

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Abdelhamid
Ibn Badis –Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية العلوم الطبيعية و الحياة

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mlle BERREZOUG Marwa

Et

Mlle ZAMAOUCH Yasmine

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Protection des végétaux

THÈME

**Évaluation comparative de l'efficacité des différentes méthodes
traditionnelles et modernes dans la lutte contre les maladies de la
tomate (*Solanum lycopersicum L*) en post-récolte**

Soutenu le 30/06/2026

Devant le jury :

Président	BELARBI Amaria	MCA	U.Mostaganem
Examineur	SAIAH Farida	MCB	U.Mostaganem
Encadrant	BERGHEUL Saida	MCA	U.Mostaganem

Année universitaire 2025/2026

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

**Université Abdelhamid
Ibn Badis –Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie**



**جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية العلوم الطبيعية و الحياة**

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mlle BERREZOUG Marwa

Et

Mlle ZAMAOUCH Yasmine

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Protection des végétaux

THÈME

**Évaluation comparative de l'efficacité des différentes méthodes
traditionnelles et modernes dans la lutte contre les maladies de la
tomate (*Solanum lycopersicum L*) en post-récolte**

Soutenu le 30/06/2026

Devant le jury :

Président	BELARBI Amaria	MCA	U.Mostaganem
Examineur	SAIAH Farida	MCB	U.Mostaganem
Encadrant	BERGHEUL Saida	MCA	U.Mostaganem

Année universitaire 2025/2026

Remerciements

Tout d'abord, nous rendons grâce à **ALLAH** Tout-Puissant, pour la force, la patience, la santé et la volonté qu'Il nous a données jusqu'à la dernière étape.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre directrice de mémoire, **Mme BERGHEUL Saida**, pour son encadrement rigoureux, sa patience, sa disponibilité, et surtout pour ses précieux conseils qui ont alimenté et guidé nos réflexions tout au long de ce travail.

Nous remercions également chaleureusement à **Mme Touatia** et **Mme Mokhtaria** pour sa disponibilité, ses conseils avisés, qui ont grandement contribué au succès de notre stage et ont facilité l'élaboration de ce mémoire. Nous sincères remerciements vont aussi à tout le personnel du laboratoire **Mr Adel** et **Mr Salleh**

Nous exprimons aussi notre sincère reconnaissance à **Mme SAIAH Farida** et **Mme BELARBI Amaria**, membres du jury, pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre travail, ainsi que pour leurs remarques constructives et enrichissantes. Nous sincères remerciements vont aussi à tout le personnel du laboratoire, pour leur collaboration inestimable, leur soutien dans les travaux pratiques et leur aide précieuse .

Enfin, nous remercions toutes celles et tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail notre respect et notre profonde gratitude.

Dédicace

Je dédie ce travail avec tout mon amour et ma profonde gratitude à: **Mon** père BERREZOUG Bendehiba et **ma mère** BERREZOUG Djamila , Pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible, leurs sacrifices inestimables, et leurs prières qui m'ont accompagnée à chaque étape.

Mon frère et **mes sœurs** : Abdellilah, Hadjira, Khawla et Douaa, Merci pour votre amour sincère, votre soutien continu, et votre présence dans ma vie est une bénédiction inestimable.

Je tiens également à dédier ce mémoire à **mes amies** les plus proches: Nabila , Nihed, Wiam Pour votre présence fidèle, votre soutien moral, vos encouragements sincères, votre aide précieuse et votre bienveillance inépuisable.

Une pensée toute particulière à **ma collègue** de mémoire **Yasmine**, avec qui j'ai partagé cette aventure scientifique riche en défis, en doutes, et en petites victoires. Merci pour ta coopération, ton soutien et ta présence précieuse tout au long de ce parcours.

Je n'oublie pas mes collègues avec qui j'ai vécu cette expérience enrichissante, les moments de réflexion, et les réussites partagées merci pour votre esprit d'équipe et votre engagement. Enfin, Toute ma reconnaissance va également à **ma famille** pour leur amour, leur soutien et leur présence chaleureuse.

B. Marwa

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, **mon père** Zamaouch Nacereddine et **ma mère** Kecir Yamina, en témoignage de mon amour, de mon profond respect et de ma reconnaissance pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis, leur soutien indéfectible et leurs précieuses prières qui m'ont accompagnée tout au long de mon parcours.

J'adresse également une pensée pleine d'affection à **ma sœur** Fatima et à mon neveu Sanade, dont la présence illumine ma vie. Merci pour votre amour, votre tendresse et votre soutien. Mes sincères remerciements vont à Amine, qui a partagé cette étape importante de ma vie avec patience, bienveillance et encouragement. Son soutien constant, sa confiance et sa présence ont été une véritable source de motivation tout au long de ce parcours.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à **mon amie** Hasiba, pour son écoute, son soutien moral, sa gentillesse et les précieux moments que nous avons partagés.

Une pensée particulière est adressée à ma collègue **Marwa**, avec qui j'ai eu le plaisir de partager cette aventure universitaire. Merci pour ta collaboration, ton esprit d'équipe et tous les moments de travail et de persévérance vécus ensemble.

Enfin, j'adresse mes remerciements à tous les membres de **ma famille** ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont soutenue, de près ou de loin, et qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Z. Yasmine

Résumé

Cette étude vise à évaluer comparativement l'efficacité de différentes méthodes traditionnelles et modernes dans la lutte contre les maladies post-récolte de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) ainsi que leurs influences sur la qualité physicochimique et nutritionnelle des fruits durant la conservation. Pour atteindre a cet objectif, plusieurs traitements ont été appliqués après récolte : l'huile essentielle de basilic (*Ocimum basilicum*), l'extrait d'ail (*Allium sativum*), le stockage au froid, la cendre et la saumure, en comparaison avec un témoin non traité. Les tomates ont ensuite été conservées pendant une période de 21 jours.

L'évaluation des traitements a porté sur plusieurs paramètres de qualité, notamment le pH, l'acidité titrable, la teneur en lycopène, en β -carotène et en polyphénols totaux, ainsi que la perte de masse, la fermeté et le pourcentage de pourriture. Les résultats obtenus ont montré que les premiers signes de pourriture sont apparus à partir du 14^{ème} jour de stockage. Le témoin a présenté le taux de pourriture le plus élevé (33,33 %), tandis que les traitements à l'extrait d'ail et à la cendre ont limité ce taux à 20 %. Le traitement à l'huile essentielle de basilic a montré une meilleure efficacité avec seulement 6,66 % de pourriture. Par ailleurs, aucune pourriture n'a été observée en utilisant les traitements au froid et à la saumure durant toute la période de conservation. Les résultats ont également révélé que l'huile essentielle de basilic constitue le traitement le plus performant pour préserver la qualité globale des tomates. Ce dernier a permis de réduire significativement la perte de masse (3,2 % après 21 jours), de maintenir la fermeté des fruits et de préserver les composés bioactifs. A la fin du stockage, ce traitement a enregistré les teneurs les plus élevées en lycopène (4,081 mg/100 g), en β -carotène (1,875 mg/100 g) et en polyphénols (70 mg EAG/100 g) parmi les tomates conservées.

Ces résultats montrent que les méthodes naturelles, en particulier l'huile essentielle de basilic, ainsi que le stockage au froid, représentent des alternatives efficaces pour lutter contre les maladies post-récolte et prolonger la durée de conservation des tomates tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et commerciales.

Mots-clés : tomate (*Solanum lycopersicum L.*), maladies post-récolte, huile essentielle de basilic, extrait d'ail, stockage au froid, conservation.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية الطرق التقليدية والحديثة المختلفة في مكافحة أمراض ما بعد الحصاد في الطماطم (*Solanum lycopersicum L.*) وتأثيرها على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والقيمة الغذائية للثمار أثناء التخزين. ولتحقيق هذا الهدف، طبقت عدة معالجات بعد الحصاد: زيت الريحان العطري (*Ocimum basilicum*) ومستخلص الثوم (*Allium sativum*) والتخزين البارد، والرماد، والمحلل الملحي، وذلك مقارنةً بعينة ضابطة غير معالجة ثم خُزنت الطماطم لمدة 21 يومًا

ركز تقييم المعالجات على عدة معايير للجودة، بما في ذلك الرقم الهيدروجيني، والحموضة القابلة للمعايرة، ومحتوى الليكوبين، والبيتا كاروتين، ومحتوى البوليفينول الكلي، بالإضافة إلى فقدان الوزن، والصلابة، ونسبة التعفن. أظهرت النتائج ظهور أولى علامات التعفن بدءًا من اليوم الرابع عشر من التخزين. وسجلت المجموعة الضابطة أعلى نسبة تعفن (33.33%)، بينما حُدثت معالجات مستخلص الثوم والرماد من هذه النسبة إلى 20%. أظهرت المعالجة بزيت الريحان العطري أعلى فعالية، حيث بلغت نسبة التعفن 6.66% فقط. علاوة على ذلك، لم يُلاحظ أي تعفن مع المعالجة بالتبريد أو المحلول الملحي طوال فترة التخزين. كما كشفت النتائج أن زيت الريحان العطري كان العلاج الأكثر فعالية للحفاظ على الجودة العامة للطماطم. فقد قلل بشكل ملحوظ من فقدان الوزن (3.2% بعد 21 يومًا)، وحافظ على صلابة الثمار، وحافظ على المركبات النشطة بيولوجيًا. في نهاية فترة التخزين، أسفرت هذه المعالجة عن أعلى مستويات من الليكوبين (4.081 ملغم/100 غرام)، والبيتا كاروتين (1.875 ملغم/100 غرام)، والبوليفينولات (70 ملغم مكافئ حمض الغاليك/100 غرام) بين الطماطم المخزنة

تُبين هذه النتائج أن الطرق الطبيعية، وخاصة زيت الريحان العطري، بالإضافة إلى التخزين البارد، تُمثل بدائل فعالة لمكافحة أمراض ما بعد الحصاد وإطالة فترة صلاحية الطماطم مع الحفاظ على قيمتها الغذائية والتجارية.

الكلمات المفتاحية: الطماطم (*Solanum lycopersicum L.*) ، أمراض ما بعد الحصاد، زيت الريحان العطري، مستخلص الثوم، التخزين البارد، الحفظ.

Abstract

This study aims to comparatively evaluate the effectiveness of various traditional and modern methods in controlling post-harvest diseases in tomatoes (*Solanum lycopersicum L.*) and their influence on the physicochemical and nutritional quality of the fruit during storage. To achieve this objective, several treatments were applied after harvest: basil essential oil, garlic extract, cold storage, ash, and brine, compared to an untreated control. The tomatoes were then stored for 21 days.

The evaluation of the treatments focused on several quality parameters, including pH, titratable acidity, lycopene, β -carotene, and total polyphenol content, as well as weight loss, firmness, and percentage of rot. The results showed that the first signs of rot appeared from the 14th day of storage. The control treatment exhibited the highest rate of rot (33.33%), while the garlic extract and ash treatments limited this rate to 20%. The basil essential oil treatment showed the greatest effectiveness, with only 6.66% rot. Furthermore, no rot was observed in the cold and brine treatments throughout the entire storage period.

The results also revealed that basil essential oil was the most effective treatment for preserving the overall quality of the tomatoes. It significantly reduced weight loss (3.2% after 21 days), maintained fruit firmness, and preserved bioactive compounds. At the end of storage, this treatment resulted in the highest levels of lycopene (4.081 mg/100 g), β -carotene (1.875 mg/100 g), and polyphenols (70 mg GAE/100 g) among the stored tomatoes.

These results demonstrate that natural methods, particularly basil essential oil, along with cold storage, represent effective alternatives for combating post-harvest diseases and extending the shelf life of tomatoes while preserving their nutritional and commercial qualities.

Keywords: tomato (*Solanum lycopersicum L.*), post-harvest, basil essential oil, garlic extract, cold storage, rot, preservation.

Tables des matières

Remerciement

Dédicaces

Résumé

ملخص

Abstract

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Liste des abréviations

Table des matières

Introduction générale.....1

Partie bibliographique

Chapitre I : Présentation de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*)

I.1 Classification.....	6
I.2 Production de la tomate.....	6
I.2.1 Dans le monde	6
I.2.2 En Algérie	7
I.2.3 A Mostaganem	8
I.3 Caractéristiques morphologiques	8
I.3.1 Le Système racinaire.....	8
I.3.2 Tige	9
I.3.4 Les Feuilles.....	9
I.3.5 Les Fleurs	10
I.3.6 Les fruits	11
I.3.8 Les Graines	11
I.4 Cycle de développement de la tomate.....	12
I.4.1 Phase de germination.....	12
I.4.2 Phase de croissance.....	12
I.4.3 Phase de floraison	12
I.4.4 Phase de fructification et de maturation	12
I.5 Développement et structure du fruit de la tomate	13
I.5.1 Développement du fruit de la tomate.....	13
I.5.2 Forme du fruit de tomate	15
I.5.3 Les différentes variétés cultivés en Algérie	16
I.6 Les exigences de la culture	16

I.7	Importance alimentaire.....	17
I.8	Composition biochimique de la tomate.....	17
I.8.1	Les composés phénoliques	18
I.8.2	Les caroténoïdes	18
I.9	Caractéristiques physico-chimiques du fruit de la tomate	19
I.9.1	Poids	20
I.9.2	Contenu en sucres et acides	20
I.9.3	Maturation du fruit.....	20
I.10	Facteurs d'altération de la qualité en post-récolte.....	21
I.10.1	Condition de stockage	21
I.10.2	Chocs mécaniques	21
I.10.3	Altérations.....	22
I.11	Les principales maladies et ravageurs de la tomate	22
I.11.1	Les Maladies fongiques	22
I.11.2	Les maladies bactériennes	24
I.11.3	Les maladies virales.....	25
I.11.4	Les ravageurs	26
Chapitre II: Présentation des plantes <i>Allium sativum</i> et <i>Ocimum basilicum</i>		
II.1	<i>Allium sativum</i> (l'ail).....	29
II.1.1	Origine et répartition géographique	29
II.1.2	Systématique	29
II.1.3	Production mondiale d' <i>Allium sativum</i>	29
II.1.4	Description botanique	30
II.1.4.1	Le bulbe.....	30
II.1.4.2	Racines, Tige et Feuilles.....	31
II.1.4.3	Fleurs et fruits.....	32
II.1.5	Les exigences de la culture	33
II.1.6	Classification traditionnelle de l'ail	33
II.1.6.1	L'ail d'automne	33
II.1.6.2	L'ail de printemps.....	34
II.1.7	Composition biochimique d' <i>Allium sativum</i>	34
II.1.8	Propriétés et Utilisations	35
II.2	<i>Ocimum basilicum</i> (Le basilic).....	37
II.2.1	Origine et répartition géographique	37
II.2.2	Classification systématique.....	37
II.2.3	Description botanique	38
II.2.3.1	Les racines	38

II.2.3.2	Les tiges.....	38
II.2.3.3	Les feuilles	38
II.2.3.4	Les fleurs	38
II.2.3.5	Les graines.....	38
II.2.3.6	Les fruits.....	38
II.2.4	Exigences de la culture	39
II.2.5	Composition chimique de la plante.....	40
II.2.5.1	Composition chimique de l'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i>	40
II.2.5.2.1	Linalol	40
II.2.5.2.2	Eugénol.....	41
II.2.5.2.3	Estragole.....	41
II.2.6	Propriétés biologiques.....	42
II.2.6.1	Activité antioxydant	42
II.2.6.2	Activité antibactérienne	42
II.2.6.3	Activité anti-inflammatoire	43
II.2.7	Conservation post- récolte.....	43
II.2.8	Utilisations d' <i>Ocimum basilicum</i>	43
Chapitre III: Méthodes de conservation de la tomate (<i>Solanum Lycopersicum L</i>)		
III.	Historique de la conservation des produits agricoles	45
III.1	Définition de la conservation.....	45
III.2	Facteurs influençant la conservation	46
III.2.1	Température	46
III.2.2	Humidité relative	46
III.2.3	Stade de maturité à la récolte	46
III.2.4	Manipulation et transport	46
III.2.5	Présence de micro-organismes.....	47
III.3	Importance de la conservation post-récolte	47
III.4	Méthodes de conservation des produits agricoles : cas des tomates	48
III.4.1	Conservation traditionnelle.....	48
III.4.1.1	Séchage naturel	48
III.4.1.2	Conservation par la cendre.....	49
III.4.1.3	Conservation par saumure.....	49
III.4.2	Conservation moderne	50
III.4.2.1	Conservation sous atmosphère contrôlée.....	50
III.4.2.2	Conservation sous atmosphère modifiée.....	50
III.4.2.3	Conservation avec l'hexanal	51
III.4.2.4	Conservation par des extraits végétaux.....	51

III.4.2.5	Conservation par Extrait d'ail	52
III.4.2.6	Conservation par L'huile essentielle	52
III.5	Limites et contraintes des méthodes de conservations	53
Partie expérimentale		
Chapitre I : Matériel et méthodes		
I.	Objectifs du travail.....	56
I.1	Présentation du lieu de travail.....	56
I.2	Matériels.....	56
I.2.1	Matériel végétal (<i>Solanum lycopersicum L.</i>)	56
I.3	Méthodes	57
I.3.1	Préparation des échantillons	57
I.4	Traitements des tomates et conditions de stockage	58
I.4.1	Les traitements.....	58
I.5	Conditions de stockage.....	65
I.6	Détermination des propriétés physico-chimiques de la tomate	66
I.6.1	Perte de masse	66
I.6.2	Pourcentage de pourriture post –récolte (PDP).....	66
I.6.3	La fermeté	66
I.6.4	Le potentielle d'hydrogène (pH)	67
I.6.5	Acidité titrable	67
I.6.5.1	Préparation de l'échantillon.....	67
I.6.5.2	Procédure de titrage	67
I.6.5.3	Analyse des résultats.....	67
I.7	Détermination des propriétés biochimiques.....	68
I.7.1	Dosage des composés phénoliques totaux	68
I.7.1.1	Préparation des solutions	68
I.7.1.2	Protocole expérimental	68
I.7.1.3	Analyse des résultats.....	69
I.7.2	Détermination de lycopène et β carotène	69
I.7.2.1	Principe	69
I.7.2.2	Mode opératoire.....	69
I.7.2.3	Analyse des résultats.....	69
I.8	Détermination des propriétés microbiologiques	70
I.8.1	Préparation du milieu de culture « Potato Dextrose Agar (PDA) ».....	70
Chapitre II: Résultats et discussion		
II.3	Rendement de l'extraction de l'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i>	75
II.3.1	Effet des traitements sur la perte de masse de la tomate	73
II.3.2	Effet des traitements sur la fermeté de la tomate	75

II.3.3 Effet des traitements sur le taux de pourriture de la tomate	77
II.3.4 Variation du pH et de l'acidité titrable selon les traitements appliqués	79
II.4 Analyse biochimique	81
II.4.1 Taux du lycopène et β - carotène avant et après traitement.....	81
II.4.2 Détermination de la teneurs des polyphénols totaux.....	83
II.5 Les analyses microbiologiques.....	86
II.5.1 Isolement et l'identification des champignons responsables de l'altération des tomates (<i>Solanum lycopersicum L.</i>)	86

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figure 01: La diffusion de la tomate dans le monde	5
Figure 02: Evolution de production de la tomate en Algérie (2004-2024)	7
Figure 03: Racines de la tomate	8
Figure 04: Tige de la tomate tuteurée.....	9
Figure 05 : Le feuillage de la tomate.....	10
Figure 06: Fleur de tomate	10
Figure 07: Fruit de tomate	11
Figure 08: Graines de tomate	11
Figure 09: Les stades de développement de la tomate	13
Figure 10: Cycle de développement de fruit de la tomate.....	14
Figure 11: Structure de fruit de tomate	15
Figure 12: Principales formes de tomate.....	15
Figure 13: Bulbe <i>d'allium sativum</i> et ses caïeux	31
Figure 14: Aspect général des racines et des feuilles <i>d'Allium sativum</i>	32
Figure 15: Fleurs et fruit <i>d'Allium sativum</i>	32
Figure 16: Ail d'automne <i>Allium sativum</i>	34
Figure 17: Ail de printemps <i>Allium sativum</i>	34
Figure 18: Répartition géographique d' <i>Ocimum basilicum</i>	37
Figure 19: Morphogenèse des différentes organes <i>d'Ocimum basilicum</i>	39
Figure 20: Structures chimique du 1- linalol , 2- l'eugénol et 3- l'estragole	41
Figure 21 : Préparation des fruits de tomate (lavage et rincage).....	57
Figure 22: Traitement des tomates à froid	58
Figure 23: Dispositif de la distillation à la vapeur d'eau	59
Figure 24: Protocole de l'extraction d'huile d' <i>ocimum basilicum</i> par entraînement à la vapeur	60
Figure 25: Immersion des tomates dans la solution d'huile essentielle de basilic (0.072%)....	61
Figure 26 : Séchage des tomates après immersion dans la solution d'huile essentielle de basilic	62
Figure 27: Préparation de l'extrait aqueux (décocté) <i>d'allium sativum</i>	62
Figure 28: Application de l'extrait d'ail par pulvérisation	63
Figure 29; Fruits de tomate conservé par immersion dans la saumure et l'huile essentielle <i>d'ocimum basilicum</i>	64
Figure 30: Conservation des tomates dans un carton contenant de la cendre	65
Figure 31: Huile essentielle d' <i>ocimum basilicum</i> obtenue après extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	72
Figure 32: Evolution de la perte de masse (%) des tomates soumises à différents traitements de conservation pendant 21 jours.....	74
Figure 33: Effet des différents méthodes des traitements de conservations sur la fermeté des tomates.	76

Figure 34: Droite d'étalonnage de l'acide gallique utilisée pour l'évaluation de la teneur en polyphénols totaux des extraits des tomates avant et après les traitements.	84
Figure 35: Teneur en composés phénoliques totaux des tomates fraîches et traitées (exprimée en mg EAG/g).	84

Liste des tableaux

Tableau1: Production mondiale de la tomate (2024-2025)	7
Tableau 2: Tenure des constituants majoritaires de la tomate	19
Tableau 3: Les principales maladies fongiques de la culture de tomate.....	22
Tableau 4: Les principales maladies bactériennes de la culture de tomate.....	24
Tableau 5: Les principales maladies virales de la culture de tomate.	25
Tableau 6: Les principaux ravageurs de la culture de tomate	26
Tableau 7: Classification d' <i>Allium sativum</i> selon APCIII (2009).	29
Tableau 8: Principaux pays producteurs d'ail dans le monde	30
Tableau 9: Propriété de l' <i>Allium sativum</i>	35
Tableau 10: Composition chimique de l'huile d' <i>Ocimum basilicum</i>	42
Tableau 11: Rendement (%) de l'huile essentielles des feuilles sèches de basilic (<i>Ocimum basilicum</i>).....	73
Tableau 12: Analyse de la variance de la perte de masse des fruits soumis aux différents traitements.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 13: Taux de pourriture (%) des tomates selon les différents traitements appliqués après la période de conservation (22°C).	77
Tableau 14: Effet des différents traitements appliqués avant et après le stockage sur le pH et l'acidité titrable des tomates.	79
Tableau 15: Effet des traitements sur l'acidité titrable des tomates (Moyenne± Ecart –type).	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 16: Variation des teneurs en lycopène et en β - carotène exprimés en (mg /100g de matière fraîche) selon les traitements appliqués sur la tomate	81
Tableau 17: Résultats de l'isolement et de l'identification macroscopique et microscopique isolés des tomates après la conservation selon les traitements appliquées	86

Liste des annexes

Annexe 01: Evolution de la perte de masse au cours de stockage.

Annexe 02: Evolution de la fermeté au cours de stockage .

Annexe 03 :Analyse de variance(ANOVA) des traitements appliqués aux tomates.

Annexe 04: Extraction de lycopène et B-carotène des tomates selon les différentes traitements.

Annexe 05:Détermination de pH des tomates .

Annexe 06 : Préparation des solutions d'acide gallique.

Annexe 07 : Préparation des extraits des tomates.

Annexe 08: Préparation du milieu de culture PDA.

Annexe 09 : Isolement des champignons à partir des tomates traitées altérées.

Annexe 10 : Repiquage des souches fongique isolées.

Annexe 11 : Aspect visuel des tomates avant et après stockage selon les différents traitements

Annexe 12 : Les produits utilisées dans notre étude.

Annexe 13 : Les appareils utilisées dans notre étude.

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

Ac : Atmosphère Contrôlée

Am : Atmosphère Modifiée

APCIII : Angiosperm Phylogeny Classification III

Aw : Activité de l'eau

A : Anthèse.

AT : Acidité titrable

B : Diamètre du fruit au cours des trois phases de développement.

C° : Degré Celsius

Cm : Centimètre

CNPP : Centre National de Prévention et de protection

CO₂ : Dioxyde de carbone

DSA : Direction des Services Agricoles

EAG : Equivalent d'acide Gallique

F1 : Première génération filiale (Hybride F1)

FAO : Food and Agriculture Organization

FAOSTAT : Food and Agriculture Organization Statistics

F : Fleur et fruit de la tomate

g : Gramme

ha : Hectare

HE : Huile essentielle

Ile : Deuxième siècle

Kcal : Kilocalorie

LR : Rouge légère

M% : Pourcentage de perte de masse

MF : Matière fraîche

Mg : Milligramme

ml : Millilitre

mm : Millimètre

N : Normalité

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

NaCl : Chlorure de sodium

nm : Nanomètre

O₂ : Oxygène

O: Orange.

PDA : Potato Dextrose Agar

PA: Près Anthèse.

PDP : Pourcentage de Pourriture Post-Récolte

Ph : Potentiel Hydrogène

RM: Rouge mur.

TMV : Virus de la mosaïque du tabac

TYLCV : Tomato Yellow Leaf Curl Virus

TSWV : Tomato Spotted Wilt Virus

TC : Tomate traitée à la cendre

TEA : Tomate traitée à l'Extrait d'ail

TFR : Tomate traitée à froid

TF : Tomate fraîche

THB : Tomate traitée à l'Huile essentielle de Basilic

TS : Tomate traitée à la saumure

TT : Tomate témoin non traitée

USDA : United States Department of Agriculture

VM : Vert Mature.

XIXe : Dix-neuvième siècle

XXe : Vingtième siècle

VM : Vert Mature.

% : Pourcentage

µl : Microlitre

Introduction générale

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) compte parmi les cultures maraîchères les plus importantes à l'échelle mondiale en raison de sa valeur nutritionnelle élevée et de son importance économique considérable (Kumar et al., 2020). Sa production mondiale excède 192 millions de tonnes par an, témoignant de sa large consommation et de sa forte demande (FAO, 2025). Sur le plan nutritionnel, la tomate constitue une source précieuse de vitamines, de minéraux, de fibres alimentaires ainsi que de nombreux composés bioactifs, notamment les caroténoïdes (comme le lycopène et le β -carotène), les flavonoïdes et les composés phénoliques (Szabo et al., 2025).

Au sein du profil phytochimique de la tomate, le lycopène s'impose comme le caroténoïde majoritaire. Ce pigment naturel se distingue par son importante capacité antioxydant, lui conférant un rôle majeur dans la protection des cellules contre le stress oxydatif. De nombreuses études ont souligné ses effets bénéfiques sur la santé humaine, notamment son implication dans la réduction du risque de certaines maladies chroniques telles que les cancers et les maladies cardiovasculaires (Collins et al., 2022).

En Algérie, la tomate constitue une culture légumière importante en raison de sa forte consommation et à ses nombreuses utilisations alimentaires et industrielles. Cependant, malgré l'augmentation de la production, des pertes importantes sont enregistrées avant et après récolte en raison des difficultés liées au stockage, au transport et à l'absence de techniques de conservations adaptées (Kefas et al., 2024).

Les pertes pré- et post-récolte représentent un frein majeur au développement des cultures maraîchères hautement altérable, à l'instar de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En raison de sa nature de fruit climactérique, caractérisé par une forte teneur en eau et une activité respiratoire intense, la tomate présente une viabilité post-récolte particulièrement limitée (Tolasa et al., 2021). Durant la phase de stockage, les fruits s'altèrent rapidement sur les plans physique, chimique et microbiologique. Ces dégradations se traduisent par un ramollissement des tissus, une dépréciation de la qualité nutritionnelle et une prolifération active de micro-organismes pathogènes, principaux agents de leur détérioration (Correia et al., 2015).

Dans l'optique de limiter ces pertes et d'accroître la durée de vie post-récolte des tomates, diverses stratégies de préservation ont été mises en œuvre. Les approches traditionnelles reposent notamment sur l'usage de la cendre, de la saumure ou encore sur des techniques de refroidissement. Parallèlement, l'avancement de la recherche scientifique a favorisé

l'émergence de méthodes modernes, telles que l'application d'huiles essentielles et d'extraits végétaux, visant à optimiser les qualités sanitaire et nutritionnelle des denrées au cours du stockage (Nguyen *et al.*, 2025).

Au cours des dernières années, les méthodes naturelles de conservation ont suscité un intérêt croissant en raison des risques potentiels liés à l'utilisation excessive des conservateurs chimiques. Parmi les substances naturelles les plus étudiées figurent le basilic (*Ocimum basilicum*) et l'ail (*Allium sativum*), reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes, antifongiques et antioxydants. Les huiles essentielles et extraits issus de ces plantes présentent une capacité importante à inhiber le développement des microorganismes responsables de l'altération des aliments et à préserver leur qualité durant le stockage (Antoniadis *et al.*, 2025).

Dans ce contexte, le présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité de différentes méthodes naturelles de conservation appliquées à la tomate durant le stockage. L'étude porte sur le suivi de plusieurs paramètres physico-chimiques et microbiologiques, notamment la perte de poids, la fermeté, le pourcentage de pourriture, le pH, l'acidité titrable, la teneur en lycopène et en β -carotène, dosage des polyphénols, ainsi que l'isolement et l'identification des champignons responsables de l'altération des tomates.

Pour atteindre ces objectifs, plusieurs traitements ont été appliqués sur des échantillons de tomates puis comparés à un témoin afin de déterminer le traitement le plus efficace pour maintenir la qualité des fruits et réduire les pertes post-récolte.

Ce mémoire s'articule autour de deux sections principales. : La première partie comporte une synthèse bibliographique approfondie sur la tomate (*Solanum lycopersicum* L.), l'ail (*Allium sativum*) et le basilic (*Ocimum basilicum*), ainsi qu'aux différentes méthodes de conservation des produits maraîchers. La seconde est consacrée à la démarche expérimentale ; elle décrit le matériel et les méthodes adoptés, expose et discute les résultats obtenus, et se clôture par une conclusion générale ouvrant sur des perspectives.

Partie bibliographique

Chapitre I :

Présentation générale de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

I. Historique de la tomate

La tomate était autrefois appelée « Pomme du Pérou ». Elle est originaire d'Amérique du Sud, notamment des régions correspondant aujourd'hui à la Bolivie (Mexique) . Les Mexicains l'appelaient « Tomati », une appellation dérivée du mot aztèque « Zitomate ».

Elle fut ramenée du Pérou au début du XVI^e siècle par les conquistadors. Elle arriva d'abord en Espagne, puis se répandit rapidement en Italie avant de gagner le reste de l'Europe (Polese, 2007).

En France, la tomate est connue depuis 1560, mais elle était alors considérée comme une plante ornementale. Ce n'est qu'à partir de 1778 qu'elle commence à être reconnue comme un légume. Sa culture ne s'est véritablement développée qu'à partir du XIX^e siècle, notamment après 1800 (Laumonier, 1979). (Figure 01)

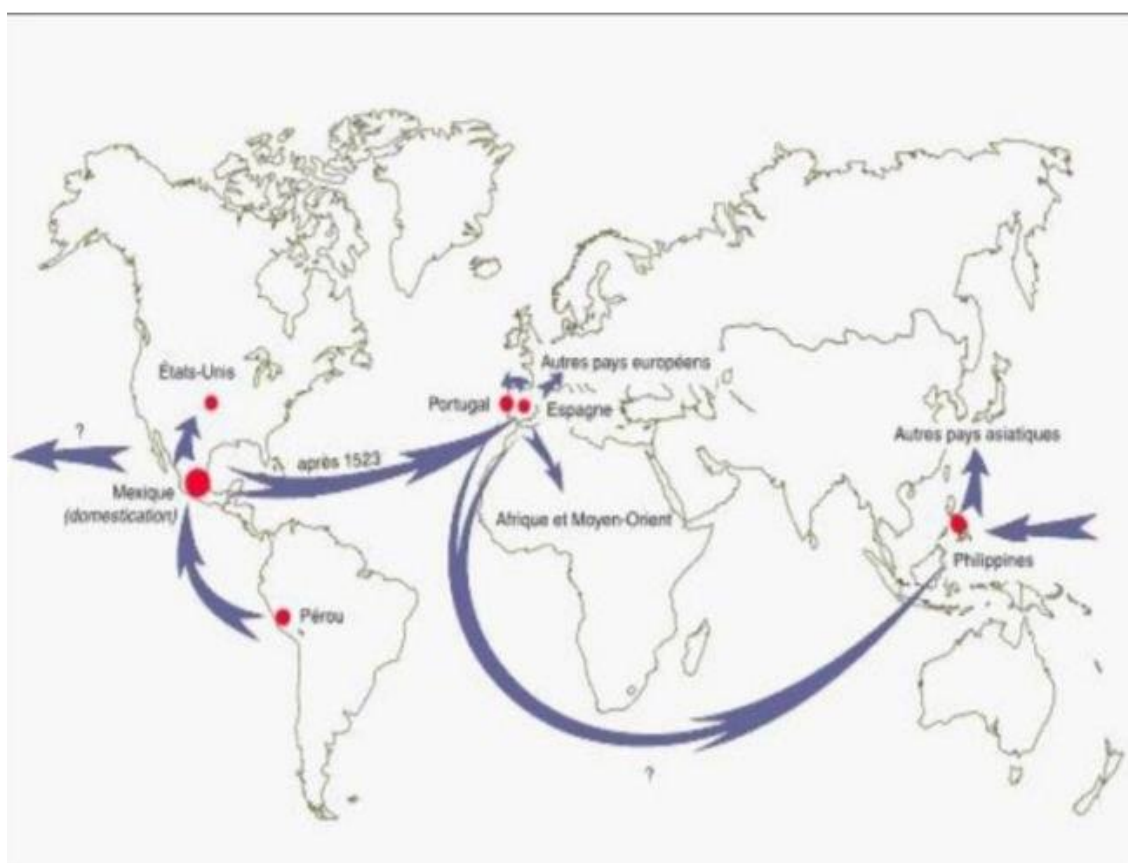


Figure 01: La diffusion de la tomate dans le monde (Blancard, 2009)

I.1 Classification

Selon Spichiger et al, (2004) ; Dupont et Guignard (2012) et La classification de la tomate est la suivante :

Règne*Plantae*

Sous règne*Trachenobianta*

Division*Magnoliophyta*

Classe*Magnoliopsida*

Sous classe*Asteridae*

Ordre*Solonales*

Famille.....*Solanaceae*

Genre*Solanum*

Espèce..... *Solanum Lycopersicum L.*

I.2 Production de la tomate

I.2.1 Dans le monde

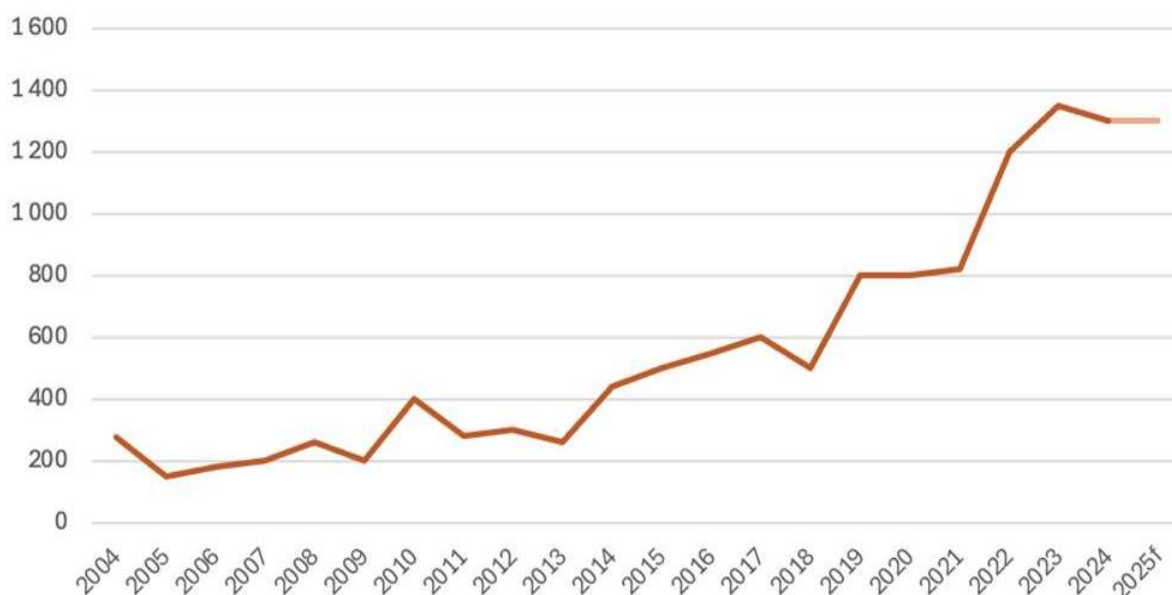
La production mondiale de tomate constitue un pilier essentiel de l'agriculture mondiale, enregistrant une croissance continue sous l'effet des avancées technologiques et de la demande accrue en produits transformés. Selon les estimations les plus récentes (2024–2025), elle atteint environ 192 millions de tonnes. Cette production est majoritairement concentrée dans un nombre limité de pays leaders (FAOSTAT ,2025) (Tableau 01).

Tableau1: Production mondiale de la tomate (2024-2025) (FAOSTAT,2025).

Classes	Pays	Production (Millions de tonnes)
1	Chine	68,2
2	Inde	20,7
3	Turquie	13,0
4	Etats-Unis	10,2
5	Egypte	6,3

I.2.2 En Algérie

La production de tomate en Algérie, qu'elle soit fraîche ou destinée à la transformation industrielle, a connu une croissance continue ces dernières années, atteignant un niveau record de 2,7 millions de tonnes en 2024. Cette performance s'explique notamment par la diversification des zones de production à l'échelle nationale ainsi que par la stratégie adoptée ces dernières années, permettant une disponibilité du produit tout au long de l'année. Les régions de l'Est du pays, notamment Annaba, Skikda, El Taref et Guelma, constituent les principaux pôles de production, avec une extension vers d'autres wilayas de l'Est et du Sud, portant la superficie totale cultivée à environ 34 000 hectares (FINABI ,2025) (Figure 02).

**Figure 02:** Evolution de production de la tomate en Algérie (2004-2024) (FINABI ,2025).

I.2.3 A Mostaganem

Selon les statistiques de la Direction des services agricoles « DSA », la wilaya de Mostaganem est classée parmi les premiers producteurs de tomate en Algérie. Cette wilaya enregistrant une production de 1,33 millions sur une superficie de 2438,5 ha, on distingue que la culture de tomate occupe une place très importante dans la production maraîchère sur le plan de la superficie et par conséquent sur la production (DSA Mostaganem, 2022).

I.3 Caractéristiques morphologiques

La tomate est une plante annuelle buissonnante, poilue et aux tiges plutôt grimpantes cette plante potagère herbacée voit sa taille varier de 40 cm à plus 5 mètres selon les variétés et le mode de culture (Dumortier ,2010).

I.3.1 Le Système racinaire

Composé d'une forte racine principale de type pivotant de 25 à 35 cm de profondeur ou plus, avec un système dense de racines latérales et adventives (Shankara et *al*, 2005) (Figure 03).



Figure 03: Racines de la tomate (Original ,2026)

I.3.2 Tige

Elle est poilue, épaisse aux entre nœuds. Généralement, on trouve deux sortes de poils sur la tige et les feuilles : des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte (Schilmiller et al , 2009) (Figure 04).



Figure 04: Tige de la tomate tuteurée (Original ,2026)

I.3.4 Les Feuilles

Le système foliaire est d'une phyllotaxie spiralée alternes, imparipennées, à contour de 15 à 50 cm X 10 à 30 cm, sans stipules, pétioles de 3 à 6 cm de longueur. Elles comprennent de 5 à 7 folioles aux lobes très découpés. Les folioles sont insérées sur le pétiole de la feuille par l'intermédiaire de petites ramifications. Les feuilles sont de couleur verte, poilues et ont une odeur forte lorsqu'on les froisse. Au point d'insertion du pétiole sur la tige on trouve un bourgeon qui donne souvent naissance à une nouvelle ramification (Van Der Vossen et al., 2004) (Figure 05).



Figure 05 : Le feuillage de la tomate (Original ,2026)

I.3.5 Les Fleurs

Les fleurs sont les organes sexuels de la tomate et elles sont hermaphrodites. Dans une fleur de tomate, les sépales sont verts. Les pétales généralement jaunes sont en partie soudés et forment une corolle étoilée. Les étamines sont soudées en un tube shamanique et le pistil est caché dans ce tube. Le nombre des sépales et des pétales Varie de 5 à 8 (Danneyrolles, 2005) (Figure 06) .



Figure 06: Fleur de tomate (Original ,2026)

I.3.6 Les fruits

Un fruit charnu renferme des graines appelée pépins entourés d'une sorte de mucilage provenant de l'enveloppe de la graine (Polese, 2007).

Les fruits sont généralement rouges, mais il existe des variétés jaunes violacés et même Blanche (Roumane ,1993) (Figure 07).



Figure 07: Fruit de tomate (Original ,2026)

I.3.8 Les Graines

Les graines sont nombreuses duveteuses, beige en forme de rein. Elles sont de long mesuré de 3 à 5 mm et de large de 2 à 4 mm dont 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5g (Niaka et al ,2005) (Figure 08).



Figure 08: Graines de tomate (Original ,2026)

I.4 Cycle de développement de la tomate

I.4.1 Phase de germination

Cette phase se distingue par l'émergence d'une tigelle accompagnée de deux cotylédons simples, opposés et visibles au-dessus du sol. Au niveau de la radicule, dans le sol, on observe la présence de nombreux poils absorbants bien développés. Dans des conditions optimales, notamment une température du sol comprise entre 20 et 25 °C, la germination des graines s'effectue rapidement, généralement entre six et huit jours après le semis (Van der Vossen et *al.* 2004).

I.4.2 Phase de croissance

Au cours de cette phase, la radicule continue de s'allonger et donne naissance à des racines secondaires. Les deux premières feuilles vraies, découpées, apparaissent généralement vers le 11^{ème} jour. Aux alentours du 20^{ème} jour, le plant atteint une hauteur de 15 à 20 cm et présente au moins 3 à 4 paires de feuilles découpées, ce qui correspond au stade idéal pour effectuer le repiquage en plein champ (Fondio et *al.*, 2019).

I.4.3 Phase de floraison

La floraison correspond à une étape essentielle du développement de la tomate, caractérisée par la transition du méristème apical d'un état végétatif vers un état reproducteur, conduisant à la formation des structures florales. Après environ un mois de croissance, la plante produit ses premières fleurs issues des bourgeons floraux. Cette phase est fortement influencée par les conditions environnementales, notamment la photopériode et la température. Une floraison optimale nécessite un apport lumineux suffisant durant toute cette période ainsi qu'une nutrition minérale équilibrée permettant le bon développement des fleurs (Shankara et *al.*, 2005).

I.4.4 Phase de fructification et de maturation

La fructification commence pendant la floraison, d'abord au niveau de l'inflorescence de base, puis progressivement sur les inflorescences supérieures selon leur apparition et la fécondation des fleurs. La fécondation des ovules marque le début du développement du fruit, tandis que la maturation en constitue la fin (Bénard, 2009).

Les fruits de la tomate sont des baies charnues, à peau lisse, de forme globulaire plus ou moins aplatie, avec un diamètre de 2 à 15 cm (Naika et *al.*, 2005).

Ils passent progressivement du vert au jaune puis au rouge au cours de leur maturation (Biekre, 2013). Cette phase dure environ deux mois. La récolte débute vers le troisième mois après le semis et peut s'étaler sur 1 à 2 mois. Le cycle végétatif complet de la tomate dure environ 5 à 6 mois pour les plants repiqués (Figure 09).

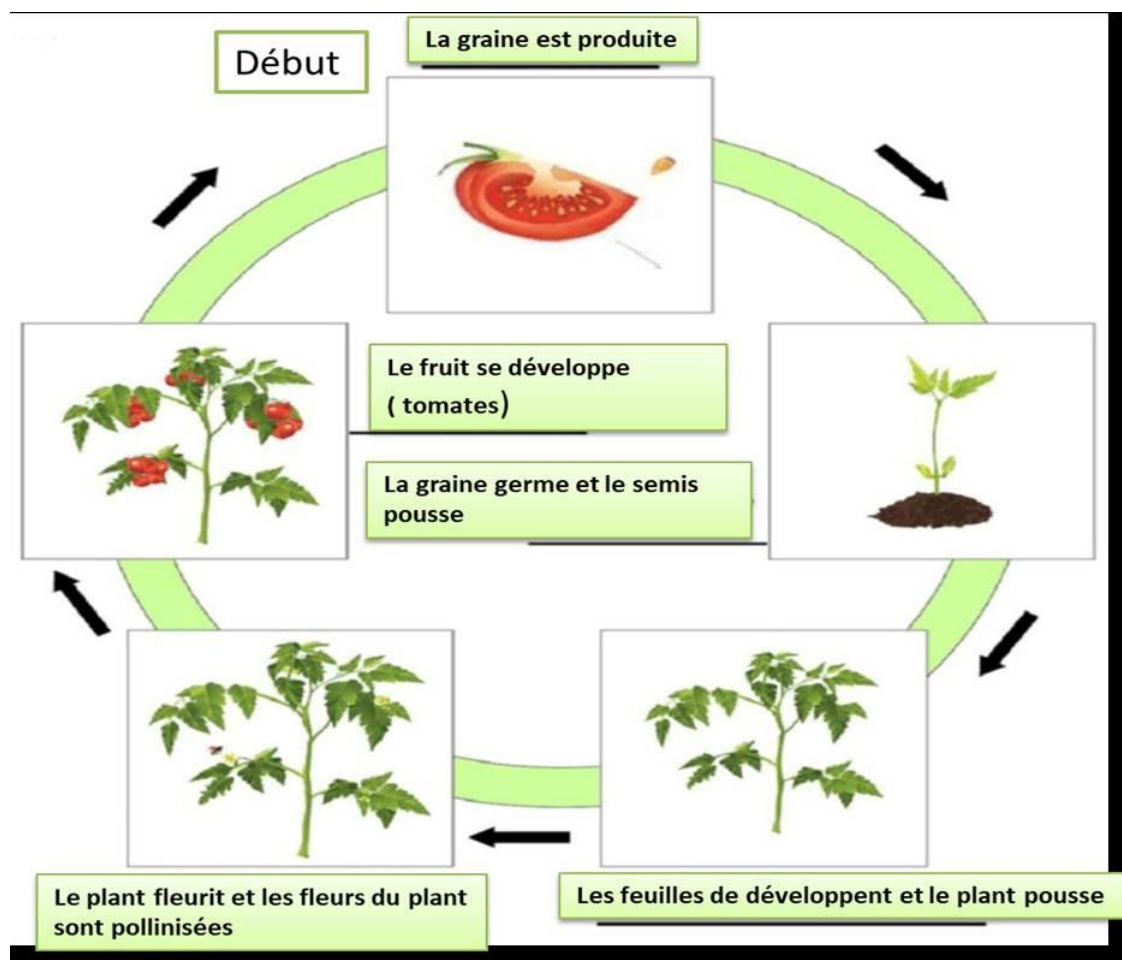


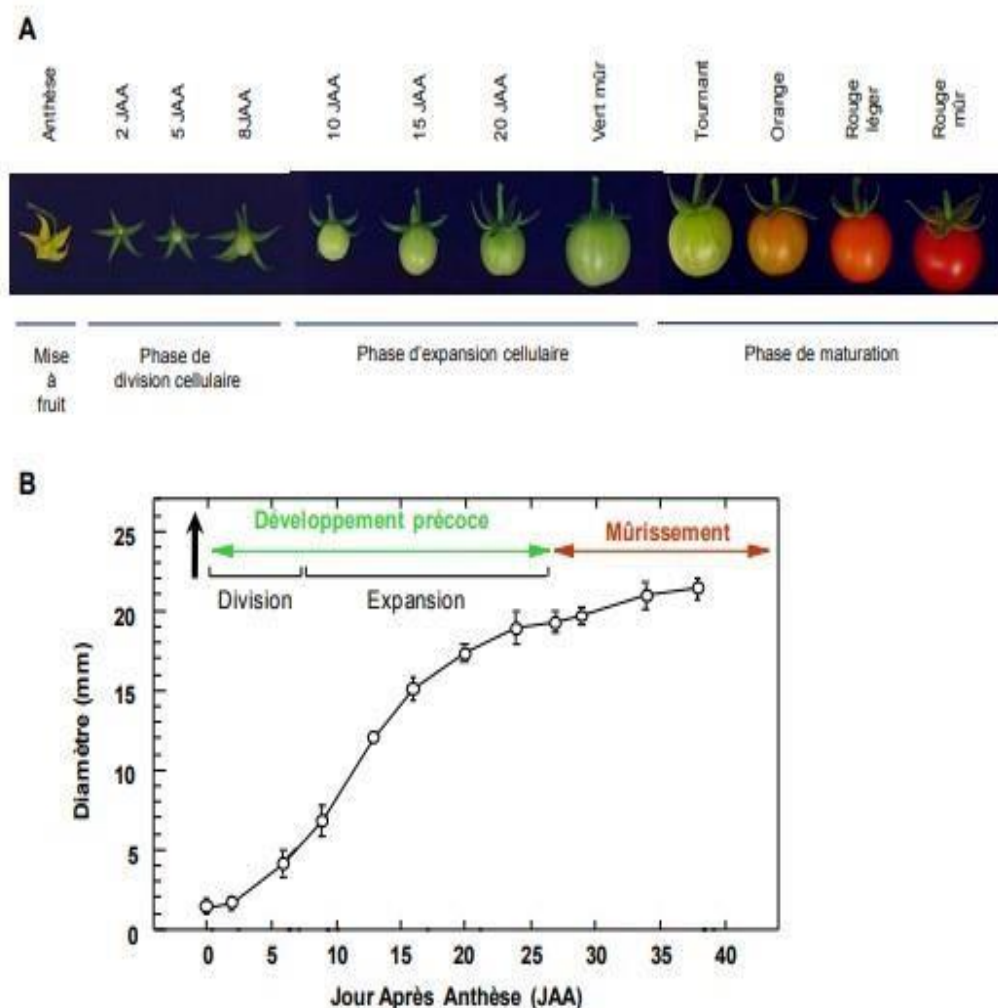
Figure 9: Les stades de développement de la tomate (Gallais et Bannerot ,1992)

I.5 Développement et structure du fruit de la tomate

I.5.1 Développement du fruit de la tomate

Dans des conditions de culture optimales, la mesure du diamètre du fruit au cours du développement de la tomate décrit une sigmoïde qui fait apparaître trois périodes distinctes (Joubes et *al.*, 1999) (Figure 10). Après la fécondation de l'ovaire (anthèse), le fruit présente une phase de croissance lente durant laquelle l'activité mitotique dans l'ovaire est intense, Puis une phase de croissance rapide qui correspond à l'expansion des cellules du fruit et enfin,

Une phase finale de croissance lente qui correspond aux modifications biochimiques et physiologiques du mûrissement (Vriezen et *al.*, 2008). Au cours du mûrissement, et sous l'influence de l'éthylène, le fruit subit de nombreuses modifications biochimiques qui aboutissent à un fruit coloré, sucré et de texture molle, propre à la consommation (Alexander et Grierson, 2002) (Figure 11).



F : Fleur et fruit de la tomate à différents stades de développements. **PA**: Près Anthèse.

A :Anthèse. **VM** : Vert Mature. **O**: Orange. **RM**: Rouge mur. **LR** : Rouge légère.

B : Diamètre du fruit au cours des trois phases de développement. La flèche verticale symbolise la mise à fruit.

Figure 10: Cycle de développement de fruit de la tomate (Viron ,2010)



Figure 11: Structure générale de la tomate (Original ,2026).

I.5.2 Formes du fruit de tomate

Les cultivars de tomates produisent majoritairement des fruits ronds mais, de nombreuses variantes sont connues (Ranc ,2010) (Figure 12).

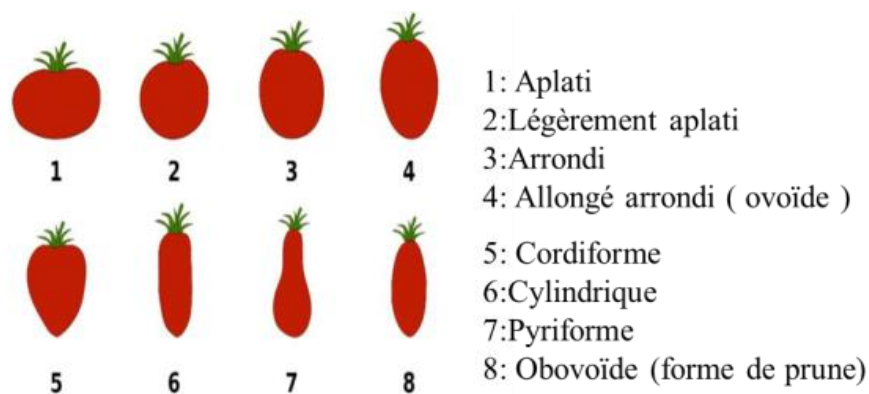


Figure 12: Principales formes de tomate (Coll ,2006)

I.5.3 Les différentes variétés cultivées en Algérie

En Algérie, plusieurs variétés de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) sont cultivées, (Khelifi, L., et *al.* (2020).

A) Les variétés classiques : Marmande et Saint-Pierre,

B) Les variétés hybrides : Chaaba F1 et Auracaria F1 (Boulal, H., et *al.* (2022).

C) Sous serre : Tavira et Dawson , et Cartier et Tomallow . (Allache, F., et *al.* (2021).

I.6 Les exigences de la culture

I.6.1 Température

La tomate est exigeante en ce qui concerne les températures dont l'optimum se situe entre 13 et 20°C pendant la nuit et entre 20 et 27°C pendant la journée. Pour obtenir une bonne production, un écart de 6 à 7°C entre les températures diurnes et les températures nocturnes est nécessaire au moment de la floraison (Nyabyenda , 2007).

I.6.2 Lumière

L'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles et aussi la mise à fruits et leurs Couleurs (Naika et *al.*, 2005). La tomate aime les situations bien ensoleillées, mais elle ne présente pas d'exigences Très marquées (Chaux & Foury , 1994). La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de Végétation, un éclaircissement de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison.

I.6.3 Sols

La tomate peut s'adapter à une large gamme de types de sols. Cependant, le sol doit être bien aéré et assurer un bon drainage. L'asphyxie des racines, même de façon temporaire, est nuisible à la culture. Une teneur en matière organique relativement élevée (2 à 3 %) est nécessaire pour obtenir de bons rendements. Le pH optimal du sol se situe entre 5,5 et 6,8 (Elatir, Skiredj et Elfadl, 2003).

I.6.4 Salinité

Il est généralement admis qu'une trop forte résistance de la plante de tomate au début de la culture peut retarder la précocité de la production. La variation de la concentration saline de la solution nutritive constitue l'un des moyens utilisés pour contrôler le développement de la jeune plante (Sadok, 2019).

I.6.5 Hygrométrie

Un taux d'humidité élevé en serre peut engendrer des difficultés, puisqu'il favorise le développement de nombreux agents pathogènes, notamment les champignons et les bactéries. À l'inverse, une humidité trop faible, souvent due à l'entrée d'un air froid et sec en hiver, peut accentuer le stress des plants. Ainsi, l'humidité relative doit être maintenue autour de 76 % au stade de la germination, entre 75 et 80 % durant la phase d'élevage, et entre 70 et 80 % lors du développement des fruits (Hamidouche et *al.*, 2013).

I.6.6 Eau

L'eau joue un rôle essentiel dans la productivité et la qualité des fruits de tomate, en particulier pour leur calibre. Cette plante présente des besoins hydriques élevés ; une irrégularité de l'irrigation peut entraîner un déséquilibre dans l'assimilation du calcium, ce qui favorise l'apparition de la nécrose apicale. Les exigences en eau augmentent surtout dès la floraison du deuxième bouquet (Elattir et *al.*, 2003).

I.7 Importance alimentaire

La tomate représente un aliment largement consommé grâce à sa valeur nutritionnelle et à sa richesse en composées bénéfiques pour la santé, riche en éléments minéraux et en vitamines (A,C,E), ces antioxydants en font un formidable rempart contre les affections. (Anonyme, 2009)

I.8 Composition biochimique de la tomate

Le principal atout nutritionnel de la tomate est sa richesse particulière en métabolites secondaires comme les minéraux et les vitamines qui sont considérés comme des micronutriments et les substances anti oxydantes dont les effets protecteurs sur la santé ont largement été démontrés (Chanforan C. 2010) (Tableau 02). Il faut noter que la composition des tomates fraîches de différentes variétés peut varier significativement, en particulier en fonction des cultivars. De même, les conditions de culture (techniques agricoles et facteurs

environnementaux) et de conservation post-récolte peuvent entraîner des variabilités de composition au sein d'un même cultivar. (Chanforan C. 2010)

I.8.1 Les composés phénoliques

Les composés phénoliques (ou polyphénols) sont des micronutriments végétaux issus du métabolisme secondaire des plantes, jouant un rôle important dans leur défense contre les stress environnementaux et les agents pathogènes. Ils contribuent également à la croissance des végétaux et à la coloration des fruits, fleurs et feuilles, notamment via les flavonoïdes. (El Gharras, 2009). Cette grande famille comprend plus de 8000 composés répartis en plusieurs classes principales : les flavonoïdes (les plus abondants), les tanins, les acides phénoliques, les coumarines et les lignanes. Ces molécules sont largement étudiées pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine, notamment leur rôle dans la prévention de maladies comme le cancer et les maladies cardiovasculaires et dégénératives. (Dacosta, 2003).

I.8.2 Les caroténoïdes

Les caroténoïdes de la tomate, représentés essentiellement par le lycopène et le β -carotène, assurent des fonctions biologiques distinctes mais complémentaires. Tandis que le lycopène excelle dans la lutte contre le stress oxydatif par son fort pouvoir de piégeage de l'oxygène singulet (Shi & Le Maguer, 2000), le β -carotène se définit par ses vertus pro vitaminiques A, cruciales pour la croissance et le système immunitaire (Martí et al., 2021). Leur présence conjointe renforce l'intérêt thérapeutique de la tomate dans la prévention des maladies métaboliques et chroniques.

Tableau 2: Tenures des constituants majoritaires de la tomate (USDA/CNPP,2007).

Catégorie	Composé	Teneur
Minéraux	Potassium	237 (mg)
	Calcium	10 (mg)
	Magnésium	11 (mg)
Caroténoïdes	Lycopène	0,11-17,5 (mg/100g)
	β -carotène	0,08-1,06 (mg/100g)
	Lutéine	0,01-0,20 (mg/100g)
Vitamines	Vitamine C	12,7 (mg)
	Vitamine A	42 (μ g)
	Vitamine B6	80 (μ g)
Acide aminés	Acide aspartique	0,118 (g)
	Leucine	0,031 (g)
	Tyrosine	0,015 (g)
Polyphénols	Acide chlorogénique	3,67-21,0 (mg/100g)
	Rutine	19,8-31,23(mg/100g)
Autre composées	Eau	94,50 %
	Protéines	0,88 (g)
	Lipides	0,20 (g)
	Energie	18 (Kcal)

I.9 Caractéristiques physico-chimiques du fruit de la tomate

La notion de qualité est complexe dans la mesure où sa définition varie selon l'acteur considéré : producteur, distributeur, industriel ou consommateur. Pour le producteur, les critères déterminants incluent le rendement, la résistance aux maladies ainsi que la capacité d'adaptation aux contraintes pédoclimatiques (Kaluzny-Pinon et *al.*, 2001). Le distributeur, quant à lui, accorde davantage d'importance à la durée de vie du produit, à l'homogénéité des lots et à leur aptitude à supporter les conditions de conservation et de transport (Guichard, 1999). Du point de vue de l'industriel, la qualité repose sur les aptitudes à la transformation ainsi que sur les caractéristiques physico-chimiques, qui influencent directement le produit final. Enfin, le consommateur, dernier maillon de la chaîne, est principalement sensible à l'aspect visuel et à la valeur nutritionnelle lors de l'achat, puis à la qualité organoleptique lors de la consommation (Ranc, 2010).

I.9.1 Poids

Parmi les caractères de qualité les plus étudiés chez la tomate, le poids du fruit occupe une place prépondérante. En effet, les espèces sauvages présentent généralement des fruits de petite taille, avec un diamètre compris entre 10 et 15 mm, tandis que les fruits de plus gros calibre (diamètre supérieur à 3 cm) sont exclusivement observés chez l'espèce cultivée (Ranc, 2010). Ainsi, on distingue différentes catégories de tomates selon leur calibre : les variétés à petits fruits, telles que les tomates cerises (cherry), les variétés à fruits de calibre moyen, comme Maestria F1 et Bali F1, et enfin les variétés à gros fruits, telles que Ananas et Cœur de bœuf.

I.9.2 Contenu en sucres et acides

Le goût de la tomate résulte de l'interaction entre plusieurs composés, notamment les sucres solubles, les acides organiques et les composés volatils (Zapata et al., 2008). Au cours du mûrissement, la teneur en solides solubles totaux augmente tandis que l'acidité diminue. Les sucres, initialement transportés depuis les organes sources, sont accumulés dans les fruits sous forme d'amidon durant leur développement. L'hydrolyse de cet amidon débute avant le pic climactérique (Defilippi, Dandekar et al., 2004), ce qui entraîne une augmentation de la concentration en solides solubles. Les principaux sucres responsables de la saveur sucrée de la tomate sont le glucose et le fructose (Leucci et al., 2008). Par ailleurs, l'acidité du fruit est principalement due à la présence d'acide citrique (Carrari et Fernie, 2006 ; Kader, 2008).

I.9.3 Maturation du fruit

La maturation des fruits s'accompagne de nombreux processus physiologiques et biochimiques, notamment la synthèse des caroténoïdes et des composés aromatiques, ainsi que des modifications de la teneur en sucres et en acides et de la texture du fruit (Giovannoni, 2004 ; Barry et Giovannoni, 2007). Chez la tomate, cette phase se caractérise principalement par un changement de couleur, lié à l'accumulation de pigments. Par ailleurs, une intensité lumineuse élevée favorise la synthèse de matière organique, laquelle est rapidement transloquée vers les fruits en croissance. Des conditions thermiques optimales, de l'ordre de 18 °C la nuit et 27 °C le jour, sont nécessaires pour assurer un développement et une maturation adéquats .

I.10 Facteurs d'altération de la qualité en post-récolte

Des facteurs tels que la date et la méthode de récolte influencent significativement la longévité et la qualité des produits horticoles (Kader, 2002). Toutefois, les conditions d'entreposage jouent également un rôle déterminant. Après la récolte, les produits sont conservés dans des conditions optimales de température, d'humidité et de composition de l'air, tout en étant protégés des blessures mécaniques et des agents pathogènes, afin de prolonger leur durée de vie. En revanche, toute perturbation de ces conditions idéales peut entraîner une accélération ou un ralentissement du métabolisme du produit, ce qui affecte négativement sa qualité. Ainsi, le contrôle des différents stress post-récolte est essentiel pour garantir le maintien de produits de qualité (Bourget, 2011).

I.10.1 Condition de stockage

La température constitue un facteur déterminant du métabolisme des fruits et légumes. En effet, une diminution de la température entraîne un ralentissement des activités métaboliques, ce qui contribue à prolonger leur durée de conservation. Les basses températures participent également à la régulation de la maturation des fruits en réduisant la synthèse et l'action de l'éthylène (Bourget, 2011). Par ailleurs, la conservation de la tomate dépend non seulement de sa variété, mais aussi du stade de maturité auquel elle est récoltée (DAG, 2018).

Le taux d'humidité doit également être rigoureusement contrôlé afin de limiter la transpiration excessive des produits tout en empêchant le développement d'agents pathogènes, notamment fongiques (Damodaran et al., 2008).

I.10.2 Chocs mécaniques

Les chocs et les blessures mécaniques constituent un facteur déterminant à prendre en compte lors des opérations de manutention, de transport et d'entreposage des produits végétaux. Les contraintes mécaniques subies au cours de ces étapes entraînent une diminution de la valeur marchande et de la qualité des produits. Elles augmentent également leur sensibilité aux maladies ainsi que les pertes en eau par transpiration, ce qui contribue à réduire leur durée de conservation (Bourget, 2011).

I.10.3 Altérations post-récolte

Le développement de maladies constitue un facteur majeur à prendre en compte en post-récolte afin de préserver la qualité des fruits et légumes. En effet, de nombreux agents pathogènes peuvent affecter les produits horticoles. Ces derniers proviennent souvent du champ, où ils peuvent se déposer à la surface des plantes ou pénétrer dans les fruits sans provoquer immédiatement de symptômes visibles (Bourget, 2011).

I.11 Les principaux maladies et ravageurs de la tomate

I.11.1 Les Maladies fongiques

Parmi les maladies fongiques qui peuvent attaquer la tomate, nous pouvons citer dans tableau n°03 .

Tableau 3: Les principales maladies fongique de la culture de tomate.

Maladies	Agents pathogènes	Caractéristiques	Symptômes
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Le mildiou de la tomate, est une maladie cryptogamique se propageant rapidement par temps humide et chaud . Le pathogène forme sur feuille de larges taches, d'abord jaunâtres puis brunes, et sur fruit on observe des taches brunes marbrées, irrégulièrement bosselées en surface (Blancard, 1988).	 (Blancard,2009)

Oïdium	<i>Pseudoidium mneo lycopersici</i>	L'oïdium de la tomate, souvent appelé « maladie du blanc », est une infection fongique caractérisée par un feutrage blanc poudreux sur les feuilles. Il cause des taches jaunes, le dessèchement et la nécrose du feuillage, se développant surtout par temps chaud et sec à moyennement humide (El Akel et <i>al.</i> ,2001)	 (Blancard,2009)
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	<i>L'alternariose</i> de la tomate provoquant le jaunissement, le dessèchement et la chute du feuillage. Elle se caractérise par des taches foncées qui peuvent altérer toutes les parties de la plante (Meena et <i>al.</i> , 2017).	 (Blancard,2009)
Pourriture grise	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Botrytis cinerea</i> est un champignon nécrotrophe responsable de la pourriture grise sur tomate. Les symptômes qui sont les plus typiques pour les feuilles et les petits fruits sont l'apparition de taches brunes, suivis par l'apparition de feutrage grisâtre, qui sont en fait les conidies (Williamson et <i>al.</i> , 2007).	 (Blancard,2009)

I.11.2 Les maladies bactériennes

Les maladies bactériennes qui peuvent attaquer la tomate sont citées dans le tableau n° 04.

Tableau 4: Les principales maladies bactériennes de la culture de tomate.

Maladies	Agents pathogènes	Caractéristiques	Symptômes
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas compestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Taches brunâtres entourées d'un halo jaune sur les feuilles, avec apparition de petits chancres pustuleux donnant un aspect liégeux sur les fruits (Allal, 2009).	 (Blancard, 2013)
Moucheture de la tomate	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Taches noires devenant des plages nécrotiques brun foncé, dessèchement des folioles et taches brunes nécrotiques sur les fruits (Allal, 2009).	 (Blancard, 2013)
Le chancre bactérien	<i>Clavibacter michiganense</i> subsp. <i>Michiganensis</i> .	un flétrissement unilatéral des feuilles ainsi que des stries brunâtres dans les tissus caulinaires et foliaires (Gartemann et al., 2003).	

			 (Blancard,2013)
Le flétrissement bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Flétrissement des feuilles terminales et brunissement des tissus de la tige aux stades avancés de l'infection (Naika et al., 2005).	 (Blancard,2013)

I.11.3 Les maladies virales

Les maladies virales qui attaquent la tomate sont citées dans le tableau n° 05 .

Tableau 5: Les principales maladies virales de la culture de tomate.

Maladies	Caractéristiques	Symptômes
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Enroulement des feuilles, apparition de taches vert-jaunâtres accompagnées de décoloration, ainsi qu'une croissance chétive des fruits (Naika et al., 2005).	 (Blancard,2013)
Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)	Les pieds contaminés sont rabougris et ont des feuilles	

	jaunes. Les fruits montrent des cercles légèrement en relief de couleur verte, jaune et rouge (Hilmi et <i>al.</i> , 2020).	 (Blancard,2013)
Tomato Yellow Leaf Curl Virus(TYLCV)	Les feuilles qui subissent l'infection sont de petite taille, déformées, enroulées vers le haut avec des taches jaunâtres inter-nervaires. Les plants infectés sont rabougris (Lhie et <i>al.</i> , 2014).	 (Blancard,2013)

I.11.4 Les ravageurs

La tomate est sujette à des attaques de plusieurs espèces des ravageurs , comme indiquer dans le tableau n° 06 .

Tableau 6: Les principales ravageurs de la culture de tomate .

Ravageurs	Noms scientifiques	Caractéristiques	Symptômes
La mineuse de la tomate	<i>Tuta absoluta</i>	Ces chenilles forment des galeries dans les feuilles, provoquant leur déformation et leur chute suite à la perte de chlorophylle (Shankara et <i>al.</i> , 2005).	 (Blancard,2013)
Puceron de la tomate	<i>Myzus persicae</i>	Les pucerons infestent principalement les jeunes feuilles et les tiges tendres. En plus des dégâts directs qu'ils causent aux plantes, ils jouent aussi un rôle important dans la	

		transmission de plusieurs virus (Shankara et <i>al.</i> , 2005).	 (Blancard, 2013)
Les mouches blanches	<i>Bemisia tabaci</i>	-Sur la feuille : La production de miellat par l'insecte Selon Liette (2020) -Sur le fruit :il provoque une maturation irrégulière des fruits appelé 'TIR' (Tomato Irregular Ripening) (Gatimel, 2008).	 (Blancard, 2009)
Acariens	<i>Tetranychus et T. cinnabarinus</i>	Les acariens pondent leurs œufs sur le côté inférieur des feuilles. Les larves et les adultes sucent la sève des plantes. Les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent (Shankara et <i>al.</i>, 2005).	 (Blancard, 2013)

Chapitre II :

Présentation générale des plantes : *Allium sativum* et *Ocimum basilicum*

II.1 *Allium sativum* (l'ail)

II.1.1 Origine et répartition géographique

Originaire d'Asie centrale, notamment des plaines situées à l'est de la mer Caspienne (Kazakhstan, Ouzbékistan et Turkménistan), où il pousse encore à l'état sauvage, l'ail s'est progressivement répandu il y a environ 10 000 ans. Sa diffusion vers l'Extrême-Orient, l'Arabie saoudite, l'Égypte et le bassin méditerranéen s'est faite en grande partie grâce aux échanges commerciaux. Introduit en Chine par des tribus nomades, il s'est ensuite étendu à l'Asie du Sud-Est. Considéré comme l'un des plus anciennes plantes cultivées, l'ail est utilisé depuis l'Antiquité tant pour ses qualités alimentaires que pour ses vertus médicinales (Geaga, 2015).

II.1.2 Systématique

La Classification systématique est présentée dans le tableau suivant (Tableau 07) .

Tableau 7: Classification d'*Allium sativum* selon APCIII (2009).

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous – embranchement	Angiospermes
Classe	Liliopsides
Sous –classe	Lilidae
Ordre	Liliales
Famille	<i>Alliaceae</i>
Genre	<i>Allium</i>
Espèce	<i>Allium sativum</i>

II.1.3 Production mondiale d'*Allium sativum*

La production mondiale d'ail tourne autour de 28 à 30 millions de tonnes par an, la Chine étant de loin le plus grand producteur mondial. Les données les plus récentes de la FAO indiquent que la production est stable, avec une croissance continue du marché, attendue à 44,04 milliards USD d'ici 2030 (FAOSTAT,2023) (Tableau 08) .

Tableau 8: Principaux pays producteurs d'ail dans le monde (FAOSTAT,2023).

Classes	Pays	Production (tonnes)	Partage mondial %
1	Chine	20,688,005	72,2
2	Inde	3,266,023	11,4
3	Bangladesh	548,907	1,9
4	Egypte	490,418	1,7
5	Corée de sud	318,220	1,1
6	Espagne	150,000	0,5
7	Indonésie	74,000	0,3
8	Brésil	184,844	0,6
9	Etats –Unis	182,344	0,6
10	Argentine	156,007	0,5
11	Russie	145,746	0,5
12	Ouzbékistan	210,000	0,7
13	Myanmar	203,000	0,7
14	Ethiopie	218,000	0,8
15	Algérie	202,000	0,7

II.1.4 Description botanique

Il s'agit d'une plante herbacée, vivace par l'intermédiaire d'un bulbe ou « tête d'ail » ou « drogue ». Elle a une odeur caractéristique, et une forme arrondie ou ovale, d'un diamètre d'environ 4 cm, constitué d'un plateau dur formé de cailleux « gousses » en nombre de 8 à 20 (Tescher et *al.*, 2005). Ces gousses rassemblent 12 à 16 bulbilles. Elles ont un diamètre de 5 à 10 mm et sont composées d'une enveloppe externe. Ses feuilles sont linéaires, engainantes à limbe allongé, plat, étroit, atténué, en pointe. Elles mesurant 1 à 2,5 cm de large et 30 à 60 cm de long. Sa tige est cylindrique, feuillée jusqu'au milieu, Elle peut atteindre 50 cm de hauteur (Bernice, 2009).

II.1.4.1 Le bulbe

L'ail commun est une plante herbacée géophyte, caractérisée par sa capacité à survivre aux conditions défavorables grâce à la persistance de ses organes souterrains, notamment le bulbe

(Botineau, 2010). Ce dernier correspond à une tige modifiée, très courte et verticale, formant le plateau basal.

Le bulbe présente des variations de couleur allant du blanc au rosé ou au violacé. La reproduction de l'ail s'effectue par multiplication végétative via la division du bulbe, produisant des caïeux, communément appelés gousses. L'ensemble constitue la tête d'ail (Dupont et Guignard, 2012).

Un bulbe renferme en moyenne une douzaine de caïeux, chacun entouré d'une tunique protectrice et contenant un bourgeon central apte à générer un nouveau bulbe (Gerbeaud, 2008) (Figure 13).



Figure 13: Bulbe d'*allium sativum* et ses caïeux (Original ,2026)

II.1.4.2 Racines, Tige et Feuilles

Les racines de l'ail sont de type adventif et prennent naissance à la base du bulbe, au niveau du plateau, qui correspond à la tige souterraine. La tige de l'ail mesure en moyenne 40 cm, mais peut atteindre jusqu'à 150 cm. Elle émerge de la partie supérieure du bulbe et correspond en réalité à une fausse tige formée par l'emboîtement des gaines foliaires issues du plateau du bulbe. Les feuilles, alternes et glabres, sont généralement au nombre de 2 à 10. Elles présentent un pétiole élargi en gaine tubulaire à la base, ce qui leur confère un caractère engainant, tandis que leur limbe est linéaire. Lorsqu'elles sont froissées, elles dégagent une odeur caractéristique (Lucie, 2017) (Figure 14).



Figure 14: Aspect général des racines et des feuilles d'*Allium sativum* (Original ,2026)

II.1.4.3 Fleurs et fruits

Les fleurs de l'ail présentent une base tubulaire et se déclinent en formes variées telles que clochettes, étoiles ou coupes. Elles sont regroupées en ombelles, le plus souvent sphériques, mais parfois hémisphériques, ovoïdes ou pendantes, et mesurent entre 1 et 3 cm de diamètre . Quant au fruit, il s'agit d'une capsule loculicide à trois loges, qui se forme très rarement, l'espèce favorisant essentiellement la multiplication végétative par bulbilles plutôt que la reproduction sexuée pour garantir sa survie (Meskine et Bacar, 2014) (Figure 15).

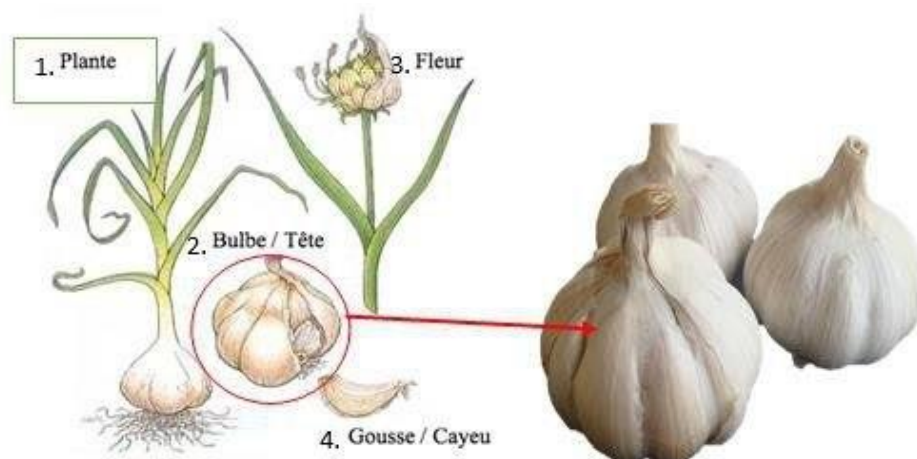


Figure 15: Fleurs et fruit d'*Allium sativum* (Gambogou,2019)

II.1.5 Les exigences de la culture

Allium sativum préfère un sol assez fermé en profondeur, mais bien ameubli en surface, frais et drainé, riche en limon, en argile et en calcium, le sol ne doit pas comporter du fumier frais ou du compost insuffisamment décomposé ; le pH favorable est au voisinage de 6,5 .

La culture de l'ail est pratiquée dans les régions tempérées et subtropicales du monde entier. L'ail peut supporter des températures très basses de l'ordre de -15 à -18 °C. Sa multiplication se fait à partir des caïeux. Ces derniers doivent être à peine recouverts de terre, environs 3 centimètres, lors de la plantation (Arvy et Gallouim, 2003).

II.1.6 Classification traditionnelle de l'ail

La classification traditionnelle de l'ail est distinguée par les cultivars selon des critères morpho-physiologique en fonction de leurs périodes de végétation et de la couleur de la tunique du bulbe et des bulbilles (Touiletal., 2015).

Il n'existe pas une variété d'ail, mais plusieurs dizaines. Elles se distinguent par leur saison de récolte, la couleur et la grosseur de leurs bulbes, leur saveur, leur durée de conservation. On distingue principalement deux sous-espèces d'ail, en fonction de la saison où les plants sont mis en terre :

II.1.6.1 L'ail d'automne

Planté à l'automne et récolté au début de l'été. Il est principalement originaire du sud de la France. Il se présente sous formes de gros bulbes (100 à 130 g). On trouve dans cette famille de l'ail violet (qui est très précoce) (Lefief Delcourt, 2012) (Figure 16).



Figure 16: Ail d'automne *Allium sativum* (Original ,2026)

II.1.6.2 L'ail de printemps

Planté à la fin de l'hiver ou au tout début du printemps, et récolté dans le courant du mois de juillet. Sa tête est plus petite que celle de l'ail d'automne mais il se conserve plus longtemps. Il s'agit de l'ail rose. Cette couleur est celle de la peau qui recouvre les gousses (Lefief-Delcourt, 2012) (Figure 17).



Figure 17: Ail de printemps *Allium sativum* (Original ,2026)

II.1.7 Composition biochimique d'*Allium sativum*

De nombreuses études se sont intéressées à l'isolement et à l'identification des composés bioactifs de l'ail. Parmi ces composés figure « l'alliine » qui constitue le principal composé organo-soufré. Sous l'action de l'alliinase, une enzyme libérée lors de la rupture des cellules, notamment lorsque les caïeux sont coupés ou écrasés, l'alliine est transformée en allicine. Ce composé volatil est responsable des propriétés aromatiques et biologiques de l'ail, en

particulier de ses effets antiseptiques liés à son activité contre diverses bactéries (Arvy et Gallouin, 2003).

Sur le plan nutritionnel, l'ail est constitué en moyenne de 65 % d'eau, 27,5 % de glucides, 2 % de protéines et 4,7 % de fibres. Il contient également des vitamines (A, B et C), ainsi que des oligo-éléments tels que le sélénium, le cuivre, le fer et le magnésium, en plus de divers acides aminés (Gambogou et *al.*, 2019). Parmi ces derniers, la méthionine et la cystéine sont des acides aminés soufrés. La méthionine, en particulier, est un acide aminé essentiel impliqué dans la synthèse de la créatine, une molécule jouant un rôle important dans l'apport énergétique des cellules musculaires au début de l'effort (Berthet et Amar, 2006).

II.1.8 Propriétés et Utilisations

Tableau n°9 présente les principales propriétés et les diverses utilisations de l'ail (*Allium sativum*) dans différents domaines, notamment la protection des plantes et la santé. Il met également en évidence ses multiples effets insecticides, antimicrobiens, antioxydants et fongicides, ainsi que son rôle dans la conservation après récolte.

Tableau 9:Propriété de l'*Allium sativum*.

Propriété	Description	Références
Effets insecticides (Agriculture organique)	L'ail présente un effet insecticide à divers caractéristiques (naturel, écologique, biodégradable, non toxique, fortement soluble en eau).	Morton, 2006; Diniz et <i>al.</i> , 2006; Prabu, 2008).
Effets antimicrobiens	Louis Pasteur, en 1858, était le premier à avoir constaté que l'ail tue les bactéries. Durant la Première Guerre mondiale, l'ail a été utilisé pour combattre le typhus et la dysenterie, ainsi que comme désinfectant pour les plaies.	(Shaath et <i>al.</i> , 1995).
Effets anti-oxydants	L'ail contient différents composés antioxydants tels que des flavonoïdes, et des composées sulfurés (allicine, diallyl sulfide, diallyl disulfide, diallyl trisulfide,...) et vitamines E, C, qui contribuent aussi à son action anti-oxydante.	Miean et <i>al.</i> , 2001; Gorinstein et <i>al.</i> , 2005)

Effets fongicides	La formulation de produits à partir d'extraits d'ail se révèle prometteuse, préparant les systèmes de défense des plantes pour une protection avancée contre les maladies fongiques.	(Mol Sci. et <i>al</i> 2020)
Conservation post- récolte	L'application d'extraits d'ail agit comme un bio-conservateur efficace pour la tomate. En inhibant la prolifération fongique et en régulant les processus physiologiques de maturation, il minimise les pertes de biomasse et préserve les propriétés organoleptiques ainsi que l'intégrité structurelle des fruits stockés.	Mvumi, C., et <i>al.</i> (2023).

II.2 *Ocimum basilicum* (Le basilic)

II.2.1 Origine et répartition géographique

Le basilic (*Ocimum basilicum*) est originaire d'Asie du Sud ou d'Afrique centrale. Il fut importé il y a au moins 4000 ans en Égypte. D'Égypte, il fut importé à Rome, et plus généralement dans le sud de l'Europe au II^e siècle. Il n'aurait pas atteint l'Angleterre avant le XIV^e siècle. Il arriva en Amérique avec les premiers émigrants (Figure 18). Le basilic est donc très répandu à travers le monde. *O. basilicum* est connu sous différents noms, tels que Basilic, Basil, Badrooj, Hebak ou «Rihan» (Dhama et al. 2023). Dans certaines traditions, il est considéré comme le "roi des herbes" ou encore le "Dieu des épices", mettant en avant son importance culinaire et médicinale (Bensaid et al.2022 ; Dhama et al.2023).



Figure 18: Répartition géographique d'*Ocimum basilicum* (Bouziane et Khenfer ,2022)

II.2.2 Classification systématique

La classification scientifique du basilic est la suivante selon le Catalogue of Life (2025)

- **Règne :** Plantae
- **Phylum :** Tracheophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Ordre :** Lamiales
- **Famille :** Lamiaceae
- **Genre :** *Ocimum*

- **Espèce :** *Ocimum basilicum*

II.2.3 Description botanique

Le basilic est une plante herbacée pouvant atteindre 30 à 60 cm de hauteur, son odeur et sa saveur sont fortement aromatiques. Sa culture exige un climat chaud et ensoleillé, un sol irrigable, riche en matières organiques (Dupont et *al.*, 2012) (Figure 19) .

La morphologie de la plante est décrite comme suit :

II.2.3.1 Les racines

La racine de la plante de basilic sont rondes, fibreuses et ont une croissance touffue. Le système racinaire est du type pivotant (Anton, 2005).

II.2.3.2 Les tiges

Anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue et couleur généralement verte à l'aspect brillant. (Baser et Buchbauer ,2010)

II.2.3.3 Les feuilles

Sont nombreuses, opposées pétiolées de forme ovale, lancéolée et ailées. Elles sont longues de 2 à 5 cm, entières ou dentées et ciliées sur les bords, de couleur verte pale a vert foncé (Aït-Youcef, 2006).

II.2.3.4 Les fleurs

Les fleurs du basilic sont de couleur blanches ou rosées, formant des glomérules lâches au sommet de la tige (Belkamel et *al.*, 2008).

II.2.3.5 Les graines

Elles sont petites, oblongues et marron foncé (Magness et Markle, 1971).

II.2.3.6 Les fruits

Ils sont des tétramères renfermant chacun une seule graine marron-noire Oblongue (Aït-Youcef, 2006).



A : Les feuilles de basilic

C : la plante de basilic

B : les fleurs de basilic

D : les tiges de basilic

Figure 19: Morphogenèse des différentes organes d'*Ocimum basilicum* (Original ,2026)

II.2.4 Exigences de la culture

Le basilic est une plante cultivée dans les régions tempérées. Sa culture nécessite un climat chaud et ensoleillé, ainsi qu'un sol irrigable et riche en matière organique. Sa multiplication s'effectue par semis au printemps, généralement entre mars et avril.

Dans les zones à climat tempéré, il est préférable de le cultiver en serre ou en pots maintenus à une température d'environ 20 °C. La germination intervient après 4 à 7 jours. Le repiquage en pleine terre peut être réalisé lorsque le sol est suffisamment réchauffé.

Le basilic se développe dans un sol ayant un pH compris entre 5 et 8, à une température supérieure à 15 °C, avec une exposition abritée et au moins cinq heures d'ensoleillement par jour (Schauenberg, 2006 ; Bezanger et al .1990).

II.2.5 Composition chimique de la plante

De nombreuses études ont mis en évidence que *Ocimum basilicum* renferme une large gamme de composés bioactifs d'origine phytochimique, notamment des huiles essentielles, des composés phénoliques, des flavonoïdes, des alcaloïdes, des terpènes, des tanins, des stéroïdes, des saponines, des glycosides ainsi que des sucres réducteurs, auxquels sont attribuées diverses activités thérapeutiques (Zhakipbekov et *al.* 2024 ; Teofilovic et *al.*, 2021).

Cette richesse phytochimique confère à cette espèce des propriétés biologiques notables, en particulier une activité anti-inflammatoire liée à l'inhibition des enzymes et des médiateurs impliqués dans le processus inflammatoire (Akoto et *al.*, 2020). Par ailleurs, il a été démontré que les composés terpéniques exercent une action antimicrobienne en perturbant l'intégrité des membranes cellulaires des micro-organismes, entraînant ainsi leur destruction (Zhakipbekov et *al.*, 2024).

II.2.5.1 Composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*

Les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sont constituées de mélanges complexes de composés volatils, synthétisés principalement au niveau des glandes trichomatiques présentes sur les feuilles et les fleurs (Avetisyan et *al.*, 2017) (Tableau 10). Riches en molécules bioactives, elles sont à l'origine des propriétés aromatiques et pharmacologiques de la plante. Parmi ces constituants, trois composés majeurs se distinguent par leur abondance et leur importance : le linalol, l'eugénol et le méthylchavicol (ou estragole) (Fedoul et *al.*, 2022) (Figure 20).

II.2.5.2.1 Linalol

Le linalol, constituant majoritaire de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (pouvant atteindre jusqu'à 41,3 %), est un alcool monoterpénique doté de multiples propriétés biologiques, notamment antimicrobiennes, antioxydants, anti-inflammatoires et neuroprotectrices (Zhakipbekov et *al.*, 2024). Il joue également un rôle important dans l'arôme caractéristique du basilic, lui conférant des notes florales et épicées, ce qui explique son utilisation dans les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Fedoul et *al.*, 2022).

II.2.5.2.2 Eugénol

Présent à une teneur d'environ 0,3 %, l'eugénol constitue un composé bioactif important de l'huile essentielle de basilic. Il est reconnu pour ses propriétés antimicrobiennes, antioxydants, analgésiques et antifongiques (Ahmed et *al.*, 2019). En raison de ces effets, il est largement utilisé en odontologie comme agent antiseptique et anesthésiant (Romano et *al.*, 2022).

II.2.5.2.3 Estragole

L'estragole, également connu sous le nom de méthyl -chavicol, est un composé aromatique présent dans certaines variétés d'*Ocimum basilicum* (Figure 20). Toutefois, en raison de sa toxicité potentielle à des concentrations élevées, son utilisation nécessite une attention particulière, notamment dans les domaines agroalimentaire et pharmaceutique (Romano et *al.*, 2022).

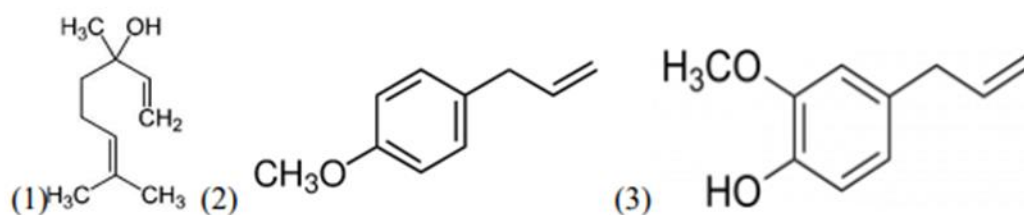


Figure 20: Structures chimique du 1- linalol , 2- l'eugénol et 3- l'estragole (Romano, 2022).

Tableau 10: Composition chimique de l'huile d'*Ocimum basilicum* (Greche et al , 2007)

Composition	Pourcentages (%)	Composition	Pourcentages (%)
A-pinène	0,29	Chavicol	0,68
B-pinène	0,82	Acétate de bornyle	0,27
Myrcène	0,51	Eugénol	8,31
1,8 cinéole	6,77	B-élémente	0,38
Trans ocimène	0,80	Trans alpha -bergamotène	1,29
Γ-terpinène	0,16	A-humulène	0,29
A-terpinolène	0,16	Epi-bicyclosesquiphellandrene	0,23
Linalol	33,12	Germacrène D	1,24
Camphre	0,42	Valencène	0,61
4-terpinéol	0,56	Γ-cadinène	0,82
A-terpinéol	0,73	Cubénol	0,35
Estragole	38,28	B-cadinène	2,49

II.2.6 Propriétés biologiques

II.2.6.1 Activité antioxydant

L'extrait des feuilles de basilic fraîches provoque l'élévation de la réponse enzymatique antioxydant par l'augmentation de façon importante de l'activité du glutathion hépatique réductase .L'activité antioxydant a été également expliquée par le niveau de teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes dans l'extrait (Dasgupta et al., 2004).

II.2.6.2 Activité antibactérienne

L'étude a montré que l'extrait de basilic à différentes concentrations allant de 100, 200 et 300 mg / ml, inhibe la croissance de différentes souches bactérienne à savoir : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis* (Karthika et al.,2017).

Les huiles essentielles et le linalol, le composant le plus abondant, ont présenté une activité antibactérienne contre des souches bactériennes souches comme : *S. aureus*, *E. coli*, *Mucor mucedo*, *Fusarium solani*, *Botryodiplodia theobromae*, *B. subtilis*, *Pasteurella multocida* (Hussain et al., 2008)

II.2.6.3 Activité anti-inflammatoire

D'après l'étude de (Benedec et *al.*, 2007) sur les effets de la teinture d'*Ocimum basilicum* dans l'inflammation aiguë induite par l'huile de térébenthine (IM 0,6 ml/100 mg) chez des rats mâles Wistar. Comparée au diclofénac, la teinture d'*Ocimum basilicum* a des effets anti-inflammatoires importants sur la réponse de phase aiguë de la moelle osseuse. Et selon (Chinnasamy et *al.*, 2007) Les résultats montrent que l'extrait méthanolique brut d'*Ocimum basilicum* inhibe les cytokines et médiateurs pro-inflammatoires clés, ce qui explique ses effets anti-inflammatoires.

II.2.7 Conservation post- récolte

L'huile essentielle de basilic *Ocimum basilicum* améliore la conservation post-récolte de la tomate grâce à ses composés actifs (linalol, eugénol). Elle permet de réduire le développement des agents pathogènes tels que *Botrytis cinerea* et *Alternaria alternata*. (Khorshidi , A.S., et *al.*(2021).

Elle ralentit aussi la respiration et le mûrissement du fruit, limite la perte de poids et contribue au maintien de la qualité (fermeté et durée de conservation) .(Salehi ,B., et *al.*.(2019)

II.2.8 Utilisations d'*Ocimum basilicum*

Ocimum basilicum est largement utilisé comme ingrédient alimentaire, remède thérapeutique, et composant cosmétique. Il figure parmi les herbes les plus connues et les plus employées dans le domaine culinaire à travers le monde (Boggia, 2015).

Ses feuilles sont exploitées en médecine traditionnelle pour leurs propriétés toniques, stimulantes, carminatives, stomachiques, antispasmodiques, antivirales et vermifuges (Paul, 2001).

Par ailleurs, les huiles essentielles de basilic sont utilisées comme conservateurs naturels dans l'industrie alimentaire en raison de leurs activités antimicrobiennes et antioxydants (Mishra et Dubey, 2020).

En outre, ces huiles essentielles possèdent également des propriétés répulsives contre les insectes, notamment les moustiques, grâce à la présence de composés actifs tels que le linalol et l'eugénol (Giatropoulos et *al.*, 2020).

Chapitre III :

Méthodes de conservation de la tomate (*Solanum Lycopersicum L.*)

III. Historique de la conservation des produits agricoles

Au II^e millénaire avant J.-C., c'est-à-dire bien avant la fondation de Rome, la salaison était utilisée comme méthode de conservation pour les viandes, les poissons, les olives. En plus du séchage, le fumage est un moyen de conservation des poissons connu depuis l'antiquité. La fumée utilisée dans le fumage contient de nombreux composés volatiles, comme l'acétaldéhyde, l'acétone, des phénols et polyphénols qui ont un pouvoir antiseptique. Nos ancêtres n'en savaient rien, mais ils employaient ce procédé. Le sel, conservateur de base de nombreux produits alimentaires, a été pendant plusieurs siècles une denrée stratégique et recherchée. Ce n'est pas par hasard que la gabelle avait été instaurée comme impôt par les rois de France, dès le moyen âge (Monnier, Colette et *al.* 2010).

Ces méthodes de conservation traditionnelles restent toujours utilisées et conservent leurs importances. La lutte menée par les nutritionnistes, notamment les médecins, contre les industriels de l'agroalimentaire, accusés d'ajouter des quantités excessives de sel dans les produits de grande distribution, s'inscrit comme une nouvelle épisode dans la longue histoire de l'utilisation du sel comme agent de conservation à travers le temps (Monnier, Colette et *al.* 2010).

Le XIX^e siècle ainsi que le début du XX^e siècle ont été marqués par l'émergence de nouvelles techniques de conservation, ouvrant la voie à l'essor de l'alimentation industrielle. Deux scientifiques français ont joué un rôle majeur dans cette évolution : Louis Pasteur, avec la mise au point de la pasteurisation, et Nicolas Appert, à l'origine de l'appertisation, une technique qui porte son nom en hommage à son inventeur. Ces deux méthodes s'inscrivent dans un ensemble plus large de procédés de conservation physiques, incluant l'utilisation de la chaleur, du froid, de l'irradiation et de la lyophilisation (Monnier et Colette et *al.* 2010).

III.1 Définition de la conservation

La conservation des produits agricoles désigne l'ensemble des méthodes physiques, chimiques et biologiques utilisées pour prolonger la durée de stockage des denrées agricoles (fruits, légumes, céréales, produits animaux) tout en maintenant leur qualité sanitaire, nutritionnelle et organoleptique. Elle vise à limiter les pertes post-récolte causées par les micro-organismes, les réactions enzymatiques et les conditions environnementales.

Elle prend en compte tous les facteurs susceptibles d'altérer la qualité des denrées stockées, qu'ils soient d'origine biotique ou abiotique (Delia B. et *al.*, 2001).

III.2 Facteurs influençant la conservation

III.2.1 Température : (optimum =10–15 °C selon maturité)

La température est le facteur environnemental le plus influent dans la détérioration post-récolte (Thompson et *al.* 2018). Elle affecte directement la respiration, la production d'éthylène, l'activité enzymatique et le développement des microorganismes. Une augmentation de 10°C peut multiplier la vitesse de détérioration par deux à trois (Yahia et Carrillo-Lopez 2019) . Des températures trop basses peuvent induire des désordres physiologiques appelés (chilling injury), tandis que des températures élevées favorisent la synthèse d'éthylène et accélèrent le vieillissement. (Zhang et *al.* 2020)

III.2.2 Humidité relative : idéale entre 85–95 %

L'humidité relative joue un rôle clé dans la conservation des fruits et légumes frais. Elle influence la perte en eau, le flétrissement, la texture ainsi que le développement des moisissures. (Kader & Rolle 2018) .Une faible humidité entraîne une déshydratation rapide, tandis qu'une humidité élevée favorise les infections microbiennes. Un équilibre optimal est donc nécessaire pour limiter les pertes post-récolte. (Pinheiro et Almeida 2021)

III.2.3 Stade de maturité à la récolte

Le stade de maturité à la récolte est un facteur déterminant de la qualité post-récolte des fruits et légumes. (Kader, A.A. 2002) .Il conditionne le développement des caractéristiques organoleptiques (goût, couleur, texture) ainsi que la durée de conservation. Un produit récolté à un stade inadéquat peut présenter une sensibilité accrue aux pathogènes et aux altérations physiologiques.(Yahia, E.M. 2019)

III.2.4 Manipulation et transport

Les fruits et légumes, notamment les tomates, doivent être manipulés avec soin en raison de leur grande sensibilité aux chocs mécaniques. En effet, les tomates sont des fruits

climactériques dont les caractéristiques physiologiques les rendent particulièrement fragiles (Chero et al. 2020).

Au cours des opérations post-récolte, les produits horticoles sont exposés à différentes contraintes externes. Lorsque celles-ci dépassent le seuil de résistance des tissus, elles provoquent des dommages mécaniques. Ainsi, les fruits peuvent subir des altérations lors de la récolte, de la manutention, du transport ou encore de la transformation. Ces détériorations constituent une cause majeure de diminution de la qualité, entraînant une baisse de la valeur commerciale ainsi que des pertes économiques pour les producteurs (Menesatti et al., 1999).

III.2.5 Présence de micro-organismes

Les moisissures et les bactéries sont responsables de la plupart des infections et des altérations des fruits et légumes après leur récolte. L'attaque fongique représente le facteur majeur limitant la durée de conservation des fruits et légumes frais (Kader, 2002). En général, les fruits et légumes après leur récolte présentent une résistance temporaire aux infections fongiques. Cependant, avec le mûrissement et l'avancement de la sénescence, ils deviennent plus sensibles aux infections (Bautista-Baños, 2014). La majorité des pertes post-récolte des fruits et légumes frais est causée par des micro-organismes tels que *Botrytis*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Colletotrichum*, *Penicillium*, ainsi que des bactéries comme *Pseudomonas* et *Erwinia* (Sharma et al., 2009). L'infection par ces micro-organismes peut se produire avant ou au cours de la récolte. Dans ce cas, elle peut rester latente, où la croissance du micro-organisme est arrêtée jusqu'à ce que les conditions physiologiques deviennent favorables (Droby, 2006).

Les facteurs qui accélèrent la sénescence et favorisent la croissance microbienne sont les désordres physiologiques, les blessures mécaniques, la température élevée et une forte humidité relative (Eckert & Ogawa, 1988).

III.3 Importance de la conservation post-récolte

La conservation post-récolte des fruits constitue une étape essentielle pour assurer la qualité et la disponibilité des produits horticoles après la récolte. En effet, les fruits sont des produits périssables qui subissent rapidement des transformations physiologiques telles que le ramollissement, les changements de couleur et la dégradation des composés biochimiques, ce qui entraîne une diminution de leur qualité et une augmentation de leur sensibilité aux altérations (Testoni A.2002)

Par ailleurs, la durée de vie des fruits après récolte est généralement limitée, ce qui rend leur transport et leur commercialisation difficiles sans l'application de techniques appropriées de conservation. La mise en œuvre de ces techniques permet de prolonger la durée de stockage, de maintenir la fermeté, la couleur ainsi que les caractéristiques organoleptiques des fruits, tout en réduisant les pertes dues aux altérations physiologiques et microbiennes

De plus, la conservation post-récolte joue un rôle important dans la préservation de la valeur nutritionnelle des fruits, notamment les composés bioactifs tels que les polyphénols, les caroténoïdes et les vitamines, qui peuvent être dégradés en absence de conditions de stockage adéquates, ainsi ; la conservation post-récolte représente un enjeu majeur pour améliorer la sécurité alimentaire, limiter les pertes économiques et assurer une meilleure disponibilité des fruits sur le marché (Tekin O. et al. 2025).

III.4 Méthodes de conservation des produits agricoles : cas des tomates

Les méthodes de conservation des produits agricoles après la récolte varient en fonction de la nature du produit, des objectifs de commercialisation ainsi que des circuits de distribution. Dans le cas particulier des tomates, ces techniques visent à limiter les pertes post-récolte en préservant, autant que possible, les caractéristiques initiales des produits, telles que la valeur nutritionnelle, la texture et les qualités organoleptiques, ou à ralentir leur dégradation

Ainsi, plusieurs procédés sont utilisés pour prolonger la durée de conservation des produits agricoles, notamment les tomates, et permettre leur disponibilité en dehors de leur période de production. Ces méthodes, qu'elles soient traditionnelles ou modernes, reposent sur différents principes de conservation (physiques, chimiques ou biologiques) adaptés aux conditions de stockage et aux exigences de consommation (Alteragri, 2008).

III.4.1 Conservation traditionnelle

III.4.1.1 Séchage naturel

Le séchage est une méthode ancienne utilisée pour conserver les produits agricoles et alimentaires. Son principe consiste à transformer des denrées périssables en produits stables, en réduisant l'activité de l'eau jusqu'à une valeur inférieure à 0,5. Cette opération peut être considérée comme un procédé de formulation ou de structuration, et lorsqu'elle est bien maîtrisée, elle permet d'obtenir de nouveaux produits pratiques et faciles à utiliser (Bonazzi et Dumoulin, 2011).

Le séchage traditionnel des fruits et légumes est généralement réalisé directement au sol, au bord des routes, sur des nattes, des surfaces rocheuses planes ou encore sur les toits des habitations (Dudez et *al.*, 2022).

III.4.1.2 Conservation par la cendre

Elle repose sur l'utilisation de cendre issue d'un foyer domestique, soigneusement tamisée à trois ou quatre reprises afin d'éliminer les particules grossières ainsi que les divers corps étrangers. La cendre ainsi purifiée est ensuite introduite dans une caisse, dans lequel les tomates sont disposées et recouvertes. Cette technique permet d'assurer la conservation des tomates dans de bonnes conditions pendant une durée estimée à 5 à 6 mois (Ininahazwe, 2016).

Afin d'optimiser les résultats, il est essentiel de protéger le produit de toute humidité, celle-ci pouvant compromettre l'efficacité du procédé. En cas de nécessité, la cendre doit être préalablement séchée au soleil avant son utilisation. Le respect rigoureux de ces différentes étapes permet d'atteindre une durée de conservation pouvant dépasser huit mois (Ndabashinze, 2017).

III.4.1.3 Conservation par saumure

Le sel constitue un agent de conservation utilisé à différentes concentrations selon les objectifs recherchés. À faible dose (environ 2 %), il permet de ralentir le développement de certains micro-organismes tout en conférant une saveur salée aux aliments. A des concentrations plus élevées, son action devient plus intense, pouvant inhiber, voire éliminer, la majorité des micro-organismes présents. En réduisant l'activité de l'eau dans les aliments, le sel limite ainsi la prolifération microbienne et contribue à ralentir ou à stopper leur dégradation (Grogna, 2016).

Par ailleurs, la saumure, qui est une solution aqueuse fortement salée, représente une méthode de conservation liquide particulièrement efficace pour les tomates. Grâce à sa forte teneur en sel, elle protège les produits contre la détérioration et fait partie des techniques les plus couramment utilisées. Elle favorise également la création de conditions anaérobies propices à la fermentation des légumes. Ces procédés, basés sur les phénomènes osmotiques, permettent ainsi d'allonger significativement la durée de conservation des produits (Adambounou, Castaigne & Dillon, 1983)

III.4.1.4 Conservation à froid

Afin de limiter les pertes de tomates après récolte, de nombreuses études et approches ont été mises en œuvre par les agriculteurs (Arah et *al.* 2016). Une pratique courante après la récolte consiste à stocker les tomates à basse température (4 à 12 °C) pour prolonger leur durée de conservation et préserver leurs qualités nutritionnelles (Chomchalow et *al.*, 2002).

Le stockage frigorifique est la méthode la plus répandue pour la manutention en vrac des denrées périssables entre la production et la commercialisation. Le refroidissement après récolte permet d'éliminer rapidement la chaleur résiduelle, autorisant ainsi des périodes de stockage plus longues. Il faut cependant être prudent avec les légumes et fruits frais car tous ne réagissent pas de la même manière à la réfrigération : le meilleur exemple est la tomate, dont le goût s'amenuise à cause du froid (Monnier, 2010).

III.4.2 Conservation moderne

III.4.2.1 Conservation sous atmosphère contrôlée

La conservation sous atmosphère contrôlée repose sur le maintien rigoureux et constant des niveaux de dioxygène (O₂) et de dioxyde de carbone (CO₂) au sein d'une enceinte close, grâce à des dispositifs mécaniques ou d'absorption (Tano, 2005). Contrairement à l'air ambiant, cette technique ajuste précisément la composition gazeuse en fonction des besoins spécifiques de chaque produit (Yahia, 2009). Si l'atmosphère contrôlée est idéale pour le stockage prolongé de grands volumes, elle impose des contraintes majeures : l'impossibilité de mélanger différentes variétés en raison de leurs besoins distincts (Hameed Ullah et *al.*, 2010), ainsi que des coûts élevés d'installation et de maintenance. Pour des volumes plus réduits ou une conservation de courte durée, l'emballage sous atmosphère modifiée constitue alors une alternative plus accessible.

III.4.2.2 Conservation sous atmosphère modifiée

L'atmosphère modifiée se définit par une composition gazeuse s'écartant de l'air ambiant standard (20-21 % O₂, 0,03 % CO₂ et 78-79 % N₂) afin de répondre aux besoins physiologiques optimaux de chaque variété de tomate (Yahia, 2009). Ce procédé repose sur un équilibre dynamique entre l'activité respiratoire du fruit et la perméabilité sélective de la paroi de l'emballage (Mahajan et *al.*, 2007 ; Mangaraj et *al.*, 2009), entraînant une évolution

continue de l'atmosphère interne (Jayas et Jeyamkondan, 2002). L'usage de films plastiques permet non seulement de freiner le métabolisme (respiration et synthèse d'éthylène), mais assure également une protection contre la déshydratation, les pathologies et les chocs mécaniques. Cette technique, qui peut être instaurée de manière active ou passive (McMillin, 2008), offre la flexibilité nécessaire pour gérer simultanément divers produits dans une même enceinte tout en respectant leurs exigences gazeuses respectives.

III.4.2.3 Conservation avec l'hexanal

L'hexanal est un composé naturel produit par la voie de lipoxygénase et dégagé de la plante à travers les blessures tissulaires. En effet, à travers ces blessures, une suite de réactions enzymatiques qui catalyse la transformation des acides gras polyinsaturés C18 tels que l'acide linoléique et l'acide linolénique en C₆-aldéhyde et C₁₂-oxo-acide (Paliyath et Padmanabhan, 2018).

L'hexanal peut être obtenu à partir des feuilles de plusieurs espèces végétales. Plusieurs facteurs influencent l'extraction de l'hexanal tels que la température, le pH, le substrat et la source enzymatique. En outre, c'est un composé volatil caractérisé par une odeur grasse, fruitée, fraîche de l'herbe coupée dite « note verte » (Gargouri et *al.*, 2008).

L'hexanal est utilisé pour prolonger la durée de vie et éventuellement améliorer la qualité Sensorielle et nutritionnelle de certains fruits tropicaux tel que la tomate (Sharma et *al.*, 2010). L'hexanal est appliqué sous forme de formulation aqueuse à des concentrations variables selon Les auteurs et la culture fruitière. Il est exclusivement appliqué aux fruits et légumes Climactériques. L'hexanal peut être appliqué en pré-récolte et/ou post récolte par vaporisation, Trempage ou immersion et pulvérisation.

III.4.2.4 Conservation par des extraits végétaux

L'intégration d'extraits naturels issus de plantes représente une stratégie durable et efficace pour prolonger la durée de vie commerciale de la tomate. Ces substances, riches en principes actifs tels que les huiles essentielles, les composés phénoliques et les flavonoïdes, agissent comme des agents naturels antifongiques, antibactériens et antioxydants.

Que ce soit par immersion, pulvérisation ou via des enrobages biodégradables, leur application permet de stabiliser la qualité des fruits en ralentissant leur mûrissement et en

bloquant le développement des micro-organismes. Cette alternative aux conservateurs chimiques s'inscrit ainsi dans une démarche de protection de la santé et de l'environnement (Balouiri et *al.*, 2016).

III.4.2.5 Conservation par l'extrait d'ail

Les enrobages organiques sont de plus en plus utilisés dans la transformation des tomates après récolte afin d'améliorer leur durée de conservation et ainsi préserver leur qualité.

Ces matériaux agissent en formant des barrières qui limitent la perte d'humidité et les échanges gazeux, ralentissant la respiration et retardant la maturation (Elsabi et Abdo, 2013).

L'extrait d'ail contenant de l'allicine est un composé reconnu pour ses propriétés antimicrobiennes, l'enrobage des tomates avec cet extrait peut réduire la charge microbienne, notamment celle des bactéries et des champignons souvent responsables de leur altération (Yin et Cheng, 2003).

III.4.2.6 Conservation par L'huile essentielle

De nombreuses études ont montré que les huiles essentielles d'origine végétale possèdent des propriétés antimicrobiennes (Holley et *al.*, 2005), ce qui permet de prolonger la durée de conservation des fruits et légumes. Cette efficacité repose sur leurs activités antioxydants et antimicrobiennes, liées aux métabolites secondaires des plantes. Dans ce contexte, le principe de conservation par l'huile est relativement simple : elle agit comme une barrière contre l'air et l'humidité, limitant ainsi le développement des micro-organismes. Toutefois, il est important de prévenir l'oxydation de l'huile sous l'effet de la lumière et de l'air, de stériliser soigneusement les bocal avant utilisation, et de conserver les produits au réfrigérateur, à l'abri de la lumière, afin d'éviter le rancissement (Grogna, 2016).

Parmi les huiles essentielles les plus utilisées, celle de *Ocimum basilicum* se distingue par ses nombreuses applications (Elsayed et *al.*, 2022). Elle est notamment reconnue pour ses propriétés antifongiques et insecticides, dues à sa richesse en composés organiques volatils à forte activité biologique, tels que les terpènes, les esters, les alcools, les aldéhydes, les éthers et les cétones. Elle contient également des composés majeurs comme l'estragole, le linalol, l'eugénol, le méthyl-eugénol et l'eucalyptol (Ciriello et *al.*, 2022).

III.5 Limites et contraintes des méthodes de conservations

Les méthodes de conservation post-récolte, qu'elles soient traditionnelles ou modernes, présentent diverses limites qui peuvent réduire leurs efficacités ainsi que leurs accessibilités. Les techniques traditionnelles, telles que le séchage, le stockage en vrac ou la réfrigération simple, dépendent fortement des conditions environnementales et de la disponibilité des infrastructures. Bien qu'elles contribuent à ralentir la dégradation des produits, elles assurent une protection insuffisante contre les pertes causées par les micro-organismes, les insectes et les altérations physiologiques (Kader, A.A.2002).

De leur côté, les méthodes modernes comme la réfrigération, l'atmosphère contrôlée ou modifiée, ainsi que les traitements chimiques, permettent d'améliorer la durée de conservation et de préserver la qualité des produits. Toutefois, elles restent limitées par des coûts d'installation et de fonctionnement élevés, une forte consommation énergétique, ainsi qu'un besoin de compétences techniques spécialisées. Dans plusieurs pays en développement, ces contraintes freinent leur utilisation à grande échelle. (Barth et al .2009).

En outre, certaines de ces technologies peuvent avoir un impact négatif sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles des fruits, ou soulever des préoccupations liées aux résidus chimiques et à l'acceptabilité des consommateurs. Enfin, les pertes post-récolte sont également aggravées par des insuffisances dans la chaîne logistique, notamment au niveau du transport, du conditionnement et du stockage intermédiaire, ce qui limite l'efficacité globale des systèmes de conservation (Hodges, Buzby et Bennett.2011).

Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthodes

I. Objectifs du travail

Dans le cadre de la réduction des pertes post-récolte, cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact de différentes méthodes de conservation, tant traditionnelles que modernes, sur la durée de stockage et les caractéristiques physicochimiques des fruits de tomate. Elle s'inscrit également dans une démarche de valorisation de substances naturelles visant à prolonger la conservation de la tomate fraîche grâce à l'utilisation d'extraits végétaux, capables de ralentir le processus de maturation et de limiter le développement des agents fongiques, tout en évitant le recours aux conservateurs chimiques. L'efficacité de ces traitements sera ensuite évaluée à travers des analyses physicochimiques et biochimiques et microbiologiques réalisées selon des protocoles scientifiques reconnus et adaptés aux objectifs de cette recherche.

I.1 Présentation du lieu de travail

Les travaux expérimentaux de cette étude ont été réalisés dans les laboratoires de Biochimie, le laboratoire de phytopathologie et de chimie à l'INES (Université de Mostaganem).

I.2 Matériel

I.2.1 Matériel végétal (*Solanum lycopersicum* L.)

Les tomates fraîches utilisées dans cette étude ont été récoltées directement en champ en Avril 2026 auprès d'un agriculteur local à Sidi Lakhdar, Wilaya de Mostaganem. Le site de récolte est localisé aux coordonnées géographiques suivantes :36°09'50.32"N et 0°25'56.01" E, avec une altitude d'environ 141,08m. Il s'agit de la variété ZAIN40 F1.

Juste après la cueillette, les fruits ont été soigneusement rangés dans des cageots puis transportés au laboratoire où ont été réalisées les différents traitements. À leur arrivée, les tomates ont été triées afin de sélectionner uniquement des fruits sains, homogènes et au même stade de maturité, à savoir le stade de maturité rouge (maturité complète).

I.2.2 Le Basilic (*Ocimum basilicum*)

Les feuilles de basilic ont été récoltées le 22 février 2026 au jardin du site 3 à Université de Mostaganem « ITA », située dans l'Ouest Algérien (Lat. 35 ° 55' 52 " N, Long. 0 ° 05' 21 " E, Alt. 102 m). Juste avant la floraison, période optimale pour maximiser leur teneur en composés bioactifs. Elles ont ensuite été soigneusement triées manuellement afin d'éliminer les parties altérées, puis séchées à l'air libre, à l'ombre, à température ambiante, dans un environnement sec et bien aéré.

I.2.3 Ail (*Allium sativum*)

La poudre d'ail a été achetée chez un herboriste à Mostaganem.

I.3 Méthodes

I.3.1 Préparation des échantillons

Avant toute expérimentation, les échantillons ont été lavés à l'eau de robinet, puis rincés à l'eau distillée et enfin séchés à l'air libre (Figure 21). Pour chaque traitement, 15 tomates ont été utilisées afin d'uniformiser les échantillons et d'assurer la fiabilité des résultats. Un lot de tomates a été conservé comme témoin.



Figure 21 : Préparation des fruits de tomate (lavage et rincage) (Original ,2026)

I.4 Traitements des tomates et conditions de stockage

I.4.1 Les traitements

I.4.1.1 Traitement à froid

Les basses températures influencent la physiologie des fruits en ralentissant leur métabolisme, notamment la respiration, la transpiration et la production d'éthylène. Elles contribuent également à limiter le développement des micro-organismes. Cette technique est couramment utilisée pour prolonger la durée de conservation des fruits et légumes. À cet effet, les tomates ont été conservées à une température de 4 °C (FAO, 2004) (Figure 22).



Figure 22: Traitement des tomates à froid (Original ,2026)

I.4.1.2 Traitement à l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*

I.4.1.2.1 Extraction des huiles essentielles par entrainement à la vapeur

La vapeur d'eau produite par un chauffe ballon traverse la matière végétale disposée au-dessus d'une grille. Lors du passage de la vapeur à travers le matériel végétal, les cellules se rompent et libèrent l'huile essentielle, qui se volatilise sous l'effet de la chaleur en formant un mélange constitué d'eau et d'huile essentielle. Ce mélange est ensuite dirigé vers le condenseur, où il se sépare en deux phases : une phase aqueuse et une phase organique correspondant à l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau, la matière végétale et les composés aromatiques permet de limiter certains phénomènes d'hydrolyse et de

dégradation susceptibles d'altérer la qualité de l'huile essentielle (BOUTAMANI, 2013) (Figure 23).

La conservation des huiles essentielles nécessite plusieurs précautions importantes (BURT, 2004). Après récupération, l'huile essentielle est placée dans des tubes à essai hermétiquement fermés et protégés par du papier aluminium afin d'éviter toute dégradation provoquée par l'air et la lumière, pouvant entraîner une modification de leurs propriétés. Les échantillons sont ensuite conservés à une température de 4 ± 1 °C.

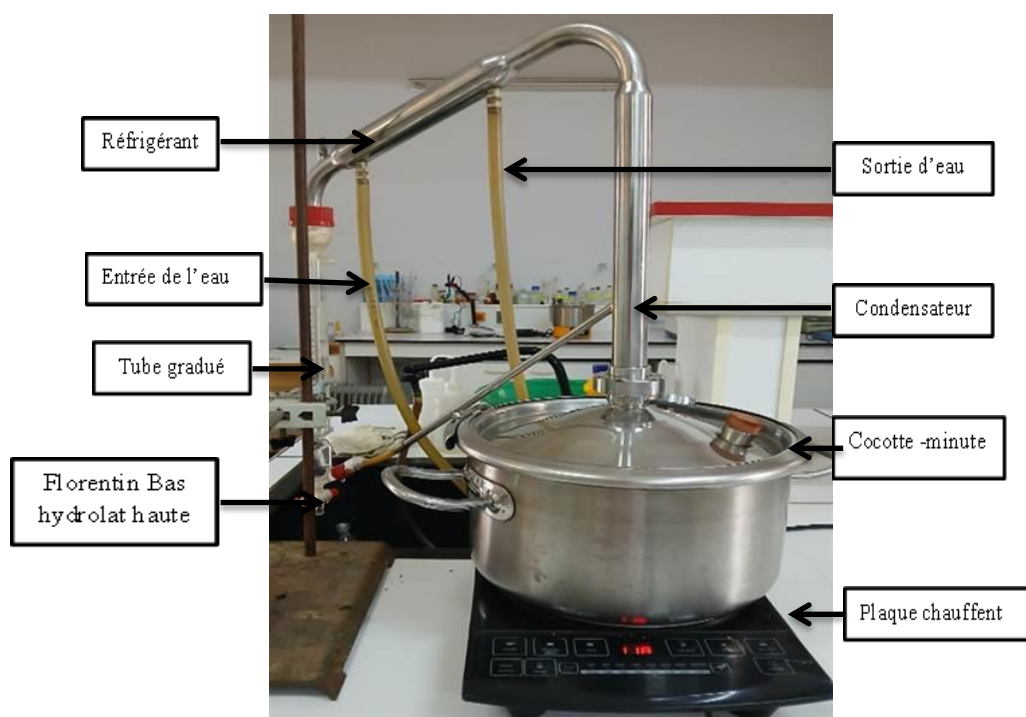


Figure 23: Dispositif de la distillation à la vapeur d'eau (Original ,2026)

Les principales étapes du protocole d'extraction sont présentées ci-dessous (figure 24) :

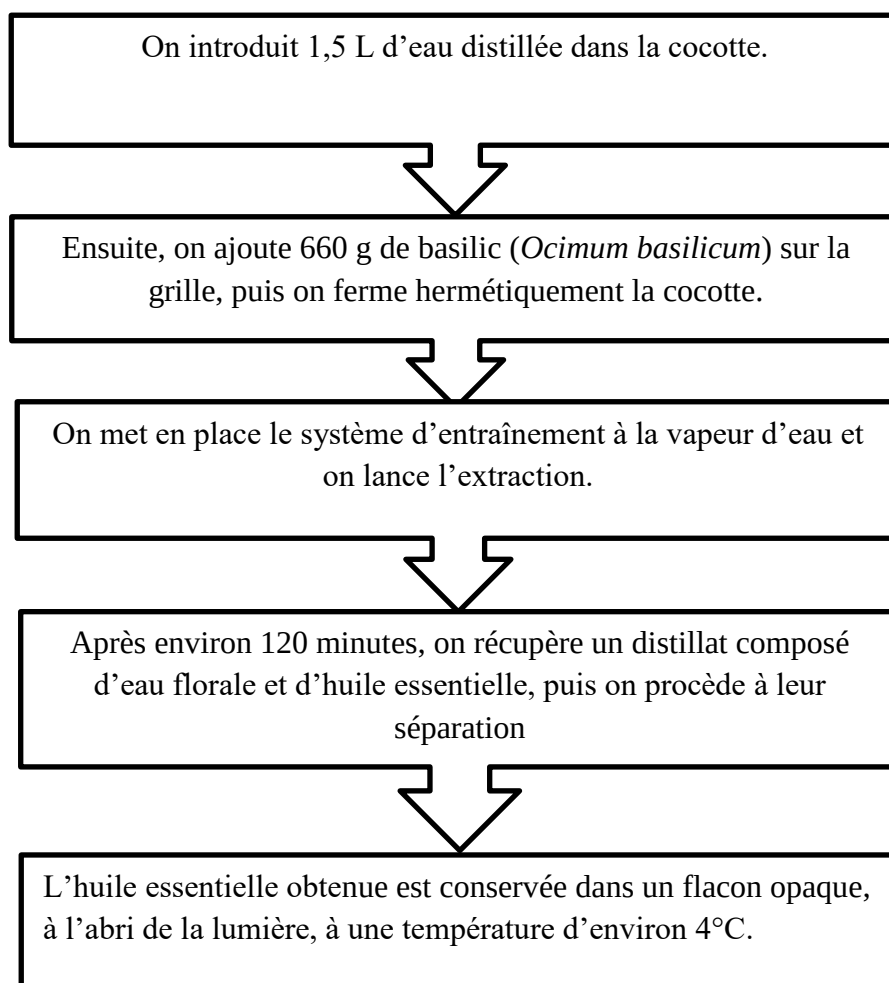


Figure 24: Protocole de l'extraction d'huile d'*Ocimum basilicum* par entraînement à la vapeur

I.4.1.2.2 Calcul du rendement de l'huile essentielle de la plante basilic

Selon la norme AFNOR (1986), le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction et la masse de la matière végétale sèche utilisée. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\text{Rd}\% = m_1 / m_0 \times 100\%$$

- **Rd** : Rendement d'huile essentielle en pourcentage (%).
- **m₁** : masse de l'huile en gramme.
- **m₀** : masse de la matière végétale sèche en gramme.

I.4.1.2.3 Traitement à l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*

Les tomates sélectionnées ont été immergées dans une solution préparée avec de l'eau de robinet (2,5 L), additionnée d'huile essentielle (1,8 ml) et de TWEEN 80 (1,15 ml), pendant 3 minutes (Figure 25). Ensuite, elles ont été égouttées à l'aide de grandes passoirs en plastique, puis laissées à sécher à l'air libre, à l'ombre, conformément aux conditions de stockage, selon une méthode adaptée de Tzortzakis et *al.* (2019) (figure 26).



Figure 25: Immersion des tomates dans l'huile essentielle de basilic (0.072%) (**Original , 2026**)



Figure 26 : Séchage des tomates après immersion dans la solution d'huile essentielle de basilic (Original ,2026)

I.4.1.3 Traitement à l'extrait aqueux d'*Allium sativum*

I.4.1.3.1 Préparation de l'extrait aqueux d'ail

La préparation de l'extrait aqueux d'*Allium sativum* est réalisée par décoction. Une quantité de 100 g de poudre d'ail est mélangée avec 1000 ml d'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition à 100°C pendant 30 minutes afin d'extraire les composés bioactifs solubles dans l'eau. Après chauffage, la solution est laissée refroidir à température ambiante, puis filtrée pour éliminer les résidus solides et obtenir un extrait aqueux clair prêt à l'utilisation (Wokocha et Okereke, 2005) (Figure 27)

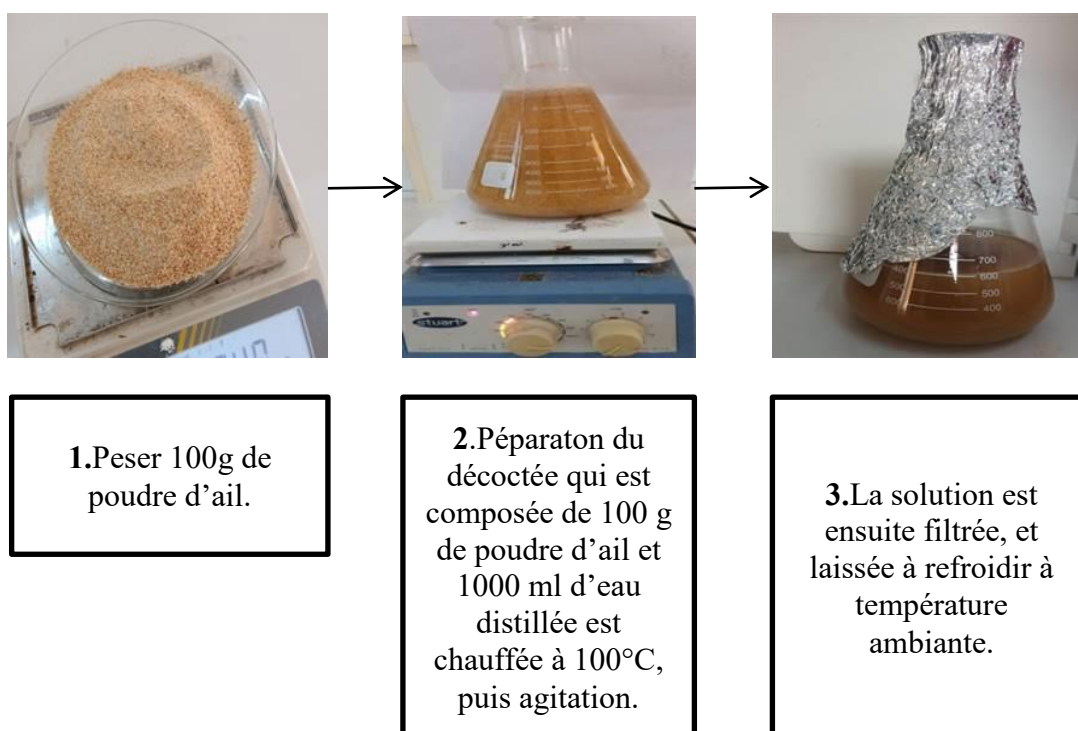


Figure 27: Préparation de l'extrait aqueux (décocté) d'*allium sativum* (Original ,2026)

I.4.1.3.2 Traitement à l'extrait aqueux d'*Allium sativum*

Les fruits ont été traités par pulvérisation de l'extrait d'ail sur leur surface, puis conservés sous conditions contrôlées à une température de 22 °C.

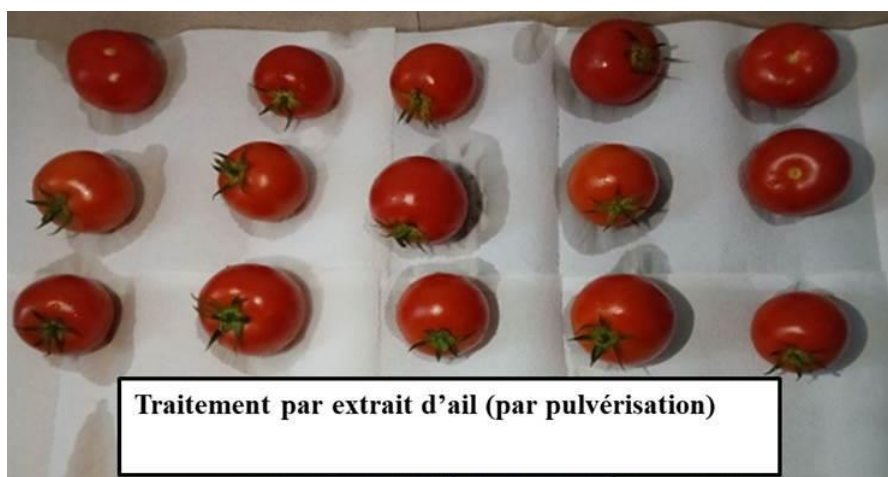


Figure 28: Application de l'extrait d'ail par pulvérisation (Original ,2026)

I.4.1.4 Traitement combiné par saumure et l'huile essentielle de basilic

La préparation de la saumure a consisté à dissoudre 200 g de sel (NaCl 11.1 %) dans 200 ml de vinaigre blanc et 1600 ml d'eau distillée. Sous agitation constante, la solution a été portée à ébullition pendant 5 minutes sur une plaque chauffante, puis laissée à refroidir à une température ambiante durant 24 heures avant son utilisation. Après immersion des tomates dans la saumure au sein des bocaux, une couche d'huile de basilic de 3 à 5 cm d'épaisseur a été coulée en surface. Enfin, les bocaux ont été scellés hermétiquement et stockés à température ambiante, conformément au protocole décrit par Ekissi *et al.* (2021) (Figure 29).



Figure 29; Fruits de tomate conservé par immersion dans la saumure et l'huile essentielle *d'ocimum basilicum* (Original ,2026)

I.4.1.5 Traitement à cendre

Les cendres ont été récupérées après la combustion complète du bois. Elles ont ensuite été tamisées trois à quatre fois afin d'éliminer les particules grossières. Par la suite, les cendres ont été exposées au soleil pour assurer un séchage complet. Une couche de cendres a été déposée au fond d'une boîte en carton, puis les tomates y ont été placées et entièrement recouvertes de cendres (Figure 30). Enfin, l'ensemble a été conservé à l'abri de l'humidité (Farm Radio Wir,2016).



Figure 30: Conservation des tomates dans un carton contenant de la cendre (**Original** ,2026).

I.5 Conditions de stockage

Après l'application des différents traitements, les tomates ont été réparties selon deux conditions de conservation : à température ambiante (22 °C) sur des tables recouvertes de papier absorbant, et au froid dans un réfrigérateur maintenu à 4 °C. Les compartiments et surfaces de stockage ont été nettoyés et désinfectés régulièrement afin de limiter les risques de contamination croisée et de garantir de bonnes conditions de conservation des échantillons. Les tomates ont été conservées pendant une durée de 21 jours, avec des observations réalisées tous les deux jours afin de suivre l'évolution de leur état de conservation.

I.6 Détermination des propriétés physico-chimiques de la tomate

I.6.1 Perte de masse

La perte de masse (% M) des fruits de tomate a été évaluée par des pesées successives tous les deux jours à l'aide d'une balance de précision et calculée selon la formule ci-dessous. Cette perte de masse a été évaluée sur un échantillon de trois tomates durant la période de stockage. (Roy, 2020).

$$P\% = \left(\frac{M_i - M_t}{M_i} \right) 100$$

M : étant la perte de masse exprimé en %

M_i : la masse initiale en g

M_t : la masse à un temps défini en g

I.6.2 Pourcentage de pourriture post –récolte (PDP)

La pourriture post – récolte est évaluée par inspection visuelle des fruits durant la période de stockage. Les fruits présentant des signes de pourriture sont comptés et exprimés en pourcentage (Tunwaru et al, 2019).

Le pourcentage de pourriture est calculé selon la formule suivante :

$$PDP(\%) = \frac{\text{Nombre de fruits pourris}}{\text{Nombre totale de fruits}} * 100$$

I.6.3 La fermeté

Mesure manuellement en estimant le pourcentage de rétrécissement des tomates pendant le stockage à l'aide d'échelle numérique de 1 à 5 (Tunwaru et al, 2019) :

1 = > **40%** → Très mauvaise

2 = > **30 – 40%** → Mauvaise

3 = > **20 – 30%** → Acceptable

4 = > **1 – 10%** → Bon

5 = > **0 aucun** → Excellence .

I.6.4 Le potentielle d'hydrogène (pH)

Le pH de l'échantillon a été déterminé selon la méthode AFNOR (1991). 10 g du jus de tomate ont été additionnés d'eau distillée jusqu'à atteindre 50 g. Le mélange bien homogénéisé est récupéré puis utilisé pour déterminer des valeurs du pH à l'aide d'un pH mètre (Annexe 05).

I.6.5 Acidité titrable

L'acidité titrable des échantillons de tomate a été déterminée selon la méthode de titrage acido-basique (Ranagana ,2004), basée sur la neutralisation des acides organiques présents par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH).

La méthode consiste à titrer les acides organiques contenus dans l'extrait de tomate par une solution de NaOH en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré, jusqu'à l'apparition d'une teinte rose pâle persistante.

I.6.5.1 Préparation de l'échantillon

Une masse de 5 g de tomate fraîche a été homogénéisée puis mélangée avec 100mL d'eau distillée. Le mélange a été agité pendant 20 à 30 minutes afin d'extraire les composés acides, puis filtré pour obtenir un filtrat clair.

I.6.5.2 Procédure de titrage

Un volume de 10 mL du filtrat a été prélevé dans un bécher. Deux à trois gouttes de phénolphthaléine (1%) ont été ajoutées. Le titrage a été réalisé avec une solution de NaOH 0,1 N sous agitation constante jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle stable pendant environ 30 secondes .

I.6.5.3 Analyse des résultats

L'acidité titrable a été exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 g de matière fraîche selon la formule appropriée :

$$AT \% = \frac{V * N * V_f * Eq * 100}{V_a * m * 1000}$$

V : Volume de NaOH utilisé (ml)

V_f : Volume final après dilution (ml)

Eq : Poids équivalent de l'acide (acide citrique = 64,04)

Va : Volume de l'aliquote titrée (ml)

m : Masse de l'échantillon (g)

N : Normalité de NaOH (0.1 N)

I.7 Détermination des propriétés biochimiques

I.7.1 Dosage des composés phénoliques totaux

La détermination de la teneur en phénols totaux de l'extrait a été déterminée en utilisant la méthode de Folin –Ciocalteu décrite par (Singleton et al , 1999).

I.7.1.1 Préparation des solutions

a) Réactif de Folin

Le réactif de Folin-Ciocalteu est dilué au dixième (1 :10) avec de l'eau distillée.

b) Solution de Na₂CO₃

Une solution de carbonate de sodium (75 g/L) est préparée en dissolvant 7,5 g de Na₂CO₃ dans 100 mL d'eau distillée.

c) Solution mère d'acide gallique

Une solution mère est préparée en dissolvant 0.1 g d'acide gallique dans 100 mL d'eau distillée (Annexe 06).

I.7.1.2 Protocole expérimental

Dans des tubes à essai, 20 µL de l'extrait de tomate avec 1,7 mL de réactif de Folin dilué. Après 3 minutes, 1,3 mL de solution de Na₂CO₃ sont ajoutés.

Les tubes sont ensuite incubés pendant 30 minutes à température ambiante afin de permettre le développement de la coloration. L'absorbance est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

I.7.1.3 Analyse des résultats

Une courbe d'étalonnage est réalisée à partir des solutions standards d'acide gallique en traçant l'absorbance en fonction de la concentration .

La concentration en polyphénols de l'échantillon est déterminée à partir de l'équation de la droite obtenue, puis exprimée en équivalents d'acide gallique (mg EAG/100g MF)

I.7.2 Détermination de lycopène et β carotène

I.7.2.1 Principe

Le principe consiste à une extraction de ces pigments par un mélange de solvants (acétone, hexane, alcool) suivie de lecture de la longueur d'onde suivant le pigment considéré (451 nm et 503nm) (Biswas et *al.*,2011).

I.7.2.2 Mode opératoire

Un gramme d'échantillon de tomate préalablement homogénéisé a été pesé et introduit dans un bécher. Dix millilitres d'un mélange de solvants composé de 4 mL d'acétone et de 6 mL d'hexane ont ensuite été ajoutés à l'échantillon. Le mélange a été soumis à une agitation magnétique pendant 30 minutes à l'abri de la lumière afin de préserver les pigments caroténoïdes de toute dégradation photochimique. Après agitation, l'extrait obtenu a été filtré à travers un papier filtre afin d'éliminer les particules solides. La phase hexanique contenant les pigments extraits a été récupérée dans un bécher propre puis utilisée pour la mesure de l'absorbance à 451 nm et 503 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Les teneurs en β -carotène et en lycopène ont ensuite été calculées à partir des équations correspondantes (Annexe 04).

I.7.2.3 Analyse des résultats

Les résultats sont donnés par l'équation suivante :

- lycopène en (mg/100g) = $3,956 \text{ Abs } 503 - 0,806 \text{ Abs } 451$
- β carotène en (mg/100g) = $4,624 \text{ Abs } 451 - 3,091 \text{ Abs } 503$

Les mesures d'absorbance ont été réalisées à 451 nm et à 503 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le choix de ces longueurs d'onde repose sur les propriétés spectrales des caroténoïdes présents dans la tomate. En effet, la longueur d'onde de 451 nm correspond au

maximum d'absorption du β -carotène et à une absorption minimale du lycopène, tandis que celle de 503 nm correspond au maximum d'absorption du lycopène et à une absorption minimale du β -carotène. Cette différence d'absorption permet de distinguer ces deux pigments et d'assurer une détermination quantitative précise de leurs teneurs dans les extraits analysés.

I.8 Détermination des propriétés microbiologiques

I.8.1 Préparation du milieu de culture « Potato Dextrose Agar (PDA) » (Annexe 08).

I.8.2 Isolement des champignons à partir des tomates infectées

De petits fragments de tissu d'environ 3 mm × 3 mm ont été prélevés à l'aide d'un scalpel stérile au niveau de la zone de transition entre les tissus sains et les tissus infectés des tomates atteintes de pourriture, cette région étant considérée comme la plus favorable à l'activité fongique. Les fragments ont ensuite été soumis à une désinfection superficielle par immersion dans une solution d'eau de Javel diluée (2 %) pendant une minute. Après cette étape, ils ont été rincés trois fois à l'eau distillée stérile puis déposés sur du papier absorbant stérile afin d'éliminer l'excès d'humidité. Par ailleurs, 15 ml de milieu gélosé PDA (Potato Dextrose Agar) fondu, préparé au préalable, ont été versés dans des boîtes de Pétri stériles et laissés à refroidir et à se solidifier avant l'incubation (Lester et al., 2008).

Les fragments désinfectés issus des différents échantillons de tomates traitées à l'huile essentielle de basilic, à l'extrait d'ail, à la cendre ainsi que ceux du lot témoin ont ensuite été déposés aseptiquement sur le milieu PDA contenu dans les boîtes de Pétri en vue de l'isolement et du développement des champignons associés aux lésions (Annexe 09).

I.8.3 Incubation, repiquage et identification des isolats fongiques

Trois répétitions ont été réalisées pour chaque échantillon. Les boîtesensemencées ont été incubées dans une étuve à 25 °C afin d'observer la croissance fongique. Après sept jours d'incubation, des repiquages ont été effectués pour obtenir des cultures pures des isolats (Ogo-Oluwa et Liamngee, 2016). Les colonies obtenues ont ensuite été identifiées sur la base de leurs caractéristiques macroscopiques et microscopiques (Annexe 10).

Chapitre II :

Résultats et discussions

II.1 Rendement de l'extraction de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*

L'extraction des huiles essentielles des feuilles du basilic (*Ocimum basilicum*) par entraînement à la vapeur d'eau a permis d'obtenir une huile essentielle sous forme d'un liquide fluide, limpide de couleur jaune pâle. Cette essence se caractérise par une odeur aromatique à la fois fraîche et puissante (figure 31).



Figure 31: Huile essentielle d'*ocimum basilicum* obtenue après extraction par entraînement à la vapeur d'eau (original ,2026).

Le rendement en huile essentielle d'*Ocimum basilicum* est de 0,18% pour 100g de matière sèche (Tableau 10). Ce résultat concorde avec les données de la littérature où le taux oscille généralement entre 0,1 % et 2 %. Ce résultat s'aligne avec les résultats obtenus par Maldi *et al* (2020) en Algérie, qui ont enregistré des rendements minimaux de l'ordre de 0,15% dans la région de Khemis Miliana. En revanche, notre valeur s'écarte des rendements obtenus par Chenni *et al.* (2016) en Egypte estimé à 0,48%. Cette variabilité dépend de plusieurs paramètres environnementaux et techniques, tels que l'origine géographique, le climat, la période de récolte, la méthode d'extraction et la durée de la distillation (Hussain *et al.*, 2008).

Tableau 11: Rendement (%) de l'huile essentielles des feuilles sèches de basilic (*Ocimum basilicum*).

Echantillon	Masse de la matière végétale sèche (g)	Rendement (%)
Feuilles sèche de basilic (<i>Ocimum basilicum</i>)	100	0,18

II.2 Traitement des tomates

Après l'application des différents traitements de conservation, à savoir : le refroidissement, le traitement à la cendre, à l'huile essentielle de basilic, à l'extrait d'ail et à la saumure, plusieurs analyses ont été réalisées afin d'évaluer leurs effets sur la qualité des tomates au cours de la période de stockage et ceci durant 21 jours.

Durant cette période, la perte de poids, le pourcentage de pourriture, la fermeté ont été suivis afin d'apprécier l'état de conservation des fruits et leur résistance à l'altération post-récolte.

Par ailleurs, des analyses physico-chimiques ont été effectuées avant et après la conservation afin de déterminer l'impact des différents traitements sur certains paramètres de qualité des tomates. Ces analyses ont porté sur le pH, l'acidité titrable, la teneur en polyphénols totaux, le lycopène ainsi que le bêta-carotène.

II.3 Les analyses physico-chimiques

II.3.1 Effet des traitements sur la perte de masse de la tomate

La perte de masse correspond à la diminution du poids des tomates au cours du stockage, principalement due à la transpiration (perte d'eau) et à la respiration des fruits. La perte de masse des tomates au cours de la conservation pendant 21 jours, en fonction des différents traitements appliqués est illustrée par la figure (32) suivante :

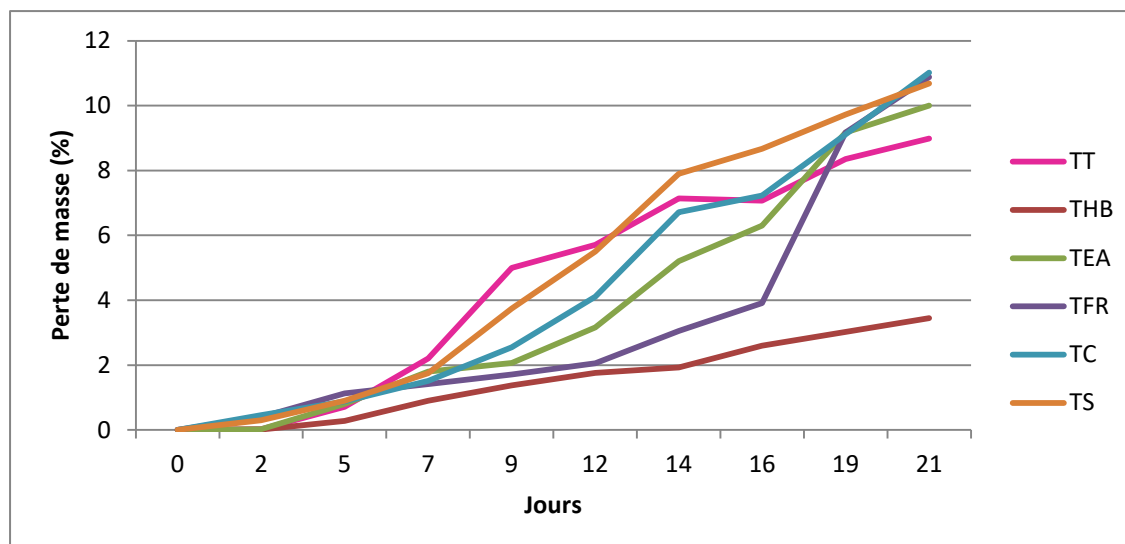


Figure 32: Évolution de la perte de masse (%) des tomates soumises à différents traitements de conservation pendant 21 jours.

TT :témoin ; **THB** :traitée par l’huile de basilic ;**TEA** :traitée par l’extrait d’ail ; **TFR** :traitée par froid ;**TC** :traitée par cendre ; **TS** :traitée par saumure .

L'évolution de la perte de masse des tomates affiche une tendance à la hausse linéaire au fil du temps, touchant de manière globale l'ensemble des traitements appliqués. Cette augmentation devient plus importante à partir du 9^{ème} jour, traduisant une intensification des phénomènes de transpiration et de respiration des fruits durant le stockage. En effet, la perte d'eau constitue l'un des principaux facteurs de détérioration post-récolte des tomates, entraînant un ramollissement des tissus et une diminution de la qualité commerciale des fruits.

Le lot traité avec l’huile essentielle de basilic a présenté les pertes de masse les plus faibles durant l'ensemble de la période de conservation, affichant une valeur finale de 3,45% au 21^{ème} jour, contre 8,98% pour le lot témoin. Cette efficacité suggère que l’huile essentielle de basilic a contribué à limiter les pertes hydriques et à ralentir le métabolisme respiratoire des fruits. Cette action pourrait être attribuée à la présence de composés bioactifs tels que le linalol et l’eucalyptol, reconnus pour leurs propriétés antifongiques et antioxydants, capables de préserver l’intégrité des membranes cellulaires et de retarder la sénescence des tissus végétaux. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par (Ionica et *al.* 2022), qui ont montré que l’application d’huile essentielle de basilic sur des tomates permettait de réduire significativement la perte de poids et de prolonger la durée de conservation des fruits pendant 21 jours. De même, (Xylia et *al.* 2021) ont rapporté que les traitements à base d’huiles

essentielles améliorent la qualité post-récolte des tomates en réduisant les pertes hydriques et en ralentissant les processus d'altération.

Le traitement basé sur l'extrait d'ail, a également montré une réduction de la perte de masse par rapport au témoin, bien que son efficacité soit restée inférieure à celle de l'huile essentielle de basilic. Cette activité peut être expliquée par la présence de composés soufrés, notamment l'allicine, possédant des propriétés antimicrobiennes susceptibles de limiter l'altération des fruits et de ralentir certains processus physiologiques liés à la maturation. Ces observations concordent avec les travaux de (Ghan Shyam et Kumar.,2019), qui ont constaté une diminution significative des pertes de poids chez des tomates traitées par extrait d'ail au cours du stockage.

Par ailleurs, les traitements à froid, à cendre et au Saumure ont présenté des pertes de masse relativement élevées à la fin de la conservation, atteignant respectivement 10,88 %, 11,02 % et 10,68 %. Bien que ces traitements aient permis de ralentir partiellement l'altération des fruits au début du stockage, leur efficacité est restée limitée comparativement au traitement à l'huile essentielle. Kader (2002) souligne que le froid seul ne permet pas de réduire efficacement les pertes en eau des fruits frais, En effet, comme l'ont démontré Wills et *al.* (1998), la perte de masse des produits après récolte est principalement liée aux phénomènes de transpiration ; dès lors, l'application de traitements intégrant une barrière protectrice s'avère indispensable pour restreindre cette déshydratation. Plusieurs auteurs affirment que les méthodes traditionnelles telles que la cendre et la saumure présentent une efficacité limitée dans la réduction de la déshydratation des fruits par rapport aux techniques modernes de conservation

II.3.2 Effet des traitements sur la fermeté de la tomate

La fermeté constitue l'un des principaux critères de qualité des tomates après récolte, car elle reflète l'intégrité des parois cellulaires et influence directement l'acceptabilité du fruit par le consommateur. Au cours du stockage, la fermeté diminue progressivement sous l'action des enzymes pectolytiques responsables de la dégradation des pectines et du ramollissement des tissus. Les traitements de conservation peuvent toutefois ralentir ce phénomène en limitant l'activité métabolique et les altérations physiologiques des fruits (Ali et *al.*, 2022 ; Kaur et *al.*, 2021) (Figure 33).

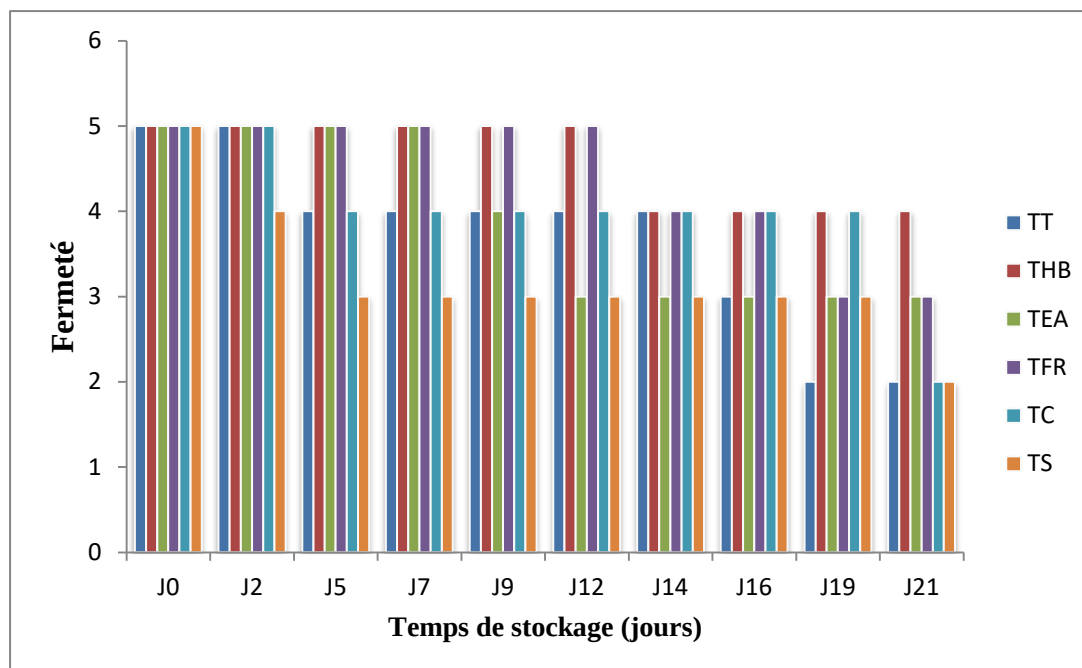


Figure 33: Effet des différents méthodes des traitements de conservations sur la fermeté des tomates.

TT :témoin ; **THB**:traitée par l’huile de basili ;**TEA** : traitée par l’extrait d’ail ;**TFR** :traitée par froid ;**TC** :traitée par cendre ;**TS** :traitée par saumure .

La fermeté des tomates traitées a été évaluée selon une échelle numérique allant de la première classe à la 5ème classe où :

1= > 40% → Très mauvaise ;

2= > 30 – 40% → Mauvaise ;

3= > 20 – 30% → Acceptable ;

4= > 1 – 10% → Bon ;

5= > 0 aucun → Excellence .

Les observations réalisées au cours du stockage indiquent une diminution progressive de la fermeté des tomates pour l’ensemble des traitements étudiés (figure 33). Cette évolution est un phénomène naturel associé au processus de maturation post-récolte, caractérisé par l’hydrolyse des substances pectiques de la paroi cellulaire sous l’action d’enzymes telles que la polygalacturonase, la pectine méthyl-estérase et la cellulase, entraînant ainsi un ramollissement progressif des tissus du fruit (Pathare et *al.*, 2020 ; Kaur et *al.*, 2021).

Le témoin a présenté la diminution la plus importante de fermeté, passant de la 5ème classe Excellence (jour 2) à la 2ème classe (Mauvaise) au 21eme jour de stockage. Cette perte

rapide de texture peut être attribuée à l'absence de protection contre les phénomènes de transpiration et de dégradation enzymatique. Ces résultats concordent avec les travaux de Pinheiro et *al.* (2023), ayant démontré que l'absence de traitement induit une altération précoce de la paroi cellulaire des tomates durant la conservation. En revanche, le lot traité avec l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* s'est distingué par sa capacité supérieure à maintenir la fermeté et la texture des fruits. Les tomates traitées ont conservé un ralentissement du processus de ramollissement 4^{ème} classe (Bon) jusqu'au 21^{ème} jour. Cette efficacité peut être liée aux propriétés antioxydants et antimicrobiennes des composés bioactifs du basilic, notamment le linalol et l'eugénol, qui limitent les altérations physiologiques et microbiologiques responsables de la perte de texture (Prakash et *al.*, 2022). Le traitement par le froid a également permis une bonne conservation de la fermeté, dans la 5^{ème} classe (Excellence) jusqu'au 12^{ème} jour de stockage. Bien qu'une diminution a été observée par la suite, les tomates ont conservé une fermeté acceptable (3^{ème} classe à jusqu'au 21^{ème} jour), cet effet s'explique par la réduction de l'activité respiratoire et enzymatique à basse température, ce qui retarde les mécanismes de maturation et de sénescence des fruits (Sindhuja et *al.*, 2021). Les traitements à l'extrait d'ail, à la cendre et à la saumure ont montré une efficacité intermédiaire, conservant une fermeté supérieure au témoin mais inférieure à celle observée avec l'huile essentielle de basilic.

De manière générale, les résultats obtenus montrent que l'ensemble des traitements appliqués ont permis de limiter la diminution de la fermeté des tomates durant le stockage. Néanmoins, l'huile essentielle de basilic s'est distinguée par une efficacité supérieure dans le maintien de cette qualité physique. Ces observations suggèrent que ce traitement constitue une solution naturelle intéressante pour préserver la texture des tomates et prolonger leur durée de conservation après récolte.

II.3.3 Effet des traitements sur le taux de pourriture de la tomate

Les résultats obtenus relatifs aux taux de pourriture (%) des différents traitements sont présentés dans le tableau (12) ci-dessus.

Tableau 12: Taux de pourriture (%) des tomates selon les différents traitements appliqués après la période de conservation (22°C).

Traitements	Taux de pourriture (%)
Témoin	33.33
Extrait d'ail (<i>Allium sativum</i>)	20.00
Cendre	20.00
Huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i>	6.66
Froid	0
Saumure	0

L'analyse des résultats révèle que les premiers signes de pourriture post-récolte sont apparus à partir du 14^{ème} jour de stockage, avec des différences importantes selon les traitements appliqués. Le témoin a présenté le pourcentage de pourriture le plus élevé (33,33 %), traduisant une détérioration rapide des fruits en absence de traitement protecteur. Cette augmentation de la pourriture chez les tomates non traitées pourrait être liée à l'intensification des activités métaboliques, au ramollissement des tissus ainsi qu'au développement des microorganismes responsables des altérations post-récolte. Ces observations rejoignent les travaux de (Arah et al,2015), qui ont signalé que la tomate est particulièrement sensible aux pertes post-récolte en raison de sa forte teneur en eau et de sa respiration élevée.

Les traitements naturels appliqués ont permis de réduire la progression de la pourriture à des degrés variables. Les tomates traitées par l'extrait d'ail (*Allium sativum*) ainsi que par la cendre ont enregistré un taux de pourriture de 20 %, indiquant un effet modéré dans la limitation des altérations des fruits. L'efficacité de l'extrait d'ail pourrait être attribuée à la présence de composés soufrés actifs, notamment l'allicine, reconnue pour ses propriétés antifongiques et antibactériennes. Des résultats similaires ont été rapportés par (Nduagu et al,2008), qui ont montré que l'extrait d'ail réduit le développement des champignons responsables de la pourriture chez la tomate. Concernant la cendre, son effet conservateur pourrait être lié à son caractère alcalin et à sa capacité à absorber l'humidité, créant ainsi des conditions moins favorables à la prolifération microbienne.

Le traitement à base d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* a présenté une meilleure efficacité avec un faible taux de pourriture de 6,66 %, révélant une importante capacité de

protection des fruits durant le stockage. Cette activité pourrait être expliquée par la richesse des huiles essentielles en composés phénoliques et terpéniques possédant une forte activité antimicrobienne. Ces résultats concordent avec ceux de (Burt ,2004), ainsi qu’avec les travaux de (Tripathi et *al*, 2008) et (Tzortzakis, 2007), qui ont démontré l’efficacité des huiles essentielles d’*Ocimum basilicum* dans l’inhibition de plusieurs microorganismes responsables des maladies post-récolte.

Par ailleurs, aucun signe de pourriture n’a été observé chez les tomates conservées au froid ainsi que dans la saumure durant toute la période de stockage, indiquant une forte efficacité de ces traitements dans la préservation des fruits. Le stockage au froid ralentit l’activité respiratoire, enzymatique et microbienne des tomates, ce qui contribue à prolonger leur durée de conservation. Ces résultats sont en accord avec ceux de (Kader ,2002) et (Dash et *al*,2019), qui ont montré que les basses températures réduisent considérablement les pertes post-récolte et retardent la détérioration des fruits. De même, l’absence de pourriture dans la saumure pourrait être expliquée par l’effet inhibiteur de la concentration saline sur la croissance microbienne, en diminuant la disponibilité en eau nécessaire au développement des agents pathogènes. Ces observations concordent également avec les travaux de (Bautista-Baños et *al*,2006) et (Singh et *al*,2018), qui ont rapporté que les traitements naturels et les conditions adéquates de stockage permettent de limiter efficacement les pertes post-récolte et de prolonger la qualité des tomates durant la conservation.

II.3.4 Variation du pH et de l’acidité titrable selon les traitements appliqués

Le pH et l’acidité titrable constituent deux paramètres physicochimiques essentiels pour l’évaluation de la qualité et de la stabilité des tomates au cours de la conservation. Le pH reflète le degré d’acidité du fruit, tandis que l’acidité titrable représente la quantité totale d’acides organiques présents, principalement l’acide citrique. Ces paramètres influencent les caractéristiques sensorielles, l’activité microbienne ainsi que la durée de conservation des fruits. Une diminution de l’acidité est généralement associée à la dégradation des acides organiques utilisés comme substrats respiratoires durant le stockage (Kader, 2008 ; Pinela et *al.*, 2016) (Tableau13)

Tableau13: Effet des différents traitements appliqués avant et après le stockage sur le pH et l’acidité titrable des tomates.

TF :tomate fraîche ; **TT** :témoin ;**THB** :traitée par l'huile de basilic ;**TEA** : traitée par l'extrait d'ail ;**TFR** :traitée par froid ;**TC** :traitée par cendre ; ;**TS** :traitée par saumure .

Traitement	pH	Acidité titrable (%)
TF	4,12	0,7
TT	4,52	0,51
THB	4,52	0,64
TEA	4,65	0,25
TFR	4,63	0,51
TC	4,64	0,38
TS	3,54	0,38

Le tableau (13) met en évidence une évolution nette des paramètres physico-chimiques des tomates entre l'état initial et après le stockage . La tomate fraîche (TF) correspondant aux fruit analysés immédiatement après récolte et avant stockage , présente une acidité titrable élevée (0,7 %) avec un pH de 4,12, ce qui traduit la présence importante des acides organiques naturels, principalement l'acide citrique et malique. Après stockage, le témoin (TT) affiche une diminution de l'acidité titrable (0,51 %) et une augmentation du pH (4,52), reflétant la consommation progressive des acides organiques au cours de la respiration.

Cette tendance confirme donc une différence claire entre l'état initial (avant stockage) et l'état après conservation, caractérisée par une perte d'acidité et une alcalinisation progressive des fruits. Parmi les traitements appliqués, l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* a permis de limiter cette évolution en maintenant une acidité relativement élevée (0,64 %), proche de la valeur initiale, avec un pH de 4,52. À l'inverse, les traitements à l'extrait d'ail, à la cendre et au froid ont montré une évolution plus marquée vers l'augmentation du pH (4,65 ; 4,64 et 4,63) et la diminution de l'acidité, particulièrement importante pour l'extrait d'ail (0,25%), comparativement à l'état initial. Enfin, le traitement par la saumure présente un comportement particulier avec le pH le plus faible (3,54) et une acidité titrable de 0,38 %, suggérant un maintien d'un environnement plus acide limitant certaines évolutions biochimiques. Globalement, ces résultats montrent clairement une différence entre les fruits avant stockage et ceux après conservation, et indiquent que certains traitements, notamment l'huile essentielle de basilic et le froid,

permettent de ralentir l'altération des paramètres physicochimiques (Tigist et *al.*, 2013 ; Pinheiro et *al.*, 2013).

II.4 Analyse biochimique

II.4.1 Taux du lycopène et β - carotène avant et après traitement

Le lycopène et le β -carotène appartiennent à la famille des caroténoïdes, connus pour leur rôle important dans la qualité nutritionnelle et le pouvoir antioxydant des tomates (Rodriguez-Amaya, 2001). Le lycopène est principalement responsable de la coloration rouge du fruit, tandis que le β -carotène intervient dans l'activité antioxydants et constitue un précurseur de la vitamine A (Shi et Le Maguer, 2000). Les résultats obtenus concernant les teneurs en lycopène et en β -carotène des différents traitements sont représentés dans le tableau(14) ci-dessus :

Tableau 14:Variation des teneurs en lycopène et en β - carotène exprimés en (mg /100g de matière fraîche) selon les traitements appliqués sur la tomate .

TF :tomate fraîche ; **TT** :témoin ;**THB** :traitée par l'huile de basilic ;**TEA** : traitée par l'extrait d'ail ;**TFR** :traitée par froid ;**TC** :traitée par cendre ;**TS** :traitée par saumure .

Traitement	Lycopène (mg/100g)	β - carotène (mg/100g)
TF	9,03	6,11
TT	2,42	1,12
THB	4,08	1,87
TEA	3,01	1,27
TFR	2,24	0,96
TC	1,57	0,33
TS	1,08	0,88

Les résultats obtenus dans le tableau (14) montrent que la tomate fraîche (TF) présente la teneur la plus élevée en lycopène avec une valeur de 9,03 mg/100 g. Après stockage, une

diminution de cette teneur a été observée et ceci pour l'ensemble des traitements étudiés. Le traitement par l'huile essentielle de basilic a enregistré la valeur la plus élevée après conservation avec 4,08 mg/100 g, suivi du traitement par l'extrait d'*Allium sativum* avec 3,010 mg/100 g. Le témoin a présenté une teneur de 2,42 mg/100 g, tandis que les traitements par cendre et la saumure ont montré les valeurs les plus faibles avec respectivement 1,57 mg/100 g et 1,08 mg/100 g.

Cette diminution peut être expliquée par l'oxydation des caroténoïdes sous l'effet de l'oxygène, de la lumière et des réactions enzymatiques associées à la maturation et à la sénescence des fruits. Les traitements par l'huile essentielle de basilic et l'extrait d'ail semblent avoir mieux préservé le lycopène grâce à la présence de composés antioxydants capables de limiter les réactions oxydatives et de ralentir l'altération des pigments.

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par (Shi et Le Maguer ,2000), qui ont montré que le lycopène diminue progressivement pendant la conservation des tomates en raison de sa sensibilité à l'oxydation. (Ali et al, 2020) ont également indiqué que les traitements naturels riches en composés bioactifs améliorent la stabilité du lycopène durant le stockage post-récolte.

De même, les données recueillies dans le tableau n°16 révèlent que la tomate fraîche avant le stockage a enregistré la concentration la plus élevée en β -carotène (6,11 mg/100 g), ce qui témoigne l'abondance naturelle de ce pigment dans les fruits avant leur soumission aux différents traitements de conservation. L'analyse après stockage révèle une baisse généralisée des teneurs en β -carotène. Toutefois, l'impact de cette dégradation varie selon les traitements : la rétention de ce composé est maximisée sous l'effet du traitement de l'huile essentielle de basilic (1,87 mg/100 g), suivi de près par le Traitement de l'extrait d'ail (1,27 mg/100 g). Les autres modalités s'avèrent moins efficaces, avec des concentrations chutant à 1,12 mg/100 g pour le témoin, 0,96 mg/100g pour le froid , 0,88 mg/100 g pour la saumure et atteignant un seuil critique minimal de 0,33 mg/100 avec le traitement à cendre .

Cette réduction globale du β -carotène peut être expliquée par sa forte sensibilité à l'oxydation et aux conditions de stockage, phénomène déjà rapporté par (Rodriguez-Amaya ,2001), qui a montré que les caroténoïdes, et notamment le β -carotène, sont parmi les pigments les plus instables après récolte.

La meilleure conservation observée avec traitement à l'huile essentielle de basilic et traitement à l'extrait d'ail suggère un effet protecteur contre la dégradation oxydative des caroténoïdes, probablement lié à leur activités antioxydants, ce qui est cohérent avec les résultats de (Kumar et al, 2021) qui ont démontré que les traitements naturels peuvent ralentir la perte des composés caroténoïdes durant le stockage. Par ailleurs, cette diminution progressive des teneurs peut également être reliée aux conditions de conservation telles que la présence d'oxygène et la durée de stockage, facteurs déjà mis en évidence par (Lee et Kader, 2000) comme responsables de l'accélération de la dégradation des composés antioxydants dans les fruits. Enfin, l'instabilité globale des caroténoïdes observée dans cette étude est également en accord avec les travaux de (Davey et al, 2000), qui ont montré que ces pigments diminuent progressivement au cours de la maturation et du stockage post-récolte.

II.4.2 Détermination de la teneurs des polyphénols totaux

Les polyphénols sont des composés bioactifs naturellement présents dans la tomate et reconnus pour leurs propriétés antioxydants. Ils contribuent à la protection des cellules contre le stress oxydatif et participent au maintien de la qualité nutritionnelle des fruits. Cependant, leur teneur peut diminuer durant la conservation sous l'effet de l'oxydation et des réactions enzymatiques. Ainsi, l'évaluation des polyphénols totaux permet d'apprécier la qualité biochimique des tomates après les différents traitements appliqués (Shahidi & Ambigaipalan, 2015 ; Li et al., 2022) (figure 35).

La courbe d'étalonnage obtenue (Fig.34) a montré une relation linéaire entre l'absorbance mesurée à 765 nm et les différentes concentrations d'acide gallique utilisées comme standard. Les résultats ont été exprimés en microgramme d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS) et calculés à partir de l'équation de la droite d'étalonnage suivante : $y = 0,0003x + 0,003$;

$$R^2=0,9864$$

Le coefficient de détermination obtenu ($R^2 = 0,9864$) indique une excellente linéarité de la courbe d'étalonnage dans l'intervalle des concentrations étudiées, confirmant ainsi la fiabilité de cette méthode pour la détermination de la teneur en polyphénols totaux des échantillons analysés.

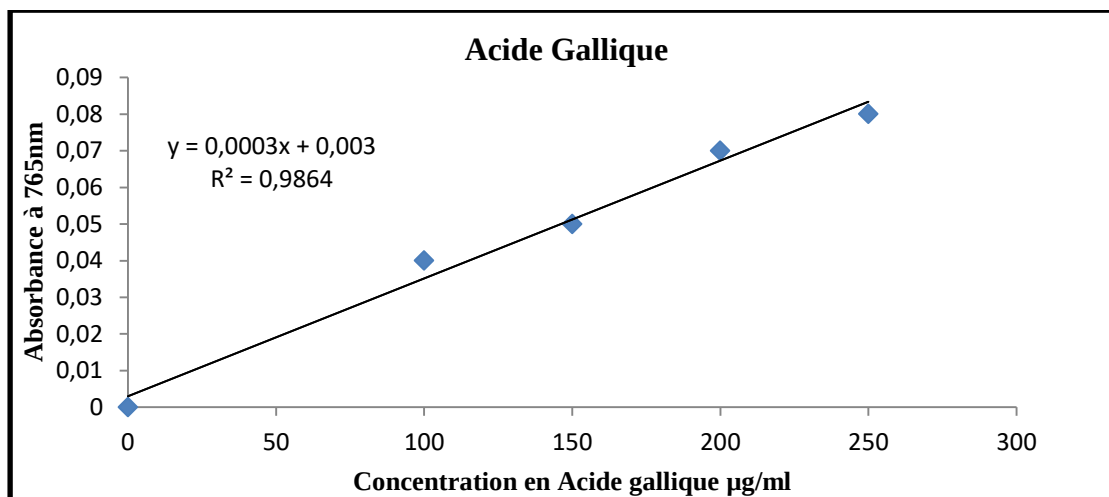


Figure 34: Droite d'étalonnage de l'acide gallique utilisée pour l'évaluation de la teneur en polyphénols totaux des extraits des tomates avant et après les traitements.

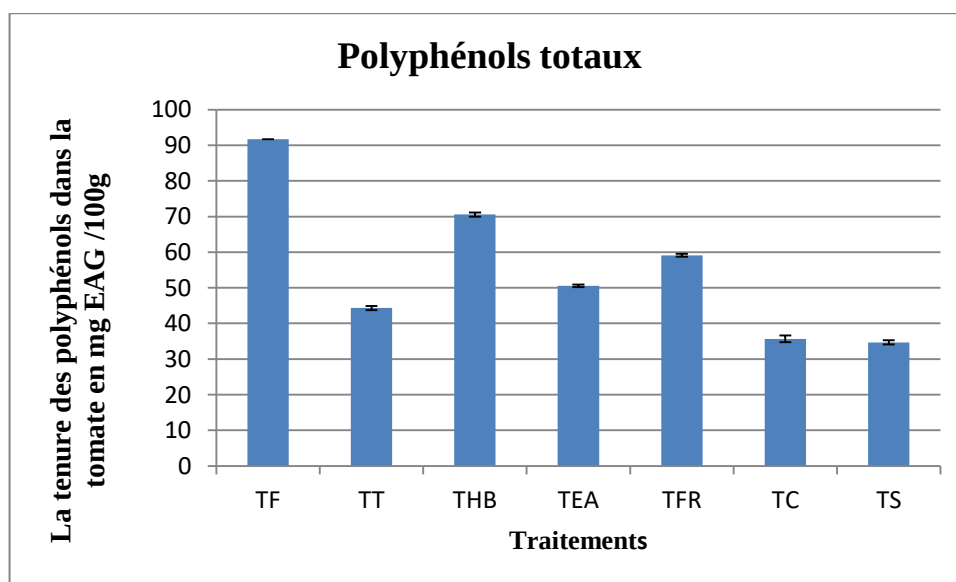


Figure35: Teneur en composés phénoliques totaux des tomates fraîches et traitées (exprimée en mg EAG/g).

TF :tomate fraîche ; **TT** :témoin ;**THB** :traitée par l'huile de basilic ;**TEA** : traitée par l'extrait d'ail ;**TFR** :traitée par froid ;**TC** :traitée par cendre ;**TS** :traitée par saumure .

Les résultats illustrés par la Figure (35) mettent en évidence une diminution de la teneur en polyphénols totaux au sein des tomates soumises aux différents traitements de conservation par rapport au lot frais (TF), lequel affiche la concentration la plus élevée (90 mg EAG/ g). Cette régression s'explique par les phénomènes d'oxydation et de dégradation enzymatique subis par les composés phénoliques au cours de l'entreposage. En effet, la sensibilité de ces

molécules vis-à-vis de l'oxygène, de la lumière et des fluctuations thermiques induit leur altération progressive durant le stockage.

Les tomates traitées par l'huile essentielle de basilic (THB) ont montré une teneur relativement élevée en composés phénoliques (69 mg EAG/100 g) comparativement au témoin non traité (44 mg EAG/100 g). Ce résultat suggère que l'huile essentielle de basilic exerce un effet protecteur contre l'oxydation des composés phénoliques grâce à ses propriétés antioxydants contenus dans le basilic, tels que l'acide rosmarinique et l'estragole, qui agissent en synergie pour stabiliser les membranes cellulaires et limiter l'oxydation (Ben Hsouna et *al.*, 2013). Ces observations sont en accord avec les travaux de (Burt ,2004), qui ont montré que les huiles essentielles riches en composés phénoliques peuvent ralentir les réactions oxydatives et limiter l'altération des fruits et légumes pendant la conservation.

Les tomates traitées par l'extrait d'ail (TEA) ont présenté une teneur intermédiaire en polyphénols (49 mg EAG/100 g). Cette augmentation par rapport au témoin pourrait être liée à la présence de composés bioactifs soufrés et antioxydants dans l'ail, capables de réduire le stress oxydatif et de préserver partiellement les métabolites phénoliques. Plusieurs études ont rapporté que les extraits naturels riches en substances antioxydants contribuent au maintien de la qualité biochimique des fruits durant le stockage (Balouiri et *al.*, 2016).

Le traitement par le froid (TFR) a également permis une meilleure conservation des polyphénols (58 mg EAG/100 g) par rapport au témoin (TT). Cela peut être expliqué par le ralentissement de l'activité enzymatique et respiratoire des tomates à basse température, limitant ainsi la dégradation des composés phénoliques. Selon (Kader ,2002), la réfrigération réduit les réactions métaboliques responsables de l'altération des composés bioactifs sur les tomates.

En revanche, les traitements à la cendre (TC) et à la saumure (TS) ont enregistré les valeurs les plus faibles (35 et 34 mg EAG/100 g respectivement). Cette forte diminution pourrait être due à une dégradation accrue des polyphénols causée par des conditions de conservation moins efficaces pour limiter les réactions oxydatives et enzymatiques.

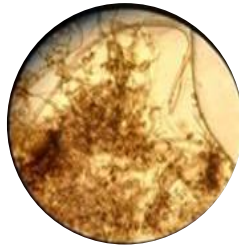
II.5 Les analyses microbiologiques

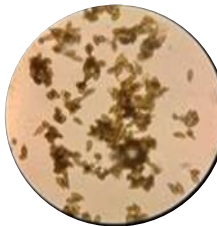
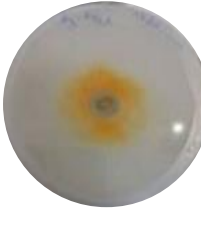
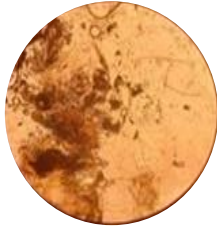
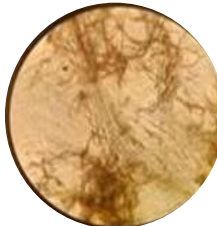
II.5.1 Isolement et l'identification des champignons responsables de l'altération des tomates (*Solanum lycopersicum* L.)

Les champignons constituent l'un des principaux agents responsables de l'altération post-récolte des fruits et légumes. Leur développement au cours du stockage peut entraîner une dégradation de la qualité des produits ainsi que des pertes économiques importantes (Pitt et Hocking, 2009).

Dans le cadre de cette étude , des champignons associés à l'altération post-récolte des tomates ont été isolés et identifiés après 21 jours de stockage .L'identification à été réalisés à partir des caractéristiques macroscopiques et microscopiques observées sur les isolats fongiques . Les résultats obtenus pour les différents traitements sont présentés dans le tableau(15) suivant :

Tableau 15: Résultats de l'isolement et de l'identification macroscopique et microscopique isolés des tomates après la conservation selon les traitements appliquées (Original ,2026).

Traitemen ts des tomates	Symptômes observés (après 21 jours de stockage)	Isolement des champignons	Aspect macroscopique	Aspect microscopique	Identificatio n (Genre / espèce)
Témoin			-Colonie centrale de couleur noire . -Aspect circulaire . -Texture cotonneuse avec mycélium diffus.		<i>Penicilliu m sp.</i>

Huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i>			-Colonie circulaire bien développée. -Centre noir verdâtre. -Bordure blanche périphérique. -Aspect poudreux à velouté. -Croissance radiale régulière.		<i>Alternaria sp.</i>
Extrait de <i>Allium sativum</i>			-Colonie de forme circulaire . -Couleur jaunâtre . - Présence d'un centre plus foncé . -Texture cotonneuse . -Croissance régulière sur le milieu de culture .		<i>Aspergillus sp.</i>
Cendre			-Colonie centrale de couleur noire . -Aspect poudreux -Croissance circulaire .		<i>Geotrichum sp.</i>

Les résultats obtenus après 21 jours de stockage montrent que les différentes tomates conservées ont présenté des contaminations fongiques variables selon le traitement appliqué. L'analyse macroscopique et microscopique a permis d'identifier plusieurs genres fongiques impliqués dans l'altération post-récolte des tomates, notamment : *Penicillium sp.* , *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.* et *Geotrichum sp.* Ces microorganismes sont connus pour leur capacité à

se développer rapidement sur les fruits riches en eau et en nutriments, particulièrement durant les conditions de conservation prolongée.

Pour le témoin, l'identification a révélé la présence de *Penicillium sp.* ainsi qu'une colonie noire à texture cotonneuse et à croissance diffuse. Leur présence traduit une forte sensibilité des tomates non traitées aux contaminations fongiques durant la période de stockage. Selon Pitt et Hocking (2009), les espèces de *Penicillium* figurent parmi les principaux agents responsables des altérations post-récolte des fruits et légumes.

Les tomates traitées par l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* ont montré une croissance fongique moins importante que celle observée chez le témoin, l'isolat identifié appartenait au genre *Alternaria sp.* Ce genre est fréquemment associé aux maladies et aux altérations des fruits et légumes frais. Sa prolifération indique que ce champignon est capable de se développer dans les conditions de stockage de notre expérimentation.

Des espèces d'*Alternaria* ont également été signalées comme agents courants d'altération des tomates après récolte (Pandey et al, 2021)

Pour le traitement à l'extrait d'*Allium sativum*, l'isolat identifié appartient au genre *Aspergillus sp.* Les espèces de ce genre sont largement répandues dans l'environnement et sont souvent impliquées dans la détérioration des produits végétaux stockés. Leurs apparitions sur les tomates conservées a également été rapportée dans plusieurs études consacrées aux altérations post-récolte (El –Sayed et al, 2020).

Enfin, le traitement à la cendre a permis l'isolement de *Geotrichum sp.*, un champignon connu de son pouvoir de provoquer la pourritures des fruits et légumes conservés (Sharma et al, 2022). Selon les observations rapportées dans la littérature, ce genre fongique est fréquemment rencontré sur les produits horticoles stockés dans des conditions favorables à son développement (Tournas, 2005).

Conclusion générale

Cette recherche s'inscrit dans le cadre de la valorisation des extraits végétaux naturels en tant qu'alternatives biologiques aux agents de conservations chimiques de synthèse. Elle a pour but de réduire les pertes post-récolte et à prolonger la durée de stockage des fruits tout en limitant le recours aux conservateurs chimiques.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité de différentes méthodes classiques et modernes de conservations appliquées à la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) durant une période de conservation de 21 jours, à savoir l'huile essentielle de basilic (*Ocimum basilicum*), l'extrait d'ail (*Allium sativum*), la conservation au froid, la cendre et la saumure.

Les résultats obtenus ont montré que l'ensembles des traitements appliqués ont influencé à des degrés variables sur les paramètres physicochimiques et biochimiques des tomates au cours de leurs stockage.

Toutefois, L'huile essentielle de basilic se positionne comme le traitement de choix, minimisant de façon significative la perte de masse, la perte de fermeté et le taux de pourriture, tout en optimisant la rétention des métabolites secondaires essentiels tels que les polyphénols, le lycopène et le β -carotène. Bien que la conservation par le froid contribue spécifiquement dans la restriction des attaques fongiques et que l'extrait d'ail présente une action transitoire, les dispositifs utilisant la cendre ou la saumure témoignent de performances limitées pour la sauvegarde qualitative et nutritionnelle des tomates.

L'évaluation des paramètres physicochimiques a révélé une modification du pH et de l'acidité titrable après la conservation par rapport à la tomate fraîche. Toutefois, les tomates traitées par l'huile essentielle de basilic ont présenté une meilleure stabilité de ces paramètres. Les analyses biochimiques ont également montré une diminution des teneurs en polyphénols totaux, en lycopène et en β -carotène après le stockage pour l'ensemble des traitements. Néanmoins, l'huile essentielle de basilic a permis une meilleure préservation de ces composés bioactifs, traduisant ainsi une meilleure conservation de la qualité nutritionnelle des tomates.

Les analyses microbiologiques ont permis d'isoler et d'identifier plusieurs genres fongiques associés à l'altération post-récolte des tomates, notamment *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. et *Geotrichum* sp. Ces résultats mettent en évidence la diversité des champignons pouvant se développer au cours du stockage et responsables de la détérioration des fruits.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus mettent en évidence le potentiel prometteur de l'huile essentielle de basilic (*Ocimum basilicum*) comme agent naturel de conservation post-récolte des tomates. Elle représente une alternative efficace et durable aux conservateurs chimiques, contribuant à la préservation de la qualité des produits frais tout en respectant l'environnement.

Afin de compléter et d'approfondir ces travaux, plusieurs perspectives de recherche peuvent être envisagées :

- ✓ Identifier les principaux composés bioactifs responsables de l'activité conservatrice de l'huile essentielle de basilic ;
- ✓ Évaluer l'efficacité de l'huile essentielle sur d'autres fruits et légumes d'intérêt économique;
- ✓ Tester l'association de l'huile essentielle avec d'autres méthodes de conservation afin d'améliorer davantage la durée de stockage;
- ✓ Réaliser des analyses sensorielles pour évaluer l'acceptabilité des fruits traités par les consommateurs.

Référence bibliographique

A

- Abdesselam A., 2012. « Contribution à l'étude de l'impact d'un boom à cyanobactériotoxiques sur la croissance de la tomate industrielle *Lycopersicon esculentum* L. (variété 61.08) ». Mémoire de Magister. « Agriculture et fonctionnement des écosystèmes ». Centre universitaire d'El Taref. P : 50, 51, 64.
- Adambounou, L. T., Castaigne, F., & Dillon, M. (1983). Influence of brining conditions on vegetable preservation and fermentation processes. *Journal of Food Science*, 48(5), 1473–1478.
- AFNOR. (1986). Norme NF T 75-006 : Huiles essentielles – Détermination du rendement. Association Française de Normalisation, Paris, France.
- AFNOR. (1991). Norme NF V 05-108 : Détermination du pH des produits agroalimentaires. Association Française de Normalisation, Paris, France.
- Ahmed, A., et al. (2019). Antimicrobial, antioxidant and pharmacological properties of eugenol : A review. *Journal of Natural Products*.
- Ahmed, S., et al. (2019). Eugenol : A natural compound with pharmacological activities. *Phytotherapy Research*, 33(1), 1–15.
- Aït-Youcef, M. (2006). Étude des plantes aromatiques médicinales en Algérie : cas du basilic (*Ocimum basilicum* L.).
- Ajayi, A.M.; Hassan, G.F. Response of selected tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars to on-field biotic stress. *J. Agric. Crop Res.* 2019, 7, 38–46. [CrossRef]
- Akcicek, E. 2006. History and culture of garlic. *Garlic Book*. In: Akcicek, E. and S. Otles (Eds.). 4: 11-43.
- Akhtar, S., et al. (2023). Study on antimicrobial properties of sulfur compounds in garlic extracts and their effect on postharvest quality of fruits.
- Akoto, O., Appiah, A. S., Addai-Mensah, F., & Agyapong, N. (2020). Phytochemical screening, antioxidant and anti-inflammatory activities of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(5), 221–230
- Alexander, L. & Grierson, D. (2002). Ethylene biosynthesis and action in tomato fruit ripening. *Trends in Plant Science*.
- Ali A, Ghani MI, Haiyan D, Iqbal M, Cheng Z, Cai Z. Garlic Substrate Induces Cucumber Growth Development and Decreases Fusarium Wilt through Regulation of Soil Microbial Community Structure and Diversity in Replanted Disturbed Soil. *Int J*

Mol Sci. 2020 Aug 20;21(17):6008. doi: 10.3390/ijms21176008. PMID: 32825476; PMCID: PMC7504009.

- Ali, A., et al. (2022). Postharvest quality maintenance of fresh fruits and vegetables.
- Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., & Alderson, P. G. (2010). Effect of chitosan coating on the physicochemical characteristics of tomato. Food Chemistry / Journal of Food Engineering.
- Ali, M. B., et al. (2020). Natural antioxidant treatments and postharvest quality of fruits.
- Allal, B. (2009). Contribution à l'étude des principales maladies de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) et des méthodes de lutte. Mémoire d'Ingénieur d'État en Agronomie, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef, Algérie.
- AlterAgri. (2008). Techniques de conservation des produits agricoles et horticoles. Paris : ITAB.
- Amadi, J., and Olusanmi, M. 2009. Studies on the anti-microbial properties and phytochemical screening of garlic (*Allium sativum*) extracts. Ethnobotanical Leaflets, 9:120-130.
- Amagase, H. (2006). Clarifying the real bioactive constituents of garlic. Journal of Nutrition.
- Anton. (2005). Étude morphologique et physiologique des plantes aromatiques.
- Antoniadis, A. et al. (2025). Antioxidant, Antimicrobial, and Anticancer Activity of Basil (*Ocimum basilicum*): A Review. Antioxidants, 14(12), 1469.
- Antoniadis, A., et al. (2025). Essential oils as natural preservatives in postharvest fruit and vegetable storage : A review. Food Chemistry, 470, 143618.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 18th Edition, Washington DC.
- APG III (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161(2), 105–121.
- Arah, I. K., Amaglo, H., Kumah, E. K., & Ofori, H. (2016). Preharvest and postharvest factors affecting tomato quality. Horticulture International Journal, 1(2), 1–8.
- AtlasBig, World Garlic Production by Country, données production par pays, 2023.

- Avetisyan, A., et al. (2017). Chemical composition and biological activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. growing in Armenia. *Food Science and Technology*, 37(3), 1–6.
- Avetisyan, A., Markosian, A., Petrosyan, M., Sahakyan, N., Babayan, A., Aloyan, S., & Trchounian, A. (2017). Chemical composition and biological activities of essential oil from *Ocimum basilicum* L. cultivated in Armenia. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17, 60.

B

- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Natural plant extracts as antimicrobial agents : A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(5), 277–282.
- Barman, K. et al. (2015). “Effect of storage conditions on physicochemical properties of tomato”. *Journal of Food Science and Technology*.
- Barry, C. S., & Giovannoni, J. J. (2007). Ethylene and fruit ripening. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26(2), 143–159.
- Barth, M., Hankinson, T. R., Zhuang, H., & Breidt, F. (2009). Microbiological spoilage of fruits and vegetables. *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*, 135–183. Springer.
- Barza Wire » Burundi : Des agriculteurs découvrent une nouvelle technique de conservation des tomates » Imprimer
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (Eds.). (2010). *Handbook of Essential Oils : Science, Technology, and Applications*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Batu, A. (2004). Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 61(3), 277–282.
- Bautista-Baños, S. (2014). *Postharvest decay : control strategies and fungal pathogens of fruits and vegetables*. CRC Press.
- Bautista-Baños, S. (2014). *Postharvest decay : Control strategies and mechanisms*. CRC Press.
- Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A. N., Velázquez-del Valle, M. G., Hernández-López, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E., & Wilson, C. L. (2006). Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*, 25(2), 108–118.

- Benedec, D., Vlase, L., Oniga, I., Mot, A. C., Damian, G., Hanganu, D., & Duma, M. (2007). Anti-inflammatory activity of an *Ocimum basilicum* L. tincture in experimental acute inflammation in rats. *Farmacia*, 55(2), 124–131.
- Benkeblia, N. (2004). Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 37(2), 263-268.
- Bernice (2009). Description morphologique de *Allium sativum*.
- Bezanger-Beauquesne, L., Pinkas, M., Torck, M., & Trotin, F. (1990). *Plantes médicinales des régions tempérées*. Paris : Éditions Masson.
- Biswas, A. K., Sahoo, J., & Chatli, M. K. (2011). A simple UV–Vis spectrophotometric method for determination of lycopene and β -carotene in fruits. *Food Chemistry*, 125(1), 255–262.
- Blancard, D. (1988). *Les maladies de la tomate (édition ancienne)*. INRA, France .
- Blancard, D. (2009). *Maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser*. Éditions Quae, Versailles, France, 688 p.
- Blancard, D. (2013). *Tomato Diseases : Identification, Biology and Control – A Colour Handbook (2nd ed.)*. CRC Press / Manson Publishing, Boca Raton, USA.
- Boggia, R. (2015). Culinary and functional uses of *Ocimum basilicum* in food systems. *Food Science and Technology International*, 21(4), 265–273.
- Bonazzi, C., & Dumoulin, E. (2011). Drying of foods : Principles and applications. In J. Smith (Ed.), *Food engineering handbook* (pp. 201–230). CRC Press.
- Botineau, M. (2010). *Botanique systématique des plantes à fleurs*. Lavoisier, Paris.
- Boulal, H., et al. (2022). Performance des hybrides de tomate sous conditions sahariennes en Algérie.
- Bourget, M. (2011). *La conservation des fruits et légumes après récolte : principes et applications*. Éditions Techniques de l'Ingénieur, Paris.
- Boutamani, M. (2013). Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation et optimisation des conditions opératoires. *Revue des Sciences et Technologies*, 28, 45–5
- Bouziane, O. M. H., & Khenfer, I. (2022). Valorisation de l'huiles essentielles de basilic comme bio insecticide. *Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie*.
- Burt, S. (2004). Essential oils : Their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.

C

- Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., Hall, R., and De Vos, R. (2008) Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56, 964-973.
- Carrari, F., & Fernie, A. R. (2006). Metabolic regulation underlying tomato fruit development. *Current Opinion in Plant Biology*, 9(3), 258–262.
- Catalogue of Life. (2025). *Ocimum basilicum* L. – Species details. Retrieved from Catalogue of Life.
- Chanforan, C. (2010). Étude de la composition en composés antioxydants de la tomate et de ses produits dérivés : influence des procédés de transformation. Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
- Chaux, C., & Foury, C. (1994). Production légumière. Tome 2 : Légumes fruits. Paris : TEC & DOC.
- Chenni, M., Boutemak, K., & Salah, A. (2016). Essential oil yield variation of *Ocimum basilicum* cultivated in Egypt. *Industrial Crops and Products*, 92, 45–52.
- Chero, T., Ortiz, R., & Gómez, P. (2020). Postharvest physiology and mechanical sensitivity of climacteric fruits : The case of tomato. *Postharvest Biology and Technology*, 168, 111275.
- Chinnasamy, C., Mohan, V. R., & Athiperumalsami, T. (2007). Anti-inflammatory activity of methanolic extract of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(3), 485–490.
- Chomchalow, N., & al. (2002). Postharvest handling and storage of tropical fruits and vegetables. *International Postharvest Newsletter*, 5(2), 12–18.
- Chougar. S, 2011 : Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de tizi-ouzou. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou. 98p. conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat. Montpellier SupAgro., 228 p.
- Ciriello, M., D'Urso, M., & Spano, M. (2022). Chemical composition and biological activities of *Ocimum basilicum* essential oil. *Plants*, 11(10), 1345.
- Ciriello, M.; Kyriacou, M.C.; De Pascale, S.; Roupheal, Y. An appraisal of critical factors configuring the composition of basil in minerals, bioactive secondary

metabolites, micronutrients and volatile aromatic compounds. *J. Food Compos. Anal.* **2022**, 111, 104582. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

- Coll, J. (2006). *La tomate : biologie, culture et production*. Éditions CTIFL, Paris.
- Collins, E.J. ; Bowyer, C. ; Tsouza, A. ; Chopra, M. Tomatoes : An extensive review of the associated health impacts of tomatoes and factors that can affect their cultivation. *Biology* 2022, 11, 239.
- Correia, P. M. R., et al. (2015). Postharvest quality changes in fresh tomatoes during storage. *Food Chemistry*, 177, 174–182.
- Cronquist A, 1981. *An integrated system of classification of following plants*. Colombia University, 1256p.

D

- Da Costa, C. (2003). *Les composés phénoliques des végétaux*. Paris : Tec & Doc.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2008). *Fennema's Food Chemistry* (4th ed.). CRC Press.
- Danneyrolles, J. (2005). *La tomate et ses secrets de culture*. Rustica Éditions, Paris.
- Dasgupta, T., Rao, A. R., & Yadava, P. K. (2004). Modulatory effect of basil leaf (*Ocimum basilicum*) on antioxidant defense system in rats. *Journal of Medicinal Food*, 7(3), 305–309.
- Dash, S. K., & al. (2019). Effect of cold storage on postharvest quality and shelf life of tomato fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3450–3458.
- Davey, M. W., Van Montagu, M., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I. J. J., Strain, J. J., Favel, D., & Fletcher, J. (2000). Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 825–860.
- Davey, M. W., Van Montagu, M., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I. F. F., Strain, J. J., Favell, D., & Fletcher, J. (2000). Plant L-ascorbic acid : Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 825–860.
- Defilippi, B. G., Dandekar, A. M., & Kader, A. A. (2004). Impact of ethylene on fruit ripening and quality. *Plant Physiology*, 135(1), 402–411
- Delia, B., & al. (2001). *Postharvest physiology and handling of fruits and vegetables*. Academic Press.

- Direction de l'Agriculture (DAG). (2018). Rapport technique sur la production et la conservation de la tomate.
- Direction des Services Agricoles (DSA) de Mostaganem. (2022). Statistiques agricoles de la wilaya de Mostaganem : Campagne agricole 2021–2022. Mostaganem, Algérie : Direction des Services Agricoles.
- Dorman, H. J. D., et al. (2003). Antioxidant properties of plant essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Droby, S. (2006). Biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables : The role of induced resistance. *Phytopathology*, 96(6), 555–558.
- Dudez, S., Ndiaye, A., & Traoré, B. (2022). Traditional sun drying practices of fruits and vegetables in rural areas : Impacts on quality and safety. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5), e16512.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Lucca, G. d., and Grolier, P. (2003) Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 369-382.
- Dumortier P., Evrad M., Maiche M., Nicolas A., De ridder C. et Costa Santos Baltazar S., 2010. au YAHOUI Sarah Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de collection « luc fichot ». Rapport final, Phytotechnie et horticulture. Gembloux agro bio tech., 105 p.
- Dupont, F., & Guignard, J.-L. (2012). *Botanique : Systématique et biologie végétale*. Masson, Paris.

E

- Eckert, J. W., & Ogawa, J. M. (1988). The chemical control of postharvest diseases : Subtropical and tropical fruits. *Annual Review of Phytopathology*, 26, 433–469.
- El Akel, H., Mouchbahani, H., & Benkirane, R. (2001). L'oidium de la tomate : symptômes, biologie et moyens de lutte. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
- El Attir, H., Skiredj, A., & El Fadl, A. (2003). *La culture de la tomate*. Rabat, Maroc : IAV Hassan II / INRA.
- El Gharas, H. (2009). Polyphenols : Food sources, properties and applications – A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(12), 2512–2518.

- Elsabi, F. S., & Abdo, S. M. (2013). Edible coatings and their role in postharvest preservation of fruits. *Food Packaging and Shelf Life*, 1(2), 65–72.
- Elsayed, M.I.; Al-Qurashi, A.D.; Almasaudi, N.M.; Abo-Elyousr, K.A. Efficacy of essential oils against gray mold and effect on fruit quality during cold storage in table grapes. *S. Afr. J. Bot.* **2022**, 146, 481–490. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- Elsayed, Y., Abou-Zeid, N., & Hassan, M. (2022). Antifungal and insecticidal properties of essential oils : Focus on *Ocimum basilicum*. *Industrial Crops and Products*, 176, 114319.

F

- FAO. (2004). Post-harvest management of fruits and vegetables : Cold storage and temperature control. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2024). FAOSTAT : Crops and Livestock Products – Tomato Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farm Radio International. (2016). Postharvest handling and traditional preservation methods for tomatoes using ash storage. Farm Radio International Publications.
- Fedoul, F., Zaiter, L., Meddah, B., & Benmansour, A. (2022). Chemical composition and biological properties of *Ocimum basilicum* essential oil : A review. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 12(4), 219–230.
- FINABI. (2025). La production nationale de tomate atteint 2,7 millions de tonnes en 2024. Agence Algérienne d’Information Financière.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). FAOSTAT : Crops and Livestock Products. <https://www.fao.org/faostat>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). FAOSTAT statistical database. Rome : FAO.

G

- Gallais, A. & Bannerot, H. (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. INRA Editions, Paris.
- Gargouri, B., Karray-Bouraoui, N., & Rhouma, A. (2008). Volatile compounds in green leaf aldehydes and their biological significance. *Journal of Essential Oil Research*, 20(4), 321–327.
- Gartemann, K. H., Kirchner, O., Engemann, J., Gräfen, I., Eichenlaub, R., & Burger, A. (2003). *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* : First steps in the

understanding of virulence of a Gram-positive phytopathogenic bacterium. *Journal of Biotechnology*, 106(2–3), 179–191.

- Gatimel, C. (2008). Les aleurodes des cultures : biologie, dégâts et méthodes de lutte. *Phytoma – La Défense des Végétaux*, 614, 24–28.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D. S., & Kapoor, H. C. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Food Chemistry*.
- Gerbeaud (2008). L'ail et ses caractéristiques botaniques. (source en ligne / article horticole).
- Ghan Shyam, P., & Kumar, S. (2019). Effect of garlic extract on postharvest quality and shelf life of tomato fruits. *Journal of Postharvest Technology*, 7(3), 78–85.
- Giatropoulos, A., Papachristos, D. P., Kouloussis, N. A., & Tsiropoulos, G. (2020). Repellent activity of *Ocimum basilicum* essential oil against mosquitoes and other insects. *Journal of Pest Science*, 93(2), 701–712.
- Giovannoni, J. J. (2004). Genetic regulation of fruit development and ripening. *Plant Cell*, 16(Suppl), S170–S180.
- Gorinstein et al. (2005). Antioxidant properties and chemical composition of garlic and related *Allium* species .
- Grogna, M. (2016). Principes et techniques de conservation des aliments. Paris, France : Éditions Techniques Alimentaires.
- Guichard, E. (1999). Qualité des fruits et des légumes : perception, composition et conservation. Paris : INRA / Tec & Doc.

H

- Hameed Ullah, M., Abbas, T., & Ahmad, S. (2010). Controlled atmosphere storage of horticultural commodities. *International Journal of Agriculture & Biology*, 12(4), 581–588.
- Hamidouche, A., et al. (2013). Étude sur la gestion de l'humidité en culture sous serre de tomate.
- Hodges, R. J., Buzby, J. C., & Bennett, B. (2011). Postharvest losses and waste in developed and developing countries. *Journal of Agricultural Science*, 149(S1), 37–45.
- Holley, R.A.; Patel, D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiol.* **2005**, 22, 273–292.
[[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

- Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils. *Food Chemistry*, 108(3), 986–995.

I

- Ilić, Z.S.; Milenković, L.; Tmušić, N.; Stanojević, L.; Stanojević, J.; Cvetković, D. Essential oils content, composition and antioxidant activity of lemon balm, mint and sweet basil from Serbia. *LWT* **2022**, 153, 112210. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- INDREA, 1989. Lucariva practice de legumi cultura partea, 2 tipo agronomica cly cy napoca. 18p.
- Ininahazwe, E. (2016). Postharvest preservation of tomatoes using ash storage technique in rural communities. *African Journal of Agricultural Research*, 11(22), 1945–1952.
- Ionica, M. E., Popescu, A., & Dumitru, R. (2022). Effect of basil essential oil on postharvest quality and weight loss of tomatoes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 189, 111912.
- Jayas, D. S., & Jeyamkondan, S. (2002). Modified atmosphere storage of grains, meats, fruits and vegetables. *Food Research International*, 35(10), 939–952.
- Joubès, J., et al. (1999). Tomato fruit development and growth analysis (sigmoidal pattern of fruit growth). *Référence scientifique sur le développement du fruit de tomate*.

K

- Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Kader, A. A., & Rolle, R. S. (2018). The role of postharvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. *FAO Agricultural Services Bulletin*.
- Kader, A.A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1863–1868.
- Kaluzny-Pinon, D., Causse, M., & Damidaux, R. (2001). *La qualité des fruits et légumes : critères de sélection et amélioration génétique*. INRA Éditions.
- Karthika, K., Ramesh, T., & Suresh, B. (2017). Antibacterial activity of *Ocimum basilicum* leaf extract against pathogenic bacteria. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 8(6), 2450–2455.

- Kaur, P., Singh, R., & Kaur, S. (2021). Enzymatic degradation of pectin and its role in fruit softening during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 175, 111457.
- Kefas, E., Aliyu, B., & Tashiwa, Y. (2024). Postharvest losses, causes and mitigation in tomato transportation: A systematic review. *Agriculture & Food Security*.
- Khalid, K. A. (2006). Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs. *International Agrophysics*, 20, 289-296.
- Khelifi, L., et al. (2020). Effet du stress salin sur différentes variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Algérie.
- Khorshidi, A. S., et al. (2021). Essential oil of *Ocimum basilicum* and its role in postharvest preservation of tomato fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 174, 111–120.
- Kopec, R. E., Riedl, K. M., Harrison, E. H., Curley, R. W., Hruszkewycz, D. P., Clinton, S. K., and Schwartz, S. J. (2010) Identification and quantification of apolycopenals in fruits, vegetables, and human plasma, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 3290-3296.
- Küçüker E. et al. (2025). Postharvest treatments and storage quality of persimmon. *Food and Bioprocess Technology*.
- Kumar, M., et al. (2020). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) : Nutritional composition and health benefits. *Journal of Food Science and Technology*.
- Kumar, P., et al. (2021). Effect of natural treatments on postharvest preservation of fruits and vegetables.
- Kumar, S., Yadav, A., & Yadav, M. (2021). Effect of natural treatments on postharvest stability of carotenoids in fruits. *Food Chemistry*, 343, 128491.

L

- Lachachi S., (2010) : Organogénèse et embryogénèse somatique directe chez la tomate. Magister, UNIVERSITE D'ORAN, Algérie, 117 p.
- Laumonnier R., 1979 . Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207–220.

- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F., and Fogliano, V. (2000) Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 4723-4727.
- Lester, G. E., Hodges, D. M., & Upchurch, B. L. (2008). Postharvest fungal isolation techniques from horticultural products. *Journal of Plant Pathology*, 90(3), 515–523.
- Leucci, M. R., et al. (2008). Sugar metabolism in tomato fruit during development. *Journal of Plant Physiology*, 165(14), 1467–1476.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2022). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80-89.S
- Li, Y., Zhang, X., & Wang, Z. (2022). Changes in total phenolic content and antioxidant activity during fruit storage. *Food Chemistry*, 367, 130738.
- List of countries by garlic production, données mondiales 2022
- Lucie (2017). Description morphologique et biologique de l'ail (*Allium sativum*).
- Lucini, L., et al. (2012). Carotenoid profiling in tomato.

M

- Magness, J. R., & Markle, G. M. (1971). *The Apple : Botany, Production and Uses*. (Référence horticole classique souvent citée en morphologie végétale et fruits).
- Mahajan, P. V., Oliveira, F. A. R., & Macedo, I. (2007). Effect of modified atmosphere packaging on food quality. *Food Engineering Reviews*, 1(2), 121–140.
- Maidi, A., Boudjelal, A., & Khoudali, S. (2020). Yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* essential oil in different Algerian regions. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(4), 789–798.
- Mangaraj, S., Goswami, T. K., & Mahajan, P. V. (2009). Applications of modified atmosphere packaging for fruits and vegetables : A review. *Food Engineering Reviews*, 1(2), 142–160.
- Martí, R., Roselló, S., & Cebolla-Cornejo, J. (2021). Tomato as a source of carotenoids and polyphenols.
- Martinez-Valverde, I., Periago, M. J., Provan, G., and Chesson, A. (2002) Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*), *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82, 323-330.

- McMillin, K. W. (2008). Where is MAP going ? A review and future potential of modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 80(1), 43–65.
- Meena, R. P., Meena, S. K., & Meena, B. L. (2017). Alternaria blight of tomato : a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 986–989.
- Menesatti, P., & al. (1999). Mechanical damage and quality loss in postharvest handling of fruits and vegetables. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73(3), 215–223.
- Meskine, M., & Bacar, A. (2014). Étude morphologique et reproductive de l’ail (*Allium sativum*)..
- Mian et al. (2001). Composition en composés bioactifs de l’ail (*Allium sativum* L.) et activité antioxydante.
- Mishra, P., & Dubey, N. K. (2020). Essential oils as natural food preservatives : antimicrobial and antioxidant potential of *Ocimum basilicum*. *Food Control*, 108, 106–120.
- Monnier, C., Colette, J., & Bernard, P. (2010). Techniques traditionnelles et modernes de conservation alimentaire : du salage à l’appertisation. *Revue Française des Sciences Alimentaires*, 28(3), 145–162.
- Morshedloo, M. R., et al. (2017). "Effect of drying methods on essential oil content and composition of *Ocimum basilicum*".
- Munro B et Small E, 1997. Les légumes du Canada. Ed. Val. Morin, Québec, Canada. 436p.

N

- Naika, 2005. Cultivation of tomato .production, processing and marketing. Agromisa Foundation and CTA, Wageningen, ISBN Agromisa: 90-8573-039-2. 9-15 P.
- Ndabashinze, J. (2017). Effectiveness of ash-based storage methods on shelf life extension of tomatoes. *International Journal of Postharvest Technology*, 5(1), 33–41.
- Nguyen, H. N., Dao, V. H., Nguyen, T. M. T., & Pham, T. V. A. (2025). Postharvest preservation of fruits and vegetables by natural based edible coatings – A review. *Vietnam Journal of Biotechnology*, 23(4), 429–448.
- Nyabyenda, P. (2007). Les cultures maraîchères en Afrique tropicale. Gembloux, Belgique : Presses Agronomiques de Gembloux.

O

- Omojasola, P.F., Abdulsalam, R.A., & Oke, M.A. (2022). Extension of the shelf life of tomato fruit (*Solanum lycopersicum*) using wood ash. *Thai Journal of Agricultural Science*, 55(3), 161–174.

P

- Paliyath, G., & Padmanabhan, P. (2018). Lipxygenase pathway and production of volatile aldehydes in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 130, 476–486.
- Pan, et al. (2024). Postharvest treatment effects on fruit quality and osmotic behavior during storage.
- Pandey, A. K., Pandey, S., & Mishra, A. K. (2021). Postharvest fungal diseases of tomato caused by *Alternaria* species and their management. *Plant Pathology Journal*, 37(2), 123–135.
- Pasteur, L. (1858). Observations sur l'action antimicrobienne de certaines substances naturelles (travaux scientifiques généraux sur la fermentation et les microbes).
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2020). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods : A review. *Food and Bioprocess Technology*, 13(6), 1020–1045.
- Pathare, P.B., et al. (2020). Postharvest physiology and quality changes in tomato fruits.
- Pinela, J., Barros, L., Carvalho, A.M., & Ferreira, I.C.F.R. (2016). Nutritional composition and antioxidant activity of tomatoes. *Food Chemistry*, 197, 244–252.
- Pinheiro, A. C., & Almeida, D. P. F. (2021). Relative humidity effects on postharvest quality of fresh fruits and vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100708.
- Pinheiro, A. C., Almeida, D. P. F., & Silva, C. L. (2023). Postharvest quality deterioration of tomatoes under non-treated storage conditions. *Food Packaging and Shelf Life*, 37, 101054.
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E., & Silva, C. L. M. (2013). Kinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits during storage. *Journal of Food Engineering*, 114(3), 338–345.
- Pinheiro, J., et al. (2023). Effect of storage conditions on tomato quality attributes.
- Pitt, J.I. & Hocking, A.D. (2009). *Fungi and Food Spoilage* (3rd ed.). Springer, New York.
- Polese J.M, 2007. *La culture de la tomate*. Ed Artémis, 95p.

- Prabu, M. (2008). Natural insecticidal properties of garlic (*Allium sativum* L.) in pest control.
- Prakash, B., et al. (2022). Essential oils as natural preservatives for fruits and vegetables.
- Prakash, B., Singh, P., & Yadav, A. (2022). Antioxidant and antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* essential oil in postharvest preservation of fruits. *Industrial Crops and Products*, 189, 115820.

Q

- Quintana, S.E.; Llalla, O.; García-Risco, M.R.; Fornari, T. Comparison between essential oils and supercritical extracts into chitosan-based edible coatings on strawberry quality during cold storage. *J Supercrit Fluids*. **2021**, 171, 105198. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

R

- Raemaekers R, 2001. *Physiologie végétale tome1 – nutrition* Paris ,DUNOD ,323 p ISBN ; Pp 2-10,48-70.
- Raffo, A., La Malfa, G., Fogliano, V., Malani, G., and Quaglia, G. (2006) Seasonal variations in antioxidant components of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1), *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 11-19
- Ranc, N. (2010). *Diversité génétique et phénotypique de la tomate cultivée (Solanum lycopersicum L.)*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, France.
- Ranganna, S. (2004). *Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products* (2nd ed.). Tata McGraw-Hill.
- Rickman, J. C., Barrett, D. M., & Bruhn, C. M. (2007). Nutritional comparison of fresh and processed fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2001). *A guide to carotenoid analysis in foods*. ILSI Press, Washington, D.C.
- Romano, G., et al. (2022). Chemical safety and biological activities of basil essential oil constituents including estragole and eugenol. *Food and Chemical Toxicology* .
- Roy, S. K. (2020). *Postharvest handling and quality evaluation of fruits and vegetables*. New Delhi, India : New India Publishing Agency.

S

- Salehi, B., et al. (2019). The role of essential oils in food preservation and postharvest quality of fruits. *Food Reviews International*, 35(6), 547–584.
- Schauenberg, P., & Paris, R. (2006). *Guide des plantes médicinales*. Paris : Delachaux et Niestlé
- Schillmiller, A. L., Schauvinhold, I., Larson, M. D., et al. (2009). Monoterpenes in the glandular trichomes of tomato are synthesized from a neryl diphosphate precursor. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 106(26), 10865–10870.
- Sellami, I. H., Wannes, W. A., Bettaieb, I., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk, B., & Limam, F. (2011). Qualitative and quantitative changes in the essential oil of basil during different drying methods. *Food Chemistry*, 126, 691-697.
- Shaath, N. A., et al. (1995). Antimicrobial properties of garlic (*Allium sativum* L.) and its traditional medicinal use during wartime .
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.
- Shankara N ., Lidt J F., Goffau M., Hilmi M., V. Damla B, 2005. Culture de la tomate (production, transformation et commercialisation).Ed ISBN Agromisa . Germany.17, 70- 79, 82,85.
- Sharma, P. et al. (2023).The nutritional value, bioactive availability and functional properties of garlic and its related products during processing.Frontiers in Nutrition, 10, 1142784.
- Sharma, R. R., Singh, D., & Singh, R. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(9), 843–854.
- Sharma, R. R., Singh, D., & Singh, R. (2010). Postharvest treatment of fruits with natural compounds : Effects on quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 58(2), 110–118.
- Shi, J., & Le Maguer, M. (2000). Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 1–42.
- Siddiqui, M.W. (2021). *Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops*.

- Sindhuja, A., Ramesh, M. N., & Prasad, N. N. (2021). Effect of low temperature storage on postharvest quality of tomato fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3456–3465.
- Singh, D., Singh, R., & Shekhawat, S. (2018). Postharvest management strategies for extending shelf life of fruits and vegetables. *Food Reviews International*, 34(5), 407–424.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- Sivakumar, D., & Bautista-Baños, S. (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Protection*, 64, 27-37.
- Snoussi S. A., 2010- Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, 52 p.
- Sonmezdag, A.S.; Amanpour, A.; Kelebek, H.; Selli, S. The most aroma-active compounds in shade-dried aerial parts of basil obtained from Iran and Turkey. *Ind. Crops Prod.* **2018**, 124, 692–698. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- Spichiger, R., Savolainen, V., Figeat, M., & Jeanmonod, D. (2004). *Systématique botanique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales*. 3^e édition. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).
- Szabo, K., Varvara, R.-A., Ciont, C., Macri, A. M., and Vodnar, D. C. (2025). An updated overview on the revalorization of bioactive compounds derived from tomato production and processing by-products. *J. Cleaner Production*, 145151. Doi : 10.1016/j.jclepro.2025.14515.

T

- Tangpao, T.; Charoimek, N.; Teerakitchotikan, P.; Leksawasdi, N.; Jantanasakulwong, K.; Rachtanapun, P.; Sommano, S.R. Volatile organic compounds from basil essential oils: Plant taxonomy, biological activities, and their applications in tropical fruit productions. *Horticulturae* **2022**, 8, 144. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- Tano, K. (2005). Controlled atmosphere storage systems and applications. *Postharvest Biology and Technology*, 36(3), 227–235.

- Tekin, Ö., & al. (2025). Postharvest preservation of bioactive compounds in fruits : Effects of storage conditions on polyphenols, carotenoids and vitamins. *Food Chemistry*, 412, 135678.
- Teofilović, B., Jovanović, A. A., Šavikin, K., Zdunić, G., & Bugarski, B. (2021). Basil (*Ocimum basilicum* L.) as a source of bioactive compounds : A review. *Plants*, 10(12), 2620.
- Tescher, S., et al. (2005). Étude botanique et pharmacologique de l'ail (*Allium sativum*).
- Testoni A. (2002). Post-harvest and processing of persimmon fruit. CIHEAM.
- Testoni, A. (2002). Postharvest physiology and technology of fruits and vegetables. Bologna, Italy : Edagricole.
- Thompson, A. K. (2010). Fruit and vegetable storage : Principles and practices. Wiley-Blackwell.
- Thompson, A. K., Belay, Z., & Singh, Z. (2018). Postharvest technology of fruits and vegetables. Wiley-Blackwell.
- Thompson, J. F., Kader, A. A., & others. (2018). Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Tigist, M., Workneh, T. S., & Woldetsadik, K. (2013). Effects of variety on the quality of tomato stored under ambient conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 50(3), 477–486.
- Tolasa, M. ; Gedamu, F. ; Woldetsadik, K. Impacts of harvesting stages and pre-storage treatments on shelf life and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Cogent Food Agric.* 2021, 7, 1863620.
- Toor, R. K., & Savage, G. P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*.
- Tournas, V. H. (2005). “Spoilage of vegetable crops by yeasts and fungi during storage.” *International Journal of Food Microbiology*.
- Tripathi, P., Dubey, N. K., & Shukla, A. K. (2008). Use of some essential oils as postharvest fungicides in fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 49(2), 171–177.
- Tumwanu, et al. (2019). Effect of plant essential oils on postharvest quality and shelf life of fruits.
- Tzortzakis, N. G. (2007). Maintaining postharvest quality of fresh produce with essential oils. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4), 1317–1327.

- Tzortzakis, N., Xylia, P., & Chrysargyris, A. (2019). Sage Essential Oil Improves the Effectiveness of Aloe vera Gel on Postharvest Quality of Tomato Fruit. *Agronomy*, 9(10), 635.

U

- USDA/CNPP. (2007). USDA National Nutrient Database for Standard Reference. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.

V

- Van der Vossen, H. A. M., & Humpreys, G. (2004). *Solanum lycopersicum* L. (tomato). In : Grubben, G. J. H. & Denton, O. A. (eds), *Plant Resources of Tropical Africa 2 : Vegetables*. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands.
- Viron, N. (2010). Cycle de développement du fruit de tomate. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, France.
- Vriezen, W. H., et al. (2008). Tomato fruit development and ripening : hormonal and physiological regulation. *Plant Biology*.

W

- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & van Kan, J. A. L. (2007). *Botrytis cinerea* : the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8(5), 561–580.
- Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D. & Joyce, D.C. (2007). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. 5th Edition, CAB International.
- Wokocha, R. C., & Okereke, C. N. (2005). Preparation and antimicrobial properties of aqueous extract of *Allium sativum*. *African Journal of Biotechnology*, 4(12), 1235–1239.

X

- Xylia, E., Papadopoulou, S., & Konstantinou, A. (2021). Essential oils treatments and their effect on postharvest quality of tomatoes. *Food Chemistry*, 344, 128678.

Y

- Yahia, E. M. (2019). *Postharvest biology and technology of fruits and vegetables*. Woodhead Publishing.
- Yahia, E. M., & Carrillo-Lopez, A. (2019). *Postharvest biology and technology of fruits and vegetables*. Woodhead Publishing.
- Yin, Y., & Cheng, W. (2003). Antimicrobial activity of garlic extract (allicin) against foodborne pathogens. *Journal of Food Protection*, 66(3), 545–550.

Z

- Zapata, J. F., et al. (2008). Tomato fruit quality : composition and postharvest changes. *Postharvest Biology and Technology*, 49(3), 230–239.
- Zhakipbekov, A., Kim, Y. J., Lee, J. H., & Yang, D. C. (2024). Phytochemical composition, pharmacological activities and therapeutic potential of *Ocimum basilicum* L. : A comprehensive review. *Plants*, 13, 1–35.
- Zhang, M., Wang, S., & Wang, H. (2020). Temperature effects on postharvest physiology and storage disorders in horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 161, 111087.
- Ziri S., 2011- Contribution à la lutte intégrée contre tuta absoluta sur tomate en plein champ. 92 P.

Annexes

Annexe 1: Analyse de variance (ANOVA) des traitements appliqués a la tomate.

Source de variation	SC	ddl	CM	F
Traitements	11,78	5	2,356	8,48
Erreur	3,33		12	0,278
Total	15,11	17		

Annexe 2: Dosage de lycopène et de β -carotène.

Figure A2.1 : Extraction de lycopène et β -carotène des tomates selon les différents traitements avant et après stockage .

Annexe 3 : Détermination du pH des tomates

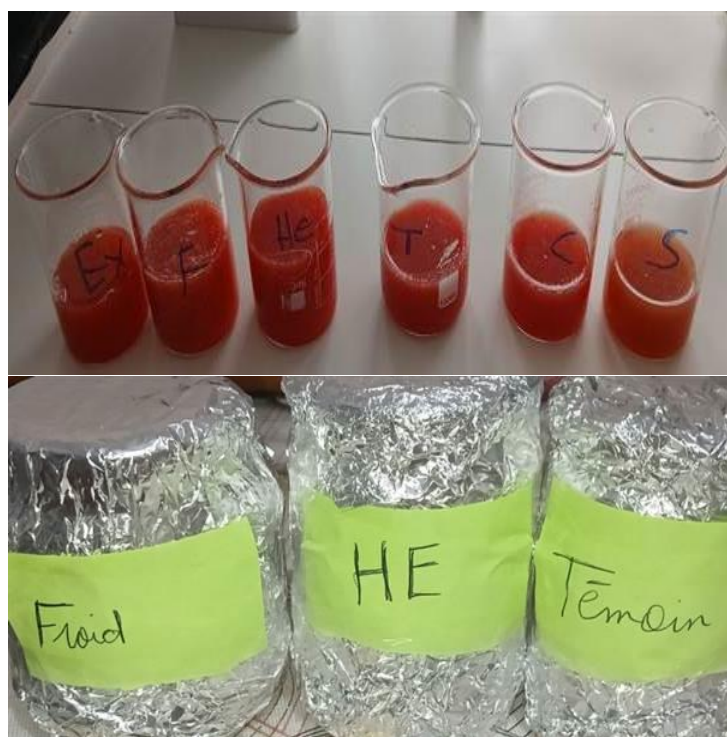


Figure A.3.1 : Mesure de pH de tomate avant et après stockage selon les différents traitements.

Annexe 4: Préparation des solutions d'acide gallique



Annexe 5: Préparation des extraits des traitements de tomate



Annexe 6: Préparation du milieu de culture « Potato Dextrose Agar (PDA) »

Composition de milieu :

Pomme de terre200g.

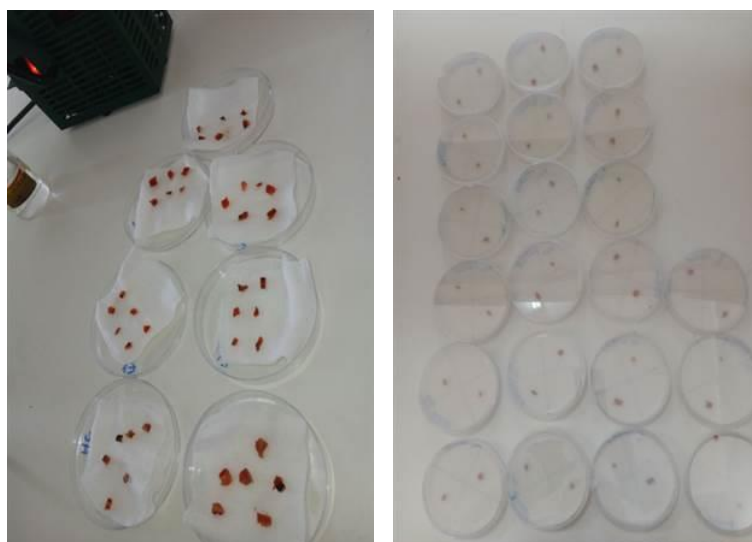
Agar agar20g.

Glucose20g.

L'eau distillé1000 ml .

La pomme de terre est d'abord épluchée puis découpée en petits morceaux, avant d'être plongée dans une quantité suffisante d'eau distillée portée à ébullition et cuite pendant 30 minutes. Après décantation, le mélange est filtré à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat obtenu est ensuite complété avec de l'eau distillée jusqu'à atteindre un volume final d'un litre (1000 ml). Du glucose est ensuite ajouté, puis le milieu est stérilisé à 120 °C pendant 20 minutes.

Annexe 7: Isolement des champignons à partir des tomates traitées



Annexe 8: Repiquage des souches fongiques isolées



Annexe 9: Aspect visuel des tomates avant et après stockage selon les différents traitements

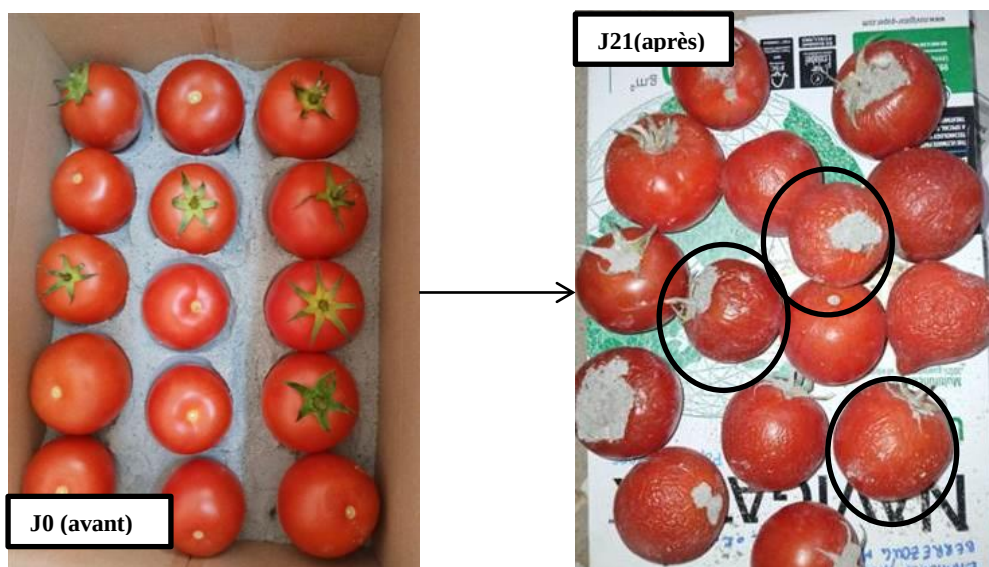


Figure A 9.1 : Aspect visuel des tomates traitées par cendre (TC) avant stockage (J0) et après stockage (J21).

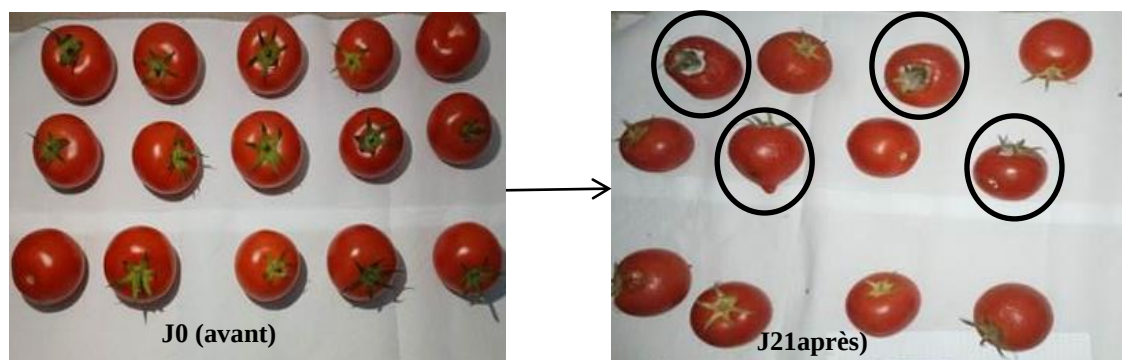


Figure A9.2 : Aspect visuel des tomates témoin non traitées (TT) avant stockage (J0) et après stockage (J21).

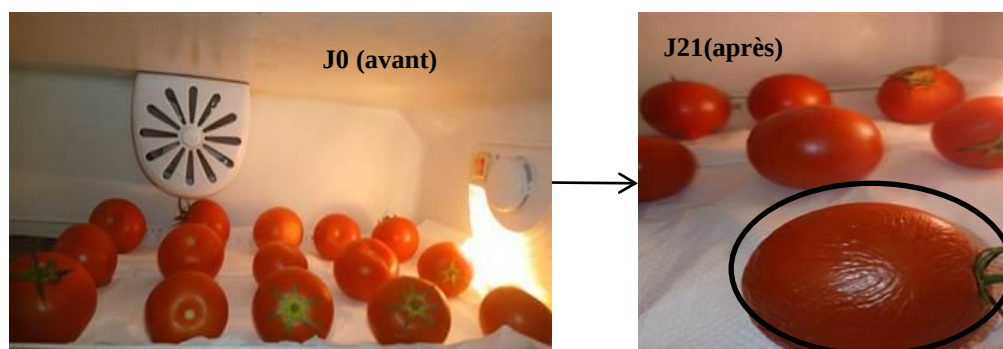


Figure A9.3 : Aspect visuel des tomates traitées par froid(TFR) avant stockage (J0) et après stockage (J21).

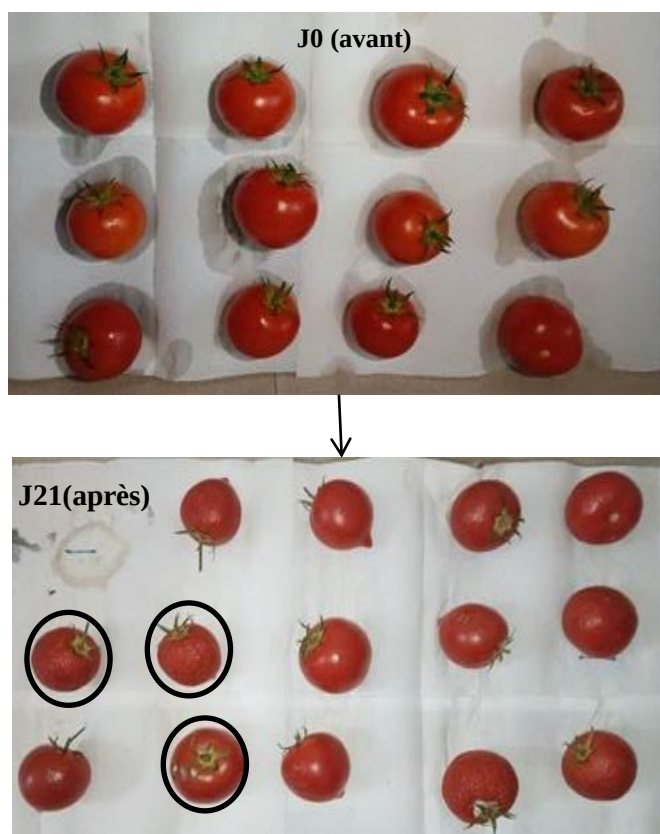


Figure A9.4 : Aspect visuel des tomates traitées par l'Extrait d'ail(TEA) avant stockage (J0) et après stockage (J21).

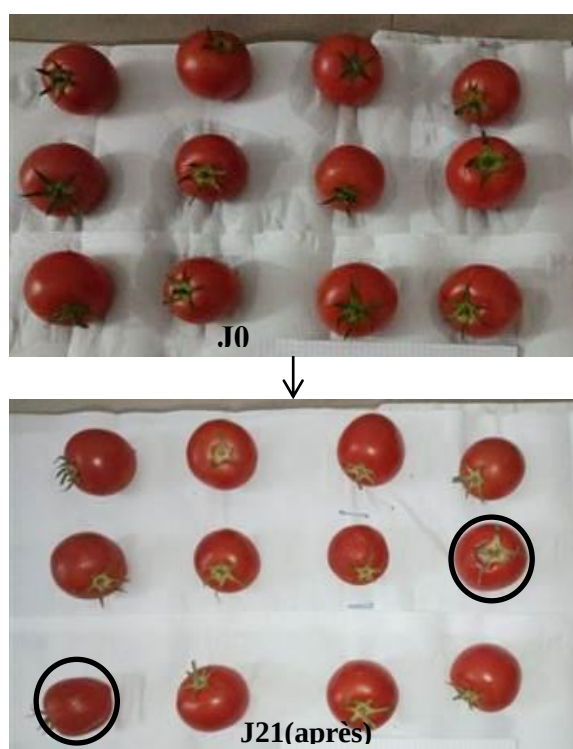


Figure A9.5 : Aspect visuel des tomates traitées par l'huile essentielle de basilic (THB) avant stockage (J0) et après stockage (J21).

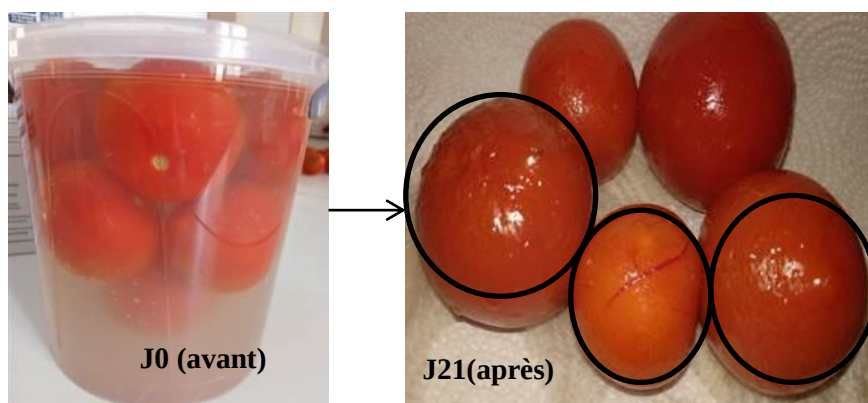


Figure A9.6 : Aspect visuel des tomates traitées par la saumure (TS) avant stockage (J0) et après stockage (J21).

Annexe 10: Les produits utilisés dans notre étude.



Annexe 11: Les appareils utilisés dans notre étude .



Centrifugeuse



Spectrophotomètre