

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologique

Option : Microbiologie appliquée

Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Thème :

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du double concentré de tomate enrichi par l'huile d'olive

Présenté par :

- MECHTRI Khawla
- MOHAMEDATNI Amira

Devant le jury composé de :

Présidente	Dr. ELBAH Djamila	M.C.B	Université de Guelma
Examinatrice	Dr. TORCHE Asma	M.C.A	Université de Guelma
Encadrante	Dr. HADDIDI Imane	M.C.B	Université de Guelma

Année universitaire : 2023/2024

Remerciement

Nous tenons d'abord à remercier le bon Dieu, Pour la volonté et la patience qu'il nous a données pour réaliser ce modeste travail.

*Nos sincères remerciements vont à **Mme El Bah**, qui a fait l'honneur d'accepter de présider le jury. Qu'elle trouve ici notre reconnaissance et nos respects les plus sincères.*

*Nos remerciements s'adressent également à **Mme Torche**, membres du jury, qui a acceptée d'examiner notre travail.*

*Nous exprimons notre sincère et chaleureux remerciement à notre encadrante **Mme Haddidi** pour avoir acceptée de diriger ce modeste travail. Nous lui exprimons notre profonde reconnaissance, notre immense gratitude et notre grand respect, pour tous ses efforts, son savoir, sa compétence, sa confiance et ses encouragements.*

*Nous tenons également à remercier l'ingénieur du laboratoire **Amina**. Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce modeste travail

I wanna thank me for believing in me

À mes chers parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être. Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous m'avez porté depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

À mes chers frères Abdelfettah, Oussama et mon jumeau Zaid, pour l'amour qu'ils me réservent, qui n'ont cessé de me conseiller, de m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études. Que dieu vous protège.

À ma chère sœur Fatma, pour son soutien moral et ses conseils précieux tout au long de mes études.

À mon cher neveu Abdelmoumen, qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

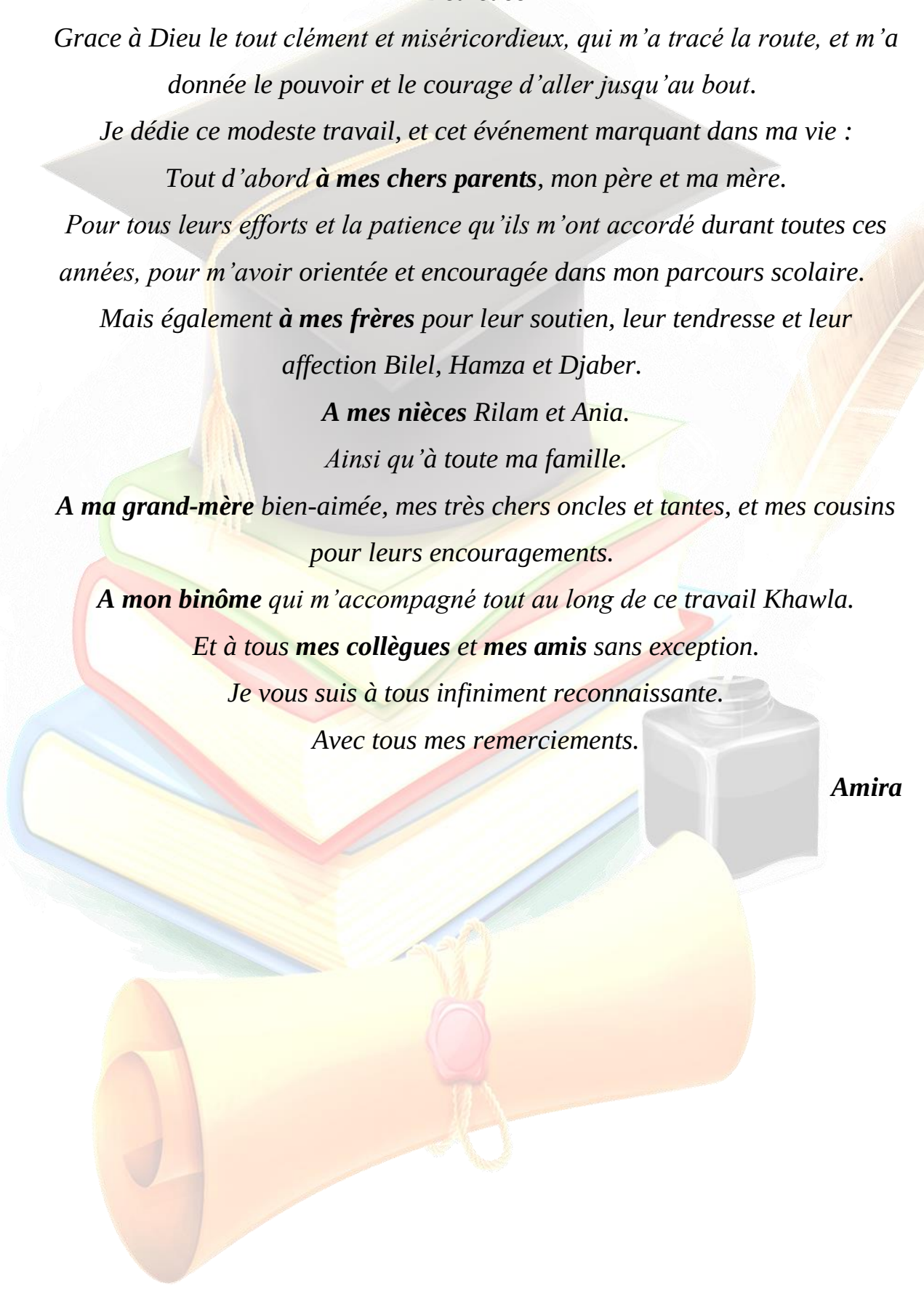
À ma meilleure amie Malak, qui m'a aidée et supportée dans les moments difficiles.

Merci infiniment.

À mon binôme Amira, Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès.

À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment et à tous ceux que j'ai omis de citer
...Merci infiniment.

Khawla



Dédicace

Grace à Dieu le tout clément et miséricordieux, qui m'a tracé la route, et m'a donnée le pouvoir et le courage d'aller jusqu'au bout.

Je dédie ce modeste travail, et cet événement marquant dans ma vie :

*Tout d'abord à **mes chers parents**, mon père et ma mère.*

Pour tous leurs efforts et la patience qu'ils m'ont accordé durant toutes ces années, pour m'avoir orientée et encouragée dans mon parcours scolaire.

*Mais également à **mes frères** pour leur soutien, leur tendresse et leur affection Bilel, Hamza et Djaber.*

*A **mes nièces** Rilam et Ania.*

Ainsi qu'à toute ma famille.

*A **ma grand-mère** bien-aimée, mes très chers oncles et tantes, et mes cousins pour leurs encouragements.*

*A **mon binôme** qui m'accompagné tout au long de ce travail Khawla.*

*Et à tous **mes collègues** et **mes amis** sans exception.*

Je vous suis à tous infiniment reconnaissante.

Avec tous mes remerciements.

Amira

Résumé

L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité du double concentré de tomate enrichi avec différentes doses d'huile d'olive, et son effet sur les paramètres physico-chimiques (pH, Brix, l'acidité, teneur en cendres), ainsi que les paramètres microbiologiques pendant un mois de stockage.

Les analyses physico-chimiques ont révélé une variation du pH, du Brix, de l'acidité, et teneur en cendres, mais restent toujours en conformes aux normes **JORA**.

Les analyses microbiologiques indiquent que notre produit est exempt de toute contamination, avec une absence totale des *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfite réducteurs, les salmonelles, les coliformes fécaux et coliformes totaux. Cependant, on observe une diminution de la flore aérobie mésophile totale, et des levures et moisissures en fonction de l'augmentation de la dose de l'huile d'olive ajoutée, spécifiquement dans le cas du concentré de tomate additionnée de 20 ml de l'huile d'olive.

D'une manière générale, l'ajout d'huile d'olive a permis de réduire considérablement la flore bactérienne du double concentré de tomates, tout en assurant une qualité physico-chimique acceptable.

Mots-clés : Double concentré de tomates ; Huile d'olive ; Qualité physico-chimique ; Qualité microbiologique.

Abstract

The objective of our work is to evaluate the quality of double concentrated tomato enriched with different doses of olive oil, and its effect on physico-chemical parameters (pH, Brix, acidity, ash content), as well as microbiological parameters during one month of storage.

Physico-chemical analyses revealed variations in pH, Brix, acidity, and ash content, but always remained compliant with **JORA** standards.

Microbiological analyses indicate that our product is free from any contamination, with a total absence of *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfite reducers, *salmonella*, fecal coliforms, and total coliforms. However, a decrease in total mesophilic aerobic flora, as well as yeasts and molds, is observed depending on the increase in the dose of added olive oil, specifically in the case of tomato concentrate supplemented with 20 ml of olive oil.

Overall, the addition of olive oil has significantly reduced the bacterial flora of double concentrated tomatoes, while ensuring acceptable physico-chemical quality.

Keywords: Double tomato concentrate; Olive oil; Physico-chemical quality; Microbiological quality.

الملخص

الهدف من عملنا هو تقييم جودة الطماطم المركزة المزدوجة المدعمة بجرعات مختلفة من زيت الزيتون البكر، وتأثيرها على المعايير الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني، البريكس، الحموضة، محتوى الرماد)، وكذلك المعايير الميكروبيولوجية خلال شهر واحد من التخزين.

كشفت التحليلات الفيزيائية والكيميائية عن وجود اختلاف في الرقم الهيدروجيني، ومستوى البريكس، والحموضة، ومحتوى الرماد، ولكنها لا تزال متوافقة مع معايير JORA .

تشير التحليلات الميكروبيولوجية إلى أن منتجنا خالٍ من أي تلوث، أي الغياب التام للمكورات العنقودية الذهبية، والبكتيريا المختزلة للكبريتيوم كلوستريديوم، والسالمونيلا، والقولونيات البرازية، والقولونيات الكلية. ومن جهة أخرى نلاحظ انخفاضاً في الفلورا الميكروبيولوجية الهوائية معتدلة الحرارة الكلية والخمائر والعفن حسب زيادة جرعة زيت الزيتون البكر المضاف وتحديدًا في حالة الطماطم المركزة المضافة مع 20 مل من زيت الزيتون البكر.

بشكل عام، أدت إضافة زيت الزيتون إلى تقليل الفلورا البكتيرية لمركز الطماطم المزدوج بشكل كبير من ناحية، ومن ناحية أخرى، سمحت بجودة فيزيائية وكيميائية مقبولة.

الكلمات المفتاحية: مركز الطماطم المزدوج؛ زيت الزيتون؛ الجودة الفيزيائية والكيميائية؛ الجودة الميكروبيولوجية.

Liste des abréviations et acronymes

		Symboles
		A
ADH	Décarboxylation de l'acide aminé arginine par l'arginine di hydrolase.	
ASR	Les anaérobies Sulfito-réducteurs.	
AFNOR	Association Française de normalisation.	
		C
CT	Coliformes totaux.	
CF	Coliformes Fécaux.	
		D
DCT	Double concentré de tomate	
		E
EPT	Eau Peptonnée Tamponnée.	
		F
FAO	Food and Agriculture Organisation (Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture).	
FTAM	Flore Totale Aérobie Mésophile.	
		G
Galerie API	Analytical profile index.	
GLU	Fermentation du Glucose (sucre hexose).	
g	gramme.	
		H
Ha	Hectare.	
		J
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne.	
		L
L	Litre.	
		M
MADR	Ministre de l'agriculture et du développement rural.	
MO	Matière Organique.	
m²	mètre carré.	
mg	milligramme.	
ml	millilitre.	
mm	millimètre.	

mn	minute.	
		N
NO₃	L'ion Nitrate.	
NAOH	Hydroxyde de sodium (soude).	
		O
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.	
		P
PCA	Plate Count Agar.	
pH	Potential hydrogen.	
		Q
Qx	Quintaux.	
		R
Rd	Rendement.	
		S
S.F.B	Bouillon au Sélénite cystéine de Fer.	
		U
UFC	Unité formatrice de colonie.	
URE	Test de l'enzyme uréase.	
ul	microlitre.	
		V
VF	Gélose Viande de Foie.	
VRBL	Violet Red Bile Agar with Lactose.	

Liste Des Figures

Figure 1: Répartitions et origine de la tomate dans le monde	6
Figure 2: cycle biologique de la tomate.....	8
Figure 3: Principales formes de tomates	9
Figure 4: Diagramme de fabrication du double concentré de tomates.	28
Figure 5: pH-mètre	34
Figure 6: Photographie du réfractomètre (Bellingham +Stanley).	35
Figure 7: La mesure de l'acidité	36
Figure 8: Four à moufle	37
Figure 9: Préparation des dilutions décimales	38
Figure 10: Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.	39
Figure 11: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.	41
Figure 12: Recherche et dénombrement des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	42
Figure 13: Isolement des <i>Staphylococcus aureus</i>	44
Figure 14: Recherche d'oxydase	46
Figure 15: Technique de catalase	46
Figure 16: Résultats du pH des différents échantillons.	50
Figure 17: Résultats de l'acidité des différents échantillons.	51
Figure 18: Résultats du Brix des différents échantillons.....	52
Figure 19: Résultats du teneur en cendres des différents échantillons.	53
Figure 20: Variation de la charge d'FMAT dans double concentrée de tomate enrichie par l'huile de l'olive.	55
Figure 21: Observation macroscopique de dénombrement de FTAM dans la gélose PCA.	55
Figure 22: Observation macroscopique des CT dans la gélose (VRBL)	56
Figure 23: Observation macroscopique des <i>clostridiums</i> dans la gélose viande fois	57
Figure 24: Observation macroscopique des staphylocoques dans la gélose Chapman	58
Figure 25: Observation macroscopique des salmonelles dans la gélose Hektoen	58
Figure 26: Variation des levures et moisissures dans le double concentré de tomate enrichi par l'huile de l'olive.....	59
Figure 27: Observation macroscopique des levures et moisissures dans la gélose sabouraud à chloramphénicol.	60
Figure 28: Observation microscopique optique de frottis bactérien après de coloration de Gram sur milieu PCA du concentré de tomate	60
Figure 29: Observation des résultats de test catalase (la formation de bulle de gaz).	61
Figure 30: Observation de résultat de test oxydase.	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les superficies, les productions et les rendements de la tomate dans les principales wilayas productives de la tomate industrielle en Algérie (2009)	11
Tableau 2: Composition de la tomate fraîche	11
Tableau 3: Production mondiale de la tomate en fonction des superficies et des pays en 2018	15
Tableau 4 : Symptômes, dégâts et moyens de lutte	16
Tableau 5: Les caractères morphologiques et le mode de regroupement de frottis bactérien après de coloration de Gram sur milieu PCA.	60
Tableau 6 : Résultat de la galerie API 20NE de la souche sur milieu PCA.	62
Tableau 7: Résultat des tests biochimiques (galerie API, test catalase, test oxydase).	62

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des abréviations et acronymes	
Liste Des Figures	
Liste des tableaux	
Introduction Générale.....	1
<i>Synthèse Bibliographique</i>	
<i>Chapitre I : Généralités sur la tomate</i>	
I.1. Historique de la tomate :	5
I.2. Classification de la tomate :	6
I.2.1. Classification botanique :	6
I.2.2. Classification génétique :	6
I.2.2.1. Variétés fixées :	7
I. 2.2.2. Variétés hybrides :	7
I.3. Cycle biologique de la tomate :	7
I.4. Variétés et formes de la tomate :	8
I.5. Les exigences de la culture :	9
I.5.1. Température et la lumière :	9
I.5.2. L'eau et l'humidité :	9
I.5.3. Salinité :	9
I.5.4. Le sol :	10
I.6. La production de la tomate :	10
I.6.1. Dans le monde :	10
I.6.2. En Algérie :	10
I.6.3. Dans la wilaya de Guelma :	10
I.7. Composition de la tomate fraîche :	11
I.7.1. Eau :	12
I.7.2. Sucre :	12

I.7.3. Protéines :.....	12
I.7.4. Lipides :	12
I.7.5. Vitamine E :	12
I.7.6. Vitamine C :.....	12
I.7.7. Polyphénol :	12
I.7.8. Pigments liés à la coloration du fruit :	13
I.8. Importance de la tomate :.....	13
I.8.1. Importance alimentaire :	13
I.8.2. Importance médicinales :	14
I.8.3. Importance économique :.....	14
I.8.3.1 - Au niveau mondial :	14
I.8.3.2- En Algérie :.....	15
I.9. Maladies et ravageurs de la tomate :.....	16
I.9.1. Insectes et ravageurs :	20
I.9.2. Les adventices :.....	21

CHAPITRE II : Transformation Industrielle De La Tomate

II.1. Définition de la tomate conserve :.....	24
II.2. Caractéristiques de la tomate destinées à la transformation :.....	24
II.2.1. Forme et calibre du fruit :	24
II.2.2. Couleur du fruit :	24
II.2.3. La viscosité :.....	24
II.2.4. pH :	24
II.2.5. Extrait sec :	25
II.2.6. L'acidité :.....	25
II.2.7. La vitamine C :	25
II.2.8. Les sucres totaux :	25
II.3. Procédés de transformation industriels de la tomate :	25
II.4. Avantages et inconvénients de la transformation de la tomate :	28
II.5. Impact des procédés de transformation et de la conservation sur la qualité nutritionnelle des produits à base de tomate :	29

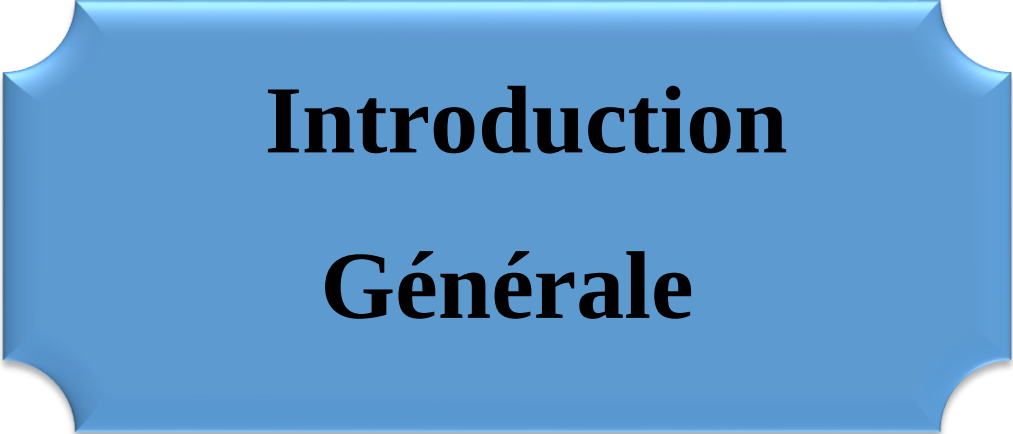
Partie Expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Matériel et méthodes	32
III.1.1. Matériel végétal :	32
III.1.2. Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques, et microbiologiques :	32
III.2. Les paramètres physico-chimiques :	33
III.2.1. Détermination du pH	33
III.2.2. Détermination du Brix	34
III.2.3. Détermination de l'acidité titrable	35
III.2.4. Teneur en cendres totaux	36
III.3. Les Analyses microbiologiques du concentré de tomate :	37
III.3.1. Techniques de prélèvement et de préparations des échantillons	37
III.3.1.1. Prélèvement et Préparation	37
III.3.1.2. Préparation de la suspension mère et dilutions décimales	38
III.3.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :	38
III.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	40
III.3.4. Recherche et dénombrement des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	41
III.3.5. Recherche des salmonelles	42
III.3.6. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	43
III.3.7. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	44
III.4. Identification	45
III.4.1. Coloration de Gram	45
III.4.2. Mise en évidence des tests biochimiques	45
III.4.2.1. Test oxydase	45
III.4.2.2. Test catalase	46
III.4.3. Galerie API 20 :	47
III.4.3.1. Galerie API 20 NE	47

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques	50
IV.1.1. pH :	50
IV.1.2. Acidité :	51
IV.1.3. Brix :	52
IV.1.4. Teneur en cendres :	53
IV.2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques.....	54
IV.2.1. Flore mésophile aérobie totale (FTAM)	54
IV.2.2. Les Coliformes totaux (CT) et les coliformes fécaux (CF)	56
IV.2.3. Les spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	57
IV.2.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	57
IV.2.5. Les Salmonelles	58
IV.2.6. Les levures et moisissures.....	59
IV.3. Identification	60
IV.3.1. Coloration de Gram.....	60
IV.4. Mise en évidence des tests biochimiques.....	61
IV.4.1. Test catalase	61
IV.4.2. Test oxydase.....	61
IV.4.3. Galerie API 20	62
Conclusion :	64
Références bibliographiques	67
Annexes.....	



Introduction Générale

Introduction

Les espèces légumières, par leur extrême diversité, représentent à elles seules un véritable univers. Cette diversité porte à la fois sur les espèces, les organes consommés, les origines géographiques ; une définition précise du groupe est difficile : les légumes sont des plantes alimentaires consommées crues ou cuites par des procédés simples ; il existe plus de 100 espèces différentes utilisées dans le monde appartenant à huit familles botaniques dont la famille des solanacées qui comporte plus de 2000 espèces dont certaines très connues comme la pomme de terre, le tabac, l'aubergine et la tomate (**Gallais et Bannerot, 1992**) .

La tomate (*Solanum lycopersicum* L), compte parmi les cultures légumières les plus importantes du monde (**Naika et al., 2005**). Selon le FAO, elle occupe la deuxième place dans la production maraîchère après la pomme de terre, cultivée dans plus de 170 pays car elle s'est révélée riche en antioxydants. D'après certaines études, une consommation régulière de la tomate ou de produit à base de tomate réduirait les risques du cancer, des maladies cardiovasculaires, de diabète et d'ostéoporose (**Hireche, 2013**).

Le secteur de l'industrie agroalimentaire en Algérie constitue un maillon important du tissu industriel nationale du fait le rôle important qu'il joue dans l'économie du pays (**Khelifa et al., 2015**). L'industrie de transformation propose des préparations nombreuses et variées : concentré de tomate, jus de tomate, tomates pelées ... etc. De fait de son niveau de consommation relativement élevé, la tomate intervient pour une part importante dans l'apport et en sels minéraux dans l'alimentation (**Blancard et al., 2009**). Elle est passée de 16760 hectares en 2001 avec une production de 3735340 à 20789 hectares en 2009. Près de 33000 hectares sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle) donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux.

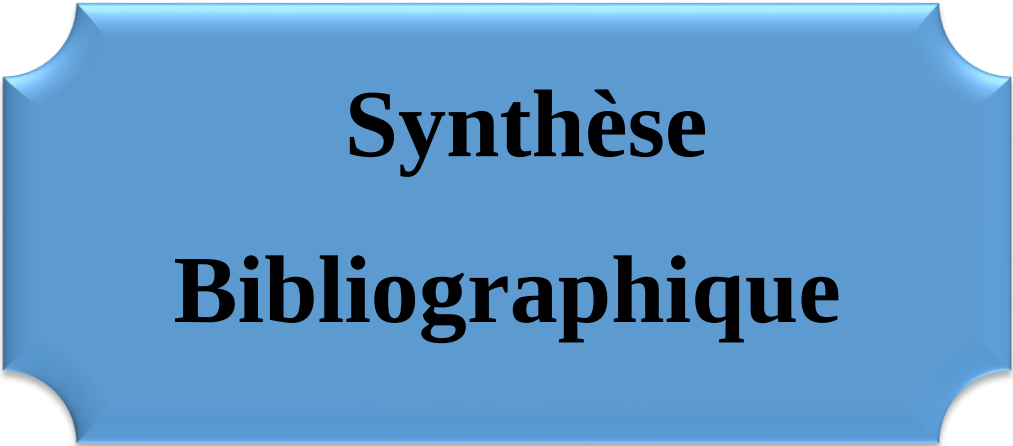
L'objectif principal de notre présente étude est d'évaluer la qualité de double concentré de tomate enrichie par l'huile d'olive, et son effet sur les paramètres physico-chimiques, et microbiologiques du double concentré de tomate.

Notre étude s'articule en quatre parties, deux parties théoriques, contient deux chapitres et deux parties pratiques, contient le troisième et le quatrième chapitre :

Afin d'atteindre les objectifs fixés notre travail est structuré en deux volets :

- Une partie bibliographique qui comporte un chapitre de généralités sur la tomate, classification génétique, cycle biologique, production de la tomate, composition et importance de la tomate. Un deuxième chapitre sur les processus de transformation industrielle de la tomate.

- Une partie expérimentale présentée en deux chapitres : le premier renferme le matériel et les méthodes utilisés pour réaliser ce travail, et le deuxième chapitre comprend les résultats obtenus ainsi que leurs discussions suivis par une conclusion et des perspectives d'étude.



Synthèse Bibliographique

Chapitre I :
Généralités sur la
tomate

Chapitre I : Généralités sur la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum*) fait partie de la famille des solanacées. La tomate est le fruit du plant de tomate. Avec près de 15 kg par an et par habitant, la tomate est devenue, cinq siècles après sa découverte, le premier légume-fruit consommé en France. Cette plante est cultivée en plein champ ou sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ trois millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes. La tomate a donné lieu au développement d'une importante industrie de transformation, pour la production de concentré, de sauces, de jus et de conserves (**Mtchg, 2009**).

I.1. Historique de la tomate :

La tomate inconnue dans l'ancien monde jusqu'au 16^{ième} siècle, et encore rarement consommées au 19^{ième} siècle. Dans la culture commerciale et les jardins potagers, la tomate est devenue le légume vedette du 20^{ème} siècle. Elle est connue pour sa fraîcheur et constitue la base ou la décoration de divers plats (qu'ils soient crus ou cuits) (**Blancard et al., 2009**).

Elle est utilisée depuis longtemps dans les sauces, notamment en Italie. L'industrie de transformation propose de nombreuses préparations : concentrés, jus, tomates pelées, tomates concassées, etc. En raison de son niveau de consommation relativement élevé, la tomate intervient pour une part importante dans l'apport de vitamines et de minéraux dans l'alimentation (**Blancard et al., 2009**).

L'origine de la tomate est très déroutante, mais probablement le premier la tomate connue pousse à l'état sauvage Ouest de l'Amérique du Sud, les Andes sont devenues Pérou, Bolivie, Nord du Chili et l'Équateur. Les ancêtres des Incas, et les Aztèques ont été les premiers 700, pratiquez la culture de ces enfants fruit de la taille d'une cerise (**France, 2001**).

Les Aztèques, et les Mayas ont adopté dans leur alimentation la culture a commencé à se développer. Lorsque les Espagnols ont conquis le Mexique au début du XVI^e siècle, les tomates étaient là largement établies, et en l'ensemble de l'Amérique du Sud (**France, 2001**).

L'introduction des tomates européennes bien sûr, c'est à cause des Espagnols. Il y a traditionnellement un prêtre Espagnol reviens du Pérou, ramène les graines à Séville, mais plus probable de l'un des premiers explorateurs Espagnol, Christophe Colomb ou Hernan Cortez (voir figure 1) (**France, 2001**).

En Algérie, elle a été introduite par les cultivateurs du sud de l'Espagne, étant donné que les conditions se sont montrées propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905, puis elle s'est étendue vers le centre, notamment dans le littoral algérois (**Snoussi, 2010**).

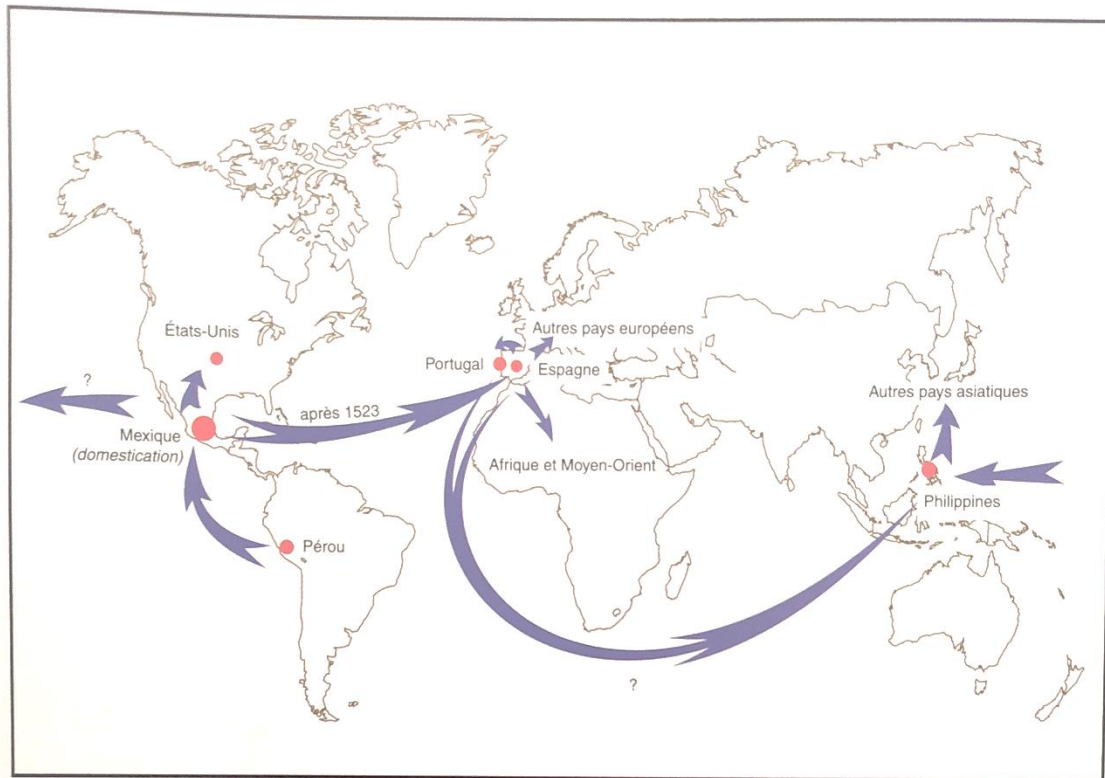


Figure 1: Répartitions et origine de la tomate dans le monde (Blancard et al., 2009).

I.2. Classification de la tomate :

Sa classification est faite sous plusieurs caractères :

I.2.1. Classification botanique :

Selon **Dupont et Guignard, (2012)**, la tomate appartient à la classification suivante :

Règne : Plantae

Sous règne : Trachenobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Asteridae

Ordre : Solonales

Famille : Solanaceae

Genre : *Solanum* ou *Lycopersicon*

Espèce : *Lycopersicon esculentum* Mille

I.2.2. Classification génétique :

La tomate est une plante climatérique, diploïde à $2n=24$ chromosomes (**Judd et al., 2002**), chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques, dont certains sont très importants pour la sélection. Sa carte chromosomique compte actuellement 235 gènes localisés avec précision (**Gallais et Bannerot, 1992**).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate :

I.2.2.1. Variétés fixées :

Il existe plus de 500 variétés dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent aux générations descendantes. Elles sont sensibles aux maladies, mais donnent des fruits d'excellente qualité gustative (**Polese, 2007**).

I. 2.2.2. Variétés hybrides :

Elles sont nombreuses et présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt agronomique (bonne précocité, résistance aux maladies, aux attaques parasitaires et des hauts rendements). Ces hybrides ne peuvent être multipliés puisqu'ils perdent leurs caractéristiques avec la descendance (**Polese, 2007**).

I.3. Cycle biologique de la tomate :

La tomate est une plante de climat tempéré chaud. Sa température optimale de croissance se situe entre 15°C (la nuit) et 25°C (le jour). Elle craint le gel et ne supporte pas les températures inférieures à 2 °C. La durée du cycle végétatif complet de la tomate est de 4 à 6 mois après le semis (**Jones, 2008**) ; définie par les stades suivants :

La germination : A température ambiante comprise entre 18 et 24°C, la levée s'effectue au bout de 6 à 8 jours. Au-dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaire simples et opposées. Dans le sol, la racine possède un manchon de poils absorbants bien visibles (**Naika et al., 2005**).

La croissance végétative : La racine s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11^{ème} jour. Elles ne deviennent bien développées que vers le 20^{ème} jour. Le jeune plant est de 15 à 20 cm de hauteur, idéal pour le repiquage et la croissance progresse (**Naika et al., 2005**).

La floraison : Environ deux mois et demi après le semis, la première inflorescence apparaît. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première avec, entre chaque inflorescence, un nombre variable de feuilles (**Jones, 1999**).

La fructification / maturation : Elle débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fleurs de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fruits se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, ils commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué (**Bekkar Bousiala, 2014**).

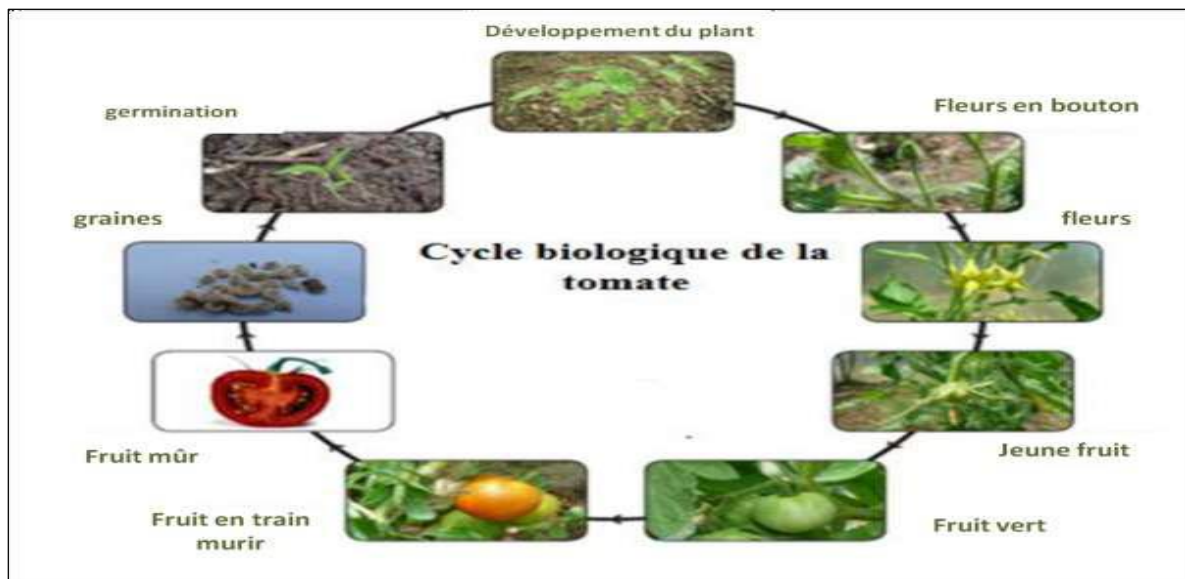


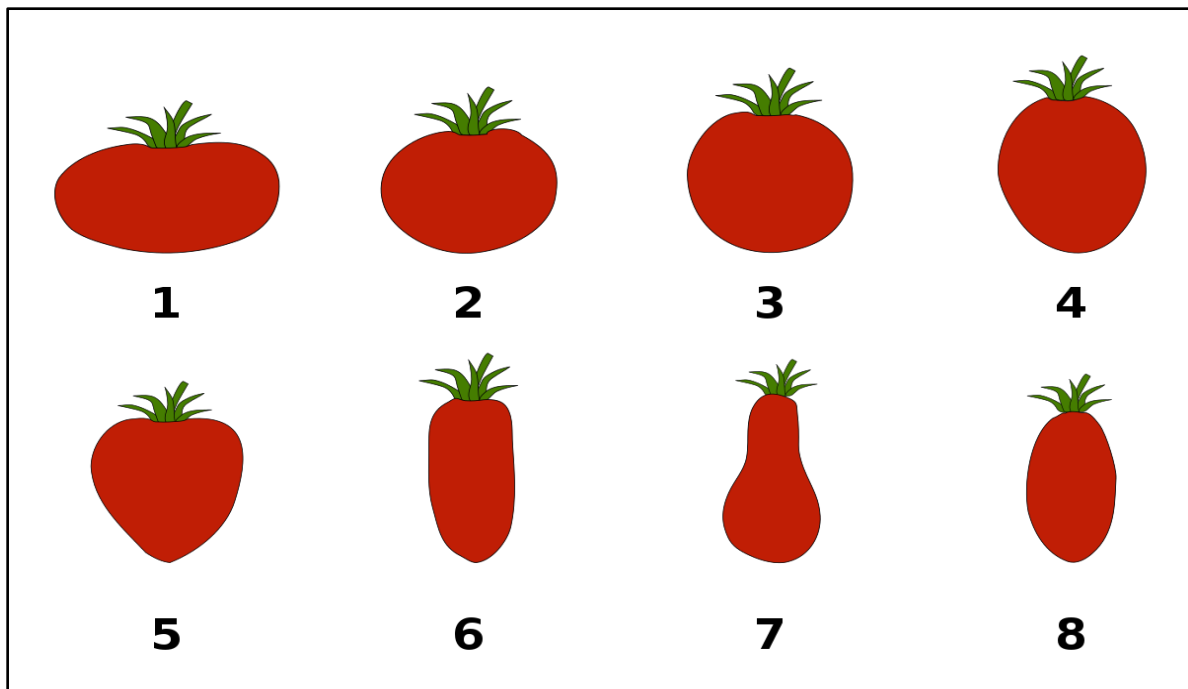
Figure 2: cycle biologique de la tomate (Viron, 2010).

I.4. Variétés et formes de la tomate :

Il existe plusieurs milliers de variétés de tomates, distinguées selon le mode de croissance de la plante, déterminée ou indéterminée, et surtout selon le type et la forme de fruit (Zidani, 2009).

Parmi celles-ci, on peut citer :

- Les variétés à fruit plat et côtelé, de type Marmande, avec un poids élevé qui dépasse 1 kg.
- Les variétés à fruit arrondi, du poids varié de 100 à 300 g, dont il existe des variétés hybrides caractérisées par des fruits qui se conservent plus longtemps.
- Les variétés à fruit allongé avec une extrémité arrondie (de type Roma) ou pointue (de type Chico). Généralement sont destinées à l'industrie, car elles répondent à un certain nombre de critères technologiques liés à leur transformation.
- Les variétés à petits fruits : tomate cerise, cocktail (IPGRI, 2009).



1 : aplatie ; 2 : légèrement aplatie ; 3 : arrondie ; 4 : haute et ronde ; 5 : en forme de Cœur ; 6 : cylindrique ; 7 : en forme de poire ; 8 : en forme de prune.

Figure 3: Principales formes de tomates (IPGRI, 2009).

I.5. Les exigences de la culture :

I.5.1. Température et la lumière :

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La tomate est une plante de saison chaude. Le zéro de germination est de 12 °C. L'optimum de la croissance des racines est de 15 à 18 °C en phase de grossissement des fruits, l'optimum de la température ambiante est de 25 °C le jour et de 15 °C la nuit. La plante de tomate s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Sadok et Zedak, 2016).

I.5.2. L'eau et l'humidité :

L'alimentation hydrique est un facteur important du rendement et de qualité, entre autres du calibre. La tomate est gourmande en eau. Une alimentation en eau irrégulière entraîne une irrégularité du point de vue de l'alimentation en calcium et entraîne donc la nécrose apicale. Les besoins hydriques sont surtout importants à partir de la floraison du deuxième bouquet (Sadok et Zedak, 2016).

I.5.3. Salinité :

Il est généralement considéré qu'un excès de résistance de la plante de tomate en début de culture retarde la précocité de la production. La modulation de la concentration saline de la

solution nutritive est l'un des moyens utilisés pour maîtriser le développement de la jeune plante (Sadok et Zedak, 2016).

I.5.4. Le sol :

Les préférences en type de sol sont très larges. Le sol doit être bien aéré et drainant. L'asphyxie racinaire, même temporaire est préjudiciable à la culture. La teneur en matière organique du sol doit être assez élevée (2-3%) pour obtenir de bons rendements, la tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention d'eau et une bonne aération (Elattir et al., 2003).

I.6. La production de la tomate :

I.6.1. Dans le monde :

Dans le monde, 177 118 248 tonnes de tomates sont produites par an. En tête de classement nous retrouvons la Chine avec un volume de tomate produit de 56 308 910 tonnes, soit 31,8 % du total mondiale. Vient ensuite, l'Inde avec 18 399 000 tonnes, mais un rendement très bas de 2,42 kg/m². Puis les Etats-Unis avec 13 038 410 tonnes et un rendement de 9,03 kg/m², la Turquie avec 12 600 000 tonnes et en 5^{ème} position, l'Egypte avec 7 943 000 tonnes [1].

I.6.2. En Algérie :

Les tomates d'industrie sont principalement cultivées au Nord-est du pays : les wilayas d'El Taraf, Annaba, Guelma, Skikda représentent à elles seules 90 % de la superficie totale consacrée à cette culture en Algérie (Bouزيد et Bedrani, 2013).

La production de la tomate, en Algérie, est influencée par les caractéristiques climatiques régionales et les variétés productives. Elle est répartie comme suit :

- **Les productions de saison** : représentent la plus grande part des superficies maraîchères localisées dans les tells et les régions suffisamment arrosées ou disposant d'eau d'irrigation (périmètres irrigués, oasis, etc....).

- **Les productions d'arrière-saison** : arrivent sur les marchés à partir du mois de Novembre. Elles sont localisées dans le littoral, les plaines sub-littorales, les plaines intérieures et les hautes plaines bénéficiant d'infrastructures et d'eau pendant l'été et l'automne.

- **Les productions de primeur** : réservées aux zones à climat doux. C'est pour cette raison qu'elles sont confinées dans les zones littorales et quelques micro-zones du sud [2].

I.6.3. Dans la wilaya de Guelma :

La production de la tomate saisonnière prend son essor dans la wilaya de Guelma. Elle a battu tous les records, avec une progression de 6 %, avec un rendement de 900 quintaux/hectare, d'après des chiffres communiqués par les responsables locaux du secteur.

A Guelma, pas moins de 90% de la surface consacrée à la production de la tomate, au titre de la campagne de l'année 2019, ont été irrigués au goutte-à-goutte, précise notre source. Selon des techniciens locaux, la généralisation de cette technique maîtrise les rendements de cette filière « mais protège également la production contre les fluctuations climatiques ». Les mêmes chiffres font état de 1 712 866 quintaux de tomates fraîches, orientés vers les unités de transformation industrielle, dont 29 076 quintaux ont été transférés vers les unités des wilayas de Sétif, Annaba, El Tarf et Skikda [3].

Tableau 1 : Les superficies, les productions et les rendements de la tomate dans les principales wilayas productives de la tomate industrielle en Algérie (2009) [4].

Wilayas	Superficie (ha)	Production (Qx/ha)	Rendement (Qx/ha)
Skikda	6760	2000 000	295,9
El Taref	4390	952 450	217
Annaba	5150	927 500	180,1
Guelma	2130	392 500	183,8
Tipaza	393	150 000	381,7
Chlef	490	108 000	220,4

I.7. Composition de la tomate fraîche :

Les tomates peuvent avoir des compositions variables en fonction du cultivar, du lieu de culture, de la façon dont elles sont cultivées (techniques agricoles et facteurs environnementaux), ainsi que de la conservation post-récolte. Par exemple une intensité lumineuse plus importante permet d'obtenir une augmentation des teneurs en caroténoïdes et en vitamine C (Génard *et al.*, 2010).

Tableau 2: Composition de la tomate fraîche (Cotte, 2000).

Eau (%)	Glucides (%)	Substances azotées (%)	Lipides (%)	Cendres (%)
93,5	3,6	0,95	0,30	0,74

I.7.1. Eau :

Le jus représente la majeure partie des constituants physiques de la tomate. La tomate est constituée de 94 à 96 % d'eau (**Moresi et Liverotti, 1982**).

I.7.2. Sucre :

Les sucres contenus dans la tomate sont essentiellement des sucres réducteurs, le glucose représente 0,88-1,25 %, et le fructose quant à lui représente 1,08-1,48 % (**Moresi et Liverotti, 1982**).

I.7.3. Protéines :

Les constituants protéiques sont présents en faible concentration dans la majorité des fruits et légumes. Ils sont toutefois d'une importance capitale en tant qu'enzymes impliqués dans le métabolisme des fruits au cours de leur croissance. La tomate malgré sa faible teneur en protéines (1,1 %) contient pratiquement tous les acides aminés (**Alhagdow, 2006**).

I.7.4. Lipides :

La composition en lipides varie en fonction de la variété et du degré de maturité lors de la récolte ; il répertorie plus de 33 acides gras dans le péricarpe, la teneur en lipides est de 0,3g par 100g de poids frais (**Génard et al., 2010**).

I.7.5. Vitamine E :

L' α -tocophérol est la forme de vitamine E majoritairement retrouvée dans les tomates fraîches. Les autres formes du tocophérol (β -, γ - et δ -) sont également présentes mais dans des proportions plus faibles. Les teneurs en vitamine E varient beaucoup en fonction des variétés de tomate et des dates de récolte. Au sein du fruit, la vitamine E est répartie dans les différents tissus mais c'est dans les graines que les concentrations les plus importantes sont retrouvées. Où, elles ne sont pas digérées par l'organisme et la tomate contribue donc peu aux apports en vitamine E (**Kacjan Maršić et al., 2010**).

I.7.6. Vitamine C :

A la différence de la vitamine E, la tomate fraîche apporte des quantités non négligeables de vitamine C sous les formes oxydée et réduite. Les teneurs en vitamine C totale sont variables selon les variétés et les conditions de culture ; elles sont généralement comprises entre 7 et 30 mg/100g (de matière fraîche) mais peuvent atteindre 70 mg/100 g pour des tomates cerises. Les proportions d'acides ascorbique et de déhydro Ascorbique varient également en fonction des cultivars et des conditions environnementales (**Raffo et al., 2006**).

I.7.7. Polyphénol :

Tous les végétaux possèdent des composés phénoliques. Ces derniers regroupent une large gamme de substances, des formes les plus simples aux plus complexes (lignines et tanins) et

possèdent tous un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Les composés d'intérêt pour la qualité du fruit sont principalement les acides phénoliques, les phénylpropanoïdes, les coumarines et les flavonoïdes (flavonols, anthocyanidins, flavanols....). Ces composés jouent un rôle sur l'apparence du fruit (pigmentation, son goût (astringence et amertume) et sa valeur nutritive (antioxydant). Les flavonoïdes sont majoritairement localisés dans la partie externe du fruit (peau et péricarpe). Les acides hydroxycinnamiques (ester de glucose et d'acide quinique ou de glucoside formé avec les acides caféique, férulique et para-coumarique) sont plus présents au niveau de la chair et dans les graines et le gel qui les entoure. Le composé phénolique le plus abondant dans le fruit de tomate est l'acide chlorogénique dont la concentration est la plus élevée au stade fruit vert et chute au cours du murissement. À l'inverse, la rutine et des dérivés de l'acide caféique voient leur concentration augmenter dans le fruit mur (Brigitte et al., 2011).

I.7.8. Pigments liés à la coloration du fruit :

a. β -carotène et lycopène :

Les caroténoïdes sont des pigments naturels des fruits et des légumes à 4 atomes de carbone. Ils leur apportent une coloration jaune orangé à rouge violet. Les caroténoïdes forment une importante classe de molécules lipophiles synthétisées par les plantes, les algues et de nombreuses bactéries. La tomate contient deux principaux caroténoïdes : le lycopène et le β -carotène. Ils ne sont pas également répartis dans le fruit, la majorité du lycopène est retrouvée dans la peau et les graines. Il représente 80 % à 90 % de la totalité des pigments présents dans la tomate, et est responsable de la couleur rouge des tomates mures. La teneur en β -carotène est négligeable face à celle du lycopène, mais son activité biologique est importante car le β -carotène est un précurseur de la vitamine A, plus communément connue sous le nom de rétinol (Brigitte et al., 2011).

I.8. Importance de la tomate :

I.8.1. Importance alimentaire :

La tomate largement consommée, joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Ce fruit contenant 93 % à 95 % d'eau, très pauvre en calories, ne fournit guère plus de 19 K calories aux 100g, soit 63 K Joules. Elle est très riche en carotène et lycopène qui lui donne sa couleur rouge, cet antioxydant diminuerait le risque de maladies cardiaques et de certaines formes de cancer, dont celui de la prostate. Elle fournit des quantités appréciables de vitamines C (18 mg et plus), ainsi que de la provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. Ses minéraux sont abondants (notamment en potassium, magnésium et phosphore) (Chougar, 2011).

I.8.2. Importance médicales :

Le rôle médicinale de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas en Amérique du Sud, où ils utilisaient la feuille fraîche du plant de tomate comme antibiotique (**Chougar, 2011**).

De plus la consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- ✓ Accélère la formation du sucre dans le sang ce qui permet au corps de combattre la fatigue.
- ✓ Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium.
- ✓ Contient des traces d'éléments antitoxiques (chlorite et sulfure) excellents pour la santé du foie.
- ✓ Stimule les sécrétions digestives grâce à sa saveur acidulée.
- ✓ Contribue à la prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité.
- ✓ Joue un rôle de prévention du cancer grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, notamment sa forte concentration en lycopène (3,5mg/125g de tomate) (**Chougar, 2011**).

I .8.3. Importance économique :

Elle est subdivisée en deux parties, dans le monde et en Algérie :

I.8.3.1 - Au niveau mondial :

Les données économiques mondiales de la production de la tomate et leur importance sont affichées dans le tableau 3.

Selon **le tableau (3)**, le premier pays producteur mondial est la Chine avec une production dépasse 60 millions de tonnes en 2018. Il est suivi par l'Inde en deuxième place, les Etats- Unis en troisième place et la Turquie qui occupe le quatrième rang mondial. De nombreux pays tels que l'Egypte, L'Italie, l'Iran, le Brésil, l'Espagne produisent également chaque année plus de 4 millions de tonnes de tomates, alors que l'Algérie produite à peine 1,3 millions de tonnes/an.

Tableau 3: Production mondiale de la tomate en fonction des superficies et des pays en 2018 (FAO STAT 2019).

Pays	Production (tonnes)	Rendement (hg/ha)	Superficie récoltée (ha)
Chine	61631581	592539	1040126
Inde	19377000	246527	786000
USA	12612139	968079	130280
Turquie	12150000	688658	176430
Égypte	6624733	409689	161702
Iran	6577109	413679	158991
Italie	5798103	597174	97092
Espagne	4768595	849593	56128
Mexique	4559375	504785	90323
Brésil	4110242	719404	57134
Russie	2899664	352046	82366
Maroc	1409437	883383	15955
Tunisie	1357621	561114	24195
Algérie	1309745	586729	22323
Grèce	835940	521810	16020
France	712019	1240019	5742
Canada	497438	814271	6109
Australie	386376	806462	4791
Allemagne	103266	2597555	398

I.8.3.2- En Algérie :

La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017-2018 (**MADR, 2018**). Le rendement a été de 428 qx/ha pour la tomate plein champ et 1225 qx/ha pour la tomate sous serre, a précisé la même source. Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,3 millions de qx, Mostaganem avec une production de 1,3 million de qx, Tipaza avec 1,0 million de qx et Ain-Defla avec 728 250 qx. Outre la tomate fraîche, la production de la tomate industrielle (destinée à la transformation), elle a été de 15,4 millions de qx durant la campagne 2017-2018, avec un rendement de 651 qx/ha. Les plus grandes wilayas productrices de la tomate industrielle

sont Skikda avec une production de 4,7 millions de qx, El-Tarf avec 3,5 millions de qx, Guelma avec 2,1 millions de qx et Ain Defla avec 1,7 million de qx (**MADR, 2018**).

I.9. Maladies et ravageurs de la tomate :

La tomate est sujette à diverses attaques de ravageurs (acariens, insectes et nématodes) et de maladies cryptogamiques, bactériennes et virales. Elle peut être également concurrencée par des mauvaises herbes et agressée par des facteurs abiotiques dont l'importance varie selon plusieurs facteurs, comme le mode d'installation en plein champ ou sous abris (**Chibane, 1999**).

Tableau 4 : Symptômes, dégâts et moyens de lutte (**Blancard et al., 2009**).

Les maladies	Symptômes et dégâts	Moyens de lutte
Maladies cryptogamiques		
Alternaria	Sur feuille : Apparition de taches arrondies noirâtres montrant des cercles concentriques. Des taches chancreuses peuvent se manifester sur tige. Sur Fruit : la maladie s'attaque en premier lieu aux sépales qui se nécrosent, puis passe aux calices.	Utilisation des variétés résistantes, destruction des fanes des Cultures précédentes, rotation culturale adéquate aération des tunnels, traitement chimique.
Oïdium	Apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc, sur la face inférieure Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie ne se manifeste jamais sur fruit.	Assurer une bonne aération des serres pour éviter l'excès de chaleur, éviter les assoiffements des plants supprimer les feuilles basales attaquées par la maladie, stimuler la croissance par un apport azoté, traitement chimiques.

Mildiou	Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure de feuilles on voit un duvet blanc grisâtre qui désamine les spores. Les tiges attaquées noircissent et la plante meurt en quelques jours.	Eviter les excès d'azote et d'eau, bonne aération des tunnels élimination des plants, maladies effeuillage régulier, traitements chimiques préventifs, alterner les produits pour éviter l'accoutumance.
Botrytis (ou pourriture Grise)	<u>Sur feuille et tige :</u> Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches peuvent évoluer en chancre sur tiges et pétioles. <u>Sur fruit :</u> On observe une pourriture molle grise. Chute des fleurs et fruits.	Réduire les sources d'infection, destruction des débris végétaux, choix de variétés résistantes, éviter l'excès d'eau, éviter l'excès d'azote, aération adéquate des serres, traitement chimique, en préventif essayer d'alterner les produits de la famille benzimidazoles et les dicarboximides.
Maladies bactériennes		

Chancre bactérien	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Des coupes longi- tudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. En cas de forte chaleur et HR élevée, on observe des chancres ouverts sur tiges et pétioles. <u>Sur fruit</u> : se forment des taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair, d'où le nom de "oeil d'oiseau.	Eviter les terrains infestés Aération convenable des Serres Eviter l'apport excessif d'azote. Eviter les excès d'eau. Eliminer les plants Malades. Appliquer des fongicides à base de cuivre qui ont un effet bactériostatique. Désinfection des abris-serre avant plantation. Utilisation de semences certifiées, traitement de semences variétés résistantes.
Moucheture de la tomate	<u>Sur feuillage</u> : - Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. - Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune- sombre. - Les folioles se dessèchent et tombent. Si l'attaque est précoce, on assiste à une coulure importante des fleurs. <u>Sur fruit</u> : on observe des Taches brunes nécrotiques.	

Gale bactérienne	<u>Sur feuille :</u> Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune. De nombreuses taches entraînent dessèchement de folioles et la chute des feuilles. <u>Sur fruit :</u> de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.	
Moellenoire	Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire.	
Les maladies virales		

Viroses(TYLCV)	Ralentissement de la croissance, jaunissement des folioles, fruits petits et nombreux, enroulement des feuilles en forme de cuillère, rabougrissement des plants infectés.	Lutte préventive contre le vecteur <i>Bemisia tabaci</i> Lutte biologique par l'utilisation de prédateurs naturels : <i>Eucarsia formosa</i> contre la mouche blanche Lutte culturale : éliminer les sources primaires et secondaires
Les protozoaires		
Nématodes à galles	Apparition de galles sur les racines des plants attaqués. La tige rabougrit les feuilles.	Eviter le sol infesté, Désinfection avant plantation à l'aide de Nématicides, utilisation de variétés résistantes recours aux portes greffes Résistants.

I.9.1. Insectes et ravageurs :

- Les Acariens :

Les acariens ne sont pas des insectes, mais des sortes d'araignées de petite taille presque invisibles à l'œil nu. En agriculture, certains sont connus sous le nom d'araignées rouges ou jaunes (Tétranyques), ils causent surtout des dégâts aux feuilles provoquant des décolorations. Une attaque sévère provoque la chute des feuilles (**N'dajmena, 1995**).

Selon (**Ruocco, 2010**), les acariens dépouillent les feuilles, les tiges et les fruits de leur contenu cellulaire. Les tiges et les feuilles prennent une couleur « Bronzée » ou brun roux. Les feuilles se dessèchent et les plantes les plus touchées meurent.

- Aleurode ou mouche blanche :

La mouche adulte est de couleur blanche, à une longueur de 1 à 2 mm, tout comme les larves elle se nourrit de la sève des feuilles. Lorsqu'on retourne la plante, tout un groupe de mouches pourra s'envoler. Elles déposent leurs œufs sur le côté inférieur des feuilles. Les œufs éclosent après environ une semaine afin de se métamorphoser. Les insectes présentent surtout un

problème au cours de la saison sèche (Naika et al., 2005). D'après Alabouvette et al., (2003), l'aleurode a la capacité de transmettre des virus tels que le TYLCV (le virus de la maladie des feuilles jaunes, en cuillère de tomate).

- Les thrips (Thripidae) :

Les thrips sont des insectes très petits, ils ne mesurent que 0,5 à 2 mm de long. Ils ont des ailes en général. Les thrips déposent leurs œufs sur les feuilles. Les larves apparaissent après environ 10 jours. Les larves des thrips et les adultes sucent la sève des feuilles, ce qui cause des taches argentées sur la surface des feuilles en question. Les thrips adultes déposent également leurs excréments sur les feuilles, on les voit comme des petits points noirs. Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzée de la tomate (TSWV). La phase de croissance en cocon a lieu dans le sol (Naika et al., 2005) .

- Les cicadelles :

Ce sont des petits insectes très actifs de couleur claire à vert jaunâtre, dont les ailes sont transplantées, elles sont brillantes. Les adultes ont environ 2,5 mm de long. Les larves se déplacent latéralement. Les adultes et les larves infestent le feuillage et sucent les feuilles, ils provoquent une décoloration des feuilles et peuvent transmettre des virus. La lutte généralement n'est pas nécessaire (N'dajmena, 1995).

- Les papillons et les noctuelles :

Les papillons et les noctuelles sont des ravageurs courants dans les cultures de tomates. Des œufs verts ou bruns sont déposés sur les feuilles et les fruits. Les larves qui sortent des œufs se nourrissent des feuilles, des fleurs, des fruits et même des racines. Alors qu'elles se nourrissent, les chenilles grandissent et traversent un certain nombre de phases de croissance larvaire.

- Les vers gris :

Sont les chenilles de papillons de nuit, de la famille des noctuidées, espèce : *Peridromasauca*. Les femelles pondent dans le sol au niveau des tiges. Les larves sont gris brun et ne sortent que la nuit. Le jour, elles se cachent dans le sol à quelques centimètres sous la surface.

Les dégâts occasionnés par le vers gris s'observent généralement au printemps, après la transplantation sur le collet des plantes, mais ces derniers peuvent également s'attaquer aux feuilles, aux fruits ou aux racines. Ils attaquent aussi les cucurbitacées, le chou, le maïs...etc. aussi le vers. On l'appelle gris panaché (Leboeuf, 2004).

I.9.2. Les adventices :

La gestion des mauvaises herbes dans les cultures de tomate est importante pour éviter les baisses du rendement, du fait de la concurrence des adventices et limiter les infestations. Ces

plantes pouvant servir de réservoirs à divers organismes, tels que les insectes ravageurs champignons, parasites, nématodes.

D'après **Naika et al., (2005)**, rappellent que les mauvaises herbes de la tomate en plein champ sont: *Solanumnigrum*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Datura stramonium*.

CHAPITRE II :
Transformation
Industrielle De La Tomate

Chapitre II : Transformation industrielle de la tomate

Introduction :

La filière tomate industrielle est définie comme un « chemin orienté reliant plusieurs branches depuis en amont la production agricole jusqu'en aval la distribution finale et la consommation des produits agro-alimentaires, en passant par les activités de transformation, de stockage, de transport et de commercialisation des produits » (**Champion, 2014**).

II.1. Définition de la tomate conserve :

La dénomination tomates en conserves désigne le produit préparé à partir de tomates mures et lavées, conformes aux caractéristiques du fruit *lycopersicum esculentum* issues de variétés (cultivars) rouges ou rougeâtres propres et essentiellement saines, conditionnés et soumis avant et après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, à un traitement thermique approprié destiné à empêcher la détérioration. Il faut éliminer les pédoncules; les calices et le cœur des tomates (**CODEX STAN. 13-1981**).

La tomate donne lieu à la production de sauces plus ou moins concentrées, aromatisées et conditionnées, dont les plus simples sont dénommées concentrées de tomate (**Espiard, 2002**).

II.2. Caractéristiques de la tomate destinées à la transformation :

Les tomates utilisées pour la préparation de concentré doivent répondre à certains nombres de critères de qualité, les fruits doivent être fermes, sains, résistants à l'éclatement et l'écrasement au moment de la récolte, durant le transport et le stockage (**CODEX STAN. 13-1981**). Cependant, d'autres critères sont à considérer :

II.2.1. Forme et calibre du fruit :

Ces deux critères sont très importants, pour le marché frais, les fruits sont ronds à légèrement aplatis, parfois allongés, de calibre réguliers. Pour les industries. La forme des fruits importe pour les tomates pelées, les fruits pour le concentré sont oblongs le plus souvent (**Jacqueline P. et al., 1999**).

II.2.2. Couleur du fruit :

Les fruits doivent être de couleur homogène à maturité, de plus la coloration doit être intense à l'extérieur comme à l'intérieur du fruit (**Jacqueline P. et al., 1999**).

II.2.3. La viscosité :

La viscosité est recherchée pour certaines préparations (ketchup, jus, concentré). Elle est en relation avec la teneur des fruits en substances insolubles dans l'alcool (protéines, cellulose, pectine, polysaccharides) (**Jacqueline Pet al., 1999**).

II.2.4. pH :

Le pH du produit à transformer doit être inférieur à 4.5 de façon à limiter le temps de stérilisation nécessaire pour préserver la qualité du produit fini (**Miladi, 1970**).

II.2.5. Extrait sec :

L'extrait sec total du fruit de tomate est essentiel pour l'élaboration du concentré, car l'indice de réfraction augmente le nombre de kilogrammes de tomate fraîche pour fabriquer 1 Kg de double concentré à 28 % (**Miladi, 1970**).

II.2.6. L'acidité :

Même importance que le pH, la teneur en acide citrique dans la tomate ne doit pas être inférieure à 0.35 % (**Miladi, 1970**).

II.2.7. La vitamine C :

Elle augmente la valeur nutritive du produit et joue un rôle d'antioxydant, les valeurs moyenne en acide ascorbique vont de 21.5 à 26.3 mg 100 g de jus de tomate (**Miladi, 1970**).

II.2.8. Les sucres totaux :

Selon **Rey et Castes (1965)**, la teneur en sucre est de 2.5 % à 3.5 % du poids frais, elle varie avec la variété et la période de maturation.

II.3. Procédés de transformation industriels de la tomate :

❖ Récolte et transport :

Dès la maturation des tomates, ces dernières sont cueillies à la main, puis transporté dans des meilleures conditions.

❖ Réception :

Lors de la réception des camions (ces derniers sont réservées seulement au transport de la tomate), la marchandise est pesée puis subit un échantillonnage pour avoir sa qualité, ce contrôle se fait par prélèvement au hasard d'un échantillon afin de préciser le pourcentage des impuretés présentes tel que le pourcentage de matières étrangères, les corps soleil (les taches jaunes des tomates), les écrasées (taches noirs), et les véreux (**El Aouni, 2014**).

❖ Déchargement :

Après la réception des tomates dans les camions, ces derniers seront déchargés à l'aide des ouvriers mais si elles sont un peu relâchées elles seront directement déchargées à partir des camions grâce à un jet d'eau.

Le département de lavage contient un grand bassin et un tunnel sous terre ; le bassin permettant d'effectuer le 1^{er} lavage. En effet les tomates sont déchargées des trois différentes lignes et reçoivent le 1^{er} lavage dans le bassin situé à l'amont de la chaîne de production, ensuite elles sont transportées vers un autre canal de lavage par la force de barbotage et à l'aide d'un

plateau mobile qui permet le 2^{ème} lavage, à ce stade les ouvriers proviennent à séparer les déchets de l'herbe des tomates grâce à des barreaux verticaux implantés dans le canal.

❖ **Triage :**

Après lavage, les tomates sont acheminées vers la chaîne de triage ou elles sont rincées au moyen des douches d'eau et triées manuellement par des ouvriers qui enlèvent les tomates affectées ainsi que les feuilles ou autres impuretés résiduelles.

❖ **Broyage et extraction de jus :**

Les tomates triées passent dans un broyeur à une température de l'ordre de 70 °C pour l'obtention d'un mélange de jus, pépins et épiderme par la suite ce mélange passe à travers une passoire qui fait la séparation de jus (**Tebbakh et Kelaiaia, 2020**).

❖ **Préchauffage :**

Il consiste à chauffer les tomates broyées avec de la vapeur d'eau dans un milieu contrôlé. La température est voisine de 70 °C, dont le but est de : ramollir la tomate, inhiber les microorganismes, chasser l'air et éviter aussi la décoloration (contrôle de température).

❖ **Tamissage – Raffinage :**

Après le préchauffage la pâte (jus) de tomate est pompée dans le groupe passoire- raffineuse. Là le jus est débarrassé des pépins, de la peau et de tout autre débris. Même une certaine partie de la pulpe est débarrassée du jus afin d'obtenir un filtrat liquide.

❖ **La Concentration :**

Elle permet d'obtenir de la tomate avec un taux en matière sèche élevé (Brix) par évaporations sous une température de 80 °C. L'eau contenue dans la tomate et celle ajoutée au préchauffage est évacuée et on obtient une pâte selon la concentration désirée.

Pour le concentré de tomate, on peut avoir :

- Une simple concentration (TSC) : le Brix est inférieur à 22 %.
- Une double concentration la plus commercialisée (TDC) : entre 28 % et 30 %.
- Une triple concentration (TTC) Brix entre 34 % et 36 %.

La triple concentration permet de conserver de grandes quantités de tomate dans des boîtes réduites. On pourra par la suite obtenir la double concentration par une dilution. Notons que la concentration constitue le nœud de la transformation (**YOUSFI, 2018**).

❖ **Pasteurisation :**

Est un traitement thermique utilisé pour réduire la quantité microbienne de l'aliment. La pasteurisation se déroule en trois parties :

- Une partie chaude où la température est environ 95 °C pendant 6 min.
- Une partie tiède où la température est stationnaire environ 60 °C.

- Une partie froide, à une douche d'eau froide de 20 °C.

❖ **Le remplissage :**

C'est l'étape qui consiste à remplir les boîtes métalliques par le concentré obtenu. C'est une opération qui doit se faire rapidement de façon à éviter un trop grand contact du produit avec de l'air atmosphérique. Elle comporte une partie pesée pour la standardisation des poids. Elle se fera avec une remplisseuse ou une doseuse-sertisseuse. Elle peut être manuelle comme automatique (**kidja, 1991**).

❖ **Le sertissage :**

Le remplissage est suivi du sertissage. Il s'agit de fermer la boîte contenant le concentré hermétiquement. Il comporte deux opérations : le roulage et l'écrasement. La qualité du serti est très déterminante dans la durée de conservation et de la stabilité du contenu. Il sera nécessaire de former un ouvrier spécialisé pour son utilisation. Le modèle avec plusieurs formats de boîte sera choisi. L'usine disposera d'un manomètre pour contrôler le serti.

A la fin les boîtes passent vers l'imprimante pour étamper la date de fabrication, la date de péremption, le numéro du lot et l'heure (**kidja, 1991**).

❖ **Stérilisation des boîtes :**

La stérilisation des boîtes remplies de produit concentré se déroule dans des autoclaves contenant de l'eau chaude à 90 - 95 °C, pendant un temps de séjour d'environ 20 minutes. Cette étape permet la destruction de tous les micro-organismes qui pourraient exister à l'intérieur des boîtes de concentré de tomate. Puis un refroidissement brusque à 20 °C (**YOUSFI, 2018**).

❖ **Séchage :**

A la sortie du refroidisseur plusieurs séchoirs assurent le séchage des boîtes et des bocaux.

❖ **Etiquetage :**

Après le séchage des boîtes, elles seront étiquetées. Il s'agit de coller sur la boîte des étiquettes indiquant essentiellement la date limite de consommation, l'usine productrice, le poids et le Brix du contenu. Il faudra veiller à l'aspect esthétique de cette étiquette. La loi fixe le contenu des étiquettes (**kidja, 1991**).

❖ **Encartonnage :**

C'est l'emballage d'un certain nombre de boîtes dans un carton pour le stockage.

Le processus de fabrication de la tomate concentrée est schématisé ci-dessous :

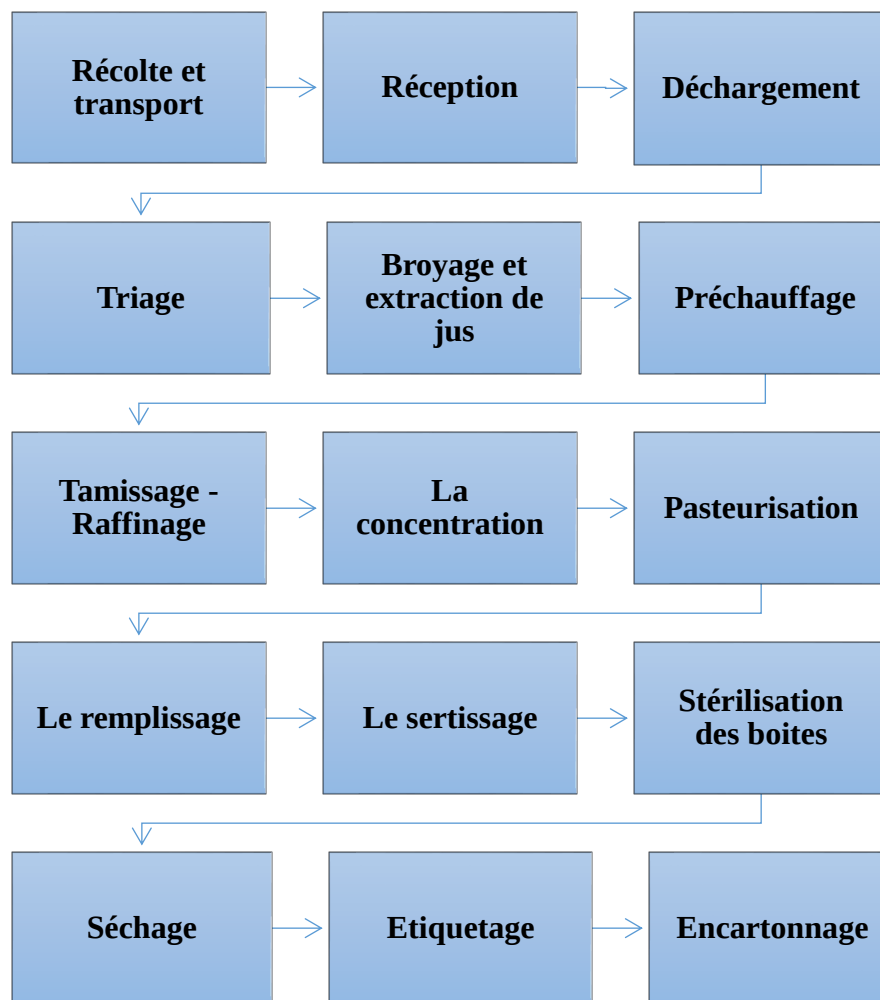


Figure 4: Diagramme de fabrication du double concentré de tomates.

II.4. Avantages et inconvénients de la transformation de la tomate :

La transformation des fruits présente une série d'avantages :

- ✓ Cela permet leur consommation hors saison.
- ✓ Cela améliore l'approvisionnement en éléments nutritifs du ménage agricole.
- ✓ Cela améliore les possibilités de conservation des tomates.
- ✓ Cela permet des périodes d'entreposage plus longues que pour les tomates fraîches.
- ✓ Cela facilite l'entreposage ; les bouteilles, les bocaux etc. sont plus faciles à entreposer que les tomates fraîches.
- ✓ Cela réduit les pertes post-récolte de la culture de tomates.
- ✓ Cela améliore le marketing des tomates car cela les rend plus faciles à utiliser pour les acheteurs.
- ✓ Cela permet d'étiqueter les produits, ce qui améliorera la présentation de commercialisation pour les acheteurs.

- ✓ Cela permet de présenter un nouveau goût aux consommateurs.
- ✓ Cela permet une diversification au niveau des revenus de l'agriculteur/trice (**Naika et al., 2005**).

La transformation des fruits présente également une série d'inconvénients :

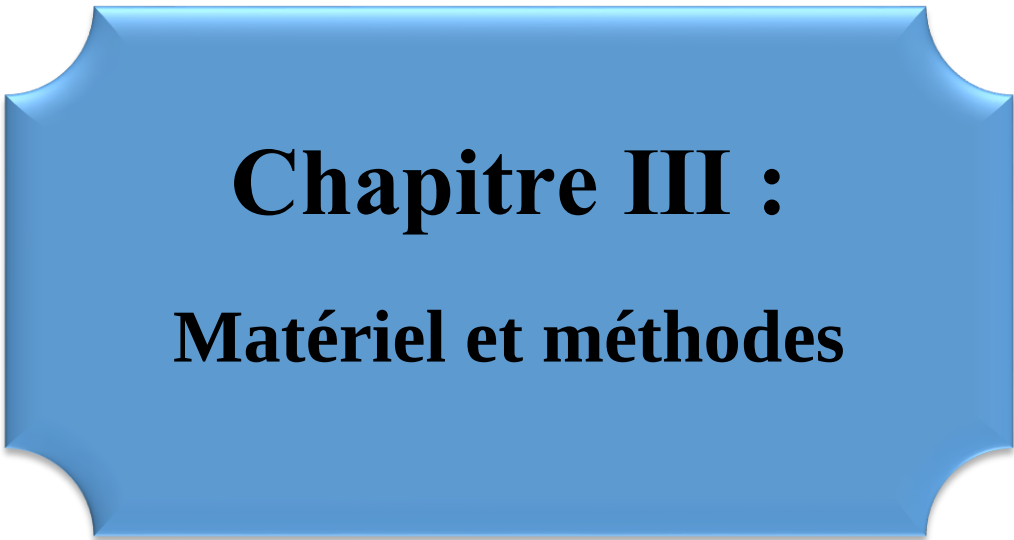
- ✓ Les grandes entreprises de transformation peuvent vendre les tomates traitées à des prix qui sont trop bas pour ceux qui le font à petite échelle, la concurrence est inégale.
- ✓ Les frais d'installation d'un équipement de transformation peuvent être élevés.
- ✓ Les frais de transformation, en termes de main d'œuvre, de temps, de machines etc...peuvent être considérables pour une opération saisonnière.
- ✓ Les sources d'énergie requises pour effectuer la transformation sont parfois rares et peuvent coûter cher (**Naika et al., 2005**).

II.5. Impact des procédés de transformation et de la conservation sur la qualité nutritionnelle des produits à base de tomate :

La tomate est un produit riche en micro constituants qui est consommé frais ou transformé (concentrés, sauces). Au cours de leur préparation, ces produits sont soumis à des traitements thermiques, plus ou moins intenses, susceptibles de dégrader leur qualité nutritionnelle originelle. Par ailleurs, les réactions initiées au cours de la transformation peuvent se poursuivre lors de la conservation et avoir des conséquences sur la qualité organoleptique du produit. D'autres caroténoïdes, présents en plus faibles quantités que le lycopène et le b-carotène ont été étudiés : la lutéine, le phytoène, le phytofluène, le neurosporène et le carotène. Sur la base des résultats de différentes études, il semble que ces derniers sont peu affectés par les procédés de transformation (**Ghebbi, 2016**).

Par contre, la vitamine C est systématiquement dégradée par les procédés de transformation. Selon les conditions employées, les pertes sont plus ou moins importantes. La température, le pH et la durée du traitement sont les principaux paramètres influençant la dégradation de ce composé (**Ghebbi, 2016**).

Partie
Expérimentale



Chapitre III :

Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériel et méthodes

Notre travail a été subdivisé en deux parties : une analyse physico-chimique et une autre microbiologique. Cette partie expérimentale a été réalisée sur une période s'étalant du mois de Février au mois du Mars 2024.

Nos expérimentations ont été réalisées au sein du laboratoire pédagogique de microbiologie de l'Université 8 Mai 1945 - Guelma. Les méthodes appliquées sont décrites ci-après.

III.1. Matériel et méthodes

III.1.1. Matériel végétal :

L'huile d'olive vierge utilisée provient du marché situé dans la région de Guelma (à l'Est de l'Algérie), cette huile présente une couleur jaune foncé, et les échantillons de double concentré de tomate ont été effectués auprès de certains magasins de cette ville.

III.1.2. Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques, et microbiologiques :

- pH-mètre.
- Réfractomètre.
- Four à moufle.
- Burette.
- Les capsules.
- Pipettes de 1 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml.
- Eprouvettes graduées (10 ml et 250 ml), béchers.
- Pipettes pasteur.
- Micropipette.
- Embouts.
- Anse de platine.
- Tubes à essai en verre.
- Portoirs.
- Flacon de verre de 500 ml et 250 ml.
- Boîtes de pétri.
- Etuves réglables à différentes températures.
- Autoclave.
- Réfrigérateur.
- Bain marie.
- Four pasteur.

- Agitateur magnétique.
- Barreau magnétique.
- Balance analytique.
- Spatule stérile.
- Bec Bunsen.
- Microscope optique.
- Lames et lamelles.
- Milieu de cultures utilisés : (PCA, VF, VRBL, Hektoen, Chapman, Sabouraud à chloramphénicol.
- Produits chimiques : Eau peptonée tamponnée, eau distillée, peroxyde d'hydrogène, NaOH 1/9 N, phénolphtaléine (1%), violet de gentiane, lugol, fuchsine, alcool 90%, bouillon sélénite-cystéine, disques Oxydase.

III.2. Les paramètres physico-chimiques :

III.2.1. Détermination du pH

Le potentiel hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit. Cette expression a une valeur aussi bien physico-chimique que microbiologique puisqu'une classification officielle des conserves alimentaires d'origine végétale est faite justement sur la base de ce paramètre (**JORA, 1998**). La valeur du pH permet de déterminer si le milieu est acide ou alcalin sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH à neutralité [5].

❖ Principe

La détermination du pH de double concentré de tomate s'effectue électro-métriquement à l'aide d'un pH-mètre avec une électrode de verre lié à l'activité des ions d'hydronium H^+ (**Abdelli et Denidni, 2018**).

❖ Mode opératoire

- Les échantillons sont d'abord ramenés à température ambiante.
- On calibre le pH-mètre à l'aide des solutions tampons pH 4 et 7.
- On rince l'électrode du pH-mètre à l'eau distillée.
- On Immerge direct l'électrode du pH-mètre dans la boîte de tomate avec une homogénéisation préalable du contenu s'effectue à l'aide d'une spatule.
- On lit la valeur du pH sur l'écran du pH-mètre lors de l'obtention d'une valeur stable.



Figure 5: pH-mètre (photo prise par Mechtri khawla).

III.2.2. Détermination du Brix

Le Brix est le principal paramètre technologique dans les concentrés de tomate. Il représente le degré de concentration du jus de tomate. Ce paramètre fait l'objet d'une réglementation très stricte. Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé. Cette concentration mesurée à 20 °C par l'indice de réfraction est ensuite exprimée par le pourcentage en masse, est mesurée selon une méthode normalisée au moyen d'un réfractomètre (**Boumendjel et al., 2012**).

❖ Principe

Le réfractomètre détermine l'indice de réfraction de la lumière d'une matrice solide ou liquide. Cet indice s'observe par la déviation d'un faisceau lumineux suivant la nature du milieu dans lequel il se propage. L'angle du faisceau dévie en fonction du taux de matière sèche soluble dans le milieu, plus la concentration de matière sèche soluble est élevée, plus la réfraction est importante[6].

❖ Mode opératoire

- On étalonne le réfractomètre.
- On mélange l'échantillon afin de le rendre homogène.
- On place environ 10 grammes du produit au centre d'un carré de toile, on rassemble les coins du carré de façon à enfermer la prise d'essai dans une petite partie et presser celle-ci progressivement afin d'en exsuder du liquide à travers la toile.
- On élimine les premières gouttes.
- On remplit complètement le prisme de mesure du réfractomètre.
- On ferme le couvercle de réfractomètre, on appuie sur la touche " Start " et on attend le résultat qui s'affiche sur l'écran.
- On effectue trois mesures et on considère la valeur moyenne.

- Après chaque test, on nettoie le plateau du prisme avec plusieurs gouttes d'eau distillée jusqu'à l'affichage de la valeur zéro et on essuie avec un chiffon doux.



Figure 6: Photographie du réfractomètre (Bellingham +Stanley) (Photo prise par Mohamedatni amira).

III.2.3. Détermination de l'acidité titrable

Le titrage désigne le processus chimique de dosage volumétrique d'une substance constitutive dans un échantillon à l'aide d'un réactif standard neutralisant (**Rafidiniaina, 2019**).

Le but est de mesurer approximativement la teneur totale en acides organiques naturels.

❖ Principe

Le dosage étant effectué par titration avec une base forte (NaOH 0,1N) par virage d'un indicateur coloré (la phénophtaléine). La concentration des acides dans les aliments, tels que les acides acétique, citrique, lactique et malique, est déterminée par titrage d'une prise d'essai à l'hydroxyde de sodium jusqu'à virage à un pH de 8,1. L'acide prédominant de la tomate est l'acide citrique monohydrate (**Boumendjel et al., 2012**).

❖ Mode opératoire

- On pèse 10 grammes environ de tomate à analyser.
- On transvase l'échantillon dans une fiole jaugée de 200 ml à l'aide d'entonnoir.
- On ajuste à 200 ml avec de l'eau distillée.
- Bien agiter et filtrer.
- On prélève 50 ml de filtrat et on le met dans un bêcher de 1000 ml à l'aide d'une pipette jaugée.
- On dilue avec 400 ml d'eau distillée.

- On ajoute 03 gouttes de phénolphthaléine tout en agitant.
- On ne verse goutte à goutte la solution de soude à l'aide d'une burette, sous agitation, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistant de pH près de 8,1.
- On note le volume versé de la soude.

La quantité d'acide dans l'échantillon est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Acidité (g /kg)} = V_{\text{NaOH}} * 0,64$$

V : Volume de NaOH utilisé en ml.

0,64 : Coefficient d'acide citrique.

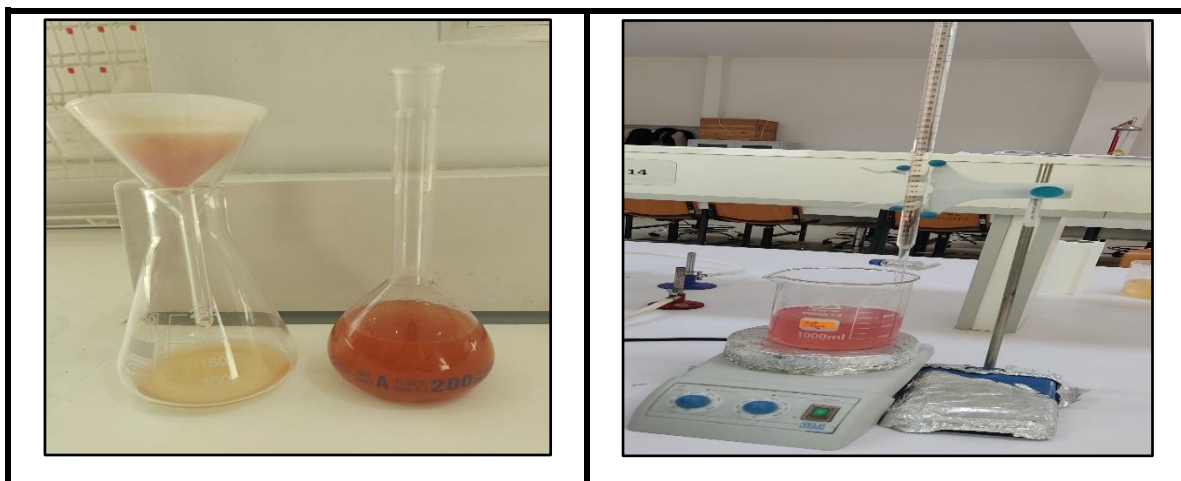


Figure 7: La mesure de l'acidité (Photo prise par Mechtri khawla).

III.2.4. Teneur en cendres totaux

❖ Principe

L'échantillon à analyser est incinéré à 550 ± 5 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre.

❖ Mode opératoire

- Dans des capsules en porcelaine peser 2g de l'échantillon.
- Placer les capsules au four à moufle et régler à 550 °C pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre.
- Laisser refroidir au dessiccateur.
- Peser les capsules contenant les cendres.
- La teneur en matière organique MO est déterminée comme suit :

$$\text{MO\%} = (M1 - M2) / M1 \times 100$$

Où

M1 : masse en g d'échantillon avant l'incinération.

M2 : masse en g d'échantillon après l'incinération.

- La teneur en cendre est déterminée comme suit :

$$\text{Cendre\%} = 100 - \text{MO\% (Zidani, 2019)}.$$



Figure 8: Four à moufle (Photo prise par Mechtri khawla).

III.3. Les Analyses microbiologiques du concentré de tomate :

Les analyses microbiologiques sont un moyen d'investigation influent en matière de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes, puisqu'elles permettent de révéler la présence ou l'absence de microorganismes pathogènes et/ou de leurs toxines (**Guiraud, 1998**).

Les analyses microbiologiques ont été réalisées selon les normes algériennes en vigueur relatives à chaque microorganisme. Les germes dénombrés ou recherchés étaient essentiellement la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux (CT), les coliformes fécaux (CF), les *clostridium* sulfito-réducteurs (ASR), les *Staphylococcus aureus*, les Salmonelles, et les levures et les moisissures. Les échantillons ont été ensemencés en profondeur ou en surface selon les flores recherchées, tout en respectant les conditions préconisées pour chaque germe recherché.

III.3.1. Techniques de prélèvement et de préparations des échantillons

III.3.1.1. Prélèvement et Préparation

Les analyses microbiologiques sont effectuées dans des conditions microbiologiques

- Les boîtes de double concentré de tomate sont enrichies avec des différentes doses d'huile d'olive vierge (0, 5, 10, et 20 ml), Les échantillons ont été, par la suite, numérotés et conservés au réfrigérateur à 4 °C (+0,1 °C).

III.3.1.2. Préparation de la suspension mère et dilutions décimales

On pèse 10g du concentré de tomate, le mettre dans 90 ml de diluant EPT (eau peptonée tamponnée), la solution doit être homogénéisée. A partir de la solution mère (DM), préparer les dilutions décimales, Prélever 1ml de la solution précédente dans 9 ml d'EPT donnant une première dilution 10^{-1} , et prélever 1ml de la dilution 10^{-1} dans 9 ml d'EPT donnent une nouvelle dilution 10^{-2} , continué de la même manière jusqu'à arriver à la dilution 10^{-6} .

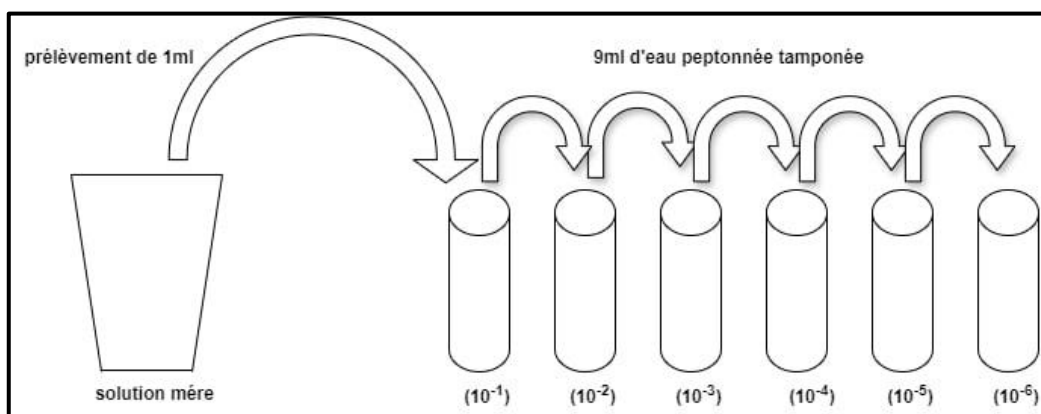


Figure 9: Préparation des dilutions décimales (Personnel).

III.3.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes, bactéries, levures et moisissures pouvant se développer dans des conditions moyennes de pH, salinité, humidité et en présence d'oxygène, cette flore est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC présentes dans un produit.

❖ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement une quantité de 1ml (20gouttes) au fond des boîtes de pétrie vides, préparées et numérotées à l'avance pour cet usage.
- Ensuite, ajouter 12 ml de la gélose PCA, préalablement fondue dans un bain-marie puis refroidie à 45 °C (**fig. 10**).
- Faire des mouvements circulaires de va-et-vient ou de forme huit (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée, laisser refroidir.
- Après solidification, rajouter une deuxième couche de gélose nutritive PCA à raison de 4 ml.
- Les boîtes sont ensuite, incubées couvercle bas à 30 °C pendant 72 h.

❖ Lecture

Après incubation, une lecture des boîtes est réalisée après :

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.
- Troisième lecture à 72 heures.

Le nombre de microorganisme est calculé selon la formule suivante (Guiraud et Galzy, 1980) :

$$\text{Nombre de germes} = \Sigma c / Vx (n1+0.1n2) \times D$$

- **N** : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial.
- **Σ colonies** : Somme des colonies des boîtes interprétables.
- **V (ml)** : volume de solution déposée (1 ml).
- **n1** : nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue.
- **n2** : nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue.
- **D** : facteur de la première dilution retenue.

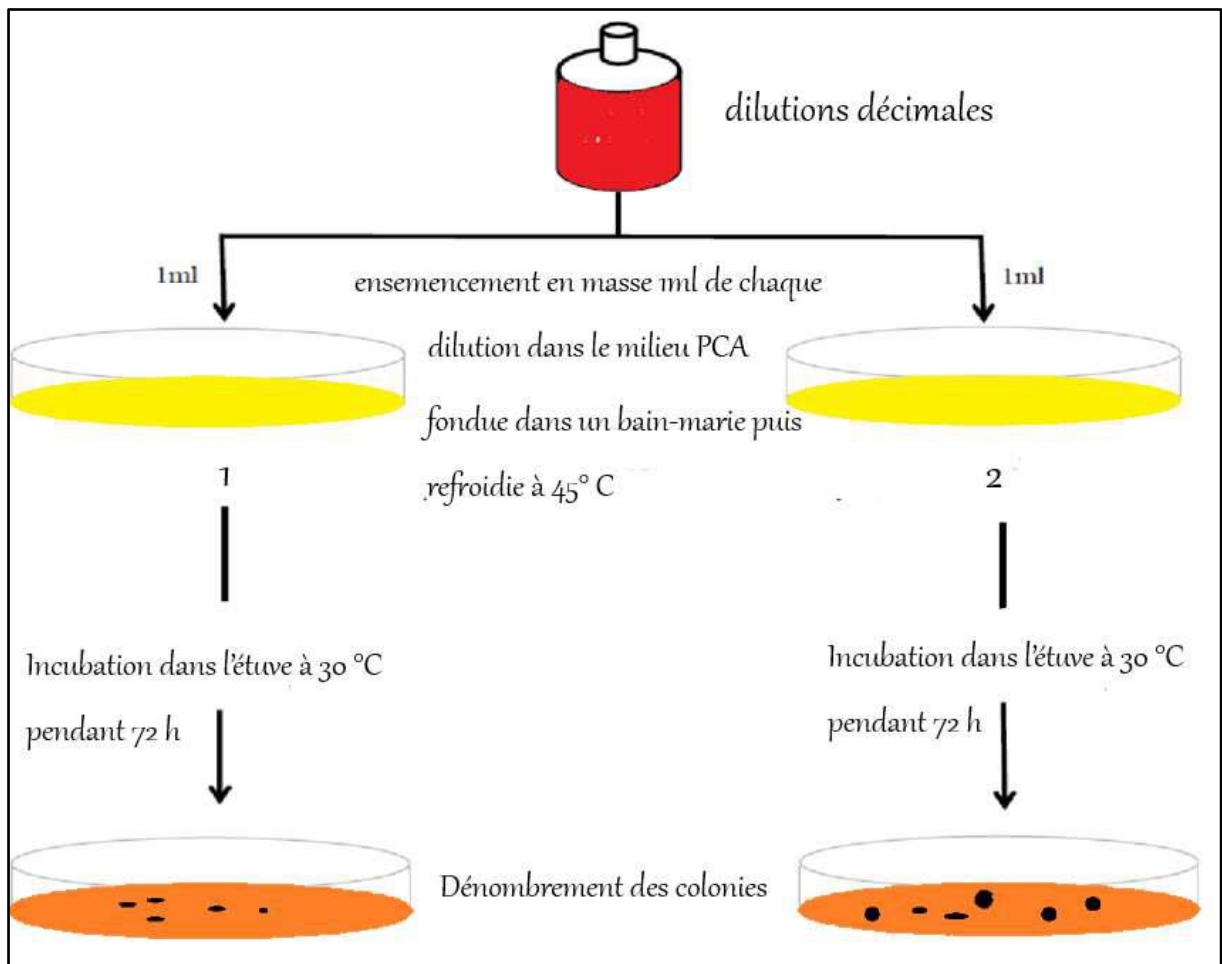


Figure 10: Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux. (NF V 08-020, ISO 7251).

III.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, lactose positif, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatives. En général, ces espèces ne sont pas dangereuses, du point de vue sanitaire, sauf en cas de prolifération extrêmement abondante.

❖ Mode opératoire

On utilise un milieu gélosé (VRBL) pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux (**fig. 11**). La présence simultanée de cristal violet et de sels biliaires assure l'inhibition des bactéries à Gram positif.

- A partir des dilutions décimales préparées, porter aseptiquement une quantité de 1ml (20gouttes) au fond des boites de pétrie vides et stériles, préparées et numérotées à l'avance.

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution pour la recherche des coliformes totaux, et les coliformes fécaux.

- Compléter ces boites avec une quantité d'environ 15 à 20ml de gélose VRBL fondu puis refroidie à 45 °C.
- Maintenir ensuite, une agitation délicate en utilisant des mouvements circulaires de va-et-vient en forme 8 pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisser le milieu 10 minutes sur la paillasse pour se solidifier, puis couler à nouveau environ 5 ml de la même gélose ; pour éviter toutes sortes de contaminations.
- L'incubation se fait 37 °C pendant 24h pour la recherche et dénombrement des coliformes totaux, et à 44 °C pendant 24h pour coliformes thermo tolérants (fécaux).

❖ Lecture

Les colonies des coliformes se présentent sous forme de colonies rouge foncé de 0.5 mm de diamètre (**Guiraud, 1998**). Pour le comptage seules les boites contenant un nombre de colonie comprise entre 15 et 150 colonies sont retenues.

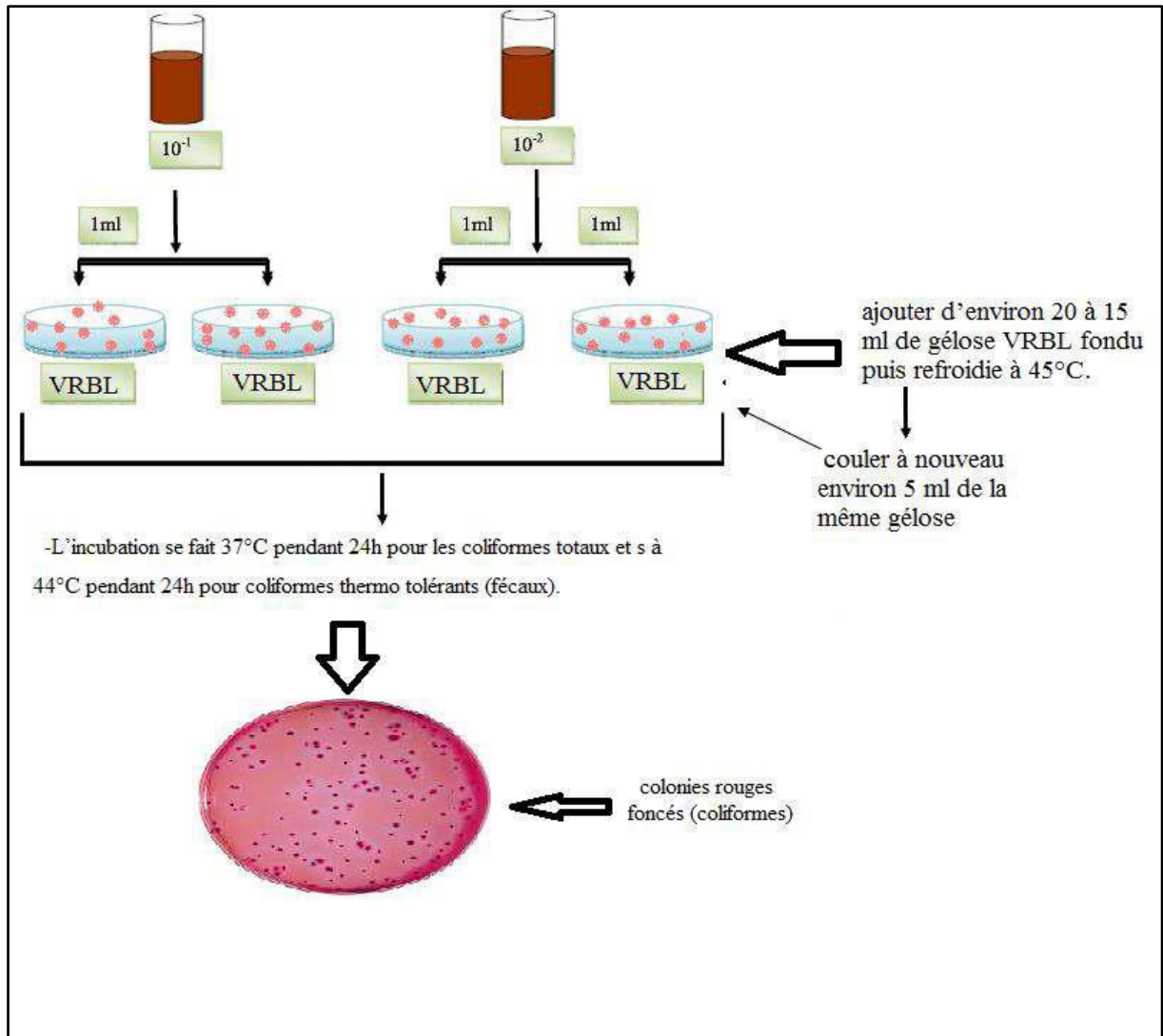


Figure 11: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux. (Adjabi et al., 2020).

III.3.4. Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les Clostridia sont des bactéries sporulées sulfito-réducteurs fermentent le lactose avec production de gaz. Leur recherche se base sur la croissance sur un milieu sélectif muni de sodium et d'alun de fer, qu'il est réalisé sur la gélose Viande Foie (VF) (fig.12). Les clostridiums réduisent les sulfites de sodium en sulfites de fer (Bouhadi et al.,2022).

❖ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales introduire 25 ml dans un tube stérile placer celui-ci dans un bain d'eau à 80 °C pendant 10 mn dont le but de détruire les formes végétatives de ces bactéries éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie fondue puis refroidir à $45 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée ensuite d'une quantité de 0,5 ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air.
- Puis on rajoute l'huile de paraffine pour créer des conditions d'anaérobiose.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C , pendant 24 à 48 heures.

❖ **Lecture**

La présence des spores se manifeste par l'apparition des colonies noires.

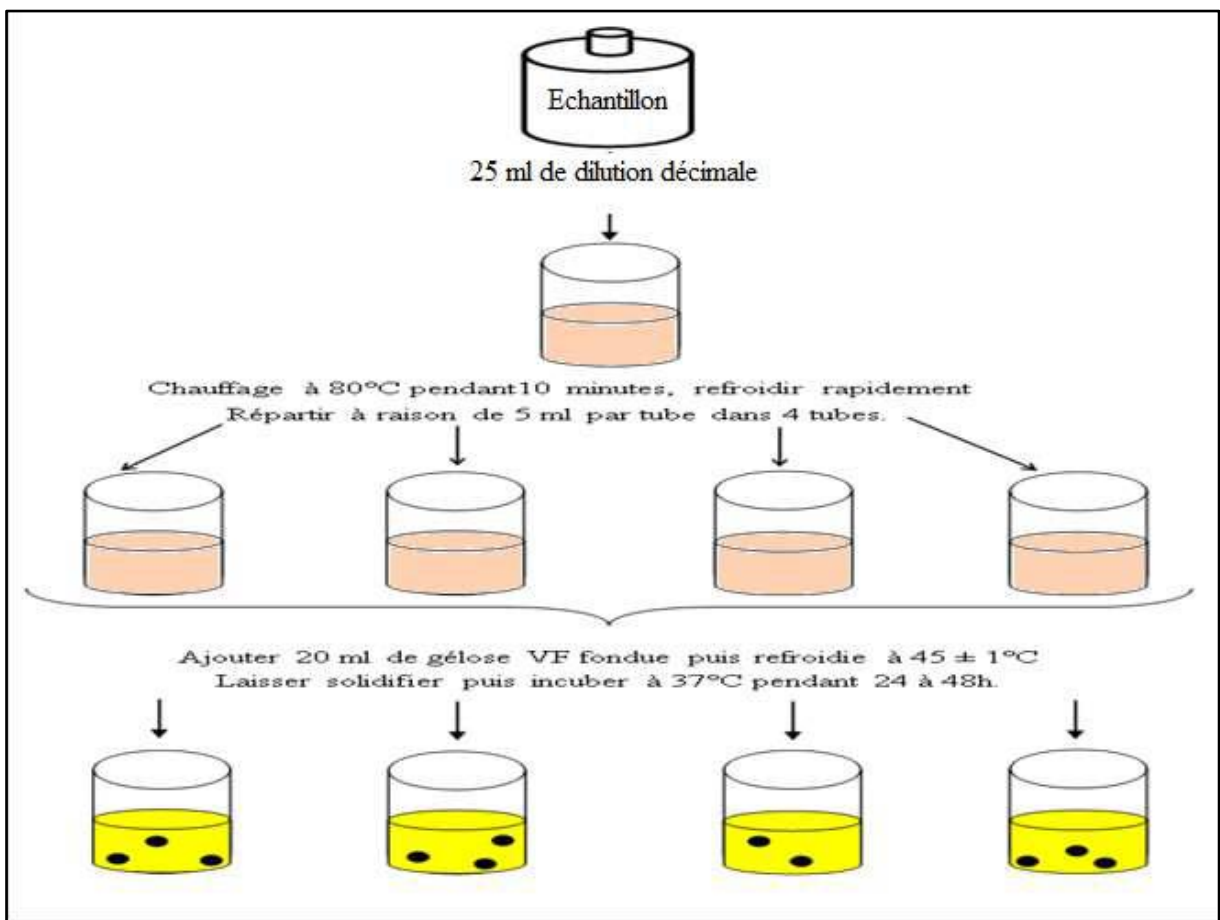


Figure 12: Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs. (NF EN ISO 7937).

III.3.5. Recherche des salmonelles

Les salmonelles sont des bâtonnets mobiles, Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, elles réduisent le sulfite en sulfure et décarboxylase la lysine. Elles sont des bactéries pathogènes

provoquant une gastro-entérite. L'identification d'entérobactéries pathogènes repose sur le non utilisation des glucides présents dans le milieu.

Mode opératoire

- **Prés-enrichissement** : 25 g de l'échantillon sont ajoutés à 225 ml d'eau peptonée pour la réalisation d'une suspension mère de pré-enrichissement (10^{-1}) qui est incubée à 37°C pendant 24h.
- **Enrichissement** : qui s'effectue sur bouillon à la salinité de sodium (S.F.B). A partir du milieu de prés enrichissement, 1 ml est repris dans 10 ml de milieu sélectif (S.F.B). Le tube est incubé à 37°C pendant 24 heures, le but de cette étape est d'éliminer au maximum les autres germes et de garder que les germes appartenant au genre *Salmonella*.
- **L'isolement des salmonelles** : est réalisé sur gélose Hektoen, dans le cas où le test d'enrichissement est noté positif, puis incubé à 37 °C pendant 24 heures.

III.3.6. Recherche de *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus appartient à la famille des Microcoques. Tout cela est coques à Gram positif, non sporulés, anaérobies aérobies facultatifs, immobiles, halophiles, divisé en plusieurs plans pour former des amas irréguliers, coagulasse, protéase et catalase positive.

❖ Mode opératoire

- Transférer 0.1 ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri contenant le milieu gélosé Chapman.
- Après inoculation par stries transversales, les boîtes sont placées dans l'étuve à 37°C durant 24h à 48h (**Bourgeois et al.,1996**)

❖ Lecture

- Les colonies de *Staphylococcus aureus* s'entourent d'un halo jaune dû à l'attaque du mannitol.

Le milieu de Chapman permet seulement une orientation pour l'identification de l'espèce *Staphylococcus aureus*. Mais il ne s'agit que d'une étape de présomption et d'une confirmation par des tests spécifiques reste obligatoire (**Joffin et Leyrol, 2003**).

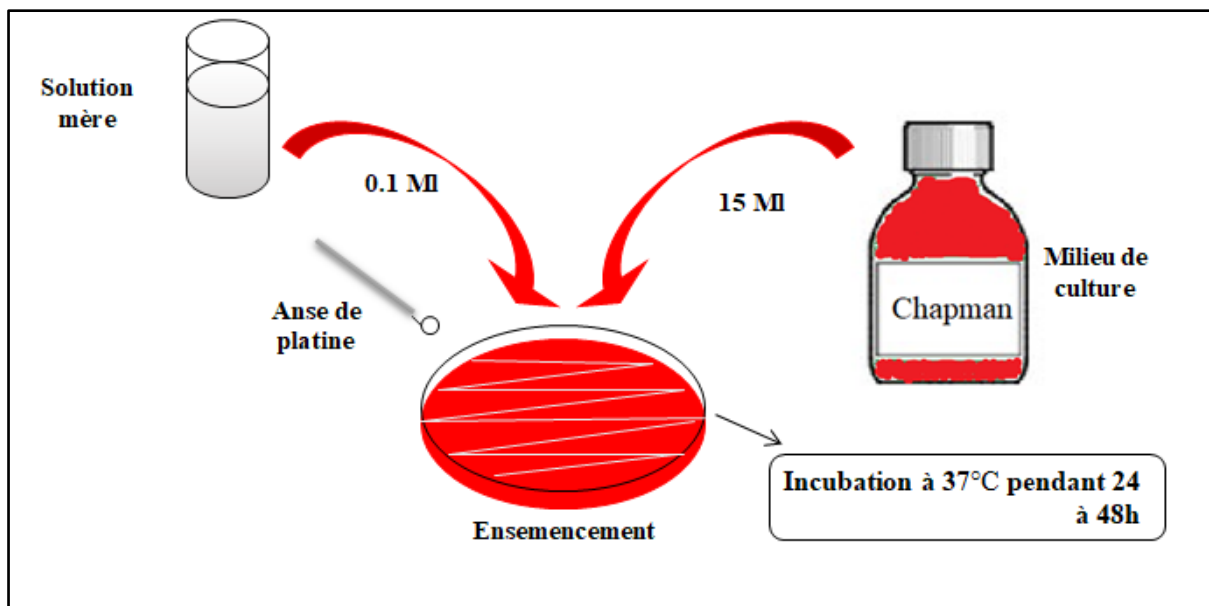


Figure 13: Isolement des *Staphylococcus aureus*. (Raoughi et al., 2023).

III.3.7. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

La contamination des aliments par les moisissures est actuellement considérée avec beaucoup d'attention en raison des mycotoxines que ces microorganismes sont capables de synthétiser. Les moisissures sont très largement répandues dans la nature (air, sol...) et elles peuvent très facilement contaminer les aliments en cours de fabrication. Les levures acidophiles, psychrotrophes peuvent induire des altérations profondes dans les aliments (structure, propriétés organoleptiques etc.). La plupart d'entre elles ne sont pas pathogènes (Baumgart, 1994).

❖ Mode Opératoire

Ensemencement 1 ml de chaque dilution choisie (10^{-1} , 10^{-2}) en profondeur d'un milieu de culture sélectif bien défini Sabouraud à Chloramphénicol, coulé dans des boîtes de pétries. Puis, Préparer d'autres boîtes dans les mêmes conditions, en utilisant des dilutions décimales de l'échantillon pour essai ou de la suspension mère. Incubation des à 25 °C pendant 5 jours.

❖ La lecture

Les levures dont l'aspect rappelle celui des colonies bactériennes. Elles sont rondes à contours réguliers, opaques, plates en surface et lenticulaires en profondeur ; les oïdiums d'aspect velouté font penser aux moisissures les moisissures souvent pigmentées, d'aspect velouté, plus ou moins proéminents.

Calcul du nombre d'unités formant colonie (UFC) de levures et/ou de moisissures par gramme d'échantillon en se basant sur le nombre de colonies obtenues dans des boîtes choisies à des niveaux de dilution permettant d'obtenir un résultat significatif.

III.4. Identification

III.4.1. Coloration de Gram

❖ Principe

Sur le frottis bactérien se préparé, le premier colorant, le cristal violet oxalaté, va colorer en violet les bactéries, puis le lugol (solution iodo-iodurée) libère de l'iode qui va fixer le colorant précédent. Un complexe iode-cristal violet se forme ; il sera solubilisé par l'alcool à 95 °C lors de la phase de décoloration, uniquement pour les bactéries à Gram - (**Bordjiba et al., 2020**).

Le deuxième colorant, dit de contraste, la safranine, va colorer en rose les bactéries à Gram- les bactéries à Gram +, non décolorées par l'alcool, ont conservé leur couleur violette. La division du monde bactérien en deux groupes (Gram + et Gram -) est principalement liée à une différence de structure chimique des parois cellulaires des bactéries (**Bordjiba et al., 2020**).

❖ Mode opératoire

Le protocole est le suivant :

- Préparer un frottis d'un produit pathologique ou d'une culture bactérienne pure.
- Recouvrir le frottis de violet de gentiane ; laisser agir 1 minute ; rincer à l'eau distillée.
- Verser du lugol et le laisser agir pendant 1 minute ; rincer à l'eau distillée.
- Décolorer à l'alcool à 95°, entre 15 et 30 secondes ; rincer à l'eau distillée.
- Recolorer avec de la fuchsine pendant 10 à 30 secondes ; rincer à l'eau distillée.
- Sécher au-dessus de la flamme d'un bec bunsen.

Observer au microscope à l'objectif (X 100) à immersion. Avec cette coloration double, les bactéries « Gram + » apparaissent en violet foncé tandis que les bactéries « Gram- » sont colorées en rose ou en rouge (**Bordjiba et al., 2020**).

III.4.2. Mise en évidence des tests biochimiques

III.4.2.1. Test oxydase

❖ Principe et technique

L'oxydase est une enzyme qui catalyse une réaction d'oxydoréduction impliquant une molécule de dioxygène (O₂) comme accepteur d'électrons.

La mise en évidence de l'oxydase a été faite selon la méthode des disques d'oxydase qui consiste à :

- Déposer sur une lame un disque d'oxydase, et l'imbiber avec une goutte d'eau physiologique stérile.
- Prélever une colonie à l'aide d'une pipette Pasteur et l'étaler sur le disque (**Salmi et Sayah, 2019**).

❖ Lecture

La présence d'une cytochrome-oxydase se traduit, en 10 à 30 secondes, par l'apparition d'une coloration rouge virant rapidement au violet très foncé.

Si la colonie reste incolore, le germe ne possède pas d'oxydase, le test est négatif (**Salmi et Sayah, 2019**).

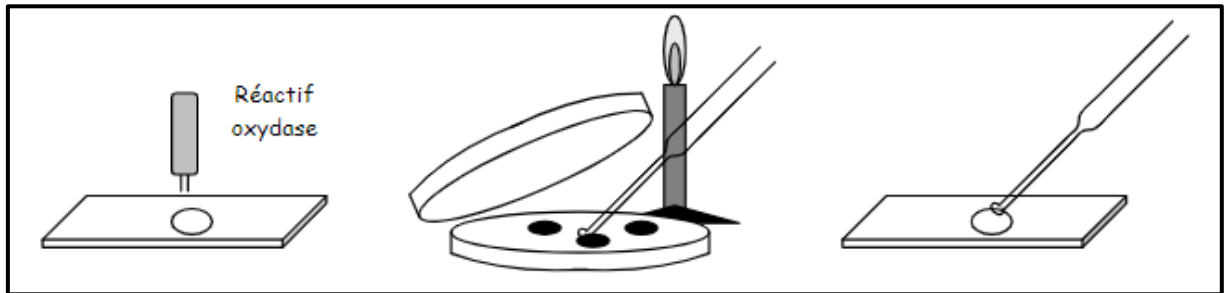


Figure 14: Recherche d'oxydase [7].

III.4.2.2. Test catalase

❖ Principe et technique

La catalase est une enzyme qui catalyse la dégradation du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) avec dégagements d'oxygène. La recherche de la catalase est un test fondamental pour l'identification des bactéries à Gram positif.

Le test est réalisé en mettant une colonie d'une culture jeune sur une lame contenant une goutte d'eau oxygénée (H_2O_2) (**Salmi et Sayah, 2019**).

❖ Lecture

La formation de bulles d'oxygène indique que la bactérie possède une catalase, la réaction se fait selon l'équation suivante (**Salmi et Sayah, 2019**) :

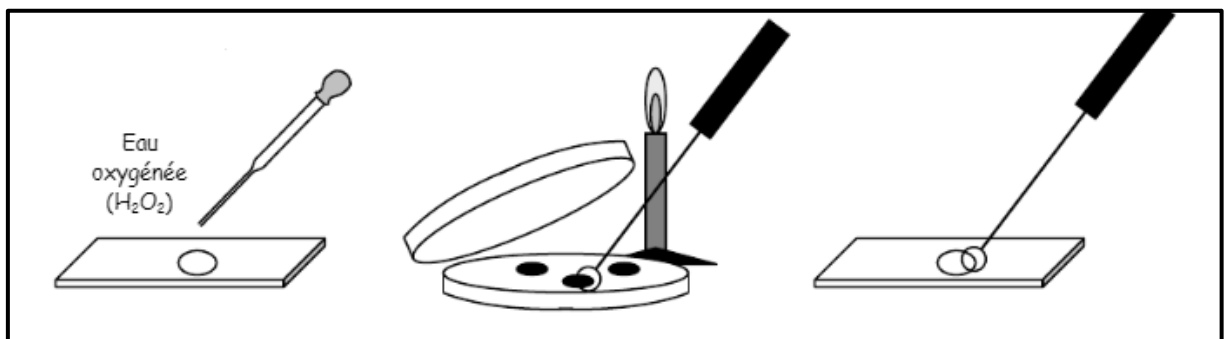
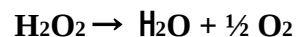


Figure 15: Technique de catalase [8].

III.4.3. Galerie API 20 :

III.4.3.1. Galerie API 20 NE

❖ Principe et technique

- L'API 20 NE, est un système standardisé pour l'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux (ex : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*...), combinant 8 tests conventionnels, 12 tests d'assimilation et une base de données.
- La galerie API 20 NE comporte 20 micro-tubes contenant des substrats déshydratés.
- Les tests conventionnels sont inoculés avec une suspension bactérienne saline qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.
- Les tests d'assimilation sont inoculés avec un milieu minimum et les bactéries cultivent seulement si elles sont capables d'utiliser le substrat correspondant.
- La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du catalogue analytique ou d'un logiciel d'identification (BioMérieux SA).

❖ Inoculation de la galerie

Remplir les tubules (et non les cupules) des tests NO₃ à PNPG avec la suspension bactérienne en utilisant une pipette Pasteur. Pour éviter la formation des bulles des fonds des tubules, poser la pointe de la pipette sur le côté de la cupule, en inclinant légèrement la boîte d'incubation vers l'avant.

- Ouvrir une ampoule d'API aux Medium et y transférer environ 200 µl de la suspension précédente.
- Homogénéiser avec la pipette en évitant la formation de bulles.
- Remplir les tubules et les cupules des tests GLU à PAC en veillant à créer un niveau horizontal ou légèrement convexe, mais jamais concave. Des cupules incomplètement remplies ou trop remplies peuvent entraîner des résultats incorrects.
- Remplir avec l'huile de paraffine les cupules des trois tests soulignés (GLU, ADH, URE) pour former un ménisque convexe.
- Refermer la boîte d'incubation et incubé à 37°C pendant 24 heures (Bio Mérieux SA) (Salmi et Sayah, 2019).

❖ Lecture de la galerie

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au tableau de lecture

- Noter sur la fiche des résultats toutes les réactions spontanées (GLU, ADH, URE, ESC, GEL, PNPG).
- La révélation des deux tests NO_3 et TRP doit se faire en mettant les tests d'assimilation à l'abri d'une contamination par l'air ; pour cela placer le couvercle de la boîte d'incubation au-dessus de ces tests, pendant la période de révélation des tests NO_3 et TRPT est NO_3 .
- Ajouter une goutte de réactifs NIT 1 et NIT 2 dans la cupule NO_3 .
- Après 5 minutes, une couleur rouge indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats.
- Une réaction négative peut être due à la production d'azote ; ajouter 2-3 mg de poudre de zinc dans la cupule NO_3 .
- Après 5 minutes, une cupule restée incolore indique une réaction positive à noter sur la fiche des résultats. Si la cupule devient rose-rouge, la réaction est négative, car les nitrates encore présents dans le tube ont été réduits en nitrites par le zinc (**Salmi et Sayah, 2019**).

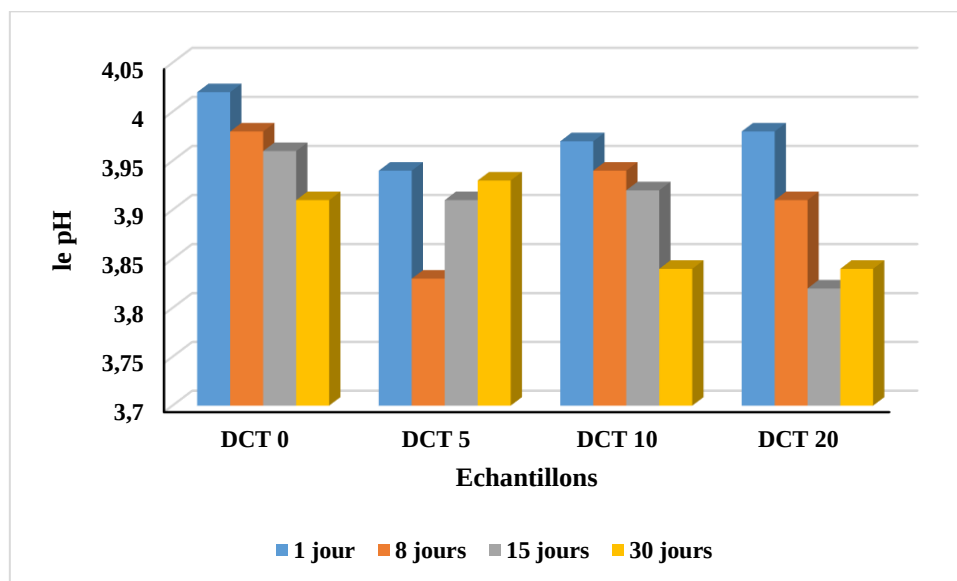
Chapitre IV :
Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

IV.1.1. pH :

Le pH est un critère principal dans la fabrication de tomate. Le potentiel d'hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit, cette expression a une valeur aussi bien physico-chimique que microbiologique puisqu'une classification officielle des conserves alimentaires d'origine végétale est faite justement sur la base de ce paramètre. Ainsi, le pH contribue à la sécurité alimentaire car il empêche la détérioration des aliments en limitant la propagation des micro-organismes (Giordano, 2000).



DCT0 : Double concentré de tomate additionnée de 0 mL de l'huile d'olive ; DCT5 : Double tomate concentrée additionnée de 5 mL de l'huile d'olive ; DCT10 : Double concentré de tomate additionnée de 10 mL de l'huile d'olive ; DCT20 : Double concentré de tomate additionnée de 20 mL de l'huile d'olive.

Figure 16: Résultats du pH des différents échantillons.

Les valeurs de pH de l'ensemble de nos échantillons sont représentées dans la figure (16), ces valeurs sont entre 4,03 (échantillon DCT 0) dans le premier jour, et de 3,82 (échantillon DCT 20) après 30 jours de conservation. Au cours de la période du stockage de nos échantillons, les résultats obtenus montrent que les valeurs du pH varient au cours du temps. La valeur minimale du pH obtenue pendant le premier jour est de 3,94 pour l'échantillon enrichi par 5ml d'huile d'olive (DCT 5), alors qu'au cours des autres jours de stockage, on a enregistré une valeur minimale (3,84) pour l'échantillon (DCT 20) après un mois de stockage. En revanche la valeur maximale obtenue au cours du premier prélèvement est 4,02 (DCT 0), alors que la valeur maximale enregistrée est 3,93 (DCT 5), pendant un mois de conservation.

Ces valeurs sont différées selon la dose de l'huile ajoutée dans les boîtes de tomate, et selon le stade de conservation. L'ajout de cette huile à la tomate à des proportions différentes

accompagne un apport des acides gras et donc une baisse de pH et augmentation de l'acidité libre (Bouhadi et al., 2022). Le pH acide de la tomate concentrée lui procure un certain goût agréable et peut exercer une certaine protection contre toute attaque par des bactéries acido-sensible.

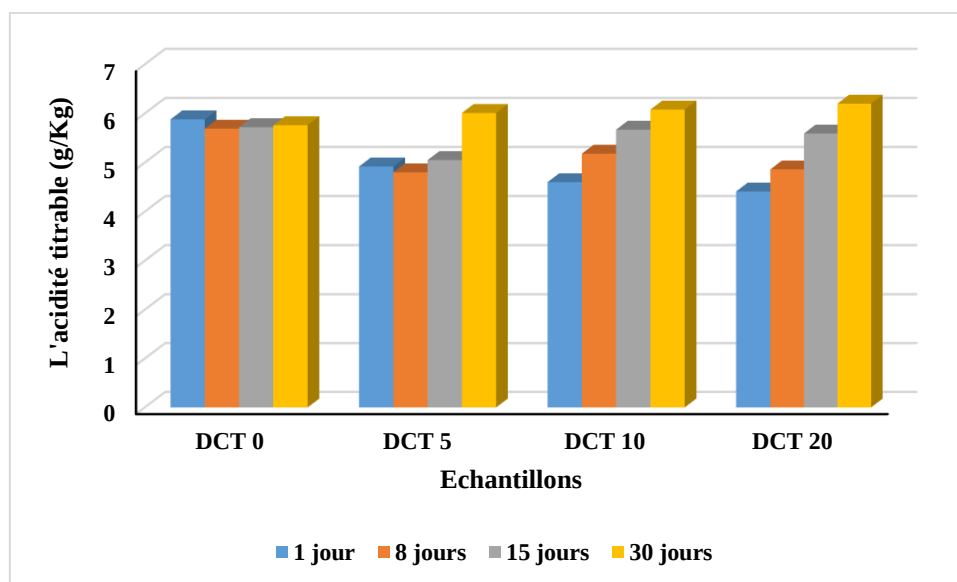
Les résultats de ces analyses indiquent la conformité aux normes **journal officiel N° 35 (27 mai 1998)**, et aussi aux normes française (**NF T 90-008**) qui préconisé la valeur de pH du concentré de tomate a une valeur inférieure ou égale 4,5.

La variation du pH a connu des diminutions et des augmentations. Les premières sont liées beaucoup plus à l'action des acides organiques, en raison à la fois de leur capacité à abaisser le pH en dessous de la plage de croissance des micro-organismes et de l'inhibition métabolique par les molécules acides non dissociées (Cadun et al., 2005). Alors que les augmentations sont dues principalement à la protéolyse, à la formation des bases et essentiellement à la décarboxylation des acides aminés libres par les microorganismes accumulés lors de la conservation (Gatri et al., 2007).

IV.1.2. Acidité :

L'acidité est un distinctif pour la qualité du goût des tomates, c'est aussi la teneur totale en acides organiques naturels.

Les résultats d'acidité des échantillons sont illustrés dans la figure (17) ci-dessous :



DCT0 : Double concentré de tomate additionnée de 0 mL de l'huile d'olive ; DCT5 : Double tomate concentrée additionnée de 5 mL de l'huile d'olive ; DCT10 : Double concentré de tomate additionnée de 10 mL de l'huile d'olive ; DCT20 : Double concentré de tomate additionnée de 20 mL de l'huile d'olive

Figure 17: Résultats de l'acidité des différents échantillons.

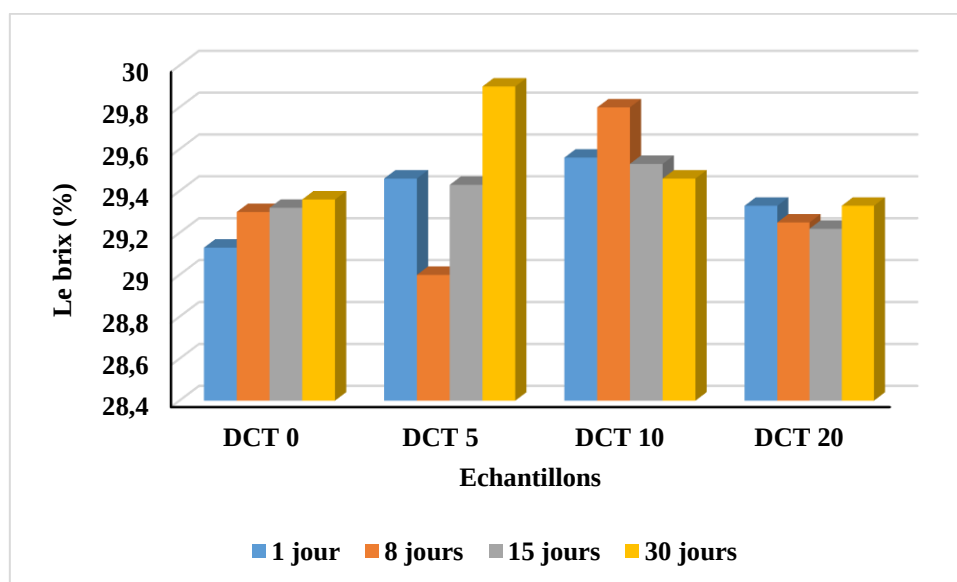
Lors du premier jour de conservation, on constate que la plupart des échantillons affichent une acidité aux alentours de 4.5 à 5,5. Les analyses effectués dans le laboratoire indiquent des valeurs d'acidité varient entre un minimum de 4.41 pour l'échantillon (DCT 20) et un maximum

de 6,20 pour le même échantillon après un mois de stockage, cette augmentation peut être due à l'ajout de cette huile à la tomate à des proportions différentes accompagnée qui provoque une baisse de pH et donc une augmentation de l'acidité libre, ou liée au stade de maturation et des variétés de tomate utilisées lors de la transformation (**Bouhadi et al.,2022**).

Ainsi, nous remarquons que les valeurs d'acidité de tous les échantillons prélevés ont des valeurs inférieures à 10. Cela nous permet de dire que les résultats trouvés sont en concordance avec les normes Algérienne ayant fixé les valeurs normales d'acidité maximum à 20 g/kg, et aussi aux normes française (**NFV05 -101**) ayant fixé les valeurs normales d'acidité du concentré de tomate maximum à 10 g/kg.

IV.1.3. Brix :

C'est le principal critère technologique dans les concentrés de tomates, il représente la matière sèche soluble dans la tomate. Il est proportionnel à sa richesse en sucre et en sels divers. Les résultats obtenus de quatre échantillons sont répertoriés dans la figure (18) ci-dessous :



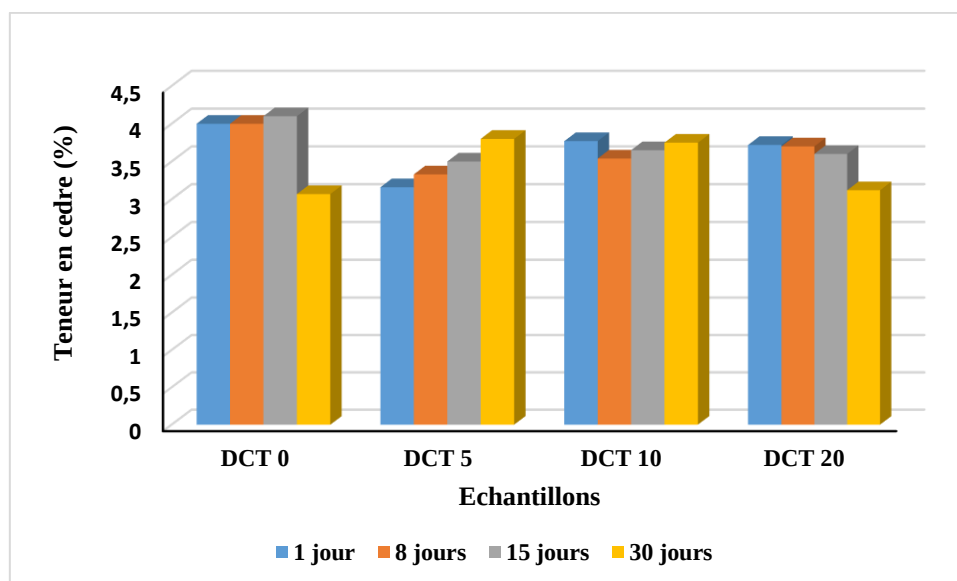
DCT0 : Double concentré de tomate additionnée de 0 mL de l'huile d'olive ; DCT5 : Double tomate concentrée additionnée de 5 mL de l'huile d'olive ; DCT10 : Double concentré de tomate additionnée de 10 mL de l'huile d'olive ; DCT20 : Double concentré de tomate additionnée de 20 mL de l'huile d'olive

Figure 18: Résultats du Brix des différents échantillons.

Concernant le taux de Brix, il semble que l'ajout de l'huile d'olive à la tomate ne provoque pas une variation significative de taux de Brix, et la lecture de l'histogramme montre que l'échantillon additionnée par 5ml d'huile d'olive et après 8 jours de conservation présente le pourcentage le plus faible (29%), par ailleurs le même échantillon représente le pourcentage le plus élevée (29.9%) après un mois de stockage. Cela nous permet de dire que les résultats trouvés sont satisfaisants, qu'ils sont compris dans la fourchette de normes en vigueur **Journal officiel algérien N° 77 du 24 aout 1997** qui précise que le Brix se situe entre (28-30%). Cette

légère différence entre chaque échantillon à l'autre est peut-être due aux conditions de stockage non-identiques.

IV.1.4. Teneur en cendres :



DCT0 : Double concentré de tomate additionnée de 0 mL de l'huile d'olive ; DCT5 : Double tomate concentrée additionnée de 5 mL de l'huile d'olive ; DCT10 : Double concentré de tomate additionnée de 10 mL de l'huile d'olive ; DCT20 : Double concentré de tomate additionnée de 20 mL de l'huile d'olive

Figure 19: Résultats du teneur en cendres des différents échantillons.

Les éléments minéraux sont présents en petites quantités dans la matière sèche, ils occupent un rôle important dans la composition nutritionnelle et la qualité finale du produit fini.

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. D'après les résultats on remarque que le taux de cendre est varié entre 3,06 et 4,1%, cette différence est probablement liée à deux facteurs principaux : les variétés de tomates utilisées pour les préparations des concentrés, où peut être que le traitement thermique que les concentrés ont subi fait diminuer la teneur en sels minéraux et donc le taux de cendres, at aussi peut être lié à l'addition de l'huile de l'olive.

IV.2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques

Les normes sont des spécifications microbiologiques adoptées par la législation qui s'adressent au produit fini et fixent les limites acceptables de présence de microorganismes donnés dans des produits bien définis. En effet, la sécurité des consommateurs et la durée de conservation des denrées alimentaires, sont étroitement liées à leur flore microbienne. Ainsi ces normes jouent un rôle très important lors des échanges commerciaux de ces produits entre pays.

Il existe actuellement de nombreux organismes nationaux ou internationaux (OMS, FAO, JORA...) qui se préoccupent de l'établissement de critères de qualité microbiologique de nos aliments. En effet, les résultats et l'interprétation des analyses microbiologiques de tomates additionnées de l'huile d'olive exprimés en (UFC/g) est basée sur une simple comparaison entre les valeurs obtenues avec les normes algériennes.

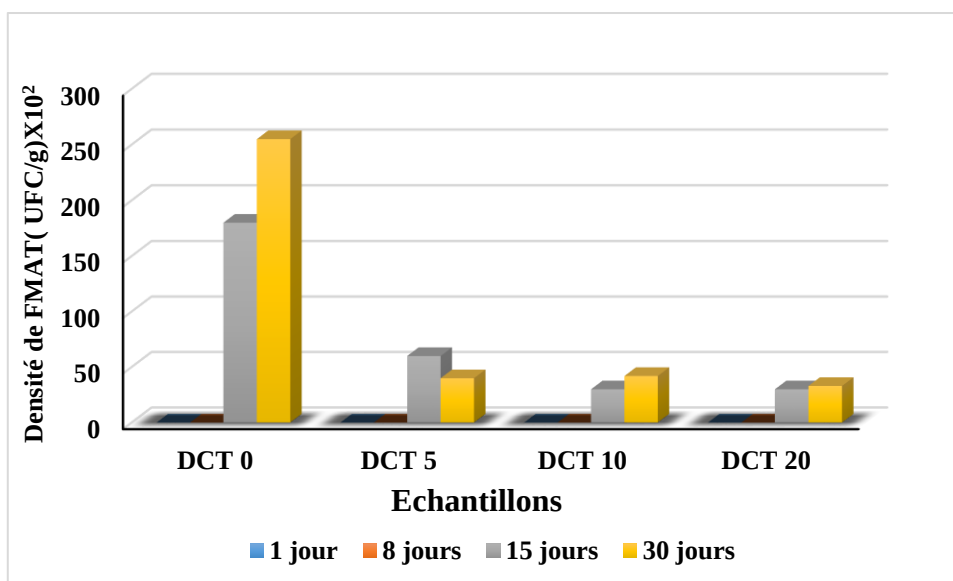
Nous avons adopté la non-conformité comme un indicateur de qualité des aliments. Un aliment qui ne répond pas aux normes recommandées est considéré non-conforme et par conséquent de mauvaise qualité hygiénique.

IV.2.1. Flore mésophile aérobie totale (FTAM)

La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est le premier indicateur de la qualité d'aliments, sa présence en grand nombre indique l'altération du produit.

Après comptage des germes mésophiles aérobies totaux contenus dans des boîtes de Pétri (gélose PCA) après 72 h d'incubation à une température de 30°C.

Les résultats sont notés sur la figure (20) :



DCT0 : Double concentré de tomate additionnée de 0 mL de l'huile d'olive ; DCT5 : Double tomate concentrée additionnée de 5 mL de l'huile d'olive ;
 DCT10 : Double concentré de tomate additionnée de 10 mL de l'huile d'olive ; DCT20 : Double concentré de tomate additionnée de 20 mL de l'huile d'olive

Figure 20: Variation de la charge d'FMAT dans double concentrée de tomate enrichie par l'huile de l'olive.

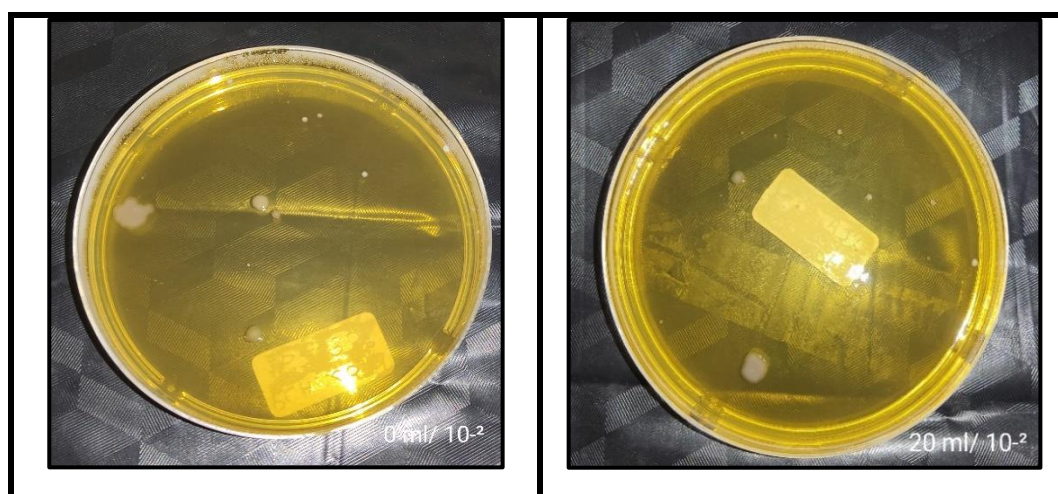


Figure 21: Observation macroscopique de dénombrement de FTAM dans la gélose PCA.
 (Photo prise par Mechtri khawla).

Les résultats relatifs à cette flore montrent l'absence totale de ces bactéries dans tous les échantillons analysés au début, et après une semaine de stockage. Alors que au cours des autres jours, on a marqué leurs présences avec des densités variantes d'une valeur maximale de 255×10^2 UFC/g dans l'échantillons témoins après un mois de stockage, et une valeur minimale de 30×10^2 UFC/g dans l'échantillons (DCT 10, DCT 20) après 15 jours de stockage. En effet, on remarque qu'il y a une relation entre le volume de l'huile ajoutée et le taux de germes obtenus. Pour l'échantillons (DCT 20), le taux de la flore aérobique mésophile totale été de l'ordre de 33×10^2 UFC/g après un moins de conservation, donc on peut dire, que cette flore a été

diminué presque par 87% par apport à (DCT 0). Cet effet inhibiteur sur la croissance microbienne peut étroitement être lié que l'huile d'olive a des propriétés antimicrobiennes et antioxydants qui aident à prolonger la durée de conservation des tomates en conserve (**Cadun et al.,2005 ; Bouhadi et al.,2022**)

Ces valeurs sont conformes aux normes préconise par **JORA (1997)**, qui est fixer par 10^5 UFC/ml, et aussi par la norme décrite par le Conseil Canadien des Normes (N°131), qui montre que le nombre des flores aérobies mésophiles est compris entre 10^7 à 10^8 UFC/g. Ceci témoigne d'un bon niveau d'hygiène lors de la production de la tomate et la bonne maîtrise des processus thermiques (stérilisation ou concentration). Ces résultats sont inférieurs à celle trouvés par **Boughida et al., (2023)** qui est 9.10^5 UFC/g. On peut considérer que les échantillons contrôlés sont acceptables sur le plan hygiénique.

IV.2.2. Les Coliformes totaux (CT) et les coliformes fécaux (CF)

Les coliformes constituent avec les Streptocoques fécaux le groupe de bactéries le plus fréquemment utilisé pour l'examen bactériologique des aliments. Habituellement, la présence de coliformes totaux et des coliformes fécaux dans les aliments indique une contamination fécale qui provient des engrais organique, l'eau d'irrigation. Ils peuvent aussi démontrer une mauvaise pratique hygiénique pendant la culture, mais le risque de contamination dans le laboratoire est malheureusement trouvé aussi (**Nkere et al.,2011**).

L'analyse des coliformes fécaux et des coliformes totaux, n'a révélé la présence d'aucun germe dans tous les échantillons préparés de tomate concentrée. Ces résultats sont conformes aux normes préconise par **JORA (1998)** qui exigent une absence totale de ce type des germes.

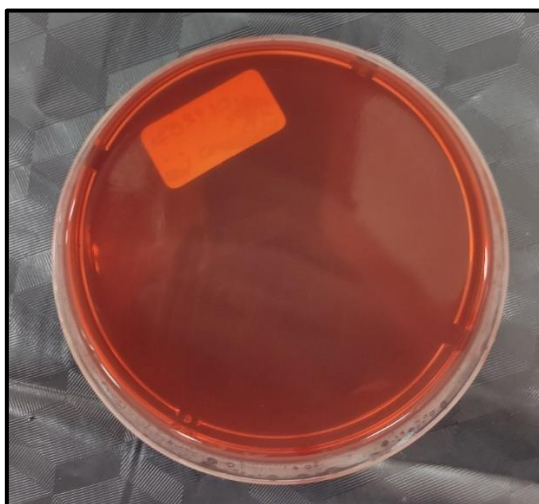


Figure 22: Observation macroscopique des CT dans la gélose (VRBL) (Photo prise par Mohamedtani amira).

IV.2.3. Les spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (Labres, 2006). Les résultats obtenus indiquent une absence totale des spores des ASR dans toutes les échantillons étudiés depuis le premier jour jusqu'au le dernier jour (30). Cette absence de germe peut être une indication d'absence d'une contamination ancienne, L'explication retenue étant que le substrat présente une acidité élevée sous l'effet de l'ajout d'huile d'olive qui empêche la multiplication de ces germes, et que l'application des traitements au cours de la chaîne de transformation est efficace (Boughida et al., 2023).

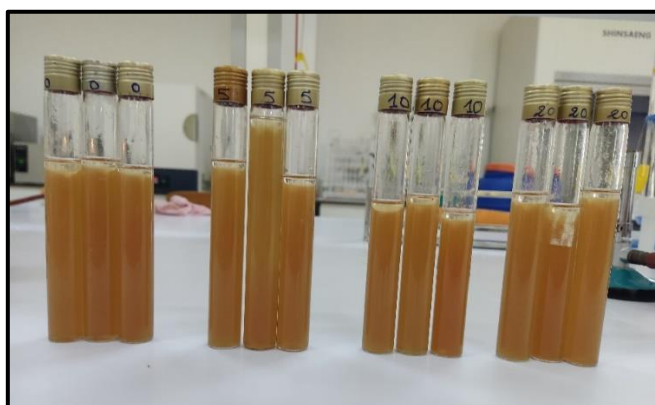


Figure 23: Observation macroscopique des clostridiiums dans la gélose viande fois (Photo prise par Mechtri khawla).

IV.2.4. *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques constituent un risque réel pour la santé publique dans les produits transformés, car il peut produire dans certaines conditions des entéro-toxines thermostables résistant aux traitements thermiques (Abdelhamid et al., 2022). Ils sont également responsables d'infections Rhinopharyngées et cutanées qui sont de loin prédominantes par rapport aux infections gastro-intestinales (Québec, 2016).

L'analyse microbiologique de nos échantillons a montré l'absence totale de *Staphylococcus aureus*. Ceci peut être attribué à l'effet inhibiteur de l'huile d'olive sur le développement microbien. Aussi, leur absence indique une bonne maitrise des règles d'hygiène durant la chaîne de fabrication.

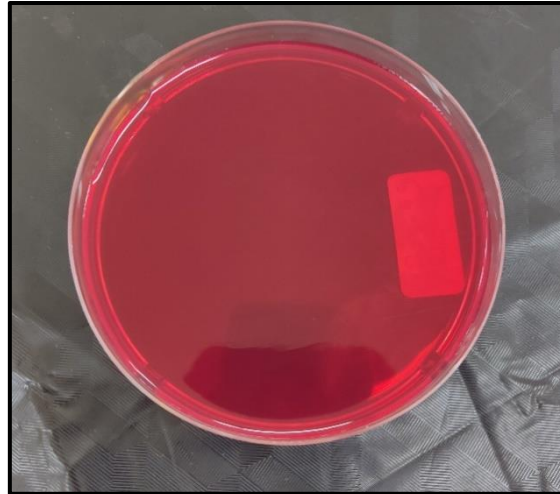


Figure 24: Observation macroscopique des *staphylococcus aureus* dans la gélose Chapman (Photo prise par Mohamedtani amira).

IV.2.5. Les Salmonelles

Les salmonelles sont à l'origine des maladies infectieuses appelées fièvres typhoïde ou paratyphoïdes, il s'agit là d'un problème très important en microbiologie alimentaire (Cuq, 2007), Et aussi Parmi les principales bactéries responsables de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC). Les principales causes des TIA sont en relation avec les aliments : rupture de la chaîne du froid, aliments souillés avant leur préparation, conservation dans des locaux insalubres, traitement par la chaleur insuffisante, le personnel : porteurs de germes non contrôlés, non-respect des règles d'hygiène (lavage des mains, port de gants...).

L'analyse microbiologique de nos échantillons a montré l'absence totale des salmonelles depuis le premier jour jusqu'aux le dernier jour (30). Ceci peut être attribué à l'effet inhibiteur de l'huile d'olive sur le développement microbien. Aussi, leur absence indique une bonne maîtrise des règles d'hygiène durant la chaîne de fabrication.



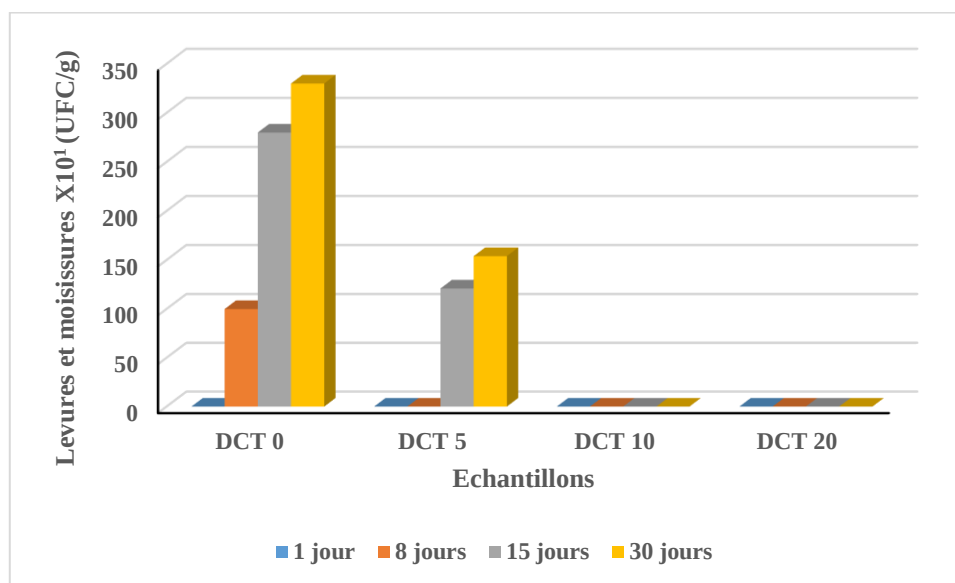
Figure 25: Observation macroscopique des salmonelles dans la gélose Hektoen (absence) (Photo prise par Mechtri khawla).

IV.2.6. Les levures et moisissures

Les levures et les moisissures constituent une bonne flore indicatrice de la qualité générale. Ils sont des germes d'altérations des produits causant des pertes de qualité organoleptique (Guiraud, 2003).

Après incubation pendant 72h (24h pour les levures) à une température d'environ 25°C sur la gélose Sabouraud à chloramphénicol.

Les résultats de la recherche des levures et moisissures sont montrés dans la figure (26) :



DCT0 : Double concentré de tomate additionnée de 0 mL de l'huile d'olive ; DCT5 : Double tomate concentrée additionnée de 5 mL de l'huile d'olive ; DCT10 : Double concentré de tomate additionnée de 10 mL de l'huile d'olive ; DCT20 : Double concentré de tomate additionnée de 20 mL de l'huile d'olive

Figure 26: Variation des levures et moisissures dans le double concentré de tomate enrichi par l'huile de l'olive.

Le dénombrement des levures et moisissures révèle un nombre situé entre 100×10^1 UFC /g et 330×10^1 UFC /g. La charge la plus élevée est enregistrée avec l'échantillon (DCT 0) (33×10^1 UFC /g) après un mois de stockage. Par contre, on remarque une absence de ces microorganismes dans les deux échantillons (DCT 10, DCT 20).

La présence massive des levures peut être due à une forte contamination extérieure et une mauvaise hygiène des locaux de fabrication, et/ou de stockage.

Il est difficile d'entier une conclusion pratique de ces résultats, car ce sont des éléments permanents de l'environnement, ils traduisent eux aussi le fait qu'à la cour de fabrication, et manipulation.

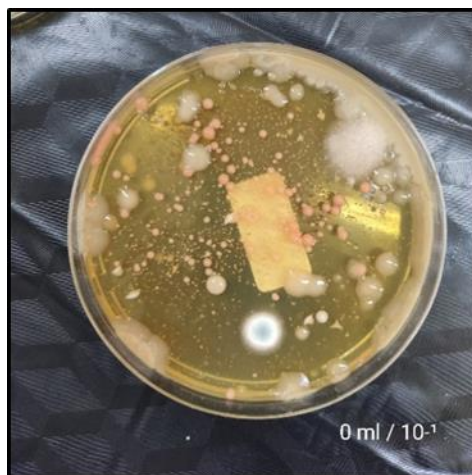


Figure 27: Observation macroscopique des levures et moisissures dans la gélose sabouraud à chloramphénicol (Photo prise par Mohamedtani amira).

IV.3. Identification

IV.3.1. Coloration de Gram

Les résultats obtenus par observation microscopique après coloration de Gram, montre que les souches se présentent sous formes :

❖ Sur milieu PCA

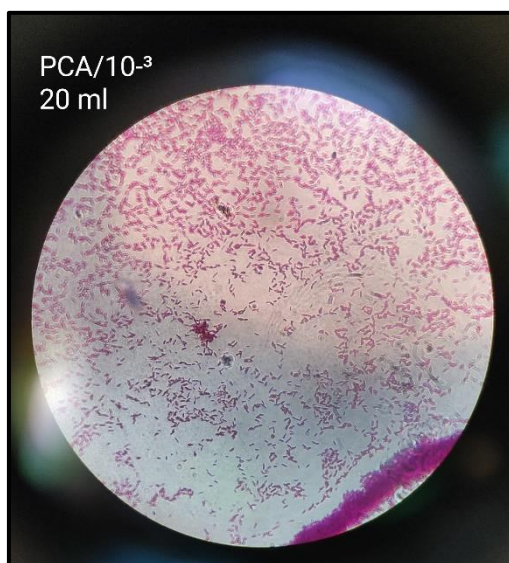


Figure 28: Observation microscopique optique de frottis bactérien après de coloration de Gram sur milieu PCA du concentré de tomate (objectif $\times 40$).

Tableau 5: Les caractères morphologiques et le mode de regroupement de frottis bactérien après de coloration de Gram sur milieu PCA.

	DCT (20ml)
La morphologie	Cocobacille
Mode de groupement	En chainette

IV.4. Mise en évidence des tests biochimiques

IV.4.1. Test catalase

La bactérie isolée, testée pour la production d'une catalase, a décomposé l'eau oxygénée en eau et en oxygène qui se dégage. Ce qui se traduit par le dégagement des bulles de gaz.

Le résultat obtenu est présenté dans la figure (29) :



Figure 29: Observation des résultats de test catalase (la formation de bulle de gaz).

IV.4.2. Test oxydase

Si les bactéries oxydent le disque, le disque deviendra violet à l'endroit où la colonie a été déposée soit immédiatement, soit quelques secondes après, indiquant un test positif. Aucun changement de couleur, indique un test négatif.

Le résultat obtenu est présenté dans la figure (30) :



Figure 30: Observation de résultat de test oxydase.

IV.4.3. Galerie API 20

Galerie API 20 NE

L'identification bactérienne réalisée par galerie API 20 NE nous a permis de mettre en évidence les principaux caractères biochimiques des souches.

Les résultats obtenus après l'incubation sont les suivants :

❖ Sur milieu PCA

Tableau 6 : Résultat de la galerie API 20NE de la souche sur milieu PCA.

Tests	NO3	TRP	GLU	ADH	URE	ESC	GEL	PNG	GLU	ARA	
Résultats	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	
Tests	MNE	MAN	NAG	MAL	GNT	CAP	ADI	MLT	CIT	PAC	OX
Résultats	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-

A partir du catalogue analytique, il s'avère que la souche correspond à l'espèce *Pasteurella spp.*



Figure 31: Résultat de la galerie API 20NE de la souche sur milieu PCA.

Tableau 7: Résultat des tests biochimiques (galerie API, test catalase, test oxydase).

Milieu	PCA
Test catalase	+
Test oxydase	+
Le germe identifié par Galerie API	<i>Pasteurella spp</i>

A blue rounded rectangle with a slight gradient and a drop shadow, centered on the page.

Conclusion

Conclusion :

Ce travail avait pour objectif de contribuer à la mise en place d'une base de données sur la qualité du double concentré de tomates conservées selon une méthode traditionnelle Algérienne.

Cette étude est basée sur une évaluation de la qualité du double concentré de tomate enrichi avec différentes doses d'huile d'olive.

Au cours de ce travail, nous avons réalisé des analyses physico-chimique et microbiologique, afin de mettre en évidence l'effet de l'huile d'olive sur le processus de conservation de la tomate pendant la période de stockage.

D'une manière générale, l'ajout d'huile d'olive au double concentré de tomate a permis une qualité physico-chimique et microbiologique satisfaisante, conforme aux normes recommandées par **JORA**.

D'une part, les résultats obtenus lors de la réalisation de ce travail montrent qu'au cours de la période de stockage, les quatre échantillons (DCT 0, DCT 5, DCT 10, et DCT 20) ont enregistré une certaine différence entre les résultats de certains paramètres étudiés (pH, FMAT), notamment à partir de la 2^{ème} semaine de conservation.

Les analyses physico-chimiques ont révélé une variation du pH comprise entre 3 et 4 au cours de la période de conservation. On peut dire que les analyses physico-chimiques effectuées (le pH, Brix, l'acidité, et le teneur en cendre) sont en conformité avec les normes **JORA**.

D'autre part, l'huile d'olive a permis de réduire considérablement la flore aérobie mésophile totale (FTAM) du double concentré de tomate en fonction de l'augmentation de la dose de l'huile d'olive ajoutée.

L'augmentation des levures et moisissures pendant la période de la conservation peut être due à une forte contamination extérieure et une mauvaise hygiène des locaux de fabrication et de stockage, mais reste en dessous de la norme fixée.

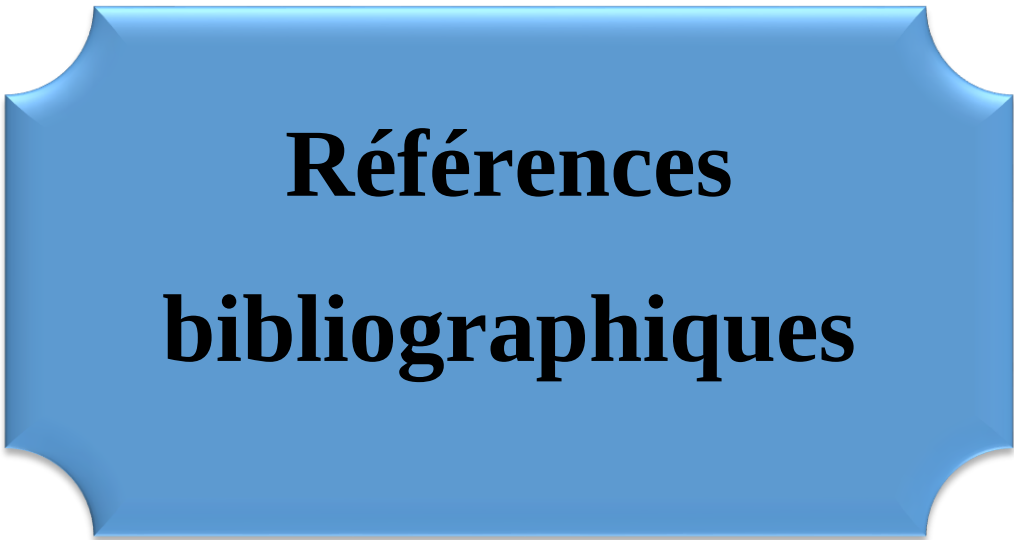
Les analyses microbiologiques réalisées montrent également que tous les échantillons analysés présentent une bonne qualité hygiénique grâce à l'absence totale de flore d'altération et des germes pathogènes à savoir l'absence totale des *Clostridium* sulfite-réducteurs, coliformes fécaux et coliformes totaux, *Staphylococcus aureus* et les salmonelles.

Suite à nos résultats, on peut déduire que le double concentré de la tomate additionnée de 10 et 20 mL de l'huile d'olive présente la meilleure qualité microbiologique, avec une durée de vie plus longue que celle du double concentré de tomate témoin.

Pour conclure, on peut dire que le double concentré de tomate analysé est d'une qualité satisfaisante. Il peut être meilleur si :

- ✓ Les conditions d'hygiène, de stockage sont convenablement contrôlées.
- ✓ Pour garantir la qualité de produit final le producteur de tomate transformé doit effectuer Les analyses préalables nécessaires avant de le proposer sur le marché au consommateur.

Cependant, l'étude doit être poursuivie avec l'utilisation d'autres matières végétales (le mélange de l'huile d'olive avec l'ail, les feuilles de laurier, ou les graines de nigelle) dans l'enrichissement de la concentrée de tomate.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Abdelhamid, S., Zouita, M., & Gomri, M. (2022). *Estimation de la présence des bactéries mésophiles et thermophiles formant-endospores dans 03 types de laits en poudre.* 2, 1-8.

Abdelli M., Denidni Z. (2018). Suivi des paramètres microbiologiques et physico chimiques du jus d'orange « Ramy » au cours du stockage, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique en nutrition et sciences des aliments, université Mohamed Boudiaf - M'sila. pp 21, 37p.

Adjabi, A., kouadri, M., & Zemiti, I. (2020). *Méthodes d'étude de la qualité physico-chimiques et microbiologiques de la tomate en conserve selon les normes Algériennes-Etude théorique.* <https://dspace.univ-guelma.dz/xmlui/handle/123456789/10830>

ALABOUVETTE C, et autre. (2003). Colloque international tomate sous abri: protection intégrée, Agriculture biologique , Ed. INRA , CTIFL (centre technique professionnel des fruits et légumes) ,Provence-Alpes-Côte d'Azur , agropac . p232.

Alhag Dow, M. M. (2006). Caractérisation fonctionnelle de la GDP-D-mannose-3, 5-épimérase et galactono-1, 4-lactone déshydrogénase, enzymes de la voie de biosynthèse de la vitamine C chez la tomate [PhD Thesis, Bordeaux 1]. <https://www.theses.fr/2006BOR13162>

B

Baumgart W., (1994). La biosécurité au laboratoire de microbiologie, Manual of Clinical Microbiology.

Bekkar Bousiala, K. (2014). Etude de l'effet des facteurs abiotiques et nutritionnels sur la production d'oospores chez *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary [PhD Thesis]. <http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/handle/123456789/1249>

Blancard, D., Laterrot, H., Marchoux, G., & Candresse, T. (2009). Les maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser (Quae). Éd. Quae.

Boughida, M., Merabet, F. Z., & Nemouchi, M. (2023). *Thème Etude de la qualité microbiologique de la conserve du concentré de tomate* <http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/15495>

Bouhadi D., Hariri A., Benattouche Z., Sahnouni F., Bouzidi N., Belkhodja H., (2022). Évaluation des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du concentré de tomate enrichi par l'huile d'olive vierge. *Revue Nature et Technologie*. 14 (2) : 08-17.

Boumendjel, M., Houhamdi, M., Samar, M., Sabeg, H., Boutebba, A., & Soltane, M (2012). EFFET DES TRAITEMENTS THERMIQUES D'APPERTISATION SUR LA QUALITE BIOCHIMIQUE, NUTRITIONNELLE ET TECHNOLOGIQUE DU SIMPLE, DOUBLE ET TRIPLE CONCENTRE DE TOMATE. *Sciences et Technologie*, 36.

Bourgeois, C.M, Mescle, J.F, Zucca, J, (1996). Microbiologie Alimentaire (tome1).2ème édition. Lavoisier, Tec Doc. Paris, 300p.

Bouزيد, A., & Bedrani, S. (2013). La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie. *Les cahiers du CREAD*, 103, 85-105.

Bordjiba kh et al., 2020. Recherche et identification des bacilles thermophiles dans le lait de vache pasteurisé et le lait recombinaé pasteurisé. Mémoire de master. Université 8 mai 1945-Guelma. P 43-44.

Brigitte, N., Michel, L., et Nadia, B., (2011). Tomate qualité et préférence. paris. 271p.

C

Cadun, A., Cakli, S., & Kislá, D. (2005). A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf life. *Food Chemistry*, 90(1-2), 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.024>

CEE. (1386). Règlement n° 1764/86 de la commission du 27 mai 1986 fixant des exigences minimales de qualité pour les produit à base de tomate pouvant bénéficier d'une aide à la production.

Champion, C. (2014). Liens entre organisation des filières et transferts nutritionnels : Le cas du double concentré de tomate en Tunisie. *Montpellier (France): Mastère UMR MoISA: CIHEAM IAMM, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier SupAgro, IRD*.

Chibane, A. (1999). Tomate sous serre. Fiche Technique. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, 57.

Chougar, S. (2011). Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917)(Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et

Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou [PhD Thesis, Université Mouloud Mammeri]. <https://www.ummtto.dz/dspace/bitstream/handle/ummtto/16350/Chougar%20Safia.pdf?sequence=1>

CODEX STAN. 13-1981, « Codex alimentarius; normes codex pour les tomates en conserve».

Cotte, C. (2000). Étude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants [PhD Thesis]. Thèse de Doctorat vétérinaire-Université Claude Bernard de Lyon1, 135p.

Cuq J.L, (2007). Microbiologie Alimentaire. Université Montpellier ri (Département de Sciences et Technologies des Industries Alimentaires). Poly Tech Montpellier.

D

Dupont, F., & Guignard, J. (2012). Abrégés de pharmacie. Botanique, les familles plantes.(15e Ed.).

E

El Aouni, B. (2014). Les processus de double concentré de tomate et les contrôles qualités au sein de la société Aicha. *Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, 2015*.

Elattir, H., Skiredj, M., & Elfadl, A. (2003). Transfert de Technique en Agriculture. Fiches techniques V : La tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo. Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA, 100, 4.

Espiard, E. (2002). *Introduction à la transformation industrielle des fruits*. Editions Tec & Doc.

F

FAO STAT., 2019- (<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F>), Date accès 2018.

France, C. (2001). La tomate. Manise.

G

Gallais, A., & Bannerot, H. (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Editions Quae.

Gatri, Y., Mestiri, F., Romdhane, M. S., & Mejri, S. (2007). Effet du marinage sur la conservation de l'anguille fumée. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM)*, 34, 10.

Génard, M. M., Robin, C., Gautier, H., Massot, C., Benard, C., Lariat, R., Bertin, N., LeBot, J., Adamowicz, S., & Bourgaud, F. (2010). Elaboration de la qualité du fruit : Composition en métabolites primaires et secondaires. *Innovations Agronomiques*, 9, 47-57.

Ghebbi K. (2016). *Influence de la fertilisation potassique sur le comportement et les aptitudes technologiques de deux variétés de tomates industrielles (lycopersicon esculentum mill.).* Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences agronomiques, école nationale supérieure agronomique - el Harrach –Alger. pp10-68,183p.

Goueu B., (2006). Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fumé en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation. Thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire de l'Ecole Inter Etats des Sciences de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 42.

Guiraud J. ET Galzy P. (1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine.119p.

Guiraud, J.-P. (1998). *Microbiologie alimentaire.* Collection sciences et techniques agroalimentaires. DUNOD, Paris, 223-399.

Guiraud J.P., (2003). Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod.651.

H

Hireche M., (2013). Dosage des polyphénols de la tomate et étude de leur pouvoir antioxydant, Mémoire de Master 2 en Nutrition Humaine, Univ. de Hassiba Ben Bouali Chlef.61p.

I

IPGRI. (2009). Descripteurs de la tomate (*Lycopersicon* spp.). IPGRI International Plant Genetic Resources Institute.

J

Jaqueline P., Yves T., Bourgoies C. M., 1999, Technologies des légumes . Ed.,Tec. & Doc. 551p. pp112.

Joffin C, et Joffin J-N, (2003). Microbiologie alimentaire. Biologie et Technique, 5è édition, CRDP Aquitaine, 212p.

Jones, J. B. (1999). Tomato plant culture : In the field, greenhouse, and home garden. CRC Press.

Jones, J. B. (2008). Tomato plant culture : In the field, greenhouse and home garden (second edition). CRC press.

JORA n°35. Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 24 août 1997 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, Journal Officiel de la République Algérienne: p 7-25.

JORA. (1997). Arrêté interministériel du 24 août 1997 relatif aux conserves de purée de tomate, Journal Officiel de la République Algérienne n°77: pp 26.

Judd, W. S., CAMPBELL, C. S., Kellogg, E. A., & Stevens, P. (2002). Botanique systématique Une perspective phylogénétique : 467p. De Boeck Université, Paris & Bruxelles.

K

Kacjan Maršić, N., Šircelj, H., & Kastelec, D. (2010). Lipophilic Antioxidants and Some Carpometric Characteristics of Fruits of Ten Processing Tomato Varieties, Grown in Different Climatic Conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(1), 390-397. <https://doi.org/10.1021/jf902465e>

Khelifa, H., Azeddine, D., & Mhamed, M. (2015). PROBLEMATIQUE DU DEVELOPPEMENT DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES EN ALGERIE. 11.

kidja, K. (1991). Conception d'une usine de conservation de tomate. *Projet de fin d'études supérieures de conception. Ecole Polytechnique de Thiès, 112p.*

L

Labres E., Azizi D., Boudjellab B., (2006). Cours d'Hygiène et de Microbiologie desEaux: Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie. Documentationinterne.

Leboeuf, J. (2004). L'effet des températures extrêmes sur les cultures de tomate et de poivron. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA).

M

MADR., 2018 - (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) , Direction des statistiques . P21.

Miladi S., 1970. Introduction à la composition et à la technologie de la tomate , I.N.N.. Ed. grand maghreb. Tunis, 99p.

Moresi, M., & Liverotti, C. (1982). Economic study of tomato paste production. International Journal of Food Science & Technology, 17(2), 177-192. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb00174>

Mtcthg, (2009). Magazine trimestriel du centre technique horticole de gembloux- N° 27. Juin.

N

Naika, S., Dam, B. van, & Florijn, A. (2005). La culture de la tomate : Production, transformation et commercialisation (5ième ed. révisée). Agromisa ; CTA.

N'DJAMENA K.(1995). Tomate: ravageurs et maladies. Edit CL M .p145.

NF en ISO 7937 : Dénombrement de clostridium sulfito-réducteurs.

NFV08-020 : reprenant la norme ISO 7251.

Nkere, C. K., Ibe, N. I., & Iroegbu, C. U. (2011). Bacteriological quality of foods and water sold by vendors and in restaurants in Nsukka, Enugu State, Nigeria: a comparative study of three microbiological methods. *Journal of health, population, and nutrition*, 29(6), 560.

Norme Française NF T 90-008 - concernant la mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre.

Norme française NFV 08-011 Microbiologie directifs générales pour le dénombrement des micro-organismes par pourcentage des colonies à 32C°.

P

Polese, J.-M. (2007). La culture des tomates. Editions Artemis.

Q

Québec., (2016). Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

R

Raffo, A., La Malfa, G., Fogliano, V., Maiani, G., & Quaglia, G. (2006). Seasonal variations antioxidant components of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1). *Journal of food Composition and Analysis*, 19(1), 11-19.

Rafidiniaina. M (2019) : *Contribution a l'étude des qualités nutritionnelle et microbiologique de la purée surgelée de litchi*, mémoire pour l'obtention du diplôme de master, université d'Antananarivo domaine sciences et technologies. pp24, 53p.

Raoughi Abir, S. W. S. D. (2023). *Suivi de la qualité microbiologique des confitures au cours de leur conservation.* <https://dspace.univguelma.dz/jspui/handle/123456789/15534>

RUOCCO M, et autre.(2010). Food quality safety. Lutte biologique n2. Tomate. CNR,Italie, UE. p104.

S

Sadok, D., & Zedak, S. (2016). Etude de qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate (TELLOISE). <http://e-biblio.univmosta.dz/handle/123456789/7077>

Salmi, S., & Sayah, M. (2019). *Etude de la contamination bactérienne de l'environnement hospitalier (Hôpital de Sidi Okba -Biskra-).* <http://archives.univ-biskra.dz:80/handle/123456789/13473>

Snoussi, S. A. (2010). *Étude de Base sur la Tomate en Algérie. Rapport de mission Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient.* Rome, 52.

T

Tebbakh, S., & Kelaiaia, B. (2020). *Suivi du procédé de production et contrôle de qualité de la tomate (*Solanum lycopersicon L.*) de l'usine Zimba (Guelma) [Working Paper].* <http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/10216>

V

Viron, N. (2010). *Identification et validation de nouveaux gènes candidats impliqués dans la régulation du développement du fruit de tomate [PhD Thesis, Bordeaux 1].* <https://www.theses.fr/2010BOR14209>

Y

YOUSFI, M. (2018). *Développement de la technologie agro-alimentaire dans la région de Touat [PhD Thesis, Université Ahmed Draia-ADRAR].* <https://dspace.univ-adrar.edu.dz/jspui/handle/123456789/2174>

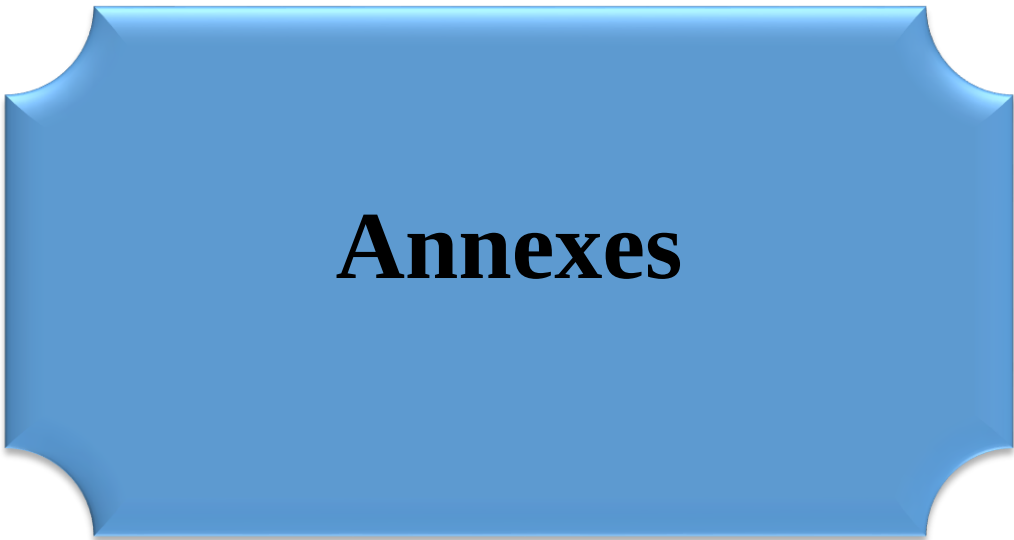
Z

Zidani, S. (2009). *Valorisation des pelures de tomates séchées en vue de leur incorporation dans la margarine [PhD Thesis, Boumerdès].* <https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=135290>

Zidani, S. (2019). *Influence des techniques de séchage sur les propriétés physicochimiques et fonctionnelles de la pomme locale (Doctoral dissertation, These De Doctorat, Technologie Alimentaire, Université Batna 1. 169p).*

Webographie

- [1] <https://www.agrimaroc.ma/production-tomate-monde/>. Consulté le 24/03/2024 à 13:00.
- [2] <https://agronomie.info/fr/generalites-sur-la-tomate/>. Consulté le 25/03/2024 à 20:00.
- [3] <https://www.lesoirdalgerie.com/beta/regions/la-production-de-la-tomate-industrielle-a-atteint-plus-de-3-millions-de-quintaux-32239#:~:text=La%20production%20de%20la%20tomate%20saisonn%C3%A8re%20prend%20son%20essor%20dans,les%20responsables%20locaux%20du%20secteu> Consulté le 26/03/2024 à 22:00.
- [4] <https://agronomie.info/fr/importance-economique-de-la-tomate/>. Consulté le 27/03/2024 à 16:00.
- [5] https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.pdf Consulté le 05/04/2024 à 16:00.
- [6] <https://www.agir-crt.com/blog/refractometre-mesure-degre-brix-choix-appareil/> Consulté le 05/04/2024 à 17:00.
- [7] http://stl.bgb.liberte.free.fr/microbio_fiches/oxydase1.pdf consulté le 07/04/2024 à 0 :51.
- [8] http://stl.bgb.liberte.free.fr/microbio_fiches/catalase1.pdf consulté le 07/04/2024 à 0 :51.



Annexes

Annexe 1 : Milieux de culture et préparation

Gélose PCA : La gélose PCA (Plate Count Agar) est un milieu recommandé pour le dénombrement standardisé des bactéries dans l'eau, les produits laitiers et les aliments.

Tableau 1: Ingrédients en grammes pour un litre d'eau purifiée.

Peptone de caséine	5,00g
Extrait de levure	2,50g
Glucose	1,00g
Agar	15,00g



Figure 1: Préparations de milieux PCA.

Gélose VRBL : La gélose VRBL est recommandée pour la recherche des coliformes dans les aliments et les produits laitiers.

Tableau 2: Ingrédients en grammes pour 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone	7,00g	Chlorure de sodium	5,00g
Extrait de levure	3,00g	Rouge neutre	0,03g
Sels biliaires N 3	1,50g	Cristal violet	0,002g
Lactose	10,00g	Agar	15,00g

pH final à 25°C : $7,4 \pm 0,2$

Milieu Chapman : Le milieu de Chapman est utilisé pour l'isolement des Staphylocoques pathogènes qui donnent des colonies jaunes par fermentation du mannitol et virage du rouge de phénol. Sa forte teneur en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plupart des autres espèces.

Tableau 3: Ingrédients en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptones	10,00g	Chlorure de sodium	75,00g
Extrait de viande de bœuf	1,00g	Rouge de phénol	0,025g
D-mannitol	10,00g	Agar	15,00g

pH final à 25°C : $7,4 \pm 0,2$

**Figure 2:** Préparation de milieux Chapman.

Milieu sabouraud au chloramphénicol : La gélose Sabouraud est un milieu d'utilisation générale, permettant la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures.

Tableau 4: Ingrédients en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone de caséine	5,00g
Peptone de viande	5,00g
Glucose monohydraté	40,00g
Chloramphénicol	0,50g
Agar	15,00g

pH final à 25°C : $5,6 \pm 0,2$

Milieu viande de foie : La gélose Viande-Foie complète est recommandée pour la recherche et le dénombrement de spores de Clostridia sulfito-réducteurs dans les produits alimentaires.

Tableau 5: Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone viande-foie	30,00g	Citrate ferrique ammoniacal	0,50g
Glucose	2,00g	Sulfite de sodium	2,50g
Amidon soluble	2,00g	Agar	11,00g

pH final à 25°C : $7,6 \pm 0,2$

Eau peptonée tamponnée : L'eau peptonée tamponnée est un diluant couramment utilisé pour les préparations des échantillons de produits alimentaires.

Tableau 6: Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone de caséine	10,00g
Chlorure de sodium	5,00g
Phosphate de sodium, dibasique, 12H ₂ O	9,00g
Phosphate de potassium, dibasique	1,50g

pH final à 25°C : $7,0 \pm 0,2$

Milieu Hektoen : La gélose Hektoen est un milieu sélectif différentiel des bactéries entéro-pathogènes, particulièrement de Salmonella et de Shigella. La composition du milieu permet la différenciation des colonies fermentant rapidement un des 3 sucres (virage du bleu au rouge-saumon) et/ou produisant de l'H₂S (centre noir).

Tableau 7: Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone	12,00g	Chlorure de sodium	5,00g
Extrait de levure	3,00g	Thiosulfate de sodium	5,00g
Sels biliaires N° 3	9,00g	Citrate ferrique ammoniacal	1,00g
Lactose	12,00g	Bleu de bromothymol	0,065g

Saccharose	12,00g	Fuchsine acide	0,10g
Salicine	2,00g	Agar	14,00g

pH final à 25°C : $7,5 \pm 0,2$

Annexe 2 : Matériels utilisés



Figure 3: pH-mètre.

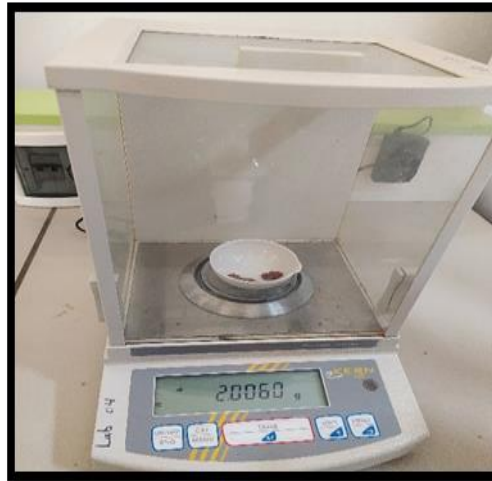


Figure 4: Balance électronique.



Figure 5: Four à moufle.



Figure 6: Réfractomètre
Bellingham+Stanley.

Annexe 3 : Tableau de lecture de la galerie Api 20NE.

Tableau 8: Tableau de lecture de la galerie Api 20NE.

TABLEAU DE LECTURE					
TESTS	COMPOSANTS ACTIFS	QTE (mg/cup.)	REACTIONS/ENZYMES	RESULTATS	
				NEGATIF	POSITIF
NO ₃	potassium nitrate	0,136		NIT 1 + NIT 2 / 5 min	
			réduction des Nitrates en nitrites	incolore	rose-rouge
			réduction des Nitrates en azote	rose	incolore
TRP	L-tryptophane	0,2	formation d'indole (TRyptOPhane)	JAMES / immédiat	
				incolore vert pâle / jaune	rose
GLU	D-glucose	1,92	fermentation (GLUcose)	bleu à vert	jaune
ADH	L-arginine	1,92	Arginine DiHydrolase	jaune	orange / rose / rouge
URE	urée	0,76	UREase	jaune	orange / rose / rouge
ESC	esculine citrate de fer	0,56 0,072	hydrolyse (β -glucosidase) (ESCuline)	jaune	gris / marron / noir
GEL	gélatine (origine bovine)	0,6	hydrolyse (protéase) (GELatine)	pas de diffusion du pigment	diffusion du pigment noir
PNPG	4-nitrophényl- β -D- galactopyranoside	0,22	β -galactosidase (Para-NitroPhényl- β -D- Galactopyranosidase)	incolore	jaune
GLU	D-glucose	1,56	assimilation (GLUcose)	transparence	trouble
ARA	L-arabinose	1,4	assimilation (ARAbinose)	transparence	trouble
MNE	D-mannose	1,4	assimilation (MaNosE)	transparence	trouble
MAN	D-mannitol	1,36	assimilation (MANnitol)	transparence	trouble
NAG	N-acétyl-glucosamine	1,28	assimilation (N-Acétyl-Glucosamine)	transparence	trouble
MAL	D-maltose	1,4	assimilation (MALtose)	transparence	trouble
GNT	potassium gluconate	1,84	assimilation (potassium GlucoNaTe)	transparence	trouble
CAP	acide caprique	0,78	assimilation (acide CAPrique)	transparence	trouble
ADI	acide adipique	1,12	assimilation (acide ADIpique)	transparence	trouble
MLT	acide malique	1,56	assimilation (MaLaTe)	transparence	trouble
CIT	trisodium citrate	2,28	assimilation (trisodium CITrate)	transparence	trouble
PAC	acide phénylacétique	0,8	assimilation (acide PhénylACétique)	transparence	trouble
OX	(voir notice du test oxydase)	-	cytochrome-oxydase	(voir notice du test oxydase)	

• Les quantités indiquées peuvent être ajustées en fonction des titres des matières premières.
 • Certaines cupules contiennent des composants d'origine animale notamment peptone bovine/porcine.