

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 Biologiques
Spécialité/Option : Microbiologie appliquée
Département : Ecologie et Génie d'Environnement

Thème

Etude de la qualité microbiologique de la conserve du concentré de tomate

Présenté par :

- Boughida Mayssa
- Merabet Fatma Zahra
- Nemouchi Meriem

Devant le jury :

Mme Haddidi Imane	M.C.B	Présidente	Université de Guelma
Mme Malek Insaf	M.C.B	Encadrante	Université de Guelma
Mme Bouteldja Meryem	M.C.B	Examinatrice	Université de Guelma

Juin 2023



Remerciement

En premier lieux nous remercions le bon Dieu, Pour la volonté et la patience qu'il nous a donnée pour réaliser ce travail.

Nous exprimons notre sincère et chaleureux remerciement à, notre encadrante Mme Malek Insaf, pour le temps pour l'aide qu'elle nous a apportée, pour sa patience, sa confiance, son encouragement et l'attention qu'elle a bien voulu consacrer au bon déroulement de notre travail.

On tient aussi à remercier les membres de jury ; en tant que présidente Mme Hadidi Imane, et Mme Boutheldja Meryem en tant qu'examinatrice d'avoir accepté de juger ce Travail.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.





Dedications

I thank God Almighty my creator, my strong pillar, my source of inspiration, wisdom, knowledge and understanding. He has been the source of my strength throughout this work and only by his will, I soared.

I dedicate this humble work:

- ♥ To my loving parents who sacrificed themselves to offer me an ideal working conditions, who have never ceased to show their affection and always supported me. whose their words of encouragement push me for tenacity and succeed
- ♥ To my sisters Meryem, Nesrine and her husband Chouaib who have never left my side. I will always appreciate their efforts and what they have done for me.
- ♥ To all my family members and especially my grandmother may God heal her
- ♥ To my best friends: Meriem, Maissa, Narimane.
- ♥ Special thank for Amani. May god heal her and fulfills all her dreams.
- ♥ To my little angel niece Assil.
- ♥ To all my loved ones whom I did not mention.
- ♥ Last but not least I want to thank me for believing in me, I want to thank me for doing all this hard work, for having no days off, I want to thank me for never quitting, I want to thank me for just being me all the times.

Fatma Zahraa





Dedications

I thank God Almighty for the help, courage and patience he has given me throughout my education.

- ♥ I dedicate this dissertation to my dearest people in the world, my parents. Moreover, I know that my success is the most beautiful and dearest gift to give you.
- ♥ To my mother, for her love, her patience and her presence by my side in the most difficult moments I have experienced.
- ♥ To my father, for his love, his patience and especially the sacrifices he have made for us.
- ♥ To my sister, my source of strength and support in life, Khawla. And my beautiful little brother, Abd al-Rahman.
- ♥ To all my family members, especially Nouna, Nadjwa and Lina.
- ♥ I also dedicate my work to my colleagues, Fatma Zahraa and Maissa, for their kindness and their patience throughout a year of working together.

With my deepest thanks.

Meriem





Dedications

I thank Allah for giving me the ability to write, think, and especially have the patience and persevere until the realization of my dreams, while raising my hands to the sky and pray:

الحمد لله

- ♥ To my dearest parents. Neither all the words in the world can express the immense love that I have for them, nor the deep gratitude I have for all the efforts and sacrifices which they have made for my well-being and education and. May God Almighty keep you and give you health, happiness and long life, although I will never be able to repay you enough. I hope that this thesis will bring you the joy of seeing your hopes come true and I hope never disappoint you.
- ♥ My brother Hichem and his wife Sara, my sisters Meriem and Serine of whom I am proud of.
- ♥ To my little angels niece and nephew Ania and Racim
- ♥ To my fiancé Mohammed.
- ♥ To the source of tenderness my grandmother Yassmina, my dearest uncles, aunts and cousins.
- ♥ To my friends, whom I wish success in life. Especially my sister and the best of all time Oulfa, Zahra and Meriem for our beautiful friendship, which started on the benches of the university and which will never end Inshallah.

Maissa



Liste des abréviations et acronymes

		Symboles
%	Pourcentage	
° C	Degré Celsius	
α	Alpha	
β	Béta	
A		
ADH	Décarboxylation de l'acide aminé arginine par l'arginine di hydrolase.	
ASR	Les anaérobies Sulfito-réducteurs.	
AFNOR	Association Française de normalisation.	
B		
BCPL	Bromo-Cresol Pourpre Lactose.	
C		
CT	Coliformes Totaux.	
CTT	Coliformes Thermo Tolérants.	
D		
DLUO	Date Limite D'utilisation Optimale.	
E		
EPA	Eau Peptonée Alcaline.	
F		
FTAM	Flore Totale Aérobie Mésophile.	
G		
Galerie API	Analytical profile index.	
GNAB	Gélose Nutritive Alcaline Biliée.	
GLU	Fermentation du Glucose (sucre hexose).	
I		
IND	Test Indole.	
J		
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne.	
N		
NO3	L'ion Nitrate.	
O		
OGA	Oxytétracycline-Glucose-Agar.	
P		
PCA	Plate Count Agar.	
PH	Potential hydrogen.	
PNPG	4-Nitrophenyl- β -D- glucopyranoside.	
S		
SF	Streptocoques Fécaux.	
SFB	Bouillon au Sélénite cystéine de Fer.	

SS	Gélose Salmonella-Shigella.	T
TDA	Tryptophane désaminase.	
TRP	Transports receptor Potential.	
TMV	Tabacco Mosaïque Virus.	
TIAC	Toxi-Infections Alimentaires Collectives.	
		U
UFC	UNITE formatrice de colonie.	
URE	Test de l'enzyme uréase.	
UV	Rayons Ultraviolets.	
		V
VF	Gélose Viande de Foie.	
VP	Voges-Proskauer.	

Liste des figures

Figure 1 : Les principaux pays producteurs de tomate dans le monde (1997-2007).	3
Figure 2 : Structure d'un fruit de tomate.	4
Figure 3 : formes principales de fruits de tomates.	7
Figure 4 : Organigramme de la société ABIDI.	14
Figure 5 : Unité de production de tomates.	15
Figure 6 : Réception de la matière première.	15
Figure 7 : Déchargement et lavage de la tomate fraîche.	16
Figure 8 : Triage de la tomate.	17
Figure 9 : Broyeur de tomate.	18
Figure 10 : Sertisseuse.	19
Figure 11 : Dateur.	20
Figure 12 : Diagramme de fabrication du double concentré de tomates.	21
Figure 13 : pH-mètre de paillasse avant et après conservation.	23
Figure 14 : Mesure de température de la tomate.	23
Figure 15 : Mesure résidu sec « Brix » de la tomate.	24
Figure 16 : Filtration et titrage avec NaOH.	26
Figure 17 : Préparation de la Solution mère.	29
Figure 18 : Préparation des dilutions décimales.	29
Figure 19 : Recherche des germes aérobies mésophiles totaux.	31
Figure 20 : Recherche des levures et moisissures.	32
Figure 21 : Protocole de recherche et dénombrement des coliformes.	33
Figure 22 : Test de confirmation. (Recherche des coliformes fécaux)	34
Figure 23 : Exemple de lecture après 48 heures.	35
Figure 24 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.	36
Figure 25 : Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices.	37
Figure 26 : Protocole de recherche et identification des Salmonelles.	38
Figure 27 : Protocole de recherche de Staphylococcus.	39
Figure 28 : Protocole de recherche de Pseudomonas.	40
Figure 29 : Protocole de recherche des Shigelles.	41
Figure 30 : Protocole de recherche de Vibrio cholerae.	42
Figure 31 : Recherche d'oxydase.	43
Figure 32 : Technique de catalase.	44
Figure 33 : Préparation de la galerie API 20E.	45
Figure 34 : API 20E positive vs négative.	46
Figure 35 : API 20NE positive vs négative.	47
Figure 36 : API Staph positive vs négative.	48
Figure 37 : Présentation graphiques des résultats de dénombrement des FTAM.	52
Figure 38 : Représentant la recherche des FTAM sur PCA.	53
Figure 39 : Présentation graphique des résultats de dénombrement des CT et CTT.	53
Figure 40 : Représentant la recherche des CT et CTT.	54
Figure 41 : Présentation graphique des résultats de dénombrement des streptocoques fécaux.	55
Figure 42 : Représentant la recherche des SF.	56
Figure 43 : Représentant la recherche des Staphylocoques.	58
Figure 44 : Représentant la recherche sur GNAB.	58
Figure 45 : Représentant les résultats des galeries API.	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition de la tomate fraiche.	4
Tableau 2 : Les superficies, les productions et les rendements de la tomate dans les principales wilayas productives de la tomate industrielle en Algérie (2009).	12
Tableau 3 : Fiche technique de l'entreprise.	13
Tableau 4 : Les réactifs à ajouter aux API 20E.	45
Tableau 5 : Les réactifs à ajouter aux API 20 NE.	47
Tableau 6 : Les réactifs à ajouter aux API Staph.	48
Tableau 7 : Représente les principales informations de l'étiquetage des échantillons.	50
Tableau 8 : Résultats du test de stabilité.	50
Tableau 9 : Nombres des germes comptabilisés des germes aérobies mésophiles totaux.	52
Tableau 10 : Nombres des germes comptabilisés des coliformes totaux et des coliformes fécaux.	53
Tableau 11 : Résultats de dénombrement des levures et moisissures.	54
Tableau 12 : Nombres des germes comptabilisés des streptocoques fécaux.	55
Tableau 13 : Le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.	56
Tableau 14 : Résultats de la recherche des Salmonella, Shigella, Staphylococcus aureus, Pseudomonas et Vibrio Cholériques.	56
Tableau 15 : Résumé de la signification des microorganismes indicateurs en microbiologie alimentaire.	59
Tableau 16 : Résultat des tests biochimiques (galerie API, test catalase , test oxydase).	60

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 14

Chapitre I. Généralités sur la tomate

I.1. Origine et historique : 3

I.2. Structure et composition de la tomate : 4

I.2.1. Eau 4

I.2.2. Sucre 5

I.2.3. Protéines 5

I.2.4. Lipides 5

I.3. Classification de la tomate 5

3.1. Classification botanique 5

3.2. Classification génétique 6

3.2.1. Variétés fixées 6

3.2.2. Variétés hybrides 6

3.3. Classification suivant la forme du fruit 6

I.4. Débat sur la qualification de la tomate 7

I.5. Exigences de la culture 8

I.5.1. Température et lumière : 8

I.5.2. Salinité : 8

I.5.3. L'eau et humidité : 8

I.5.4. Le sol :	8
I.5.5. Hygrométrie :	8
I.6. Pathologies et ravageurs de la tomate	9
I.6.1. Pathologies fongiques ou cryptogamiques	9
I.6.2. Pathologies bactérienne	9
I.7. Effets de la tomate sur la santé.....	9
I.7.1. Effet positif	9
I.7.2. Effet négatif	10
I.8. Importance de la tomate	11
I.8.1. Importance médicinale	11
I.8.2. Importance nutritionnelle	11
I.9. Importance économique de la culture de tomate.....	11
I.9.1. Production dans le monde	11
I.9.2. Production en Algérie	11

Chapitre II. Transformation industrielle de la tomate

II.1 Introduction	13
II.2 Présentation de l'unité de transformation.....	13
II.2.1. Fiche technique de l'entreprise.....	13
II.2.2. Organigramme de la société ABIDI	14
II.3. Les étapes de production de la tomate concentrée.....	15
II.3.1 Analyses physico-chimiques de la tomate en conserve	21
3.1.1 Lecture extérieure de l'emballage et étiquetage de la boîte de conserve.....	21
3.1.2 Contrôle du poids.....	22
3.1.3. Le potentiel hydrogène (pH)	22
3.1.4. Contrôle de la température	23
3.1.5. Détermination du résidu sec « Brix »	23

3.1.6. Détermination de viscosité	24
3.1.7. Détermination de l'acidité	25

Chapitre III. Matériel et méthodes

III. Les Analyses microbiologiques du concentré de tomate	28
III.1. Techniques de prélèvement et de préparations des échantillons	28
III.1.1. Prélèvement et Préparation	28
III.1.2. Préparation des dilutions décimales	29
III.1.3. Le contrôle de stabilité	29
III.1.4. L'étuvage	30
III.1.5. Examen après étuvage	30
III.2. Les méthodes d'analyses microbiologiques	30
III.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	30
III.2.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	32
III.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	32
III.2.4. Recherche des streptocoques fécaux	35
III.2.5. Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR)....	36
III.2.6. Recherche des germes pathogènes	37
<input type="checkbox"/> Recherche des salmonelles	38
<input type="checkbox"/> Recherche des staphylocoques	39
<input type="checkbox"/> Recherche des Pseudomonas	40
<input type="checkbox"/> Recherche des Shigelles	41
<input type="checkbox"/> Recherche de Vibrion cholériques	41
III.2.7. Identifications biochimiques des germes	42
2.7.1. Recherche de l'oxydase	43
2.7.2. Recherche de catalase	43
2.7.3. Galeries API	44

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Résultat et interprétation de test de stabilité	50
IV.1.1 L'aspect de l'emballage.....	51
IV.1.2 Odeur et couleur.....	51
IV.1.3 pH.....	51
IV.1.4 Modification de la flore microbienne.....	51
IV.2. Résultats des recherches microbiologiques.....	51
IV.2.1. Résultats des germes aérobies mésophiles totaux.....	51
IV.2.2. Résultats de dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux	53
IV.2.3. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	54
IV.2.4. Résultats de recherche des streptocoques fécaux.....	54
IV.2.5. Résultats des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR)	56
IV.2.6. Résultats des germes pathogènes	56
IV.2.7. Résultat des tests biochimiques (galerie API, test catalase, test oxydase)	60
Conclusion et perspectives	61

Références Bibliographiques

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction

La tomate est une plante originaire des Andes d'Amérique du Sud, introduite en Europe en 1544 sous le nom de « pomme d'or » ou « pomme d'amour » comme simple plante ornementale, son nom scientifique est *Lycopersicon esculentum* qui appartient à la famille des Solanaceae (**Naika et al, 2005**). Elle est caractérisée par une quantité importante en eau (90 à 95 %), ce qui en fait un aliment de faible contenu énergétique pour lutter contre l'obésité, riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E).

La tomate occupe depuis ces dernières décennies une place importante après la pomme de terre, elle est maintenant cultivée dans tous les pays. Sa production mondiale dépasse 7 millions de tonnes. Et comme elle est une plante saisonnière, elle est périssable alors il faut la transformer en conserves pour la garder le plus long possible.

De nos jours la transformation de la tomate est devenue l'une des plus grosses industries de transformation sur le marché.

En Algérie, la tomate représente la troisième activité agricole après les céréales et la pomme de terre. Cette activité connaît un grand essor dans l'Est Algérien, notamment dans le secteur alimentaire (sauces, jus et conserves) (**Foughali, 2021**).

Les tomates industrielles sont principalement cultivées au Nord-Est du pays. Les superficies cultivées dans les wilayas de Taref, Annaba, Guelma, Skikda, et Jijel représentent environ 85 % de la superficie totale consacrée (3 %).

Le secteur de l'alimentation doit plus que jamais apporter la preuve de la qualité et la sécurité de ses produits. Le consommateur est de plus en plus exigeant sur la qualité des aliments qu'il consomme. L'ouverture des marchés impose aux entreprises des exigences sévères en matière d'hygiène des aliments. Afin de répondre à ces exigences, les cadres de ces secteurs doivent disposer d'outils leur permettant d'évaluer les risques de développement microbien et les durées de vies de leurs produits (**Alain Branger, 2007**).

La qualité de tomate est le résultat de nombreux facteurs de production. Donc, il est important de prendre conscience que cette qualité des fruits ne se joue pas seulement de manière ponctuelle. Au contraire, on doit voir ce concept comme un processus continu, c'est-à-dire comme quelque chose qui s'élabore petit à petit au cours du développement du fruit. Pour cette raison, lorsque l'on fait face à un défaut de qualité, la recherche des causes doit tenir compte de l'ensemble des étapes de vie (développement, maturation, récolte, conditionnement...) du fruit.

Une combinaison entre les différentes caractéristiques (visuelles et internes) du fruit de tomate à savoir ; les caractéristiques organoleptiques, microbiologiques, physicochimiques et morphologiques donne naissance à sa qualité finale (**Dossou et al, 2007**).

Le but principal de notre travail est la réalisation d'un contrôle microbiologique du double concentré de tomate fabriqué au niveau de l'unité de production « Zimba » de groupe ABIDI à Guelma. Et l'évaluation de leur conformité aux normes exigées.

Ce travail s'articule autour de deux grandes parties :

1. Une étude bibliographique, organisée en deux chapitres :

- Le premier chapitre présente des généralités sur la tomate
- Le second chapitre présente la société de « ABIDI conserverie » où a été réalisé notre stage de fin d'étude, avec le suivi de processus de fabrication de tomate concentré.

2. Une étude expérimentale, organisée en deux chapitres :

- Le troisième chapitre est consacré à la présentation de la méthodologie et du matériel utilisés aux différents analyses et contrôles réalisés au sein du laboratoire de l'université.
- Le quatrième chapitre illustre les résultats obtenus, leurs interprétations et discussions.

Etude bibliographique

Chapitre I. Généralités sur la tomate

I.1. Origine et historique :

Etymologiquement, le mot tomate est une déformation du mot inca Tomalt et le mot Lycopersicum qui signifie en latin "Pêche de loup", appellation peu alléchante à laquelle on a ajouté au XVIIIe siècle l'adjectif esculentum à cause des propriétés gustatives de ce légume fruit (Naika et al, 2005).

La tomate est une plante herbacée annuelle. Elle est de la même famille que les pommes de terre, les aubergines, les poivrons. 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 (Mtcthg, 2009).

La tomate « Lycopersicon esculentum » originaire d'Amérique du sud fut domestiquée au Mexique. En 1544, elle est Introduite en Espagne en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et en Moyen Orient (Shankara et al, 2005).

En 1905, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région ouest (Oran) puis elle s'étendit vers le centre (Latigui, 1984).

Les principaux pays producteurs de tomate dans le monde sont exprimés dans la figure ci-dessous :

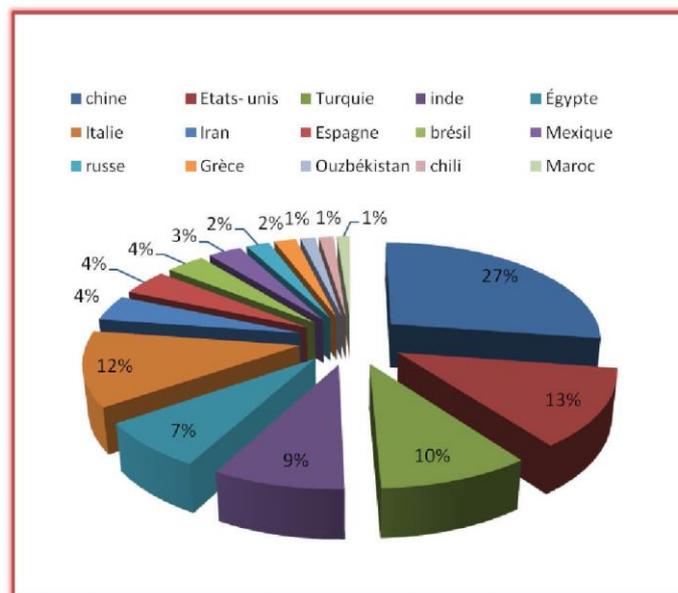


Figure 1: Les principaux pays producteurs de tomate dans le monde (1997-2007) (F.A.O, 2009).

I.2. Structure et composition de la tomate :

La texture est la résultante de propriétés liées à la chair (péricarpe), à la présence du gel contenu dans les loges du fruit et à l'épaisseur ou l'élasticité de la peau. La tomate est un fruit dont la composition interne n'est pas homogène. Des notions de fermeté, fondant et jutosité concernent la chair. Le gel joue un grand rôle dans la sensation générale des tomates juteuses (Navez et al, 2009).

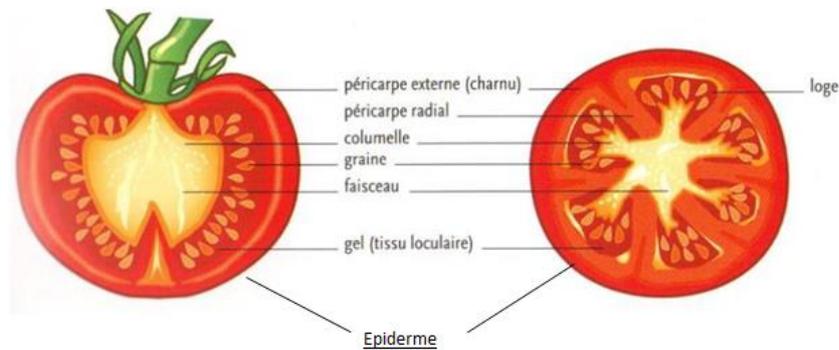


Figure 2 : Structure d'un fruit de tomate. (CTIFL, 01-06-2021)

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

Une tomate mûre est composée d'environ 90 % d'eau, soit 5 à 10 % de matière sèche environ la moitié de la matière sèche est composée de sucres (glucose et fructose essentiellement), un quart d'acides organiques, d'acides aminés, de minéraux et des lipides. Et un quart de protéines, pectines, cellulose et hémicellulose.

Ce produit est un aliment très riche en eau et très pauvre en calories (18 kcals pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E). Ses antioxydants en font un formidable rempart contre les infections (Dominique D, Alain P, 2021).

Tableau 1 : Composition de la tomate fraîche. (Cotte, 2000)

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

I.2.1. Eau

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

I.2.2. 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 M et al, 1982).

I.2.3. 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 (Alhag Dow M, 2006).

I.2.4. 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 (Degrou, 2013).

I.3. Classification de la tomate

Sa classification est faite sous plusieurs caractères :

3.1. Classification botanique

Le nom du genre "Lycopersicon" est gréco-latin, ce qui signifie "pêche au loup et la partie "esculentum" du nom final de l'espèce vient du latin, ce qui signifie "comestible". Cette comestibilité n'a rien à voir avec les feuilles, et cela n'a rien à voir avec les jeunes fruits verts, car ils contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine). Ceux-ci ont disparu du fruit au cours de mûrissement (Blancard et al, 2009).

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

Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solnales
Famille	Solanaceae
Genre	Lycopersicum
Espèce	Esculentum Miller

3.2. 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 :

3.2.1. 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**).

3.2.2. 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**).

3.3. Classification suivant la forme du fruit

Il existe des milliers de variétés de tomates. En Europe, 3580 variétés sont maintenues et commercialisées, dont 442 en France. Il existe quatre grandes familles classées suivant la taille de leurs fruits : les tomates à gros fruits (100g et plus), les tomates cocktail à fruits moyens (entre 30 et 50g). Les tomates cerises à petits fruits (15 à 20g) et enfin les tomates groseilles à très petits fruits (moins de 15g) (fig.03) (**Bureaux, 2013**).

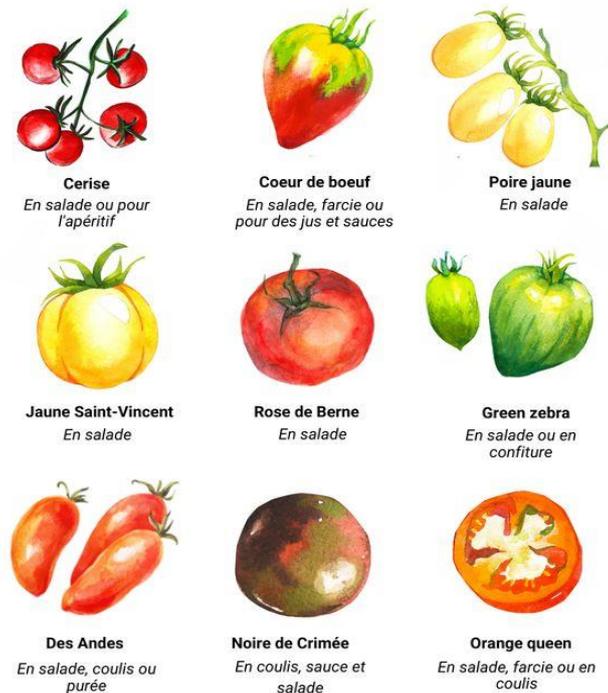


Figure 3 : formes principales de fruits de tomates. (1)

I.4. Débat sur la qualification de la tomate

Au sens botanique, la tomate est un fruit. La partie que l'on consomme correspond en effet à la description d'un fruit, soit : un organe végétal issu de la transformation de l'ovaire d'une fleur après la fécondation. Si la notion de fruit peut surprendre, c'est sans doute associé au fait que la majorité des fruits ont une saveur sucrée, une caractéristique variable dans le cas de la tomate (**Michaud, 2018**).

Mais la tomate est un légume au sens culinaire et commercial. Elle est cuisinée et consommée la plupart du temps comme un légume (bien qu'il soit possible d'en faire une confiture). De plus, sur le marché commercial, elle est reconnue officiellement comme faisant partie des légumes (**Michaud, 2018**).

La controverse « fruit ou légume » a pris racine aux États-Unis, en mai 1893, alors que la tomate était légalement reconnue comme un légume à la suite d'un jugement de la cour suprême. Celui-ci invoquait des raisons commerciales du fait que la tomate était consommée comme un légume. A ce titre, on pouvait lui appliquer des droits de douane alors que les fruits en étaient exemptés.

Au potager, on désigne parfois la tomate comme étant un légume-fruit pour préciser le fait que c'est la partie fruit qui est consommée. Parmi les légumes fruits, existent également l'aubergine, le poivron, le piment, le concombre et les courges. Les autres catégories sont les légumes-racines (comme la carotte), les légumes-feuilles (la laitue), les légumes-fleurs (le brocoli) et les légumes-

graines (le haricot). Bref que l'on désigne la tomate comme un fruit, un légume ou légume-fruit, on ne se trompe jamais vraiment !.

I.5. Exigences de la culture

I.5.1. Température et 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, 2016).

I.5.2. 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, 2016).

I.5.3. L'eau et 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, 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.5.5. Hygrométrie :

Un taux d'humidité élevé peut causer des problèmes dans les serres car il favorise l'établissement de nombreux champignons et bactéries pathogènes. Cependant, un taux d'humidité trop faible à cause de l'arrivée d'air froid et sec dans la serre en hiver stressera encore plus les plants. L'humidité atmosphérique doit être de 76% lors de la germination, 75-80% durant l'élevage des plantes, 70-80% lors du développement des fruits (Hamidouche et al, 2013).

I.6. Pathologies et ravageurs de la tomate

I.6.1. Pathologies fongiques ou cryptogamiques

Ce sont des maladies causées par des champignons. Les plus connues et les plus dommageables en zone tropicale sont : l'alternariose, la fusariose, la cladosporiose, la septoriose, la verticilliose, la stemphylliose et le mildiou. On observe aussi des maladies au stade pépinière, tels que les fontes de semis qui cause de nombreux morts de plantules. Ces détriments sont plus importants en période chaude et humide. La lutte recommandée est l'utilisation de grains traités à base de produit fongicide (manèbe, zinèbe, ou sulfate de zinc). En outre, il est conseillé de désinfecter le sol avec un désinfectant chimique ou un traitement à la vapeur. (Blancards, 2009).

I.6.2. Pathologies bactérienne

De nombreuses bactéries peuvent attaquer les racines des plantes de tomate en Côte d'Ivoire. L'espèce la plus connue est *Ralstonia Solanacearum*. Cette dernière, fréquente chez les solanacées, est responsable du flétrissement bactérien qui est un facteur limitant de la production de tomate sous les tropiques. La maladie se manifeste par un flétrissement général de la plante dû à l'obstruction des canaux conducteur de sève depuis les racines. La fanaison commence par les feuilles et au bout de 4 à 6 h, la plante entière est flétrie à cause de la vitesse de multiplication des bactéries (Biekre, 2013).

I.6.3. Maladies virales

Plusieurs maladies virales s'observent sur la tomate. Les symptômes d'infection se manifestent généralement sur les feuilles. Ce sont des marbrures, des enroulements, des déformations, des taches ou des dessèchements de folioles dans certains cas. Les maladies qui sont dues à des virus ne sont pas tellement importantes dans la culture de tomate excepté celle du virus de la mosaïque du tabac (Tabacco Mosaïque Virus TMV) qui provoque l'apparition d'une mosaïque à zones claires et foncées sur les feuilles. Ces virus se transmettent par simple contact de même que par les semences et les débris végétaux laissés dans le sol. La TMV n'est pas transmis par les insectes. La lutte contre la maladie repose sur la mise en œuvre des mesures d'hygiène culturale (désinfection des semences, rotation des manipulations (Blancards, 2009).

I.7. Effets de la tomate sur la santé

I.7.1. Effet positif

Les caractéristiques de la tomate en font un aliment de choix pour la santé. De fait, les bienfaits d'une consommation régulière de tomates sont nombreux du fait que la tomate est peu calorique tout en étant nutritive, elle contribue à maintenir un poids santé. De plus, les fibres qu'elle contient

stimulent le transit intestinal (pourvu que l'on consomme le fruit en entier avec la peau) (**Michaud, 2018**).

Mais c'est la présence des caroténoïdes, notamment le lycopène, qui vaut à la tomate de faire partie des « aliments fonctionnels ». Les caroténoïdes, dont le lycopène, auraient des propriétés antioxydantes, c'est-à-dire qu'ils protégeraient les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres (**Michaud, 2018**).

Plusieurs études ont révélé que la consommation régulière de lycopène inclus dans les produits de la tomate pourrait contribuer à prévenir certains cancers, plus particulièrement le cancer de la prostate. D'ailleurs, selon le docteur Richard Béliveau : « La tomate est la meilleure amie de la prostate ». On présume également que le lycopène prévient les maladies cardiovasculaires en diminuant le cholestérol.

En outre, le lycopène pourrait être aussi efficace pour neutraliser les radicaux libres produits par l'action des rayons ultraviolets (UV) sur la ce qui aurait pour effet de contribuer à ralentir le vieillissement de la peau causé par l'exposition au soleil. Le lycopène s'absorbe plus efficacement lorsque les tomates sont transformées en sauce. D'une part, la sauce contient une forte concentration de lycopène, d'autre part, les températures élevées modifient la structure du lycopène et le rendent plus assimilable. Enfin, le lycopène étant liposoluble, son absorption par l'intestin est améliorée par la présence d'huile (**Michaud, 2018**).

Certaines personnes peuvent présenter des signes d'intolérance ou d'allergie à la tomate. Celles qui ont des problèmes gastriques ou œsophagiens doivent porter une attention spéciale à la consommation de tomates. Quant aux problèmes d'allergie, heureusement, les symptômes parfois réversibles (**Michaud, 2018**).

I.7.2. Effet négatif

La plante contient dans tous ses organes de l' α -tomatine, glyco-alcaloïde astéroïdal toxique, proche de la solanine de la pomme de terre, et qui peut présenter un danger pour le bétail. La tomatine a des propriétés antibiotiques et antifongiques sa teneur est faible pour les fruits murs de l'ordre de 0,03 à 0,08 mg.100g⁻¹ et nettement plus élevée pour les fruits immatures, de 0,9 à 55 mg.100g⁻¹ sans danger toutefois pour la consommation humaine (**Yousfi, 2018**).

La consommation de tomates, en particulier de tomates crues, peut provoquer chez certaines personnes des indispositions en raison de la présence de saponines et solanine, et des réactions allergiques, pouvant aller jusqu'à un choc anaphylactique. Ce phénomène relativement rare d'allergie alimentaire est dû à la présence dans les tomates mûres de protéines de liaison avec les immunoglobulines E, dont le taux tends augmenter avec le mûrissement du fruit (**Yousfi, 2018**).

I.8. Importance de la tomate

I.8.1. Importance médicinale

Le rôle médicinal 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.

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 (3,5 mg/125g de tomate) (**Khelifi et al, 2015**).

I.8.2. Importance nutritionnelle

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 19k 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) (**Khelifi et al, 2015**).

I.9. Importance économique de la culture de tomate

I.9.1. Production 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 5ème position, l'Egypte avec 7 943 000 tonnes (2).

I.9.2. Production 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 (3).

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 (Bouzid et al, 2013).

Tableau 2 : Les superficies, les productions et les rendements de la tomate dans les principales wilayas productives de la tomate industrielle en Algérie (2009). (Bouzid et al, 2013)

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	183,7
Chelf	490	108 000	220,4

Chapitre II. Transformation industrielle de la tomate

II.1 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. » (Chloé, 2014).

Dans ce chapitre nous présenterons la chaîne de fabrication du concentré de tomate dans l'unité de production « Zimba ».

II.2 Présentation de l'unité de transformation

L'usine ZIMBA est une entreprise familiale du groupe ABIDI, créée en 2000 et située dans la zone industrielle de la commune de Belkheir Wilaya de Guelma, près de la route nationale 80 menant à Sedrata ; elle compte environ 400 employés dans divers domaines (Foughali, 2021).

L'unité fabrique le concentré de tomate à base de la tomate fraîche depuis le mois d'août 2010. Sa capacité de production est de 450 t/jour de tomate fraîche. L'approvisionnement en tomate se fait auprès de 140 agriculteurs. Sa capacité a été augmentée avec la réalisation d'une deuxième chaîne de 600t/jour à partir du mois d'août 2016. Les produits, soigneusement développés par cette conserverie sont simple et double concentré de tomate, la confiture et les piments (Harissa) (Bennacer, 2018).

II.2.1. Fiche technique de l'entreprise

Tableau 3 : Fiche technique de l'entreprise.

Raison sociale	Les conserves ABIDI
Siège sociale	Zone industrielle Guelma
Forme Juridique	Société SARL
Date d'activité	2002
Superficie de l'usine	4100 m² et 700m² pour la production ; 2900 pour stockage
Adresse	Route de SADRATA BP 26 BELKHEIR – wilaya de GUELMA.
Tel	+213.30.72.22.22

E-mail	ABIDI GUELMA@Yahoo.fr
Capacité de production	Concentré de tomate : 450 Tonne/Jour Confiture : 150 Tonne/Jour Harissa : 350 Tonne/Jour
Chiffre d'affaires	6930698 74
Identifiant fiscal	001024038282176

II.2.2. Organigramme de la société ABIDI

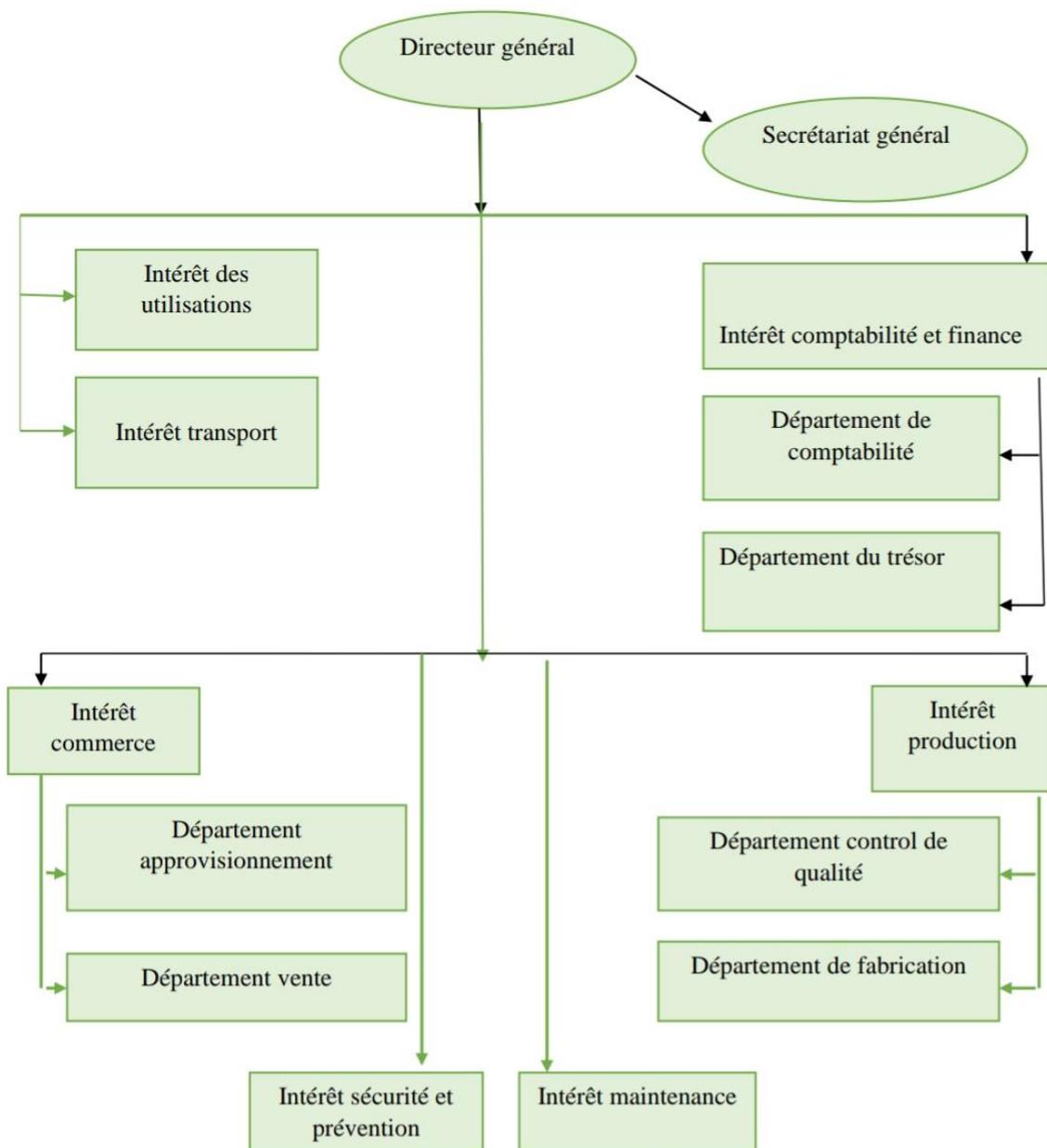


Figure 4 : Organigramme de la société ABIDI.

II.3. Les étapes de production de la tomate concentrée



Figure 5 : Unité de production de tomates. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

❖ Récolte et transport

Le processus de récolte se fait à la main après la pleine maturité des tomates, puis transporté dans des camions dans des meilleures conditions.

❖ Réception

Lors de la réception des camions, les tomates sont soumises à un contrôle par le laboratoire, 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 lots contenant les fruits présentant une teinte jaune, et des zones vertes sont mis de côté jusqu'à ce qu'ils aient atteint une couleur rouge plus uniforme. Les fruits rouges entrent immédiatement en fabrication. Seuls les produits conformes aux normes en vigueur sont acceptés.



Figure 6 : Réception de la matière première. (Photo prise par Merabet F Zahra 15-02-2023)

❖ Déchargement (nettoyage et lavage)

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.



Figure 7 : Déchargement et lavage de la tomate fraîche. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

Le département de lavage contient un grand bassin et un tunnel sous terre ; le bassin permettant d'effectuer le 1er lavage. En effet les tomates sont déchargées des trois différentes lignes et reçoivent le 1er 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 2ème 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 (**Tebbakh, 2020**)

Le lavage a pour but d'éliminer les contaminations microbiennes celles aux tomates et les résidus des produits antiparasitaires peuvent être présents. Un pré-lavage est d'abord effectué pour débarrasser la matière première des boues, germes superficiels et autres déchets provenant des champs (**Douafer, 2022**).

❖ Triage

Après lavage, les tomates subissent un dernier tri visuel. Elles sont acheminées vers la chaîne de tirage où elles ont rincé au moyen des douches d'eau chaud (rinçage – douche) triés automatiquement pour enlever les tomates détériorées ainsi que les feuilles ou autres impuretés résiduelles (élimination des corps étrangers résiduels de grandes tailles tels que les tiges et les pierres). C'est aussi le processus qui consiste à séparer les bonnes tomates de celles qui ont été rejetées en raison de leur état physiologique. Celles qui ne sont pas assez mûres seront rejetés.



Figure 8 : Triage de la tomate. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

❖ Broyage et l'extraction de jus

Le complexe ABIDI possède deux types de moulins : l'un est d'origine italienne et l'autre d'origine chinoise. Le broyeur utilisé (fig.09) est équipé de plusieurs lames très tranchantes et d'un rotor à moteur électrique, les tomates sont insérées dans le broyeur 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.



Figure 9 : Broyeur de tomate. (Photo prise par Boughida Maissa 06-02-2023)

❖ Préchauffage

Il a pour but de chauffer la tomate broyée avec la vapeur d'eau chaude afin de faciliter la séparation de la peau et l'extraction du jus dans un milieu contrôlé. La température est voisine de 70°C. Ce réchauffage a pour but de :

- Faciliter la séparation de la peau.
- Inactiver les enzymes.
- Chasser l'air se trouvant au-dessus du produit et le remplacer par la vapeur d'eau.
- Faciliter le tamisage.

❖ Le tamisage et raffinage

Après une courte durée du préchauffage, presque deux minutes, la pulpe est transférée à l'aide d'une pompe vers la passoire pour l'obtention du jus de tomate après élimination de la peau et des graines. Le raffinage se déroule dans une raffineuse constituée d'une série de tamis dont le diamètre des perforations est différent. La pulpe de tomate est introduite à l'intérieur à l'aide de pales tournant à grande vitesse dont l'effet est de forcer le jus à travers les perforations du tamis pour retenir les particules les plus grosses.

Le jus de tomate doit être envoyé à l'aide de gravitation dans un récipient collecteur ou il est réservé pendant une courte durée jusqu'à ce qu'il soit pompé au concentrateur.

❖ La concentration

Le jus passe dans un évaporateur pour l'extraction d'eau, cette opération permet de prolonger la durée de conservation de la tomate en éliminant la quantité d'eau active à l'origine du volume et des coûts de stockage.

Le jus de tomate raffiné est concentré par évaporation sous vide partiel dans des évaporateurs à multiples effets, à l'avantage de prévenir le brunissement et d'améliorer le transfert de chaleur. Par ailleurs, d'autres procédés tel que l'osmose inverse et la cryodessiccation sont utilisés dans la production des concentrés de tomates.

❖ Pasteurisation

La pasteurisation est une étape préparatoire avant la stérilisation. Le produit est porté à une température de 90°C à 95°C. Elle permet la destruction de tous les germes pathogènes et l'élimination de la population microbienne qui pourrait être dans le produit concentré (Dogui, 2016).

La pâte de tomate est ensuite aspirée de l'évaporateur vers la remplisseuse, qui est constituée d'un tank de réception de la pâte de tomate, d'un échangeur de chaleur tubulaire de pasteurisation et d'un tube de circulation.

❖ Remplissage et sertissage

Le concentré pasteurisé passe aux opérations de dosage, de remplissage et de sertissage des boîtes métalliques. Les boîtes sitôt remplies et serties (avec une sertisseuse) sont retournées pour assurer la pasteurisation de l'espace libre et la partie intérieure du couvercle ; de cette façon aucun développement de moisissures n'est à craindre.

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 boites passent vers l'imprimante pour étamper la date de fabrication, la date de péremption, le numéro du lot et l'heure (4).



Figure 10 : Sertisseuse. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)



Figure 11 : Dateur. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

❖ Stérilisation des boîtes

Le but de ce procédé est de bloquer les enzymes et tous les micro-organismes et bactéries, il est effectué à une température comprise entre 100°C et 110°C pour un temps suffisant d'environ 30 minutes ; cela se fait en soumettant les boites emballées à une stérilisation humide dans un autoclave contenant de l'eau chaude à 90°C ; puis un refroidissement brusque à 25°C avec une circulation des boites et enfin sortie du produit frais.

Ce processus dépend de deux pompes :

- Petite pompe avec une pression de 100 bars,
- Grande pompe (pompe à piston) à 200 bars.

❖ Séchage

A la sortie du refroidisseur, le concentré de tomate peut être refroidi rapidement pour éviter la détérioration du goût et de la couleur et il est possible soit de pratiquer le refroidissement à l'air libre pour les caisses empilées pour permettre une bonne circulation de l'air soit par de l'eau chlorée par immersion et pulvérisation.

❖ Le conditionnement et emballage

Après le refroidissement des boites qui durent quelques secondes, on passe au conditionnement pour emballer les boites de tomates dans des cartons plastifiés, pour faciliter le transport sur les lieux de stockage ou les lieux de vente (marché...).

❖ Le stockage

Les produits finis étiquetés seront stockés dans un endroit frais et à l'abri de la lumière dans un dépôt séparé de celui des matières premières fraîches, puis à être distribué. Le produit fini doit être

mis en observation pendant 15 jours avant de sortir de l'usine, afin de s'assurer de sa capacité de conservation.

Le processus total avec ses 12 étapes est schématisé ci-dessous :

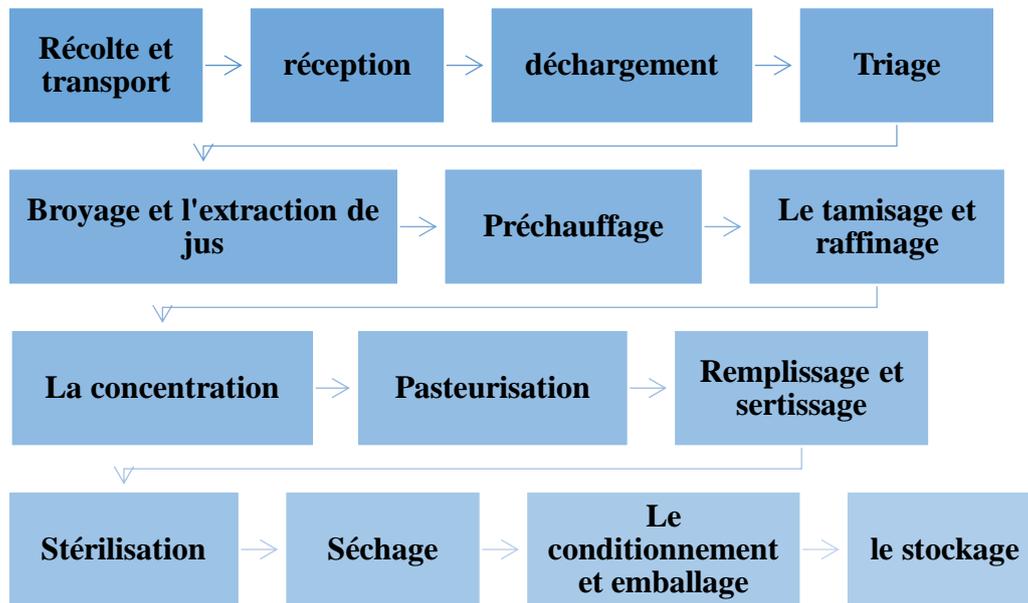


Figure 12 : Diagramme de fabrication du double concentré de tomates.

II.3.1 Analyses physico-chimiques de la tomate en conserve

Cette présente étude expérimentale consiste à suivre la mesure des paramètres physicochimiques, et de stabilité du produit fini au niveau d'usine.

Le laboratoire est un local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées, destiné à contrôler le produit au cours des différentes étapes de la fabrication, il doit être un secteur très actif au sein de l'unité pour éviter toutes questions sur la qualité du produit.

Selon notre stage chez l'entreprise du groupe ABIDI les paramètres qu'ils effectuent sont les suivants :

3.1.1 Lecture extérieure de l'emballage et étiquetage de la boîte de conserve

Une conserve alimentaire présente un certain nombre d'information qu'il faudra contrôler avant de procéder aux analyses physicochimiques ou microbiologiques. Nous citerons :

Les mentions informatives obligatoires :

- Nom du produit – Dénomination de vente – Marque
- Composition – Liste des ingrédients – Allergènes possibles présents (quantitatif)

- Poids net ou volume net
- Catégorie de produit et concentration minimale (Extrait sec ou Brix)
- Date de fabrication
- Date d'expiration (DLUO pour les conserves appertisées d'origine végétale à $\text{pH} < 4,5$)
- Numéro de lot
- Nom de l'usine de production et les coordonnées postales (adresse, téléphone, fax mail, site web)
- Lieu d'origine (pays d'origine si importée)

Le type d'emballage utilisé est aussi soigneusement noté selon ses caractéristiques.

3.1.2 Contrôle du poids

Peser un objet c'est mesurer la masse d'un objet avec une balance. D'une façon générale :

- La tare : c'est le « poids » de l'emballage (ou du contenant).
- Le « **poids net** » est celui du produit (on doit dire : « **masse nette** »).
- Le « **poids brut** » est celui du produit emballé (on doit dire : « **masse brute** »).

❖ Mode opératoire

- On pèse la boîte du produit fini (tomate).
- On prend la boîte vide et on la pèse.
- On fait la soustraction des deux poids.

3.1.3. Le potentiel hydrogène (pH)

Il exprime si la tomate est acide ou alcaline. Il n'a pas de signification hygiénique, mais il représente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de la tomate. Il définit en outre l'appartenance du produit aux différentes catégories de conserves classées selon le pH soit $= 4,5$ ou $> 4,5$.

Le pH de la tomate en double concentré doit se situer entre 4,20 et 4,50. Il ne doit en aucun cas aller au-delà de 4,60.

La détermination du pH des dérivés de tomates s'effectue électro-métriquement à l'aide d'un pH-mètre (fig.13).

❖ Mode opératoire

- Les boîtes de tomate sont d'abord ramenées à température ambiante (20-25°C).
- La mesure du pH est effectuée sur la purée de tomate par immersion directe de la sonde dans la purée. Une homogénéisation préalable du contenu de la boîte s'effectue à l'aide d'une spatule métallique.
- Le pH-mètre est calibré à l'aide des solutions tampons.

- La température du produit est mesurée au moyen d'un thermomètre et l'instrument est ajusté à cette température. Le pH est indiqué directement par l'appareil.



Figure 13 : pH-mètre de paillasse avant et après conservation. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

3.1.4. Contrôle de la température

Pour le produit fini (boîte après refroidissement), on mesure la température après l'ouverture d'une boîte de tomate rempile à la surface et au centre de la boîte grâce à un thermomètre. On attend que la valeur affichée dans l'écran soit stabilisée. (fig.14)

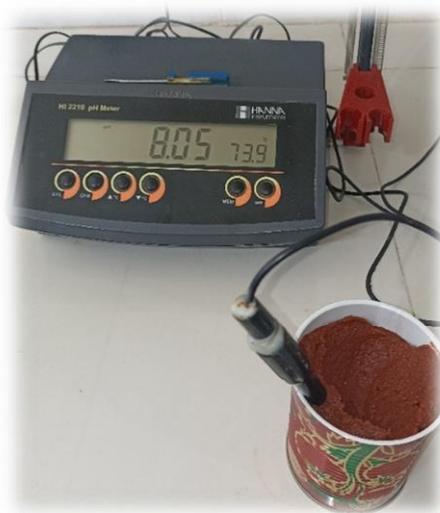


Figure 14 : Mesure de température de la tomate. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

3.1.5. Détermination du résidu sec « Brix »

Le Brix est le principal paramètre technologique dans les concentrés de tomate. Il représente le degré concentration du jus de tomate. Ce paramètre fait l'objet d'une réglementation très stricte (JORA, 1997).

Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé.

- Un réfractomètre, muni d'une échelle graduée indiquant l'indice de réfraction .

❖ Mode opératoire

- Amener la solution d'essai ou l'échantillon à une température proche de celle de mesurage,
- Mélanger l'échantillon afin de le rendre homogène,
- Placer environ 10 grammes du produit au centre d'un carré de toile, rassembler 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,
- Laisser tomber quelques gouttes sur le prisme de mesure du réfractomètre ; rabattre le prisme d'éclairage sur le prisme de mesure en le pressant bien contre ce dernier, et procéder à la lecture,
- Amener la ligne divisant les zones claire et foncée de la surface du champ de vision à l'intersection des fils du réticule et lire la valeur de l'indice de réfraction ou le pourcentage en masse de saccharose, selon l'appareil utilisé.
- L'expression du résultat doit se faire en pourcentage de matière sèche soluble ou Brix.

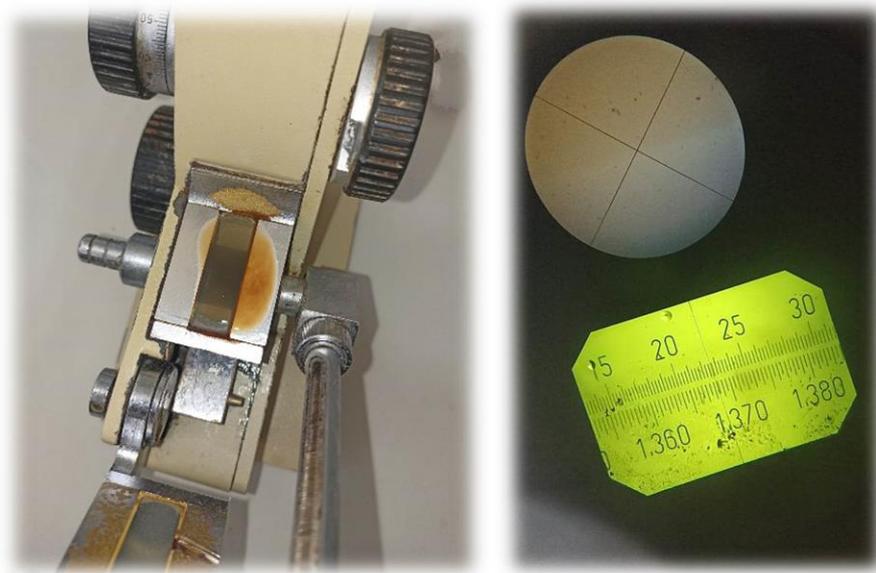


Figure 15 : Mesure résidu sec « Brix » de la tomate. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

3.1.6. Détermination de viscosité

Pour tous les échantillons (échantillons aux cours de la production et du produit fini), la viscosité est déterminée à l'aide d'un Consistomètre de Bostwick, à une température ambiante de 20°C à 12,5% Brix. La lecture s'effectue après 30 secondes.

❖ Mode opératoire

- On localise les deux vis à l'arrière de l'appareil jusqu'à ce que la bulle du niveau à bulle placée sur le devant de l'appareil soit centrée. On ferme la porte du compartiment.
- On verse l'échantillon à évaluer dans le compartiment et on évacue le surplus à l'aide d'une spatule.
- On libère le produit en pressant vers le bas le bras de levier. On laisse s'écouler le produit le long de la pente pendant 30 secondes.
- On examine la distance parcourue par le produit le long de la pente durant ces 30 secondes. La pente est munie de graduations indiquant la distance parcourue en centimètres. On enregistre cette valeur comme étant la consistance de ce produit.
- On nettoie le Consistomètre de Bostwick et on sèche convenablement l'appareil avant de le réutiliser.

3.1.7. Détermination de l'acidité

Ce test permet la détermination de la quantité d'acides présents dans les produits à analyser (acidité naturelle + acidité développée), reflétant ainsi les composés acides d'une solution. L'acidité nous renseigne sur l'état du produit : sur la gravité des altérations microbiologiques.

Le but de cette analyse est de mesurer approximativement la teneur totale du produit en acide naturels par un dosage basique avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1Molaire.

❖ Mode opératoire

- On pèse 10 g de produit dans un bêcher en verre, puis on ajoute 100 ml d'eau distillée,
- On agite bien le mélange et on le transvase dans une fiole de 200 ml, et on ajuste à 200 ml avec de l'eau distillée, on agite encore puis on filtre (fig.15),
- On prélève 50 ml du filtrat, on le met dans un bêcher de 1 litre,
- On dilue avec 300 ml d'eau distillée, et on met deux à trois gouttes de phénolphtaléine,
- On titre avec la soude (NaOH) jusqu'à changement de la teinte rose persistant (fig. 15),
- On met en marche l'agitateur, et on ajoute goutte à goutte de la soude à l'aide d'une burette,
- Lorsqu'il y'a un changement de couleur, on ajoute une goutte et on arrête, On note le volume versé de la soude v. L'acidité est donnée par la formule suivante ;

$$\text{Acidité} = (1400 \times V) / (50 \times \text{Brix})$$



Figure 16 : Filtration et titrage avec NaOH. (Photo prise par Merabet F Zahra 06-02-2023)

Etude expérimentale

Chapitre III. Matériel et méthodes

Objectif de ce travail

Ce contrôle a pour but d'apprécier la qualité microbiologique des conserves. Il permet au laboratoire de se prononcer sur la présence éventuelle ou l'absence de micro-organismes dans le concentré de tomate, et dans le cas positif, d'en déterminer le motif du rejet mais aussi d'expliquer et de situer l'origine de la contamination.

III : Les Analyses microbiologiques du concentré de tomate

Les conserves sont des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale, périssable, mais dont la conservation est assurée par l'emploi combiné :

➤ D'un conditionnement dans un récipient étanche aux liquides et aux gaz pour toute température <55°C.

➤ D'un traitement par la chaleur qui vise :

De détruire ou d'inhiber totalement les enzymes qui pourraient agir sur le produit

De détruire ou d'inhiber totalement les micro-organismes ou leurs toxines.

Ainsi traitées, les conserves sont des denrées pouvant se conserver longtemps puisqu'il n'y a aucun élément susceptible de les altérer. Elles doivent rester stables pendant au moins 8 jours à 37°C et même 8 jours à 55°C pour les conserves destinées aux pays chaud.

III.1. Techniques de prélèvement et de préparations des échantillons

III.1.1. Prélèvement et Préparation

Pour effectuer l'analyse microbiologique, il faudra suivre des étapes suivantes :

- Étape préliminaire : préparation du poste de travail, du matériel et des produits.
- Organisation de la paillasse : il faudra tout d'abord localiser la zone de manipulation, la désinfecter et allumer le bec bunsen, rassembler les produits et matériel (boites de pétri, pipettes, tubes, ...) et enfin référencer les boites de pétri, les tubes et flacons (tout le matériel doit être stérile).
- L'échantillonnage : au cours de la conservation de la boîte de tomate par réfrigération

l'échantillonnage est fait en 6 temps différents :

✚ Premier échantillonnage (T₀) : 26 février 2023 (T₀ le temps d'ouverture de la boîte à une température ambiante)

✚ Deuxième échantillonnage (T₁) : 28 février 2023

✚ Troisième échantillonnage (T₂) : 05 mars 2023

✚ Quatrième échantillonnage (T₃) : 07 mars 2023

✚ Cinquième échantillonnage (T₄) : 12 mars 2023

✚ Sixième échantillonnage (T₅) : 14 mars 2023

- La solution mère est préparée dans des conditions aseptiques à partir d'un échantillon de 25g de produit (tomates concentrées) et homogénéisée avec 225ml d'eau distillée. La solution mère est considérée comme la 10^{-1} .

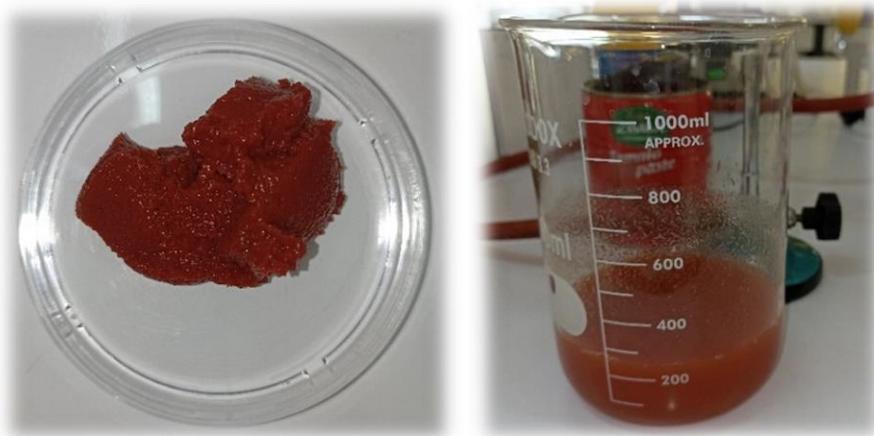


Figure 17 : Préparation de la Solution mère. (Photo prise par Merabet F Zahra 26-02-2023)

III.1.2. Préparation des dilutions décimales

Les dilutions sont effectuées en cascades à partir de la solution mère 10^{-1} . Elles sont en fonction de la nature du produit et varient entre 10^{-1} et 10^{-4} afin de faciliter le dénombrement.

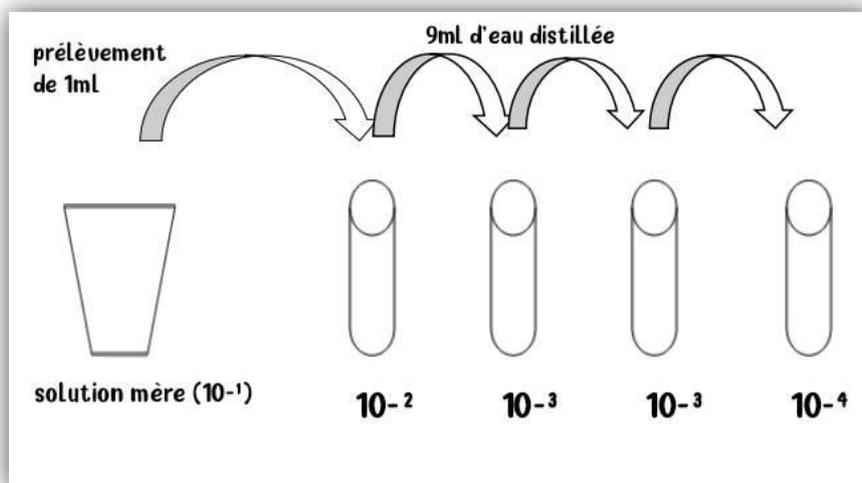


Figure 18 : Préparation des dilutions décimales.

III.1.3. Le contrôle de stabilité

Il s'agit d'un contrôle simplifié permettant l'analyse du plus grand nombre d'échantillon. Le contrôle de stabilité a fait l'objet d'une normalisation par l'AFNOR :

- La norme **NF V 08-402** concernant le contrôle de stabilité des conserves de pH inférieur à 4.5.

Le contrôle consiste à soumettre un échantillon de la conserve à un étuvage puis à vérifier que cette incubation n'a pas apporté de transformations notables par rapport à un témoin non étuvé.

III.1.4. L'étuvage

On choisit pour l'étuvage des conserves dont l'emballage est normal, ne présentant aucun défaut apparent ni bombement ni fuites ni flocage.

Selon le **JORA N° 35 de 27 Mai 1998**, ce test consisté à :

Prendre 3 boîtes de la même série, la première comme un témoin à la température ambiante (20 à 25°C), la deuxième étuvé à 37°C et la troisième, étuvé à 55°C.

Laisser les boîtes 7 jours dans leur étuve.

Le 8ème jour, le pH des boîtes étuvés est comparé à celui du témoin, plus la variation est de 0.5 unités, le pH indique la présence d'une activité bactérienne.

III.1.5. Examen après étuvage (NF V 08-402)

Lorsque le délai d'incubation est écoulé, les conserves sont stabilisées à température ambiante. On examine ensuite :

L'aspect de l'emballage, on notera la présence éventuelle de bombement, de fuites ou de flocages.

Examen du produit (odeur, couleur...) mais sans goûter.

Le pH : sur le produit directement s'il est homogène, sur un broyat dans le cas où le produit est hétérogène.

La variation de la flore microbienne : Le rapport du nombre de micro-organismes dénombrés dans les boîtes étuvées et dans les boîtes non étuvées (témoins) doit être inférieur à 100 UFC.

III.2. Les méthodes d'analyses microbiologiques

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**).

III.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

❖ Mode opératoire

- À 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, ensemencement en masse 1ml de chaque dilution dans le milieu PCA préalablement fondue dans un bain-marie puis refroidie à 45°C (fig.18).

- 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 solidifier sur la paillasse.

- Incuber les boîtes préparées couvercles en bas, dans l'étuve à 30°C pendant 72 h avec :

- 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 :

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

- 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.

❖ Lecture

Après la période d'incubation spécifiée, déterminez quelles boîtes contiennent des colonies des formes lenticulaires. Si nous remarquons une invasion rapide des colonies dans des boîtes, comptez les colonies après 24 heures, puis à nouveau jusqu'à 72 heures (NF V 08-011).

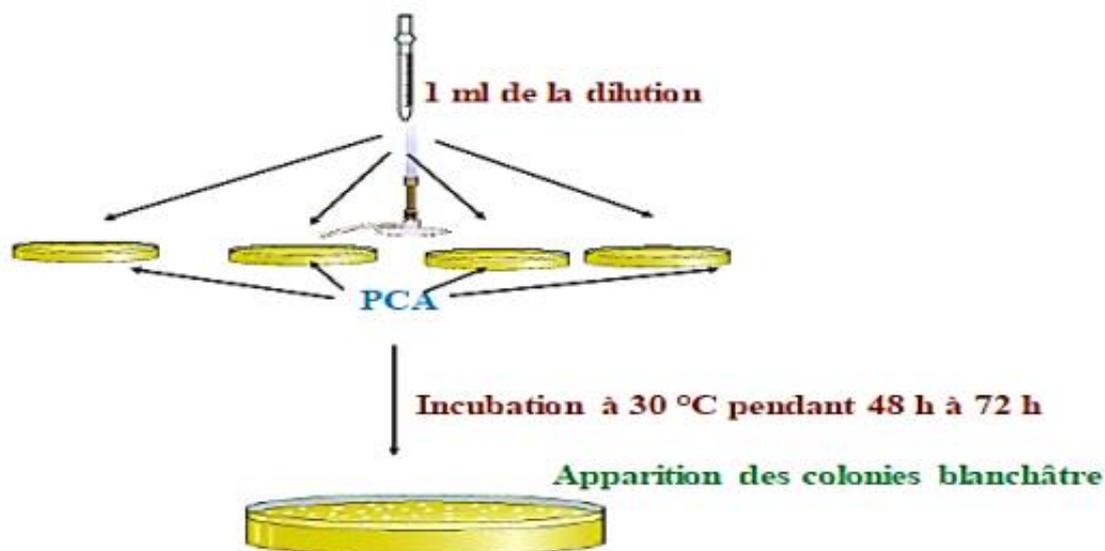


Figure 19 : Recherche des germes aérobies mésophiles totaux. (Personnel)

III.2.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

❖ Principe

Le milieu sélectif utilisé doit renfermer une substance inhibant le développement des bactéries. Ce milieu est la gélose glucosée à l'oxytétracycline (**OGA**).

❖ Ensemencement

Dans une boîte de pétri contient de la gélose OGA, transférer à l'aide d'une pipette stérile 4 gouttes de la première dilution décimale (10^{-1}), procéder de la même façon avec les dilutions suivantes en utilisant une nouvelle pipette stérile à chaque dilution décimale.

- Etaler le liquide sur la surface de la boîte de gélose avec une pipette râteau stérile.

❖ Incubation

Incuber les boîtes préparées couvercles en bas à température ambiante pendant trois à cinq jours.

❖ Lecture

Le dénombrement se fait pour les colonies de levures à part et les colonies de moisissures à part.

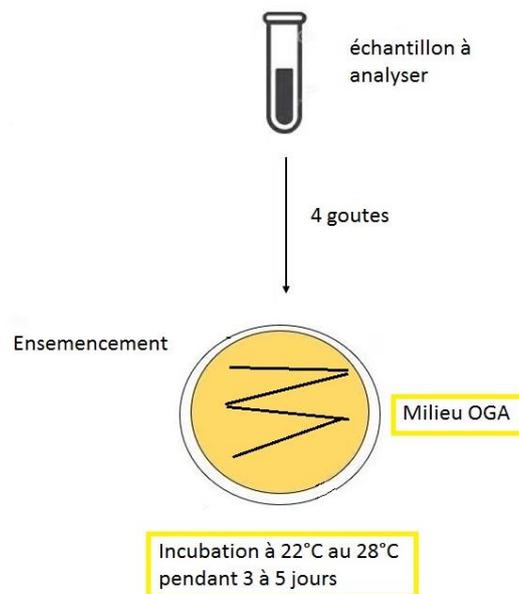


Figure 20 : Recherche des levures et moisissures. (Personnel)

III.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

❖ Définition

Les coliformes sont des bacilles à gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs non sporulés, oxydase négatif, se multiplient en présence de sels biliaries, fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48h à 37°C. Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à 44°C. Les coliformes sont recherchés dans les aliments car ils sont de bons marqueurs de l'hygiène fécaux.

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C (Derghoum Net *al*, 2021).

❖ Principe

Le principe de cette méthode consiste à ensemercer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon et / ou de dilutions de celui-ci, dans des tubes de milieu de culture liquide conçu pour permettre la croissance d'un microorganisme ou d'un groupe de microorganismes qui se traduit par l'apparition d'un trouble du milieu après incubation. Elle se fait en deux étapes consécutives :

✚ Test de présomption

Réservé à la recherche des coliformes, à partir les dilutions décimales (10^{-1} et 10^{-3}) porté aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham ;
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham ;
- 3 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures, seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

❖ Lecture

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

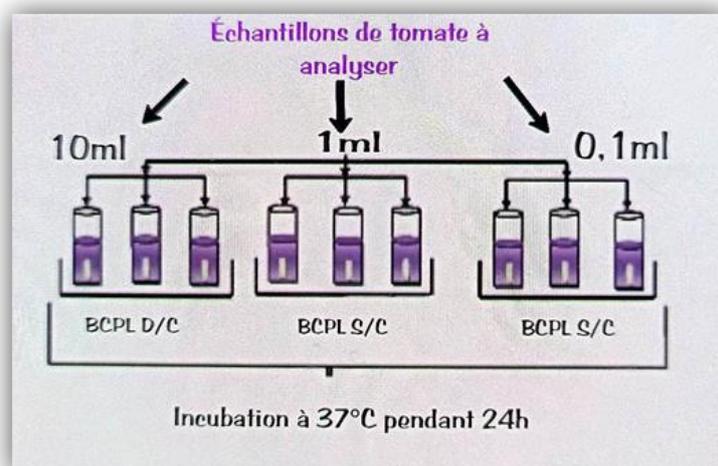


Figure 21 : Protocol de recherche et dénombrement des coliformes. (Personnel)

Test de confirmation

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzi est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia Coli*. Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche. Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 44°C pendant 24 h.

❖ Lecture

Les résultats sont considérés comme positifs, les tubes présentant :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (fig.23) (Hadji F. 2020).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

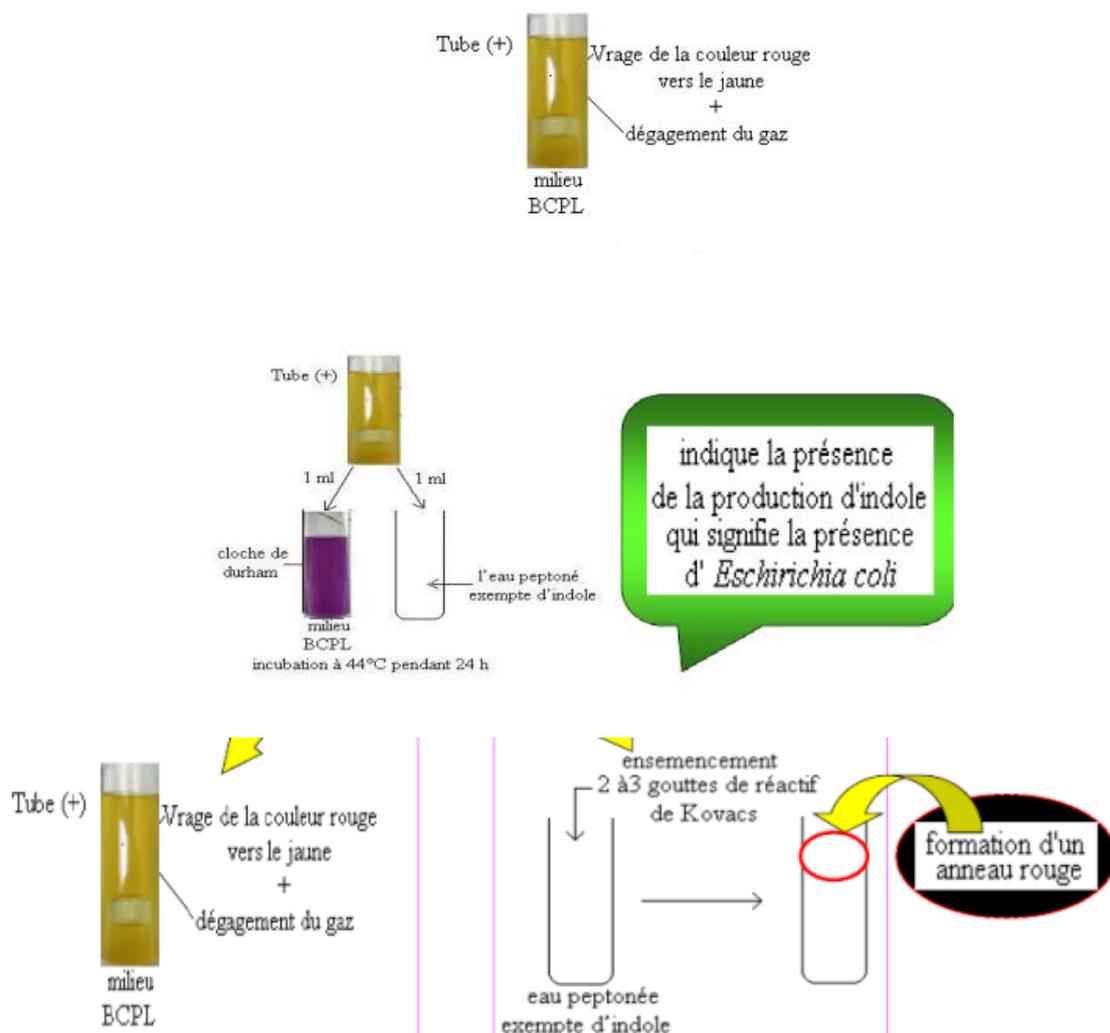


Figure 22 : Test de confirmation. (Recherche des coliformes fécaux)

Exemple: Dénombrement des coliformes en BcpL +cloche à 30°C Tube+ = tube présentant de la culture et du gaz			
	10 ml	1 ml	0,1 ml
Groupement des résultats	+++	++-	+--
Nombre correspondant	3	2	1

Figure 23 : Exemple de lecture après 48 heures. (Personnel)

- Grouper en nombre de 3 chiffres la suite des chiffres obtenue, en commençant par le chiffre obtenu pour la plus faible dilution. Dans l'exemple : 321.
- Choisir le nombre le plus grand possible et si possible inférieur à 330 (car cela correspond à une meilleure répartition dans les dilutions). Lire la valeur correspondante n dans la table.

En déduire :

$$C \text{ bactéries} = \frac{n}{(\text{valeur de la dilution correspondant au premier chiffre})}$$

Dans l'exemple : choisir 321, n = 15 dans la table d'où $C = \frac{15}{10^{-1}} = 150$ conformes par cm³.

III.2.4. Recherche des streptocoques fécaux

Les streptocoques sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé.

❖ Mode opératoire

- Leur recherche se fait sur le milieu Rothe répartie dans des tubes à essai (fig.24).
- A partir des dilutions, porter aseptiquement :
 - 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C.
 - 3 fois 1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
 - 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- Bien mélanger et l'inoculum puis incuber à température de 37°C pendant 24h à 48h.
- Le test est noté positif quand il y a apparition d'un trouble microbien dans le milieu Rothe.
- Test de confirmation si le test de présomption est positif, un repiquage sur milieu Eva Litsky est effectué.

- L'incubation des tubes est réalisée à 37°C pendant 24h.

❖ Lecture

Le test positif se traduit par trouble microbien est une pastille violette (blanchâtre) ; il y a au moins présence d'un streptocoque fécale.

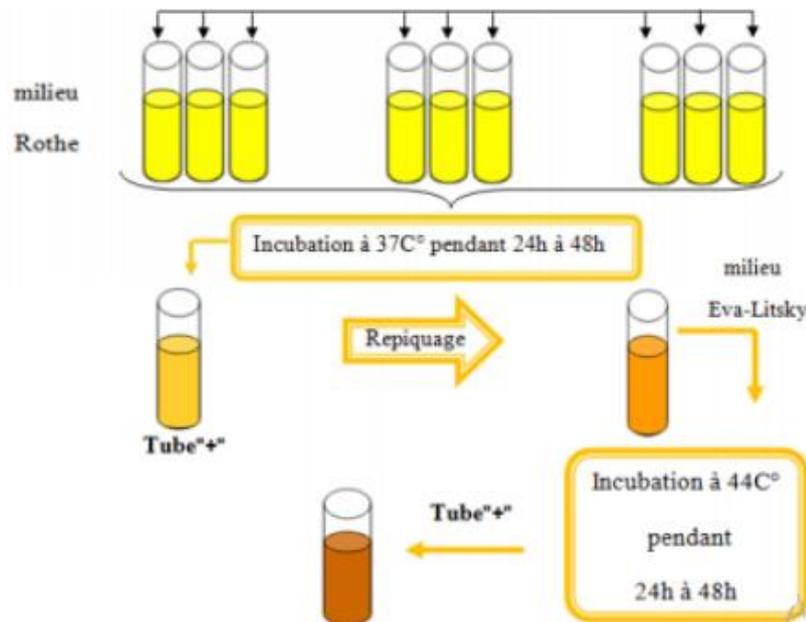


Figure 24 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux. (Chouacha, 2021)

III.2.5. Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR)

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose viande de foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (Lebres, 2006).

❖ 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 est 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. (Éviter l'introduction de l'oxygène). 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

Le dénombrement se fait pour toute colonie noire entourée d'un halo noir exprimée nombre de spores.

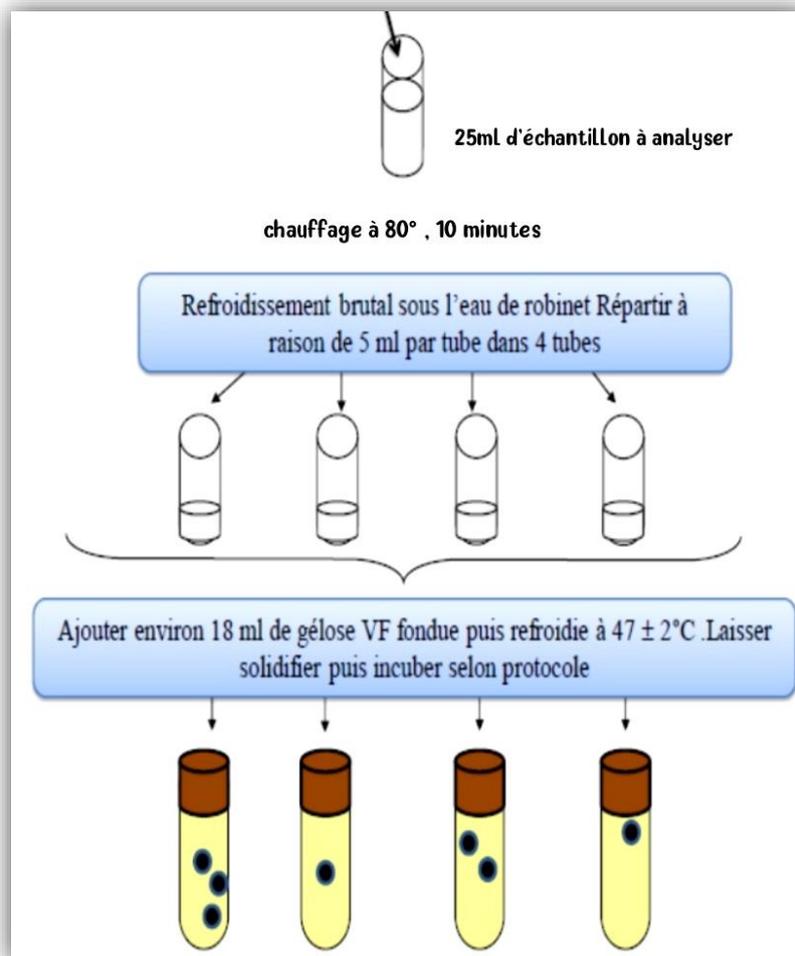


Figure 25 : Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices.
(Personnel)

III.2.6. Recherche des germes pathogènes

Les germes recherchés sont choisis, dans les limites des moyens disponibles. Les germes recherchés sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholérique*, *Shigella*, *Pseudomonas aeruginosa*. Les milieux utilisés sont : Mac Conkey, Gélose Salmonella-Shigella (SS), Hektoen, Chapman, GNAB, Cétrimide, King A, et King B.

▪ 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.

L'identification d'entérobactéries pathogènes repose sur le non utilisation des glucides présents dans le milieu.

La gélose SS est un milieu d'isolement des Salmonelles et des Shigelles qui sont des entérobactéries pathogènes formant ainsi de petites colonies lisses à contours réguliers, pigmentées en vert à centre noir.

Les Salmonelles se divisent en deux grands groupes : les mineures et les majeures qui sont hautement pathogènes.

❖ Mode opératoire

Enrichissement : Effectuer un enrichissement dans un tube contenant 9 ml de milieu SFB, Ajouter 1 ml d'échantillon à analyser (dilution 10^{-3}) et incuber 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 : L'ensemencement se fait par des stries avec une pipette pasteur après avoir coulé la gélose Salmonella-Shigella (S-S), puis incubé à 37°C pendant 24 heures (fig.26).

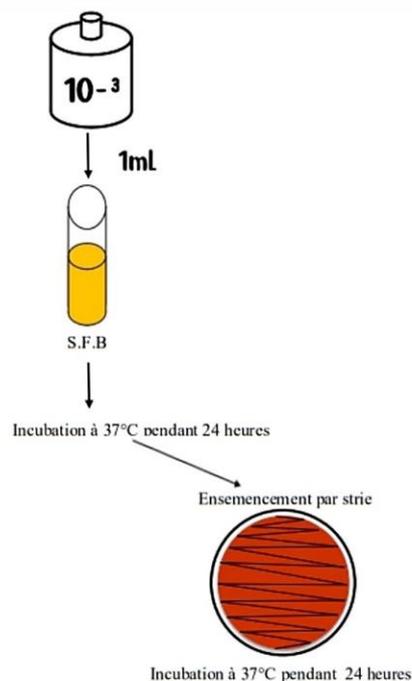


Figure 26 : Protocole de recherche et identification des Salmonelles. (Personnel)

▪ Recherche des staphylocoques

Les Staphylocoques sont des cocci à Gram positive, très répandus dans la nature (air, eau, sol) et vivent souvent à l'état commensal sur la peau et les muqueuses des humains et des animaux. Le genre *Staphylococcus* est constitué de plusieurs espèces dont les principaux : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus Intermedius*. (Bouteldja et al, 2016).

❖ Mode opératoire

Le milieu de Chapman est caractérisé par sa forte concentration en chlorure de sodium ce qui permet un isolement sélectif des staphylococcus.

La fermentation du mannitol est indiquée par le virage au jaune de l'indicateur coloré (le rouge de phénol) autour des colonies.

- À partir de dilution décimale 10^{-3} et à l'aide d'une pipette pasteur stérile, porte 2 gouttes et ensemercer sur une boîte de milieu Chapman. Incuber à 37 °C pendant 24h (fig.27).

❖ Lecture

- Les colonies de *Staphylococcus aureus* s'entourent d'un halo jaune du 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, 2001).

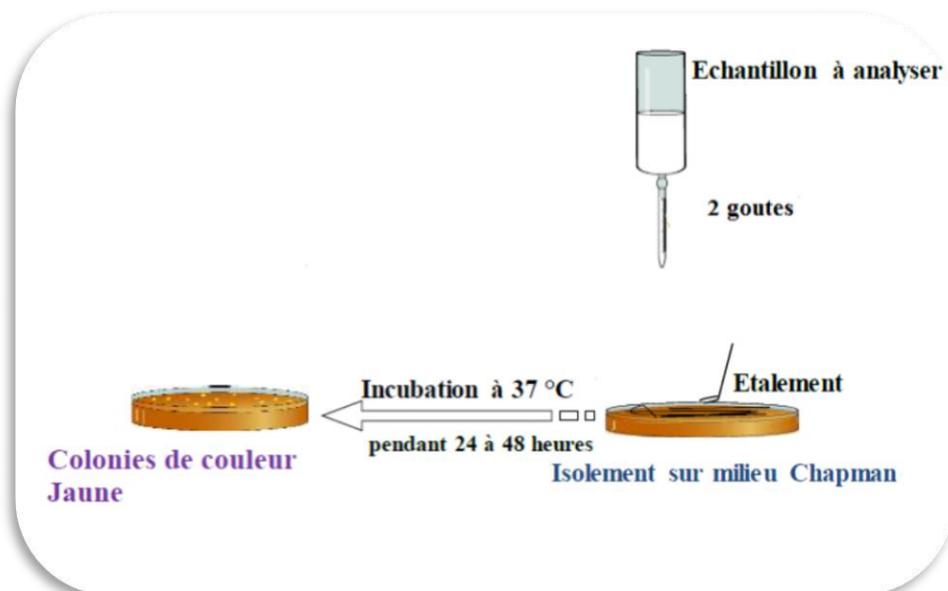


Figure 27 : Protocole de recherche de *Staphylococcus*. (Personnel)

▪ Recherche des Pseudomonas

On entend par Pseudomonas une bactérie qui se présente sous forme de bacille à Gram négatif possédant l'enzyme oxydase et capable de produire de l'ammoniac à partir de l'acétamide et de dégrader pas le lactose (Rejsek, 2002).

❖ Mode opératoire

A partir de dilution décimale 10^{-3} et à l'aide d'une pipette pasteur stérile, porter aseptiquement 2 gouttes et ensemercer à la surface de gélose cétrimide, puis les incubent à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 18 à 24 h. (fig.28)

❖ Lecture

Considéré comme colonie caractéristique toute colonie présentant une fluorescence, du fait de la sélectivité du milieu Cétrimide. Les colonies de Pseudomonas apparaissent souvent de grandes tailles (1-3mm), à bord irréguliers, lisses régulières et bombées (Hadji F, 2020)

❖ Identification

Sur le milieu King A se fait la recherche de la pyocyanine, pigment bleu caractéristique de Pseudomonas responsable de la teinte bleue intense des milieux de culture. Alors que la recherche de la pyoverdine se fait sur King B. C'est une teinte vert fluorescent se trouve chez *P. fluorescens* (Hadji F, 2020).

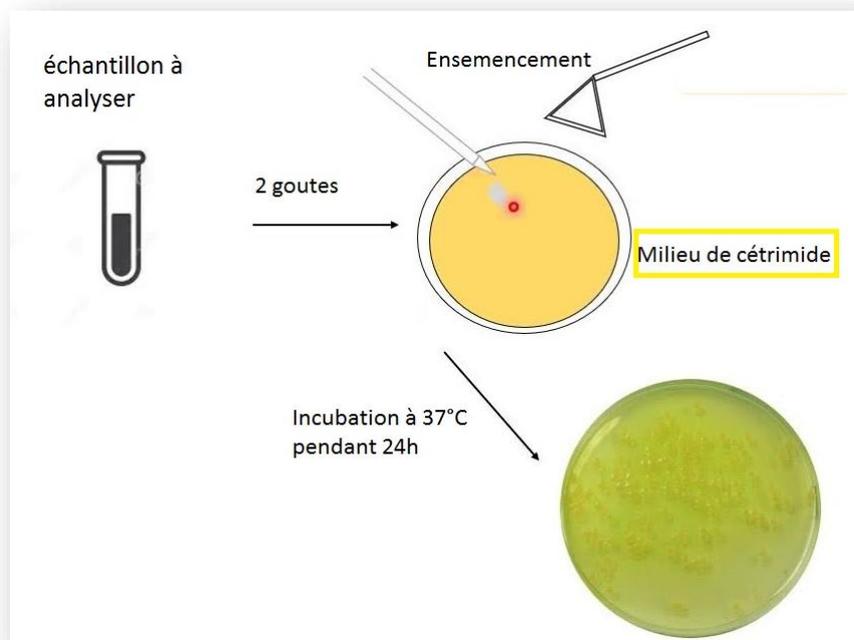


Figure 28 : Protocole de recherche de *Pseudomonas*. (Personnel)

▪ Recherche des Shigelles

Les Shigelles (genre *Shigella*) sont des Enterobacteriaceae rencontrées exclusivement chez l'homme. Elles ne font partie d'aucune flore commensale chez l'homme, elles sont toutes pathogènes et spécifiques du tube digestif éliminées par les selles et dispersés dans les sols et les eaux où elles ne survivent que peu de temps.

Morphologiquement, ce sont des bacilles Gram négatifs, immobiles ; dépourvus de spores et de capsules très proches du *E. coli* (Berche et al, 1988).

❖ Culture

À partir de dilution décimale 10^{-3} porter aseptiquement 2 gouttes et l'étaler à la surface de Gélose Mac Conkey, Gélose salmonella-Shigella (SS) et Gélose Hektoen, puis les incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 18 à 24 h, et après sont identifiés par les deux tests *catalase et *oxydase (fig.29).

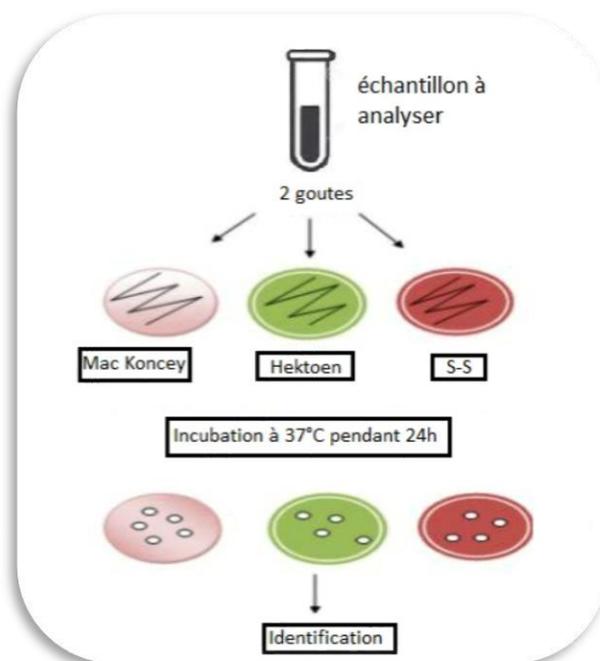


Figure 29 : Protocole de recherche des Shigelles. (Personnel)

▪ Recherche de Vibriion cholériques

Les Vibriion sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droit, mobiles et aérophiles, Gram (-) et oxydase positif, aéro-anaérobies facultatifs, fermentant le glucose sans production de gaz. Ils sont plus ou moins basophiles (pH 8.5 à 9), halophiles ou halotolérantes suivant les espèces.

La recherche de vibriocholerae se fait sur milieu d'enrichissement eau peptonée alcaline (EPA) et le repiquage sur gélose nutritive alcaline biliée GNAB.

Les colonies de vibriion sont fines, plate, transparente et blanches sur gélose GNAB (Hadji F, 2020).

❖ Mode opératoire

• **Etape 1 :** L'enrichissement primaire s'effectue sur le milieu eau peptonée alcaline (EPA), contenue dans des tubes de 9ml ; auquel 5ml des dilutions à analyser (10^{-3}), les tubes ensuite incubés à 37°C pendant 24 heures.

• **Etape 2 :** Une fois les boîtes de pétris sont coulées ; avec de la gélose GNAB, s'assurer aussi de l'étiquetage des boîtes, les tubes incubés qui représentent l'enrichissement feront l'objet d'un isolement sur milieu gélosé GNAB, dont le prélèvement sera effectué à partir de la surface du milieu (EPA). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

• **Etape 3 :** Après incubation ; la boîte de gélose GNAB subira une lecture en tenant compte du fait que les vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses, transparentes et très caractéristique. (fig.30) (Labres et al, 2008)

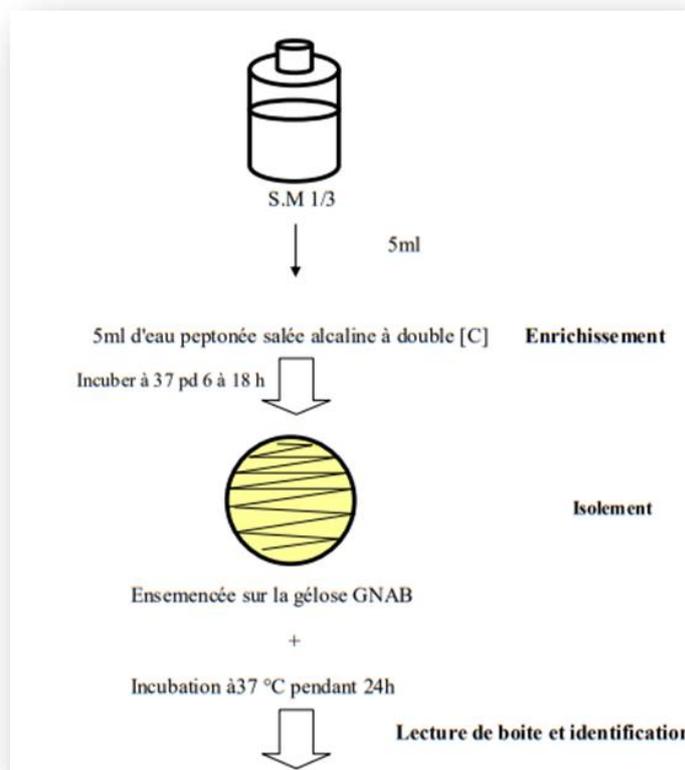


Figure 30 : Protocole de recherche de *Vibrio cholerae*.

III.2.7. Identifications biochimiques des germes

L'identification est basée essentiellement sur :

1. Test oxydase
2. Test catalase
3. Galeries API

2.7.1. Recherche de l'oxydase

Le terme d'oxydase désigne une enzyme recherchée en bactériologie systématique. La présence d'oxydase serait liée à celle dans la chaîne respiratoire du complexe enzymatique IV : cytochrome-oxydase (Carbonnelle et Kouyoumdjian, 1998).

Ce test est à la base de l'identification des bactéries Gram (-).

❖ Le principe

Ce test permet de mettre en évidence une enzyme : le phényle diamine oxydase des bactéries à partir de leur culture en milieu gélosé. Cette enzyme est capable d'oxyder un réactif : le N diméthylparaphénylène diamine.

Ce réactif est incolore et en présence de l'enzyme, il libère un composé rose-rouge, noircissant à l'air.

Réactif incolore ——— phénylènediamine oxydase ——— composé rosé.

❖ La technique

Le réactif peut se trouver sous deux formes :

- Soit en solution : sur une lame de verre, déposer un carré de papier filtre et l'imbiber d'une solution fraîchement préparée de réactif.
- Soit sous la forme d'un disque pré-imbibé par le réactif. Dans les deux cas, écraser avec une effilure de pipette pasteur une colonie de germes à étudier sur ce papier (instrument n'oxydant pas le réactif) (fig.31) (Amira W, 2008).
- La Lecture
- Si la colonie prend une teinte violette le germe possède une oxydase, le test est positif.
- Si la colonie reste incolore le germe ne possède pas d'oxydase, le test est négatif (Delarras, 2014).

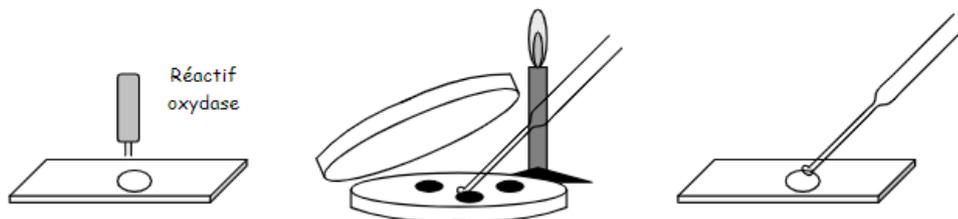


Figure 31 : Recherche d'oxydase. (Alia et al, 2018)

2.7.2. Recherche de catalase

La catalase est un produit métabolique toxique pour les bactéries. Pour se faire, on ajoute une goutte de peroxyde d'hydrogène 30% (H_2O_2) à la colonie placée sur une lame de microscope. On remarque une production de bulle (libération de gaz) lorsque la réaction est positive. Ce test sert

notamment à différencier les bactéries de la famille des *Micrococaceae* (Staphylococcus) catalase (+) de celle des (*Streptococaceae*) catalase (-) (Delarras, 2003).

❖ Le principe

Cet enzyme permet la dégradation de l'eau oxygénée à l'eau et oxygène libre qui se dégage sous forme gazeuse selon la réaction suivante :



Ce test est à la base de l'identification de bactéries Gram (+).

❖ La technique

Sur une lame porte-objet, nous avons déposé une goutte d'eau oxygénée (H_2O_2) et nous avons ajouté une dose de bactéries prélevées à partir du milieu gélosé de la souche (fig.32).

❖ La lecture

Si un dégagement de bulles de gaz (oxygène) apparaît le teste dit positif (Delarras, 2003).

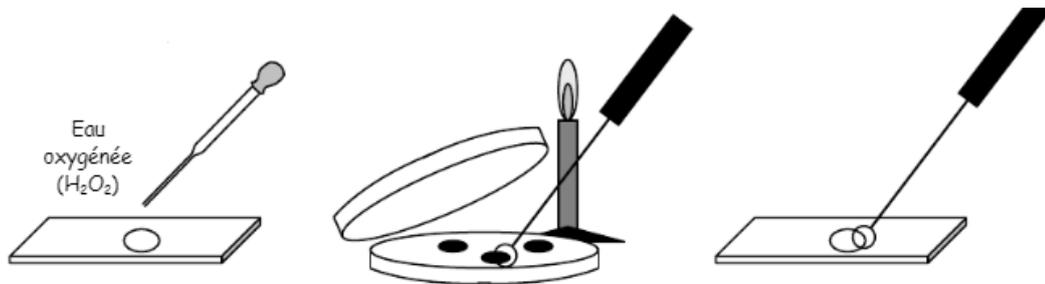


Figure 32 : Technique de catalase. (Alia S et al, 2018)

2.7.3. Galeries API

a. Galerie API 20 E

API 20 E est un système standardisé pour l'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux, comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés, ainsi qu'une base de données. La liste complète des bactéries qu'il est possible d'identifier avec ce système est présente dans le tableau d'identification en fin de notice.

❖ Principe

La galerie API 20 E comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés, les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

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.

❖ Préparation de la galerie

- Prenez une seule colonie isolée (à partir d'une culture pure) et faites une suspension bactérienne dans de l'eau distillée stérile (0,5 McFarland).
- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide. Puis déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation.
- Prenez une pipette pasteur et remplissez ces compartiments avec la suspension bactérienne comme suite (fig.33) :

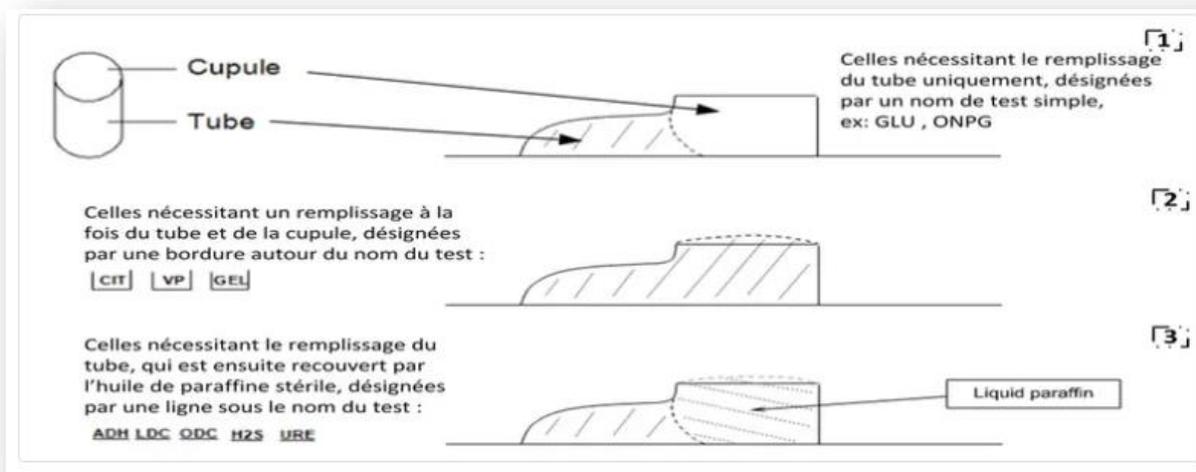


Figure 33 : Préparation de la galerie API 20E. (5)

- Incubation à 37°C pendant 18 à 24 heures.
- Après incubation ajouter les réactifs comme suit :

Tableau 4 : Les réactifs à ajouter aux API 20E.

Puits	Réactif
TDA	Une goutte de réactif TDA
IND	Une goutte de réactif de James ou Kovacs
VP	Une goutte de réactif de VP1 puis VP2

- La lecture de ces réactions (positives ou négatives) se fait en fonction des variations de couleurs (fig.34)

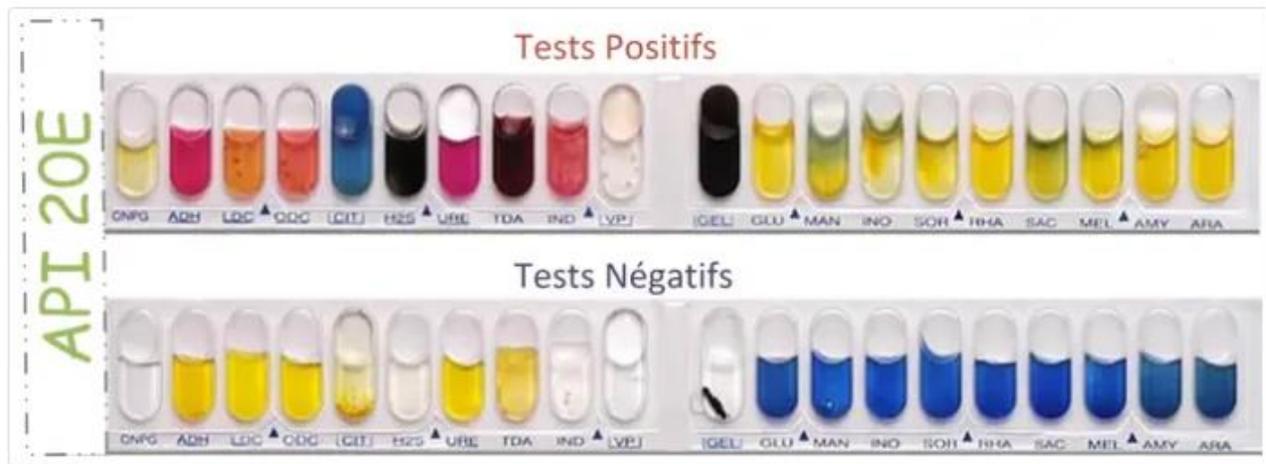


Figure 34 : API 20E positive vs négative. (5)

b. Galerie API 20 NE

API 20 NE est un système standardisé pour l'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux (ex. *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Vibrio*, *Aeromonas*, etc.) combinant 8 tests conventionnels, 12 tests d'assimilation, et une base de données. La liste complète des bactéries qu'il est possible d'identifier avec ce système est présente dans le tableau d'identification en fin de notice.

❖ Préparation de la galerie

- Prenez une seule colonie isolée (à partir d'une culture pure) et faites une suspension bactérienne dans de l'eau distillée stérile (0,5 McFarland).
- Répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Inscrive les références de la souche bactérienne sur la languette latérale de la boîte (+ date et initiales de l'opérateur).

❖ Inoculation de la galerie

- Remplir uniquement les tubes des tests (et non les cupules) NO3 à PNPG avec la suspension bactérienne. Eviter la formation de bulles.
- Créer une anaérobiose dans les tests GLU, ADH, URE en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.
- Remplir les micro-cupules des tests GLU à PAC.
- Remplir tubes et cupules des tests GLU à PAC en veillant à créer un niveau horizontal ou légèrement convexe, mais jamais concave.
- Refermer la boîte d'incubation et la placer dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

- Après incubation ajouter les réactifs comme suit :

Tableau 5 : Les réactifs à ajouter aux API 20 NE.

Puits	Réactifs
NO₃	Une goutte de réactif NIT 1 puis NIT 2
TRP	Une goutte de réactif de James

❖ Tests d'assimilation

- Observer la pousse bactérienne. Une cupule trouble indique une réaction positive, des pousses d'intensité intermédiaire peuvent être observées et notées F ou ±.
- Une fois cette lecture effectuée, ré-identification doit être pratiquée comme indiqué au paragraphe "interprétation".
- Une ré-incubation est nécessaire dans les cas suivants
- Faible discrimination
- Profil inacceptable ou profil douteux



Figure 35 : API 20NE positive vs négative. (5)

c. Galerie API Staph

API Staph est un système standardisé pour l'identification des genres *Staphylococcus*, *Micrococcus* et *Kocuria* comprenant des tests biochimiques miniaturisés ainsi qu'une base de données. La liste complète des bactéries qu'il est possible d'identifier avec ce système est présente dans le tableau d'identification en fin de notice.

❖ Inoculation de la galerie

- A l'aide d'une pipette, remplir les tubes de la galerie. Ne remplir que les tubes et non les cupules, sans dépasser le niveau du tube. Pour éviter la formation de bulles au fond des tubes, poser la pointe de la pipette sur le côté de la cupule, en inclinant légèrement la boîte d'incubation vers l'avant.

- Créer une anaérobiose dans les tests ADH et URE en remplissant leur cupule d'huile de paraffine pour former un ménisque convexe.
- Incuber à 36°C ± 2°C pendant 18-24 heures.

Après incubation, lire les réactions conformément au tableau de lecture en ajoutant 1 goutte de chacun des réactifs suivants :

Tableau 6 : Les réactifs à ajouter aux API Staph.

Puits	Réactif
VP	Une goutte de réactif de VP1 puis VP2
NIT	Une goutte de réactif de NIT 1 puis NIT 2
Pal	Une goutte de ZYM A et ZYM B



Figure 36: API Staph positive vs négative. (5)

Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Résultat et interprétation de test de stabilité

Avant de procéder au contrôle de stabilité, il est impérativement important de lire l'étiquetage de chaque boîte de conserve et noter toutes les informations nécessaires concernant : le poids net, la date de fabrication/expiration et la concentration (Brix). Toutes nos informations sont exprimées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Représente les principales informations de l'étiquetage des échantillons.

Echantillons	Concentration	Date de	
		Fabrication/	Date d'Expiration
A	28-30%	09/01/2023	08/01/2025
		09/01/2023	08/01/2025
B	28-30%	09/01/2023	08/01/2025
		09/01/2023	08/01/2025
Témoin	28-30%	09/01/2023	08/01/2025
		09/01/2023	08/01/2025

Les conserves de concentré de tomate sont dites stables si elles ne présentent pas :

- Des modifications de l'aspect de l'emballage et du produit après étuvage (odeur désagréable, bombage, micro fuites).
- Des variations du pH par rapport au témoin ne doivent pas dépasser 0,5 unité.
- Des variations de la flore microbienne du point de vue quantitatif et qualitatif.

Tableau 8 : Résultats du test de stabilité.

Echantillons Critères	Témoin non étuvé à 20° C	Etuvage à 37° C	Etuvage à 55° C
	pH	4,30	4,20
Flore microbienne	Abs	Abs	Abs
Aspect de l'emballage	Abs	Abs	Abs
Odeur et couleur	Abs	Abs	Abs

IV.1.1 L'aspect de l'emballage

Il s'avère que les échantillons ne présentent ni bombage, ni micro fuite par conséquent, les boites sont préservées normales. Il faut noter aussi qu'aucune modification sur l'aspect de l'emballage par rapport au témoin non étuvé n'a été remarquée, ce qui signifie une stabilité du produit.

IV.1.2 Odeur et couleur

Les boites étuvées ne présentent aucune odeur désagréable, et elles ont préservé leur couleur, cela signifie une absence des Clostridium sulfito-réducteurs qui sont responsables du bombage des boites et d'odeur indésirable.

IV.1.3 pH

La variation des valeurs de pH obtenue est comprise entre 0,09 à 0,3 unités, ce qui est conforme à la norme du journal officiel de l'année 1998 ($\leq 0,5$ unités pH/Témoin).

IV.1.4 Modification de la flore microbienne

Le dénombrement de la flore microbienne des boites étuvées comparées à la boite témoin non étuvée montre que le rapport $\frac{N}{N0}$ est inférieur à 100. Ce qui présente la stabilité de la flore microbienne dans les boites étuvées.

De ce fait, ce produit ne présente pas un risque pour la santé publique.

IV.2. Résultats des recherches microbiologiques

Pour confirmer qu'un aliment détient une certaine assurance qualité en ce qui a trait à la santé du consommateur il est important de comparer les résultats des tests microbiologiques trouvés aux normes décrivent par le Conseil Canadien des Normes (N°131).

Dans le cadre du produit objet de l'étude il y avait donc certaine susceptibilité de trouver les germes totaux aérobies mésophiles et les champignons (levures et moisissures).

Les analyses microbiologiques des six dilutions de tomates ont montré la présence des microorganismes dans tous les dilutions, dont le taux de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) est abondant par rapport aux autres microorganismes, et l'absence de quelques microorganismes pathogènes recherchés.

IV.2.1. Résultats des germes aérobies mésophiles totaux

Le tableau ci-dessous exprime le nombre des germes aérobies mésophiles totaux sur six échantillons pris dans différents temps.

Tableau 9 : Nombres des germes comptabilisés des germes aérobies mésophiles totaux.

T : jours	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
UFC /g	20	100	102	300	350/ Ind	400 /Ind

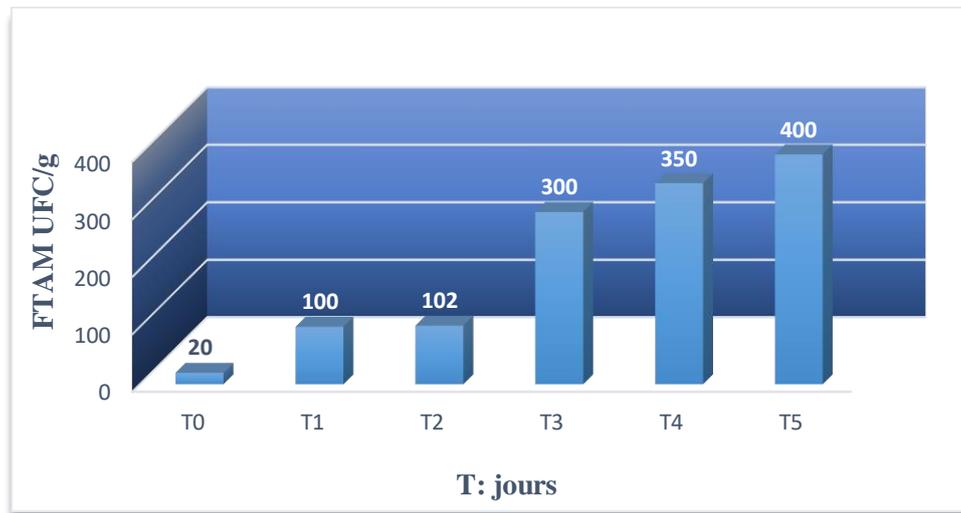


Figure 37 : Présentation graphiques des résultats de dénombrement des FTAM.

Après dénombrement de ces germes, nous avons trouvé 20 UFC/g dans le premier jour d’ouverture de la boîte de tomate t₀, on eut une augmentation de la charge microbienne durant la période de stockage avec une valeur maximale de 400 UFC/g à t₅.

Nous constatons que le nombre de cette flore varie d'un échantillon à un autre, le nombre total retrouvé est 34×10^2 UFC/g.

Malgré ça les résultats sont inférieurs aux normes algériennes (**Jora N°35, 1998**) qui montre que le nombre des flores aérobies mésophiles est 10^5 et 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.

Ces résultats sont supérieurs à celle trouvés par **Diouf, (1992)** qui est 9.10^5 UFC/g. On peut considérer que les échantillons contrôlés sont acceptable sur le plan hygiénique.

Après l’identification par API 20 NE et la lecture des réactions (positives ou négatives) en fonction des variations des couleurs les résultats indiquent que la bactérie c’est une *Aeromonas Hydrophila*.

Les *Aeromonas* sont des bacilles à Gram négatif, oxydase positive, anaérobies facultatifs, ce sont des germes de l'environnement, ubiquitaires, vivant préférentiellement dans l'eau et le sol et responsables d'infections parfois très graves.



Figure 38 : Représentant la recherche des FTAM sur PCA. (Photo prise par Merabet F Zahra)

IV.2.2. Résultats de dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux

Concernant les résultats du dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux sont exprimé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Nombres des germes comptabilisés des coliformes totaux et des coliformes fécaux.

	T : jours					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
coliformes totaux UFC/g	11	75	120	150	180	210
coliformes fécaux UFC/g	Absence					
La norme algérienne	Absence					

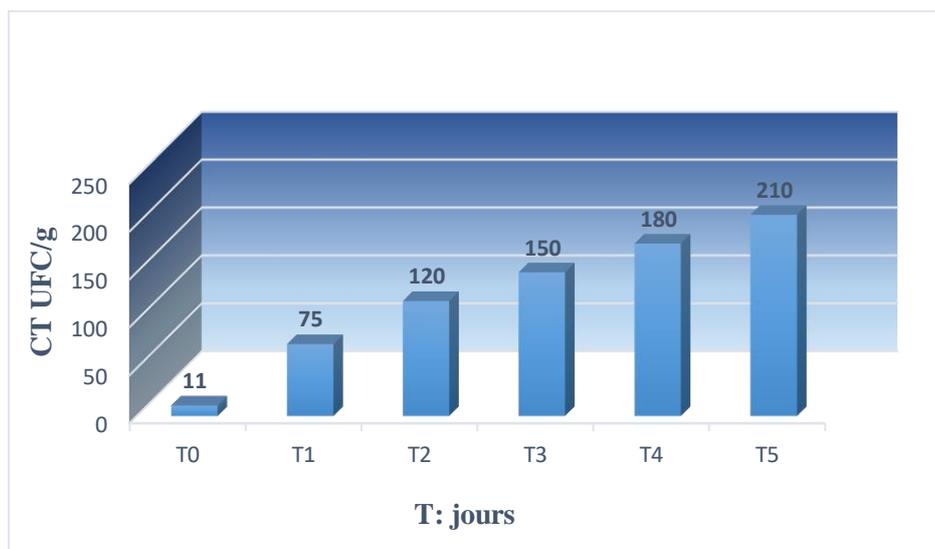


Figure 39 : Présentation graphique des résultats de dénombrement des CT.

Les résultats obtenus montrent que dans le premier jour d'ouverture de la boîte de tomate t_0 , on a trouvé 11 UFC/g, ensuite il commence à augmenter jusqu'à ce qu'il atteigne 210 UFC/g à t_5 .

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.

Il est impossible de relier directement ou spécifiquement les coliformes totaux à la présence probable de microorganismes pathogènes et de désigner une source précise de contamination. En effet, puisque les coliformes totaux proviennent de plusieurs milieux, on ne peut établir avec certitude que leur présence dans un aliment indique une pollution fécale à laquelle est associée la présence de microorganismes pathogènes (Auclair, 2009).



Figure 40 : Représentant la recherche des CT. (Photo prise par Merabet F Zahra)

IV.2.3. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Tableau 11 : Résultats de dénombrement des levures et moisissures.

	T : jours					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
UFC/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
La norme algérienne	Absence					

Nos résultats révèlent une absence totale des levures et moisissures depuis l'ouverture de la boîte jusqu'à la fin de notre étude.

IV.2.4. Résultats de recherche des streptocoques fécaux

Les résultats obtenus lors du dénombrement de streptocoques fécaux :

Tableau 12 : Nombres des germes comptabilisés des streptocoques fécaux.

	T : jours					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
UFC/g	38	43	93	93	120	150
La norme algérienne	Absence					

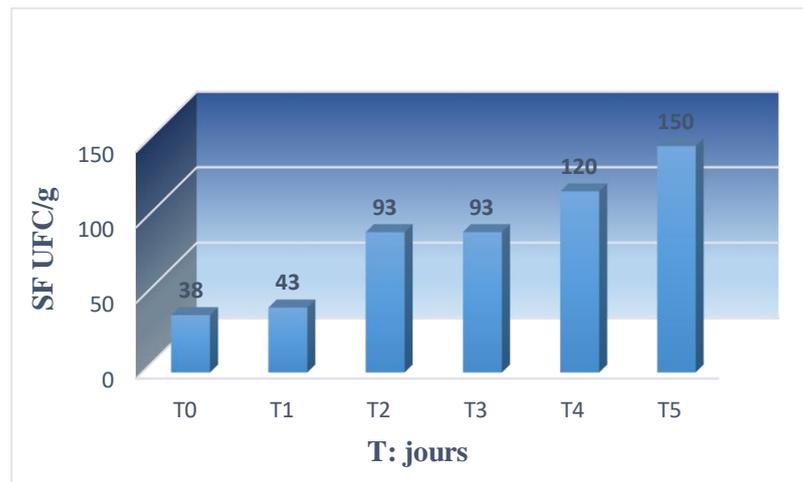


Figure 41 : Présentation graphique des résultats de dénombrement des streptocoques fécaux.

Notre étude a montré que la valeur la plus élevée est observée dans (t₅) avec un maximum de 150 UFC/g, tandis que la valeur minimale est observée dans le premier jour d’ouverture de la boîte de tomate (t₀) d’une valeur de 38 UFC/g.

Sous la dénomination générale d’Entérocoques, les streptocoques fécaux sont des cocci à Gram positif, disposés en chainettes. Immobiles, non sporulés, catalase négatif. Les streptocoques sont relativement spécifiques aux contaminations fécales. Cependant, certains entérocoques proviennent d’autres sources, dont les matières végétales, le sol et les insectes.

Bien que les entérocoques fassent partie de la flore normale de l’intestin humain, certaines espèces sont impliquées dans diverses infections nosocomiales où le genre *Enterococcus* est reconnu comme la troisième plus importante cause de ce type d’infection (Hancock, 2000).

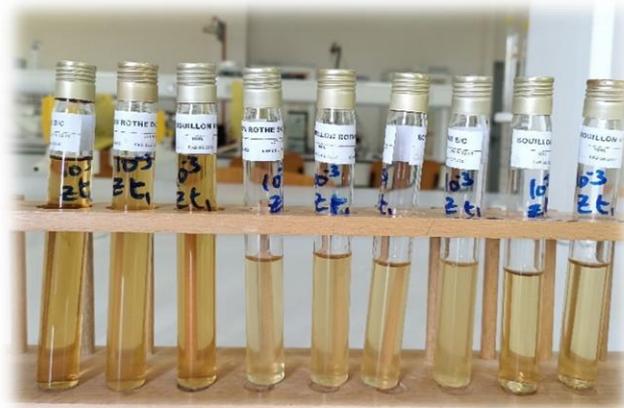


Figure 42 : Représentant la recherche des SF. (Photo prise par Merabet F Zahra)

IV.2.5. Résultats des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR)

Tableau 13 : Le dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*

	T : jours					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
UFC/g	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
La norme algérienne	Absence					

On note l'absence totale des *Clostridium sulfito réducteurs* (voir tableau N°12). L'explication retenue étant que le substrat présente une acidité élevée qui empêche la multiplication de ces germes. Donc l'application des traitements au cours de la chaîne de transformation est efficace.

IV.2.6. Résultats des germes pathogènes

Tableau 14 : Résultats de la recherche des *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* et *Vibrio Cholériques*.

	T : jours					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
<i>Salmonella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>Shigella</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	2 colonies	11 colonies
<i>Pseudomonas</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>Vibrio Cholérique</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Après l'identification par API 20NE sur les milieux SS et Mac Conkey les résultats indiquent l'absence des salmonelles et Shigelles et la présence de *Bacillus licheniformis*.

B. licheniformis est un germe saprophyte tellurique (sol et eaux) largement répandu dans la nature. Il est capable de sporuler ce qui lui confère une grande longévité, ainsi qu'une résistance aux températures extrêmes, à la dessiccation et aux produits chimiques (Niall et al, 2000).

La pathogénicité de cette bactérie semble liée à la production d'un polymère extracellulaire d'acide glutamique qui explique l'aspect muqueux caractéristique des colonies (Soler et al, 2004).

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).

Parmi les principales bactéries responsables de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) sont les salmonelles et les Shigelles. 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 insuffisant, le personnel : porteurs de germes non contrôlés, non-respect des règles d'hygiène (lavage des mains, port de gants...)

On note l'absence totale des *Pseudomonas* sur milieu cétrimide. Leur absence est conforme à la norme décrite par le Conseil canadien des normes (N°131) qui exige l'absence total de *Salmonella*, *Shigella* et *Pseudomonas*.

Après l'identification par API Staph les résultats indiquent la présence du *Staphylococcus xylosus*. Les *Staphylococcus xylosus* sont des indicateurs de contamination humaine (ou animale ou originelle) puisque ces germes sont naturellement présents sur la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux ; donc l'absence dans nos tomates ne présente pas le risque d'entérototoxicose (Cuq, 2007).

De plus, cette espèce est trouvée au niveau des surfaces et des sols, et dans les environnements agro-alimentaires (Corbiere, 2006). *S. xylosus* est aussi décrite comme l'espèce majoritaire du fourrage combiné où elle est retrouvée dans chacun des éléments qui le composent, grains et plants de céréales verts, mais aussi dans les échantillons de sol et de poussière des lieux de fabrication (Pioch et al, 1988).

Ces résultats sont conformes aux normes décrit par le Conseil canadien des normes (N°131), qui exige un nombre ne dépassant pas 10^4 pour les *Staphylococcus xylosus*.

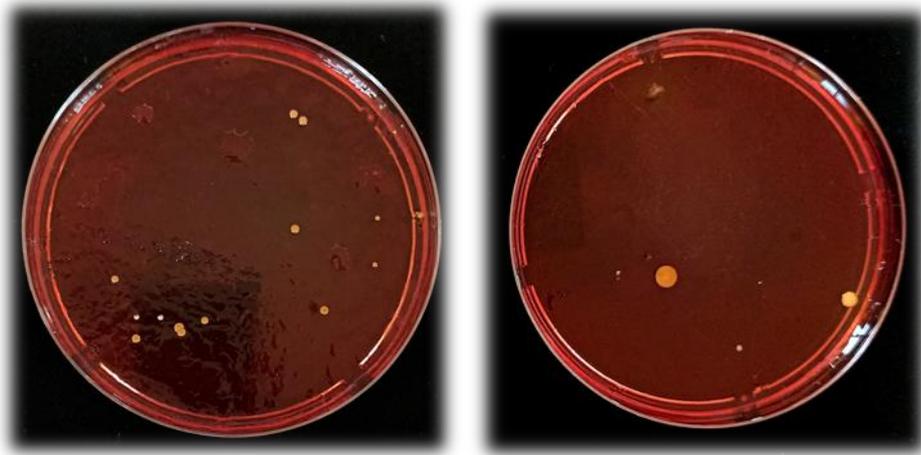


Figure 433 : Représentant la recherche des Staphylocoques. (Photo prise par Merabet F Zahra)

Après l'identification par API 20E sur le milieu GNAB les résultats indiquent que c'est une *Aeromonas hydrophila caviae* donc l'absence totale du *Vibrio*.

Les bactéries du genre *Aeromonas* sont fréquemment observées dans les eaux souterraines, dans l'eau potable des stations de traitement, des systèmes de distribution et des réservoirs et dans les lacs et les rivières pollués ou non pollués (**Horneman et al, 2007**).

Selon certaines sources, elles seraient présentes dans 1 à 27 % de l'eau potable (**Rusin et al, 1997**).

Aeromonas hydrophila peut être observé dans les fruits et légumes frais, la viande et les produits laitiers. Le risque d'infection par ingestion orale de bactéries du genre *Aeromonas* est de 7,3/milliard en cas d'exposition faible. Ces bactéries sont aussi présentes dans le sol.

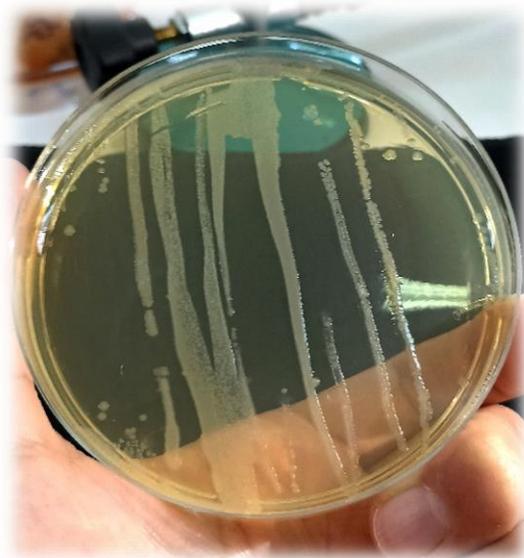


Figure 444 : Représentant la recherche sur GNAB. (Photo prise par Merabet F Zahra)

Tableau 15 : Résumé de la signification des microorganismes indicateurs en microbiologie alimentaire. (Christine et al ,2019)

Indicateurs	Cause les plus probables de la non-conformité
<p>Bactéries aérobies mésophiles</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hygiène et salubrité déficientes. ▪ Température de conservation inadéquate. ▪ Refroidissement trop lent, ne respecte pas les critères établis. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Préparation à l’avance. ▪ Conservation prolongée.
<p>Bacillus Clostridium</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Refroidissement trop lent, ne respecte pas les critères établis. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Température de maintien au chaud insuffisante. ▪ Réchauffage trop lent ou température atteinte insuffisante, Ne respecte pas les critères établis.
<p>Coliformes totaux Streptocoques fécaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nettoyage et désinfection inadéquats. ▪ Matériaux contaminants (ex. : emballages). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mauvaises conditions d’entreposage ▪ Vulnérabilité d’une source d’eau non traitée. ▪ Déficience du traitement de désinfection (ex. : eau). ▪ Déficience du traitement thermique (ex. : pasteurisation, cuisson).
<p>Coliformes thermo tolérants (fécaux)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Défaut d’hygiène du personnel. ▪ Défaut de désinfection des matériaux. ▪ Non-respect du protocole de décontamination. ▪ Mauvaises conditions d’entreposage ou de protection.
<p>E. coli</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contamination fécale de mammifères à sang chaud ; probabilité de présence de microorganismes pathogènes entériques. ▪ Dispositif adéquat pour le lavage des mains non disponible (savon, eau chaude).
<p>Staphylocoques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hygiène et comportement du manipulateur d’aliments déficients. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Absence du port de la résille. ▪ Abscès sur la peau des manipulateurs. ▪ Dispositif adéquat pour le lavage des mains non disponible (savon, eau chaude). ▪ Température de conservation inadéquate permettant ainsi la croissance à des seuils représentant des risques à la santé.

IV.2.7. Résultat des tests biochimiques (galerie API, test catalase, test oxydase)

Tableau 16 : Résultat des tests biochimiques (galerie API, test catalase , test oxydase).

Milieu	PCA	Mac Conkey	SS	Chapman	GNAB
Le germe recherché	FTAM	Shigelles	Salmonelles	<i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Vibrio Cholérique</i>
Test catalase	+	+	+	+	+
Test oxydase	+	-	-	-	+
Le germe identifié par Galerie API	<i>Aeromonas Hydrophila</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Staphylococcus xylosus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>



Figure 455 : Représentant les résultats des galeries API. (Photo prise par Merabet F Zahra)

Conclusion et perspectives

Le contrôle de la qualité des produits alimentaires conservés doit s'exercer le plus en amont possible dans la chaîne de production et agir sur les lieux mêmes de production pour écarter tous les produits portant des risques potentiels pour la santé ou la sécurité des consommateurs.

Le but de notre étude est de connaître le niveau de la qualité du double concentré de tomate et s'il conformité aux normes qui ont pour but de protéger la santé du consommateur par des analyses microbiologiques. Nous pouvons résumer les résultats de notre étude comme suit :

- L'absence de déformation de l'emballage.
- L'absence de modification concernant l'odeur, l'aspect et la texture du produit par rapport au témoin.
- Les résultats des analyses microbiologiques des six échantillons de tomates montrent clairement leur parfaite conformité aux normes ; le nombre de la FTAM, les CT et les CTT, streptocoques fécaux, les levures et moisissures est au-dessous de la norme fixée.
- L'absence de germes pathogènes (*Clostridium sulfito-réducteurs*, *Salmonella*, *Shigella*, *Pseudomonas* et *Vibrio*) et la présence des *Staphylococcus xylosus* avec un nombre très faible qui est ($< \text{à } 10^4$).

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

- ✚ Les paramètres technologiques sont judicieusement choisis c'est à dire avoir une technologie de pointe.
- ✚ Les conditions d'hygiène, de stockage sont convenablement contrôlées.
- ✚ Et enfin une grande attention doit être portée à la qualité de l'eau qui constitue un élément essentiel des installations.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Alain Branger, (2007).** Microbiochimie et alimentation. Ouvrage collectif. p 128-129.
- **Alhag Dow M, (2006).** Caractérisation fonctionnelle de la GDP-D-MANNOSE- 3,5-EPIMERASE ET GALACTONO-1,4-LACTONE DESHYDROGENASE, enzyme de la voie de biosynthèse de la vitamine c chez la tomate. Thèse Pour le doctorat. UNIVERSITÉ DE BORDEAUX 1. p 245.
- **Alia S, Atamnia W, et Derdech S, (2018).** Évaluation de la qualité bactériologique et physicochimique des eaux de sources d'Ain Djemel et d'Ain Souda (Wilaya Guelma). Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 - Guelma. 37-50 p.
- **Amira W, (2008).** Degré de contamination de l'eau de la mare Redjla (Taher) par les nitrates : Détermination de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau. Mémoire de magister. Université de Jijel. 103 p. Auclair G, 2009. Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie Direction Générale De L'alimentation (Le. Conseil Canadien Des Normes).
- **Bennacer L, (2018).** « production et transformation de la tomate industrielle dans le bassin de Guelma une filière en développement ».sciences & technologie ; n°47, juin 2018, pp72, 79p.
- **Berche P, Gaillard J.L et Simouet M, (1988).** Bactériologie, Les Bactéries Des Infections Humaines. Flammarion Médecine Sciences. 660p.actériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne. Doin, France. 371p.
- **Biekre, (2013).** Evaluation de quelques paramètres agronomiques de variétés de tomate (*Solanum Lycopersicum* L. (Solanaceae) introduites en Côte d'Ivoire, Master de l'Université Nangui Abrogoua.
- **Blancard D, (2009).** Les maladies de la tomate, identifier, connaître, maîtriser .paris, P20, ISBN 978-2-7592-0329-1.
- **Bouteldja M, Haddidi I et Melek I, (2016).** Etude de la qualité bactériologique de l'eau du barrage de Zit-Emba et microflore de « *Barbus callensis* ». Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 - Guelma. 26-60 p.
- **Bouzig A, Bedrani S, (2013).** La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie. Les cahiers du CREAD n°103.
- **Bureaux C. (2013).** Mes tomates du jardin à la cuisine : bien choisir ses variétés. Guide pratique ,25 variétés de tomates testées au potager. Éditions SMACT, 11 producteurs de plants de légumes ont participé à ce guide, pp3.19p (Carbonnelle et Kouyoumdjian, 1998).

- **Chloé, (2014).** Liens entre organisation des filières et transferts nutritionnels : le cas du double concentré de tomate en Tunisie, Master, UMR 1110 MOISA, MONTPELLIER-INRA.
- **Chouacha, (2021).** Traitement microbiologique des eaux usées par *Moringa Oleifera*.
- **Christine et al, (2019).** Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. Geneviève Couture, microbiologiste, B. Sc., MAPAQ.
- **Corbiere Morot-Bizot S, Leroy S, & Talon R, (2006).** Staphylococcal community of a small unit manufacturing traditional dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*. 108, 210-217.
- **Cotte, (2000).** Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants. Thèse pour l'obtention de grade de docteur vétérinaire - université Claude Bernard de Lyon1. pp 135.
- **CTIFL, (2021).** Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes.
- **Cuq J.L, (2007).** Microbiologie Alimentaire. Université Montpellier III (Département de Sciences et Technologies des Industries Alimentaires). Poly Tech Montpellier.
- **Degrou, (2013).** Étude de l'impact des procédés de transformation sur la diffusion des caroténoïdes : cas du lycopène de la tomate. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur en sciences de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse, pp 63-64, 175p.
- **Delarras C, (2003).** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Édition Lavoisier.
- **Delarras C, (2014).** Pratique en microbiologie de laboratoire Recherche de bactéries et de levures-moisissures. Tec & Doc/Lavoisier. 800 p.
- **Derghoum N, et Foughali Ati N, et Messakher D, (2021).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source de la wilaya de Guelma. Mémoire de Master université de 08 Mai 1945-Guelma 6-22 p.
- **Diouf F, (1992).** Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des aliments vendus sur la voie publique dans la région de Dakar. Université Cheikh Anta Diop. Dakar. Pp : 34-56.
- **Dogui, (2016).** Section analyses et essais comparatifs. Article 6, la transformation de la tomate.4p.
- **Dominique D, Alain P, (2021).** « Mesure de la viscosité-viscosimètres et rhéomètres », techniques de l'ingénieur.
- **Douafer, (2022).** Évaluation des caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques de la purée de tomate locale (CAB).
- **Dossou et al, (2007).** Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin, *TROPICULTURA*, 25, 2, 119-125.
- **Dupont et Guignard, (2012).** Abrégés de pharmacie. Botanique – Famille des plantes.

- **Elattir et al, (2003)**. Fiches technique V : la tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo. Plan national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA) N° 100.04.
- **F.A.O, (2009)**. World crop production statistics. Food and Agricultural Organization of United Nations Statistical Database Online Services.
- **Foughali, (2021)**. Contribution aux suivis de la qualité du concentré de tomate de la conserverie ZIMBA et des eaux de chaudières.
- **Gallais et Bannerot, (1992)**. Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection – INRA. p. p. 379-391, 1992.
- **GUIRAUD, (1998)**. Microbiologie alimentaire. ED. DUND. Paris. P 507. 166. 164. 337.
- **Hadji F, (2020)**. Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau. Mémoire de Master, Université Guelma.
- **Hamidouche et al, (2013)**. Étude expérimentale et numérique de l'écoulement autour d'une ride isolée. Doctorat d'Université de Poitiers.
- **Hancock, (2000)**. Pathogenicity of enterococci. Dans : Fischetti, VA, RP Novick, JJ Ferretti, DA Portnoy et JI Rood, édit., Gram positive pathogens. American Society for Microbiology, pp. :251-258.
- **Horneman A, Ali, A, & Abbott S, (2007)**. Aeromonas. In P. R. Murray, E. J. Baron, M. L. Landry, J. H. Jorgensen & M. A. Pfaller (Eds.), Manual of Clinical Microbiology (9th ed., pp. 715-722). Washington, D.C. : ASM Press.
- **Joffin et Joffin, (2010)**. Collection Biologie technique, 6 IIème éditions. CRDP d'Aquitaine.
- **Joffin et Leyrol, (2001)**. Microbiologie Technique 1 : dictionnaire des techniques. 3 IIème éditions. CRDP d'Aquitaine. p320.
- **JORA, (1997)**. Arrêté interministériel du 24 août 1997 relatif aux conserves de purée de tomate, Journal Officiel de la République Algérienne n°77.
- **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.
- **Judd et al, (2002)**. Botanique systématique une perspective phylogénétique, Paris. De Boeck Université. 467p.
- **Khelifi A, Mellal A, (2015)**. « Comportement morpho-physiologique et biochimiques de deux variétés locales de tomate », Mémoire de master, université 8 mai 1945 GUELMA, 2015.
- **Latigui, (1984)**. Effet des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée, Thèse Magister, INA El-Harrach.

- **Lebres E, et Mouffouk F, (2008).** Les cours Nationaux d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. Algérie.53-60p.
- **Labres E, Aziz D, et Boudjellab B, (2006).** Cours d'hygiène et de microbiologie des eaux : Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie. 33p.
- **Michaud, (2018).** La tomate : de la terre à la table. Éditions multi mondes, pp7-30,295p.
- **Moresi M et al, (1982).** Economic study of tomato paste production .vol N 17, P177-199.
- **Mtcthg, (2009).** Magazine trimestriel du centre technique horticole de gembloux- N° 27. Juin
- **Naika S, Jeude J.V, Goffau M, Hilmi M, Van dam B, Florijn A, (2005).** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation, Publié par Agromisa Foundation, p. 104.
- **Niall A, Logan N, (2000).** Turnbull PCB. Bactéries aérobies sporulées. In: Freney J, Renaud F, Willy H, Bollet C, editors. « Précis de bactériologie clinique » ; éd ESKA. 2000. p. 965–81.
- **Norme française EN ISO 78991.** Microbiologie. Directives générales pour le dénombrement des entérocoques.
- **Norme française NFV 08-011.** Microbiologie directifs générales pour le dénombrement des micro-organismes par pourcentage des colonies à 32C°.
- **Norme Française NF V 08-402.** Microbiologie alimentaire. Conserves de pH inférieur à 4,5– contrôle de la stabilité à 32 °C.
- **Pioch et al, (1988).** Coagulase-negative Staphylococcus species in mixed fodder and on grain
- **Polese K.M, (2007).** La culture de tomate. Ed. Artémis : 95p.
- **Rejsek, (2002).** Analyse Des Eaux ; Aspects Réglementaires Et Techniques. Sceren.Paris. 360p.
- **Rusin PA et al, (1997).** Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water. Rev Environ Contam Toxicol., 152, 57-83.
- **Sadok, (2016).** Etude de qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate (TELLOISE) Master de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaghanem.
- **Shankara et al, (2005).** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. 5eme (Ed).fondation agromisa et CTA, Wageningen.
- **Soler C, Koeck JK (2004).** Sinusite maxillaire due à Bacillus licheniformis : à propos d'un cas survenu à Djibouti. Article accepté pour publication dans « médecine tropicale ».
- **Tebbakh, (2020).** Suivi du procédé de production et contrôle de qualité de la tomate (*Solanum Lycopersicon L.*) de l'usine Zimba (Guelma).

- **Yousfi, (2018)**. Développement de la technologie agro-alimentaire dans la région de Touat Cas de la conserverie de tomate de Reggan. Mémoire en vue de l'obtention de master académique, université africaine Ahmed Draia Adrar. pp20, 31p.

Sites web :

- (1)<https://www.academiedugout.fr>.
- (2)<https://www.agrimaroc.ma/production-tomate-monde/>.
- (3)<https://www.agrimaroc.ma/production-tomate-monde/>.
- (4)<https://agronomie.info/fr/importance-economique-de-la-tomate/>.
- (5)<https://microbiologie-clinique.com/API.html>.

Résumé

Dans le cadre de la préparation de notre mémoire de fin d'études pour l'obtention d'un master, nous avons réalisé ce travail lié aux « tomates industrielles » dans l'usine ABIDI Mohamed «ZIMBA ». Où nous avons fait notre stage et suivi les étapes de production du concentré de tomate ainsi que le suivi de contrôle de sa qualité.

On outre et dans le but de la caractérisation de ce produit nous avons effectué un test de stabilité et des analyses microbiologiques au niveau de laboratoire de notre université 8 mai 1945 Guelma sur un échantillon à 6 fois depuis 28 février le jour de l'ouverture de la boîte jusqu'à le dernier jour après 15 jours.

D'après les analyses et les résultats que l'on obtenue, on peut dire que :

✚ pour le test de stabilité, aucune modification sur l'aspect de l'emballage ou variation anormale des valeurs du pH, n'a été constatée.

✚ les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur le concentré de tomate ont révélé une stérilité acceptable de la conserve notamment en l'absence de germes sporulants.

En fin, le produit analysé est satisfaisant et il mérite d'être encouragé. Cependant, il est indispensable de renforcer le laboratoire de cette unité en matériels et produits pour plus de maîtrise et de contrôle.

Mot clés : ZIMBA, tomates industrielles, analyses microbiologiques.

Abstract

As part of the preparation of our final thesis for obtaining a master's degree, we carried out this work related to "industrial tomatoes" in ABIDI Mohamed "ZIMBA" factory. Where we did our internship and followed the production stages of tomato concentrate as well as the quality control monitoring.

In addition, and in order to characterize this product, we carried out a stability test and microbiological analyses at the laboratory of our university 8 May 1945 Guelma on a sample 6 times from February 28th, the day of opening the can, until the last day after 15 days.

According to our analyses and results obtained, we can say that:

- ✚ For the stability test, no changes in the packaging appearance or abnormal variations in pH values were observed.
- ✚ The results of the microbiological analyses carried out on the tomato concentrate revealed an acceptable sterility of the can, particularly in the absence of spore-forming germs.

In conclusion, the product is satisfactory and deserves to be encouraged. However, it is essential to strengthen the laboratory of this unit with materials and products for better control and mastery.

Key words: ZIMBA, industrial tomatoes, microbiological analyses.

ملخص

كجزء من إعداد أطروحة التخرج للحصول على درجة ماستر، قمنا بإجراء هذا العمل المتعلق بـ "الطماطم الصناعية" في مصنع زيمبة للمصبرات الغذائية التابع لمجمع عبيدي محمد. أين قمنا بتربص تطبيقي وتابعتنا مراحل إنتاج مراكز الطماطم وكذلك مراقبة جودتها.

ولغرض توصيف هذا المنتج أجرينا اختبار ثبات وتحاليل ميكروبيولوجية على مستوى مخبر جامعتنا 8 ماي 1945 على عينة 6 مرات من 28 فيفري يوم فتح العلبة حتى اليوم الأخير بعد 15 يومًا.

وفقًا للتحليلات والنتائج التي تم الحصول عليها، يمكننا القول:

- ✚ بالنسبة لاختبار عمر الصلاحية، لم يلاحظ أي تغيير في مظهر العلبة أو تغيير غير طبيعي في قيم Ph.
 - ✚ نتائج التحاليل الميكروبيولوجية التي أجريت على الطماطم المصبرة كشفت عن تعقيم مقبول للأغذية المعلبة، وخصوصًا في غياب الجراثيم التي تشكل الأبواغ.
- في النهاية، فإن هذا المنتج مرضٍ ويستحق التشجيع. ومع ذلك، فمن الضروري تعزيز مختبر هذه الوحدة بالمواد والمنتجات اللازمة للسيطرة والإتقان الأفضل.

الكلمات المفتاحية: زيمبة، طماطم صناعية، التحاليل الميكروبيولوجية.