentiels, supérieurs à 15t/ha.

Les fréquences des modalités des caractères qualités de fruits présentées dans le tableau 4 montrent une variabilité importante des caractères.

Table 4: Statistiques descriptives pour les paramètres qualités

Variables	Modalités	Effectif/Modalités	Fréquence par modalité (%)
	Allongé ovoïde	4	30.76
	Arrondi	2	15.38
	Cordiforme	3	23.08
Forme (Frf)	Cylindrique	1	7.69
	Légèrement aplati	3	23.08
	Ferme	4	30.76
Fermeté (Fmf)	Molle	1	7.69
	Moyennement ferme	8	61.53

La forme allongée arrondie (ovoïde) était la plus représentative (L4, L5 L6 et T). On trouve 23,08% de forme cordiforme (L7, L8 et L9) et légèrement aplatie (L1, L10 et V1) et 15,38% avec une forme arrondie (L2 et L3). Seule la variété V2 présente une forme cylindrique.

Pour la plupart des lignées, notamment L2, L3, L6, L7, L9, V1 et T, la fermeté était moyenne soit 61,53%. La variété V1 a été la seule à présenter une fermeté molle.

Etude de variabilité des caractères étudiés

Le premier niveau d'analyse (ANOVA à un facteur) a permis de révéler l'existence de différences significatives ($P < 0,05$) entre les lignées pour les paramètres étudiés. Toutefois, elle ne permet pas d'apprécier le niveau d'interaction qui existe entre les variables elles-mêmes d'une part et entre les variables et les lignées d'autres part. L'ACP générée a révélé pour des valeurs de corrélations significatives ($P < 0,05$), des corrélations hautement positives entre le délai de germination (Dg) et la largeur du fruit (lFr) ($r = 0,69$), puis entre le délai de germination (Dg) et la masse moyenne du fruit (Mmf) ($r = 0,77$). De même, on observe des corrélations positives entre le taux de reprise (Trp) et le délai de floraison (Df) avec $r = 0,65$; le délai de floraison et le délai de maturité (Dm) ($r = 0,68$). Cette

corrélation existe également entre la hauteur à la floraison (Hf) et la longueur du fruit (lFr), la hauteur à la floraison et la largeur du fruit avec r équivalent respectivement à 0,55 et 0,56. On observe aussi une positivité de la corrélation entre le nombre de fruits sains (Nfs) et poids moyen des fruits sains (Pmfs) ($r = 0,76$), nombre de fruits sains (Nfs) et rendement net (RdtN) ($r = 0,76$), nombre de fruits sains (Nfs) et rendement potentiel (RdtP) ($r = 0,66$), nombre de fruits avariés (Nfa) et poids moyen des fruits avariés (Pmfa) ($r = 0,84$), nombre de fruits avariés (Nfa) et rendement potentiel (RdtP) ($r = 0,66$), masse moyenne du fruit (Mmf) et rendement potentiel (RdtP) ($r = 0,65$), poids moyen des fruits sains (Pmfs) et rendement net (RdtN) ($r = 1$), poids moyen des fruits sains (Pmfs) et rendement potentiel (RdtP) ($r = 0,90$), poids moyen des fruits avariés (Pmfa) et rendement potentiel (RdtP) ($r = 0,63$) et en fin entre rendement net (RdtN) et rendement potentiel (RdtP) ($r = 0,90$) ou la corrélation positive élevée.

Par ailleurs, les corrélations négatives sont observées entre le délai de maturité (Dm) et la longueur du fruit (lFr) ($r = -0,57$) et la longueur du fruit (lFr) et nombre de fruits avariés (Nfa) ainsi qu'entre la longueur du fruit (lFr) et nombre de fruits sains (Nfs) avec des valeurs respectives de r de -0,56 et -0,55.

Table 5: Matrice des corrélations entre les variables étudiées au seuil de 5%.

	Dg	Trp	Df	Dm	Dc	Hf	lFr	lFr	Nfs	Nfa	Mmf	Pmfs	Pmfa	RdtN	RdtP
Dg	1,00														
Trp	0,16	1,00													
Df	0,16	0,65**	1,00												
Dm	-0,20	0,46	0,68**	1,00											
Dc	-0,43	0,40	0,45	0,33	1,00										
Hf	0,29	-0,30	-0,07	-0,49	0,06	1,00									
lFr	0,39	-0,19	-0,30	-0,57	-0,31	0,55	1,00								
lFr	0,68**	-0,14	0,23	-0,24	-0,45	0,56	0,54	1,00							
Nfs	-0,46	-0,03	-0,01	0,00	0,33	0,10	-0,54*	-0,33	1,00						
Nfa	-0,25	-0,15	-0,10	-0,20	0,01	-0,14	-0,55*	-0,26	0,54	1,00					
Mmf	0,77**	0,06	-0,15	-0,54	-0,28	0,37	0,18	0,38	0,00	0,19	1,00				
Pmfs	0,06	0,04	-0,15	-0,41	0,19	0,44	-0,07	-0,02	0,76**	0,36	0,53	1,00			
Pmfa	0,21	-0,11	-0,10	-0,37	-0,21	-0,02	-0,24	0,02	0,13	0,84**	0,52	0,23	1,00		
RdtN	0,06	0,04	-0,15	-0,41	0,19	0,44	-0,07	-0,02	0,76**	0,36	0,53	1**	0,23	1,00	
RdtP	0,14	-0,01	-0,17	-0,50	0,06	0,34	-0,16	-0,01	0,66**	0,66**	0,65**	0,90**	0,63**	0,90**	1,00

Structuration de la variabilité des lignées

Le Regroupement des lignées par ACP du tableau 6 présente les valeurs propres et le pourcentage de variance des caractères quantitatifs qui contribuent à la variation totale.

D'après le critère de Kaiser (Akanvou *et al.*, 2012) ^[1], qui suit le principe de l'inertie minimale, tout axe dont la valeur propre est supérieure à 1 doit être retenu pour l'analyse.

Table 6: Valeurs propres et pourcentage de variation

Composantes	AXE 1	AXE 2	AXE 3
Variance propre	4,91	3,78	2,23
% Variance totale (%)	32,71	25,22	14,87
% variance totale accumulée (%)	32,71	57,93	72,81
Dg	-0,20	-0,70**	0,49
Trp	-0,18	0,30	0,74**
Df	-0,31	0,26	0,80**
Dm	-0,65**	0,50	0,38
Dc	-0,06	0,61**	0,38
Hf	0,40	-0,48	0,21
LFr	-0,01	-0,84**	-0,01
IFr	0,11	-0,75**	0,34
Nfs	0,59	0,67**	0,01
Nfa	0,58	0,48	-0,28
Mmf	0,71**	-0,41	0,29
Pmfs	0,88**	0,19	0,21
Pmfa	0,59	0,05	-0,16
RdtN	0,88**	0,19	0,21
RdtP	0,96**	0,18	0,10

Variables contribuant le plus à la formation des axes indiqués

Les trois premiers axes ont été retenus afin de décrire la variabilité totale des accessions de tomate. Ces axes permettent à eux seuls d'expliquer 72,80% de l'information totale entre les lignées. Ils cumulent respectivement 32,71%,

25,22% et 14,87% de la variance totale.

Le cercle de corrélation (Figure 1) obtenu après ACP avec les deux premiers axes qui cumulent à 57,93% explique le degré de représentation et la corrélation entre les variables.

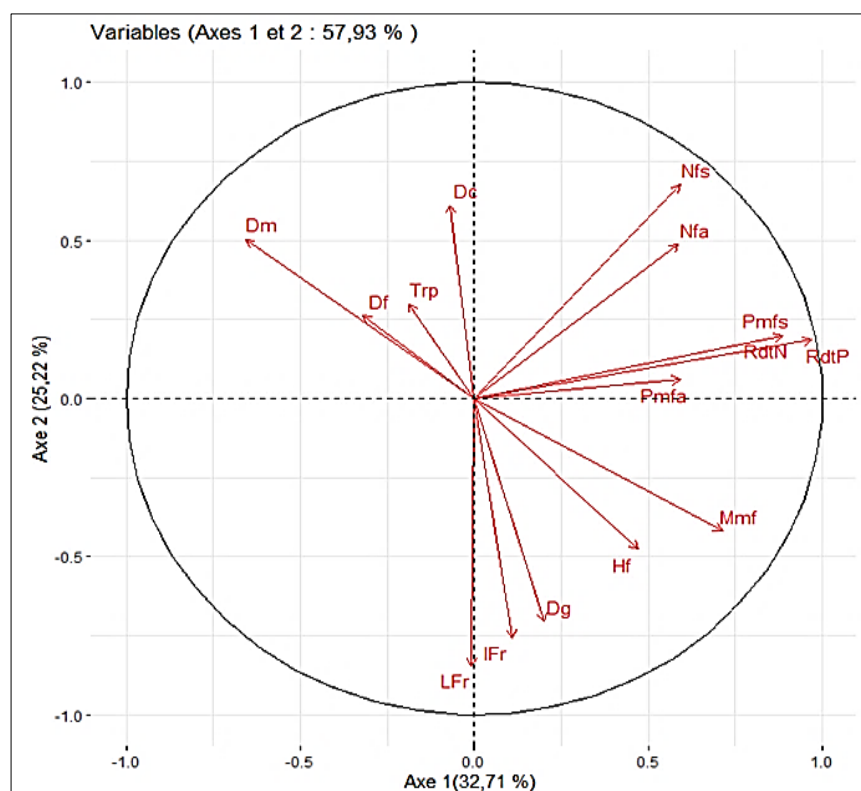


Fig 1: Projection des variables quantitatives dans le plan factoriel par les axes 1 et 2 de l'Analyse en Composante Principale.

La première composante principale (axe 1) avec 32,71% de la variation totale est forte et les caractères liés au rendement potentiel (RdtP), rendement net (RdtN), poids moyen des fruits sains (Pmfs), masse moyenne du fruit (Mmf) sont positivement corrélés avec le poids moyen des

fruits avariés (Pmfa), le nombre de fruits sains (Nfs) et le nombre de fruits avariés (Nfa). Il est cependant négativement corrélé avec la variable délai de maturité (Dm). Il peut donc être décrit comme l'axe de productivité et de qualité des lignées.

La seconde composante principale (axe 2) décrit 25,22% de la variabilité. Elle regroupe selon l'importance de leurs contributions, d'une part, les caractères nombre de fruits sains (Nfs) et délai du cycle (Dc) qui sont fortement et positivement corrélés, puis d'autre part, les caractères délai de germination (Dg), longueur du fruit (LFr) et largeur du fruit (IFr) qui sont fortement et négativement corrélés. Cet axe rend compte du stade phénologique des plantes et dimensions des fruits.

La troisième composante (axe 3) qui explique 14,87% de la variation fait ressortir les liens entre les variables délai de

floraison (Df) et taux de reprise (Trp) qui sont fortement et positivement corrélés. L'axe 3 apporte des informations complémentaires à celles de l'axe 2 relative au stade phénologique de la plante.

Regroupement des lignées par CAH

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a été effectuée sur la base des variables quantitatives étudiées. Le dendrogramme réalisé (Figure 2) selon la méthode de Ward (1963) a permis d'identifier trois groupes (clusters).

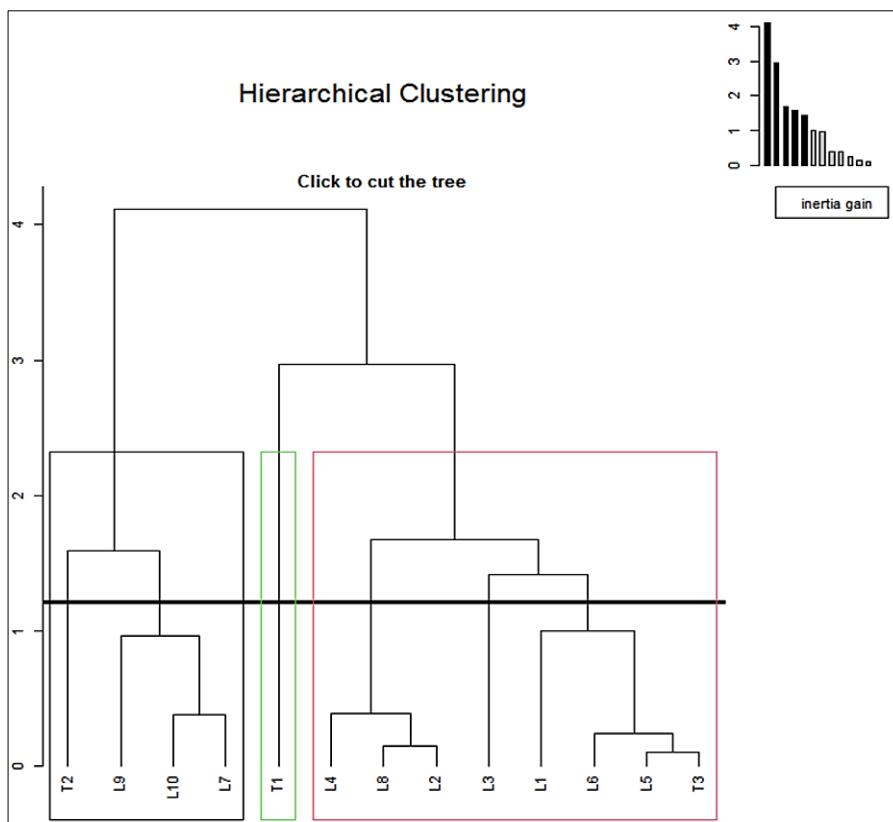


Fig 2: Dendrogramme des lignées de tomate issu de la CAH

Le résultat de la CAH a permis d'identifier trois groupes ainsi que les individus constituant ces différents clusters. Le groupe 1 est composé des lignées L7, L9, L10 et V2. Le groupe 2 est constitué uniquement de V1 tandis que le

groupe 3 regroupe les lignées L1, L2, L3, L4, L5, L6, L8 et le témoin Lindo (T).

Les v-test (valeurs tests) obtenues (Tableau 7) ont servi à trier les variables afin d'identifier celles qui caractérisent les clusters.

Table 7: Variables caractéristiques des clusters

Variables	V. test		
	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Dg		-2,34	
Trp			
Df			
Dm	2,16		-2,82
Dc			
Hf			
LFr		-2,74	
IFr			
Nfs		2,80	
Nfa	-2,25		
Mmf	-2,20		2,90
Pmfs	-2,51		
Pmfa	-2,20		2,08
RdtN	-2,51		
RdtP	-2,99		2,44

Légende: Dg : délai de germination ; Trp : taux de reprise ; Df : délai de germination ; Dm : délai de maturité ; Dc : durée du cycle ; Hf : hauteur à la floraison ; LFr : longueur du fruit ; lFr : largeur du fruit ; Nfs : nombre de fruits sains ; Nfa : nombre de fruits avariés ; Mmf : masse de fruit ; Pmfs : poids du fruit sains ; Pmfa : poids de fruit avarié ; RdtN : rendement net ; RdtP : rendement potentiel

Ce tableau révèle que sept variables ont servi au regroupement des individus du cluster 1, il s'agit de " délai de maturité, masse moyenne de fruit, poids des fruits sains, poids des fruits avariés, nombre des fruits avariés, rendement net et le rendement potentiel " ; pour le cluster 2, il s'agit de "délai de germination, longueur du fruit, et nombre de fruits sains"; quant au cluster 3 il regroupe les

lignées suivant les variables "délai de germination, masse moyenne du fruit, poids des fruits avariés et rendement potentiel.

Variabilités liées à l'identification des types et niveaux d'infestation

Des cas de maladies fongiques comme le mildiou ont été observés chez certaines variétés. De même, des enroulements de feuilles avec des symptômes de jaunisse en cuillère ont été observés. Les maladies de nécrose apicale ont été également identifiées.

Toutefois, le niveau de sévérité de la maladie varie d'une lignée à une autre (tableau 8).

Table 8: Résultats de l'analyse des caractères liés à l'état sanitaire des plants

Variables	Modalités	Effectifs
Mildiou	Léger	7,69
	Modéré	23,08
	Pas de maladie	69,23
Jaunisse en cuillère	Léger	7,69
	Modéré	23,08
	Pas de maladie	69,23
Nécrose apicale	Grave	15,38
	Léger	53,84
	Modéré	23,08
	Pas de maladie	7,69

Des signes de plages noires, pâles, irrégulières, d'aspect huileux sur les feuilles, les tiges et les fruits qui noircissent et durcissent avec un aspect bosselé, ont été observés sur les lignées L4, L5 et L6 pour un niveau de maladie modéré (23,08%) et sur la lignée L1 pour un faible niveau de maladie (léger). On note que ces symptômes sont caractéristiques du mildiou. Le témoin n'a pas enregistré cette maladie.

Des symptômes typiques de la maladie de la jaunisse en cuillère (enroulement des feuilles, jaunissement, rabougrissement) ont été observés chez la lignée L8 et L9 pour un niveau de maladie léger mais modéré pour L7 et la variété V2. Le dégât physiologique évalué a été la présence de nécrose apicale reconnaissable par une tâche noire à l'extrémité du fruit, rendant ce dernier non commercialisable. Le niveau d'atteinte le plus grave a été observé pour les lignées L3 et L10 (15,38%) et le niveau modéré pour L1, L2 et L4. On note que seule la variété V2 n'a enregistré aucune forme de nécrose apicale.

Discussion

Performances des caractères agro-morphologique et potentiels de rendement

Les résultats de l'analyse de la variance ont mis en évidence l'existence d'une variabilité pour l'ensemble des caractères étudiés. Les variétés en provenance de l'INRAB ont eu un délai de germination court (4 jours). Tandis que celles provenant de l'AVDRDC et le témoin Lindo ont un délai de germination plus important (6 jours). Senan *et al.*, 2015)^[16] ont également remarqué que les variétés issues de l'AVRDC avaient eu un faible pouvoir germinatif comparé aux variétés locales sous les conditions de climat tropical chaud humide. Cet écart de germination pourrait être lié à la différence de l'état de dormance dans lequel les graines ne peuvent pas germer même dans des conditions favorables. Des résultats similaires ont été observés par Aya *et al.*

(2011)^[2], qui montrent que la dormance et la germination des graines sont contrôlées par l'action combinée de plusieurs gènes et de deux hormones. L'acide abscissique (ABA) induit et maintient la dormance tandis que l'acide gibbérellique (GA) favorise la levée de dormance et la germination. Les mêmes auteurs soulignent que ce processus décrit est sous l'influence des facteurs environnementaux.

Le taux de reprise pour l'ensemble de la collection testée est supérieur à 50%. La lignée L8 a le meilleur taux de reprise soit 100% contre le plus faible (53%) pour L1. Cette bonne reprise se justifierait par l'adaptation des plantes au milieu. Selon (SIB, 2017)^[17], la germination des graines, la croissance et le développement de la tomate sont influencés par l'environnement et en particulier le climat.

Concernant les stades phénologiques, les résultats ont distingué des lignées précoces et tardives en rapport avec le délai de floraison, le délai de maturité et la durée du cycle. En effet, le délai de floraison (Df) et le délai maturité (Dm) seraient liés à la différence entre leur cycle de culture et à l'effet environnemental. En effet, les variétés à cycle court fleurissent précocement et celles à cycle long tardivement. Les résultats obtenus corroborent ceux de (Fondio *et al.* (2013)^[7] et Coulibaly *et al.* (2019)^[6] qui indiquent que de la floraison jusqu'au murissement des fruits, plusieurs phénomènes endogènes d'ordre physiologiques et biochimiques interviennent, notamment, la mobilisation des éléments minéraux pour l'initiation florale et le remplissage des fruits. La capacité de chaque lignée à puiser les éléments minéraux et l'eau pour les besoins métaboliques de la plante, sous l'effet des facteurs environnementaux (lumière, température...) varie fortement et influence la durée de floraison, la fructification et le murissement des fruits. Par ailleurs, Fondio *et al.* (2013)^[7] soulignent que la différence entre les variétés pour la durée de la production peut être due à des facteurs extérieurs dont les attaques de maladies

fongiques, bactériennes ou virales qui peuvent agir sur le développement des plantes réduisant ainsi leur capacité de production.

Les résultats obtenus sur les rendements potentiels et nets ont montré une variabilité entre les lignées. Ainsi, la lignée L4 présente le meilleur rendement (26,7 t/ha) devant le témoin Lindo (20,7 t/ha). La lignée L9 a obtenu le rendement le plus faible (0,6 t/ha). Cette différence serait expliquée d'une part par l'alternance de pluie et de soleil, créant un cocktail humidité + chaleur favorable au développement des nuisibles chez certaines lignées et d'autre part, la sensibilité aux nuisibles (insectes et pathogènes) qui ont occasionné la pourriture d'un nombre élevé de fruits. Ces résultats sont similaires aux travaux de (Yéri Jacqueline, 2017) ^[20] qui ont montré que la faible production constatée pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs d'ordre climatique et environnemental.

Les caractères qualités de fruits font ressortir l'existence d'une variabilité au sein des lignées. En effet, pour le caractère forme, cinq modalités ont été observées, montrant de ce fait une très grande variabilité. Selon Gilles (2018) ^[9] l'obtention d'une grande variabilité signifie l'existence d'un grand potentiel exploitable à des fins d'amélioration variétale. De même, Kansie (2017) souligne que la forme du fruit fait partie des critères importants en sélection variétale de la tomate. Cette diversité de forme serait liée à l'environnement et aux caractères génétiques des variétés. Les variations ont été observées sur la fermeté des fruits avec une moyenne globale de 61,53%. Les fruits les plus fermes ont été ceux des lignées L1, L5, L8 et du témoin. Ce paramètre constitue un critère de choix dans l'appréciation de la qualité et de l'état physico-chimique des fruits. Elle permet de déterminer la qualité du fruit à supporter la manutention et le transport. A ce effet, la différence dans la fermeté résulterait selon Garane (2019) ^[8] de la disponibilité plus ou moins permanente des éléments minéraux pour la plante tout au long du cycle, qui détermineraient la fermeté des fruits. De plus le même auteur souligne que la température et la durée de conservation influencent la fermeté des fruits. Cette fermeté pourrait aussi être d'origine génétique.

Corrélation entre les caractères et regroupement des lignées

Les corrélations existantes entre les variables quantitatives étudiées porteraient dans certains cas une importance particulière en sélection et amélioration variétales. La variable nombre de fruits avariés influence négativement le rendement obtenu, à contrario, le nombre de fruits sains influence positivement la masse moyenne du fruit et la moyenne masse du fruit influence positivement le rendement. Cela pourrait s'expliquer par la sensibilité de certaines lignées aux facteurs biotiques et abiotiques qui entraînent ainsi le rejet de fruits. Ces rejets induisent les faibles niveaux de rendements nets enregistrés chez certaines lignées. L'augmentation du rendement est liée au nombre de fruits récoltés (NFR) et au poids moyen, caractères associés à l'expression génotypique et phénotypique de la variété (de Souza *et al.*, 2012) ^[18].

Le regroupement des lignées a permis d'identifier 4 lignées pour le cluster 1, une pour le cluster 2 et 8 lignées pour le cluster 3 dont le témoin Lindo. Les valeurs tests (v-test) obtenues ont permis de distinguer les variables qui caractérisent fortement les individus de chaque cluster.

Le cluster 3 qui regroupe plus de la moitié des individus de l'essai présente pour les variables masse moyenne du fruit, poids des fruits avariés et rendement. Son écart est significatif en termes de comparaison de moyenne du groupe et plus élevée à celle de la collection. Remarquons qu'à l'exception du délai de maturité, toutes les autres variables qui caractérisent bien le cluster 1 regroupent les individus à faibles performances agronomiques, car pour ces variables, les moyennes dans le groupe par rapport à celles de la collection sont très faibles (v-test négatives). Donc le cluster 1 regroupe les lignées ayant de faibles valeurs pour les descripteurs agro-morphologiques évalués. Quant au cluster 2, il présente pour les variables délai de germination et longueur du fruit les v-tests négatives seul la variable nombre de fruits sains présente un v-test positif. Ces valeurs indiquent dans ce cluster, des moyennes relativement moins élevées que celles de la collection.

Les résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), indiquent que les variables affectant le rendement (le nombre de fruits sains, la masse moyenne du fruit, le poids des fruits avariés et le rendement potentiel des fruits) puis le délai de maturité et le nombre de fruits sains sont ceux qui discriminent les classes. Ainsi, une variabilité non négligeable existe au sein des lignées mais celle existant entre les groupes reste la plus importante. Selon Kansie (2017), une variabilité génétique intra-accession plus faible qu'une variabilité inter-accessions serait le propre des espèces autogames. Cette affirmation vient conforter les résultats obtenus vu que la tomate est une espèce autogame. Les individus du cluster 3 pour la plupart avec le témoin donnent des fruits de bon calibre. Cela signifie que les lignées à masse moyenne élevée seraient prédisposées à donner des gros fruits qui auront un effet significatif sur leur commercialisation. De plus, la variable nombre de fruits sains élevés qui pourrait traduire la tolérance aux facteurs biotiques et abiotiques et le délai de maturité précoce discriminent respectivement les clusters 2 et 1. Ils ont des traits intéressants et exploitables pour la sélection variétale. En effet, des croisements pourraient s'opérer pour améliorer les performances agronomiques ou la qualité des fruits. Les résultats de la classification hiérarchique ascendante ont révélé des accessions performantes que sont L2, L5, L4, L6, L7 et L8. Seules les lignées L2 et L5 se distinguent nettement du témoin. Ces lignées élites peuvent être utilisées comme des géniteurs ou des lignées parentales dans des programmes d'amélioration variétale.

Expression des lignées liées à l'identification des types et niveaux d'infestation

L'indice de sévérité modéré pour l'ensemble des maladies et dégâts enregistrés sur les lignées pourrait s'expliquer d'une part par le traitement préventif effectué une semaine après le repiquage et d'autre part par le niveau de tolérance acceptables de ces lignées contre ces maladies. La maladie fongique, le mildiou, observé est causée par *Phytophthora infestans*. Le mildiou peut s'attaquer à tous les organes aériens de la plante (Hadjer, 2013) ^[10]. La pression parasitaire bien que faible combinée à l'influence du milieu pourrait justifier néanmoins les rendements faibles obtenus. La prolifération des pathogènes seraient induite par les facteurs environnementaux défavorables à la culture de tomate (Torres, 2020) ^[19].

La plupart des variétés testées se sont montrées tolérantes à la jaunisse en cuillère. *Tomato Yellow Leaf Curl* (TYLC) est

la maladie qui provoque l'enroulement et le jaunissement des feuilles de tomate (Rebolledo, 2007) ^[15]. TYLCV est transmis par la mouche blanche, *Bemisia tabaci* Gennadius, qui appartient au groupe des «Gémiviruses» (Zi *et al.*, 2010) ^[22]. Elle est considérée comme l'une des maladies virales dévastatrices des cultures de tomates. Les dégâts peuvent être de 50 à 70% si l'attaque est tardive et de 100% si elle se produit en pépinière (Basak, 2016) ^[3]. Le niveau de prolifération bas de la virose serait dû d'une part, par le traitement effectué qui auraient limité la propagation du vecteur et ainsi freiner l'expansion de la maladie. Et d'autre part, par le fait que notre zone de culture et ses conditions n'étaient favorables à la prolifération du vecteur (*Bemisia tabaci*). Ces résultats sont similaires à ceux de (Zi *et al.*, 2010) ^[22] qui montrent que la pullulation du vecteur *B. tabaci* intervenait plus en saison sèche et que les symptômes étaient plus importants sur les variétés en cette saison.

La nécrose apicale observée sur les lignées avec un niveau d'atteinte le plus grave pour les lignées L3 et L10 (15,38%) traduit la sensibilité de ces derniers face à cette maladie, réduisant ainsi les rendements. Ces résultats pourraient être dus à cette alternance de pluies et de soleil survenues lors de la phase de fructification, ce qui aurait entraîné un taux d'avarie en fruits beaucoup plus important. Des résultats identiques ont été obtenus au sud de la Côte d'Ivoire au cours de l'évaluation de neuf variétés de tomates. Il a été observé non seulement le flétrissement bactérien mais aussi des avaries ayant entraîné des rejets dus à une absorption excessive de calcium dans les cellules suite à un excès d'eau d'irrigation, entraînant de faibles rendements (Fondio *et al.*, 2013) ^[7].

Conclusion

La tomate est une denrée alimentaire importante car fortement consommée par toutes les populations du monde. La connaissance de la diversité de ses caractères au sein d'une population de plantes cultivées est une donnée fondamentale en amélioration variétale. L'objectif de cette étude était d'évaluer les caractéristiques agromorphologiques de dix lignées de tomates.

Il ressort des résultats obtenus qu'il existe une variabilité agromorphologique dans la collection de lignées étudiées. L'évaluation morphologique selon les descripteurs de l'IPGRI a montré une variabilité au niveau de la forme, la fermeté et la sensibilité aux stress biotiques et abiotiques. Les variations constatées pour ces caractères seraient dues aux facteurs exogènes, notamment, environnementaux mais aussi endogènes à la lignée elle-même. La variabilité des caractères quantitatifs repose entre autres sur les caractères comme le taux de reprise, les dates phénologiques et les composantes de rendement. Les différentes analyses effectuées ont permis de regrouper les lignées en trois (03) groupes en fonction des caractères communs qu'elles partagent. On a ressorti les variables affectant le rendement (le nombre de fruits sains, la masse moyenne du fruit, le poids des fruits avariés et le rendement potentiel des fruits). Le délai de maturité et le nombre de fruits sains sont les variables qui discriminent les groupes. Ainsi l'étude a permis de retenir 6 géotypes que sont L2, L5, L4, L6, L7 et L8 qui présentent des performances agronomiques intéressantes. Cette étude donne une idée à la recherche sur les lignées d'intérêt pour une éventuelle amélioration

variétale. Ceci permettra de mettre au point de nouvelles variétés performantes.

En termes de perspectives, il est indispensable de réaliser les essais multi-locaux pour conforter les résultats et valider les données préliminaires. Une caractérisation moléculaire s'avère importante afin de confirmer ou d'infirmer les variations observées et avoir un meilleur aperçu du potentiel génétiques du matériel éprouvé.

References

1. Akanvou L. *et al.* Evaluation de la diversité agromorphologique des accessions de mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] collectées en Côte d'Ivoire, Journal of Applied Biosciences. 2012;50:3468-3477 [Preprint], (February).
2. Aya *et al.* Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire, Sciences & Nature. 2011;8(1-2):119-137.
3. Basak J. Tomato Yellow Leaf Curl Virus: A Serious Threat to Tomato Plants World Wide Plant Pathology & Microbiology, Journal of Plant Pathology & Microbiology. 2016;7(4). Available at: <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000346>.
4. Belfegor NNA. Analyse de marches des filières agricoles dans les provinces de l'ogoooué-maritime et l'estuaire : Cas de la banane, du manioc, du maraichage et du petit élevage. Projet. Projet Renforcement de la sécurité alimentaire et de l'emploi des femmes et des jeunes via la promotion de chaînes de valeur vertes inclusives dans le cadre de la relance post- COVID-19.
5. Chanforan C. Stabilité de microconstituants de la tomate au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce Tomate. Thèse doctorat, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse thèse, 2010.
6. Coulibaly ND, *et al.* Evaluation des performances agronomiques de quinze nouvelles lignées de tomate en station au centre de la Côte d'Ivoire Evaluation of the agronomic performances of fifteen new tomato lines at the station in central Côte d'Ivoire', International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2019;13(June):1565-1581.
7. Fondio L, *et al.* Evaluation de neuf variétés de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le Sud de la Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2013;7(3):1078. Available at: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.15>.
8. Garane. Effet des fréquences d'apports des engrais minéraux sur la productivité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abris en saison pluvieuse dans le centre du Burkina Faso, Afrique Science Afrique Science. 2019;15(3):190-207. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>. 2019;15(3):190–207.
9. Gilles CY. Evaluation Agromorphologique D'accessions De Lentille De Terre [*Macrotyloma geocarpum* (Harms) Marechal & Baudet]. mémoire de fin de formation, Université nationale d'agriculture (UNA).
10. Hadjer TZ. Contribution à l'étude des maladies bactériennes de la tomate (*Lycopersicon esculentum*

- Mill) cultivée en serres dans l'Est Algérien. mémoire de fin de cycle, Université Constantine-1.
11. Kere, Wendata Adizatou. Etude de l'entomofaune de trois variétés de tomate à l'ouest du Burkina Faso, 2016.
 12. Mariella S, *et al.* Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon) : pratiques culturelles et durabilité, *cachier Agricultures* [Preprint], 2017. Available at: <https://doi.org/10.1051/cagri/2017026>.
 13. Naika S, *et al.* La culture des tomates production, transformation et commercialisation, Prota. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 2005.
 14. Plichet A. La production de la tomate dans le monde. <http://www.agrimaroc.ma/production-tomate-monde/>. 2016;58(33):598-599.
 15. Rebolledo MC. Identification de la gestion du problème Bemisia/TYLCV en Catalogne Espagnole: Travail exploratoire. mémoire de fin de cycle, Agro ParisTech, INRA, 2007.
 16. Senan S, *et al.* Contribution de la culture de la tomate (*Lycopersicon esculentum* mill. Solanacée) dans la conservation de la Forêt des Marais Tanoe-Ehy (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*. 2015;26(2):4072-4080, 26(2):4072-4080.
 17. SIB D. Suivi phytosanitaire des accessions de tomates (*Solanum lycopersicum* L.) » en saison chaude et humide à la station de Farako-Bâ, 2017.
 18. de Souza LM, *et al.* Correlations between yield and fruit quality characteristics of fresh market tomatoes, *Horticultura Brasileira*. 2012;30(4):627-631. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0102-05362012000400011>.
 19. Torres M. Les systèmes alternatifs de contrôle des pathogènes telluriques en maraîchage, Analyse des modalités techniques et évaluation des risques d'infestations en exploitations agricoles, HAL, open science [Preprint], 2020.
 20. Yéri Jacqueline K. Evaluation de l'aptitude à la production en saison humide et des qualités organoleptiques de variétés de tomates (*Solanum lycopersicum* L.) au Burkina Faso, 2017, 47.
 21. Yves FM. Pour un Gabon sans faim et sans malnutrition, *consommons local*, 2017, 24.
 22. Zi JC, *et al.* Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. selon les variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire, *Sciences & Nature* N°1:31-40. 2001-2010;7:31-40.
 23. Sopialena, Jannah N, Sofian, Putrana LS. "Disease incidence of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) on soil from different plants". *International Journal of Agriculture and Plant Science*, 2022;4(1):96-104.