

M. B. B. B.
GP. 769

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

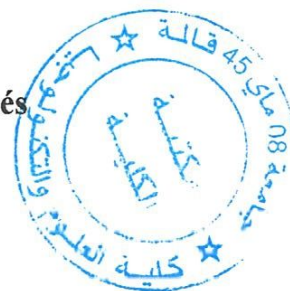
Mémoire du Projet de fin d'étude
2^{ème} Année Master



Département : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Présenté par :

Razika MEHALLEL



**Étude de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques
des composés à base de conserve de tomate et additifs
alimentaires exposés à l'air et à la température ambiante**

Sous la Direction de :

Dr. Tarik BORDJIBA

Juin 2013

Remerciement

45/2923
45/2923
45/2923

Au terme de ce travail .nous tenons
d'abor à remercier dieu le tout puissant
pour nous avoir donné le courage et la
volonté d'accomplir ce modeste travail et
parce que c'est à lui seul qui retourne le
.soin d'achèvement de ce mémoire

Un grand merci à Monsieur
«DrBOURDJIBA.TARIK» pour avoir nous
encadrés et soutenue durant la période du
mémoire, leurs précieux conseils ont permis
de mener à bien ce travail. Qu'elle trouve ici
.l'expression de toute ma gratitude
Nos sincères gratitudes vont toutes à
Monsieur FRIOUI chef de département
développement comme directeur de
mémoire pour avoir bien dirigé notre
.travail

Et aussi l'usine « AMOR BENAMOR » pour
.le soutient et les conseils
Nous remercions aussi KARIM & TAREK
.pour leurs efforts

Nous remercions vivement tous les
enseignants du département de Génie des
Procédés de L'université 8 Mais 1945
Nous tenons également a' remercies le
membre des jurys qui bien voulu accepter
d'examiner notre travail, on leurs formules
nos vifs remerciement et nos profond
.gratitude

Razika

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère mère, le printemps de mon âge, le
ménagère de ma monture, mon amie la plus proche,

Qui m'a aidé à continuer mes études sans peines.

A mon père avec tout le respect que je dois pour lui, le
plus proche à moi, à toi qui tu étais et tu es ma lune qui
éclaire mon chemin...à toi mon père.

Je vous dédié ma fruit des études durant toute ma
période de formation scolaire. Pour vous exprimer mon
grand respect envers vous deux.

Vous étiez la source de mes encouragements et le point
de ma force et une poutre à moi dans cette vie.

Pour que je puisse arriver à un stade suprême.

Pour les gens les plus proches et les mieux de mon cœur

A Mes chères sœurs : Nora, Saliha, Rachida

Mes Chères frères : Nadir, Lazhar, Ammar

A mes beaux frères : Alaa Eddine et Nasr-Eddine

Et pour mon grand père Abdelmalek.

A toute mes ami(e)s Amina, Halima, Hayette, Widad
et Asma, tarek et yacine.

RAZIKA

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des tableaux	iii
Liste des figures	iv
Introduction générale	1
Problématique	1
Objectif du projet	1
Plan du mémoire	1

Chapitre I : Généralité Sur la Tomate

1.1. Introduction.....	5
1.2. Historique de la tomate	5
1.3. Définition de la tomate	5
1.4. Origines de la tomate	6
1.4.1. Origine géographique.....	6
1.4.2. Origine génétique	7
1.5. Importance de la culture de la tomate	7
1.5.1. Importance de la culture de la tomate dans le monde	7
1.5.2. Importance de la culture de la tomate en Algérie	7
1.6. Exigences de la tomate.....	8
1.6.1. Exigences climatiques de la tomate.....	8
1.6.2. Exigences hydrique	9
1.6.3. Exigences pédologiques de la tomate.....	10
1.7. Importance économique de la tomate	10
1.8. Production de la tomate	10
1.9. Structure histologique du grain de la tomate	11
1.10. Consommation de tomate mondiale	12
1.11. Utilisation de la tomate	12
1.12. Alimentation de la tomate	12
1.12.1. Goût	12
1.12.2. Usage	13

Chapitre II : Composition Chimique et la Composition

Biochimique de la Tomate

2.	
2.1. Introduction.....	15
2.2. Compositions chimiques de tomate	15
2.2.1. Teneur en eau	15
2.2.2. Glucides	15
2.2.3. Protides	15
2.2.4. Lipides	16

2.2.5.	Acides organiques	16
2.2.6.	Sels minéraux	16
2.3.	Compositions biochimiques de tomate	16
2.4.	Principaux antioxydants de la tomate	17
2.4.1.	Vitamine A (sous forme de bêta-carotène)	17
2.4.2.	Vitamine A (sous forme de Lycopéne)	18
2.4.3.	Vitamine C (acide ascorbique)	19
2.4.4.	Vitamine E (tocophérol)	20
2.4.5.	Zinc	20
2.4.6.	Sélénium	20
2.4.7.	Polyphénols	20
2.4.8.	Chlorophylle	20

Chapitre III : La Conservation et la Moisissures de

La Tomate

3.		
3.1.	Introduction	24
3.2.	Transformation de la tomate	24
3.3.	Concentré de tomate	24
3.4.	Technique de la conservation de la tomate	25
3.4.1.	Salaison	26
3.4.2.	Séchage au soleil	26
3.4.3.	Procède innovant : la déshydratation osmotique.....	26
3.4.4.	Par concentration.....	27
3.4.5.	Fermentation	27
3.4.6.	Jus de tomate	27
3.4.7.	Purée et le concentré de tomate	27
3.4.8.	Conservation à frais	27
3.4.9.	Conservation par le vinaigre	28
3.4.10.	Conservation par appertisation (tomate pelée)	28
3.5.	L'industrie de la conserve de la tomate	27
3.6.	Processus technologique de conservation de tomate	29
3.6.1.	Réception et déchargement	29
3.6.2.	Lavage et le triage	29
3.6.3.	Broyage	30
3.6.4.	Préchauffage	30
3.6.5.	Filtration (les passoirs)	31
3.6.6.	Concentration	32
3.6.7.	Pasteurisation	33
3.6.8.	Remplissage	33
3.6.9.	Sertissage	34
3.6.10.	Stérilisation et refroidissement.....	34
3.6.11.	Séchage et le conditionnement	34
3.7.	Diagramme de fabrication des tomate en conserve	35

3.8.	Moisissures de la tomate	37
3.8.1	Organisation des moisissures	37
3.8.2.	Organes de reproduction	37
3.8.3.	Conditions de croissance des moisissures	38

Chapitre IV : Matériel, Méthode des Préparation des L'échantillon Et technique d'analyse

4.		
4.1.	Introduction	40
4.2.	Matériels utilisés dans notre travail	40
4.3.	Préparation des échantillons	44
5.3.1.	Premier échantillon (SCT)	44
5.3.2	Deuxième échantillon (SCT+Cm)	44
5.3.3	Troisième échantillon (SCT+Cs)	44
5.3.4	Quatrième échantillon (SCT+Hm)	44
5.3.5	Cinquième échantillon (SCT+Hs)	45
5.3.6	Sixième échantillon (SCT+Vm)	45
5.3.7	Septième échantillon (SCT+Vs)	45
4.4.	Méthode d'analyses physico-chimiques	45
5.4.1	Poids	45
5.4.2	Test de stabilité	45
5.4.3	Température	46
5.4.2	PH-mètre	46
5.4.3	Brix	46
5.4.4	Pigment et la couleur	46
5.4.5	Viscosité	47
5.4.6	Acidité	48

Chapitre V : Résultats et discussion

5.		
5.1.	Introduction	50
5.2.	Résultat et discussions de test de la stabilité	51
5.3	Résultats et discussions des testes de la stabilité de propriété physico-chimique composé a base de conserve de tomate et additif alimentaire exposons a l'aire et température embuent	52
5.3.1	Résultats d'observations et des tests de couleur des échantillons en fonction Du temps	53
5.3.2	Evolution du PH en fonction du temps pour les différents échantillons.....	62

Liste des abréviations

<i>Abréviation</i>	
%	Pour cent
°C	Degré Celsius
Cm	Centimètre
ITCMI	Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielle
g/l	Gramme sur litre
kg	Kilogramme
k cal	Kilocalorie
PH	Potentiel d'hydrogène
mg	Milligramme
g	Gramme
Tab	Tableaux
Mg ⁺²	Ion magnésium
t/ha	Ton /hectare
DCT	Double Concentré de Tomate
TCT	Triple Concentré de Tomate
PDSR	Pasteurisateur et Déaérateur à Serpentin Rotatif.
CAB	Conserverie Amor Benamor
SCT	Simple Concentré de Tomate
<	Inferieur
PH _{tm}	Potentiel d'Hydrogène de Témoin
s	Numéro de lot
min	Minute
a/b	Rapport rouge / jaune.
SCT+Cm	Simple Concentré de Tomate Mélangé avec de Jus du Citron
ml	Millilitre
SCT+Cs	Simple Concentré de Tomate avec une couche de Jus de Citron ajoutée au-dessus
SCT+Hm	Simple Concentré de Tomate Mélangé avec de l'Huile
SCT+Hs	Simple Concentré de Tomate avec une couche d'Huile ajoutée au-dessus

SCT+Vm	Simple Concentré de Tomate mélangé avec du Vinaigre
SCT+Vs	Simple Concentré de Tomate avec une couche de Vinaigre ajoutée au-dessus
L	Luminosité
v	La chute
Lyco	Lycopène.
b-car	beta-carotène
Chlo	Chlorophylle
BW	Bost Weeck.
USA	États-Unis

5.3.3	Evolution du Brix en fonction du temps pour les différents échantillons....	63
5.3.4	Evolution de l'acidité en fonction du temps pour les différents échantillons.	64
5.3.5	Evolution de la viscosité en fonction du temps pour les différents échantillons.....	65
	Conclusion	67
	Document Annexes	69
	Bibliographie	71

Liste des tableaux

Tableau II.01.	Composants de 100 g de produit consommable de tomate	17
Tableau II.02.	Composition en Lycopène de quelques dérivés de tomate (mg/100g)...	19
Tableau V.01.	Analyse du test de stabilité	51
Tableau V.02.	Analyses de la couleur du (SCT)	54
Tableau V.03.	Analyses de la couleur du (SCT + Cm)	55
Tableau V.04.	Analyses de la couleur du (SCT + Cs)	56
Tableau V.05.	Analyses de la couleur du (SCT + Hm)	58
Tableau V.06.	Analyses de la couleur du (SCT + Hs)	59
Tableau V.07.	Analyses de la couleur du (SCT + Vm)	60
Tableau V.08.	Analyses de la couleur du (SCT + Vs)	61
Tableau V.09.	Les jours des moisissures et d'apparition de l'odeur	67

Liste des figures

Figure I.01. Structure du fruit de tomate	10
Figure II.02. b-carotène	17
Figure II.03. lycopène	18
Figure II.04. La chlorophylle	21
Figure III.01. Lavage	29
Figure III.02. Le triage.....	30
Figure III.03. La séparation entre la couche extraire et la peau	31
Figure III.04. Le jus	31
Figure III.05. Le remplissagé.....	34
Figure III.06. La mise en carton	35
Figure III.07. Diagramme de fabrication de tomate en conserve	36
Figure IV.01. Etuve	40
Figure IV.02. Balance électronique	41
Figure IV.03. Le thermomètre	41
Figure IV.04. pH-mètre	42
Figure IV.05. Réfractomètre	42
Figure IV.06. Spectrophotomètre LC01	43
Figure IV.07. Consistomètre	43
Figure IV.08. Préparation du filtrat de la tomate concentrée pour l'analyse de L'acidité..	48
Figure V.01 Conserve les molécules de tomate dans produit alimentaire exposante à l'aire.	52
Figure V.02 Evolution de l'échantillon SCT en fonction du temps	53
Figure V.03 Evolution de l'échantillon (SCT+Cm) en fonction du temps	54
Figure V.04 Evolution de l'échantillon (SCT+C _s) en fonction du temps	56

Figure V.05 : Evolution de l'échantillon (SCT+Hm) en fonction du temps	57
Figure V.06 : Evolution de l'échantillon (SCT+Hs) en fonction du temps	58
Figure V.07 : Evolution de l'échantillon (SCT+Vm) en fonction du temps	59
Figure V.08 : Evolution de l'échantillon (SCT+Vs) en fonction du temps	61
Figure V.09 : Evolution du pH en fonction du temps	63
Figure V.10 : Evolution du Brix en fonction du temps	64
Figure V.11 : Evolution de l'acidité en fonction du temps	65
Figure V.12 : Evolution de la viscosité en fonction du temps	66
Figure V.13 : Présentation du site d'étude	ii

Introduction Générale

Introduction générale:

La tomate est une plante annuelle de la famille des solanacées, originaire d'Amérique du sud (Pérou), c'est l'ingrédient alimentaire le plus consommé dans le monde après le blé et la pomme de terre.

La tomate est un produit qui se consomme soit cru, en salade, souvent en mélange avec d'autres ingrédients, ou en jus, soit cuite dans d'innombrables préparations culinaires, et qui se prépare à partir de produits frais ou transformés industriellement en conserves ou surgelés, sous forme de purée, de concentré, de sauces et de plats préparés. Elle constitue une source non négligeable des minéraux, vitamine (A, C, E), riche en eau (plus de 90 %, et très pauvre en calories (18 kcal pour 100 grammes). Elle contient des nombreux antioxydants comme : les caroténoïde (b-carotène et lycopène).

La tomate peut être très bénéfique pour des nombreuses applications liées à la santé:

- Comme antitoxique pour le foie grâce à la cholrine qu'elle contient.
- Contre le cancer du côlon, celui de la prostate et du sein grâce au lycopène.
- Contre le cholestérol et l'hypertension.
- Contre l'acné et comme antifatigue (jus de tomate).

La tomate fraîche ne peut être disponible que quelques semaines par année, ce qui implique la nécessité de développer des procédés industriels de conserve de tomate afin d'assurer l'approvisionnement de cet aliment à longueur d'année. L'industrie de la conserve de la tomate est une entité économique destinée à la fabrication et la production de la tomate concentrée. Cette production du concentré de tomate dépend de plusieurs paramètres tel que le ravitaillement en matière première (la tomate industrielle) en quantité et qualité, une qualité des appareils destinés à la production du concentré de tomate et les technologies de la fabrication.

L'industrie agroalimentaire joue un rôle déterminant en économie nationale et internationale, cette industrie permet la transformation des produits agricoles. La filiale de transformation de tomate est l'une des filiales les plus importantes et stratégiques pour l'industrie agroalimentaire algérienne. Afin de faire face à la rude concurrence imposée par les compagnies étrangères opérant dans ce domaine, l'industrie de transformation de tomate industrielle nationale doit être à la fine pointe de la technologie et présenter des produits concurrentiels à l'échelle nationale et internationale. A cet effet, la mise en place de projets de recherche et développement s'avère nécessaire et vitale pour la survie de cette industrie.

Problématique:

Les conserves de tomate disponibles actuellement sur le marché national souffrent d'un problème majeur, c'est la dégradation de ces produits des qu'ils sont exposés à l'air et à la température ambiante, cette dégradation se traduit par l'apparition de certains éléments tel que:

- Apparition d'une odeur différente à celle de la conserve de tomate.
- Changement de la couleur de la conserve de tomate.
- Apparition de la moisissure.

Nous avons voulu déterminer, à partir de ce travail, les causes principales de l'apparition de ces éléments et leurs relations avec le PH, l'acidité et la concentration. Nous avons aussi voulu identifier une solution qui nous permettc de protéger la tomate contre la moisissure dans un environnement exposé à l'air et à la température ambiante.

Objectif du travail:

L'objectif de ce projet est de:

- Maitriser le procédé industriel de fabrication de conserve de tomate
- Maitriser les tests physico-chimiques effectués sur la conserve de tomate réalisés dans un laboratoire de contrôle de qualité affilié à l'usine de conserve de tomate.
- Etude de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques des composés à base de conserve de tomate et additifs alimentaires exposés à l'air et à la température ambiante. Cette étude sera la pierre angulaire pour le développement d'une nouvelle catégorie de conserve de tomate stable même si elle est exposée à l'air et à la température ambiante.

Plan du mémoire:

Ce mémoire est organisé comme suit :

1. Dans le premier chapitre, nous présenterons des généralités sur la tomate.
2. Dans deuxième chapitre, nous évoquerons les compositions chimiques et biochimiques de la tomate.
3. Une recherche bibliographique sur la conservation et la moisissure de tomate fera l'objet du troisième chapitre.

Chapitre I

Généralités

Sur

la Tomate

1.1- Introduction

Au cours de ce chapitre relatif à Généralités sur la tomate (paragraphe 1.2) nous montrerons une l'historique de la tomate (paragraphe 1.3) puis la définition de tomate (paragraphe 1.4), et l'origine des tomates (paragraphe 1.5), en parle aussi sur l'importance de la culture de tomate aussi bien dans le monde qu'en Algérie (paragraphe 1.6), puis nous envisagerons ses exigences climatiques, hydriques et pédologiques (paragraphe 1.7). Nous présenterons aussi respectivement l'importance économique de la tomate (paragraphe 1.8), et la production de tomates (paragraphe 1.9), nous montrerons aussi une Structure histologique du grain de la tomate (paragraphe 1.10), et la maturation de la tomate (paragraphe 1.11), puis la Consommation de tomate mondiale (paragraphe 1.12), l'utilisation de tomate (paragraphe 1.13), en parle aussi sur l'alimentation de tomate aussi bien dans le goût et usage (paragraphe 1.14).

1.2- Historique :

Le terme « Tomate » dérive du mot inca Tomalt. Elle fut découverte par les conquérants Espagnols en Amérique du Sud au XVIème siècle. [1]

Elle fit sa première application en Europe dans les jardins sévillans (en Espagne) de quelques monastères qui se spécialisaient à cultiver des Curiosités du Nouveau Monde. [1]

En 1806, un américain affirme que la tomate rehausse le goût des sauces et des potages. Trois ans Plus tarde, Thomas Jefferson se port à la défense de ce fruit. A partir de 1830, ne parle plus que de la tomate. [2]

L'offensive médiatique fait tomber les dernières barrières et les éditeurs se lancent dans la publication de livres, recettes, de périodiques horticoles et de chroniques Médicales. [2]

Aujourd'hui, la plante tropicale s'est adaptée à des régions plus froides que celles de son pays. D'origine la tomate est cultivée dans les pays chauds ou tempérés du monde entier. [1]

1.3- Définition de la tomate :

La tomate est une plante annuelle de la famille des Solanacées, originaire d'Amérique du Sud. Le terme désigne aussi ce fruit charnu, qui est l'un des légumes les plus importants

dans l'alimentation humaine et qui se consomme frais ou transformé. C'est l'ingrédient de cuisine le plus consommé dans le monde après la pomme de terre. Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ 3 million d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes. [2]

Le nom *Lycopersicum* signifie littéralement « pêche de loup », et fait référence au caractère toxique attribué initialement à ce fruit. [2]

Nom scientifique : *Solanum lycopersicum* L, famille des Solanacées, la tomate aussi été appelée *lycopersicon esculentum*. Cependant, des études récentes en génomique classent la tomate dans le genre *solanum*, le même que la pomme de terre. [2]

Nom communs . tomate, pommo d'or, pomme d'amour, pomme du pérou. En allemand et en espagnol, Tomate ; en anglais et en espéranto, tomato ; en portugais, tomateiro pour la plante et tomate pour le fruit ; en italien, tomatica ou pomodoro ; en arabe طماطم. [3]

1.4- Origines de la tomate :

1.4.1- Origine géographique :

Le moyen orient serait le centre géographique d'origine à partir duquel l'espèce *Solanum lycopersicum* s'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont le bassin occidental de La Méditerranée, le sud de La Russie et le Proche Orient.

Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques. [3]

L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce. [4]

1.4.2- Origine génétique :

La tomate est une espèce diploïde ($2n=24$) de la famille des solanacées, elle renferme 90 genres et 2500 espèces. [5]

- Les variétés fixées dont les caractéristiques génotypiques se transmettent pour les générations descendantes. [5]
- Les variétés hybrides, du fait de l'effet hétérosis, présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt. [5]

1.5- Importance de la culture de la tomate :

La production mondiale de tomates est de 120 Mt, dont un tiers en Asie, un tiers en Europe, un tiers en Amérique du Nord. Il existe à présent plus de 500 variétés de tomates. [6]

1.5.1- Importance de la culture des tomates dans le monde :

La production mondiale de tomate progresse régulièrement passant de 64 millions de tonnes en 1988 à plus de 100 millions aujourd'hui, dont 30 millions sont destinés à la transformation. [7]

La tomate est un fruit : le fruit d'une plante herbacée originaire du Pérou. [5]

La tomate en général, consommée comme un légume. La tomate est même le deuxième légume le plus consommé, juste après la pomme de terre. [5]

La production mondiale a augmenté de 35% au cours des dix dernières années et se répartit comme suit : l'Asie 45%, l'Europe 22%, l'Afrique 12%, l'Amérique du Nord 11%, l'Amérique du Sud et Centrale 8%. [7]

La Méditerranée couvre 31% de la *production mondiale de tomates* en 2005, soit un volume global de 40 millions de tonnes environ. [7]

1.5.2- Importance de la culture de la tomate en Algérie :

Le nombre d'usines spécialisées dans cette industrie est de plus de 26 à l'échelle nationale. Les besoins annuels nationaux en double concentré sont estimés à 80 000 tonnes alors que la capacité actuelle totale des usines de transformation en Algérie est de l'ordre de 140 000 tonnes de concentré par an. [5]

La conduite de la culture est effectuée sans irrigation sur près de 85 % de la surface, mais en 2001, avec la mise en place du Fonds National de Régulation et de Développement Agricole, les producteurs de tomate industrielle ont pu bénéficier d'une aide relative à l'acquisition de matériel d'irrigation au goutte à goutte. Actuellement, la production locale n'est plus protégée comme elle l'était il y a encore quelques années. [8]

1.6- Exigences des tomates :

1.6.1- Exigences climatiques de la tomate :

Les facteurs climatiques ont une action prépondérante sur les différentes périodes de la vie de la tomate.

A- La température :

La tomate (conduite en pleins champs) demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés. [10]

La température critique est de -02°C, alors que le zéro de végétation est de +14°C minimum et + 35° C maximum. [9]

La température du sol doit être située entre 25°C et 35°C, pour une bonne reprise après le repiquage, mais au dessous de 15°C elle diminue la consommation en eau, et plus de 35°C provoque une végétation plus lente. [7]

B- L'eau :

L'eau a une grande importance dans la croissance de la plante. Elle est le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute. [11]

C- L'humidité de l'air :

La tomate est très sensible à l'hygrométrie, il semble qu'une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure. [11]

L'humidité de l'air joue un rôle important dans la fécondation : si l'humidité est trop faible le stigmate se dessèche et la période de fécondation est courte et si l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Le développement des maladies cryptogamique est lié à de forte humidité accompagnée de la chaleur. [11]

L'humidité atmosphérique doit être de 76% lors de la germination, 75-80% durant l'élevage des plantes, 70-80% lors de développement végétatif, 60-80% pendant la floraison et 60-70% lors de développement des fruits. [9]

D- La lumière:

La tomate n'est pas sensible au photopériodisme ; cependant son développement exige de forte quantité de lumière. [9]

La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la tomate. Le développement reproducteur de la tomate est fortement influencé par la quantité totale d'énergie que reçoit la plante quotidiennement. [12]

Cette quantité dépend à la fois de la photo période et de l'intensité lumineuse. La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité, et sa qualité ; 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toutefois la photopériode ne doit pas dépasser les 18 heures par jour. [12]

1.6.2- Exigences Hydriques :

La tomate paraît la culture la plus exigeante en eau en particulier après sa transplantation, pendant la floraison et enfin lors du développement des fruits.

Des irrigations fréquentes et légères suivies par un binage permettent d'obtenir des rendements élevés par contre des irrigations trop copieuses pendant la floraison provoquent une chute de fleur et une croissance trop exubérante d'où un retard de la maturité des fruits.

Les besoins en eau de la plante, estimés à environ 600mm, sont dépendants des facteurs climatique et biologique. [11]

En début de culture, il est conseillé de réduire l'arrosage afin d'obtenir des enracinements vigoureux et une bonne précocité. A la période de formation de bouquets, on doit réduire la quantité d'eau car son excès entraîne la chute des fleurs, de même un stress hydrique peut réduire la croissance de la plante et provoquer l'enroulement des feuilles. [11]

1.6.3- Exigences Pédologiques de la Tomate : Sol

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. [12]

La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine. Dans les sols d'argile lourde, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines. [12]

ITCMI propose un intervalle de 4.5 à 8.2 pour le pH de la tomate mais celle-ci a une préférence de 5.5 à 6.5. [11]

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité. Le taux moyen de sensibilité se situe entre 1.5 à 03 g/l. les risques de carence apparaissent lorsque le taux de sel est inférieur à 01 g/l tandis que le taux de toxicité quand ce dernier est supérieur à 04 g/l. [9]

La période de sensibilité la plus importante au sel correspond à la germination et à la levée des plantes. [9]

1.7- Importance économique de la tomate :

La tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, soit frais soit après transformation. Elle est cultivée sous toutes les latitudes dans des conditions très variées (climats, modes de production...), ce qui démontre une grande plasticité originelle et témoigne de l'efficacité du travail des sélectionneurs. [3]

1.8- Production de la tomate :

La tomate est la troisième espèce cultivée au monde en termes de volume de production, après la pomme de terre les céréales. En 2007, 126,2 millions de tonnes de tomates ont été produites dans le monde, dont près d'un quart proviennent de Chine (33,6 millions de tonnes) [3]

En Europe, l'Italie assure une grosse partie de la production (6,53 millions de tonnes en 2007) suivie par l'Espagne et la Grèce (respectivement 3,66 et 1,46 millions de tonnes). La production française de tomates s'élevait en 2007 à 715 000 tonnes dont environ 40 % est destinée à la transformation. Les principaux bassins de production en France sont le Sud-est (Vaucluse, Bouches du Rhône, Gard, Drôme, Hérault), le Sud-ouest (Lot et Garonne, Landes, Dordogne, Gironde, Tarn et Garonne) et la Bretagne. [3]

1.9- Structure histologique du grain de la tomate:

D'un point de vue botanique, la tomate est un fruit (baie), mais elle est cultivée et utilisée comme un légume. Ce fruit est constitué de trois parties: le péricarpe (comprenant la peau et la partie charnue), le gel contenu dans les loges et les graines (Figure 1). La peau consiste en quatre à cinq couches de cellules de type épidermique ou hypodermique sous une fine cuticule. [11]

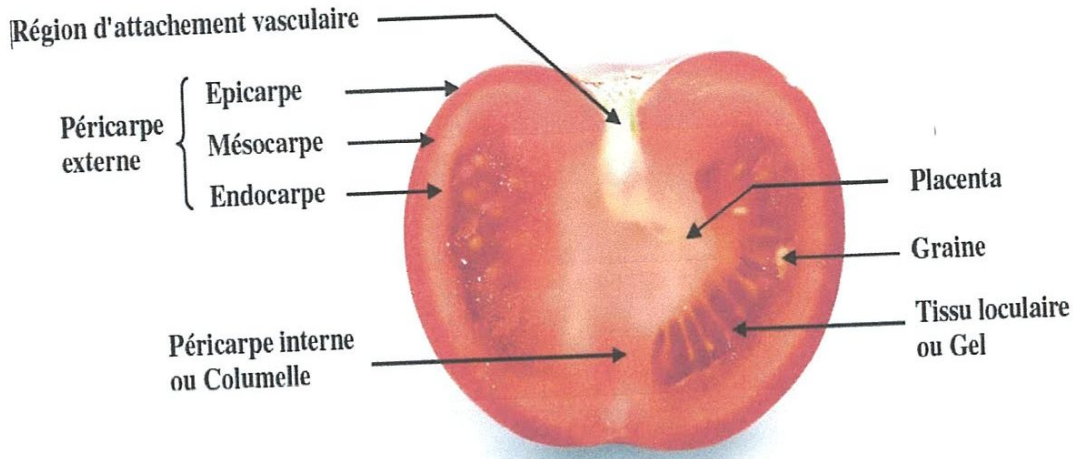


Figure 1 : Structure du fruit de tomate. [11]

La tomate est un fruit climactérique, ce qui signifie qu'au début de sa maturation, le fruit présente un pic de respiration caractéristique associé à un pic de dégagement d'éthylène (C_2H_4). A l'inverse, les fruits non climactériques tels que la fraise, le raisin, la cerise, ou encore le citron, se caractérisent par une respiration qui ralentit au cours de la maturation.

L'éthylène est un gaz qui joue un rôle d'hormone de maturation des fruits. [11]

Au cours de sa maturation, la tomate change de couleur du fait de la dégradation de la chlorophylle et de la biosynthèse des caroténoïdes, passant du vert au blanc, puis au jaune, avant de revêtir peu à peu sa couleur rouge. [11]

L'importation des sucres de la plante et l'hydrolyse des réserves d'amidon du fruit entraînent une augmentation de la teneur en sucre, lors de la maturation. L'acidité des fruits, due essentiellement à la présence des acides citrique et malique, est maximale au stage jaune puis diminue peu à peu. Ainsi, le goût du fruit se développe, tout comme la texture molle caractéristique des fruits mûrs, grâce à l'action d'enzymes au niveau des parois cellulaires. [6]

1.10- Consommation de tomate mondiale :

En 2003, la consommation mondiale de tomates (fraîches et transformées) s'élevait à 102,8 millions de tonnes. La Chine en est le plus gros consommateur (25,27 millions de tonnes en 2003) suivie des Etats-Unis et de l'Inde (respectivement 10,11 et 6,84 millions de tonnes). Concernant la consommation par habitant, ce sont les Libyens et les Grecs qui

consomment la plus importante quantité de tomate (respectivement 117 et 115 kg/an/habitant) [3]

1.11- Utilisation de tomate :

La tomate (le fruit) tient une place importante dans l'alimentation humaine. C'est une légume qui se consomme soit cru, en salade, souvent en mélange avec d'autres ingrédients ou en jus, soit cuit dans d'innombrables préparations culinaires, et qui se prépare à partir de produits frais ou transformés industriellement en conserves ou surgelés, sous forme de purée, de concentré, condiment, de sauces et de plats préparés. Des industries de transformation de la tomate sont implantées dans toutes les régions du monde et sont approvisionnées par des milliers d'hectares de culture mécanisée. [1]

1.12- Alimentation de la tomate :

La tomate est un aliment diététique, très riche en eau (93 à 95 %) et très pauvre en calories (18 à 20 k cal pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E). Les glucides, 3 à 4 %, sont constitués principalement de fructose et de glucose. Les sels minéraux, dont la teneur dépend aussi du sol et des apports d'engrais, sont composés pour moitié de potassium, environ 280 mg pour 100 g de tomate. La tomate contient plusieurs vitamines hydrosolubles dont le principal est la vitamine C. La teneur, est de 20 à 40 mg/100g, dans la tomate crue et fortement réduite dans la tomate cuite (environ 16 mg). [3]

1.12.1- Goût :

Les qualités organoleptiques de ce fruit, qui incluent l'aspect, le goût, la texture, dépendent de divers paramètres, liés à la génétique, aux conditions de culture, de récolte et de conservation. [2]

On retrouve dans le goût de la tomate et particulièrement de la sauce tomate, la cinquième saveur fondamentale, l'umami, qui est liée à la présence d'acide glutamique dans le fruit mûr. [2]

1.12.2- Usage :

C'est aujourd'hui un légume-fruit très important en cuisine, entrant dans la composition de nombreuses recettes. La tomate peut se consommer soit crue, soit cuite. Les tomates vertes ou incomplètement mures peuvent servir à la confection de confiture, ce qui est

une manière d'utiliser les tomates cueilles en fin de saison qui ne peuvent atteindre une maturité complète. [3]

Chapitre II

**Composition
Chimique
et
Biochimique
de la Tomate**

2.1 - Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons en détails successivement les compositions chimiques de tomate (paragraphe 2.2), et les compositions biochimiques des fruits de tomate (paragraphe 2.3), et en fin en termine par les principaux antioxydants de la tomate (paragraphe 2.4).

2.2- Les compositions chimiques de tomate :

Un aliment est constitué de trois principaux groupes ; les glucides, les protides et les lipides. Il contient en outre toute une série de substances minérales et divers groupes de substances organiques, tels que les enzymes, et les acides organiques. [9]

2.2.1- La teneur en eau :

Les végétaux renferment de 80 à 95 % d'eau. Cette teneur en eau est responsable de la fragilité des fruits et légumes à l'égard des chocs, des attaques par les micro-organismes et de leur dessèchement en atmosphère à faible humidité. [13]

2.2.2- Les glucides :

Les glucides constituent le groupe le plus important des substances organiques entrant dans la composition chimique des végétaux. Cette teneur en glucide varie en fonction de divers facteurs : luminosité, température, irrigation et engrais. Le glucose, le fructose et le saccharose sont les principaux sucres du fruit. [9]

Les dosages biochimiques des différents sucres (glucose, fructose, saccharose, amidon...), des acides malique et citrique ont permis aux chercheurs de distinguer quelques phases du développement en fonction d'événements métaboliques majeurs. [9]

2.2.3- Les protides :

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 impliquées dans le métabolisme des fruits au cours de leur croissance. [3]

Plusieurs des gènes actuellement isolés sont associés à la phase de division cellulaire : il s'agit des gènes codant pour des protéines régulatrices de l'activité cellulaire, comme la division ou La croissance, ou d'enzymes du métabolisme, notamment des sucres, des acides et des caroténoïdes. [3]

2.2.4- Les lipides :

Leur teneur dans les tomates est assez faible et ne représente que 0,3% du poids du fruit. [9]

2.2.5- Les acides organiques :

Le goût acide est un facteur déterminant dans l'acceptabilité des fruits et de leurs produits. De même, le rapport sucres/acidité donne une estimation du coefficient de maturité. Les caractéristiques sensorielles des saveurs sucrées et acides sont ainsi apparues bien corrélées aux mesures chimiques des teneurs en sucres et en acides. A l'inverse, les caractéristiques de texture sont relativement indépendantes des mesures physiques de fermeté ou d'élasticité du fruit. [9]

L'acide organique dominant de la tomate est l'Acide citrique. C'est un triacide, de formule $C_6 H_8 O_7$, très souvent utilisé dans l'agro-alimentaire en tant qu'acidifiant sous la référence E 330. [11]

2.2.6- Les sels minéraux :

Ils sont en général dissous dans le suc cellulaire, soit à l'état libre, soit à l'état de sels d'acides minéraux ou organiques. [6]

2.3- Les compositions biochimiques de tomate :

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. [14]

Ce produit est un aliment diététique, très riche en eau (plus de 90%) et très pauvre en calories (18 kcals pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E). Sec antioxydants en font un formidable rempart contre les affections. [14]

Le (Tab01) suivante représente les compositions biochimiques de tomate.

Tableau II.01 : Composition biochimique dans 100 g de produit (tomate). [9]

Composante	Estimation
Eau (g)	93,4 - 95,2
Protides (g)	0,9 - 1,1
Lipides (g)	Traces - 0,3
Glucides (g)	2,8 - 4,7
Fibres (g)	0,5 - 1,5
Ca (mg)	9,7 - 15,0
K (mg)	202 - 300
Na (mg)	3 - 11
P (mg)	20 - 27
Fe (mg)	0,2 - 0,6
Mg (mg)	10 - 11
Provitamine A (mg)	0,5 - 0,8
B 1 (mg)	0,01 - 0,06
B 2 (mg)	0,02 - 0,05
B 6 (mg)	0,08 - 0,1
C	11 - 23
E	0,04 - 0,2

2.4- Les principaux antioxydants de la tomate :

Ce sont les vitamines A, C et E, le zinc, le sélénium et des polyphénols.

2.4.1- Vitamine A (sous forme de bêta-carotène) :

- Rôles : c'est le b-carotène qui a un rôle antioxydant. Il intervient dans la protection des Membranes des cellules en bloquant les radicaux libres. [2]
- Principales sources : le bêta-carotène est présent dans les fruits et les légumes fortement colorés. Dans les carottes, les épinards, le melon, la mangue, les abricots, les tomates... [2]

- Absorbé sous forme de bêta-carotène l'organisme en transforme une partie en fonction De ses besoins en vitamine A. [2]
- Un autre caroténoïde, le lycopène, est présent dans la tomate, c'est un autre pigment Végétal cousin du b-carotène mais sans être précurseur de la vitamine A. [2]

❖ *Formule chimique du b-carotène :*

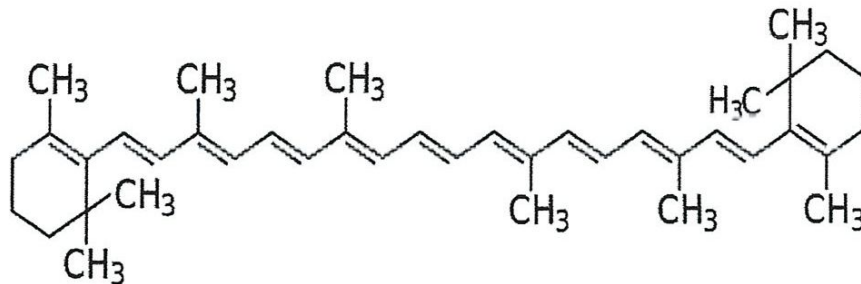


Figure II.02 : *b-carotène* [2]

2.4.2- Vitamine A (sous forme de Lycopène) :

Le lycopène est un pigment rouge de type caroténoïde, qui est un antioxydant, contenu à raison de 30% mg dans 200 ml de sauce tomate. Un des meilleurs chasseurs de radicaux libres impliqués dans la survenue de nombreux cancers. Elle contient un alcaloïde (la solanine) ainsi que de la saponine c'est d'ailleurs ce dernier produit lié à l'histamine qui la rend pour certains indigeste. [3]

- Le lycopène appartient à la famille des caroténoïdes, c'est un polyène de chaîne ouverte avec 11 doubles liaisons et une formule moléculaire de C₄₀H₅₆. [3]
- Le lycopène est insoluble dans l'eau. [3]
- Le lycopène est soluble dans l'huile, le cyclohexane, le dichlorométhane et l'éthanol. [3]

❖ Formule chimique du lycopène :

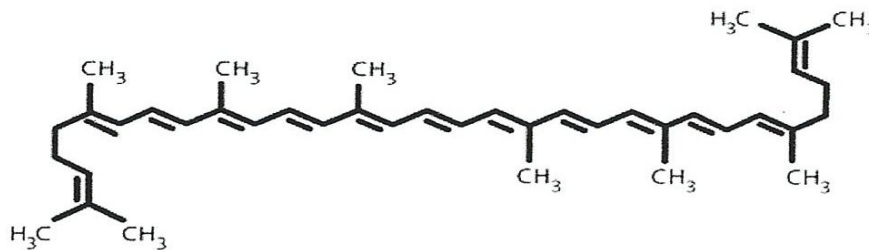


Figure II.03 : lycopène [3]

La tomate doit sa couleur rouge au lycopène, un pigment qui, en collaboration avec les vitamines et minéraux, a un effet protecteur contre le cancer. En effet, les tomates et leurs produits dérivés (Tableau 02), notamment la sauce tomate, diminuent nettement les risques de développer certains cancers. [3]

Tableau II.02 : Composition en Lycopène de quelques dérivés de tomate
(mg/100g)

Produit	Lycopène
Tomate rouge, fraîche	03,10 - 07,74
Soupe de tomate, en boîte	03,99 - 07,20
Jus de tomate	07,83 - 09,50
Tomate entière, pelée, transformée	11,21
Sauce pizza, en boîte	12,71 - 14,10
Ketchup	15,90 - 16,60
Sauce pizza dans la pizza	32,89
Pâte de tomate, en boîte	30,07 - 42,20

2.4.3- Vitamine C (acide ascorbique) :

- Rôles : C'est un piègeur de radicaux libres. Elle intervient également dans la régénération de la vitamine E. [4]

- Principales sources : cassis, goyave, poivron, kiwi, agrumes, choux et autres fruits et légumes. [4]

2.4.4- Vitamine E (tocophérol) :

- Rôles : La vitamine E a un effet protecteur particulièrement important vis-à-vis des cellules. Elle préserve les lipides qui constituent leurs membranes. Cette vitamine peut être rapidement régénérée, ce qui explique son très fort pouvoir antioxydant. [4]
- Principales sources : les huiles végétales (tournesol, pépin de raisin, maïs, ...), les légumes et fruits frais (amande, noisette, fenouil, mûre, avocat, épinard, ...), les aliments d'origine animale (crevette grise cuite, cervelle, ...). [4]

2.4.5- Zinc :

- Rôle : son rôle antioxydant passe par différents mécanismes.
- Principales sources : les aliments d'origine animale comme les huîtres, la viande de bœuf, les œufs ou encore les produits laitiers. [4]

2.4.6- Sélénium :

- Rôles : Ils entrent dans la constitution d'enzymes antioxydantes qui constituent une des principales lignes de défense contre les agressions des radicaux libres. L'activité de ces enzymes est directement proportionnelle à l'apport en sélénium. Une carence en sélénium peut entraîner un stress oxydatif.
- Principales sources : poissons, abats, viandes. [4]

2.4.7- Polyphénols :

- Rôles : ils ont une forte activité antioxydant, plus puissante que celle des vitamines antioxydants.
- Principales sources : les oignons, le thé, le vin rouge, les brocolis... Les catéchines, elles, sont présentes dans le thé et les pommes. [4]

2.4.8- Chlorophylle :

La chlorophylle (mot composé en 1816 à partir du grec ancien) est le principal pigment assimilateur des végétaux photosynthétiques. [3]

Isolé en 1816 par Joseph Bienaimé Caventou et Joseph Pelletier, ce pigment, situé dans les chloroplastes des cellules végétales, intervient dans la photosynthèse pour intercepter l'énergie lumineuse, première étape dans la conversion de cette énergie en énergie chimique. Son spectre d'absorption du rayonnement lumineux est responsable de la couleur verte des végétaux ; la longueur d'onde la moins absorbée étant le vert, c'est donc cette couleur qui est perçue dans la lumière réfléchie vers l'œil par la feuille. [3]

Les chlorophylles sont des molécules dont le squelette de base est celui d'un noyau de chlorine (un dérivé de la famille des porphyrines) au centre duquel est fixé (complexé) un ion magnésium Mg^{2+} grâce aux doublets non-liants des atomes d'azote. À la périphérie du noyau se trouve une chaîne carbonée. [3]

❖ Formule chimique de la chlorophylle :

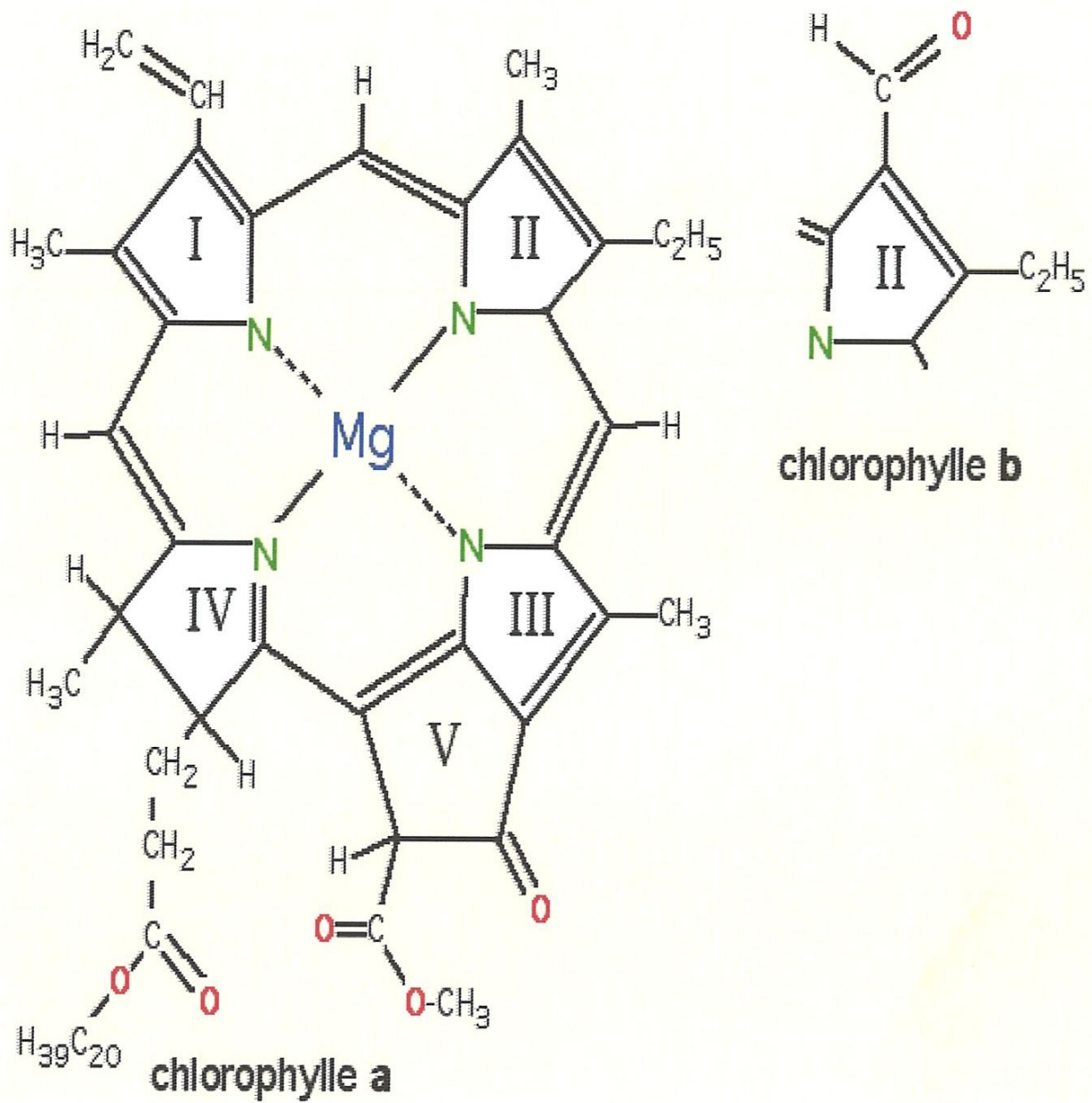


Figure II.04 : La chlorophylle [4]

Chapitre III

La Conservation

Et les

Moisissures

des Tomates

3.1- Introduction

Au cours de ce chapitre relatif à la transformation de la tomate (paragraphe 3.2) nous montrerons la concentré de tomate (paragraphe 3.3) puis la technique de la conservation de tomate (paragraphe 3.4), en parle aussi sur l'industrie de la conserve de la tomate (paragraphe 3.5), processus technologique de la conservation de tomate CAB (paragraphe 3.6), et le diagramme de fabrication de tomate en conserve (paragraphe 3.7), et en fin en termine par les moisissures de tomate (paragraphe 3.8)

3.2- La transformation de la tomate :

En 2008, près de 37 millions de tonnes de tomates ont été transformées dans le monde pour donner principalement des concentrés de tomate, mais aussi des sauces, des jus et des tomates en conserves. La Californie est la région où la transformation de tomate est la plus importante (10,7 millions de tomates en 2008). En Europe, l'Italie et l'Espagne sont les principaux transformateurs (4,9 et 1,7 millions de tonnes en 2008). La France est le 5e pays transformateur d'Europe avec 125 000 tonnes de tomates transformées en 2008. [1]

La gamme de produits transformés proposée par les industriels de la tomate est large (pulpes, sauces, concentrés, purées, condiments et plats préparés). Ceux-ci sont soit préparés à partir de produits frais, soit préalablement transformés industriellement (concentré conditionné en conserves le plus souvent). La consommation européenne de ces produits, et plus particulièrement de concentré de tomate, ne cesse de croître et représente un marché important. [1]

3.3- Concentré de tomate :

Le concentré de tomate fabriqué pendant la saison de récolte de la tomate fraîche est destiné à la consommation humaine directe, comme ingrédient intervenant dans des préparations alimentaires diverses. En raison d'un taux d'équipement important des zones de production anciennes de la tomate (Italie, Turquie, ...), la concurrence sur le marché international est très vive. Les produits italiens y trouvent une place prépondérante. Les aspects agricoles ont une importance considérable. Cette activité nécessite un approvisionnement régulier et sûr: on s'assurera que les surfaces destinées à la production de tomates industrielles sont suffisantes (à titre indicatif: ordre de grandeur du rendement tomate à l'hectare = 50 t/ha). Les variétés doivent être adaptées: la tomate industrielle doit être à

haute teneur en matière sèche afin de minimiser les coûts de concentration. L'unité doit être implantée sur les lieux de production. [15]

Il existe deux types de concentré de tomate :

Type1 : double concentré de tomate (DCT) dont la teneur en matière sèche est de 28-30 % pour la consommation humaine directe, [15]

Type 2 : triple concentré de tomate (TCT) dont la teneur en matière sèche est de 36-38 %. [15]

Le TCT est un produit intermédiaire destiné à être dilué sur le lieu de consommation pour fabriquer soit du DCT, soit des sauces de type Ketchup. Il alimente donc d'autres unités soit dans le pays même, soit à l'export. Selon les cas de figure, la fabrication de TCT peut s'avérer intéressante s'il existe un marché, en particulier pour les unités importantes. D'autre part, en dehors de la saison de récolte, on peut envisager d'importer si nécessaire du TCT sur le marché mondial et de procéder au reconditionnement localement. Ceci permet de rentabiliser au mieux l'outil de travail en prolongeant la période d'activité de l'unité. A partir d'une certaine capacité, il est recommandé de fabriquer plusieurs produits: jus, double et triple concentré, sauces, tomates pelées; la moindre interruption d'une ligne poserait problème au niveau de l'approvisionnement. De plus, chaque produit, selon son boîtage, sa concentration, a un marché spécifique, ce qui peut rendre fragile la rentabilité de l'unité. [15]

3.4- Technique de la conservation de la tomate :

Les problèmes de malnutrition dans le monde sont devenus alarmants, particulièrement dans les pays en voie de développement dont l'Afrique du nord. L'un des obstacles majeurs que rencontre ces pays pour atteindre l'autosuffisance alimentaire, demeure le manque de moyens adéquats de conservation de leur production agricole exposée à une détérioration rapide en raison des conditions climatiques peu favorables et à beaucoup d'autres aléas endogènes et exogènes. [1]

Il devient évident que la conservation des denrées alimentaires n'est pas moins importante que leur production. Pour remédier au déficit alimentaire dans ces régions, il est nécessaire non seulement d'accroître la production, mais aussi d'examiner toutes les possibilités d'élaboration et d'utilisation de méthodes de conservation compatibles avec la situation socio-économique et les conditions climatiques de ces régions

Il existe plusieurs méthodes de conservation de la tomate, les principales sont la salaison, le séchage au soleil, déshydratation osmotique et par concentration. [1]

3.4.1- La salaison :

La salaison par saumure, c'est immerger les aliments dans un bain un d'eau et de sel ((250 g) par liter d'eau) utilisé pour les légumes (haricots, tomate, olives, cornichons). On peut aromatiser avec du thym et laurier. Pour dessaler, ils doivent être trempés dans de l'eau pure pour perdre une partie du sel. Il faut changer l'eau plusieurs fois et faire cuire dans de l'eau non salée. [1]

3.4.2- Le séchage au soleil :**A- Description :**

Il consiste à éliminer l'eau contenue dans la tomate jusqu'à une teneur acceptable pour une conservation à long terme. La première partie de l'opération consiste à la préparation du produit (lavage découpage- trempage dans un bain de conservation). Puis viennent le triage et le broyage. Enfin la poudre de tomate est conditionnée. [3]

B- Avantages et inconvénients :

Le grand avantage de cette technique est qu'elle est très simple, adaptable pour une exploitation à petite ou grande échelle. L'inconvénient est que le séchage peut entraîner des pertes nutritionnelles plus ou moins grandes selon la nature du séchoir et même une contamination (séchage à l'air libre) .La tomate en poudre n'est pas un produit très connue des populations. [3]

3.4.3- Un procédé innovant la déshydratation osmotique :

La déshydratation osmotique consiste à immerger les produits végétaux ou animaux, parés et découpés dans des solutions concentrées contenant un ou divers solutés (sel, sucre). Ceci conduit à une déshydratation rapide du produit, ainsi qu'à son imprégnation par les substances contenues dans la solution. Cette technique, est couplée à un séchage ultérieur à l'air chaud. Enfin cette technique permet d'obtenir des produits d'excellent qualité organoleptique (couleur, texture, saveur, aptitude à la réhydratation). [1]

Cette technique présente un triple avantage :

- Le produit est stabilisé quelque soit les conditions climatique
- Les qualités organoleptiques sont conservées (couleur, souplesse).
- Aussi, la déshydratation permet une teneur en eau finale plus élevée pour une même activité de l'eau il y a une économie d'énergie avec une finition en séchoir. [1]

- consommation d'énergie excessive. [14]

3.4.9- La conservation par le vinaigre :

A- Principe :

Elle consiste à augmenter l'acidité du milieu dans lequel sera plongée la tomate. Ceci entraîne une diminution du pH du milieu, inhibant ainsi la croissance des micro-organismes qui provoquent la détérioration de la tomate. C'est ainsi qu'après la préparation, la tomate est mise au vinaigre puis conditionnée (emboitage et pasteurisée). [16]

B- Avantages et inconvénients :

C'est aussi une technique simple. Cependant elle nécessite d'enlever le vinaigre lors de la consommation. [16]

3.4.10- La conservation par appertisation (tomate pelée) :

A- Principe :

L'appertisation de la tomate consiste à conditionner la tomate fraîche sans sa peau de façon hermétique puis lui appliquer un traitement thermique.

Le prétraitement comprend le lavage, le triage, le calibrage, le parage et l'épluchage. Les autres opérations sont: (l'emboitage, Le préchauffage et le jutage à chaud, la fermeture à chaud, la pasteurisation). [16]

B- Avantages et inconvénients :

La tomate pelée est consommable directement. C'est une technique exploitable à divers échelons de production et l'utilisation d'un autoclave n'est pas indispensable.

L'inconvénient est qu'elle nécessite une main d'oeuvre qualifiée. Son emboitage est aussi relativement cher (métal ou verre). [16]

3.5- L'industrie de la conserve de la tomate :

L'industrie de la conserve de la tomate est une entité économique destinée à la fabrication et la production de la tomate concentrée pour obtenir des bénéfices. Cette production du concentré de tomate dépend de plusieurs paramètres tel que le ravitaillement en matière première (la tomate industrielle) en quantité et qualité, une qualité des appareils destinés à la production du concentré de tomate, les technologies de la fabrication. [15]

3.6- Processus technologique de la conservation de tomate CAB:

3.6.1 Réception et déchargement:

La tomate fraîche peut être transportée en caisses, en camions bennes ou en vrac sur camions. Une bascule située à l'entrée permet la pesée, avant le déchargement. Dans le cas des camions le déchargement a lieu en inondant les bennes par un flux d'eau introduit par des tuyaux orientables. L'eau, en sortant transporte la tomate en un bassin et dans le cas caisses le déchargement se fait manuellement. [15]

3.6.2 Le lavage et le triage:

Le produit et l'eau sont séparés par une grille inclinée qui laisse rouler le produit dans un canal contenant de l'eau plus propre qui transporte le produit jusqu'à la sortie du groupe de déchargement. Le groupe est équipé d'un système racleur pour vidanger automatiquement les pierres, la boue et les corps étrangers. La tomate est transportée par un convoyeur incliné et subit un deuxième lavage par une eau plus propre en continue son chemin jusqu'aux tables disposées en forme de cercle tournant permettant une inspection attentive de la part des opérateurs. Le traitement du produit se réalise en deux phases :

- Dans la première phase, le plan de rouleaux est incliné et le produit est séparé de l'eau et des corps étrangers. Le produit est également lavé une série de gicleurs.
- Dans la deuxième phase, le triage manuel du produit est réalisé sur un plan de rouleaux horizontal par des personnes qualifiées ou s'effectue un dernier control manuel. [15]

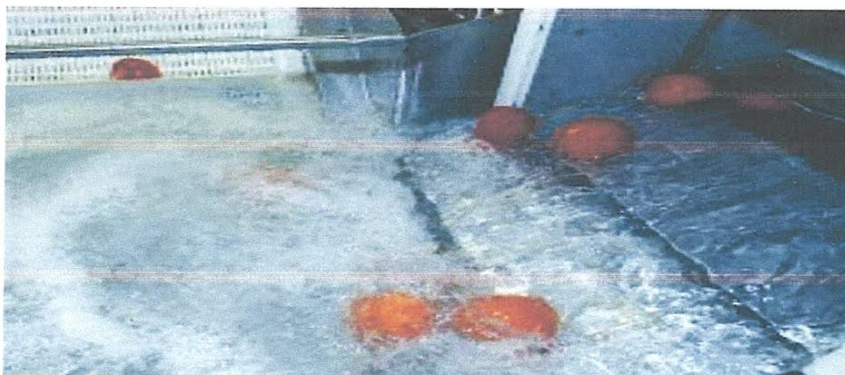


Figure III.01 : lavage [5]



Figure III.02: le triage [5]

3.6.3 Le broyage:

La pulpe, issue de la séparation des grains est constituée de tomate écrasée, Le broyeur a pour but de l'émietter. Le type le plus répandu est constitué par un cylindre d'acier inoxydable sur lequel on applique quatre ou cinq hachoirs dans le sens de son axe. Le cylindre tourne dans une charpente à l'intérieur de laquelle sont appliquées deux hachoirs analogues et complémentaires. Le cylindre en tournant transporte et émiette la pulpe des tomates. La pulpe émiettee passe ensuite, selon le type d'installation directement dans le préchauffeur ou dans un petit bac de recueillement duquel il sera envoyé dans le préchauffeur à l'aide d'une pompe sanitaire. [15]

3.6.4 Le préchauffage:

Le préchauffeur a pour fonction d'élever la température de la tomate afin de faciliter l'extraction du jus, et sert d'inactivation enzymatique. Il se fait dans un dispositif vertical appelé « cold break » Il contient des faisceaux tubulaires dans lesquels circule la tomate émiettee. A l'extérieur des tubes une vapeur de 75 à 80°C est injectée par le haut On assiste à un échange de chaleur entre la tomate qui se chauffe et la vapeur qui se condense.

Le condensât formé est recueilli et recyclé dans la chaudière, tandis que la tomate passe à la passoire, ce traitement thermique a pour but de diminuer la viscosité de la tomate, facilitant ainsi la filtration et de permettre une inactivation enzymatique qui préserve la pectine du produit (dont le rôle est de garder la consistance de la tomate). [15]



Figure III.03: *la séparation entre la couche extérieure et la peau.* [5]

3.6.5 La filtration (les passoires):

Après le traitement thermique et l'inactivation enzymatique, le produit chaud est raffiné dans les passoires qui séparent la partie solide (peaux et pépins)

De la partie liquide (jus ou purée). Le jus est collecté dans une cuve placée au-dessous, tandis que les peaux et les pépins grâce au mouvement hélicoïdal de la série de palettes fixées sur le rotor, sont convoyés vers la partie opposée à l'entrée de produit, pour être évacués. Généralement une passoire fait 600 à 800 tours par minute. Le degré de pressurage du produit est déterminé par l'action combinée d'au moins trois composantes : la vitesse de rotation l'angle d'incidence des palettes et le diamètre des trous du tamis. [15]

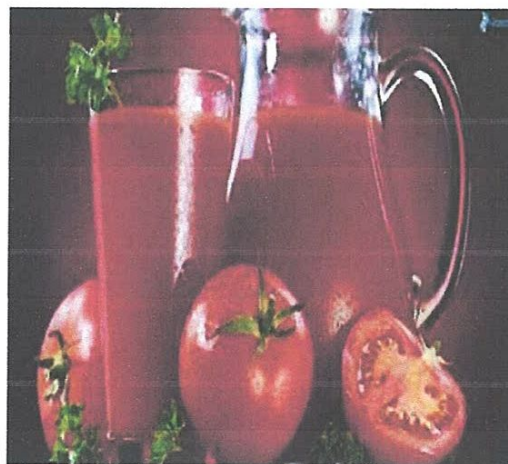


Figure III.04: *Le jus* [5]

3.6.6 La concentration :

Elle se fait grâce à une installation comportant trois principales parties de tailles différentes mais de même structure et de même principe de fonctionnement (évacore au moins 1000 tonnes de jus de tomate par jour). [15]

Grâce à un groupe de distribution situé au sommet, on alimente la troisième partie avec le jus (de Brix égal à 2-6) de façon homogène à travers les tubes de l'échangeur de chaleur. On assiste à l'échange thermique entre le jus et le vapeur, et une concentration progressive due à l'évaporation de l'eau du produit. Lorsqu'on atteint un Brix de 10-12%, le produit passe dans la deuxième partie puis la première, et y subit le même traitement thermique. [15]

La vapeur vive introduit dans le finisseur (première). Et celle issue de l'évaporation du produit servira à alimenter successivement les parties deux et trois. [15]

La vapeur sortant de la troisième partie est recueillie dans un condensateur, dans lequel on injecte de l'eau froide .Le condensat est envoyé au réfrigérant pour ensuite servir à la condensation de la vapeur des prochaines évaporations. Celle-ci se fait dans un débit de 7 tonnes par heure pour donner un Brix de 28 à 30% ; et environ 9,260 tonnes pour un Brix de 22,5%. [15]

Des réfractomètres placés sur chaque partie permettent de voir l'évolution du produit. Lorsque ce dernier atteint la valeur désirée on ferme la communication de la vapeur avec le reste de l'appareil, et le concentré est déversé et envoyé vers la station de pasteurisation. [15]

Remarque:

La concentration se fait sous vide, ce qui permet de réduire à volonté la température d'évaporation afin d'éviter une altération possible ou une modification des caractères chimique et des qualités nutritionnelles et organoleptiques de la tomate. [15]

En plus des substances pectiques, d'autres facteurs tels que le contenu en cellulose. Le résidu le degré de raffinage, les substances mucilagineuses et séreuses recourant les grains et pouvant passer dans le jus pendant le préchauffage influençant la consistance du concentré de tomate. [15]

Pendant la campagne de tomate, lorsque la matière première (tomate fraîche) est en quantité assez important, l'usine fait de réserves de produit semi fini, qui sera recyclé hors campagne et commercialisé. Pour cela, le produit est condensé à un Brix de 36-38% (triple

concentré). puis passe dans un stérilisateur serpentin, et subit un traitement thermique de 110°C. [15]

Après refroidissement à 40°C on le remplit dans des sacs aseptique de 220 Kg de capacité, conditionné dans des futs métalliques de stockage dans les hangars. [15]

Après la campagne, lorsque la demande sur le marché se fait sentir stock est reconditionné. Ainsi on ouvre le sac aseptique qui contient le triple concentré, on fait une dilution jusqu'à un Brix de 12,5 environ, et on l'homogénéise dans la cuve. La purée formée est envoyée dans un PDSR (Pasteurisateur et Désaérateur à Serpentin Rotatif), dans lequel on introduit du sel comme conservateur. Le PDSR agit comme un agitateur thermique qui grâce à la vapeur permet une évaporation sous vide donnant du concentré ou du double concentré. A la sortie du PDSR, le produit suit cour normale de la production pour être conditionné. [15]

3.6.7 La pasteurisation:

Le but est de neutraliser entre 90 à 92°C les microorganismes ayant résisté à la chaleur de la concentration. Des pompes assurent le passage du concentré de l'évaporateur vers des tubes de stockage avant d'alimenter les rotothermes. Ces derniers sont des dispositifs formés de deux systèmes. Chacun d'eux est constitué de deux tubes concentriques. Le produit circule dans le tube interne et la vapeur dans l'externe. Le produit passe d'un système à l'autre, puis il est envoyé pour le remplissage des boites. [15]

3.6.8 Le remplissage:

Les boites ont été retournées à plusieurs reprises et nettoyées par la vapeur à 90°C avant d'être remplies pour détruire les germes pouvant s'y trouver Elles arrivent ensuite à la station de remplissage ; de même que le concentré. [15]

Le remplisseur est un dispositif à 40 têtes environ, tournant à une vitesse réglée selon les besoins et dont le maximum est de 300 boite par minute. [15]

Un tour complet correspond au remplissage de la boite qui se fait à 82°C Les boites passent ensuite au sertissage. [15]



Figure III.05 : *Le remplissage* [5]

3.6.9 Le sertissage:

Elle consiste à la fermeture hermétiquement les boites de la face inférieure des boites remplies de concentré de tomate à 90°C .La sertisseuse a quatre têtes et une vitesse proportionnelle à celle du remplissage. [15]

A la sortie de la sertisseuse, un dateur inscrit sur cette même face la date de fabrication, d'expiration l'heur de sortie du produit et le numéro du lot auquel appartient la boite. [15]

3.6.10 Stérilisation et refroidissement:

Les boites sont stérilisées à l'aide de grands stérilisateur rotatifs qui donnent au contenu de la boite un traitement thermique. Ce traitement permet de nutritive sans addition de conservateur. Elle Ensuite, les boites sont rapidement refroidies afin d'éviter que les tomates ne continuent à cuire. [15]

Ils se font dans un tunnel à double portion .Dans la première partie se déroule la stérilisation par injection directe sur les boites de l'eau chaude. [15]

Pour cela, l'eau est chauffée à 96°C dans un échangeur tubulaire, puis envoyée dans le stérilisateur par des jets douches , sur les boites qui s'alignent sur un large tapis roulant à faible vitesse .La stérilisation dure huit minutes sur une longueur de six mètres. L'eau chaude utilisée est recueillie et recyclée. Dans la seconde partie du tunnel, de l'eau froide est injectée sur les boites pour le refroidissement à 40°C (choc thermique).Il se fait en 40 minutes sur une longueur de 20 mètres. L'eau est recueillie et envoyée au réfrigérant. [15]

3.6.11 Le séchage et le conditionnement:

A la sortie du tunnel, un sécheur injecte de l'air chaud sur les boites.

Ces dernières bien séchées sont empaquetées manuellement ou de façon automatique dans des cartons de 12 pour les boites de 800g et de 24 pour celle de 400g. Ces cartons sont scotchés et stockés dans les hangars avant d'être livrés à la commercialisation au moins vingt un jours après la date de fabrication ; ce qui permet de terminer les analyses du produit au laboratoire. [15]



Figure III.06: *la mise en carton* [5]

3.7- Diagramme de fabrication de tomate en conserve (CAB El fedjoudj):

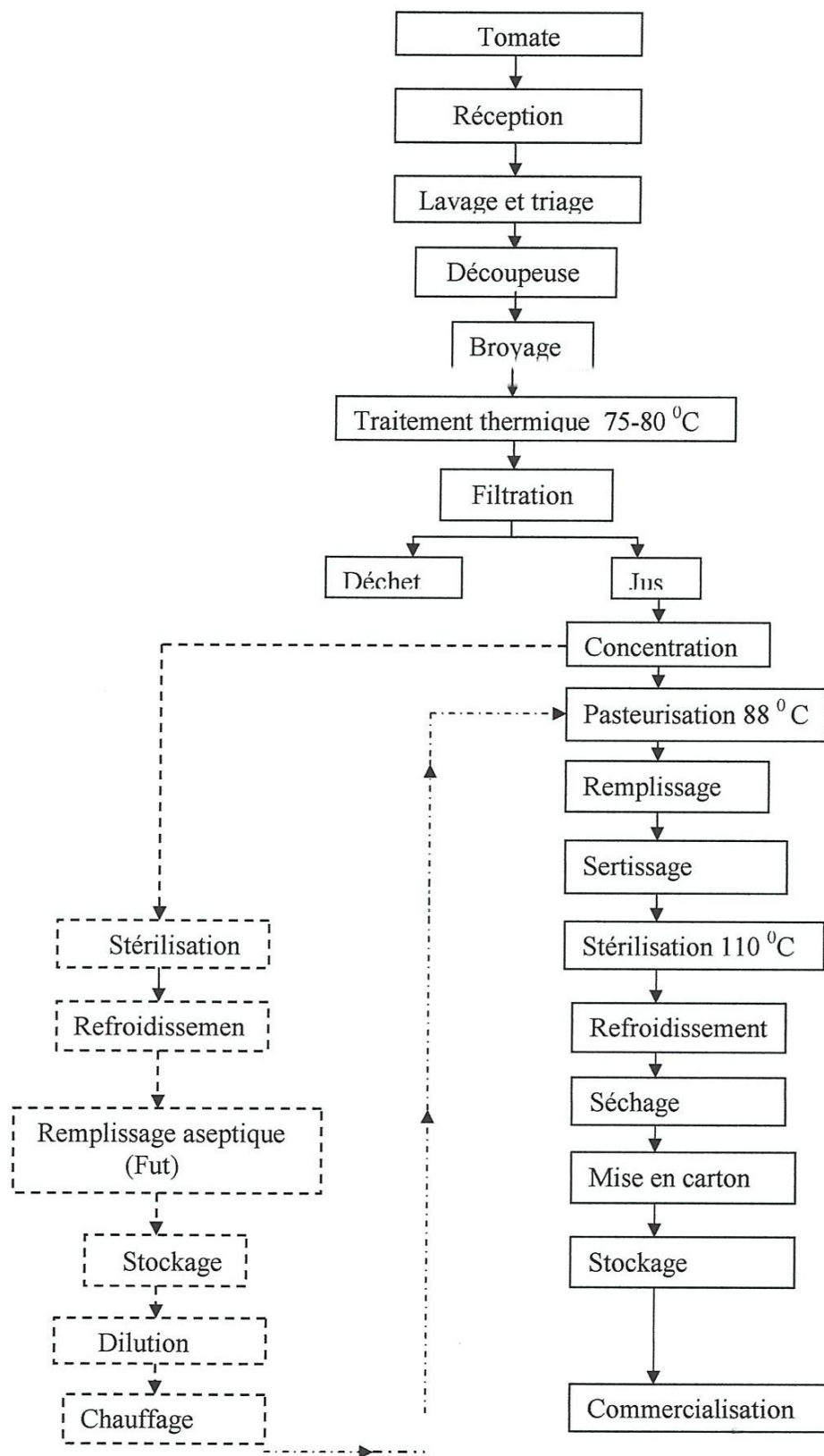


Figure III.07: Diagramme de fabrication de conserve de tomate (CAB)

3.8- Les moisissures:

Les moisissures sont largement répandues dans la nature et sont communément observées sur le pain rassis, le fromage ou les fruits. Elles constituent avec les levures les deux groupes de champignons microscopiques ou mycètes. Ce sont des champignons pluricellulaires (filamenteux), alors que les levures sont des champignons unicellulaires. [14]

2.5.1- Organisation des moisissures:

Les moisissures sont des eucaryotes non photosynthétiques et immobiles (à cause de la rigidité de leur paroi). Elles possèdent un appareil végétatif dépourvu de tiges, de racines et de feuilles appelé thalle. [14]

Les cellules de moisissures forment des filaments (hyphes) où chacun montre une croissance apicale. La ramification des hyphes au cours de leur croissance sur un substrat donne le mycélium ; un mycélium et ses spores forment le thalle, détectable à l'œil nu. Dans la majorité des cas, la cellule végétative d'un hyphe contient plus d'un noyau, parfois de centaines. La paroi de la plupart des moisissures est chitineuse ; la chitine est un polymère formé d'unité de N-acétyl glucosamine. [14]

Durant la croissance, la division des noyaux peut être accompagnée par la formation de septa délimitant une cellule. Toutefois, la formation des septa est d'ordinaire incomplète laissant un pore central permettant la libre circulation du cytoplasme et des noyaux. Parfois celle-ci n'existe pas ; l'hyphe correspond alors à un tuyau contenant du cytoplasme où baignent les noyaux, le thalle est donc d'organisation coenocytique. [14]

2.5.2- Organes de reproduction:

La reproduction et la dissémination des moisissures s'effectuent grâce aux spores et qui peuvent avoir une origine sexuelle ou végétative. Les conidies sont des spores asexuées, elles peuvent être noires, bleues, vertes, rouges, jaunes ou brunes; leur présence donne au mycélium un aspect poussiéreux. [14]

Les spores d'origine végétative assurent la reproduction et la dissémination de l'espèce chez les formes imparfaites (Deutéromycètes) ; mais on les trouve également chez les autres groupes où elles coexistent à côté des formes de reproduction sexuée. [14]

2.5.3- Conditions de croissance des moisissures:

Ces microorganismes sont chimio-organotrophes, se caractérisant par des besoins nutritionnels élémentaires. Leur tolérance à l'égard du pH est souvent étendue mais avec généralement une préférence pour les pH légèrement acides; beaucoup d'espèces supportent des pH très acides. [14]

Elles se développent dans une gamme de température allant de 0 à 40°C ou plus ; la plupart se développe bien aux températures comprises entre 20 et 25°C. La température optimale pour la croissance d'*A. oryzae* est de 35°C, mais la production optimale de protéases se situe à 30°C. La plupart des moisissures sont aérobies strictes et se développent bien en l'absence de lumière. Elles tolèrent des teneurs en eau très faibles. De surcroît, elles ont un métabolisme très actif, lié à leur production enzymatique variée et intense. [14]

De nombreuses moisissures sont utilisées par l'homme depuis fort longtemps dans la fabrication de certains produits alimentaires. Certaines synthèses sont effectuées à l'échelle industrielle et sont de premières importances telles celles d'enzymes et d'antibiotiques. [14]

Chapitre IV

Matériel, Méthode des Préparation Des échantillons et techniques d'analyse

4.1- Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons en détails les matériels utilisés dans notre travail (paragraphe 4.2), puis la préparation des échantillons (paragraphe 4.3), et en fin en termine par la méthode d'analyses physico-chimiques (paragraphe 4.4).

4.2- Les matériels utilisés dans notre travail :

- Etuve
- Balance électronique
- Le thermomètre
- Le PH-mètre
- Réfractomètre LR-02.
- Spectrophotomètre LC01
- Consistomètre

A- Etuve :

L'étuve est un appareil de chauffage fonctionnant le plus souvent a la pression atmosphérique (parfois sous vide ou sous gaz neutre) et permettant d'effectuer diners traitement thermique a température régulée, il ya deux type sèche (a chaleur sèche) ou humide on y fait pénétre de la vapeur d'eau). [2]

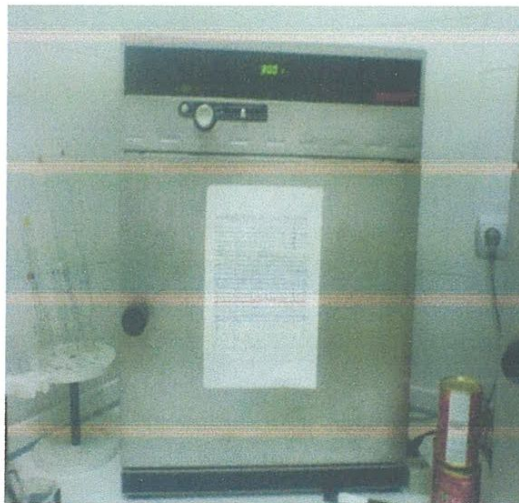


Figure IV.01: Etuve

B- Balance électronique :

La Balance électronique, Simple de fonctionnement et robustes, ces balances sont conformes aux exigences les plus élevées concernant la qualité, la sécurité, et la durée de vie. La figure 14 présente la Balance électronique. [6]

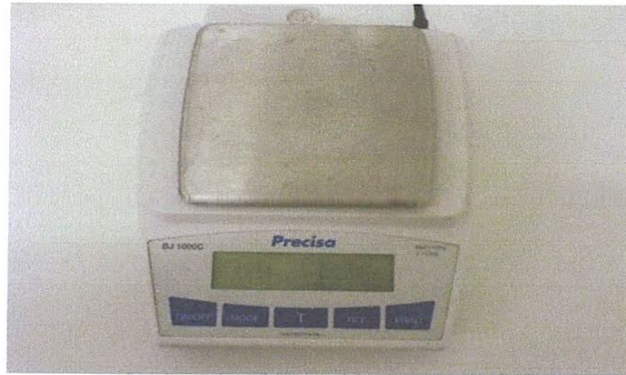


Figure IV.02 : *Balance électronique*

C- Le thermomètre :

Un thermomètre est un appareil qui sert à mesurer et à afficher la valeur de la température, c'est le domaine d'étude du thermomètre est utilisé dans différent domaine.

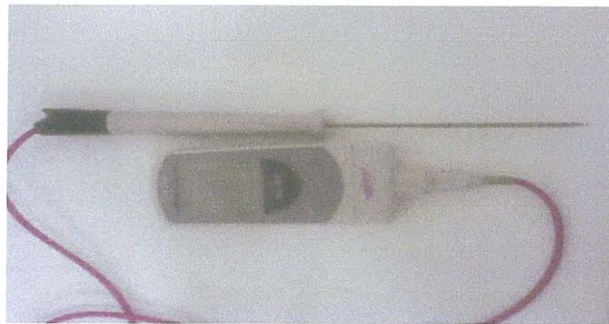


Figure IV.03 : *Le thermomètre*

D- Le PH-mètre :

Le PH-mètre est un appareil, souvent électrique permettant la mesure du PH d'une solution.



Figure IV.04 : *PH-mètre.*

E- Réfractomètre LR-02 :

Le réfractomètre LR-02, c'est un appareil qui permet de mesure et détermine le taux de matière sèche dans l'échantillon (la concentration). [6]

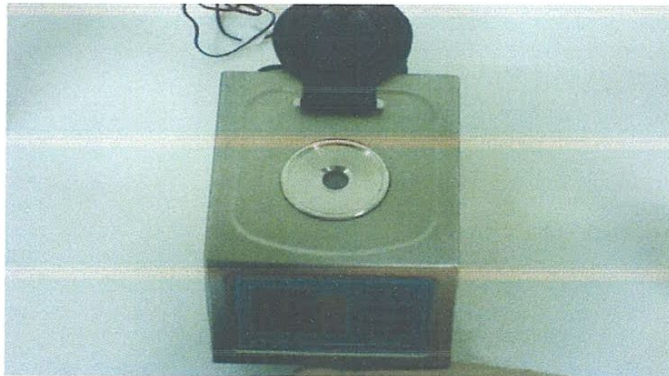


Figure IV.05 : *Réfractomètre LR-02.*

F- Spectrophotomètre LC01 :

Spectrophotomètre est un appareil qui permet de mesurer les pigments et la couleur d'une solution homogène à une longueur d'onde donnée ou sur une région spectrale donnée. L'écran de cet appareil est divisé en deux parties (pigment, couleur). [6]



Figure IV.06 : *Spectrophotomètre LC01.*

G- Consistomètre de Bostwick :

La concentration Bostwick est une tôle en métal, pliée, tout à la longueur de laquelle une guillotine sépare la cellule port échantillon du parcours de mesure. Le parcours a une longueur de 24 cm. [6]



Figure IV.07 : *Consistomètre de Bostwick*

4.3- Préparation des échantillons :

Nous avons pris quatorze (14) boîtes de tomate de marque Amor Ben Amor, numéro de lot 76 s, avec une concentration de 22 % (simple concentration), un poids net de 400 g, et une validité allant du 20/02/2013 à 7: 20 min jusqu'au 19/02/2015.

Les boîtes ont été ouvertes le même jour de leur production à environ 10:30 min, plusieurs échantillons ont été préparés en y ajoutant différentes solutions dont:

- Le jus de citron naturel ;
- L'huile (marque : Elio) ;
- Le vinaigre (marque : Naidja) ;

Après la préparation des échantillons, Les boîtes restent ouvertes exposées à l'air et à la température ambiante, des calculs des analyses physico-chimiques sont effectués pour chaque échantillon, Les différents échantillons sont préparés de la manière suivante :

4.3.1- Premier échantillon (SCT) :

Nous avons ouvert deux (2) boîtes de tomates sans rien y ajouter, cet échantillon est nommé SCT. Après avoir bien mélangé la tomate nous avons calculés le poids, la température, le PH, le Brix, la couleur (a/b), pigments (lycopène, b-carotène, chlorophylle), la viscosité, et enfin l'acidité pendant plusieurs jours.

4.3.2- Deuxième échantillon (SCT+Cm) :

Deux (2) boîtes de tomate 400g sont mélangées avec du jus de citron naturel (50 ml chacune), les mêmes analyses sont effectuées pendant plusieurs jours.

4.3.3- Troisième échantillon (SCT+Cs) :

Nous avons mis une couche de jus de citron naturel au-dessus de la tomate dans les deux (2) boîtes (50 ml chacune) et nous avons effectués les analyses usuelles. Pour le faire, la couche de jus de citron naturel doit être enlevée à chaque fois et la tomate mélangée pour enfin pouvoir procéder aux calculs. A la fin, une couche de jus de citron naturel doit être mise à nouveau.

4.3.4- Quatrième échantillon (SCT+Hm) :

Pour préparer cet échantillon nous avons mélangé de l'huile avec les deux (2) boîtes de tomate (50 ml chacune) et puis effectué les analyses physico-chimiques.

4.3.5- Cinquième échantillon (SCT+Hs) :

Une fine couche d'huile est ajoutée au-dessus de la tomate dans les deux (2) boites (50 ml chacune). Comme pour le troisième échantillon, l'huile doit être enlevée et la tomate mélangée avant d'effectuer l'analyse, la couche d'huile doit être remise à la fin.

4.3.6- Sixième échantillon (SCT+Vm) :

Nous avons ajouté (50 ml chacune) de vinaigre à deux (2) boites de tomates, le tout est mélangé et les calculs sont effectués pendant plusieurs jours.

4.3.7- Septième échantillon (SCT+Vs) :

Comme pour le troisième et le cinquième échantillon, une couche de vinaigre est mise au dessus de la tomate pour les deux (2) boites, la même procédure est suivie pour effectuer les analyses (Enlever la couche, mélanger, analyser, remettre la couche à nouveau).

4.4- Méthode d'analyses physico-chimiques :

4.4.1- Le poids :

La mesure de poids permet de vérifier le remplissage a été fait convenablement, Elle s'applique sur le produit fini, a l'aide d'une balance électrique préalablement tarée avec une boite vide. Cette analyse utilisée avant la préparation des échantillons. [15]

4.4.2- Test de stabilité :

Le test de stabilité consiste à comparer les boites incubées dans une étuve avec un témoin. S'il y a des variations de la couleur, de la consistance ou du PH d'au moins de 0.5, le produit sera soumis à des analyses microbiologiques afin de déterminer la cause de ces modifications. Dans le cas échant, le lot peut être livré à la commercialisation.

On met deux échantillon du produit fini dans une étuve durant vingt un jours à une température comprise dans l'intervalle de 30°C plus à 32°C. Un troisième échantillon à la température ambiante de 20 à 25°C. On fait revenir la température de deux échantillons à la température ambiante de 20 à 25°C. On mesure le PH des trois échantillons, en utilise cette analyse avant la préparation des échantillons. [15]

$$\Delta PH = \frac{PH_1 + PH_2}{2}$$

$$PH = PH_{tm} - \Delta PH$$

4.4.3- La température :

On mesure la température de tout échantillon avec le thermomètre. Pour le produit fini (boîte après refroidissement), on mesure la température de surface (à la surface) et celle au centre de la boîte. On nettoie la sonde de l'appareil, et on l'introduit dans le produit à analyser, sans mouiller le corps de l'instrument ni le poignet de la sonde. On attend que la valeur affichée dans l'écran se soit stabilisée, c'est cette valeur qui sera prise en considération. [15]

4.4.4- Le PH :

C'est le potentiel hydrogène de l'échantillon. Il traduit, le caractère plus ou moins acide du produit, il est mesuré à la température de 20°C à l'aide d'un PH-mètre étalonné avec étalons, et est appliqué sur tous les échantillons prélevés. On essuie la sonde avec du papier, et on l'introduit dans l'échantillon.

On appuie sur la touche ON/OFF et attend que la valeur qui s'affiche sur l'écran se stabilise avant de la relever. On éteint avec la même touche, et on range la sonde dans la solution de conservation après l'avoir nettoyée. [15]

4.4.4- Le Brix :

Avant de prendre la mesure, il faut bien homogénéiser le produit, on étalonne le réfractomètre avec l'eau distillée, et on laisse une à deux minutes. Avec une spatule propre et sèche, on met une quantité sur le prisme puis on effectue plusieurs mesures, et on considère la valeur moyenne. On retire la tomate avec papier hygiénique et nettoie l'appareil avec l'eau distillée. [15]

4.4.5- Les pigments et la couleur :

L'appareil utilisé pour les mesures des pigments et la couleur c'est le Spectrophotomètre, cette analyse se fait en deux types :

Le premier type pour mesurer des pigments de SCT en utilisant l'échantillon direct, remplir le bécher avec l'échantillon et contrôler qu'il n'y a pas de bulle d'air dans la solution, placer le verre dans la chambre noire sur la porte avec échantillon, fermer la chambre et presser le bouton « Démarrage de mesure ». Pour enregistrer les résultats presser le bouton « Enregistrer sur base de données ». [15]

Deuxième type pour la mesure de la couleur de SCT faire une dilution à 12.5 de Brix même échantillon est le même mode opératoire de premier type. [15]

Le bécher doit être nettoyé avec de l'eau distillée puis séché soigneusement. Pour la chambre noire doit être nettoyée délicatement avec un chiffon. [15]

4.4.6- La viscosité :

La mesure se fait à une température ambiante de 20°C. On bloque la cellule porte d'échantillon du viscosimètre, et on y la remplit pleinement avec la tomate de Brix 12,5. On débloque brusquement la tomate s'écoule. La lecture se fait après 30 secondes. Ceci permet d'évaluer la consistance du produit qu'on est en train d'analyser. Nettoyer le viscosimètre de Bostwick avec l'eau robinet. [15]

4.4.7- L'acidité :

❖ Principe :

Le but de cette analyse est de mesurer approximativement la teneur totale du produit en acides naturels par un dosage basique avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1 molaire en présence le PH-mètre. [15]

Les matériels et les réactifs utilisés sont :

➤ Les matériels :

- Becher de 250, 400, 500 ml de capacité.
- Becher en verre 250ml, 1 litre de capacité.
- Fiole jaugée de 250 ml de capacité
- Burette de 25 ml de capacité
- Pipette graduée de 50 ml de capacité
- Entonnoir
- Arlymaire
- Spatule
- Le papier filtre
- Le PH-mètre
- Plaque chauffante
- La burette
- Pipette 50ml
- L'agitateur magnétique
- Barreau magnétique
- L'éprouvette

➤ Les réactifs

- L'eau bi distillée
- Hydroxyde de sodium (NaOH)

❖ Mode opératoire :

Pèse 10 g de produit SCT dans un bécher de verre 300 ml, et on ajouté 100 ml d'eau bi distillée. On agiter bien le mélange, on plongée le barreau magnétique dans la solution pour agiter bien le mélange. On transvaser dans une fiole jaugée. On ajuste à 200 ml avec l'eau bi distillée. On agitor oncore puis on filtrer.

On prélever 50 ml du filtrat avec pipette. On les met dans un bécher de 1 litre. On dilue avec 300 ml d'eau bi distillée. On plonger le barreau magnétique de solution et posé le bicher de solution sur l'agitateur et plonger l'électrode de PH-mètre dans la solution en marche l'agitateur et le PH-mètre et on ajoute gout à goutte de soude (NaOH, 0.1N) à liaide d'une burette. Jusqu'à indique le pH-mètre à 8.10, on arrête et notée le volume vers de la soude. Grâce à la formule ci-dessous on calcule l'acidité. [15]

$$\text{Acidité} = \frac{1400 * V}{50 * \text{Brix}}$$



Figure IV.08 : Préparation du filtrat de la tomate concentrée pour L'analyse De l'acidité.

Chapitre V

Résultats et discussion

5.1- Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats des différents tests effectués sur les échantillons simple concentré de conserve de tomate (SCT), simple concentré de conserve de tomate mélangé avec du jus du citron (SCT+Cm), simple concentré de conserve de tomate avec une couche de jus de citron ajoutée au-dessus (SCT+Cs), simple concentré de conserve de tomate mélangé avec de l'huile (SCT+Hm), simple concentré de conserve de tomate avec une couche d'huile ajoutée au-dessus (SCT+Hs), simple concentré de conserve de tomate mélangé avec du vinaigre (SCT+Vm), simple concentré de conserve de tomate avec une couche de vinaigre ajoutée au-dessus (SCT+Vs). Nous présenterons en détails successivement deux sections :

Dans la première section, nous présenterons le résultat et les discussions de test de contrôle de qualité effectués systématiquement dans laboratoire de contrôle de qualités effectués de l'usine Amer Ben Amer, ce teste de stabilité de conserve de tomate dans une boite fermée (paragraphe 4.4.2)

Dans la seconde section, nous présenterons et nous discuterons les résultats de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques des composés à base de conserve de tomate et additifs alimentaires exposants à l'air et à la température ambiante. Au cours de cette section, différentes figure des échantillons sont présentées en fonction du temps (paragraphe 5.3.1), on discute par la suite l'évolution du PH en fonction du temps pour les différents échantillons (paragraphe 5.3.2), Nous présenterons aussi respectivement l'évolutions du Brix en fonction du temps pour les différents échantillons (paragraphe 5.3.3), suivi par l'évolution de l'acidité en fonction du temps pour les différents échantillons (paragraphe 5.3.4), et en fin on ce pose l'évolution de la viscosité en fonction du temps pour les différents échantillons (paragraphe 5.3.5).

5.2- Résultat et discussions de test de contrôle de qualité:

Après avoir assisté au suivi de la production de la conserve de tomate dans l'usine (les détails mentionnés au chapitre 3), Nous avons pris plusieurs boites de conserve de tomates de celles-ci, provenant du même lot avec la même concentration et la même date de fabrication, pour leurs subir plusieurs tests dans le laboratoire de contrôle de qualité affilié à l'usine.

Nous avons utilisé 3 boites de conserve de tomates fermées (concentration 22%, poids 400 g) pour le test de stabilité. 2 boites ont été misent dans l'étuve à une température de 30 à

32°C et la 3^{ème} à été mise dans une température ambiante pour une durée de 21 jours, les détails sont donnés au chapitre 4, (paragraphe 4.5.2).

Nous avons prélevé la valeur du pH_{tm} de la boîte de tomate témoin (la boîte mise en température ambiante), ainsi que pH_1 et pH_2 des boîtes de tomates mises dans une température entre 30°C et 32°C pendant 21 jours.

Les résultats d'analyse de test de stabilité effectuée son représentés dans le tableau suivant :

Tableau V.01 : Analyse de test de stabilité

Produit	Date	N° lot	Heure	pH_{tm}	ΔPH		Résultat	Résultat
					pH_1	pH_2	ΔpH	pH
SCT	20/02/2013	76 s	7 :20	4.18	4.15	4.16	4.15	0.02

On calculé le ΔpH :

$$\Delta pH = \frac{pH_1 + pH_2}{2}$$

$$\Delta pH = \frac{4.15 + 4.16}{2}$$

$$\Delta pH = 4.155$$

On calculé le PH:

$$pH = pH_{tm} - \Delta pH$$

$$pH = 4.180 - 4.155$$

$$pH = 0.025$$

$$pH < 0.5$$

D'après les résultats du PH obtenues on peut conclure que le produit est stable et peut donc être commercialisé et consommé.

5.3- Résultats et discussions des analyses de la stabilité des propriétés physico-chimiques des composés à base de conserve de tomate et additifs alimentaires exposés à l'air et la température ambiante:

D'après les résultats obtenus dans le test de stabilité, cité dans la deuxième section, on peut dire que notre produit est stable. Nous avons réalisé une série d'expérience dont l'objectif est de préserver développer un conserve de tomate stable quant la tomate exposée à l'air dans une température ambiante.

Pour cela, nous avons ouvert 14 boîtes de tomate de marque *Amor ben Amor* et d'une concentration de 22% et nous leurs avons ajouté différents produits alimentaires (Jus de citron, huile, et vinaigre). Il est nécessaire que les additifs ajouter sont des additifs alimentaires pour que le produit final soit consommable par l'être humaine La dose utilisée est de 50ml dans chaque boîte, celle-ci est ajoutée de deux méthodes conserve :

- Le produit est mélangé à la conserve de tomate.
- Une couche du produit est mise superficiellement sur la conserve de tomate.

Les détails de la préparation de ces échantillons sont cités au 4^{ème} chapitre.

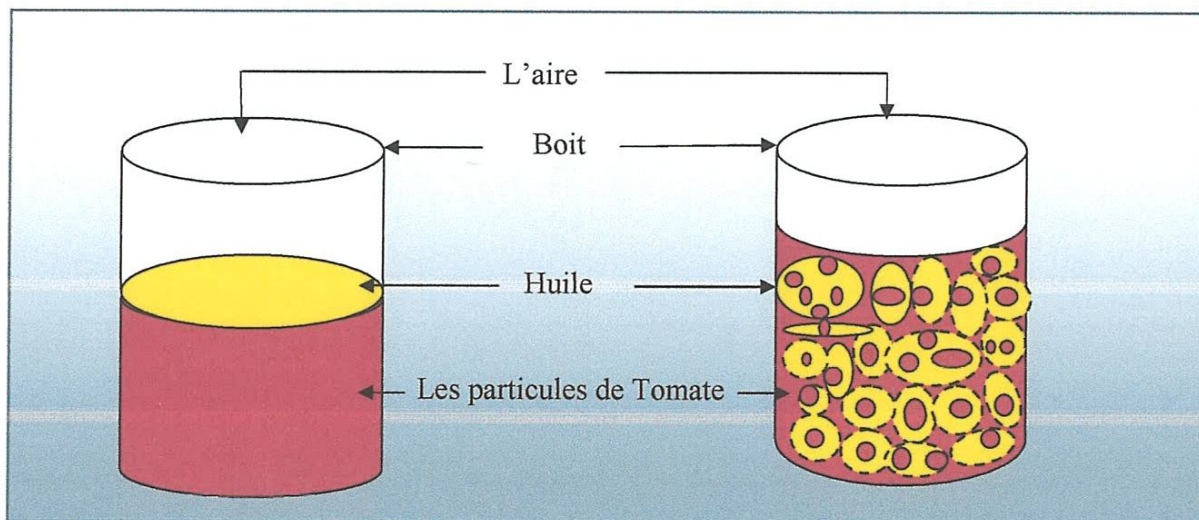


Figure V.01 : Conserve les particules de tomate dans produit alimentaire
Exposante à l'air.

5.3.1- Résultats d'observations et des tests de couleur des échantillons en fonction Du temps :

A- Evolution de l'échantillon SCT en fonction du temps :

Sur la (figure V.02) du simple concentré de conserve de tomate présentée ci dessous on constate un changement considérable pour les boîtes de conserve de tomates sans addition. Car à partir du cinquième jour, la couleur de celle-ci vire vers un blanc noirci, on remarque aussi la moisissure de la conserve de tomate caractérisée par l'apparition d'une couche de champignons au-dessus de celle-ci, une odeur désagréable est dégagée et qui s'accroît chaque jour.

Ceci est causé par l'humidité et la température ambiante ainsi que l'air, ce dernier, plein d'oxygène (O_2) a contribué à l'oxydation de la conserve de tomate. On conclue que la conserve de tomate exposée à l'air ne peut être consommée à partir du cinquième jour.

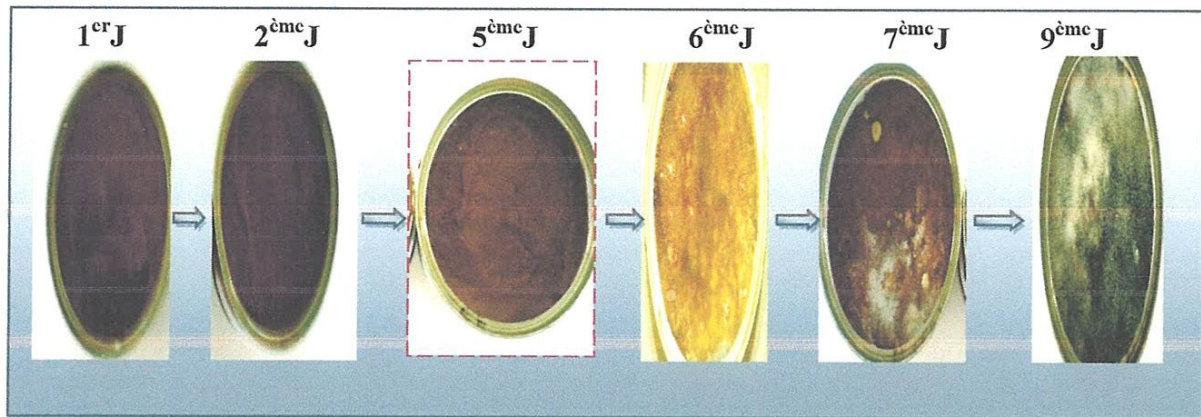


Figure V.02 : Evolution de l'échantillon SCT en fonction du temps

D'après les résultats d'analyse de la couleur présenté dans le (tableau V.02), On remarque que les valeurs du lycopène et du b-carotène augmentent progressivement, au bout du 5^{ème} jour, la conserve de tomate à commencé à changer sa couleur (figure V.03). On a constaté que le changement de couleur du simple concentré de tomate (SCT) est associé à la variation du lycopène et du b-carotène.

Pour la chlorophylle et le rapport rouge / jaune, on remarque une stabilisation pendant la période d'étude de cet échantillon.

Tableau V.02 : Analyses de la couleur du (SCT)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Les pigments			couleur	
		Lyc	b-car	Chlo	L	a/b
1 ^{er} jour	405,02	44,2	12,2	3,2	21,63	1,99
2 ^{ème} jour	354,84	46,5	14,2	3,4	21,42	1,94
5 ^{ème} jour	294,69	47,5	14,3	3,7	21,00	1,93
6 ^{ème} jour	232,23	47,9	14,6	3,7	20,22	1,91
7 ^{ème} jour	168,65	47,7	15,0	3,7	20,65	1,90
9 ^{ème} jour	104,76	49,3	15,4	3,6	20,17	1,90

B- Evolution de l'échantillon (SCT+Cm) en fonction du temps :

A partir des la figure du simple concentré de conserve de tomate mélangé avec jus de citron (SCT+Cm) on peut constater que la conserve de tomate a commencé à pourrir à partir du 5^{ème} jour, sa couleur commence à devenir de plus en plus foncée en changeant vers le marron et enfin au bleue, une couche de champignons est aussi apparue sur la surface accompagné d'une odeur répugnante.

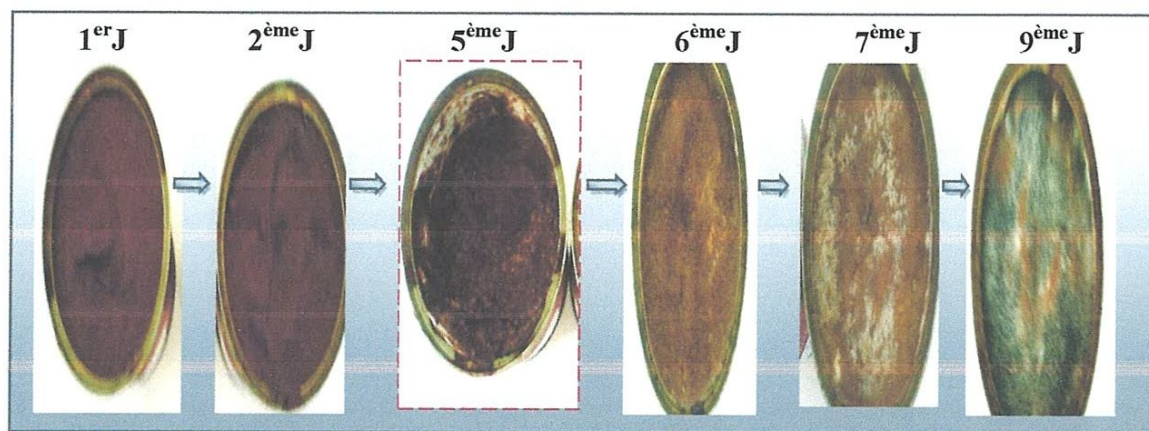


Figure V.03 : Evolution de l'échantillon (SCT+Cm) en fonction du temps

D'après les résultats de l'analyse de couleur présentés au (tableau V.03), On constate une augmentation de la valeur du lycopène ainsi que celle du b-carotène à partir du 5^{ème} jour,

cette augmentation a négativement influencée la couleur de la conserve de tomate comme on peut le voir sur la (figure V.03).

Pour la chlorophylle et le rapport rouge / jaune, on remarque une stabilisation pendant tous les jours de l'opération, on peut en déduire que la variation de ces deux éléments n'a pas d'effet sur la couleur de la conserve de tomate.

Tableau V.03 : Analyses de la couleur du (SCT + Cm)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Les pigments			Couleur	
		Lyc	b-car	Chlo	L	a/b
2 ^{ème} jour	393,68	40,6	10,9	2,9	21,25	1,98
5 ^{ème} jour	291,12	44,4	14,8	3,1	21,20	1,97
6 ^{ème} jour	199,41	44,9	15,1	3,1	21,17	1,97
7 ^{ème} jour	106,29	44,1	14,5	3,1	21,15	1,97
9 ^{ème} jour	397,53	44,2	13,4	3,2	21,10	1,97

C- Evolution de l'échantillon (SCT+C_s) en fonction du temps :

Pour le échantillon simple concentré de conserve de tomate avec une couche du jus de citron est ajoutée au dessus de la conserve de tomate (SCT+C_s) on remarque une couche de couleur blanc jaunâtre s'approchant du beige est apparue au-dessus de la conserve de tomate accompagnée d'une odeur désagréable et ce à partir du 5^{ème} jour, l'on conclue que la conserve de tomate est pourrie et inconsommable.

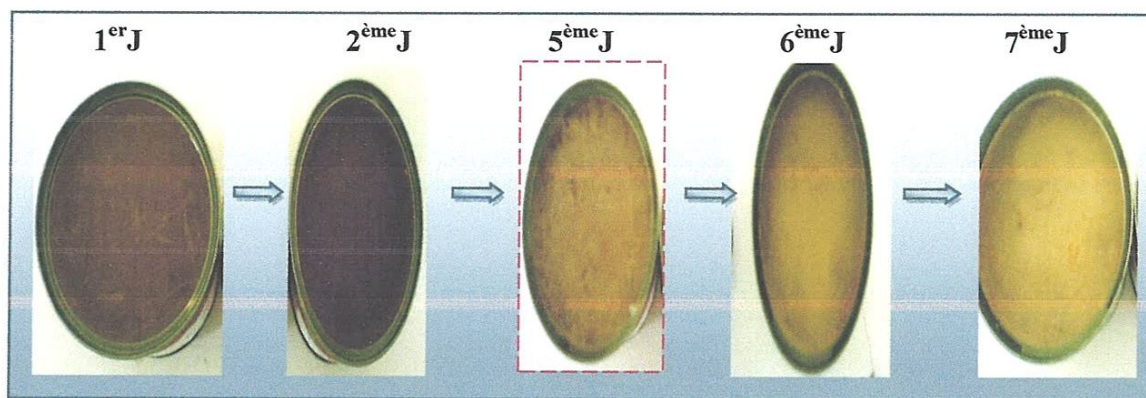


Figure V.04 : Evolution de l'échantillon (SCT+Cs) en fonction du temps

D'après les résultats d'analyses de la couleur de donnée par le (tableau V.04), on remarque une diminution de la valeur du lycopène de 48.1 à 43.2 à partir du 5^{ème} jour, la même remarque est observée au niveau du b-carotène qui a diminué de 15.6 à 13.8. Cette variation majeure du b-carotène à contribué au changement de la couleur de la conserve de tomate, voir (figure V.04).

Pour les résultats de la chlorophylle, la luminosité, et du rapport rouge / jaune on constate une stabilisation pendant la période d'étude excluant ainsi la possibilité de leur contribution dans le changement de couleur de la conserve de tomate.

Tableau V.04 : Analyses de la couleur du (SCT + Cs)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Pigment			Couleur	
		Lyco	b-car	Chlo	L	a/b
5 ^{ème} jour	399,76	48.1	15,6	3,2	21,37	2.00
6 ^{ème} jour	285,63	47,2	14,6	3,0	21,13	2,00
7 ^{ème} jour	397,74	45,3	13,5	3,1	21,27	2,00
9 ^{ème} jour	271,44	43,2	13,8	3,2		

D- Evolution de l'échantillon (SCT+Hm) en fonction du temps :

A partir de l'échantillon simple concentré de conserve de tomate mélangée avec d'huile (SCT+Hm), on constate un changement de couleur à partir du 5^{ème} jour. Après ce jour, la conserve de tomate se moisie, une couche de champignons est apparait sur la surface, et elle dégage aussi une odeur désagréable.

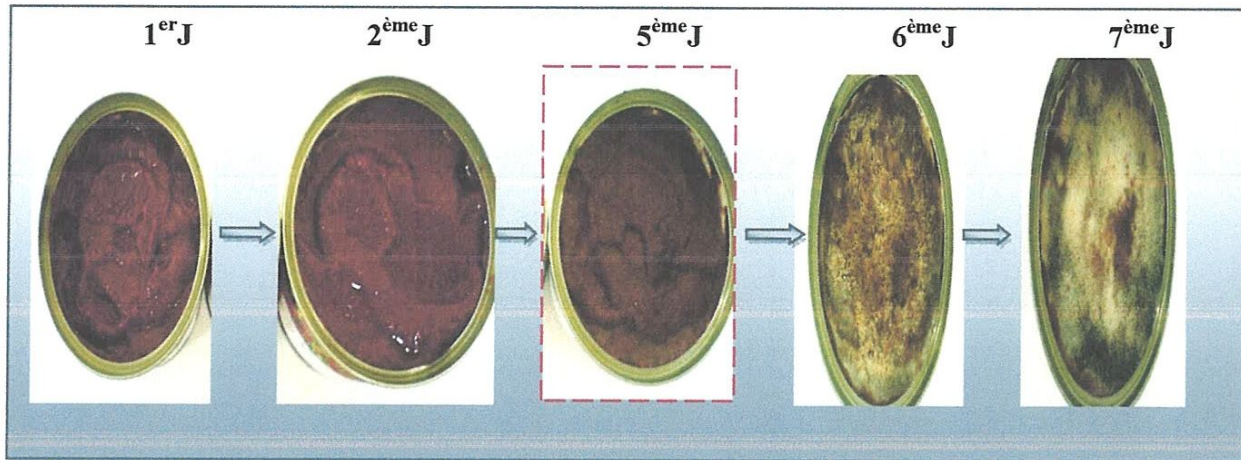


Figure V.05 : *Evolution de l'échantillon (SCT+Hm) en fonction du temps*

D'après les résultats d'analyses de la couleur du l'échantillon (SCT+Hm) qui sont donnés au (tableau V.05), et toujours au 5^{ème} jour du suivi, on remarque une augmentation de la valeur du lycopène 43.3 à 44.9 et celle du b-carotène 14.6 à 16.9, l'augmentation de ces deux éléments est en relation directe avec le changement de la couleur de la conserve de tomate (figure V.05).

Pour la chlorophylle, la luminosité, et le rapport rouge / jaune on remarque une stabilisation pendant tous les jours de l'opération, leur changement n'a aucun effet sur le changement de couleur de la conserve de tomate.

Tableau V.05 : Analyses de la couleur du (SCT + Hm)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Les pigments			Couleur	
		Lyc	b-car	Chlo	L	a/b
2 ^{ème} jour	406,00	43,3	14,6	3,4	21,36	1,99
5 ^{ème} jour	289,18	44,8	16,2	3,5	21,60	1,96
6 ^{ème} jour	167,19	43,8	16,9	3,4	21,05	1,93
7 ^{ème} jour	405,00	43,3	16,7	3,5	21,96	1,92
9 ^{ème} jour	286,46	44,9	16,3	3,7	21,74	1,90

E- Evolution de l'échantillon (SCT+Hs) en fonction du temps :

Aucun changement n'est constaté pour l'échantillon simple concentré de conserve de tomate avec une couche d'huile est ajoutée au dessus de la conserve de tomate (SCT+Hs), la conserve de tomate reste intacte et saine. Pendant 14 jours.

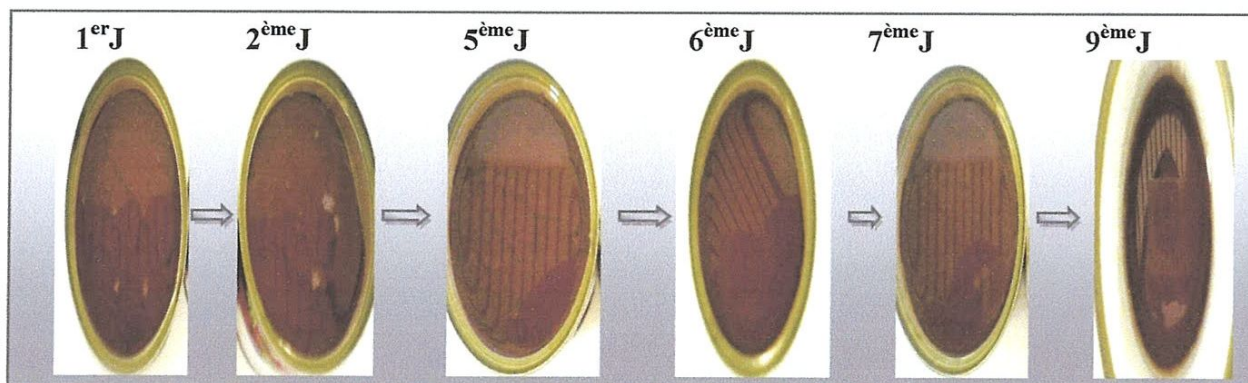


Figure V.06 : Evolution de l'échantillon (SCT+Hs) en fonction du temps

D'après les résultats d'analyses de la couleur du donnés par le (tableau V.06), on remarque que la valeur du lycopène diminue de 46.9 à 43.2 n'affectant aucunement la conserve de tomate sa couleur. Pour les valeurs observées au niveau du b-carotène, qui sont

en constate variation, on constate que la valeur de celui-ci diminue 13.2 contre 16.9 au même jour pour le (SCT+Hm).

L'huile superficielle pour cet échantillon, et contrairement à celle du (SCT+Hm), a été imperméable, prohibant ainsi le contact avec l'air et protégeant donc la conserve de la tomate de l'oxydation

On remarque aussi une stabilisation tout au long de la période d'étude pour les valeurs de la chlorophylle, de la luminosité et du rapport rouge / jaune.

Tableau V.06 : Analyses de la couleur du (SCT + Hs)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Les pigments			Couleur	
		Lyco	b-car	Chlo	L	a/b
5 ^{ème} jour	399,54	46,9	13,2	3,2	20,90	1,95
6 ^{ème} jour	228,42	46,1	14,5	3,3	21,08	1,94
7 ^{ème} jour	397,98	45,4	11,6	3,4	21,28	1,93
9 ^{ème} jour	237,13	43,2	12,2	3,4	21,31	1,93

F- Evolution de l'échantillon (SCT+Vm) en fonction du temps :

L'évolution de l'échantillon simple concentré de conserve de tomate mélangée avec le vinaigre (SCT+Vm) ne présente aucune oxydation de la tomate, celles-ci restent consommable (non pourrie) pendant plus de 14 jours.

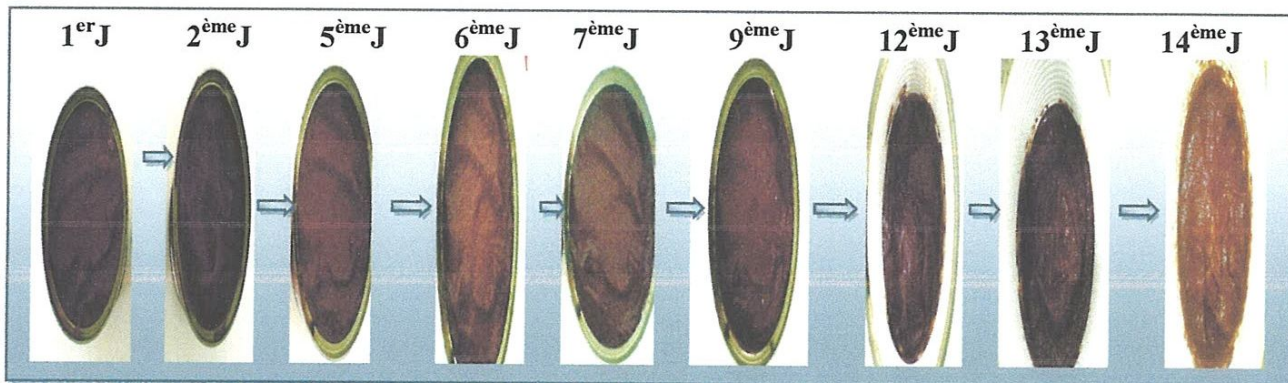


Figure V.07 : Evolution de l'échantillon (SCT+Vm) en fonction du temps

D'après les résultats d'analyses de la couleur qui sont donné par le (tableau V.07), on peut constater que le vinaigre a contribué à la stabilité du lycopène et du b-carotène tout au long de la période d'étude prévenant ainsi le changement de couleur de la conserve de tomate, voir (figure V.07), ceci est d'une grande partie due à l'acide citrique provenant du vinaigre.

Les variations de la chlorophylle, de la luminosité, ainsi que celles du rapport rouge / jaune restent stables et n'ont aucune relation avec le changement de la couleur de la conserve de tomate.

Tableau V.07 : Analyses de la couleur du (SCT + Vm)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Pigment			Couleur	
		Lyco	b-car	Chlo	L	a/b
2 ^{ème} jour	405	41,7	12,0	3,0	21,23	1,98
5 ^{ème} jour	305,13	42,1	13,8	3,2	20,37	1,94
6 ^{ème} jour	206,42	43,2	14,3	3,2	20,64	1,92
7 ^{ème} jour	106,23	44,4	12,8	3,3	20,35	1,92
9 ^{ème} jour	397,99	43,3	13,7	3,4	20,60	1,9
12 ^{ème} jour	308,87	43,3	13,7	3,4	20,60	1,9
13 ^{ème} jour	227,42	43,3	13,7	3,4	20,60	1,9
14 ^{ème} jour	143,32	43,6	13,6	3,7	20,60	1,9
16 ^{ème} jour	63,19	43,7	13,2	3,8		

G- Evolution de l'échantillon (SCT+Vs) en fonction du temps :

A partir des photos prises (figure V.08), on constate que L'évolution de l'échantillon (SCT+Vs) ne présente aucun changement dans la couleur de la tomate, celle-ci reste consommable (non pourrie) pendant 13 jours.

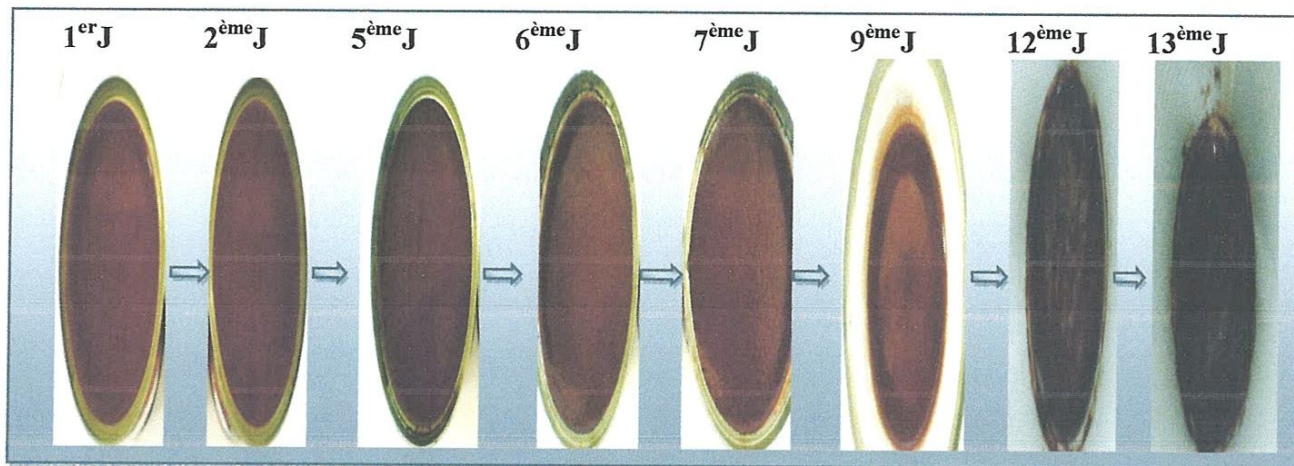


Figure V.08 : Evolution de l'échantillon (SCT+Vs) en fonction du temps

D'après les résultats d'analyse de la couleur du donnée par le (tableau V.08), on a pue constater que la couche de vinaigre superposée à la conserve de tomate a contribué à la stabilisation des valeurs du lycopène et du b-carotène, la couleur de la conserve de tomate donc ne change pas, voir (figure V.08).

On peut aussi remarquer que la valeur du b-carotène de cet échantillon s'approche de celle de l'échantillon (SCT+Cm). Toutefois, l'acide citrique n'a pas eu le même effet pour le (SCT+Cm) car la couleur de la conserve tomate à changé, la contribution de l'acide citrique dans ce cas n'été pas suffisante.

Pour la chlorophylle, la luminosité, et le rapport rouge / jaune, on remarque une stabilisation pendant la période.

Tableau V.08 : Analyses de la couleur du (SCT + Vs)

Variables Les jours	Poids (g)	La couleur				
		Pigment			Couleur	
		Lyco	b-car	Chlo	L	a/b
5 ^{ème} jour	394,95	46,9	15,5	3,2	21,01	1,99
6 ^{ème} jour	292,42	45,5	14,0	3,1	20,56	1,97
7 ^{ème} jour	404,9	43,5	14,6	3,2	20,12	1,96
9 ^{ème} jour	286,92	40,7	13,4	3,2		

5.3.2- Evolution du pH en fonction du temps pour les différents échantillons :

La (figure V.09) présente l'évolution du pH en fonction du temps pour les différents échantillons, d'après ces courbes on constate que le pH de l'échantillon (SCT, SCT+Cm, SCT+Cs, SCT+Hm, SCT+Hs), est stable pendant la période d'étude. Cet échantillon montre un pH (4.04 - 4.14)

On note que l'échantillon (SCT, SCT+Cm, SCT+Cs, SCT+Hm), en état loba de la moisissure ce la est due.

On note que (SCT+Hs) l'échantillon n'a subi aucune moisissure, le huile ajouté sur la surface de conserve de tomate a joué le rôle d'une couche protectrice pour la conserve de tomate, le huile ne permet pas la contacte enter les molécules d'oxygène contenu dans l'air et la conserve de tomate

On aperçoit une variation diminutive du pH pour les échantillons (SCT+Vm) et (SCT+Vs), pour l'ensemble des échantillons une valeur de (4.14 – 3.5) a été enregistrée, le vinaigre aussi parvient à préserver la conserve de tomate contre l'oxydation pendant 16 jours malgré la quantité d'O₂ contenue dans l'air et à laquelle la tomate est exposée.

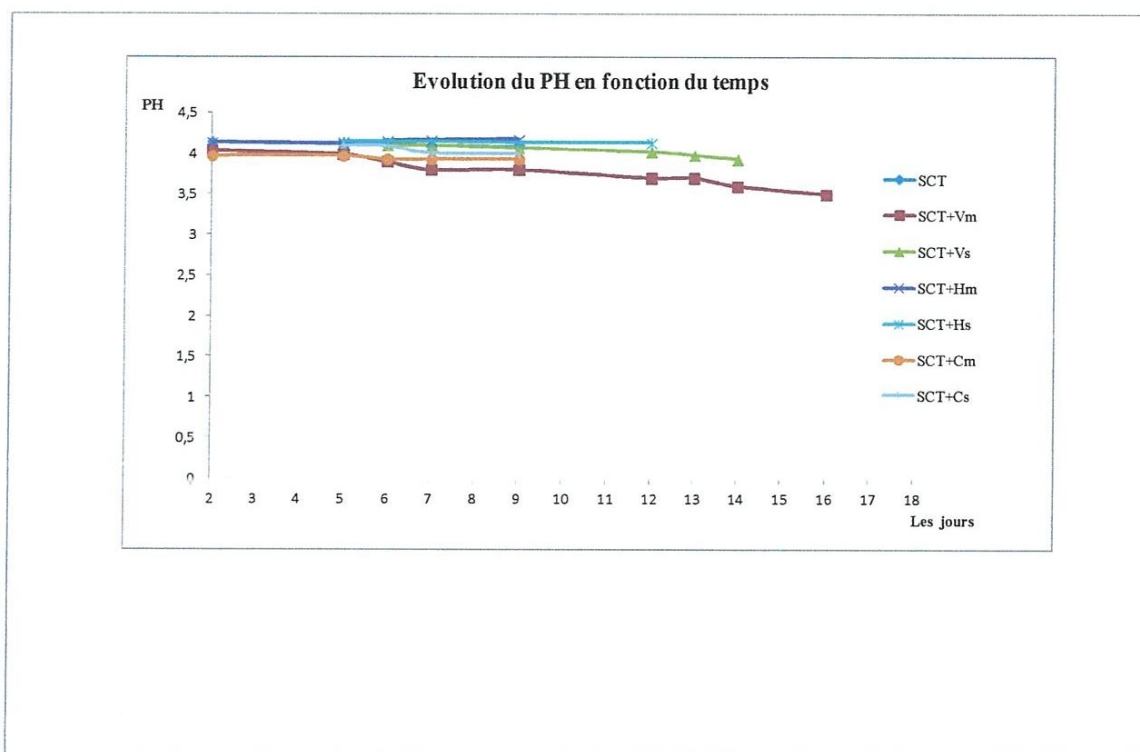


Figure V.09 : Evolution du pH en fonction du temps

5.3.3- Evolution du Brix en fonction du temps pour les différents échantillons :

Une stabilisation est remarquée dans la courbe du Brix pour tous les échantillons sans ajout, avec huile et avec jus de citron (SCT, SCT+Hs, SCT+Hm, SCT+Cm, SCT+Cm).

La seule variation considérable a été enregistrée au niveau des 2 échantillons à base de vinaigre (SCT+Vm, SCT+Vs), lorsqu'on ajoute du vinaigre à la conserve de tomate exposée à l'air et à la température ambiante le Brix diminue au début, mais puisque la conserve de tomate est exposée à l'air et la température ambiante, l'eau de celle-ci commence à s'évaporer successivement causant ainsi l'augmentation du Brix.

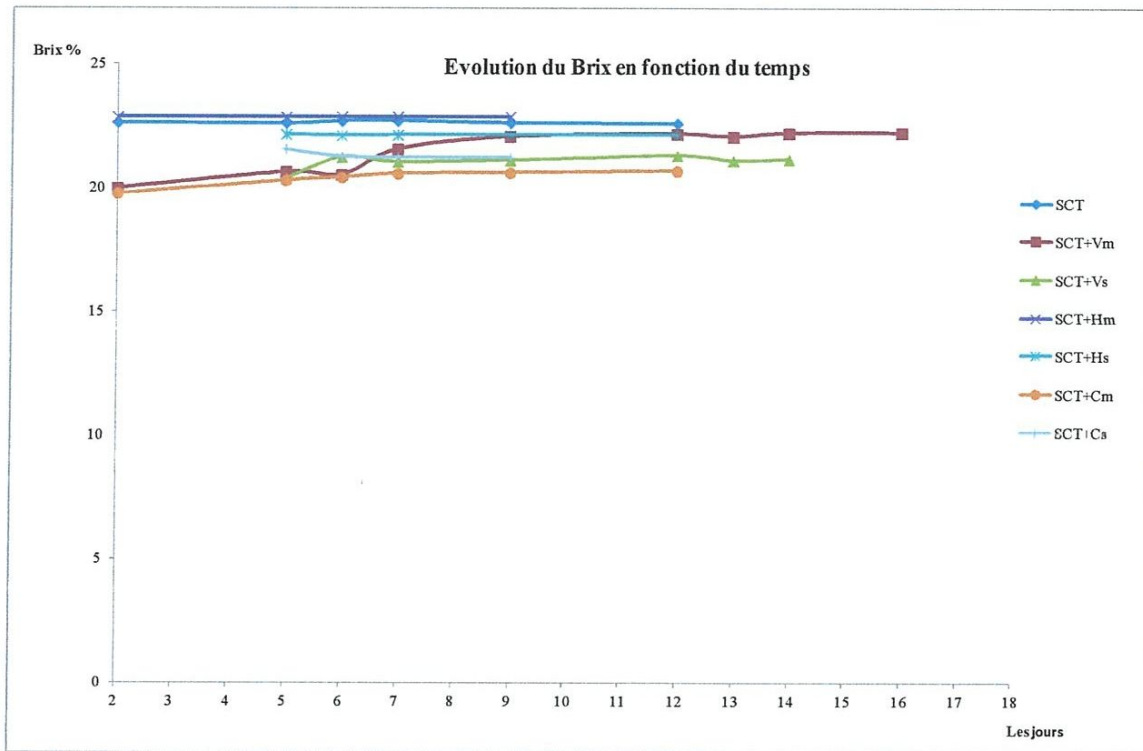


Figure V.10 : Evolution du Brix en fonction du temps

5.3.4- Evolution de l'acidité en fonction du temps pour les différents échantillons :

A partir des résultats de l'évolution de l'acidité en fonction du temps qui sont donné par (Figure V.11), on constate que :

- l'acidité du (SCT) a diminué de 8.91 à 7.67 causant la moisissure de la conserve de tomate.
- l'acidité du (SCT+Hs) a subi une augmentation de 8.34 à 9.99 ce qui à préserver la conserve de tomate de la moisissure
- l'acidité du (SCT+Vm) augmente aussi de 10.78 à 15.87 contribuant ainsi à la protection de la conserve de tomate contre la moisissure
- l'acidité du (SCT+Vs) augmente de 7.42 à 13.50, la conserve de tomate reste intacte.

Le vinaigre consiste à augmenter l'acidité du milieu dans lequel sera plongée la tomate. Ceci entraîne une diminution du pH du milieu, inhibant ainsi la croissance des micro-organismes qui provoquent la détérioration et la moisissure de la conserve de la tomate.

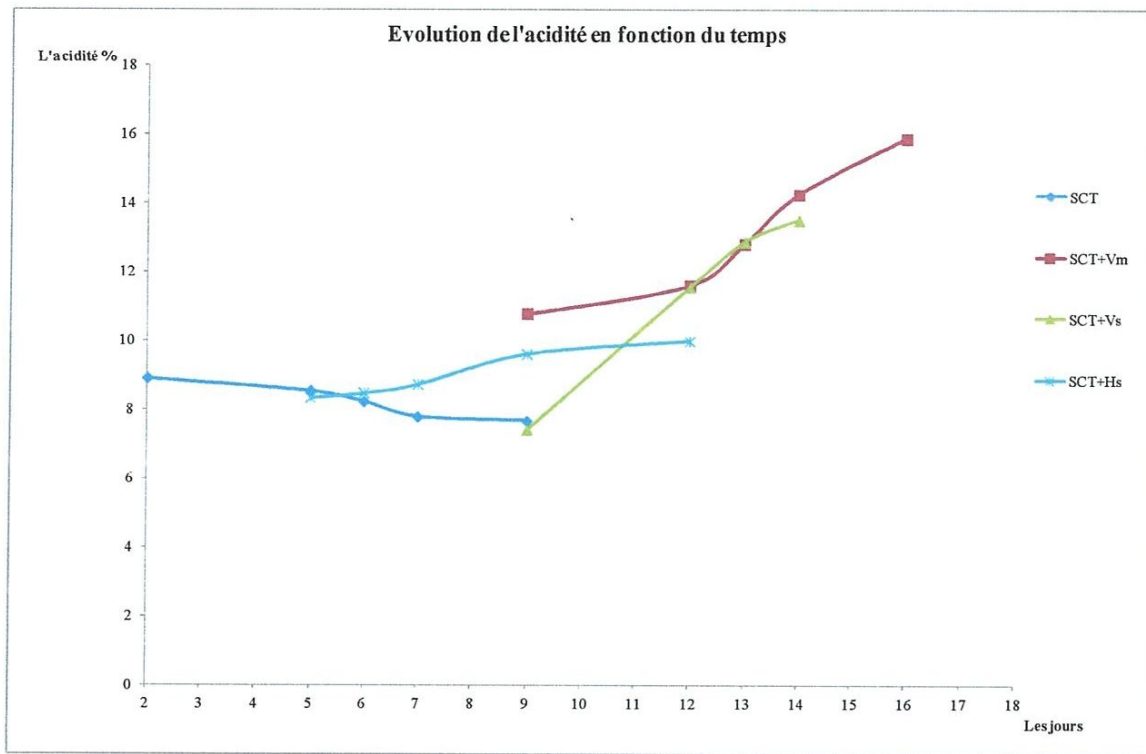


Figure V.11 : Evolution de l'acidité en fonction du temps

5.3.5- Evolution de la viscosité en fonction du temps pour les différents échantillons :

La (figure V.12) représente l'évolution de la viscosité en fonction du temps pour tout les échantillons de la viscosité on remarque une stabilisation pendant tous les jours de l'opération dans l'intervalle (8 – 9)

Cette valeur est donnée par les normes de l'industrie de la conserve de tomate

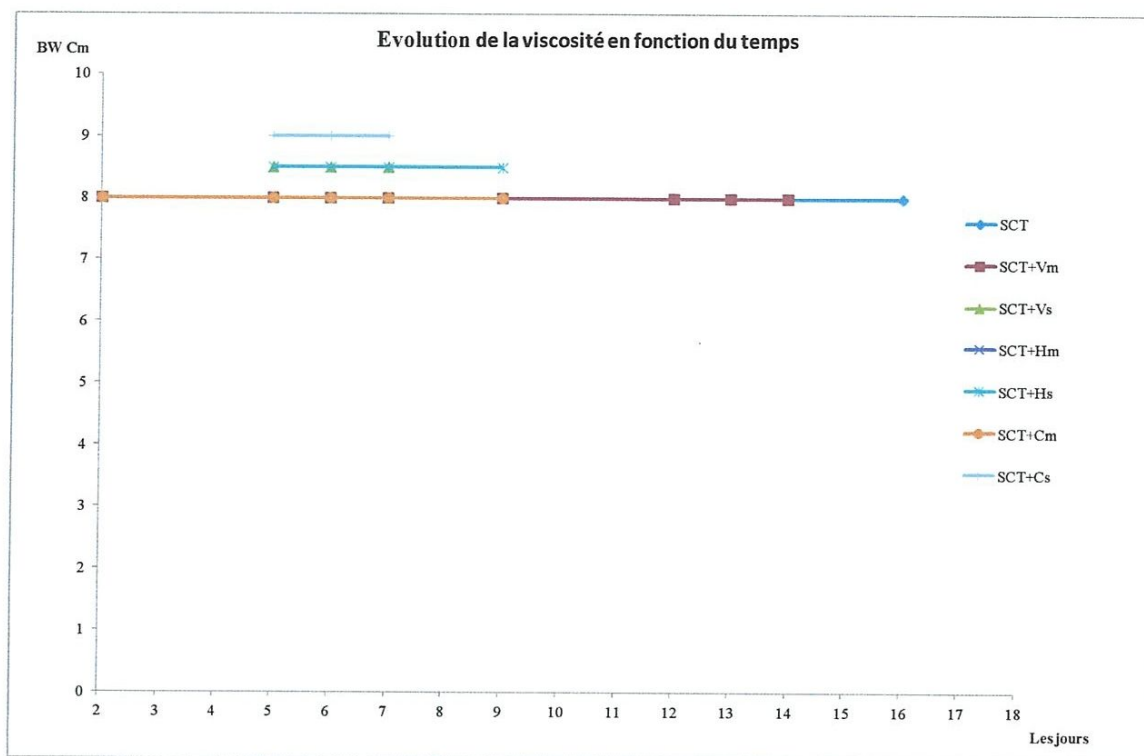


Figure V.12 : Evolution de la viscosité en fonction du temps

En conclurai:

- La tomate exposée à l'air (sans additions) se moisit progressivement.
- Le jus de citron riche en acide citrique ne protège pas la tomate de l'air, donc de l'oxygène, cette dernière devient pourrie aussi
- L'huile mélangée à la tomate ne protège pas contre l'oxydation ce qui mène à la moisissure.
- La moisissure commence toujours au 5^{ème} jour
- La couche d'huile mise au-dessus de la tomate joue un rôle important dans la prévention contre l'oxydation avec l'O₂ contenu dans l'air, ce qui préserve la tomate.
- Le vinaigre aussi parvient à préserver la tomate contre l'oxydation pendant plus de 13 jours malgré la quantité d'O₂ contenue dans l'air et à laquelle la tomate est exposée,

Remarque

- D'après le (tableau V.09), on remarque que la moisissure des échantillons (SCT, SCT+Cm, SCT+Cs, SCT+Hm) se produit dans le même jour, le reste des échantillons reste intacte.

- La moisissure des échantillons cités s’accompagne d’une odeur désagréable, pour les échantillons non moisis, une légère odeur de vinaigre provient des échantillons (SCT+Vm et SCT+Vs) et l’odeur de la tomate provient du (SCT+Hs).

Tableau V.09 : les jours des moisissures et d’apparition de l’odeur

	SCT	SCT+Cm	SCT+Cs	SCT+Hm	SCT+Hs	SCT+Vm	SCT+Vs
Jour de moisissure	5	5	5	5	/	/	/
Jour d’apparition de l’odeur	5	5	5	5	/	/	/

Conclusion Générale

Conclusion Générale:

À partir du projet de fin d'étude que nous avons effectué au sein de l'entreprise de fabrications agroalimentaires Amor Ben Amor, nous avons appris plusieurs procédés industrielles et techniques d'analyse appliquées à l'industrie de conserve de la tomate, à la fin du projet de fin d'étude nous avons atteint les objectifs suivants:

- Maitrise des éléments nécessaires du procédé industriel de fabrication de conservation de tomate.
- Maitrise les techniques les contrôle de qualité de conserves de tomate effectuées dans le laboratoire de contrôle de qualité affilié à l'usine.
- Etude de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques des composés à base de conserve de tomate et additifs alimentaires exposés à l'air et à la température ambiante. Cette étude est effectuée en vue de développement d'une nouvelle catégorie de conserve de tomate non dégradable dans des conditions de température ambiante et exposés à l'air. Cette étude a permis à aboutir à plusieurs conclusions :
- Concernant le conserve de tomate (produit CAB), nous avons aperçu sa moisissure et son changement de couleur au bout de 5 jours seulement du début de l'expérience.
- Les composés à base de conserve de tomate et jus de citron (SCT+Cm, SCT+Cs) montrent également de signe de la moisissure à partir de cinquième jours.
- Les échantillons à base de conserve de tomate et de huile préparé par mélange (SCT+Hm) montre une dégradation et apparition de la moisissure à partir de cinquième jours.
- Les composés à base de conserve de tomate et d'huile préparés par un ajout superficiel (SCT+Hs) restent stables pendant toute la période de l'étude.
- Les composés à base de conserve de tomate, et en y additionnant du vinaigre par mélange, et en couche (SCT+Vm, SCT+Vs) demeurent stables pendant toute la période de étude soit 16 jours.
- De ce projet de fin d'étude, nous avons conclu que :
 1. Le jus de citron naturel, riche en acide citrique, ne protège pas la conserve tomate exposée à l'air et à la température ambiante.
 2. L'huile ajoutée en couche protège la conserve de tomate. Ce la et dû à l'effet écran du huile, la couche de huile ne permet pas le contact entre le conserve de tomate et de l'oxygène de l'aire, ce empêche le développement de la moisissure. L'huile ajoute en couche ne protège pas la conserve de tomate.

3. Le vinaigre, cependant, arrive à protéger la conserve de tomate dans tous les cas (ajouté par mélange ou superficiel). Le vinaigre consiste à augmenter l'acidité du milieu dans lequel sera plongée la tomate. Ceci entraîne une diminution du pH du milieu, inhibant ainsi la croissance des micro-organismes qui provoquent la détérioration et la moisissure de la conserve de la tomate.
4. Il est recommandable d'ajouter le vinaigre aux conserves de tomate pour le développement d'une nouvelle catégorie de conserve de tomate stable même dans des conditions température ambiante et exposition à l'aire.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] ZIDANI S. (2009). Fabrication de tomate en conserve. Mars2009, pp.110-111.
- [2] <http://agroconsult.forumactif.info/t72-generalite-sur-la-tomate#129> (consulter le 10/04/2013).
- [3] CELINE C. (2010). Stabilité de micro constituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de doctorant, univ.Marseille. Septembre. pp.54-57.
- [4] http://www.joradp.dz/JO8499/1997/033/A_Pag.htm (consulter le 02/05/2013).
- [5] <http://www.CODEX Alimentarius.net/douinlood/65/CXS 202 F.pdf>
http://www.amorbenamor.net/CAB/index.phpid=12&r=Conserverie_amor_benamor_laboratoire.htm (consulter le 30/03/2013).
- [6] <http://hortidactique.11vm-serv.net/pages/ftech/tomate.pdf> (consulter le 20/04/2013).
- [7] CLEMENT G. et PRATS J. (1970). *Les tomates*. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. pp.351.
- [8] MONNEVEUX P. (1989). Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des tomates d'hiver. *Journées Scientifiques de l'AUPELF* : " Amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu aride". Tunis, 4 -9 Décembre.

- [9] CHERDOUH A (1999). Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve de tomates algériennes (*Solanum lycopersicum* L.) relation avec la qualité. Mémoire Magistère. Univ-Constantine. pp.180-182.
- [10] DAGNELIE P. (2003). Principes d'expérimentation. Panification des expériences et analyse de leurs résultats. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique. pp. 397.
- [11] FEILLET P. (2000). Le grain de tomate. Composition et utilisation. Edition INRA. pp.45-75.
- [12] BALDY C. (1993b). Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique de la tomate en méditerranée occidentale. In : Tolérance à la sécheresse des tomates en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier. Ed *INRA*. pp.83-99.
- [13] KANGNI K.(1991). Conception d'une usine de conservation de la tomate. Mémoire d'ingénieras. Ecole polytechnique de Thiès Sénégal. Juin 1991.pp.8-9.
- [14] ACILA I. (2004).Influence de la salinité sur les mécanismes morpho-physiologiques, biochimique et la balance ionique chez la Tomate (*Solanum lycopersicum* L). Thèse de magistère, Univ. Annaba. Septembre 2004.pp.150.
- [15] CAB. Conserverie Amor Benamor
- [16] KANGNI K. (1991). Conception d'une usine de conservation de la tomate. Mémoire d'ingénieras. Ecole polytechnique de Thiès Sénégal. Juin 1991.pp.8-9.

Document Annexes

Annexe 1 : Régions d'étude :

Les travaux de recherche menés par la structure agronomique du groupe CAB Pour aider les multiplicateurs dans le choix variétal, pour une bonne production industrielle de la concentration de tomate. Le site d'essais expérimentaux se trouve à 36° 27'57''N latitude et 7° 26'2''E longitude dans la région Nord –est Algérien (Fig 12) précisément à El- Fedjoudj dans la willaya de Guelma, limité au nord-est par la willaya d'Annaba nord –ouest par la willaya de Skikda et au sud –est par la willaya de Souk Ahras

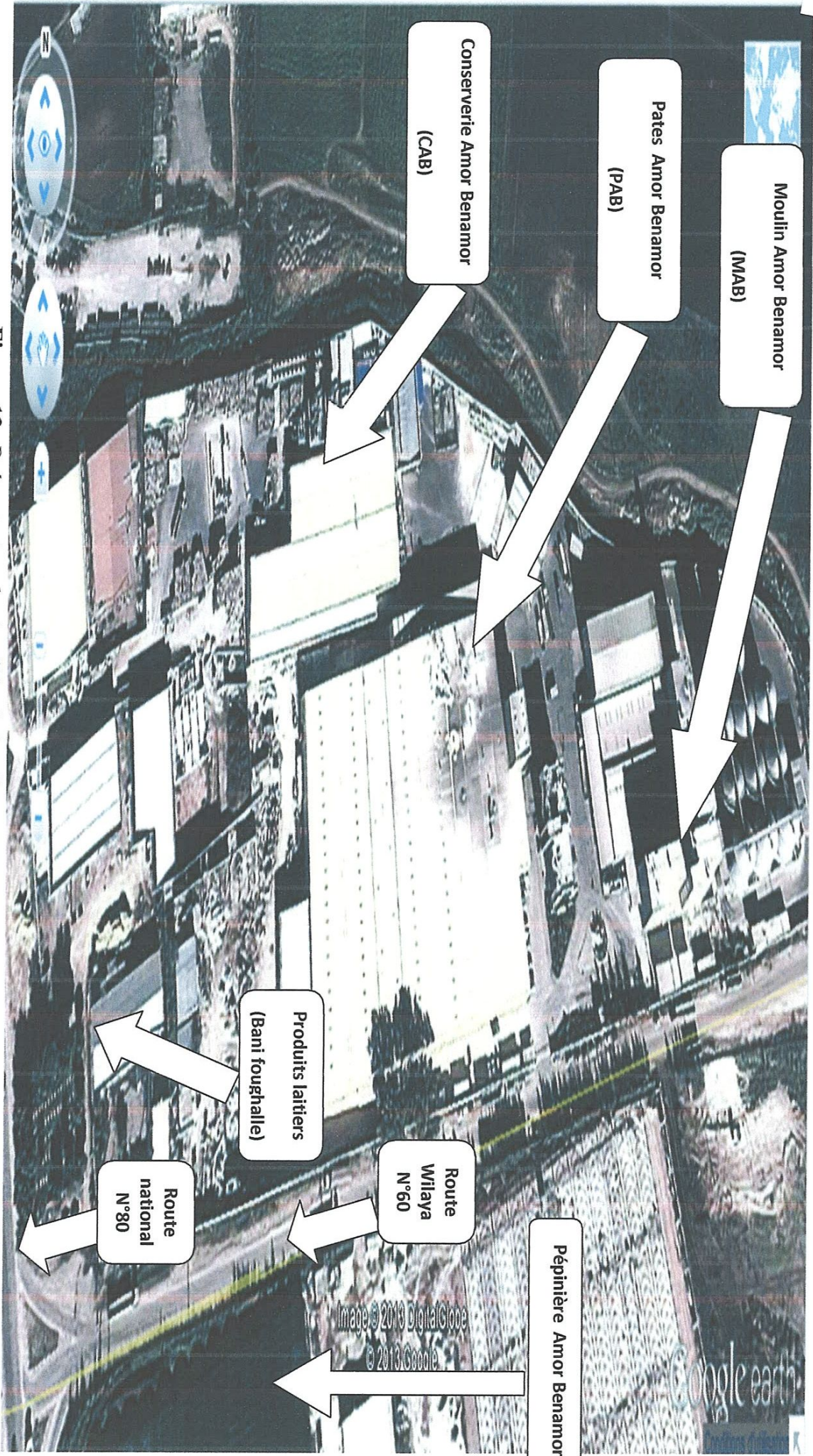


Figure 13 : Présentation du site d'étude les Conserverie Amor Benamor (CAB) (Google, 2012).

%

Annexe 2 : La conserverie AMOR BEN AMOR (CAB):

Fondée en 1984 par le défunt M^r AMOR BEN AMOR, l'entreprise Familiale "Groupe BEN AMOR" a déjà aujourd'hui un prestigieux passé actif, puisqu'elle a réussi à s'imposer comme leader sur le marché national de l'agro-alimentaire ce grâce à des produits d'une qualité irréprochable.

Actuellement dirigé par les enfants de M^r AMOR BEN AMOR, le Groupe BEN AMOR continue à cultiver un savoir-faire un sérieux et un dévouement extrêmes, se conformant ainsi scrupuleusement aux principes instaurés par son fondateur. Le Groupe BEN AMOR est situé à l'est de l'Algérie dans la wilaya de Guelma. Il emploie actuellement plus de 600 travailleurs, des deux grandes sociétés qui le composent, à savoir :

- la conserverie AMOR BEN AMOR (CAB), spécialisée dans la production de la tomate concentrée sous plusieurs formes, les piments (harissa), la mayonnaise ainsi que différentes confitures telles que la confiture d'abricot, la confiture d'orange, la confiture de pêche et enfin la confiture de pomme.
- Les moulins AMOR BEN AMOR qui ont eux, pour activité principale la transformation du blé dur en dives type de semoules, les pâtes alimentaires et couscous.

Le développement de l'outil de production grâce à l'utilisation de machines efficacement aux besoins des ménagères des restaurateurs et autres clients potentiels mais également de diversifier la gamme de ses produits céréaliers et de conserverie.

La production du Groupe BEN AMOR, qu'il s'agisse de celle de la conserverie ou de celle des moulins AMOR BEN AMOR, couvre actuellement une grande partie des besoins de l'est algérien.

Le développement récent du complexe BEN AMOR ainsi que la volonté de ses dirigeants et leur détermination à préserver, voire améliorer la qualité de leurs produits ont incité ce groupe à mettre en place toute une structure pour une distribution plus efficace et plus importante de leurs marchandises avec les principaux points de vente suivant : Alger, Annaba, Tizi ouzou, Setif, Constantine, Bejaia, Oran, Tlemcen, El oued, Djelfa.

La conserverie AMOR BEN AMOR est constituée d'un nombre de services entre autres le traitement et le recyclage d'eau, le laboratoire.

L'approvisionnement est assuré :

- Les boites sont fabriquées à Skikda, Oran, Alger et à la Tunisie.

- Les sacs aseptiques sont italiens.
- Le gasoil fourni par la SONELGAZ.
- L'eau est celle d'une rivière à quelques kilomètres de l'usine.
- De la soude caustique, acide citrique, pectine futs et sacs sont importés de France, d'Angleterre des USA

Les cartons sont fabriqués (TONIC Alger)