



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**Louis BASHALE MBUYI**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES**

**Spécialité : Biotechnologie alimentaire**

**THÈME**

*Caractérisation des Propriétés Physicochimiques et  
Sensorielles de la Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)  
Cultivée dans la Zone de Mostaganem.*

*Soutenu publiquement le 19/ 09/ 2021*

*Devant le jury composé de :*

Président :	M. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	U. Mostaganem
Encadreur :	M. BOUDEROUA Kaddour	Professeur	U. Mostaganem
Examineur :	M. MANAA Mohamed	MCA	U. Mostaganem

**Année Universitaire : 2020-2021**

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES .....	0
REMERCIEMENTS.....	i
DEDICACES .....	ii
LISTE DES ABREVIATIONS .....	iii
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES GRAPHIQUES .....	vi
LISTE DES TABLEAUX .....	vii

### CHAPITRE I : Généralités sur la tomate

1.1. Définition et botanique .....	4
1.2. Origine et historique.....	4
1.3. Cycle végétatif de la tomate .....	6
1.3.1. Phase de germination .....	6
1.3.2. Phase de croissance.....	6
1.3.3. Phase de floraison .....	6
1.3.4. Phase de fructification et de maturation.....	8
1.4. Utilisation .....	7
1.5. Composition biochimique de la tomate .....	8
1.5.1. Composés antioxydants de la tomate.....	9
1.6. Importance économique de la tomate .....	10
1.6.1. Principaux marchés de la tomate en frais .....	12

### CHAPITRE II : Critères de qualité du fruit de tomate

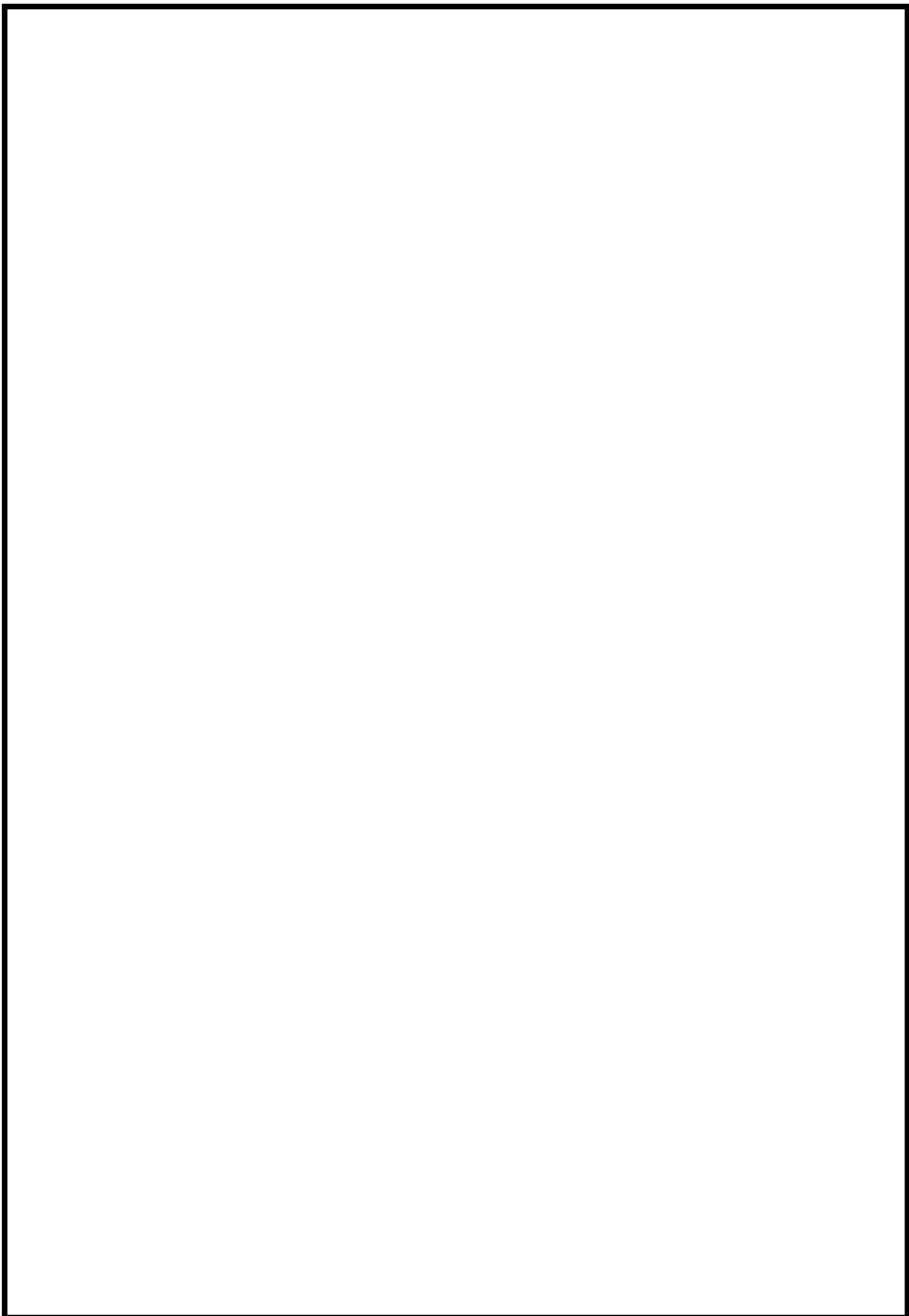
2.1. Facteurs pédoclimatiques.....	15
2.1.1. Lumière et température.....	15
2.1.2. Gaz carbonique.....	15
2.1.3. Sol.....	15
2.1.4. pH.....	15
2.1.5. Salinité .....	15
2.2. Maladies de la tomate.....	15
2.2.1. Traitement phytosanitaire.....	16
2.3. Irrigation dans la diversité culturale.....	17
2.3.1. Cultures de plein champ tuteurées .....	17
2.3.2. Cultures sous abris .....	17

2.4. Critères de qualité en post-récolte.....	19
2.4.1. Critères d'aspect.....	19
<b>CHAPITRE III : Aptitudes de transformation, de conservation, propriétés sensorielles et organoleptiques</b>	
3.1. Diverses transformations et conservations des tomates .....	23
3.1.1. Tomate séchée .....	23
3.1.2. Conserve de tomates.....	23
3.1.2.1. <i>Conserve de tomates pelées</i> .....	23
3.1.2.2. Conserve de tomates concentrées.....	24
<b>CHAPITRE IV : Méthodes d'analyse</b>	
4.1. Matériels.....	28
4.2. Méthodes.....	28
4.2.1. <i>Echantillonnage</i> .....	28
4.2.2. <i>Traitement technologique des échantillons</i> .....	28
4.3. Analyse des paramètres physicochimiques de la tomate .....	29
4.3.1. Détermination du pH (AFNOR, 1982).....	29
4.3.2. <i>Détermination du taux de matière sèche et d'humidité (AFNOR, 1982)</i> .....	29
4.3.3. <i>Détermination de la matière minérale et organique (AFNOR, 1982)</i> .....	30
4.3.4. <i>Dosage de la vitamine C par le permanganate de potassium (100 mg/l) (ANONYME)</i> . .....	31
4.3.5. <i>Détermination des polyphénols totaux par le réactif de folin-ciocalteu (WATERMAN ET MOLE, 1994)</i> . .....	32
4.3.6. <i>Détermination de l'activité antioxydante par le test de DPPH (0,004%) (BRAND - WILLIAMS ET AL, 1995)</i> .....	33
4.3.7. <i>Détermination des sucres totaux par le phénol-sulfurique (DUBOIS ET AL, 1956)</i> .....	33
4.3.8. <i>Détermination des sucres réducteurs par le DNS (BENFELD, 1955)</i> .....	33
4.3.9. <i>Détermination de la peroxydation lipidique par l'acide thiobarbiturique [sr-TBA] (GENOT, 1996)</i> .....	34
4.4. Analyse de certains paramètres physicochimiques du sol .....	35
4.4.1. <i>Détermination de pH du sol (AFNOR, 1992)</i> .....	35
4.4.2. <i>Détermination de la conductivité électrique du sol (AFNOR, 1992)</i> .....	35
4.4.3. <i>Dosage granulométrique par tamis (AFNOR, 1992)</i> .....	35
4.5. Analyse sensorielle et organoleptique de la tomate .....	36

<b>4.6. ANALYSE STATISTIQUE .....</b>	<b>37</b>
---------------------------------------	-----------

## **CHAPITRE V : Présentation des résultats et discussions**

<b>5.1. Analyse du sol.....</b>	<b>39</b>
<b>5.1.1. Ph et conductivité électrique .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1.2. Granulométrie.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2. Analyse des paramètres physicochimiques de la tomate crue conservée à +4°C pendant 10 jours .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2.1. pH.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2.2. Matière sèche et humidité (%).....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.3. Matière minérale et organique (%).....</b>	<b>43</b>
<b>5.2.4. Vitamine C (MG/ 100G DE M.F) .....</b>	<b>45</b>
<b>5.3. Analyses de paramètres physicochimiques de la tomate séchée.....</b>	<b>47</b>
<b>5.3.1. Polyphénols totaux (MG EAG/100G DE M.S) .....</b>	<b>47</b>
<b>5.3.2. Activité antioxydante (IC<sub>50</sub>[mg/ml] .....</b>	<b>48</b>
<b>5.3.3. Sucres réducteurs et totaux (g/100g de MS).....</b>	<b>49</b>
<b>5.4. Analyse de la vitamine C de la tomate cuite à la vapeur.....</b>	<b>50</b>
<b>5.5 Analyse de la peroxydation lipidique de la tomate frite.....</b>	<b>50</b>
<b>5.6. Test organoleptique .....</b>	<b>51</b>
<b>5.6.1. SUR LA TOMATE CRUE.....</b>	<b>51</b>
<b>5.6.2. SUR LA TOMATE CUITE A LA VAPEUR.....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>55</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>57</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>61</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>66</b>



## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à dire merci à Dieu, pour ses bienfaits et pour son amour infini durant mon parcours universitaire.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon encadreur de mémoire M. BOUDEROUA Kaddour, Directeur de l'école supérieure d'agronomie de Mostaganem, pour sa disponibilité, pour sa patience, et pour ses suggestions, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Mes vifs remerciements à M. BENABDELMOUMENE Djilali, pour avoir accepté de présider le jury et d'évaluer ce travail ; et à M. MANAA Mohamed, pour avoir accepté d'examiner et de faire partie du jury.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de Mostaganem ainsi que les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Je tiens à témoigner toute ma gratitude, mes remerciements, mon respect, aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce travail :

- M. AIT SAADA, pour m'avoir soutenu dans l'analyse statistique et pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire ;
- M. MOHAMAD Mana, pour son aide à la réalisation du dosage de la vitamine C ;
- DEMBELE Maïssata, les doctorants (ATTOU Asma, BABADJI Khadija, LARBAOUI Karim et RIYAD), les techniciennes de laboratoire (LADJAL Fatiha et CHAOUI Fatiha), pour m'avoir accompagné à la réalisation de certaines analyses ;
- M. BELARBI Abdelhakim et M. BENHAMOU Abdelkader, pour m'avoir accompagné au prélèvement de différents échantillons durant mes recherches ;
- M. BENMILOUD Dj. Et M. BENABDELMOUMENE, pour avoir pris le temps de discuter de mon sujet, chacun de ces échanges m'a aidé à faire avancer mon analyse.

Enfin, je remercie mes parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements, jamais sans vous !



# DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi et qui ont toujours cru en moi.

A toute la famille BASHALE.

A mes frères (Clément et Richard).

A mes sœurs (Noëlla, Ruth et Gaëlle).

A ma deuxième famille Mosta. United.

A tous mes proches (NDONDA Christian, TUSAMBA Péguy, NDUITE Jonathan, TSHIBANGU Mathieu, MAVINGA Cynthia, IMENE BIA, SIAGHI Meriem, TRAORE Fatoumata, NGOMA Hannah, ELAKEB Houda, KOUREKAMA Ousmane, MABI Manassé, MABUNGU Jonathan, MESO Dulys, MUSOMONI Christian, KAPENA Gérard, PASSI Gloire, MUTANDA Fortunat).

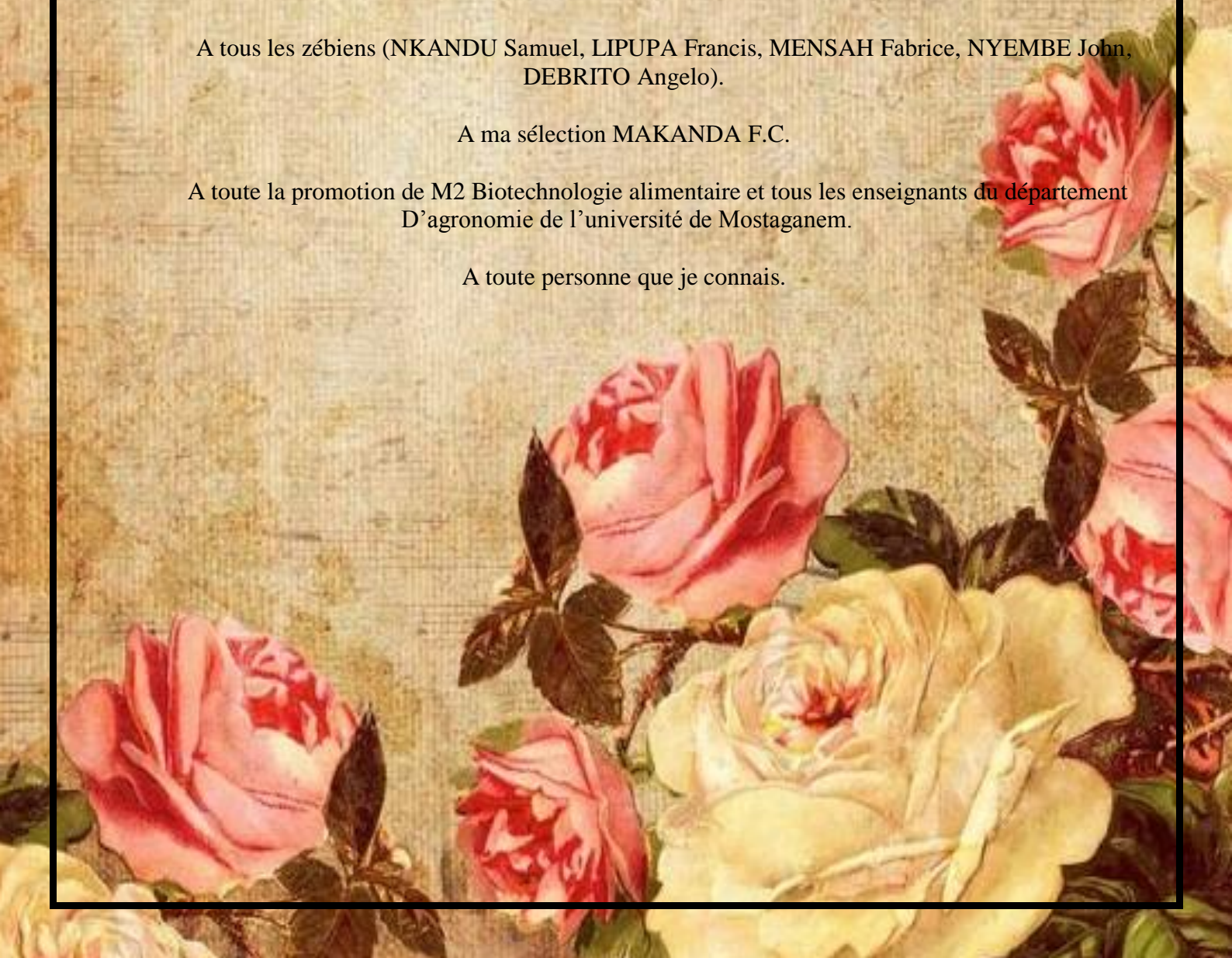
A tous mes anciens de MOSTA.

A tous les zébiens (NKANDU Samuel, LIPUPA Francis, MENSAH Fabrice, NYEMBE John, DEBRITO Angelo).

A ma sélection MAKANDA F.C.

A toute la promotion de M2 Biotechnologie alimentaire et tous les enseignants du département D'agronomie de l'université de Mostaganem.

A toute personne que je connais.



## LISTE DES ABREVIATIONS

DNS	Acide 3,5-dinitrosalicylique
TBA	Acide thiobarbiturique
TCA	Acide trichloroacétique
MDA	Malondialdéhyde
NaOH	Hydroxyde de sodium
gpm	Gallon par minute
P	Poids
v	Volume
g	Gramme
KCl	Chlorure de potassium
CaCl <sub>2</sub>	Chlorure de calcium
M.F	Ministère des finances
PIB	Produit intérieur brut
ITCMI	Institut technique des cultures Maraichères et Industrielles
Kcal	Kilocalorie
ha	Hectare
h	Heure
μL	Microlitre
1/10	Dilution 10 fois
DPPH	2,2- diphényl 1-picrylhydrazyle
A	Absorbance
IC50	Concentration d'inhibition à 50%
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Stat	Statistique
UE	Union européenne
Kg	Kilogramme
°C	Degré Celsius
CO <sub>2</sub>	Gaz carbonique
pH	Potentiel d'hydrogène
Fe	Fer
Mn	Manganèse
Zn	Zinc
Cu	Cuivre
mS	Millisiemens
μS	Microsiemens
Cm	Centimètre
ToMV	Virus de la mosaïque de la tomate



ToCV	Virus de la chlorose de la tomate
l	Litre
AFNOR	Association française de Normalisation
%	Pourcentage
D.O	Densité optique
EAG	Equivalent acide gallique
mg	Milligramme
MO	Matière organique
MM	Matière minérale
MS	Matière sèche
J	Jour
nm	Nanomètre
AMP	Acide métaphosphorique
ml	Millilitre
ED	Eau distillée
KMnO <sub>4</sub>	Permanganate de potassium
m	Masse
p	Probabilité
a	Moyenne supérieure
b	Moyenne inférieure
Pol	Polyphénol
Réd	Réducteur
Vit C	Vitamine C
Tot	Totaux
DSA	Direction des Services Agricoles

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Historique de la tomate.....	7
Figure 2 : Cycle végétatif de la plante de tomate.....	7
Figure 3 : Culture de plein champ tuteurée.....	18
Figure 4 : Culture sous abris froids.....	19
Figure 5 : Culture sous abris chauffés.....	20
Figure 6 : Plaque de calibrage.....	21
Figure 7 : Pieds à coulisse.....	21
Figure 8 : Tomate ronde.....	21
Figure 9 : Tomate à côte.....	21
Figure 10 : Tomate allongée.....	22
Figure 11 : Tomate cerise.....	22
Figure 12 : Géolocalisation de la région de STIDIA.....	28
Figure 13 : Géolocalisation de la région de ACHAACHA.....	28

## LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Valeurs du pH du sol.....	40
Graphique 2 : Diagramme de la conductivité du sol.....	40
Graphique 3 : Variation du pH de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération...	41
Graphique 4 : Variation de la teneur en M.S de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	43
Graphique 5 : Variation de la teneur en eau de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	43
Graphique 6 : Variation de la teneur en M.M de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	45
Graphique 7 : Variation de la teneur en M.O de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	45
Graphique 8 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.....	46
Graphique 9 : Variation de la teneur en vitamine C de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	47
Graphique 10 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique .....	48
Graphique 11 : Teneur en polyphénols totaux.....	48
Graphique 12 : Teneur en IC50.....	49
Graphique 13 : Courbe d'étalonnage du glucose pour les sucres réducteurs.....	50
Graphique 14 : Teneur en sucres réducteurs.....	50
Graphique 15 : Courbe d'étalonnage du glucose pour les sucres totaux.....	50
Graphique 16 : Teneur en sucres totaux.....	50
Graphique 17 : Teneur en vitamine C après cuisson à la vapeur.....	51
Graphique 18 : Teneur en MDA de la tomate frite.....	52

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de la tomate crue.....	10
Tableau 2 : Teneur en principaux composés antioxydants.....	11
Tableau 3 : Principaux critères de qualité à prendre en compte.....	38
Tableau 4 : Valeurs du pH et de la conductivité électrique du sol.....	40
Tableau 5 : Fractions du sol.....	40
Tableau 6 : Variation du pH de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	41
Tableau 7 : Variation de la teneur en M.S de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	42
Tableau 8 : Variation de la teneur en eau de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	42
Tableau 9 : Variation de la teneur en M.M de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	44
Tableau 10 : Variation de la teneur en M.O de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	44
Tableau 11 : Variation de la teneur en vitamine C de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération.....	46
Tableau 12 : Teneur en polyphénols totaux, en activité antioxydante, en sucres réducteurs, et en sucres totaux.....	48
Tableau 13 : Teneur en vitamine C après cuisson à la vapeur.....	51
Tableau 14 : Teneur en MDA de la tomate frite.....	52
Tableau 15 : Position de différents échantillons de la tomate crue par rapport aux différents critères de qualité.....	53
Tableau 16 : Position de différents échantillons de la tomate cuite à la vapeur par rapport aux différents critères de qualité.....	53

# *Introduction*



Depuis la nuit des temps, la densité et la diversité des espèces légumières cultivées varient du point de vue nutritionnel ainsi que sensoriel d'un endroit à un autre selon les conditions pédoclimatiques et les exigences de chaque culture. Bien que la plupart des fruits et légumes puissent se consommer crus, cependant, les traitements thermiques utilisés en post récolte peuvent apporter quelques avantages notamment sur le plan digestif, microbiologique et permettent aussi de varier les qualités gustatives et nutritionnelles (**LURIE, 1998 ; JACOBI et AL. 2001**).

En Algérie, le secteur agricole contribue à la valeur ajoutée globale estimée à 13,54% (rapport de la Loi de Finance 2005) (**M.F, 2004**) et participe ainsi à hauteur de 10,6% du Produit Intérieur Brut (PIB). La culture sous abris ou serriculture est un secteur générateur d'emploi, sachant que 1 000 à 1 200 journées de travail sont nécessaires pour exploiter un hectare (24 serres de 400 m<sup>2</sup>), soit 50 à 60 j/serre. Elle représente 1,4% des terres consacrées annuellement aux cultures maraîchères et offre 6,8% de la production nationale en produits maraîchers (**ITCMI, 1995**). La tomate occupe une place importante dans le maraichage, la superficie consacrée à cette culture est d'environ 4528,24 ha avec une production de 5246086 quintaux (**DSA, 2018**). Les principales contraintes techniques de la culture de tomate (sous serre ou plein champ) sont les maladies fongiques et virales, les insectes ravageurs (pucerons, acariens et les nématodes). La serriculture est un mode de production intensive, elle assure des rendements élevés en dépit des intempéries et des extrêmes conditions climatiques annuelles.

La tomate inconnue dans le vieux monde jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle et encore très peu consommée au XIX<sup>e</sup> siècle, est devenue le légume vedette du XX<sup>e</sup> siècle, aussi bien en culture commerciale que dans les jardins familiaux. Elle est appréciée pour sa fraîcheur et constitue la base ou la garniture de nombreuses recettes, qu'elle soit crue ou cuite. Son utilisation en sauces est ancienne, en particulier en Italie. L'industrie de transformation propose des préparations nombreuses et variées : concentré, jus, tomates pelées, tomates concassées, etc.

Du fait de son niveau de consommation relativement élevé, la tomate est un aliment diététique, très riche en eau (plus de 90%) et très pauvre en énergie (18 kcal/ 100g), elle intervient pour une part importante dans l'apport en vitamines et en sels minéraux dans l'alimentation humaine. Elle contient également des caroténoïdes : des carotènes, précurseurs de la vitamine A (qui se transforment en vitamine A dans l'organisme), et du lycopène. Ces deux substances sont dotées de propriétés anti oxydantes et sont responsables de la couleur

rouge de la tomate. Les régions de culture, la technique culturale, le sol et le savoir-faire ont-ils des effets sur la valeur nutritionnelle, technologique, et organoleptique des fruits et légumes ?

Du point de vue général, cette présente étude a pour objectif de montrer l'importance nutritionnelle et sensorielle de la tomate sous serre provenant de deux régions de Mostaganem par rapport aux références internationales (standards) ; et de montrer l'influence de la région, de la conservation au froid (+4°C), et de la cuisson sur la qualité nutritionnelle et sensorielle du fruit de tomate dans la zone de Mostaganem.

Dans les lignes qui suivent, nous allons étaler les généralités sur la tomate (Origine, historique et l'extension) de la tomate dans le monde(les grands pays producteurs et exportateurs),les facteurs de variation de la composition biochimique, les critères de qualité du fruit de tomate(par rapport au climat, le sol, irrigation ou non, le savoir-faire des agriculteurs], les maladies de la tomate, ainsi que les aptitudes de transformation, conservation, et les propriétés organoleptiques.

***CHAPITRE I***  
***Généralités sur la tomate***

### 1.1. Définition et botanique

La tomate est une plante herbacée annuelle de la famille des **solanacées**, comme les pommes de terre, les aubergines, ou encore les poivrons.

De nos jours, c'est l'un des légumes-fruits le plus consommé dans le monde (**Naika et al. 2005 ; Kambale, 2006**).

La classification selon **Philip Miller en 1754** est la suivante :

- **Embranchement** : Anthophyta
- **Classe** : Dicotylédone
- **Ordre** : Solanacées
- **Genre** : *Lycopersicum*
- **Espèce** : *esculentum*

**Nom latin** : *Lycopersicum esculentum* Mill.

### 1.2. Origine et historique

Originnaire de la région andine du nord-ouest de l'Amérique du sud (Colombie, Equateur, Pérou, nord du Chili), la tomate fut domestiquée au Mexique. Son introduction en Espagne et en Italie, puis, delà, dans les autres pays européens, remonte à la première moitié du XVI<sup>e</sup> siècle. A l'origine, elle était cultivée par **les Aztèques** vers 1400 ; son nom provient de « **tomatl** » qui, dans la langue nuhatl parlée dans la région de Mexico, correspond à *physalis philadelphica*; la tomate à proprement parler, *Lycopersicon esculentum*, était appelée autrefois « **jitomatl** ».

La première évocation de la tomate dans le vieux monde est celle du botaniste italien **Pietro Andreas Matthioli** en 1544. Ce dernier la présente comme une espèce portant « des fruits aplatis et côtelés, qui de vert deviennent jaune d'or et certains consomment frits dans de l'huile avec du sel et du poivre, comme les aubergines et champignons ». Une décennie plus tard, il indique qu'il existe des tomates jaunes et des tomates rouges. Le nom italien « **pomodoro** » semble confirmer que les premières introductions de tomates, du moins celles qui sont arrivées en Italie, produisaient des fruits jaunes. Dans les textes de XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup>

siècles, la tomate reçoit divers noms, dont celui de « **mala aurea** », l'équivalent latin de « pomodoro ». Le nom de « **pomme d'amour** » en français, avec les équivalents « **love apple** » en anglais, et « **liebesapfel** » en allemand, font allusion à l'effet aphrodisiaque alors attribué à ce fruit.

Dans cette région du monde, la tomate a longtemps été considérée avec suspicion. On la croyait toxique, comme d'autres espèces de la grande famille de **solanacées** à laquelle la tomate appartient, telle la **belladone**, la **morelle** ou encore la **mandragore**, plante à valeur magique. La tomate a été un moment cultivée comme une curiosité ornementale. Elle est d'ailleurs à notre époque parfois produite pour la décoration des balcons et ses fruits sont ensuite consommés. Il semble que son usage alimentaire se soit tout d'abord développé sous forme de sauces pour agrémenter la cuisine. Sa consommation en fruits frais, d'abord méditerranéenne, se serait étendue vers le nord à la fin du XVIIIe siècle.

Les botanistes modifièrent à plusieurs reprises les noms de genre et d'espèce attribués à la tomate. Dans les livres un peu anciens, on peut trouver les dénominations ***Solanumesculentum***, ***Solanumlycopersicum***, ***Lycopersiconlycopersicum***, etc. Le nom finalement retenu jusqu'à très récemment, ***Lycopersiconesculentum*** Mill, lui a été attribué par Philip Miller en 1754. Le nom de genre « ***Lycopersicon*** » est gréco-latin, il signifie « **pêche de loup** ». Le nom de l'espèce « ***esculentum*** » vient du latin et veut dire « **comestible** ». Cette comestibilité ne concerne ni le feuillage, ni les jeunes fruits verts car ils contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine). Ces derniers disparaissent des fruits au cours de leur développement.





Figure 1 : Historique de la tomate (BLANCARD, 2009)

### 1.3. Cycle végétatif de la tomate

Le cycle végétatif complet de la tomate est d'environ 4 à 5 mois pour les semis directs en pleine terre et de 5 à 6 mois pour les plants repiqués. Le développement de la plante de tomate se réalise en quatre phases, à savoir :

#### 1.3.1. Phase de germination

Elle est caractérisée par l'apparition d'une tigelle et de deux feuilles cotylédonaire simples et opposées au-dessus du sol et de poils absorbants bien visible sur la radicule dans le sol. La germination des graines est très rapide entre six à huit jours après le semis à la température optimale du sol 20 à 25°C (VAN DER VOSSEN et al, 2004).

#### 1.3.2. Phase de croissance

Elle est caractérisée par l'apparition de vraies feuilles bien développées vers le 20ième jour et l'apparition de racines secondaires (mémento de l'agronome, 2003).

#### 1.3.3. Phase de floraison

Elle est caractérisée par l'apparition d'inflorescences de bas en haut de la plante aux environs de deux mois et demi après le semis et le début de fructification (mémento de l'agronome, 2003).

### 1.3.4. Phase de fructification et de maturation

Elle est caractérisée par la continuité de la nouaison, et développement de la coloration qui commence par perdre la coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué.

Cette phase dure environ deux mois, soit de quatre à six mois après le semis.



Figure 2 : Cycle végétatif de la plante de tomate

La levée des graines est assez rapide et prend une semaine.

### 1.4. Utilisation

**En alimentation**, la tomate tient une place importante dans l'alimentation humaine, car elle constitue la base de nombreuses recettes. C'est un ingrédient de base de la pizza.

La tomate peut se consommer soit **Crue**, en salade ou à la croque au sel, soit **Cuite**, de diverses manières : sautée, farcie, en sauce, etc. Cuire la tomate permet de bien assimiler le lycopène. Des industries de transformation de la tomate sont implantées dans toutes les régions du monde et sont approvisionnées par des milliers d'hectares de culture mécanisée.

La tomate peut se consommer soit **Crue**, en salade ou à la croque au sel, soit **Cuite**, de diverses manières : sautée, farcie, en sauce... Cuire la tomate permet de bien assimiler le lycopène. La tomate fait l'objet d'une importante industrie de transformation, qui fournit au consommateur des tomates séchées, des tomates pelées en boîte, du concentré, de la sauce

tomate (dont le ketchup), etc. Et une boisson saine, le jus de tomate. On peut également faire de la confiture de tomates, à condition d'utiliser pour cela des tomates vertes.

**Pour la santé**, la tomate est un aliment diététique, très riche en eau (plus de 90 %) et très pauvre en calories (18 kcal pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E). Elle contient également des caroténoïdes : des carotènes, précurseurs de la vitamine A (qui se transforment en vitamine A dans l'organisme), et du lycopène.

Ces deux substances sont dotées de propriétés anti oxydantes et protègent aussi contre les maladies cardiovasculaires et sont responsables de la couleur rouge ou orange de la tomate.

Elle peut donc être très bénéfique pour de nombreuses applications liées à la santé :

**La chair**(pelure) : Comme antitoxique pour le foie grâce aux traces de la chlorine qu'elle contient et permet au foie de bien filtrer les déchets ; Contre le cancer du côlon, celui de la prostate et du sein grâce au lycopène ; Contre le cholestérol et hypertension grâce à sa richesse en potassium. **La feuille fraîche** : Comme antibiotique, directement sur la plaie avec une goutte d'eau.

La tomate en sauce protégerait mieux grâce à la présence d'huile qui renforce ses effets. Elle est tellement bénéfique qu'il faudrait en consommer tous les jours. Par exemple, il a été observé que les gros consommateurs de tomate ont moins de coup de soleil.

### **1.5. Composition biochimique de la tomate**

La composition biochimique des fruits de tomate dépend de plusieurs facteurs, à savoir : la variété, l'état de maturation, la lumière, la température, la saison, le sol, l'irrigation et les pratiques culturales.

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de la tomate crue (GRASSELLY ET AL., 2000).

Composés	Variations
Eau	93,4 -95,2 g
Protides	0,9 - 1, g
Lipides	Trace - 0,3 g
Glucides	2,8 - 4,7 g
Fibres	0,5 - 1,5 g
Minéraux	0,6 g
Potassium	202 - 300 mg
Calcium	9,7 - 15 mg
Phosphore	20 - 27 mg
Magnésium et Sodium	3 - 11 mg
Vitamine C	15 - 23 mg
Vitamine E	0,04 - 1,2 mg
Energie	18 Kcal

### 1.5.1. Composés antioxydants de la tomate

Un antioxydant est une molécule en faible quantité qui retarde significativement ou prévient l'oxydation des autres substances chimiques. Bien que les réactions d'oxydation soient nécessaires à la vie, elles peuvent aussi être destructrices. Les plantes et les animaux utilisent et produisent de nombreux antioxydants pour se protéger (Outis et Yahiya, 2016). Ces molécules dotées des propriétés antioxydantes constituent les métabolismes secondaires de plantes. Les métabolites secondaires exercent un rôle majeur dans l'adaptation des végétaux à leur environnement. Ils participent à la résistance aux contraintes biotiques (phytopathogènes, insectes, herbivores, etc.) et abiotiques (température, lumière, UV, etc.). La teneur en composés antioxydants varie en fonction de l'espèce, de la variété, des conditions climatiques, etc.

Parmi ces composés, nous pouvons citer :

#### A. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles synthétisés par les végétaux. Ce sont eux qui donnent aux fruits et légumes des couleurs orange, rouge et jaune. Les plus importants sont

les carotènes ( $\beta$ -Carotène, Phytoène, et Lycopène) et les xanthophylles (Lutéine, Zéaxanthine, Capsanthine). Ils ont des effets bénéfiques sur notre santé.

Les carotènes sont des hydrocarbures polyéniques à 40 atomes de carbones, tandis que les xanthophylles comprennent au moins une fonction oxygénée.

### **B. Composés phénoliques**

Ce sont des métabolites secondaires des végétaux tout comme les caroténoïdes, qui possèdent des propriétés antioxydantes très efficaces contre les réactions d'oxydation. Ils ont pour rôle de prévenir les maladies cardiovasculaires, les maladies neuro-dégénératives, de lutter contre l'ostéoporose, de lutter contre la prolifération anarchique des cellules. Parmi ces composés, nous pouvons citer : l'acide chlorogénique, la rutine, et naringénine.

### **C. Vitamine E et ses dérivés**

La vitamine E est un terme générique utilisé habituellement pour désigner les différents tocophérols et tocotriénols (4 tocophérols et 4 tocotriénols). Cette vitamine liposoluble est reconnue pour ses propriétés anti oxydantes et assure la stabilité des structures cellulaires (Outis et Yahiya, 2006).

### **C. Vitamine C**

La vitamine C est une vitamine hydrosoluble au fort pouvoir réducteur mais très sensible à la lumière et à la chaleur. Au sein de l'organisme, c'est un cofacteur enzymatique impliqué dans un certain nombre de réactions physiologiques.

*Tableau 2 : Teneurs en principaux composés antioxydants de la tomate comparés à ceux du poivron (ANONYME)*

<b>Composés antioxydants</b>	<b>Teneur(mg/100 g de tomate fraîche)</b>	<b>Teneur(mg/ 100g de poivron frais)</b>
$\beta$ -carotène	0,08 - 1,06	264 $\mu$ g
Lycopène	0,11 - 17,5	484 $\mu$ g
Vitamine C	15 - 23	74,4
Vitamine E	0,04 - 1,2	0,5-0,8
Polyphénols totaux	13-17,5	4,72

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

Actuellement, plus de 177 millions de tonnes de tomates sont produites chaque année dans le monde pour l'industrie et pour le frais. Première espèce cultivée, la tomate représente



1/6e de la production mondiale de légumes. On peut considérer qu'environ 1/4 de cette récolte est destinée à l'industrie de la conserve (**D'après FAO Stat, 2020**).

Plus de la moitié de la production mondiale provient de l'Asie, en particulier de la Chine (61,6 millions de tonnes), de l'Inde (19,4 millions de tonnes) et de la Turquie (12,2 millions de tonnes). Plusieurs pays du Moyen- Orient (Iran, Jordanie, Syrie) sont également des producteurs significatifs de tomates (**D'après FAO Stat, 2020**).

Les Etats- Unis, après l'Inde, sont le troisième pays producteur mondial (13 millions de tonnes). La grande majorité de cette production est destinée à la transformation et ils sont actuellement le leader mondial en volume de tomates transformées (10,5 millions de tonnes en 2019). Il se détache nettement des autres grands pays producteurs mondiaux que sont la Chine, L'Italie, la Turquie, et l'Espagne. Sur le continent américain deux autres producteurs importants ont émergé, le Brésil et le Mexique. Le second est devenu un exportateur mondial de tomates fraîches (avec 1,7 millions de tonnes). La quasi-totalité des exports de tomates mexicaines sont dirigées vers les Etats- Unis (**D'après FAO Stat, 2020**).

L'Europe géographique constitue la troisième zone de production, soit 21,5 millions de tonnes. Plus des 2/3 de leur production se concentrent sur la partie ouest du continent, essentiellement dans les pays bordant la Méditerranée.

A l'Est, la Russie, l'Ukraine, la Roumanie, et la Pologne sont les principaux producteurs.

Les pays méditerranéens consacrent une part importante de leur production à la transformation, particulièrement l'Italie qui est le premier exportateur mondial de conserves de tomates devant la Chine. A l'inverse, les pays du Nord de l'Europe (France, Belgique, Pays-Bas) produisent principalement pour le marché du frais.

Plus de la moitié des tomates du continent africain est produite en Egypte (soit 9,3 millions de tonnes). En ajoutant les productions marocaine (1,3 million de tonnes), libyenne (1,2 million de tonnes), et tunisienne (1,1 million de tonnes), le pourtour méditerranéen apparaît bien comme la principale zone de production du continent.

Pour l'instant, seul le Maroc tire avantage de l'attractivité du marché européen et profite des accords particuliers d'échanges entre les pays du Maghreb et l'UE (87% des exportations africaines). Ce pays s'est ainsi orienté vers une production de tomate sous abris de faible coût et récolte entre octobre et mai. L'aire de culture de la tomate est particulièrement étendue à travers le monde. Son adaptation aussi bien en serre qu'en plein air, la multiplicité des usages (frais et transformé) et ses usages culinaires variés en sont les raisons.

### **1.6.1. Principaux marchés de la tomate en frais**

Les échanges mondiaux de tomates en frais portent sur environ 6 millions de tonnes. La part des échanges est un peu plus importante que pour l'ensemble des légumes, tout en restant inférieure à 5% de la production mondiale.

L'Europe géographique réalise environ la moitié du commerce international de tomates en frais dans le monde, avec un solde déficitaire de 800000 tonnes. Une majorité (plus de 80%) de ces échanges concerne l'activité commerciale de l'UE. En dehors de l'Union Européenne, la Russie est devenue un gros importateur dont le premier fournisseur est la Turquie, devant une multitude d'autres fournisseurs et notamment les ex-républiques soviétiques.

Le continent américain représente la deuxième zone d'échange après l'Europe (1,4 million de tonnes échangés par an). Plus de 70% de ces flux se font entre le Mexique (première origine d'approvisionnement) et les Etats-Unis ; ce dernier est le plus gros importateur mondial de tomates.

Enfin, le Proche et Moyen-Orient regroupent environ 15% des échanges mondiaux. Les principaux pays fournisseurs sont la Turquie suivie de la Jordanie et de la Syrie alors que les clients sont l'Arabie Saoudite, les Emirats arabes, le Bahreïn et le Koweït ainsi que l'Irak. Comme pour la plupart des légumes fragiles et de faible valeur unitaire, majorité des échanges de tomates se fait entre pays limitrophes.

S'il est difficile d'obtenir la consommation de tomate fraîche par habitant, il est toutefois possible d'évaluer la consommation de tomates et de tomates transformées par pays. Ainsi, la Turquie est le premier consommateur de tomates et tomates transformées au monde avec 104 kg par habitant en 2017 devant la Tunisie (96 kg par habitant) et l'Albanie (74 kg par habitant).

### **1.7. Production de la tomate en Algérie**

La tomate est l'un des légumes que les algériens consomment chaque jour sous différentes formes. Elle est aussi une matière première pour les unités de transformation du triple concentré de tomate implantées un peu partout sur le territoire national et tout particulièrement à l'Est.

La culture de la tomate occupait plus de 22000 hectares en Algérie (Serre et plein champ) pour un rendement moyen de 570 q/ha en 2016. Les zones de culture les plus importantes sur le plan de la superficie sont : *Adrar, Biskra, Alger, Mostaganem, El-Oued et Tipaza.*

***CHAPITRE II***  
***Critères de qualité du fruit de***  
***tomate***

Pour atteindre les meilleurs niveaux de production en quantité et en qualité, aux différentes périodes de l'année, il faut satisfaire les besoins de la plante en intervenant sur les facteurs environnementaux qui influencent directement ou indirectement le développement, la croissance et la maturation des fruits.

Ces facteurs environnementaux sont déterminés par le climat, l'irrigation, la nutrition, la conduite de la plante et l'environnement biotique. Tous ces éléments interagissent et leur influence sur la qualité est très variable selon les variétés et la saison. Cependant, une meilleure compréhension des mécanismes en cause doit permettre au producteur de mettre en œuvre des pratiques culturales adaptées pour réduire les pertes en fruits et améliorer leur qualité.

## **2.1. Facteurs pédoclimatiques**

### **2.1.1. Lumière et température**

La lumière est un facteur écologique fondamental. Elle intervient dans de nombreux phénomènes physiologiques, notamment la photosynthèse.

Le développement et la production en matière sèche et sucres de la tomate dépendent largement de l'intensité du rayonnement solaire reçue par la plante. Plus la plante reçoit un ensoleillement plus important, plus la teneur en matière sèche et sucres des fruits est d'autant plus élevée.

Les températures optimales sont :

- Les températures diurnes : 20-25°C
- Les températures nocturnes : 13-17°C
- Les températures du sol : 14-18°C

A l'approche de la maturité, la synthèse du lycopène est interrompue lorsque la température est supérieure à 30°C. Par contre, la production de bêta-carotène est maximale autour de 30°C. A ces températures, les fruits présentent donc une couleur orangée. Au-delà de 40°C, il y a inhibition de la synthèse des carotènes et des taches vertes peuvent persister.

### **2.1.2. Gaz carbonique**

La teneur en gaz carbonique de l'air agit directement sur l'intensité de la photosynthèse. Un enrichissement en CO<sub>2</sub> permet d'optimiser la photosynthèse et a pour conséquence un accroissement en matière sèche de tous les organes de la plante et une augmentation du calibre des fruits.

### 2.1.3. Sol

La tomate n'a pas d'exigences particulières en matière de sol. Cependant, elle s'adapte bien dans les sols profonds, meubles, bien aérés et bien drainés, riches en humus. Une texture sablonneuse ou sablo-limoneuse est préférable.

### 2.1.4. pH

Les tomates sont toutefois cultivées sur des sols dont le pH est compris entre 5,0 à 7,5. La tomate est une culture indifférente au pH du sol. Cependant, sur des sols à pH basique ( $\text{pH} > 7$ ), certains microéléments restent peu disponibles à la plante (Fe, Mn, Zn, Cu). La carence la plus fréquente est celle de fer, elle apparaît en général à un stade avancé de la culture. Dans ce cas, une correction ferrique par un apport d'engrais foliaire ou en fertigation (amendement) est nécessaire.

### 2.1.5. Salinité

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Aucune perte de rendement n'est observée lorsque la conductivité électrique reste inférieure à 2,5 mS.cm<sup>-1</sup>. À un niveau supérieur, les rendements baissent progressivement :

- En réduisant la taille des fruits. L'ajout de potassium permet de corriger ce problème
- En augmentant la teneur en sucre et en acidité des fruits dont elle améliore la saveur ;
- Accroît la fermeté et l'épaisseur de la peau des fruits, d'où une amélioration de leur durée de conservation.
- En réduisant le caractère farineux du fruit entier et améliorant par conséquent sa texture.

## 2.2. Maladies de la tomate

Le nombre de maladies et parasites qui peuvent affecter une culture de tomate étant très élevé, les plus importants sont les suivants :

- 1) **Les maladies cryptogamiques** : ce sont des maladies causées par des champignons aériens suite à l'humidité qui se manifeste sous des formes variées : pluie, irrigation, rosée, brouillard. Parmi ces maladies, nous pouvons citer :
  - (i) Alternariose causée par Alternariatomatophila, elle affecte surtout les cultures en plein champ, et parfois les abris froids, ce champignon est à l'origine

d'altérations noires plus ou moins étendues sur la tige, situées à proximité du collet ou plus en hauteur ;

(ii) Moisissure grise causée par le *Botrytis cinerea* suite à de nombreuses blessures d'effeuillage, et d'ébourgeonnage, capable d'affecter tous les organes aériens de la tomate, il sévit à la fois en plein champ et sous abris, responsable de la pourriture grise ;

2) **Les maladies bactériennes** : - la moucheture, est une bactérie à gram négatif, en forme bâtonnet, elle se manifeste surtout sur les cultures en plein champ, responsable de la nécrose et du dessèchement des feuilles, tiges et fleurs. - la gale bactérienne, c'est une bactérie à gram négatif, elle sévit sur tous les continents, quasiment partout où la tomate est cultivée. Elle est particulièrement grave en plein champ, en zones tropicales, subtropicales, et tempérées. Responsable des taches noires sur les fruits verts, de la nécrose et dessèchement des tiges, fleurs et feuilles. - Chancre bactérien, bactérie à gram positif, elle est à l'origine d'une infection vasculaire transmise par les semences. Responsable des minuscules taches chancreuses.

3) **Les maladies virales** :

(i) ToMV(virus de la mosaïque de la tomate) est un virus particulièrement infectieux et persistant. Caractérisé par de légères marbrures sur les folioles et les feuilles, une mosaïque verte à jaune ;

(ii) ToCV (virus de la chlorose de la tomate) responsable du vieillissement prématuré des feuilles, et vieilles feuilles s'épaississent, s'enroulent et deviennent cassantes.

4) **Les insectes ravageurs** : les nématodes, les mineuses, les noctuelles, les acariens, les pucerons, les aleurodes.

### **2.3. Irrigation dans la diversité culturelle**

La culture de la tomate a énormément évolué au cours des dernières décennies avec des différents objectifs poursuivis par les professionnels : l'augmentation des rendements, l'élargissement du calendrier de production, la mécanisation des opérations et l'amélioration de la qualité des fruits, tant pour le marché de frais que pour les tomates destinées à la transformation industrielle. Les techniques culturales se sont diversifiées et sont mises en œuvre maintenant dans des conditions de milieu très variées et avec des types variétaux en constante évolution. Cette large diversification, intensification des cultures et les échanges

mondiaux ont contribué à modifier, parfois à bouleverser, les situations phytosanitaires sur le terrain, surtout lorsque de nouveaux bio agresseurs ont été introduits.

### **2.3.1. Cultures de plein champ tuteurées**

Les plantes sont conduites sur une seule tige ou un seul fil, au cours de la croissance de plants, les branches sont supprimées afin de conserver une seule tige, arrêtée à des hauteurs variables après 4 à 6 bouquets de fruits, le tuteurage permet une meilleure exposition des feuilles à la lumière ainsi que la limitation des parasites du sol et des pertes par cassure des branches sous le poids des fruits.



*Figure 3 : Culture de plein champ tuteurée*

L'irrigation des tomates de plein champ est réalisée selon diverses méthodes, à savoir : (i) L'irrigation par gravité exige beaucoup d'eau et un terrain bien nivelé et en parcelles de très grandes surfaces, notamment en culture pour l'industrie ; et (ii) L'irrigation localisée, avec goutteurs à faible débit, est encore peu pratiquée en plein champ.

### **2.3.2. Cultures sous abris**

Les cultures sous abris permettent de contrôler la température, l'humidité, et la lumière afin d'optimiser les conditions de culture de diverses plantes.

#### **2.3.2.1. Sous abris froids**

Généralement, les tomates sont cultivées sous tunnels à couverture plastique, sans chauffage et sont plantées en sol.





*Figure 4 : Culture sous abris froids*

### **2.3.2.2. Sous abris chauffés**

Les abris chauffés sont généralement des serres en verre, et les cultures y sont plutôt conduites en hors-sol. C'est une culture dont les racines des plantes reposent dans un milieu reconstitué, détaché du sol. Le substrat, minéral ou organique, est neutre et inerte comme du sable, de l'argile ou de la laine de roche, de la fibre de coco par exemple. Ce substrat peut être également d'origine industrielle. Ce milieu de culture est irrigué de façon régulière par des solutions nutritives adéquates à la plante cultivée. L'irrigation est réalisée par goutte-à-goutte.



*Figure 5 : Culture sous abris chauffés*



## 2.4. Critères de qualité en post-récolte

### 2.4.1. Critères d'aspect

Parmi les sens, la vision est le premier à transmettre de l'information vers le cerveau. A cet effet, l'aspect reste une composante importante dans le choix d'achat pour les fruits et légumes.

On peut voir entre autres :

- 1) **La Coloration** : Elle est également un critère de tri des fruits sur les calibreuses ; elle est liée à l'évolution des pigments au cours de la maturité ; elle sert à repérer la maturité afin de choisir le stade de récolte ;
- 2) **Le Calibre** : Il correspond au diamètre équatorial maximal des tomates et s'exprime en millimètres.

Pour en mesurer à la main, les outils utilisés les plus souvent sont : une plaque de calibrage (munie de trous), un jeu d'anneaux (anneaux métalliques de diamètres différents) ou un pied à coulisse.

Les figures ci-dessous représentent successivement la plaque de calibrage et un pied à coulisse.

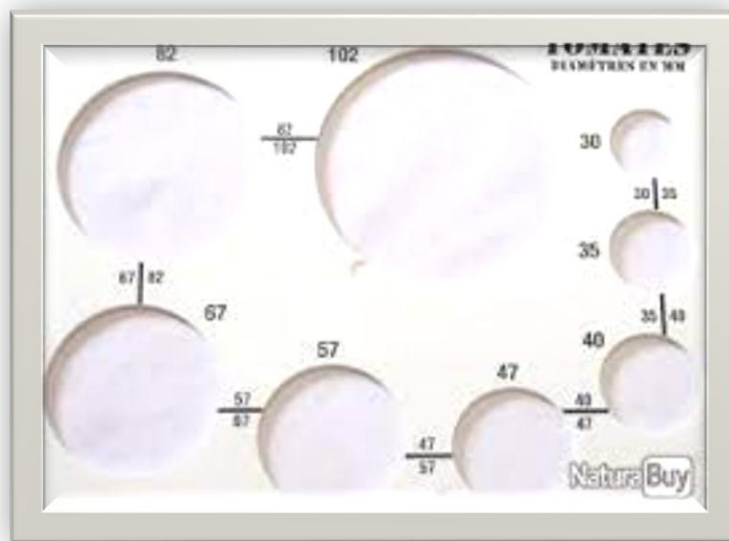
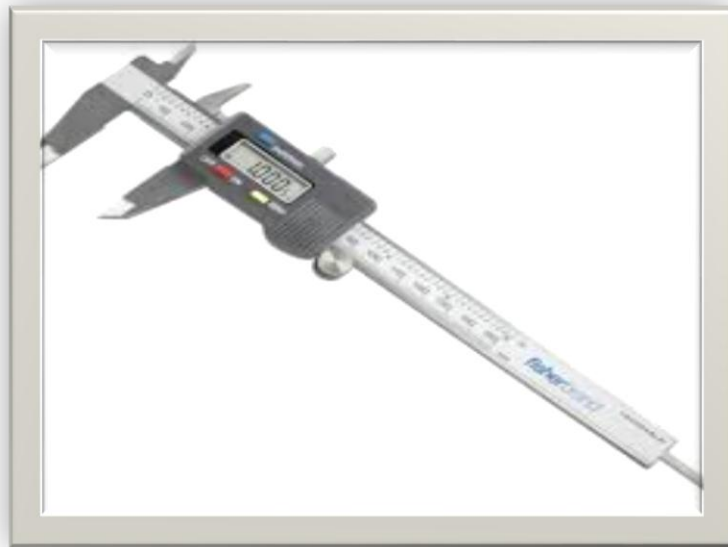


Figure 6 : Plaque de calibrage



*Figure 7 : Pieds à coulisse*

3) **La Forme** : Elle est dépendante de la variété.

**D'après le Règlement (UE) n° 543/2011**, on distingue quatre types commerciaux de tomates ; à savoir :

- Tomates rondes ;
- Tomates à côtes ;
- Tomates allongées,
- Et tomates cerises (y compris les tomates cocktail).

Les figures suivantes (8-11) représentent les différents types énumérés ci-haut.



*Figure 8 : Tomate ronde*



*Figure 9 : Tomate à côte*



*Figure 10 : Tomate allongée*



*Figure 11 : Tomate cerise*

4) **Etat de fraîcheur** : Ce critère repose essentiellement sur l'aspect du calice, lorsque celui-ci est présent. A cet effet, l'aspect turgescent de la rafle est particulièrement important pour les tomates récoltées en grappe.

5) **Fermeté** : Elle est une caractéristique fortement liée à la variété de la tomate, et elle est un critère essentiel de la qualité commerciale.

Elle est mesurée par pression tactile, cette méthode est subjective. Pour une mesure objective, elle peut être appréciée avec un appareil non destructif (**type Durofel**, embout de 0,25 cm carré). La prise de mesure est effectuée sur la zone équatoriale du fruit, à raison de 2 mesures opposées par fruit.

#### **Indice Durofel (échelle de 0 à 100)**

- $\geq 70$  fruit ferme ;
- 60-70 fruits souples ;
- $<60$  fruit mou.

# **CHAPITRE III**

## **Aptitudes de transformation, de conservation, et propriétés sensorielles et organoleptiques**

La récolte peut se faire en début de maturité des fruits, au stade tournant (passage du vert au rose) ou à maturité complète. La conservation de la tomate dépend de la variété de celle-ci et du stade de maturité à laquelle elle a été récoltée. Un fruit récolté au stade tournant arrivera à maturité 3 à 5 jours plus tard s'il est conservé à 25-30° C et 20 à 30 jours plus tard s'il est entreposé en chambre froide à 13° C. À partir du moment où la tomate est assez mûre pour être consommée, elle peut se garder aux alentours de 10° C entre 1 et 2 semaines, en fonction de sa variété. Les tomates mûres ne se gardent que quelques jours à l'extérieur mais peuvent être conservées plus longtemps au réfrigérateur.

Il existe deux grandes filières de tomate, à savoir : filière de la consommation en frais, et filière de la transformation industrielle. Cependant, dans ce chapitre on va se focaliser sur la filière de transformation industrielle. La tomate est un aliment hautement périssable due à sa richesse en eau qu'elle contient, la transformation de ce fruit permettrait sa conservation pendant un long moment.

### **3.1. Diverses transformations et conservations des tomates**

Les tomates destinées à la transformation se caractérisent par une résistance aux maladies lors de la culture, le stade de maturité, des petites dimensions, un meilleur rendement cultural à l'hectare, une forte teneur en matière sèche, un pH >4.5.

#### **3.1.1. Tomate séchée**

Le séchage est une technique de conservation qui consiste en l'élimination de la quasi-totalité d'eau contenue dans le produit. Ainsi nous pouvons définir la tomate séchée comme étant un produit issu de l'élimination de la quasi-totalité d'eau contenue dans la tomate fraîche. Il existe plusieurs techniques de séchage, à savoir : le séchage par l'huile, le séchage par le soleil, ainsi que le séchage par immersion dans le sel.

#### **3.1.2. Conserve de tomates**

Le concept " **Conserve**" était mis au point par **Nicolas Appert** en **1795**, qui était convaincu que seuls des légumes, des fruits et de la viande de bonne qualité méritaient d'être mis en boîte. La conserve est un produit alimentaire obtenu suite à la stérilisation du contenu dans le contenant, cette méthode de conservation est appelée **APPERTISATION**.

Parmi les conserves de tomates, nous pouvons citer :

##### **3.1.2.1. Conserve de tomates pelées**

Le pelage consiste à enlever la peau de tomates sous l'action de la chaleur, placer les tomates pelées dans un bocal contenant une solution de sel, ensuite appertiser le contenu dans

le contenant. Ce mode de transformation facilite la digestion chez les personnes ayant des problèmes intestinaux.

### **3.1.2.2. Conserve de tomates concentrées**

C'est un produit élaboré de manière qu'il soit débarrassé des peaux, pépins, ainsi que des autres parties dures et gros morceaux par concentration du liquide, ou de la pulpe extraite de tomates saines, mûres et rouges. Du sel et d'autres agents de sapidité peuvent être ajoutés. Notons que les termes « purée de tomate » ou « pâte de tomate » peuvent être utilisés pour désigner le « concentré de tomate » lorsqu'il satisfait aux exigences suivantes :

- **Purée de tomate** : concentré de tomates qui contient au minimum 8% mais au maximum 24% de matière sèche soluble naturelle de tomate.

- **Concentré de tomate :**

Parmi le concentré de tomates, nous citons :

- (i) **Simple concentré de tomate** contient 24 % ou plus de matière sèche soluble naturelle de tomate.
- (ii) **Double concentré de tomate** contient 28 à 30 % de matière sèche soluble naturelle de tomate.
- (iii) **Triple concentré de tomate** contient de 36 à 38 % de matière sèche soluble naturelle de tomate.

# **CHAPITRE IV**

## **Méthodes d'analyse**

L'expérimentation s'inscrit dans le cadre de la caractérisation de la qualité nutritionnelle et sensorielle de la tomate sous serre provenant de deux régions de Mostaganem afin de montrer l'impact de la région, de la conservation au froid et de la cuisson sur la qualité nutritionnelle et organoleptique de la tomate.

Les objectifs détaillés de cette présente étude sont :

- 1) De déterminer les paramètres physicochimiques du sol consacré à la culture de tomate dans les deux régions de Mostaganem ;
- 2) De suivre l'évolution des quelques paramètres physicochimiques de la tomate fraîche ; à savoir (pH, M.S, M.M, M.O, Teneur en eau, et Vitamine C.) au cours de la conservation au froid (+4°C) pendant 10 jours ;
- 3) De déterminer les paramètres physicochimiques de la tomate fraîche séchée, à savoir (Polyphénols totaux, activité antioxydante, sucres réducteurs et sucres totaux) ;
- 4) De montrer l'effet de la cuisson à la vapeur sur la dégradation de la vitamine C et de la friture sur l'oxydation des lipides ;
- 5) Enfin de faire une évaluation sensorielle de la tomate de ces deux régions par un test de dégustation.

A cet effet, l'analyse de différents paramètres nous permettra de montrer l'influence des différents facteurs environnementaux ainsi que celle des pratiques culturales sur la valeur nutritionnelle et sensorielle de la tomate.

Les échantillons ont été procurés dans deux régions de Mostaganem en Algérie, à savoir : STIDIA et ACHAACHA connues pour leur importance de la production dans la région.

La région de STIDIA est une commune côtière de la wilaya de Mostaganem, située à 35° 50' 16" Nord et 0° 00' 05" Ouest, avec une superficie de 55,00 km carré ayant un climat semi-aride et chaud.





*Figure 12 : Géo localisation de la région de STIDIA*

La région d'ACHAACHA est une commune de la wilaya de Mostaganem, située à 36° 14' 47" Nord et 0° 38' 3" Est, avec une superficie de 62,00 km carré, ayant un climat méditerranéen avec été chaud.



*Figure 13 : Géo localisation de la région d'ACHAACHA*

L'ensemble de ce travail est réalisé au laboratoire des recherches à l'école supérieure d'agronomie et au laboratoire de technologie alimentaire et nutrition à l'Ex- INES de Mostaganem.

## **4.1. Matériels**

Les études ont porté sur les fruits de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) et les sols. Le fruit de tomate est caractérisé par une forme ronde et une couleur rouge vif, par la présence de 6 à 8 lobes, par un poids moyen de 120 à 150 g.

## **4.2. Méthodes**

### ***4.2.1. Echantillonnage***

Environ un échantillon de 6Kg de tomates mûres, fermes et saines, conservant leur pédoncule ont été sélectionnés au hasard sous la serre afin de servir à la mise au point de quatre différents lots pour les essais.

Ces quatre lots se présentent de la manière suivante :

- 1) **Lot I** (échantillons frais destinés à la conservation à 4°C pendant 10 jours) ;
- 2) **Lot II** (échantillons destinés au séchage) ;
- 3) **Lot III** (échantillons destinés à la cuisson à vapeur et à la friture) ;
- 4) **Lot IV** (échantillons frais)

Les sols ont été prélevés d'un site agricole où sont cultivées les tomates, le prélèvement a été effectué tout en creusant des profils de 20 cm d'environ tout au long de la serre afin d'homogénéiser l'échantillon.

### ***4.2.2. Traitement technologique des échantillons***

#### ***4.2.2.1. Cuisson à la vapeur***

Une quantité de tomates fraîches bien nettoyées est coupée en rondelles, mise dans une passoire puis placée sur une plaque chauffante jusqu'à un point de cuisson maximale environ 30 minutes.

#### ***4.2.2.2. Cuisson à la friture***

Une petite quantité de tomates fraîches bien nettoyées est coupée en rondelle, mise dans une poêle contenant 200ml d'huile, la friture est réalisée sur un feu fort pendant environ 20 minutes.

#### ***4.2.2.3. Séchage***

Les échantillons de tomates ont été coupés en rondelle puis séchés sous la température de la serre pendant quelques jours.

Les échantillons de sols ont été mis sur des plateaux puis laissés séchés sous la température ambiante de l'enceinte du laboratoire pendant quelques jours.

Enfin, nous avons procédé par :

- 1) Analyse de certains paramètres physicochimiques du sol ;
- 2) Suivi de l'évolution des paramètres physicochimiques de la tomate crue au cours de la conservation au froid a été effectué de la manière suivante :
  - **La mesure des paramètres physicochimiques a été effectuée au J-1** ; ensuite au **J-5** ; et enfin au **J-10**.
- 3) Analyse de certains paramètres physicochimiques de la tomate séchée ;
- 4) Appréciation de la qualité organoleptique de la tomate fraîche, et de la tomate cuite à la vapeur par un test de dégustation.

### **4.3. Analyse des paramètres physicochimiques de la tomate**

#### **4.3.1. Détermination du pH (AFNOR, 1982)**

Le pH est directement déterminé selon les normes AFNOR (1982), On met 10g de tomate dans un bêcher et on y ajoute neuf fois son volume d'eau distillée, on chauffe dans un bain-marie pendant 30 mn à 50°C en remuant de temps en temps. Ensuite le mélange obtenu est broyé dans un mortier TAHI (2008) ; **DOSSOU ET AL**, (2007). Le pH est déterminé par un pH-mètre électronique **BENAROUS** (2006), en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

#### **4.3.2. Détermination du taux de matière sèche et d'humidité (AFNOR, 1982)**

##### **1° Principe**

Le principe de cette méthode consiste à faire subir aux échantillons un chauffage de 105°C pendant 24h dans une étuve. La teneur en eau est exprimée en % du poids d'eau par rapport au poids de matière sèche.

##### **2° Mode opératoire**

- (1) Peser le creuset vide(Mo) ;
- (2) Peser 5g de l'échantillon(m) ;
- (3) Mettre l'échantillon dans le creuset ;
- (4) Placer le creuset dans l'étuve à 105°C pendant 24h ;
- (5) Refroidir le creuset dans un dessiccateur ;

(6) Et peser l'ensemble de masse(M).

La teneur en matière sèche est déterminée à partir de l'équation suivante :

$$M.S(\%) = 100 \times (M - M_0)/m$$

Ainsi le taux d'humidité est déterminé par déduction :

$$H_2O(\%) = 100\% - M.S$$

**M.S:** matière sèche (%)

**M :** masse de l'ensemble(g)

**Mo :** le poids du creuset vide(g)

**m :** masse de l'échantillon(g)

#### ***4.3.3. Détermination de la matière minérale et organique (AFNOR, 1982)***

##### ***1° Principe***

Le principe de cette méthode consiste à faire subir aux échantillons un chauffage de 550°C pendant 3h dans un four à moufle.

##### ***2° Mode opératoire***

- (1) Peser le creuset vide(Mo) ;
- (2) Peser 2g de l'échantillon(m) ;
- (3) Mettre l'échantillon dans le creuset ;
- (4) Placer le creuset dans le four à moufle à 550°C pendant 3h
- (5) Refroidir le creuset dans un dessiccateur ;
- (6) Et peser l'ensemble de masse (M1).

La teneur en matière minérale est déterminée de la manière suivante :

$$M.M(\%) = 100 \times (M1 - M_0)/m$$

Ainsi la teneur en matière organique est déterminée par déduction :

$$M.O(\%) = 100\% - M.M$$

**M.M:** matière minérale (%)

**M.O:** matière organique (%)

**Mo :** poids du creuset vide(g)

**M1 :** masse de l'ensemble(g)

**m :** masse de l'échantillon(g)

#### ***4.3.4. Dosage de la vitamine C par le permanganate de potassium (100 mg/l) (ANONYME).***

##### ***1° Principe***

Le principe de cette méthode consiste à évaluer la quantité de la vitamine C dans un volume connu de jus de tomate par le permanganate de potassium dans un spectre à 525 nm de longueur d'onde.

##### ***2° Mode opératoire***

- (1) Peser 2g du fruit ;
- (2) Piler dans un mortier ;
- (3) Ajouter 10ml de l'AMP (acide métaphosphorique) 1 % (froid) ;
- (4) Attendre 2 minutes ;
- (5) Puis ajouter encore 10 ml de l'AMP ;
- (6) Filtrer le jus (2g du fruit+20ml de l'AMP) avec **papier wattman** ou avec une pompe sous vide ;
- (7) Prélever 5ml du filtrat et verser dans une fiole de 50ml ensuite compléter avec l'E.D;
- (8) Prélever 10ml de la solution diluée+10ml de  $KMnO_4$  ;
- (9) Attendre 20minutes ;
- (10)** Faire la lecture de la D.O à une longueur d'onde maximale de 525nm.

#### **4.3.5. Détermination des polyphénols totaux par le réactif de folin-ciocalteu (WATERMAN ET MOLE, 1994).**

##### **1° Principe**

Cette méthode consiste à faire oxyder l'ensemble des composés phénoliques contenus dans les extraits par le réactif de Folin-Ciocalteu. Le réactif de Folin - Ciocalteu oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéros polyacides d'où la formation d'un complexe bleu (DAELS,1999). La coloration bleue produite est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu réactionnel. La concentration en composés phénoliques des extraits est déterminée en se référant à l'acide gallique pris comme étalon et les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g d'échantillon (mg EAG / 100 g d'échantillons).

##### **2° Mode opératoire**

1) Préparation de l'extrait brut à partir de la poudre de la matière fraîche :

- (1) Peser 10 g de la poudre mélanger avec 100 ml de méthanol à 80%(80 ml de méthanol + 20 ml d'E.D) ;
- (2) Laisser sous agitation pendant 6h à l'abri de la lumière ;
- (3) Filtration avec du papier wattman.

Le filtrat (extrait brut) est utilisable pour le dosage des poly phénols totaux et de l'activité anti-oxydante.

2) Dosage proprement dit :

- (1) Prélever 1 ml d'extrait + 5 ml de réactif de Folin (1/10) ;
- (2) Laisser incuber et agiter pendant 5 minutes à l'abri de la lumière ;
- (3) Ajouter 4 ml de carbonate de sodium (7,5 %) ;
- (4) Incubation pendant 1 heure ;
- (5) Lecture au spectre à une longueur d'onde de 765 nm contre un blanc d'E.D.

#### **4.3.6. Détermination de l'activité antioxydante par le test de DPPH (0,004%) (BRAND - WILLIAMS ET AL, 1995)**

##### **1° Principe**

Cette méthode consiste de prélever 50µL d'extrait brut ; mélanger avec 5 ml de la solution de DPPH ; laisser incuber à l'obscurité pendant 30 minutes, ensuite faire la lecture dans un spectrophotomètre à 517 nm de longueur d'onde. L'acide ascorbique à des concentrations : 0-1 mg/ml a servi pour tracer la courbe d'étalonnage.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est calculé selon l'équation ci-après :

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}) \div A_{\text{contrôle}}] \times 100, (\text{FREESE ET AL, 2002})$$

$A_{\text{contrôle}}$  : Absorbance du contrôle (absorbance de la solution en absence de molécules testées).

$A_{\text{échantillon}}$  : Absorbance de la solution en présence de molécules testées.

##### **2° Détermination d'IC<sub>50</sub>**

La valeur d'IC<sub>50</sub> ou concentration d'inhibition 50 est la concentration du substrat qui assure la réduction de 50% de l'activité du DPPH déterminée graphiquement (SAMARTH ET AL, 2008).

La solution de DPPH (0,004%) est préparée de la manière suivante :

- Peser 0,004 g de DPPH et le dissoudre dans 100 ml de méthanol.

#### **4.3.7. Détermination des sucres totaux par le phénol-sulfurique (DUBOIS ET AL, 1956)**

##### **1° Principe**

Cette technique consiste à prélever 1 ml d'échantillon + 1 ml de phénol (5%) + 5 ml de l'acide sulfurique ; homogénéisation légère pendant 30 secondes pour provoquer la réaction ainsi le mélange devient chaud ; refroidissement immédiat dans l'eau glacée ; Lecture au spectre à 490 nm de longueur d'onde.

#### **4.3.8. Détermination des sucres réducteurs par le DNS (BENFELD, 1955)**

##### **1° Principe**

Cette technique consiste à prélever 0,1 ml d'échantillon mélanger avec 0,1 de réactif de DNS ; poser le mélange à l'ébullition pendant 5 min dans un bain marie et le refroidir rapidement ; ajouter 1 ml d'E.D et homogénéiser ; ensuite faire la lecture au spectre à 540 nm.

Le DNS est préparé de la manière suivante :

- Peser 2 g DNS +3,2 g de NaOH placer dans une éprouvette de 100 ml et compléter le volume avec de l'E.D.

Préparation de l'échantillon :

- (1) Peser 0,1g de la poudre + 10 ml d'éthanol à 80% (8 ml d'éthanol pur + 2 ml d'E.D) ;
- (2) Placer dans le bain marie pendant 20 minutes à 85°C ;
- (3) Mettre dans une centrifugeuse de 1000 gpm pendant 10 minutes ;
- (4) Récupérer le surnageant ;
- (5) Refaire le processus trois fois afin d'extraire le maximum des sucres dans la poudre de la matière fraîche.

#### **4.3.9. Détermination de la peroxydation lipidique par l'acide thiobarbiturique [sr-TBA] (GENOT, 1996)**

##### **1° Principe**

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malondialdéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm.

##### **2° Mode opératoire**

- (1) Peser 2 g d'échantillon + 16 ml de l'acide trichloroacétique (TCA) à 5% (p/v) + 100 µl de l'acide ascorbique à 0,1% (p/v) sont ajoutés ;
- (2) Piler dans un mortier ;
- (3) Filtrer avec du papier filtre ;
- (4) Mettre dans un tube à essai 2 ml du filtrat + 2 ml de l'acide thiobarbiturique (TBA) à 0,288% ;
- (5) Placer le tube dans un bain marie pendant 30 minutes à 70°C ;
- (6) Refroidissement et lecture au spectre à 532 nm contre un blanc (2 ml de TBA + 2 ml de TCA).

Le mode de calcul est le suivant :

$$mg \text{ équivalent MDA/kg} = (D.O \times V_{TCA} \times 2 \times M10^{-2}) / 1,56 \times m$$

Avec  $V_{TCA}$ : volume du solvant d'extraction (16 ml)

m : masse de l'échantillon analysée (g)



M : masse moléculaire du MDA = 72 g/ mol

#### **4.4. Analyse de certains paramètres physicochimiques du sol**

##### **4.4.1. Détermination de pH du sol (AFNOR, 1992)**

###### **1° Principe**

Cette méthode recommande à préparer une suspension de sol dans cinq fois son volume au choix : soit avec l'eau distillée, KCl et CaCl<sub>2</sub> ; agiter pendant 1 heure sur une plaque d'agitation ; laisser au repos pendant 2 heures ; ensuite mesurer le pH par un pH-mètre.

##### **4.4.2. Détermination de la conductivité électrique du sol (AFNOR, 1992)**

###### **1° Principe**

Cette méthode consiste à préparer une suspension de sol dans cinq fois son volume d'eau distillée ; agiter pendant 45 minutes sous l'agitateur ; laisser au repos pendant une heure ; ensuite mesure la conductivité par un conductivimètre.

##### **4.4.3. Dosage granulométrique par tamis (AFNOR, 1992)**

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Il n'existe pas de méthode parfaite pour déterminer la granulométrie ; l'exactitude de la méthode dépend de la nature du sol et, plus précisément, de la forme géométrique des particules et du pourcentage des matières organiques qu'elles renferment.

L'étude granulométrique des particules permet de déterminer la surface spécifique (m<sup>2</sup>/g) du sol, ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques. Elle permet aussi d'estimer la quantité de matières en suspension et la quantité de matières sédimentées lorsque des travaux de dragage sont effectués.

###### **1° Principe**

Une portion d'échantillon est séchée et séparée par vibration sur une série de tamis superposés. Par la suite, le contenu de chaque tamis est pesé et la fraction d'échantillon recueillie par tamis est rapportée sur la quantité d'échantillon totale.

Les résultats sont exprimés en % pour chaque fraction obtenue, selon l'équation suivante :

$$C = 100 \times (A - B) / D$$

D'où :

C : fraction de l'échantillon sur un tamis (%)

A : poids du tamis avec fraction (g) ;

B : poids du tamis vide (g) ;

D : poids d'échantillon total utilisé (g)

#### **4.5. Analyse sensorielle et organoleptique de la tomate**

##### **Objectif**

La prise en compte des critères organoleptiques dans la sélection du produit est un objectif majeur. Le goût reste en effet un facteur déterminant dans l'achat de légumes. Ce présent test de dégustation a pour objectif de décrire de façon ordonnée et structurale les propriétés des tomates de deux régions de Mostaganem avant et après cuisson à la vapeur et de déduire la tomate qui se prête mieux à la cuisson.

L'analyse sensorielle d'un produit consiste à le décrire selon un ensemble de descripteurs qui reposent sur chacun de nos sens, à savoir :

- (1) **La vue** : elle nous renseigne sur la forme ; la couleur et l'état de fraîcheur du produit ;
- (2) **L'odorat** : il nous renseigne sur l'odeur et la comestibilité du produit ;
- (3) **Le goût** : il nous renseigne sur la saveur et le parfum du produit ;
- (4) **Le toucher** : il nous renseigne sur la consistance du produit.

La description de la différence entre les produits nécessite la mise en place d'un test descriptif, aussi appelé **profil sensoriel**. Il aboutit au final à la création d'une carte d'identité sensorielle du produit permettant sa description précise selon les critères choisis.

La qualité des tomates est basée principalement sur l'uniformité de leur forme et l'absence de défauts de croissance ou de manutention. La taille n'est pas un facteur dans les critères de qualité mais peut influencer fortement les attentes commerciales en matière de qualité.

Le test de dégustation a été réalisé en présence de 13 dégustateurs ayant chacun une assiette contenant quatre échantillons codés de la manière suivante : **S243, A342, S213, A312**.

- (1) **S243** : représente la tomate fraîche de STIDIA ;
- (2) **A342** : représente la tomate fraîche d'ACHAACHA ;
- (3) **S213** : représente la tomate de STIDIA cuite à la vapeur ;
- (4) **A312** : représente la tomate d'ACHAACHA cuite à la vapeur ;

Tableau 3 : Principaux Critères à prendre en compte

Critère	Caractéristiques
Couleur	Uniforme (rouge, rouge profond).
Jutosité	Qualité de ce qui est juteux, c'est à dire ce qui donne l'impression de libérer du jus au cours de la mastication. Moins juteux, juteux, très juteux.
Fermeté	Cède à une pression du doigt ferme. Ne doit pas être molle, ni aisément déformée à cause d'une sur-maturité.  Caractère farineux ou fondant.
Goût	Saveur : sucrée, acide, amer.
Tendreté	Moins tendre, tendre.

**Echelle de notation de 1 à 8 pour chaque critère :**

- (1) **Goût** : 1-2 (saveur sucrée) ; 3-5 (saveur acide) ; 6-8 (saveur amer)
- (2) **Couleur** : 1-4 (rouge), 5-8 (rouge profond)
- (3) **Fermeté** : 1-4 (caractère farineux) ; 5-8(caractère fondant)
- (4) **Tendreté** : 1-3 (moins tendre) ; 4-8(tendre)
- (5) **Jutosité** : 1-2 (moins juteux) ; 3-5(juteux) ; 6-8 (très juteux)

**Echelle de notation pour chaque échantillon :**

- (1) **0 - 3** (très mauvais, mauvais, plutôt mauvais)
- (2) **4 - 6** (ni bon ni mauvais, plutôt bon, assez bon)
- (3) **7 - 10** (bon, très bon, excellent)

**4.6. ANALYSE STATISTIQUE**

Les résultats pour les données paramétriques ont été traités statistiquement à l'aide d'un logiciel **STAT BOX** par une analyse de variance mono factorielle en randomisation complétée par une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de **5 %** de probabilité. Par contre pour les données non paramétriques relatives aux tests organoleptiques, les résultats ont été traités statistiquement par le test de **FRIDMAN**.

# CHAPITRE V

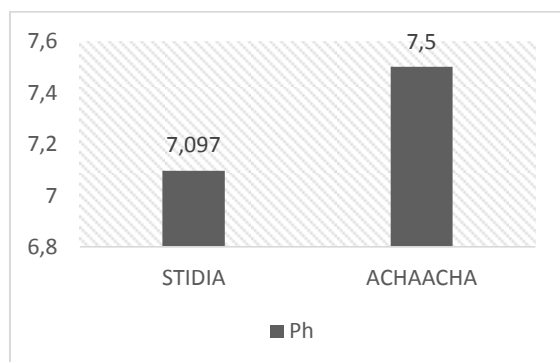
## Présentation des résultats et discussions

## 5.1. Analyse du sol

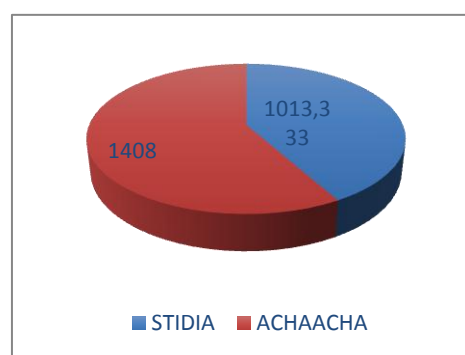
### 5.1.1. Ph et conductivité électrique

Tableau 4 ; Valeurs du pH et de la conductivité électrique du sol

PARAMETRE	STIDIA	ACHAACHA	EFFET REGION
PH	7,097b ± 0,06	7,5a ± 0,1	P < 0,05
Conductivité [μS/ cm]	1013,333b ± 16,921	1408a ± 3,512	P < 0,01



Graphique 1 : valeurs du pH du sol



Graphique 2 : Diagramme de la conductivité du sol

Le pH et la conductivité sont de paramètres importants qui interviennent principalement sur la disponibilité des sels pour les plantes. Une conductivité basse < 2,5 mS/cm signifie que les sols ne présentent aucun problème en sels (ROGER D., 1999). Les résultats obtenus sont présentés dans le **Tableau 4** montrent la différence de variations de pH et conductivité du sol de STIDIA et celui de ACHAACHA. Cette différence de variations est significative (P < 0,05) pour le pH et très significative (P < 0,01) pour la conductivité du sol entre les deux régions. Nous pourrions dire que les deux régions ne présentent aucun problème en sels, toutefois les sols ACHAACHA présentent une conductivité élevée par rapport à ceux de STIDIA.

### 5.1.2. Granulométrie

Tableau 5 : Fraction du sol

Sol	Fraction en sable (%)	Fraction en limon(%)	Fraction en argile(%)
STIDIA	98,28	0,11	0,22
ACHAACHA	99,25	0,29	0,31

Les résultats obtenus (**Tableau 5**) montrent les différentes fractions du sol de STIDIA et celui d'ACHAACHA. Cependant, les sols d'ACHAACHA présentent une fraction élevée en sable 99,25 %, en limon 0,29 %, et en argile 0,31%. Nous pourrions dire que les sols d'ACHAACHA et de STIDIA ont une texture sableuse, mais néanmoins ceux d'ACHAACHA semblent un peu lourds.

### 5.2. Analyse des paramètres physicochimiques de la tomate crue conservée à +4°C pendant 10 jours

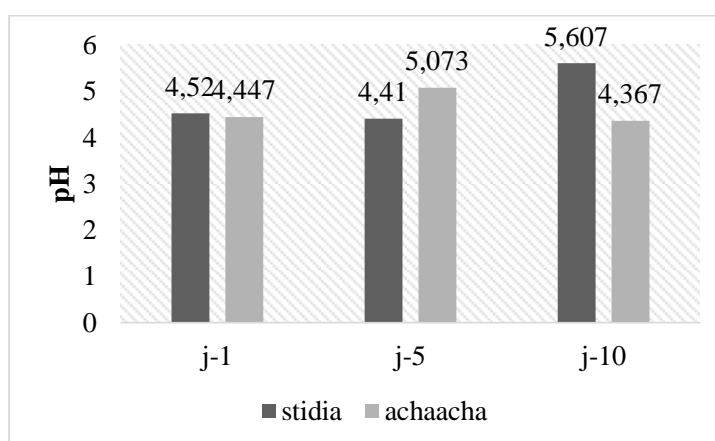
Les fruits de tomate sont caractérisés par une forme ronde et une couleur rouge vif, par la présence de 6 à 8 lobes, par un poids moyen de 120 à 150g, par une largeur de 5 à 6,3 cm, et une longueur de 4,5 à 5,4 cm.

#### 5.2.1. pH

Les variations du pH de trois séries d'échantillons de tomate sont présentées dans le **tableau 6** ci-dessous.

*Tableau 6 : Variation du pH de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération*

JOUR	STIDIA	ACHAACHA	EFFET REGION
J-1	4,52a±0,036	4,447b±0,131	P> 0,05
J-5	4,41b±0,09	5,073a±0,2	P< 0,05
J-10	5,607a±0,195	4,367b±0,05	P<0,01



*Graphique 3 : Variation du pH de trois échantillons de tomate au cours de la réfrigération*

Le potentiel d'hydrogène est un critère d'appréciation du milieu d'un produit. En effet, la mesure du pH d'un aliment est un indicateur essentiel de sa qualité, et de sa sécurité. A cet effet, les variations du pH pouvant entraîner d'importantes différences de goût, de fraîcheur et de durée de conservation. Dans les fruits et légumes, le pH augmente avec le stade de maturité (GUTHEIL ET AL.1980). La valeur théorique du pH est comprise entre 4 et 4,6. Les résultats présents dans (tableau 6) montrent la variation du pH des tomates de STIDIA et ACHAACHA au cours de la réfrigération, Au J-1 la différence entre le pH de la tomate de STIDIA et celle de ACHAACHA n'est pas du tout significative ( $P > 0,05$ ). Cependant, au J-5, on constate une variation du pH avec  $4,41b \pm 0,09$  pour la tomate de STIDIA contre  $5,073a \pm 0,2$  pour la tomate de ACHAACHA, et cette différence de variations de pH entre les tomates de ces deux régions est significative ( $P < 0,05$ ). Au J-10, la variation du pH s'est poursuivie de  $5,607a \pm 0,195$  pour la tomate de STIDIA et  $4,367b \pm 0,2$  pour la tomate d'ACHAACHA et cette différence de variations du pH entre les deux régions est hautement significative ( $P < 0,01$ ).

### 5.2.2. Matière sèche et humidité (%)

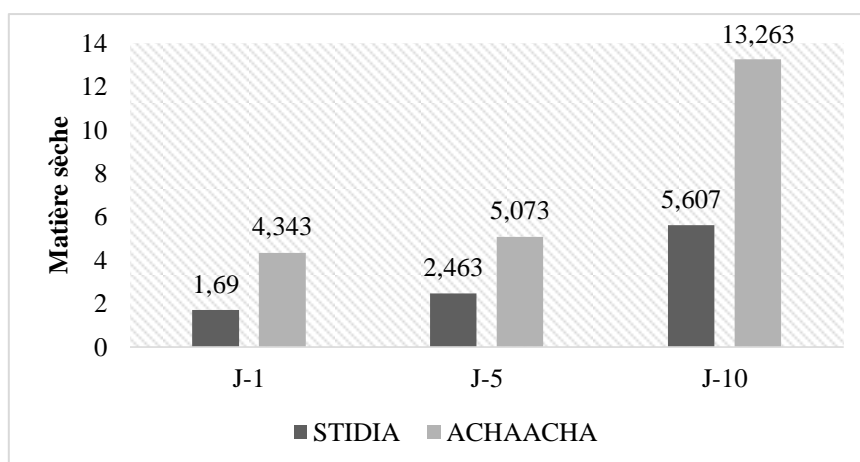
Les variations de la teneur en matières sèches de trois séries d'échantillons sont présentées dans le tableau 7 ci-après.

Tableau 7 : Variation de la teneur en M.S de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

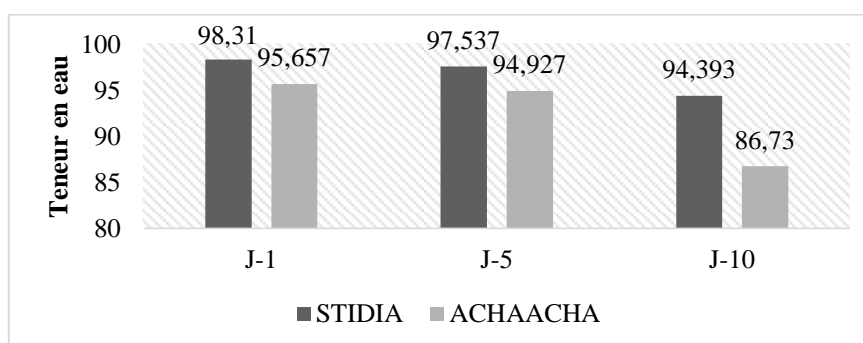
JOUR	STIDIA (%)	ACHAACHA (%)	EFFET REGION
J-1	$1,69b \pm 0,101$	$4,343a \pm 0,25$	$P < 0,01$
J-5	$2,463b \pm 0,152$	$5,073a \pm 0,2$	$P < 0,01$
J-10	$5,607b \pm 0,195$	$13,263a \pm 0,356$	$P < 0,01$

Tableau 8 : Variation de l'humidité de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

JOUR	STIDIA (%)	ACHAACHA (%)	EFFET REGION
J-1	$98,31a \pm 0,101$	$95,657b \pm 0,25$	$P < 0,01$
J-5	$97,537a \pm 0,152$	$94,92b \pm 0,2$	$P < 0,01$
J-10	$94,393a \pm 0,195$	$86,73b \pm 0,356$	$P < 0,01$



Graphique 4 : variation de la teneur en M.S de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération



Graphique 5 : variation de la teneur en eau de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

La M.S constitue le poids sec d'un aliment, elle représente généralement 5% de la masse du fruit, composée majoritairement de 48% de sucres (Saccharose, glucose, fructose et polysaccharides), de lipides, de protéines, de vitamines et de micronutriments. C'est un critère de base à titre comparatif entre deux produits alimentaires. Elle est en rapport avec la teneur en eau. La teneur en matière sèche varie en fonction de stade de maturité, de variétés, de pratiques culturales et de la région. La valeur théorique de la teneur en eau est comprise entre 93,4 et 95,2 % (GRASSELLY ET AL., 2000). Les résultats présentés (Tableaux 7 et 8), montrent la variation de la teneur en M.S et en Eau au cours de la réfrigération. Les tomates de ces deux régions ont subi de variations de leur teneur en M.S (1,69 à 5,607 % pour les tomates de STIDIA et 4,343 à 13, 263 % pour les tomates de ACHAACHA) et en eau au cours de la réfrigération, et la différence de ces variations entre les tomates de ces deux régions est hautement significative ( $P < 0,01$ ). A cet effet, nous pouvons expliquer cet écart



par leur stade de récolte : les tomates de STIDIA ont été cueillies avant qu'elles atteignent leur stade de maturation optimale compte tenu de leur faible teneur en M.S et haute teneur en eau au **J-1**, Nous pourrions dire que les tomates de ces deux régions ont poursuivi leur maturation au cours de la réfrigération. Les tomates d'ACHAACHA ont une importance nutritionnelle très significative grâce à sa haute teneur en M.S.

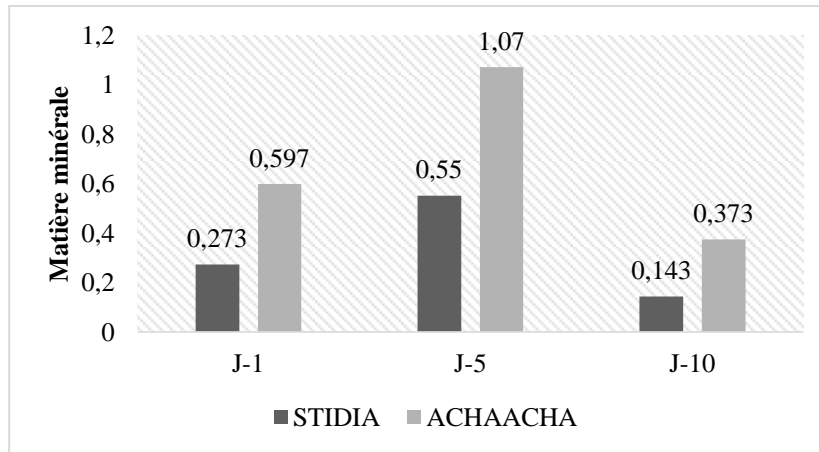
### 5.2.3. Matière minérale et organique (%)

Tableau 9 : Variation de la teneur en M.M de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

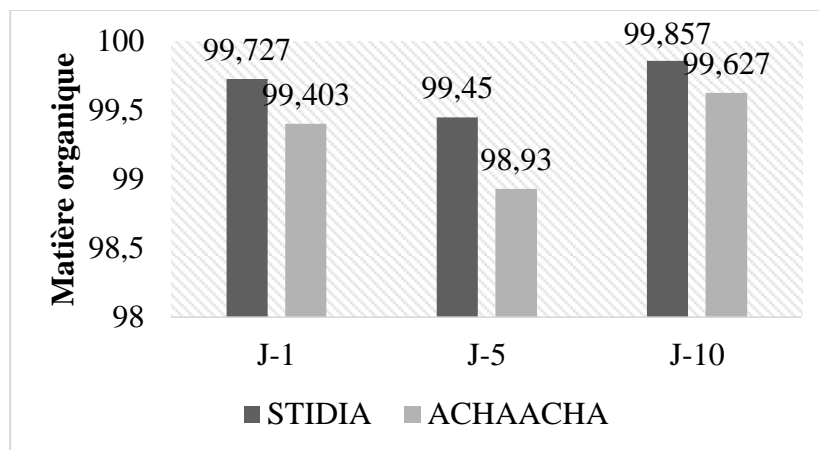
JOUR	STIDIA (%)	ACHAACHA (%)	EFFET REGION
J-1	0,273b ± 0,064	0,597a ± 0,1	P < 0,05
J-5	0,55b ± 0,05	1,07a ± 0,214	P < 0,05
J-10	0,143b ± 0,051	0,373a ± 0,047	P < 0,05

Tableau 10 : Variation de la teneur en M.O de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

JOUR	STIDIA (%)	ACHAACHA (%)	EFFET REGION
J-1	99,727a ± 0,064	99,403b ± 0,1	P < 0,05
J-5	99,45a ± 0,05	98,93b ± 0,214	P < 0,05
J-10	99,857a ± 0,051	99,627b ± 0,047	P < 0,05



Graphique 6 : Variation de la teneur en M.M de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération



Graphique 7 : Variation de la teneur en M.O de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

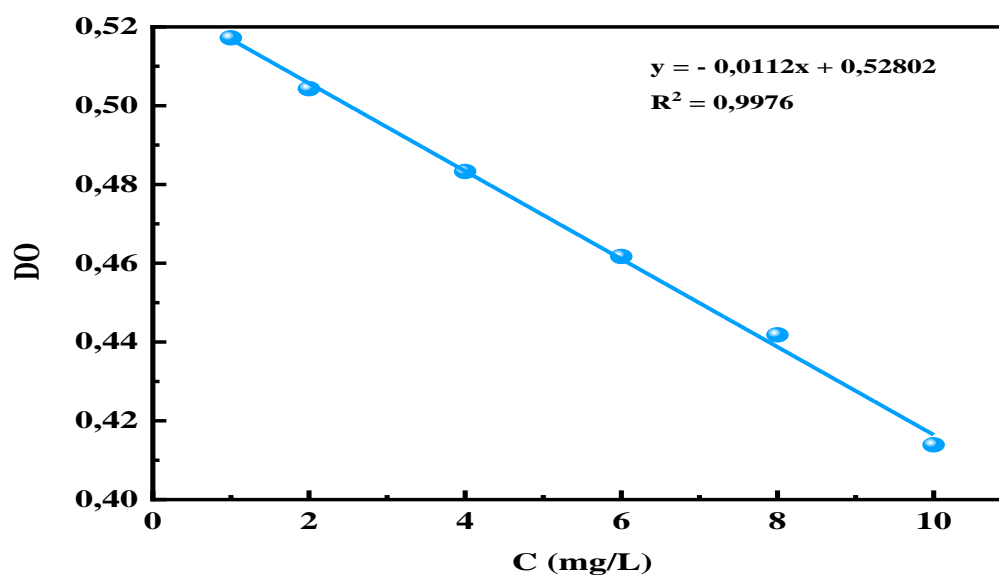
La tomate est d'une grande importance dans la contribution de l'apport alimentaire de l'homme en minéraux, car elle nous procure beaucoup de potassium, du sodium, du magnésium, du phosphore, du calcium, etc. Les minéraux sont considérés comme des éléments régulateurs clés du métabolisme humain (**GHARIBZAHEDI ET JAFARI, 2017**). La valeur théorique de la teneur en M.M est de 0,6% du poids du fruit (**GRASSELLY ET AL, 2000**). Elle varie par rapport au taux de la M.O. (**Tableaux 9 et 10**) montrent les résultats obtenus suite à la variation de la M.M et M.O au cours de la réfrigération. Les tomates de ACHAACHA ont présenté de teneurs élevées en M.M mais avec des variations au cours de la réfrigération (**Tableau 9**), et cette différence de teneurs et de variations en M.M et en M.O entre les tomates de STIDIA et de ACHAACHA au cours de la réfrigération est statistiquement significative ( $P < 0,05$ ). Ces variations expliqueraient une poursuite du métabolisme endogène qui serait à la base de la diminution de la solubilité des minéraux. Les

tomates de la région d'ACHAACHA présentent un bon apport minéral de 0,597 % qui est significatif par rapport à celles de la région de STIDIA 0,273 %.

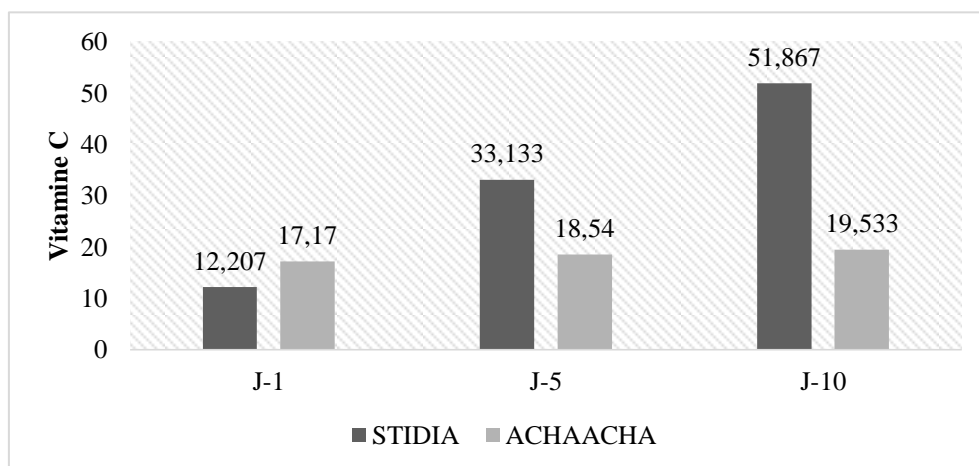
#### 5.2.4. Vitamine C (MG/ 100G DE M.F)

Tableau 11 : Variation de la teneur en vitamine C (mg/ 100g de M.F) de trois séries d'échantillons de tomate au cours de la réfrigération

JOUR	STIDIA	ACHAACHA	EFFET REGION
J-1	12,207b ± 0,11	17,17b ± 0,173	P < 0,01
J-5	33,133a ± 0,252	18,54b ± 0,342	P < 0,01
J-10	51,867a ± 0,404	19,533b ± 0,252	P < 0,01



Graphique 8 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique



Graphique 9 : Variation de la teneur en vitamine C au cours de la réfrigération

Les résultats ont été obtenus après une dilution (1/5) pour l'échantillon de ACHAACHA, c'est à dire, on a prélevé 10 ml de jus versé dans une fiole de 50 ml ensuite compléter le volume avec de l'E.D. Par contre, pour l'échantillon de STIDIA une dilution (1/5) n'a pas donnée des résultats. La dilution (1/4) pour l'échantillon de STIDIA, c'est à dire, on a prélevé 12,5 ml de jus versé dans une fiole de 50 ml ensuite compléter le volume avec de l'E.D jusqu'au trait de jauge était notre seule option pour aboutir aux résultats.

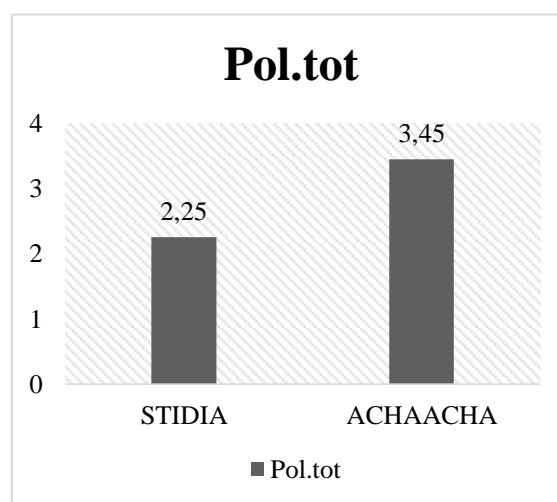
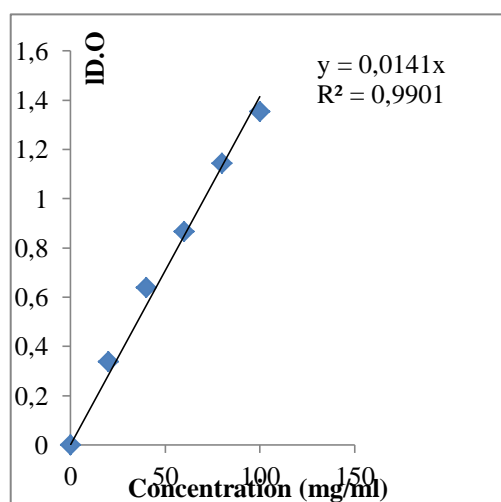
La vitamine C est un puissant anti radicalaire. Cette propriété antioxydante qu'elle en possède fait de lui un critère de base. Selon GUTHEIL ET AL., (1980), la vitamine C augmente en raison de la poursuite du métabolisme du fruit. La valeur théorique de la vitamine C est comprise entre 15- 23 mg/ 100g (GRASSELLY ET AL., 2000). Les résultats obtenus (Tableau 11) montrent la variation de la vitamine C au cours de la réfrigération. En effet, les résultats en Vitamine C obtenus au J-5(33,133a ± 0,252 mg/100g) et au J-10(51,867a ± 0,404 mg/100g) sont proches de ceux de (PATANE ET AL., 2016) (35 mg/100g et 59 mg/100g) sur les différentes variétés étudiées. Les tomates de ACHAACHA présentent de faibles variations en vitamine C au cours de la réfrigération avec (18,54b ± 0,342 mg/100g au J-5); (19,533b ± 0,252 mg/100g au J-10) ] par rapport aux tomates de STIDIA ( tableau 11) Suite à la faible teneur en vitamine C de la tomate de STIDIA au J-1 ( 12,207b ± 0,11mg/100g) et à son augmentation très rapide et très significative au cours de la réfrigération, nous pourrions dire que les tomates de STIDIA ont poursuivi leur maturation avec une variation des masses qui est très significative par rapport à celles de ACHAACHA. Si les tomates de STIDIA arrivent à un stade maximal de maturation avant récolte, elles présenteraient un apport hautement important en Vitamine C par rapport à celles d'ACHAACHA.

### 5.3. Analyses de paramètres physicochimiques de la tomate séchée

Tableau 12 : Teneur en polyphénols, en activité antioxydante, en sucres réducteurs et totaux de la tomate crue séchée.

PARAMETRES A CONTROLER	STIDIA	ACHAACHA	EFFET REGION
Poly phénols totaux [mg EAG/100 g de M.S]	2,25b ± 0,05	3,45a ± 0,001	P < 0,01
Activité antioxydante IC50 [mg/ml]	258,327a ± 0,754	44,377b ± 1,468	P < 0,01
Sucres réducteurs [g/100 g de M.S]	0,003b ± 0,002	0,005a ± 0,004	P > 0,05
Sucres totaux [g/100 g de M.S]	0,16b ± 0,038	0,183a ± 0,025	P > 0,05

#### 5.3.1. Polyphénols totaux (MG EAG/100G DE M.S)



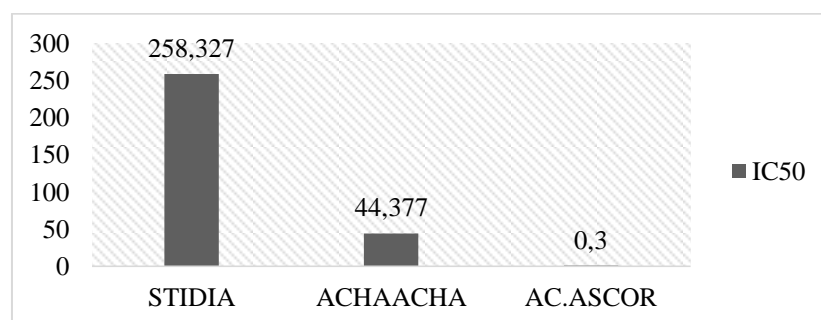
Graphique 10 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Graphique 11 : Teneur en polyphénols totaux de la tomate

Les résultats ont été obtenus après une dilution (1/10) de l'extrait brut, c'est à dire, on a prélevé 1 ml de l'extrait brut mélangé avec 9 ml de méthanol. L'acide gallique à 100µg/ml a remplacé l'extrait dans la courbe d'étalonnage.

Les polyphénols totaux (**tableau 13**) sont la réponse aux conditions de stress pendant la croissance des plantes, leur teneur dépend de l'espèce ; de la région ; du choix du solvant ; de la période de récolte (**SLIMESTAD ET VERHEUL., 2009**). A cet effet, les tomates d'ACHAACHA ont enregistré une teneur élevée en polyphénols totaux ( $3,45\mathbf{a} \pm 0,05$ ) par rapport à celles de STIDIA ( $2,25\mathbf{b} \pm 0,001$ ). La différence de la teneur en polyphénols totaux entre les tomates de ces deux régions est hautement significative ( $p < 0,01$ ). Nous pourrions dire que les tomates d'ACHAACHA ont une très grande importance nutritionnelle en composés phénoliques.

### 5.3.2. *Activité antioxydante (IC<sub>50</sub>[mg/ml])*



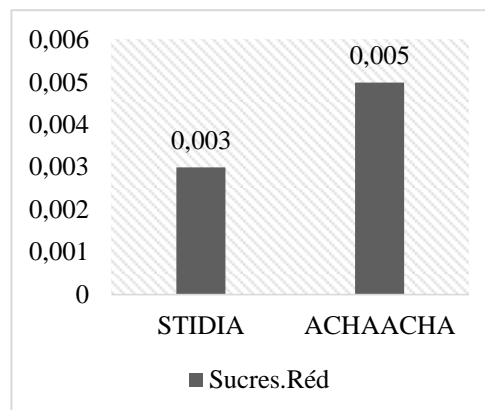
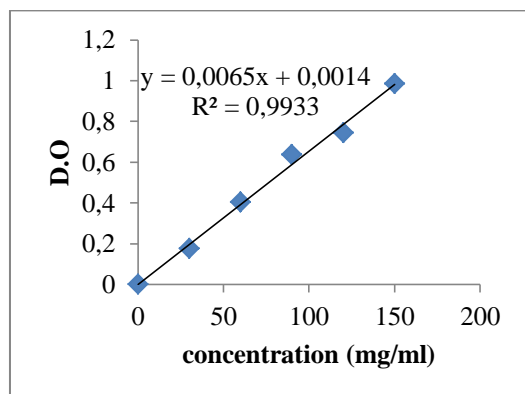
*Graphique 12 : Teneur en IC<sub>50</sub>*

Les résultats ont été obtenus à partir de l'extrait brut préparé avec 10g de poudre dans 50 ml de méthanol à 80% pour l'échantillon d'ACHAACHA. Par contre, pour celui de STIDIA, l'extrait brut a été préparé avec 25g de poudre. L'acide ascorbique a été pris comme standard.

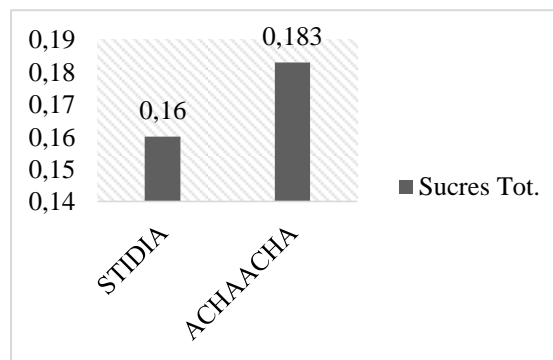
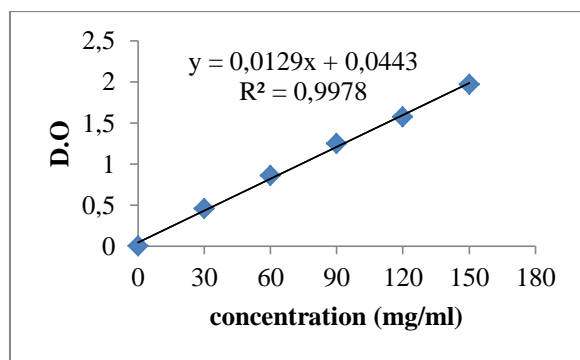
IC<sub>50</sub> correspond à la concentration de l'échantillon qui inhibe 50% de la DPPH, un faible IC<sub>50</sub> correspond à la haute capacité antiradicalaire. La richesse en antioxydants d'un fruit, plus particulièrement la vitamine C est également confirmée par une grande activité antioxydante. (MARTINEZ-VALVIDE, PERIAGO, PROVAN ET CHESSON, 2002). Les résultats présents dans (tableau 13) montrent que les tomates de ACHAACHA prélevées pour cette étude possèdent la meilleure activité antiradicalaire avec IC<sub>50</sub> [ $44,377\mathbf{b} \pm 1,468$  mg/ ml] tandis que celles de STIDIA possède une faible activité antiradicalaire avec IC<sub>50</sub> [ $258,327\mathbf{a} \pm 0,745$  mg/ml]. La faible activité antiradicalaire de tomates de STIDIA est due au stade de maturité. A cet effet, les tomates de STIDIA présenteraient une forte activité antiradicalaire

par rapport à celles d'ACHAACHA à un stade de maturité maximale (tableau 12). Cette différence de pouvoir antiradicalaire entre les tomates de ces deux régions est hautement significative ( $P < 0,01$ ).

### 5.3.3. Sucres réducteurs et totaux (g/100g de MS)



Graphique 13 : Courbe d'étalonnage du glucose ; Graphique 14 : Teneur en sucres réducteurs de la tomate



Graphique 15 : Courbe d'étalonnage du glucose ; Graphique 16 : Teneur en sucres totaux de la tomate

Les résultats pour les sucres totaux (tableau 13) ont été obtenus après une dilution (1/10) de l'extrait brut, c'est à dire, on a prélevé 1 ml de l'extrait + 9 ml d'E.D.

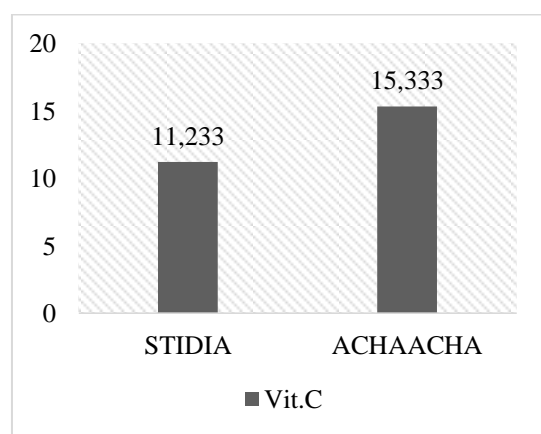
Les sucres représentent 40 à 65% de la teneur en M.S des dérivés de tomates, principalement du glucose et du fructose en proportion approximativement égales (CEE, 1764/86). La teneur en sucres dépend de la luminosité ; la température ; l'irrigation ; la saison ; le sol, et les pratiques culturales (SALUNKHE ET AL., 1974). Nous observons de très faibles valeurs en sucres réducteurs pour les tomates de STIDIA ( $0,003b \pm 0,002g/100g$  de M.S) et pour celles de ACHAACHA ( $0,005a \pm 0,004g/100g$  de M.S). Et de très faibles valeurs aussi en sucres totaux pour les tomates de STIDIA ( $0,16b \pm 0,038 g/100g$  de M.S) et

pour celles de ACHAACHA ( $0,183a \pm 0,025$  g/100g de M.S). Cette différence de valeurs en sucres réducteurs et totaux entre les tomates de STIDIA et ACHAACHA n'est pas significative ( $p > 0,05$ ).

#### 5.4. Analyse de la vitamine C de la tomate cuite à la vapeur

Tableau 13 : Teneur en vitamine C après cuisson à la vapeur

PARAMETRE	STIDIA	ACHAACHA	EFFET REGION
Vitamine C avant cuisson	12,207b $\pm$ 0,11	17,17a $\pm$ 0,173	P < 0,01
Vitamine C après cuisson	11,233b $\pm$ 0,306	15,333a $\pm$ 0,404	P < 0,01



Graphique 17 : Teneur en vitamine C après cuisson à la vapeur

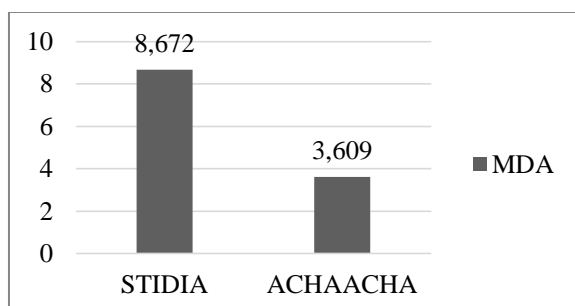
Selon SAHLIN ET AL., (2004) sur l'enquête sur les propriétés antioxydantes des tomates après transformation. Ils ont montré que l'ébullition et la cuisson au four ont un faible effet sur la vitamine C. En sachant que la teneur en vitamine C est de 12, 207 mg/ 100g de M.F pour les tomates fraîches de STIDIA et 17,17 mg/ 100 g de M.F pour les tomates de ACHAACHA. Les résultats présentés dans (**Tableau 13**) confirment le faible effet de la cuisson à la vapeur sur la vitamine C de tomates de STIDIA 11,233mg/100g de M.F et ACHAACHA 15,333 mg/100g de M.F. Nous pourrions dire que la cuisson à la vapeur n'a pas assez d'effet sur la dégradation de la vitamine C.

#### 5.5 Analyse de la peroxydation lipidique de la tomate frite



Tableau 14 : Teneur en MDA de la tomate frite

PARAMETRE	STIDIA	ACHAACHA	EFFET REGION
MDA[mg/kg]	8,672a ± 1,109	3,609b ± 0,901	P > 0,05



Graphique 18 : Teneur de MDA de la tomate frite

Le MDA (Malondialdéhyde) provient essentiellement de l'oxydation des acides gras polyinsaturés, car il est utilisé généralement comme biomarqueur pour la détérioration oxydante en oméga-3 et acides gras oméga-6. (JEAN P. ET AL., 2014). Le tableau 15 montre la teneur en MDA produite lors de la friture de tomates. Les tomates de STIDIA présentent une teneur élevée en MDA (8,672a ± 1,109 mg/Kg) par rapport à celles de ACHAACHA (3,609b ± 0,901 mg/ Kg). Cette différence en MDA entre les échantillons de STIDIA et ACHAACHA n'est pas significative (p > 0,05). Nous pourrions dire que la température de friture n'induit pas significativement une oxydation des lipides compte tenu de la faible teneur en lipides que possède la tomate.

## 5.6. Test organoleptique

### 5.6.1. SUR LA TOMATE CRUE

Tableau 15 : Position de différents échantillons de la tomate crue par rapport aux différents critères de qualité.

<b>CRITERE</b>	<b>STIDIA</b>	<b>ACHAACHA</b>
<i>Goût</i>	17,004a	21,995b
Couleur	19,5	19,5
Fermeté	21,994b	19,006a
Tendreté	17,498a	21,502b
Jutosité	17,004a	21,996b

### **5.6.2. SUR LA TOMATE CUITE A LA VAPEUR**

*Tableau 16 : Position de différents échantillons de la tomate cuite à la vapeur par rapport aux différents critères de qualité.*

<b>CRITERE</b>	<b>STIDIA</b>	<b>ACHAACHA</b>
<i>Goût</i>	18,005a	20,995b
Couleur	20,995b	18,005a
Fermeté	17,498a	21,502b
Tendreté	20,501b	18,499a
Jutosité	17,004a	21,996b

Les résultats obtenus à partir du test par rang en fonction de la note donnée par chaque dégustateur sur chaque critère de qualité. Les valeurs ci-joint résultent de la moyenne de la somme de rang fois le nombre de dégustateurs. L'échantillon ayant la plus petite valeur de la somme de rang par rapport à chaque critère sera classé en première position et sera accompagné de la lettre "a" et celui ayant la plus grande valeur de la somme de rang sera classé en deuxième position et accompagné de la lettre "b".

Les **tableaux 15 et 16** résument les moyennes par rapport aux préférences de différents dégustateurs sur la tomate crue et cuite à la vapeur de STIDIA et ACHAACHA.

La qualité sensorielle, en particulier le goût est un critère pré requis de choix d'un produit alimentaire. Le rapport entre la teneur élevée en sucres et l'acidité modéré, la faible concentration en composés phénoliques, un niveau élevé en composés volatils peuvent avoir un impact positif sur la flaveur des fruits et légumes. A cet effet, d'autres facteurs sont aussi liés à la qualité sensorielle des fruits et légumes, à savoir : le facteur génétique, les pratiques culturales, les conditions climatiques, la fertilisation, ainsi que les traitements phytosanitaires. Ces facteurs engendrent des impacts plus ou moins positifs sur la flaveur.

La tomate crue de STIDIA a été classée en première position d'après l'intensité perçue de son goût, sa tendreté et sa jutosité par les dégustateurs. Et celle d'ACHAACHA est classée en première position d'après l'intensité perçue de sa fermeté.

La tomate cuite à la vapeur de STIDIA est classée en première position d'après l'intensité perçue de son goût, sa fermeté, et sa jutosité par les dégustateurs. Et celle d'ACHAACHA est classée en première position d'après l'intensité perçue de sa couleur et de sa tendreté.

Les tomates de STIDIA ont été beaucoup appréciées auprès de dégustateurs compte tenu de leur intensité de caractéristiques sensorielles, qu'elles soient crues ou cuites à la vapeur par rapport à celles d'ACHAACHA.

# Conclusion

La tomate, légume- fruit consommée souvent frais mais aussi sous forme transformée. Reconnue pour ses qualités nutritionnelles, elle apporte dans notre alimentation quotidienne des macros et micronutriments dont les apports nutritionnels conseillés ont été établis. Elle renferme aussi une grande variété de composés dépourvus de valeur nutritionnelle au sens strict, appelés communément des micros constituants, qui ont un effet protecteur sur la santé de l'homme. Parmi ces micros constituants, nous pouvons citer : les polyphénols et les caroténoïdes. Cependant, plusieurs facteurs peuvent influencer sur la variation de la qualité nutritionnelle et sensorielle de la tomate, entre autres, les facteurs environnementaux, la variété, le stade de maturité, les pratiques culturales, ainsi que les traitements thermiques.

Cette présente étude, nous a permis de montrer l'incidence de tous ces facteurs cités ci-haut sur la qualité nutritionnelle et sensorielle par un test de dégustation et par des analyses physicochimiques du sol (pH, conductivité électrique, et la granulométrie) et de tomates (pH, matière sèche, teneur en eau, matière minérale, matière organique, polyphénols totaux, activités antioxydantes, sucres totaux et réducteurs) provenance de deux régions de Mostaganem (STIDIA et ACHAACHA). A cet effet, les facteurs environnementaux, les pratiques culturales, le stade de maturité ont montré un effet significatif sur les variations de la qualité nutritionnelle et sensorielle. Les traitements thermiques, entre autres la cuisson à la vapeur sur la dégradation de la vitamine C et la cuisson à la friture sur la peroxydation lipidique n'ont pas montré un effet significatif.

Les tomates de la région d'ACHAACHA ont présenté une importance nutritionnelle significative par rapport aux tomates de STIDIA. Du point de vue organoleptique les tomates de la Région de STIDIA présentent l'intensité de caractéristiques sensorielles plus appréciables auprès de dégustateurs par rapport à celles de la région d'ACHAACHA. La cuisson à la vapeur est le traitement thermique approprié pour préserver 90% de la vitamine C de la tomate. Dans la tomate ; la vitamine C, le lycopène, et les polyphénols constituent un atout majeur sur la santé humaine grâce à leurs propriétés antioxydantes permettant de lutter contre le vieillissement, de réduire le risque des maladies cardiovasculaires, et de prévenir le cancer.

Qu'il soit important à l'avenir de revoir cette étude dans des conditions contrôlées en poursuivant le stade végétatif de la tomate et en faisant des contrôles en irrigué et en sec.

# Résumé

L'expérimentation s'inscrit dans le cadre de la caractérisation de la qualité nutritionnelle et sensorielle de la tomate sous serre provenant de deux régions de Mostaganem afin de montrer l'impact de la région, de la conservation au froid et de la cuisson sur la qualité nutritionnelle et organoleptique de la tomate. Les échantillons ont été procurés dans deux régions de Mostaganem en Algérie, à savoir : STIDIA et ACHAACHA connues pour leur importance de la production dans la région. La première partie de ce travail est consacrée à une recherche bibliographique présentant les facteurs de variation de la composition biochimique de la tomate, les contraintes liées à la culture de tomates ainsi que les aptitudes à la transformation de la tomate. La seconde partie est une étude expérimentale, portée sur :

- Les analyses physicochimiques (pH, conductivité électrique, et granulométrie) du sol destiné à la culture de tomates,
- Les analyses physicochimiques (pH, M.S, teneur en eau, M.M, M.O et teneur en vitamine C) de tomates crues conservées à +4°C pendant 10 jours de la manière suivante : au J-1 ; au J-5 ; et au J-10,
- D'autres analyses physicochimiques ont été aussi effectuées, à savoir le dosage des polyphénols totaux, activités antioxydantes, les sucres totaux et sucres réducteurs porté sur les tomates séchées sous la température de la serre pendant quelques jours ; le dosage de la vitamine C sur la tomate cuite à la vapeur ; et le dosage de Malon dialdéhyde sur la tomate cuite à la friture.
- Enfin le test organoleptique sur la tomate crue et cuite à la vapeur.

Les résultats obtenus montrent que les sols destinés à la culture de tomates sont caractérisés par une texture sablonneuse, mais néanmoins, la différence entre chaque fraction du sol de ces deux régions est statistiquement significative ( $P < 0,05$ ). Au cours de la réfrigération, nous avons constaté des variations de paramètres physicochimiques pour les tomates de ces deux régions dont la différence est hautement significative. Les tomates de la région d'ACHAACHA ont présenté une teneur élevée en M.S, en polyphénols totaux, et un fort pouvoir anti radicalaire dont la différence est hautement significative ( $P < 0,01$ ) et non significative ( $P > 0,05$ ) pour leurs teneurs en sucres totaux et sucres réducteurs. Les résultats de test organoleptique sur la tomate crue et cuite à la vapeur ont montré que les tomates de STIDIA ont été mieux appréciées par rapport à la majorité des critères de qualité pris en compte (goût, tendreté et jutosité).

Notre expérimentation a prouvé que les fruits et légumes provenant de différents endroits n'ont pas significativement la même importance nutritionnelle et sensorielle, la tomate conservée à +4°C peut poursuivre sa maturation, la cuisson à la vapeur a un effet assez faible sur la vitamine C. Les tomates provenant de la région d'ACHAACHA ont une grande importance nutritionnelle mais une faible importance sensorielle. Tandis que celles de la région de STIDIA sont caractérisées par un goût appréciable auprès de dégustateurs malgré leur faible importance nutritionnelle.

**MOTS CLES :** Tomate, Sol, paramètres physicochimiques et sensoriels.

# Summary



This experiment is part of the characterization of nutritional and sensory quality of greenhouse tomatoes from two regions of Mostaganem in order to show the impact of the region, cold storage and cooking on the nutritional and organoleptic quality of the tomato. The samples were obtained from two regions of Mostaganem in Algeria, namely: STIDIA and ACHAACHA known for their important production in the region.

The first part of this work is based on a bibliographic research presenting the factors of variation of the biochemical composition of the tomato, the constraints related to the cultivation of tomatoes as well as the aptitudes for the transformation of the tomato.

The second part is an experimental study, focused on: the physicochemical analyzes (pH, electrical conductivity, and granulometry) of the soil intended for the cultivation of tomatoes, the physicochemical analyzes (pH, DM, water content, MM, MO and content of vitamin C) of raw tomatoes stored at + 4 ° C for 10 days as follows: on D-1; on D-5; and on D-10, Other physicochemical analyzes were also carried out, namely the determination of total polyphenols, antioxidant activities, total sugars and reducing sugars carried on the dried tomatoes under the temperature of the greenhouse for a few days; the dosage of vitamin C on the steamed tomato; and the determination of Malon dialdehyde on the fried tomato. Finally, the organoleptic test on the raw and steamed tomato. The results obtained show that soils intended for growing tomatoes are characterized by a sandy texture, but neanmouns, the difference between each fraction of the soil in these two regions is statistically significant ( $P < 0.05$ ). During refrigeration, we observed variations of physicochemical parameters for the tomatoes of these two regions, the difference of which is highly similar. Tomatoes from the ACHAACHA region exhibited a high DM content, total polyphenels, and a strong anti-free radical power, the difference of which is highly similar ( $P < 0.01$ ) and not significant ( $P > 0.03$ ) for their total sugars and reducing sugars content. The organoleptic test results on the raw and steamed tomato showed that the STIDIA tomatoes were better appreciated in relation to the majority of the quality criteria taken into account (taste, tenderness and juiciness). Our experimentation has proved that fruits and vegetables from different places do not have the same nutritional and sensory importance significantly, tomatoes preserved in a4C can continue to ripen, steaming has a rather weak effect on vitamin C.

Tomatoes from the ACHAACHA region have high nutritional importance but low sensory importance While those from STIDIA region are characterized by an appreciable taste among tasters despite their low nutritional importance.

**KEY WORDS:** Tomato, ground, physico-chemical and sensory parameters.

# Références bibliographiques

- Agence spatiale algérienne (page consultée, le 27/05/2021) Matérialisation par GPS du méridien de Greenwich traversant la ville de STIDIA (wilaya de Mostaganem). <https://asal.dz/>
- Agronomie info (page consultée, le 21/05/2021) phases de développement de la plante de tomate.  
[Htts:// agronomie.info/fr/phases-de-developpement-de-la-plante-tomate/](https://agronomie.info/fr/phases-de-developpement-de-la-plante-tomate/).
- Alexandra et Hadjira (page consultée, le 18/05/2021) Testé et approuvé. <http://www.testeetapprouve-com.over-blog/2018/02/la-tomate.html>
- Ali Batu, A. Keith Thompson., (1995). Effects of Controlled Atmosphere Storage on the Extension of Postharvest Qualities and Storage Life of Tomatoes. IFAC Proceedings Volumes. Volume 28, Issue6, PP 311-316.
- Belaidi S, Dokari A. (2018) Cinétique de conservation des tomates et suivi de la stabilité des caroténoïdes. Mémoire de master. Université de Akli Mohand Oulhadj, Bouira, 35p.
- Brigitte N. (2000) Situation économique, production et échanges. In : Tomate qualité et préférences, Paris, P16-19.
- Brigitte N. (2000) Le maintien de la qualité de récolte à la distribution. In : Tomate qualité et préférences, Paris, P214-219.
- Bertin N, Gérard M et Hertog M (2018) Éditorial : Qualité des cultures horticoles : un défi récurrent/nouveau pour les phytotechniciens dans un monde en mutation. De face. Plante Sci. 9 :1151. doi: 10.3389/fpls.2018.01151.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Détermination de la granulométrie, MA.100-Gran.2.0, rév.1 ? Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques du Québec, 2015, 11p.
- Dominique B., (2009) La plante et sa culture. In : Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P18-19.
- Dominique B., (2009) La plante et sa culture. In : Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P30-31.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P419-429.

- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P527-538.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P569-594.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P421-422.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P425-426.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P528-529.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P540-542.
- Dominique B., (2009) Principales caractéristiques des agents pathogènes, méthodes de lutte. In: Les maladies de la tomate, éditions Quæ, Paris. P634.
- Dr. B. Sujathaa, Dr. P. Lakshmi-narayana Reddy, Dr. M.A. Shanthan Babub, Dr. S. Sankar Naika., (2015). High knowledge and low adoption levels on organic farming in mulberry cultivation with the farmers of Chittoor District of Andhra Pradesh. *Journal of Agricultural Economics and Sustainable Development*. Photon104, PP170-174.
- DJIDJI Andé Hortense, ZOHOURI Goli Pierre, FONDIO Lassina, NZI Jean Claude et KOUAME N'guessan Christophe., (2010). Effet de l'abri sur le comportement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en saison pluvieuse dans le Sud de la Côte-d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 25, PP : 1557 - 1564.
- D.K. Salunkhe, et Al., (1974) Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by certain biochemical and physiological changes. *Plant food Hum Nutr*. Vomume24, PP 85- 113.
- E Sahline., (2004) Enquête sur les propriétés antioxydantes des tomates après transformation. *Journal de la composition et de l'analyse des aliments*. Volume5, PP635- 647.
- Fiche technique : La tomate. Direction de l'agriculture-2018.
- Ghartzahedi et Jafari., (2017). L'importance des minéraux dans la nutrition humaine : biodisponibilité, enrichissement des aliments, effets de transformation et

nanoencapsulation. Tendances en science et technologie alimentaires. Volume 62, PP 119-132.

- Gamme verte conseils de jardinage (page consultée, le 28/07/2021) Les moyens de lutte biologique contre l'alternariose.  
[https:// gammvert.fr/conseils/conseils-de-jardinage/ 2-moyens-de-lutte-biologique-contre-l-alternariose](https://gammvert.fr/conseils/conseils-de-jardinage/2-moyens-de-lutte-biologique-contre-l-alternariose).
- H.Tahi, s. wahbi, C. El Modafar,A, Aganchich &R. Serraj.,(2008) Modifications des activités antioxydantes et de la teneur en phénol des plants de tomates soumis à un séchage partiel des racines et à une irrigation déficitaire régulée. Journal officiel de la Societa Botanica Italiana. Volume 142, Numéro 3, PP 550-562.
- Institut technique des cultures maraîchères et industrielles. (1995) Guide pratique : la culture de la tomate sous serre. 21p.
- JA zee, L. Carmichael, D. Poirier, M. Fournier., (1991). Effet des conditions de stockage sur la stabilité de la vitamine C dans divers fruits et légumes produits et consommés au Québec. Journal of food composition and Analysis. Volume 4, N°1, PP 77-86.
- Lakhdar Z, Dalila S, (2009). Courier du savoir. Micro-irrigation de la tomate sous serre, N°9, P. P119-126.
- Libre savoir (page consultée, le 02/05/2021) Tomate.  
[https:// libresavoir.org/index.php /title= Tomate](https://libresavoir.org/index.php/title=Tomate).
- Le figaro santé (page consultée le 06/05/2021) Tomate composition.  
. [https:// santé. lefigaro. Fr « Fruits et légumes » Tomate](https://santé.lefigaro.fr/fruits-et-legumes/tomate).
- Martinez-Valverde, I., Periago, M.J., Provan, G. and Chesson, A. (2002) Phenolic Compounds, Lycopene and Antioxidant Activity in Commercial Varieties of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, PP 323-330.
- Mohamed Anderson Y, Kone M-B, Koffi E-k et Coulibaly L. (2021). Evaluation des caractéristiques morphologiques, physicochimiques et sensorielles de la purée de deux variétés de tomates locales produites à petite échelle à Man (côte d'ivoire). Original paper, 15(2), P.P 622-634.
- Roger D, (1999). Les climats et les sols agricoles, science agricole, 1ère édition, Québec, 443p.

- Ramírez Flores, I., Soledad Vasquez-Murrieta, M., Olivia Franco-Hernández, M., Eliseo Marquez-Herrera, C., Ponce-Mendoza, A., del Socorro López-Cortéz, Ma., Bioactive compounds in tomato (*Solanum lycopersicum*) variety saladette and their relationship with soil mineral content, *Food Chemistry* (2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128608>
- Sadok D, Zedak S. (2016) Etude de qualité physicochimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate. Mémoire de master. Université de Mostaganem, Mostaganem, 84p.
- Slimestad, R. and Vermeil, M. (2009) Review of Flavonoids and Other Phenolics from Fruits of Different Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, PP 1255-1270.
- Tikarrouchine R. (2009) *Caract Position de différents échantillons de la tomate cuite à la vapeur par rapport aux différents critères de qualité agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de tomate «Lycopersicum esculentum Mill » obtenus par croisement. Mémoire de master. Ecole nationale supérieure agronomique El-harrach- Alger, Alger,126p. de la tomate.*
- Yara (page consultée, le 19/05/2021) principes agronomiques [https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/tomate/principes agronomiques-tomates/](https://www.yara.fr/fertilisation/solutions-pour-cultures/tomate/principes-agronomiques-tomates/)

# Annexes

Tableau 16 : Fractions détaillées du sol

Classes de sols	Diamètres des particules (mm)	Poids du tamis vide (g)	Sols de STIDIA		Sols d'ACHAACHA	
			Poids du tamis avec fraction (g)	Fraction de l'échantillon sur un tamis (%)	Poids du tamis avec fraction (g)	Fraction de l'échantillon sur un tamis (%)
<b>SABLE TRES GROSSIER</b>	10	271,87	0	0	0	0
	4,5	274,75	0	0	0	0
	2	310,79	313,01	0,222	314,79	0,351
	1,5	274,95	300,64	2,569	349,73	7,478
	1,25	276,11	287,48	1,137	322,07	4,596
<b>SABLE MOYEN</b>	0,85	243,72	243,72	0,001	333,76	9,004
	0,2	260,09	346,96	8,687	906,45	64,636
<b>SABLE FIN</b>	0,1	237,84	267,33	2,949	318,26	8,042
	0,09	237,66	1056,54	81,888	254,74	1,708



	0,050 ou 0,053	236,29	244,52	0,823	270,64	3,435
<b>LIMON</b>	0,045	231,80	243,24	1,144	234,74	0,294
<b>ARGILE (fond)</b>			2,23	0,223	3,09	0,309