



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Chadli Ben djdid El-Tarf  
جامعة الشاذلي بن جديد الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département des Sciences Agronomiques

قسم العلوم الزراعية

## Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2

Option : « Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

### THÈME

**Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve de tomate(CARATOMATE) Wilaya D'El Tarf.**

Présenté par : Melle KRAIF Chourouk

Devant les jurys

Encadreur : MOUISSI Samia (MCA) Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Président : ATROUN Souad (MCA) Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Examineur: ADJEMI Saida (MAA) Université Chadli Bendjedid, El -Tarf

**Année universitaire 2024 - 2025**

## ***Remerciements***

Je remercie **Allah**, le tout puissant de j'avoir donné la force, la volonté et le courage pour concrétiser ce modeste travail.

Je remercie vivement Mme. Adjmi pour avoir accepté la présidence du jury. Qu'il nous soit permis de lui témoigner nous profonds respect pour ses enseignements.

Nos plus vifs remerciements vont à l'encontre de Mme. Atroun pour nous avoir honoré, en acceptant d'examiné mon travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et notre respect sans limites pour mon encadreur Mme. Mouissi Samia pour son soutien, ses encouragements, ses conseils scientifiques et surtout son engagement attentif tout le long de la durée de la préparation de notre mémoire.

Enfin grand merci à toutes les personnes qui nous ont apporté leurs aides et leurs encouragements et qui ont participé à notre réussite dans nos études universitaires.

## Dédicace

Grace à Dieu tout clément et miséricordieux, qui m'a tracé la route, et ma donnée le pouvoir et le courage de continuer jusqu'à La fin.

Je dédie ce modeste travail :

A mes Parents : Ma chère mère, pour l'affection et l'amour qui m'a Donné, le courage et la force dans les moments les plus difficiles. Mon père, pour son soutien moral et ses conseils les plus précieux qui m'ont servi dans ma vie et son encouragement Sans limite.

A mon adorable sœur khouloud.

A mes chers Frères.

A mes chers amis Salima et Aya.

A mes amis d'enfance chourouk.

## Résumé

La tomate est l'un des légumes les plus cultivés au monde, riche en glucides, en minéraux et en antioxydants, elle est transformée industriellement pour la production d'une grande variété de produits. A cause de ses caractéristiques nutritionnelles, il est nécessaire de la protéger pendant le traitement industriel et d'effectuer des analyses physico-chimiques avant la mise en consommation.

Le but de cette étude est le suivi de la qualité de concentré de tomate au niveau de la conserverie CARATOMATE de la wilaya D'El Tarf ; au cours des différentes étapes de fabrication avec un contrôle des différents paramètres physico-chimique (poids, Brix, température, pH, acidité, viscosité ) microbiologique ainsi que les paramètres concernant l'eau utilisée dans le processus de fabrication de la tomate en conserve.

D'après les résultats obtenues , on peut conclure que:

- ✓ la tomate concentrée est un acide alimentaire  $\text{pH} < 4,5$ .
- ✓ Le résidu sec soluble (Brix) de chaque type: SCT ( $\leq 22\%$ ), DCT ( $\leq 28\%$ ).
- ✓ Les résultats obtenus pour la viscosité, l'acidité et les analyses microbiologiques montrent une conformité à la norme admises

**Mots clés:** Double Concentré de Tomate (DCT) , Simple Concentré de Tomate(SCT) ,Brix,

## Abstract

The tomato is one of the most cultivated vegetables in the world, rich in carbohydrates, minerals and antioxidants, it is processed industrially for the production of a wide variety of products. Because of its nutritional characteristics, it is necessary to protect it during industrial processing and to carry out physico-chemical analyzes before putting it for consumption.

The aim of this study is to monitor the quality of tomato paste at the CARATOMATE cannery in the wilaya of Tarf; during the various stages of manufacture with a control of the various physico- chemical parameters (weight, Brix, temperature, pH, microbiological acidity, viscosity) as well as the parameters concerning the water used in the manufacturing process of the canned tomato.

From the results obtained, it can be concluded that:

\*\*Concentrated tomato is a food acid  $\text{pH} < 4.5$ .

\*\* The soluble dry residue (Brix) of each type: SCT ( $\leq 22\%$ ), DCT ( $\leq 28\%$ ).

\*\*The results obtained for viscosity, acidity and microbiological analyzes show compliance with the accepted standards

**Keywords:** Double Tomato Concentrate (DCT), Single Tomato Concentrate (SCT), Brix,

## ملخص

تعتبر الطماطم من أكثر الخضروات المزروعة في العالم ، فهي غنية بالكربوهيدرات والمعادن ومضادات الأكسدة ، ويتم معالجتها صناعياً لإنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات. بسبب خصائصه الغذائية ، من الضروري حمايته أثناء المعالجة الصناعية وإجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية قبل طرحه للاستهلاك. الهدف من هذه الدراسة هو مراقبة جودة معجون الطماطم في مصنع تعليب كارا طوماط في ولاية الطارف. خلال مراحل التصنيع المختلفة مع التحكم في المعلمات الفيزيائية والكيميائية المختلفة (الوزن ، بركس ، درجة الحرارة ، الرّفم الهيدروجيني ، الحموضة الميكروبيولوجية واللزوجة) وكذلك العوامل المتعلقة بالمياه المستخدمة في عملية تصنيع الطماطم المعلبة. من النتائج التي تم الحصول عليها يمكن استنتاج ما يلي:

\*\*الطماطم المركزة عبارة عن حمض غذائي.  $\text{pH} < 4.5$

\*\*المخلفات الجافة القابلة للذوبان (بركس) من كل نوع (SCT  $\leq 22\%$ ) ، (DCT  $\leq 28\%$ )

\*\*النتائج التي تم الحصول عليها لتحليل اللزوجة والحموضة والميكروبيولوجية أظهرت مطابقة للمعيار المقبولة

**الكلمات الرئيسية:** تركيز طماطم مزدوج (DCT) ، مركز طماطم مفرد (SCT) ، بركس .

## Sommaire

Introduction .....	2
Origine de la tomate .....	2
Composition de la tomate fraîche .....	3
Sucres .....	3
Acides .....	3
Vitamines.....	4
Classification de la tomate.....	4
Classification suivant la forme du fruit.....	5
Classification suivant la transformation industrielle .....	5
Types de tomates.....	6
Tomate de table .....	6
Tomate industrielle.....	6
Pathologies et ravageurs de la tomate .....	6
Pathologies physiologiques .....	7
Pathologies fongiques ou cryptogamiques.....	7
Pathologies bactériennes.....	7
Maladies virales.....	8
Exigences de la culture.....	8
Utilisations de la tomate .....	9
Tomate fraîche.....	9
Tomate transformée.....	9
Caractéristiques du concentré de tomate.....	10
Caractères organoleptiques.....	10
Caractères physico-chimiques.....	11
Intérêts de la tomate.....	11
Importance nutritionnelles .....	11
Intérêts médicinales de la tomate.....	12
Intérêts économique de la tomate .....	13
Conclusion.....	14
Introduction.....	15
Présentation de l'unité de transformation.....	15
Processus de fabrication du concentré de tomate.....	16
Opérations préliminaires.....	16
Réception.....	16
Lavage et triage .....	17
Transformation .....	17
Préchauffage .....	18
Filtration .....	18
Concentration.....	19
Pasteurisation.....	19
Conditionnement.....	19
Sertissage .....	20
Stérilisation et refroidissement.....	20
Conditionnement et emballage .....	21
Vérifications finales.....	21
Contrôle de qualité .....	23
Contrôle de la matière première.....	23
Contrôle de fabrication .....	23
Contrôle du produit fini .....	23
Contrôle de sertissage .....	23
Contrôle de la stabilité.....	23

Méthodes d'analyses effectuées au niveau de la conserverie ( <i>CARATOMATE</i> ).....	25
Analyses physico-chimiques.....	25
Détermination de la température.....	25
Détermination du pH.....	25
Détermination du résidu sec « Brix ».....	25
Détermination de viscosité.....	26
Détermination de l'acidité.....	27
Analyses microbiologiques du concentré de tomate.....	28
Test de stabilité.....	28
Analyse de l'eau.....	29
Détermination du pH et de la température.....	29
Détermination de la conductivité.....	30
Détermination de la turbidité.....	30
Dosage du titre hydrotimétrique (TH).....	30
Détermination de l'alcalinité.....	30
Détermination de Chlorure [Cl <sup>-</sup> ].....	31
Conclusion.....	31
Introduction.....	31
Résultats des analyses physico-chimiques.....	31
Caractéristiques du concentré.....	31
pH.....	31
Brix.....	32
Viscosité.....	35
L'acidité.....	37
Résultats d'analyses microbiologiques.....	38
Test de stabilité.....	38
Conclusion générale.....	38

## Liste des tableaux

<b>Tableau.I.1</b> :Caractéristiques organoleptiques	10
<b>Tableau I.2</b> :Caractères physico-chimiques	11
<b>Tableau I.3</b> : Valeurs nutritionnelles Pour 100g de tomate crue	12
<b>Tableau III.1</b> :Caractéristiques des produits finis simple et double concentré de tomate	30
<b>Tableau III.2</b> :Résultats de pH des différents échantillons (SCT et DCT)	30
<b>Tableau III.3</b> :Résultats du Brix des différents échantillons (SCT et DCT)	32
<b>Tableau III.4</b> :Résultats de la viscosité des différents échantillons (SCT et DCT)	33
<b>Tableau III.5</b> :Résultats de l'acidité des différents échantillons (SCT et DCT)	34
<b>Tableau III.6</b> :pH du test de stabilité	35
<b>Tableau III.7</b> :Résultat d'analyses microbiologiques	36
<b>Tableau III.8</b> :Normes des analyses	36
<b>Tableau III.9</b> :Résultat des analyses de l'eau de la chaudière A	36
<b>Tableau III.10</b> :Résultat des analyses de l'eau de la chaudière B	37

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> :Diffusion de la tomate dans le monde	2
<b>Figure I.2</b> :Principales formes de tomates (Coll. 2006).	5
<b>Figure I.3</b> :Principaux pays producteurs de la tomate (million de tonnes) (Fao stat,2011).	1 4
<b>Figure II.1</b> :Lvage et triage.	1 6
<b>Figure II.2</b> :Broyeur de tomate	1 7
<b>Figure II.3</b> :Préchauffage	1 7
<b>Figure II.4</b> :Machine de volumétrie	1 9
<b>Figure II.5</b> :Sertisseuse	1 9
<b>Figure II.6</b> :Processus de fabrication de concentré de tomate	2 1
<b>Figure II.7</b> :Le pH-mètre	2 3
<b>Figure II.8</b> :Réfractomètre portable BK-PR	2 4
<b>Figure II.9</b> :Filtration et titrage avec NaOH	2 5
<b>Figure II.10</b> :Consistomètre de Bostwick	2 6
<b>Figure III.2</b> :Histogramme du pH pour SCT et DCT	3 1
<b>Figure III.3</b> : Histogramme du Brix SCT et DCT	3 2
<b>Figure III.4</b> : Histogramme de viscosité de SCT DCT	3 3
<b>Figure III.5</b> : Histogramme de l'acidité SCT et DCT	3 4

## Liste des abréviations

<b>%</b>	pourcentage.
<b>°C</b>	degré Celsius.
<b>V</b>	volume d'EDTA ajouté .
<b>°f</b>	degré français (Le degré français (°f ou °FH).
<b>Cm</b>	centimètre.
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
<b>m</b>	mètre.
<b>ml</b>	millimètre.
<b>pH</b>	potentiel Hydrogène.
<b>g</b>	gramme.
<b>mg</b>	milligramme.
<b>PS</b>	produit stable
<b>Kg</b>	kilogramme.
<b>T</b>	Température.
<b>SCT</b>	Simple Concentré de Tomate.
<b>DCT</b>	Double Concentré de Tomate.
<b>H</b>	Hdrogène.
<b>mm</b>	Millimètre
<b>pH tm</b>	le pH à température ambiant
<b>TA</b>	Titre Alcalinité.
<b>TAC</b>	Titre Alcalinité Complet.

# Introduction Générale

## Introduction

Aujourd'hui, la production de tomate se situe au deuxième rang mondiale des fruits, sa consommation est en constante augmentation elle est de plus 15kg par habitant et par an. La plante est cultivée sous serre et en plein champ, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares, ce qui présente près de 1/3 des surfaces mondiales consacrées aux légumes. La tomate a donné lieu au développement d'une importante industrie de transformation, pour la production de concentrés, de sauces, de jus et de conserves. Compte tenu de son importance économique, elle est l'objet de nombreuses recherches scientifiques servant comme plante modèle en génétique (*Anonyme, 2010*).

D'après certaines études, une consommation de tomates ou de ses dérivés réduirait les risques de cancers, des maladies cardiovasculaires, de diabète et d'ostéoporose.

Aujourd'hui, les consommateurs sont de plus en plus exigeants en matière de goût, de couleur, de texture... Ils cherchent des produits bénéfiques pour la santé mais aussi des aliments qui ont du goût, une couleur attirante, et qui se conservent longtemps (*Sadok, 2016*)

L'objectif de notre travail est l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du concentré de tomate de la conserverie (CARATOMATE), et l'évaluation de leur conformité à normes exigées; avec une étude comparative et une évaluation de deux produits simple concentré de tomate (SCT) et double concentré de tomate (DCT).

Pour cela nous avons choisi d'articuler ce travail en trois chapitres:

- Le premier chapitre illustre des généralités sur les tomates en présentant l'historique et la valeur nutritionnelle, l'intérêts médicinales et l'intérêts économique de ce fruit.
- Le deuxième chapitre décrit les différentes techniques de transformation de la tomate ainsi que le matériel et les méthodes utilisées pour les analyses physico-chimiques..
- Le troisième chapitre illustre les résultats obtenus avec leurs interprétations.

Enfin une conclusion générale clôture ce travail.

# Chapitre I :

## Généralités sur la tomate

## Introduction

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

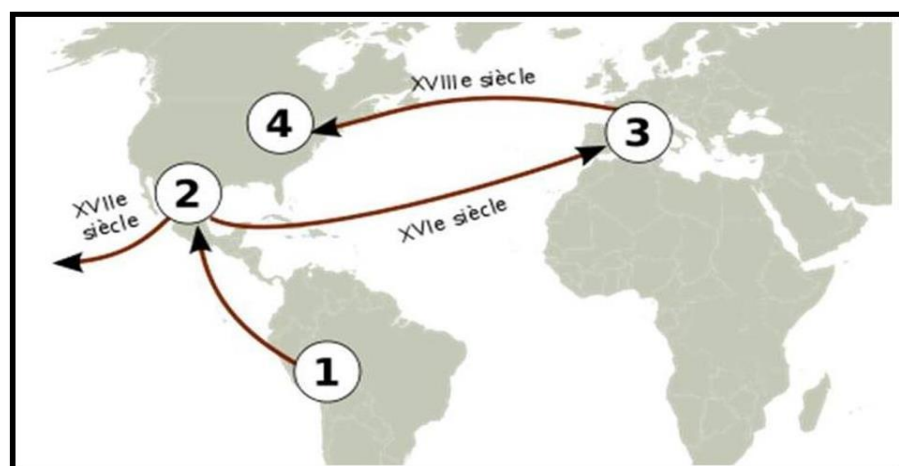
Cette plante est cultivée en plein champ ou sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ trois millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes. La tomate a donné lieu au développement d'une importante industrie de transformation, pour la production de concentré, de sauces, de jus et de conserves (*Mtcthg, 2009*).

Ce chapitre relatif aux généralités sur la tomate présente l'origine de la tomate, la classification, les propriétés nutritionnelles ainsi que l'utilisation de la tomate, nous envisagerons les variétés et les maladies et ravageurs de la tomate, on parle aussi de l'importance économique de la tomate aussi bien dans le monde qu'en Algérie.

## Origine de la tomate

La tomate est une plante annuelle de la famille des Solanacées, Comme la pomme de terre, origine d'Amérique du Sud. Sans doute fut-elle d'abord cultivée au Pérou (on l'appelait autrefois "Pomme du Pérou"), puis au Mexique où les indigènes lui donnèrent le nom de "tomalt" ou "tomalti", on trouve encore actuellement à l'état sauvage, au Pérou, aux Antilles et au Texas. La tomate traversa l'Atlantique au début du XVIème siècle par les conquérants espagnols, heureux de rapporter de leurs voyages, non seulement des trésors mais aussi des plantes inconnues. Ils appelèrent celles-ci : tomate (*Iwww, 2020*).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont favorables. Sa consommation a commencée dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois. (*Latigui,1984*)



**Figure I.1:** Diffusion de la tomate dans le monde

- (1) Pérou : Centre de diversification.
- (2) Mexique : Premier centre de domestication.
- (3) Europe : Deuxième centre de domestication.
- (4) Etats Unis : Troisième centre de domestication.

### **Composition de la tomate fraîche**

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

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

Ce produit est un aliment très riche en eau et très pauvre en calories (18kcal pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E). Ses antioxydants en font un formidable rempart contre les infections. (*Mehallal, 2013*)

#### **Sucres**

Les sucres représentent près de la moitié de la matière sèche du fruit mûr. Ils sont stockés principalement sous forme de fructose et de glucose et en bien moindre quantité, de saccharose. L'intensité de la saveur sucrée de la tomate reste limitée car la quantité de sucre est relativement faible en pourcentage de la matière fraîche totale.

Il existe d'une variété à l'autre, des différences importantes des teneurs en sucre. L'indice réfractomètre (IR), qui mesure la matière sèche soluble, permet d'évaluer ces différences. Pour les variétés habituellement cultivées type ronde ou gros calibre, l'IR varie de 3,5 à 5,5% Brix. Pour les variétés cocktail ou cerise, l'IR peut être beaucoup plus élevé, de 6 à 11 % Brix.

Un jus de tomate dont le Brix s'élève à 20 % contient 200 g/litre de sucres solubles. (*Chader, 2016*)

#### **Acides**

Les acides sont déterminants pour la saveur de la tomate. Plus d'un huitième de la matière sèche du fruit est composé d'acides organiques, essentiellement citrique et malique et d'acides aminés di-carboxyliques, dont les concentrations relatives dépendent des variétés et de la nutrition minérale. L'acide citrique représente environ 70% de l'acidité totale du fruit mur et intervient majoritairement dans la perception de la saveur acide du fruit. L'acidité titrable traduit l'évolution des deux principaux acides, citrique et malique. Le jus de tomates constitue un milieu tampon, une

grande variation des acides libres ne se traduit pas par une variation importante du pH du jus qui se situe en générale entre 4 et 4,5

La saveur est généralement liée aux proportions relatives de sucres et d'acides dans les fruits, principalement le fructose et l'acide citrique. L'association de fortes teneurs en sucres et en acides produit les tomates les meilleures et les plus savoureuses. (*Briquette, 2009*).

### **Vitamines**

La tomate crue est source de vitamine A et de vitamine C, car 100 g de tomate apportent respectivement l'équivalent de 17,50 % des Valeurs Nutritionnelles de Référence (VNR) en vitamine A (soit 140 µg pour 100 g) et de 17,87 % des VNR en vitamine C (soit 143 µg pour 100 g). La tomate crue apporte également 10,25 % des VNR en vitamine B9 (soit 20,50 µg pour 100 g) et de 9,25 % des VNR en vitamine E (soit 1,11 mg pour 100 g). Les autres vitamines représentent moins de 6 % des VNR. (*Boukharouba, 2019*)

### **Classification de la tomate**

Les tomates ont eu plusieurs noms scientifiques au fil des ans, *Solanum lycopersicon* 1753, *lycopersicon esculentum* Mill 1768, *Lycopersicon pomumamoris* Moench 1794, *Lycopersicon lycopersicum* Karst 1882 (*Van der Vossen et al, 2004*).

Au début des années 1700, Linné (Linnæus) a classé les tomates dans le genre *Solanum* en se basant sur leurs caractéristiques visibles. Au milieu des années 1700, Philip Miller, un autre botaniste qui n'était pas d'accord avec le classement de Linné, a classé les tomates dans le genre *Lycopersicon*. les taxonomistes ont reclassé l'espèce, la remettant dans le genre *Solanum* en se basant sur des informations génétiques. Cette histoire de la classification des tomates montre que les connaissances scientifiques ne sont pas statiques, qu'elles changent constamment lorsqu'on dispose de nouvelles informations. (*2www, 2020*)

La classification selon Philip Miller est la suivante :

**Nom latin** : *Solanum lycopersicon*

**Embranchement** : *Anthophyta*

**Classe** : *Dicotylédone*

**Ordre** : *Solanacées*

**Genre** : *Lycopersicon*

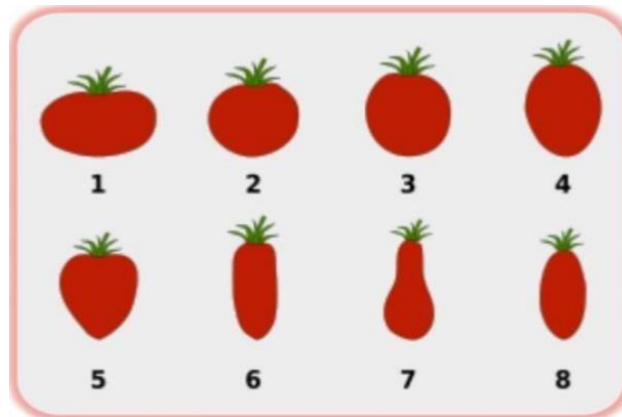
**Espèce** : *Lycopersicum esculentum*

De nos jours, c'est l'un des légume-fruit le plus consommé dans le monde.

### Classification suivant la forme du fruit

On distingue cependant plusieurs catégories de tomates, selon le mode de croissance de la plante et surtout selon le type de fruit. Principales formes de tomates (Fig.1.2) :

-1 aplatie -2 légèrement aplatie -3 arrondie -4 haute et ronde -5 en forme de cœur -6 cylindrique -7 en forme de poire -8 en forme de prune. (3www, 2020)



**Figure I.2 :** Principales formes de tomates (Coll., 2006).

Il existe plusieurs milliers de variétés cultivées de tomates (*Solanum lycopersicon*).

- \* les variétés à fruit plat et côtelé, de type tomate de Marmande, dont le poids est élevé puisqu'il peut dépasser 1 kg ;
- \* les variétés à fruit arrondi, dont le poids varie de 100 à 300 g, pour lesquelles il existe plus particulièrement de nombreuses variétés hybrides dont les fruits se conservent longtemps ;
- \* les variétés à fruit allongé avec une extrémité arrondie, de type Roma, ou pointue, de type Chico. Ces dernières variétés sont surtout destinées à l'industrie. Elles ont toutes un port déterminé et leurs fruits répondent à un certain nombre de critères technologiques liés à leur transformation. Certaines de ces variétés se prêtent à la récolte mécanique.
- \* les variétés de petite dimension et de faible poids, tomate cerise, cocktail (Coll, 2006).

### Classification suivant la transformation industrielle

Les tomates utilisées pour la préparation de concentré doivent répondre à certains nombre de critères de qualité, les fruits doivent être fermes, sains, résistants à l'éclatement et l'écrasement au moment de la récolte, durant le transport et le stockage. Cependant, d'autres critères sont à considérer (Miladi, 1970);(Sadok, 2019) :

- \* **Calibre de fruit:** Le fruit doit être de grand calibre, ce qui se traduit par une diminution de la main d'œuvre à la récolte et au triage .

\* **pH:** Le pH du produit à transformer doit être inférieur à 4,5 de façon à limiter le temps de stérilisation nécessaire pour préserver la qualité du produit fini.

\* **Couleur du fruit:** La couleur doit être d'un rouge caractéristique aussi bien pour la peau du fruit que pour la pulpe .

\***Extrait sec:** L'extrait sec total du fruit de tomate est essentiel pour l'élaboration du concentré, plus l'indice réfractométrie est grand, moins il faut de kg de tomate fraîche pour fabriquer 1 kg de double concentré à 28 %.

\* **Pectines:** Le fruit doit avoir une teneur élevée en substances pectiques (1,2 à 1,5 %) afin d'augmenter la consistance du produit fini.

\***L'acidité:** Même importance que le pH, la teneur en acide citrique dans la tomate ne doit pas être inférieure à 0,35 %.

## **Types de tomates**

### **Tomate de table**

Elles sont grosses, elles sont moins rouges que les tomates industrielles, elles contiennent beaucoup de pépins et d'eau, leur peau est peu résistante. Elles sont utilisées pour la salade ou transformées en purée pour sauce.

Leur rendement à l'hectare est faible comparé à la tomate industrielle ; elles ne peuvent donc pas faire l'objet d'une transformation industrielle (*Mtcthg, 2009*); (*Sadok, 2019*)

### **Tomate industrielle**

De dimensions souvent plus petites et parfois allongées, aspect très rouge désiré pour les sauces, elles ont un taux de matières sèches plus élevées aussi elles ont une peau résistante.

Ce sont ces tomates qui se prêtent à une transformation industrielle comme leur nom l'indique.

Or les variétés produites (tomates de tables) ne répondent pas du tout aux techniques actuelles de conservation ou de transformation. Il faut résoudre un premier problème qui est agronomique en changeant de variétés de tomates.

Les avantages sont évidents :

- Meilleur rendement pour la culture
- Possibilité de transformer la production (*Mtcthg, 2009*);(*Sadok. 2019*)

## **Pathologies et ravageurs de la tomate**

La tomate souffre principalement des maladies suivantes :

Les maladies bactériennes, les maladies physiologiques, les maladies virales ou les viroses et les maladies fongiques ou cryptogamiques.

### **Pathologies physiologiques**

Elles sont nombreuses et peuvent concerner les racines, le collet, la tige, le feuillage, aussi bien que les fruits. Elles sont généralement provoquées par des carences au niveau des éléments nutritifs et par des conditions climatiques défavorables et parmi les plus répandues on note :

- La pourriture apicale, provoquée par une carence en calcium;
- La fissuration des fruits suite à de grandes fluctuations dans la teneur en humidité du sol ou de la température;
- L'asphyxie racinaire, causée par des irrigations trop abondantes ou des pluies excessives;
- La tige boursouflée, suite à une alimentation azotée excessive;
- L'altération des fruits, due aux coups de soleil ou à des fentes de croissance. ( *Toufouti, 2013*)

#### **\* Les pourritures apicales**

Ce sont des nécroses qui apparaissent toujours à la base des fruits. Au début, le détrimement se présente comme une tache imbibée d'eau qui s'élargit et devient brun sombre. Cette surface brune molle se transforme en pourriture molle lorsque celle-ci est prise par les bactéries et les champignons. Au niveau physiologique, ces blessures peuvent être expliquées par une déficience d'absorption du calcium par la plante et aussi par une irrigation irrégulière. ( *Biekre, 2013*)

#### **\* Les craquages des fruits**

Ils peuvent être radiales ou concentriques (circulaires) et apparaissent la plupart du temps dans la partie apicale (près du pédoncule floral) du fruit. Ces craquelures plus ou moins profondes, sont dues aux pluies abondantes et aux fluctuations importantes de température. ( *Biekre, 2013*)

### **Pathologies fongiques ou cryptogamiques**

Ce sont des maladies causées par des champignons. Les plus connues et les plus dommageables en zone tropicale sont : l'alternariose, la fusariose, la cladosporiose, la septoriose, la verticilliose, la stemphylliose et le mildiou. On observe aussi des maladies au stade pépinière, tels que les fontes de semis qui cause de nombreux morts de plantules. Ces détriments sont plus importants en période chaude et humide. La lutte recommandée est l'utilisation de grains traitées à base de produit fongicide (manèbe, zinèbe, ou sulfate de zinc). En outre, il est conseillé de désinfecter le sol avec un désinfectant chimique ou un traitement à la vapeur. ( *Blancards, 1991*) ( *Blancards, 2009*)

### **Pathologies bactériennes**

De nombreuses bactéries peuvent attaquer les racines des plantes de tomate en Côte d'Ivoire. L'espèce la plus connue est *Ralstonia solanacearum*. Cette dernière, fréquente chez les

---

*solanacées*, est responsable du flétrissement bactérien qui est un facteur limitant de la production de tomate sous les tropiques. La maladie se manifeste par un flétrissement général de la plante dû à l'obstruction des canaux conducteur de sève depuis les racines. La fanaison commence par les feuilles et au bout de 4 à 6 h, la plante entière est flétrie à cause de la vitesse de multiplication des bactéries (Soro, 2009). (Biekre, 2013)

### **Maladies virales**

Plusieurs maladies virales s'observent sur la tomate. Les symptômes d'infection se manifestent généralement sur les feuilles. Ce sont des marbrures, des enroulements, des déformations, des taches ou des dessèchements de folioles dans certains cas.

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

### **Exigences de la culture**

**\*Température:** La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La tomate est une plante de saison chaude. Le zéro de germination est de 12°C. L'optimum de la croissance des racines est de 15 à 18°C en phase de grossissement des fruits, l'optimum de la température ambiante est de 25°C le jour et de 15°C la nuit. La plante de tomate s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Sadok, 2019)

**\*pH:** La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité) mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement stimule une bonne croissance.

**\*Salinité:** Il est généralement considéré qu'un excès de résistance de la plante de tomate en début de culture retarde la précocité de la production. La modulation de la concentration saline de la solution nutritive est l'un des moyens utilisés pour maîtriser le développement de la jeune plante (Sadok, 2019)

**\*Lumière:** L'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles et aussi la mise à fruits et leurs couleurs. La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son

intensité et sa qualité. 1200 heures d'isolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation, un éclaircissement de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison (*Boukharouba, 2019*).

\* **Eau:** L'alimentation hydrique est un facteur important du rendement et de la qualité, entre autres du calibre. La tomate est gourmande en eau, une alimentation en eau irrégulière entraîne une irrégularité du point de vue de l'alimentation en calcium et entraîne donc la nécrose apicale. Les besoins hydriques sont surtout importants à partir de la floraison du deuxième bouquet (*Elattir et al., 2003*).

\* **Sols:** La tomate préfère des sols riches en matières organiques, souples et profonds, à forte capacité de rétention en eau, mais bien drainés. Sa tolérance à l'acidité du sol est moyenne (pH 5,5 à 6,8). L'asphyxie racinaire, même temporaire est préjudiciable à la culture. La teneur en matière organique du sol doit être assez élevée (2-3%) pour obtenir de bons rendements. (*4www,2020*)

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

### **Utilisations de la tomate**

La tomate est aujourd'hui un légume-fruit très important en cuisine, entrant dans la composition de nombreuses recettes. Elle se consomme soit crue, 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 transformée industriellement en conserve ou surgelée, sous forme de purée, de concentré, de condiment, de sauces et de plats préparés.

### **Tomate fraîche**

La tomate peut se consommer nature, à la croque, au sel, mais elle entre le plus souvent dans la composition de salades simples ou composées, comme la salade niçoise. Cuite, la tomate se prépare de diverses manières : sautée, farcie, en sauce... C'est aussi un ingrédient de diverses sauces. La cuisson détruit une partie des vitamines mais favorise l'assimilation du lycopène. Les tomates vertes ou incomplètement mûres peuvent servir à la confection de confiture, ce qui est une manière d'utiliser les tomates cueillies en fin de saison qui ne peuvent atteindre une maturité complète. On peut décorer certains plats en confectionnant des roses en peau de tomate (*Mtcthg, 2009*).

### **Tomate transformée**

La tomate fait l'objet d'une importante industrie de transformation, qui fournit au consommateur des tomates séchées, des tomates pelées en boîte, du coulis de tomate, du concentré

de tomate (simple ou double même triple concentration), des sauces (dont la sauce tomate, les sauces aigres-douces, le ketchup) et une boisson, le jus de tomate (*Mtcthg, 2009*).

### Caractéristiques du 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. Préparé par concentration du liquide, ou de la pulpe, extrait de tomates substantiellement saines, mûres et rouges (*Lypersicum esculentum*). Ce liquide est filtré, ou préparé de toute autre façon, de manière que le produit fini soit débarrassé des peaux et pépins, ainsi que des autres parties dures et gros morceaux. Du sel et d'autres agents de sapidité appropriés peuvent être ajoutés, conservé par des procédés physiques (*Mehallel, 2013*).

La tomate est utilisée dans l'industrie alimentaire pour la préparation des produits à base de tomates tels que la pulpe, le jus, la sauce, la purée, la pâte, le concentré et la poudre de tomate. Notons que les termes « purée de tomate » ou « pâte de tomate » peuvent être utilisés pour désigner le « concentré de tomate » lorsqu'il satisfait aux exigences suivantes: (*sadok, 2019*).

\***Purée de tomate:** La purée de tomate concentrée est le produit obtenu par tamisage des fruits frais de tomate, concentré par élimination de l'eau qu'il renferme.

\* **Pulpe de tomate:** Il s'agit de tomates écrasées avant ou après élimination des peaux et des grains

\* **Concentré de tomate:** La tomate est concentrée en utilisant des évaporateurs à circulation forcée pour atteindre des concentrations de 22%.

\* **Doubles concentrés de tomate:** Les doubles concentrés de tomates sont les concentrés dont le ratio résidu sec/eau est égal à 28 %.

\* **Triple concentrés de tomate:** Les triples concentrés de tomates sont les concentrés dont le ratio résidu sec/eau est égal à 36 %.

### Caractères organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques concernant la couleur, la texture, la saveur et l'odeur du concentré de tomates sont représentées dans le tableau I.1. (*Boukharouba, 2016*)

**Tableau I.1:** Caractéristiques organoleptiques

<b>Couleur</b>	<b>-Rouge caractéristique de tomate mûre.</b>
<b>Texture</b>	-Sensiblement homogène. -Pas de séparation en deux phases liquide et solide.
<b>Saveur</b>	-absence de saveurs étrangères. -Notamment le goût de brûlé ou de caramel.
<b>Odeur</b>	-absence d'odeurs étrangères ou anormales.

### I.9.2. Caractères physico-chimiques

Les caractères physico-chimiques des teneurs en résidus secs des concentrés de tomates sont rapportés dans le tableau I.2 (*Anonyme, 1998*).

**Tableau I.2:** Caractères physico-chimiques.

Caractère	Teneur de résidus secs
-Teneur minimum en sucres totaux.	45%
-acidité totale maximum critique hydrate.	10%
-Teneur maximum en impuretés minimales insolubles.	0.1%
-Acidité totale maximum (acide acétique).	1%
-Teneur en sel alimentaire.	3 à 15%

### Intérêts de la tomate

#### Importance nutritionnelles

La tomate largement consommée, joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Contrairement à la plupart des fruits, c'est un aliment très peu énergétique, car prise crue, elle n'apporte qu'environ 15 kcal/100 g et 20 kcal/100 g à l'état cuit. La tomate comme la plupart des légumes, présente une bonne densité nutritionnelle avec : 94% d'eau et 6% de matière sèche composée de 50% de sucres (fructose et glucose), 25% d'acides organiques (acides citriques et maliques), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés. Elle est très riche en carotène et lycopène qui lui donne sa couleur rouge, cet antioxydant diminuerait le risque de maladies cardiaques et de certaines formes de cancer, dont celui de la prostate.

La tomate est un aliment équilibré, riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E). Les glucides 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 près de la moitié de potassium, environ 235 mg pour 100 g de tomate. La tomate contient plusieurs vitamines hydrosolubles dont la principale est la vitamine C. La teneur de 10 à 30 mg/100 g dans la tomate crue est fortement réduite dans la tomate cuite (environ 16 mg) (*Bedad, 2018*).

Les sels minéraux les substances organiques et les composantes de tomate crue sont indiqués successivement dans le tableau I.3 (*Yousfi, 2018*).

**Tableau I.3:** Valeurs nutritionnelles pour 100g de tomate crue

Nutriments	Quantités
<b>Protéines</b>	0.86 g
<b>Lipides</b>	0.26 g
<b>Glucides</b>	2.26 g
<b>Eau</b>	94.1 g
<b>Fibres</b>	1.2 g
<b>Vitamine C</b>	15.5 mg
<b>Bêta-carotène</b>	449 µg
<b>Vitamine E</b>	0.66 mg
<b>Potassium</b>	256 mg
<b>Calcium</b>	8.14 mg
<b>Magnésium</b>	10.1 mg

### Intérêts médicinales de la tomate

La tomate aurait un usage traditionnel de phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, réputé pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires, en particulier. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libérant les nutriments en faisant éclater les cellules végétales (*Fao Sat, 2013*); (*Yousfi, 2018*)

Le rôle médicinaux de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas en Amérique du sud, où ils utilisaient la feuille fraîche de la plante de tomate comme antibiotique. De plus la consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- Accélère la formation du sucre dans le sang ce qui permet au corps de combattre la fatigue ;
- Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium ;
- Contient des traces d'éléments antitoxiques (chlorite et sulfure) excellents pour la santé du foie;
- Stimule les sécrétions digestives grâce à sa saveur acidulée (*Bedad, 2018.*)

#### \* *Cancer*

Certaines études publiées sur United States National Library of Medicine ont révélées que la consommation fréquente ou régulière de la tomate pourrait réduire le risque de développer le cancer de la prostate, aussi bien que d'autres tumeurs malignes telles que les cancers du pancréas, du poumon, du côlon, du rectum, de l'estomac, de la cavité orale, de l'oesophage, du sein et du col de l'utérus (*Fao Sat, 2013*); (*Youdfi, 2018*).

#### \**Maladies cardiovasculaires*

Une autre étude menée chez des femmes a démontré que ce même fruit pourrait réduire leurs risques de souffrir des maladies cardiovasculaires et baisser le taux de leurs lipoprotéines de

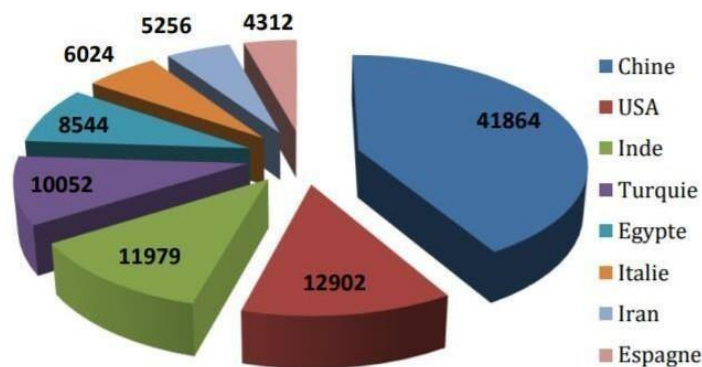
basse densité. Les chercheurs pensent que ces effets bénéfiques pourraient être dus au lycopène associé à d'autres composés antioxydants et des vitamines (*Fao Stat, 2013*); (*Yousfi, 2018*).

### Intérêts économique de la tomate

La tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, soit frais soit transformée.

#### \* *Au niveau mondial*

La culture de la tomate est très répandue dans le monde entier mais 90% de la production mondiale est obtenue dans l'hémisphère nord (bassin méditerranéen, Californie et Chine (fig.I.3)). En effet, près de cinq millions d'hectares (4,98 millions ha) sont réservés annuellement à cette culture avec une production d'environ 159 millions de tonnes de tomates ont été produites dans le monde; et un rendement moyen de 28,3 tonnes à l'hectare (*Fao Stat, 2013*)



**Figure 1.3:** Principaux pays producteurs de la tomate (million de tonnes) (*Fao stat, 2011*).

#### \* *En Algérie*

La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017-2018, a indiqué le ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la pêche dans un communiqué.

Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate plein champ et 1,225 qx/hectare pour la tomate sous serre, a précisé la même source.

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,33 millions de qx, Mostaganem avec une production de 1,33 million de qx, Tipaza avec 1,04 million de qx et Ain Defla avec 728,250 qx.

Outre la tomate fraîche, la production de la tomate industrielle (destinée à la transformation), elle a été de 15,4 millions de qx durant la campagne 2017-2018, avec un rendement de 651 qx/hectare.

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate industrielle sont Skikda avec une production de 4,65 millions de qx, Tarf avec 3,5 millions de qx, Guelma avec 2,06 millions de qx et Ain Defla avec 1,68 million de qx.(5www,2020)

Les principaux produits fabriqués sont le simple et double concentré, parfois le triple concentré.

### **Conclusion**

La tomate a donné lieu au développement d'une importante industrie de transformation, pour la production de concentrés, de sauces, de jus et de conserves. Compte tenu de son importance économique, elle est l'objet de nombreuses recherches scientifiques servant comme plante modèle en génétique. Aujourd'hui, la production de tomate se situe au quatrième rang mondiale des légumes, sa consommation est en constante augmentation .

D'après certaines études, une consommation de tomates ou de ses dérivés réduirait les risques de cancers, des maladies cardiovasculaires , diabète et d'ostéoporose.

## Chapitre II :

Transformation de tomate industrielle et matériels et méthodes

## II.1 Introduction

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

Dans ce chapitre nous présenterons la chaîne de fabrication du concentré de tomate dans l'unité de production «CARATOMATE» suivi par la mesure des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et de stabilité du produit fini.

### Présentation de l'unité de transformation

La conserverie L'unité mixte de production CARAJUS et CARATOMATE se situe dans la localité d'*Echatt*, dans la wilaya d'El-Taraf comme le montre la photo satellite ci-dessous. Elle se situe sur la route d'*Echatt*, à 5 Km de l'aéroport d'Annaba et à 10 Km du port d'Annaba (figure....).



**Figure 01:** Localisation géographique de l'entreprise *CARATOMATE* (Google maps)

### **Processus de fabrication du concentré de tomate**

La chaîne de fabrication ou le procédé de fabrication, est un ensemble d'opération unitaire réalisée sur la matière première (matière brute) pour la transformer à un autre produit (fini ou commercial). La transformation comprend les opérations préliminaires, le traitement et le conditionnement.

#### **Opérations préliminaires**

##### **❖ Récolte**

La récolte des tomates a lieu entre le mois de juillet et août, les tomates parvenues à maturité sont cueillies à la main, placées dans des caisses ou des billots(*6www,2020*)

##### **❖ Réception**

A la réception, les tomates sont soumises à un contrôle par le laboratoire, seul les produits conformes aux normes en vigueur sont acceptés. Un triage préalable doit s'effectuer, les lots contenant les fruits présentant une teinte jaune et des zones vertes sont mis de côté jusqu'à ce qu'ils aient atteint une couleur rouge plus uniforme. Les fruits rouges entrent immédiatement en fabrication (*6www, 2020*)

La réception c'est l'opération qui consiste à décharger la matière première par des agents qui déchargeront les cageots et les transporteront dans le magasin de stockage. Les tomates acceptées sont déchargées et lavées avec de l'eau à haut débit afin d'enlever les restes de terre, boue et petite feuille. (Yousfi, 2018).

#### ❖ Lavage et triage

La tomate récoltée dans les champs est souvent sale. Elle transporte des débris végétaux, de la boue, de la poussière, etc. Il faut la laver afin d'éliminer toutes les souillures qui peuvent être à l'origine d'une éventuelle contamination et pour faciliter les opérations de triage et de parage (inspection). Les tomates sont lavées avec de l'eau tiède et chlorée dans des tanks ou dans des bacs sous pression ou sous agitation permanente, suivie d'un rinçage par aspersion d'eau à haute pression pour éliminer les résidus, les microorganismes, les insectes, les larves et les saletés adhérent aux fruits (Goose et al, 1973).

D'après la couleur le triage est effectué en général à l'œil nu. Le triage consiste à séparer les tomates de "bonne qualité" de celles à rejeter à cause de leur état physiologique. Celles qui ont des moisissures ou des avaries locales seront imputées. Celles non assez mûres aussi rejetées.

Le traitement du produit se réalise en deux phases :

\*\* Le plant de rouleaux est incliné et le produit est séparé de l'eau et des corps étrangers.

\*\* Dans la deuxième phase, le triage manuel du produit est réalisé sur un plan de rouleaux horizontal par des personnes qualifiées où s'effectue un dernier contrôle manuel (fig.II.1) (Kangni, 1991); (Krimi, 2014).



Figure II.1 Lavage et triage

### Transformation

#### ❖ Broyage

Les fruits de tomates lavés sont comprimés entre deux rouleaux de manière à faire couler le liquide des loges du fruit (fig.II.2). Le mélange obtenu passe ensuite à travers un tamis rotatif pour séparer le liquide des parties solides de la tomate. Les tomates débarrassées de leurs peaux et de leurs

grains sont alors envoyées au broyeur qui est muni d'une multitude de lames bien aiguisées et fixées sur le rotor du moteur électrique qui assure le concassage (*Boukharouba,2019*).



**Figure II.2:** Broyeur de tomate

### ❖ Préchauffage

Il a pour rôle de cuire la pulpe afin de faciliter la séparation de la peau et l'extraction du jus. Selon l'usage final du produit à fabriquer, deux modes de préchauffage sont pratiqués ; il s'agit du cold break qui consiste à un broyage à température ambiante suivi d'un préchauffage à 60°C et le hot break dont le principe consiste à porter les tomates immédiatement après leur broyage à la température de 90 à 95°C pendant un temps très court (15second) (*Sadok,2016*).

Ce traitement thermique a pour but de diminuer la viscosité de la tomate, facilitant ainsi la filtration, chasser l'air, inhiber les microorganismes et de permettre une inactivation enzymatique qui préserve la pectine du produit (dont le rôle est de garder la consistance de la tomate).(*kangni,1991*); (*Yousfi,2018*).



**Figure II.3:** Préchauffage

### ❖ Filtration

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. (*Kangni, 1991*); (*Krimi, 2014*).

#### ❖ Concentration

C'est l'opération qui permet de prolonger la durée de conservation de la tomate en éliminant la quantité d'eau active. Elle permet d'obtenir de la tomate avec un taux en matière sèche élevé (Brix) par évaporation ou par osmose inverse. L'eau contenue dans la tomate et celle ajoutée au préchauffage est évacuée et on obtient une pâte selon le degré de concentration désirée.

Pour le concentré de tomate, on peut avoir :

- Une simple concentration : le Brix est inférieur à 18%
- Une double concentration la plus commercialisée à 28%
- Une triple concentration Brix supérieur à 28%.

Plus la concentration est élevée, plus l'indice de réfraction (degré Brix) augmente.

Pendant la campagne, lorsque la matière première (tomate fraîche) est en quantité assez importante, 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).

La triple concentration permet de conserver de grandes quantités de tomate dans des boîtes réduites. On pourra par la suite obtenir la double concentration par une dilution installations surplace. Notons que la concentration constitue le nœud de la transformation. Sa réussite est très importante. (*Hayes et al., 1998*); (*Yousfi, 2018*).

#### ❖ Pasteurisation

Elle assure la stabilité du concentré de tomate par un traitement thermique de quelques secondes à une température supérieure à 85°C, ce traitement permet de prévenir l'altération par les micro-organismes ayant résisté à la chaleur de la concentration. La pâte de tomate est ensuite aspirée de l'évaporateur vers la remplisseuse, qui est constituée d'un tank de réception de la pâte de tomate, d'un échangeur de chaleur tubulaire de pasteurisation et d'un tube de circulation (*Krimi, 2014*); (*Goose et al, 1973*).

### 3 Conditionnement

#### ❖ Remplissage

C'est l'étape qui consiste à remplir les boîtes métalliques par le concentré obtenu. C'est une opération qui doit se faire rapidement de façon à éviter un trop grand contact du produit avec de l'air

Atmosphérique. Elle comporte une partie pesée pour la standardisation des poids. Elle se fait avec une remplisseuse ou une doseuse-sertisseuse. Elle peut être manuelle comme automatique (fig.II.4). A la sortie du concentrateur, le produit est récolté dans une cuve tampon, il passe ensuite dans un préchauffeur à 80°C, puis remplis des boites métalliques préalablement nettoyées par le jet d'eau chaude. Ce jet d'eau chaude a pour but de laver et en même temps de chauffer la boite pour permettre une bonne stérilisation du contenu (*Sadok, 2016; Yousfi, 2018*).



**Figure II.4:** Machine de remplissage volumétrique

#### ❖ Sertissage

Le remplissage est suivi du sertissage. Il s'agit de fermer la boîte contenant le concentré hermétiquement (fig.II.5). Il comporte deux opérations : le roulage et l'écrasement. La qualité du serti est très déterminante dans la durée de conservation et de la stabilité du contenu.

A la sortie de la sertisseuse, un dateur insère sur cette même face la date de fabrication, d'expiration, l'heure de sortie du produit et le numéro du lot auquel appartient la boîte. (*Yousfi, 2018 ;Krimi2014*).



**Figure II.5:** Sertisseuse

#### ❖ Stérilisation et refroidissement

Les boîtes remplies de produit concentré passent par un tunnel de stérilisation. Cette étape permet la destruction de tous les micro-organismes qui pourraient exister à l'intérieur des boîtes de concentré de tomate pour but d'assurer la bonne qualité microbiologique du produit fini.

Les boîtes sont stérilisées à l'aide d'un stérilisateur rotatif qui donne au contenu de la boîte un traitement thermique. Ce traitement permet de garder les caractères nutritifs sans addition de conservateur. Ensuite, les boîtes sont rapidement refroidies afin d'éviter la cuisson de la tomate. (*Sadok, 2016 ; Krimi, 2014*).

#### ❖ Conditionnement et emballage

Les boîtes refroidies sont séchées à l'air libre afin d'éliminer les gouttelettes d'eau, puis elles sont transmises, à travers une bande transporteuse, vers la section de conditionnement pour emballer les boîtes de tomates dans des cartons plastifiés, pour faciliter le transport sur les lieux de stockage ou les lieux de vente (marché...).

Le produit fini doit être mis en observation quelques jours avant de sortir de l'usine, afin de s'assurer de sa capacité de conservation.

Pour la mise en boîtes métalliques, l'acidité de la purée de tomate risque de provoquer la corrosion ; pour éviter cela, on les protège souvent par un vernis intérieur.

Les vernis utilisés doivent présenter les critères suivants :

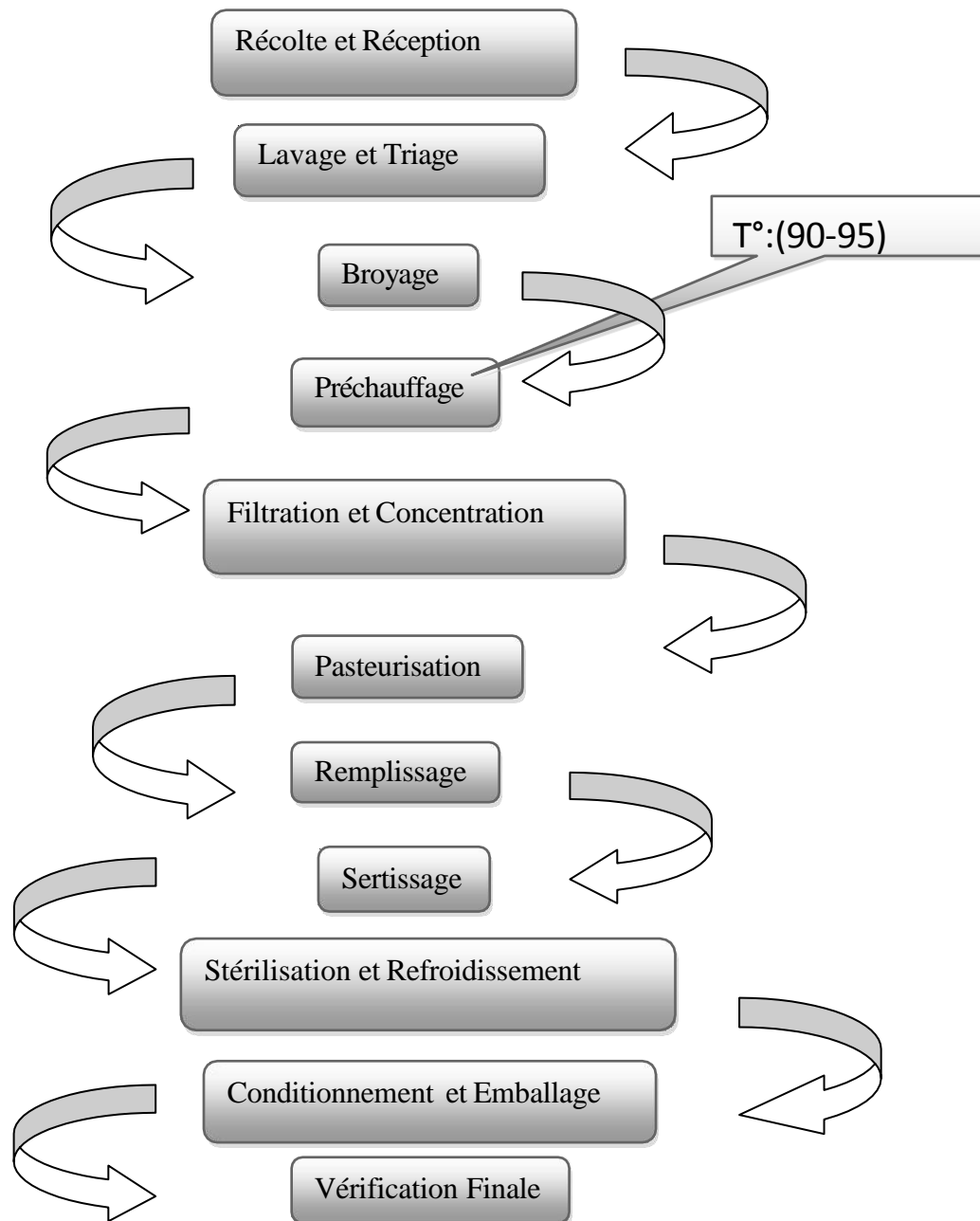
\*\* Ne pas apporter au produit conserve, ni goût ni odeur anormale ;

\*\* Ne doivent pas contenir aucune substance toxique.

L'emballage et le conditionnement sont les dernières opérations de la fabrication des produits alimentaires, ils sont indissociables du produits, et doivent contribuer à préserver les qualités hygiéniques et nutritionnelles de l'aliment. L'emballage est en outre un support d'information et de communication qui peut porter des images, des symboles qui constituent la composante immatérielle de l'aliment mais dont l'impact sur la perception du produit et l'achat est parfois très important (*Boussaid, 2019*) ; (*Boukharouba, 2019*).

#### ❖ Vérifications finales

Des contrôles importants sont enfin effectués pour garantir la qualité totale des produits avant leur mise à disposition des consommateurs. Par exemple, les boîtes sont mises en étuve, à des températures et pendant un temps déterminé par la législation, pour accélérer le vieillissement du produit et contrôler sa stabilité bactériologique à long terme (*Boukharouba, 2019*).



**Figure II.6:** Processus de fabrication de concentré de tomate

## **Contrôle de qualité**

L'industrie agro-alimentaire est un domaine où le contrôle de la qualité s'avère indispensable, car les produits proposés ont une influence directe sur la santé humaine. D'une manière générale, il s'agira de veiller à ce que les différentes transformations gardent les propriétés nutritionnelles et organoleptiques de la tomate. Pour ce faire le contrôle se fera à différents niveaux.(*Yousfi,2018*).

### **Contrôle de la matière première**

Il commence déjà à l'achat de la matière première par un choix conséquent. A l'atelier on mesure le Brix et le pH afin de prévoir le comportement du produit à la transformation. Ce contrôle est continué après le lavage par un triage visuel. Il consistera essentiellement à éliminer les tomates non mûres, les tomates brisées, infectées par les moisissures ou bactéries et si possible couper les parties en cause. Cette section sera l'apanage des manœuvres mais sous la responsabilité d'un agent permanent de l'usine afin d'apporter d'éventuelles corrections. La qualité du concentré dépend de celle de la tomate.

### **Contrôle de fabrication**

Les contrôles à effectuer seront au niveau des températures, des pressions, de la qualité de l'eau de service et du Brix. A cet effet, on élaborera dans le cadre de l'exploitation un manuel de contrôle rassemblant l'ensemble des opérations et des vérifications à effectuer à chaque étape du processus.

### **Contrôle du produit fini**

Il portera sur les caractères physiques, organoleptiques et chimiques d'une part et d'autre part sur la stabilité et la qualité du serti.

#### **❖ Contrôle de sertissage**

Pendant la pasteurisation la pâte de tomate sortira de la boîte si le serti est mal fait. C'est déjà un critère de contrôle. On peut aussi observer le même phénomène pendant la trempe (différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur). Sinon on peut supposer que le serti est bien fait. Cependant on ne peut rien dire s'il tiendra pendant longtemps (*Yousfi, 2018*).

#### **❖ Contrôle de la stabilité**

Il faut garder des échantillons de chaque production au laboratoire et l'observer pendant une période assez longue. si la boîte n'est pas rouillée alors on peut conclure que le contenu est en bon état. Pour les contrôles des caractéristiques du concentré il faut vérifier :

- la couleur : rouge
- la texture et la consistance

- le taux d'impureté;
- la saveur et l'arome;
- la teneur en sucres, vitamines et minéraux;
- l'acidité;

Il s'agira de comparer ces valeurs aux normes (*Chahbi, 2018*)

## I.5 Méthodes d'analyses effectuées au niveau de la conserverie (CARATOMATE)

Pour assurer la qualité et la stabilité du produit fini, des échantillons sont prélevés régulièrement le long de la chaîne de production

### Analyses physico-chimiques

#### ❖ Détermination du poids du produit fini

La mesure du poids permet de vérifier si le remplissage a été fait convenablement. Elle s'applique sur le produit fini, à l'aide d'une balance analytique préalablement tarée avec une boîte vide.

#### ❖ Détermination de la température

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

#### ❖ Détermination du pH

Le pH ou potentiel Hydrogène est une échelle de mesure qui permet de déterminer le caractère acide, alcalin (basique) ou neutre d'un milieu ou d'une substance.

Il est mesuré à la température de 20°C à l'aide d'un pH-mètre étalonné avec étalons (Fig.II.7), introduit la sonde dans l'échantillon et attendre que la valeur qui s'affiche sur l'écran se stabilise.



Figure II.7: pH-mètre

#### ❖ Détermination du résidu sec « Brix »

Le résidu sec soluble représente un critère de qualité très important sur le plant commercial. Le classement d'un produit se fait sur la base de son indice de réfraction exprimé en pourcentage de Brix.

Le résidu sec soluble ou l'extrait sec soluble, est le pourcentage de la matière sèche dans l'échantillon à analyser. Il est déterminé par un réfractomètre (Fig.II.8).

Qui mesure la réfraction de la lumière traversant l'échantillon à analyser.



**Figure II.8:** Réfractomètre portable BK-PR

### **\*\* Unité de mesure**

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix ( $^{\circ}\text{B}$ ) la fraction de saccharose en grammes pour 100 grammes dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble.

### **\*\* Mode opératoire**

- On étalonne le réfractomètre,
- À l'aide d'une pipette, on fait couler quelques gouttes du produit à analyser sur la surface du prisme.
- On remplit complètement la cellule d'échantillon,
- On appuie sur la touche READ. Le résultat s'affiche à l'écran,
- On effectue trois mesures et on considère la valeur moyenne,
- On élimine le produit en l'absorbant avec un chiffon doux,
- On utilise une pipette en plastique pour nettoyer la cellule d'échantillon et le prisme avec de l'eau distillée.
- On sèche à l'aide d'un chiffon doux. L'instrument est prêt pour la mesure suivante.
- On mélange bien le produit dilué.

### **\*\* Expression des résultats**

L'expression du résultat se fait en pourcentage de matière sèche soluble ou Brix.

#### **❖ Détermination de viscosité**

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

**\*\* Appareillage**

Le consistomètre Bostwick (Fig.II.9) est en acier inox. Il consiste en une cuve rectangulaire séparée en deux parties par une porte-guillotine. La plus petite section sert de réservoir pour le matériel à évaluer. La plus grande section est munie de graduations de 0,5 cm partant de la porte et allant jusqu'à l'extrémité opposée.



**Figure II.9:** Consistomètre de Bostwick

**\*\* Mode opératoire**

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

**❖ Détermination de l'acidité**

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

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

**\*\*Mode opératoire**

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

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



**Figure II.10** Filtration et titrage avec NaOH.

**Analyses microbiologiques du concentré de tomate**

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

**❖ Test de stabilité**

Le teste de stabilité consiste à soumettre à l'incubation un échantillon du lot de conserve 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 unités le produit sera soumis à des analyses microbiologiques afin de déterminer la cause de ces modifications. Dans le cas échéant, le lot peut être livré à la commercialisation.

### **\*\* Etuvage**

Ce test consisté à :

- Prendre 3 boites de la même série
  - première comme un témoin à la température ambiante
  - deuxième, étuvé à 20°
  - troisième, étuvé à 32°
- Laisser les boites 7 jours dans leur étuve
- Le 8<sup>ème</sup> jour, le pH des boites étuvés est comparé à celui du témoin, plus la variation est de 0,5 unités, pH indique la présence d'une activité bactérienne

$$\Delta\text{pH} = (\text{pH}_1 + \text{pH}_2) / 2$$

$$\text{pH} = \text{pH}_{\text{tm}} - \Delta\text{pH}$$

pH1: pH de deuxième boite étuvée

pH2: pH de troisième boite étuve

pHtm: pH première boite témoin

### **\*\* Examen après étuvage**

Avant de procéder aux examens, on laisse les échantillons pendant 24 heures à la température de laboratoire afin d'obtenir l'équilibre des températures, et les examens sont effectués sur les échantillons ne présentant aucune modification:

- Aspect extérieure (l'aspect de l'emballage)
- On note un éventuel bombage, flocage ou micro fuite
- Examen du produit (odeur, couleur...) mais sans goûter
- Une boite est dite stable si la différence de pH inférieur à 0,5 unités par rapport aux témoins
- Modification de la flore microbienne

La rapport du nombre de micro-organismes dénombrés dans les boites étuvées et dans les boites non étuvées (témoin) doit être inférieur à 100 (*Sadok, 2016*).

### **Analyse de l'eau**

Les paramètres à contrôler dans l'eau sont: pH, Conductivité, Turbidité, Alcalinité, Chlorures

#### **\*Détermination du pH et de la température**

Les mesures sont faites automatiquement à l'aide d'un pH-mètre et un thermomètre

**\*Détermination de la conductivité**

La mesure de conductivité se fait au maximum dans les 24 heures qui suivent la date de prélèvement et par lecture direct sur un conductimètre.

**\* Détermination de la turbidité**

La turbidité est mesurée sur un turbidimètre. Les mesures sont effectués le plus rapidement possible après le prélèvement.

**\* Dosage du titre hydrotimétrique (TH)**

La mesure du TH s'effectue sur les eaux dont on veut déterminer la dureté. La mesure est basée sur le dosage de Calcium et de Magnésium total par l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) en présence d'un indicateur d'ion magnésium, selon le mode opératoire suivant :

- Prélèvement 25 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de solution tampon (pH=9,5-10).
- ajouter quelques grains d'indicateur colorés ; Eriochrom Noire T (ENT).
- Titrer par solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge vineux au bleu.

$$\text{TH}(\text{°f}) = \text{V (ml)} \times 4 \text{ °f}$$

V ; volume d'EDTA ajouter.

°f: degré français (Le degré français (°f ou °fH), est l'unité du titre hydrotimétrique (TH), caractérisant la dureté de l'eau. Il ne faut pas confondre avec le degré Fahrenheit (°F).)

**\* Détermination de l'alcalinité**

L'alcalinité est la capacité de l'eau à résister aux changements de pH qui rendraient l'eau plus acide. L'alcalinité est la force d'une solution tampon composée d'acides faibles et de leurs bases conjuguées

**\*\*Détermination de titre alcalimétrique (TA)**

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur en alcalis libres ( $\text{OH}^-$ ) et en carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). La détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide fort en présence d'un indicateur, en pratique le TA est titré en présence de Phénophtaléine, comme suit ;

- Prélever 25 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénophtaléine, une coloration rose doit alors se développée. Dans le cas contraire le TA=0, ce qui se produit pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3.
- Titrer doucement par l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (Normalité/50) à l'aide d'une pipette, en agitant

constamment et ceci jusqu'à la décoloration complète de la solution. La concentration donnée par la formule suivant:

$$TA (^{\circ}f) = V_1 \text{ (ml)} \times 4 ^{\circ}f$$

V1 ; volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ajouté

### **\*\*Détermination de titre alcalimétrique complet (TAC)**

Le titre alcalimétrique complet ou TAC mesure la somme des alcalis libres, des carbonates et des bicarbonates.

On procède de la manière suivante:

- utiliser l'échantillon traité précédemment.
- Ajouter deux gouttes de solution méthyle orange.
- Titrer de nouveau avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Normalité/50) jusqu'au virage au jaune orange.
- S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orange au rose orange.

Soit V2 le volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verser dans le deuxième dosage, le TAC donnée par :

$$TAC (^{\circ}f) = (V_1 + V_2) \times 4 ^{\circ}f$$

### **\* Détermination de Chlorure [Cl<sup>-</sup>]**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) en présence de chromate de potassium. On procède les étapes suivants:

- Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de solution de chromate de potassium;
- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1 à 3 minutes.

La concentration en Chlorure est donnée par la formule suivante:

$$[Cl] \text{ (mg/l)} = 4 \times V \times 7,1$$

## **III.6 Conclusion**

D'après ce chapitre nous avons acquis des informations sur les techniques industrielles de transformation et de conservation de tomate de la matière première jusqu'à la mise en boîte de produit fini. Nous avons aussi abordé également les méthodes d'analyses physico-chimiques et microbiologiques du concentré de tomate ainsi que les analyses physico-chimique de l'eau des chaudières utilisées pour le processus de transformation de tomate.

# Chapitre III:

## Résultats et discussion

## Introduction

Dans un premier temps on a débuté notre stage par un suivi complet du procédé de fabrication de concentré de tomate de la conserverie CARATOMATE. Après avoir assisté au suivi de la production de la conserve de tomate dans l'unité (les détails ont été indiqués dans le deuxième chapitre). On a effectué les différentes analyses physico-chimiques et bactériologiques disponibles au niveau du laboratoire de la conserverie sur les pâtes de conserves des produits fini simple (SCT) et double concentré de tomate (DCT) pour cinq échantillons de chaque type.

## Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats de contrôle de qualité effectués systématiquement dans laboratoire de l'unité CARATOMATE et leurs discussions sont présentés dans ce qui suit:

### Caractéristiques du concentré

Le poids; la couleur; l'odeur et la saveur des produits finis des deux concentré (SCT et DCT) figurent sur le tableau III.1

**Tableau III.1:** Caractéristiques des produits finis Simple et Double Concentré de Tomate

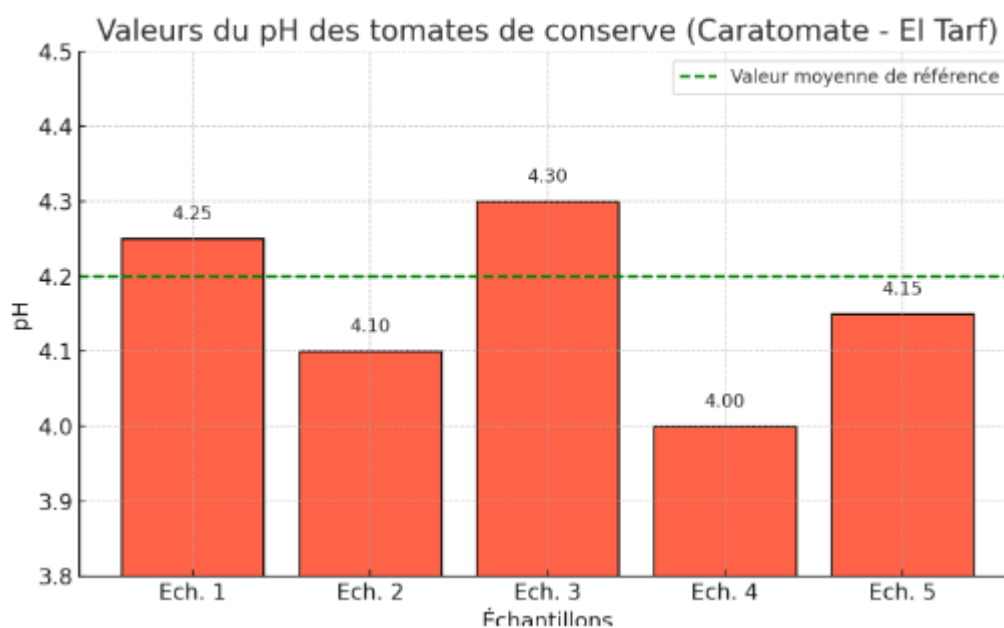
Nom de produit	Double concentré de tomate CARATOMATE	Simple concentré de tomate CARATOMATE
Utilisation prévu	Préparation culinaire.	Préparation culinaire.
Emballage (poids)	Boîtes métalliques (800g).	Boîtes métalliques (380g).
Conservation	3 ans à température ambiante.	3 ans à température ambiante.
Ingrédients	Tomate fraîche, sel, concentration 28%.	Tomate fraîche, sel, concentration 22%.
Couleur	Rouge	Rouge
Odeur et saveur	Normale	Normale

## pH

Le pH joue un rôle non négligeable dans l'appréciation de la qualité organoleptique des produits à base de tomate. Les résultats indiqués dans le tableau (III.2) montrent les valeurs de pH pour l'ensemble des échantillons analysés comparées avec la norme Algérienne (Alg).

**Tableau III.2** : Résultats de pH des différents échantillons (SCT et DCT).

Échantillon	pH mesuré
Échantillon 1	4.25
Échantillon 2	4.10
Échantillon 3	4.30
Échantillon 4	4.00
Échantillon 5	4.15

**Figure III.2** : Histogramme du pH pour SCT et DCT

- Les valeurs de pH sont comprises entre **4.00** et **4.30**.
- Le pH moyen est autour de **4.16**, ce qui est **dans la norme pour les tomates de conserve** (généralement entre 4.0 et 4.5).
- **Aucun échantillon n'a dépassé la limite critique de 4.6**, ce qui garantit :
  - La **stabilité microbiologique** (en particulier contre *Clostridium botulinum*).
  - La **bonne conservation** des produits.
- Une légère variation est normale et peut être due :
  - à la maturité des tomates.

- à la variété utilisée,
- ou au procédé industriel de fabrication.

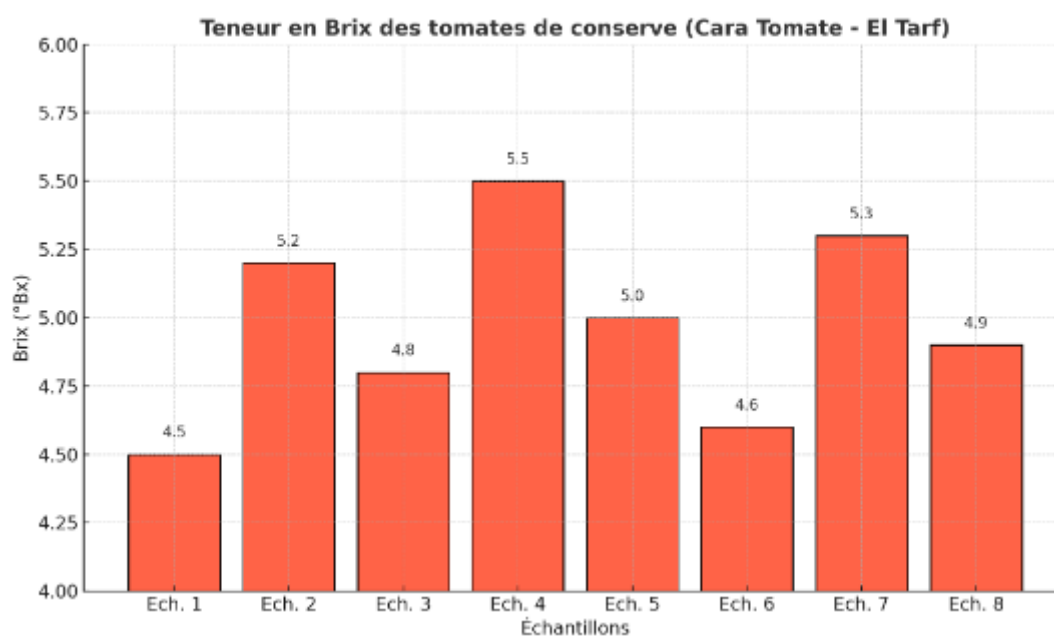
### **Brix**

Le Brix est le principal paramètre technologique dans les concentrés de tomate. Il représente le degré de concentration du jus de tomate. Cette concentration mesurée à 20°C par

l'indice de réfraction est ensuite exprimée de par le pourcentage en masse (matière sèche soluble), est mesurée selon une méthode normalisée.

**Tableau III.3:** Résultats du Brix des différents échantillons (SCT et DCT).

Échantillon	Brix (°Bx)
Échantillon 1	4.5
Échantillon 2	5.2
Échantillon 3	4.8
Échantillon 4	5.5
Échantillon 5	5.0
Échantillon 6	4.6
Échantillon 7	5.3
Échantillon 8	4.9



**Figure III.3 :** Histogramme du Brix SCT et DCT

- **Moyenne du Brix** :  $\approx 5.0$  °Bx
- **Intervalle** : entre 4.5 et 5.5 °Bx
- **Normes recommandées** : Pour les tomates industrielles destinées à la conserve, la norme du Brix est généralement  $\geq 4.5$  °Bx.
- **Conclusion** :

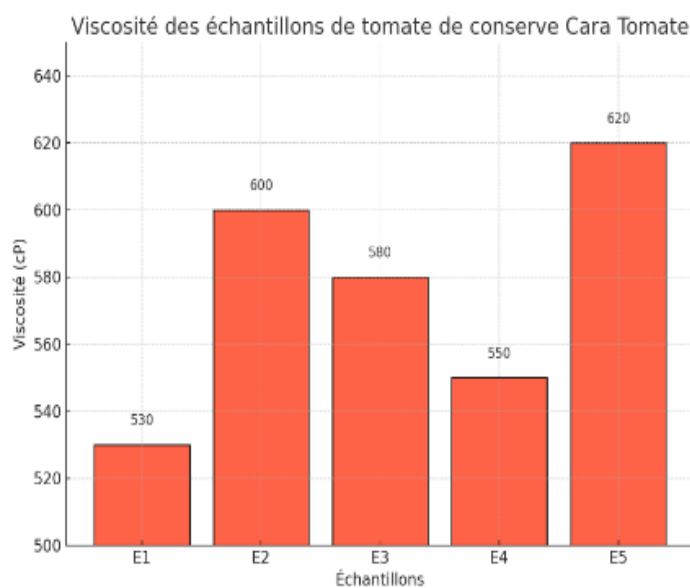
Tous les échantillons sont dans les normes industrielles. Une majorité d'échantillons ont un Brix supérieur à 5, ce qui indique une bonne concentration en sucres, favorable à la transformation (goût, couleur, rendement en pâte...).

### Viscosité

La viscosité est un facteur technologique important qui est en relation avec la teneur en substances insolubles dans l'alcool : Protéines, Pectines, Polysaccharides., Elle est l'effet combiné des liquides, matière soluble, insoluble en suspension qui contribue à la consistance générale de la pâte de tomate (*Gallais , 1992*)

**Tableau III.4 :** Résultats la viscosité des différents échantillons. (SCT et DCT).

Échantillon	Viscosité (cP)
E1	530
E2	600
E3	580
E4	550
E5	620



**Figure III.4 :** Histogramme de viscosité de SCT DCT

- Les valeurs de viscosité varient entre **530 cP et 620 cP**.
- Le produit montre une viscosité **moyenne** autour de **576 cP**, ce qui est conforme aux normes pour une bonne consistance de pâte de tomate.
- Une viscosité élevée (ex. E5 avec 620 cP) indique une **bonne concentration** de matière sèche (moins d'eau), ce qui est **souhaitable pour les produits de conserve**.
- Les faibles variations entre les échantillons (écart-type modéré) montrent une **bonne homogénéité de fabrication**.
- **Conclusion**
- La tomate de conserve *Cara Tomate* présente une viscosité satisfaisante, gage de qualité technologique pour une bonne texture, facile à utiliser en cuisine et apte au stockage



La consistance étant un paramètre technologique du concentré, sa variation ne présente aucun effet sur le classement, la catégorie ou la conformité du produit (*Boumendjel, 2012*)

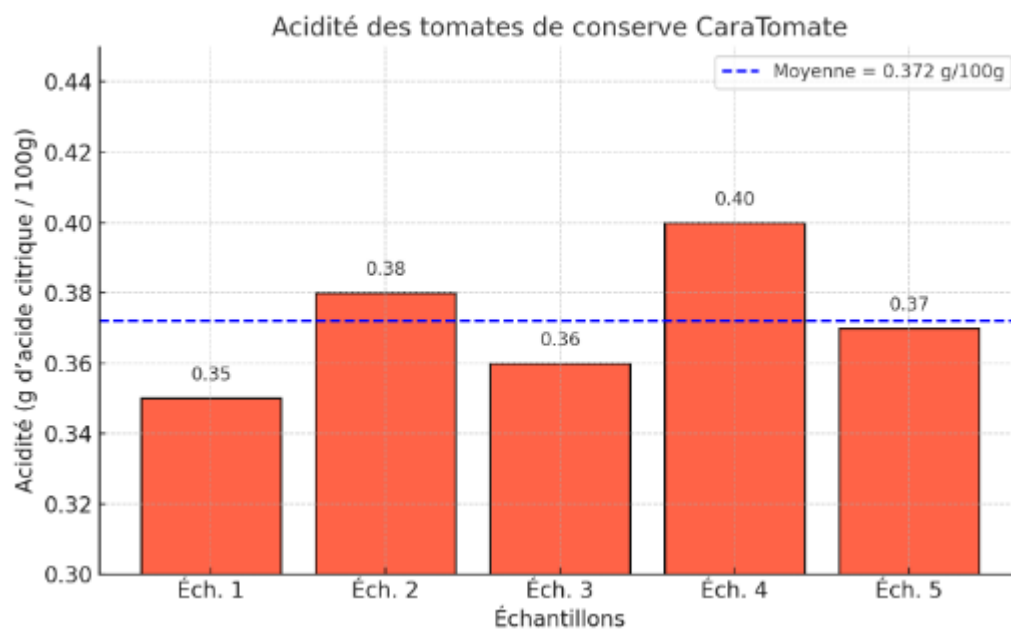
### L'acidité

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

**Tableau III.5:** Résultats l'acidité obtenus des différents échantillons (SCT et DCT).

Échantillon	Acidité (g d'acide citrique / 100g)
Échantillon 1	0.35
Échantillon 2	0.38
Échantillon 3	0.36
Échantillon 4	0.40
Échantillon 5	0.37
<b>Moyenne</b>	<b>0.372</b>

**Normes recommandées :** L'acidité des tomates transformées est généralement comprise entre **0.30 et 0.50 g/100g**



**Figure III.5 :** Histogramme de l'acidité SCT et DCT

- Tous les échantillons présentent une acidité **dans les normes** pour les produits transformés.
- L'acidité varie **faiblement** entre 0.35 et 0.40, ce qui indique une **bonne homogénéité** du lot analysé.
- La moyenne d'acidité (**0.372 g/100g**) reflète un bon équilibre entre **savoir et conservation**.
- Une acidité correcte est importante pour :
  - inhiber la croissance microbienne,
  - stabiliser la couleur rouge du lycopersène,
  - améliorer la conservation en boîte.

#### □ Conclusion

Les tomates de conserve de la marque **CaraTomate** présentent une acidité **appropriée et conforme** aux exigences de qualité. Cela montre une **bonne maîtrise du processus de transformation**.

## Résultats d'analyses microbiologiques

### Test de stabilité

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

- Des modifications de l'aspect extérieur (l'aspect de l'emballage)
- D'éventuel bombage, flocage, micro fuite, odeur désagréable ni changement de couleur
- Des variations de la flore microbienne du point de vue quantitatif et qualitatif.
- Des variations du pH par rapport au témoin.

#### ❖ *L'aspect de l'emballage*

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

#### ❖ *Odeur et couleur*

Les boîtes étuvées ne présentent aucune odeur désagréable, et elles ont préservé leur couleur.

#### ❖ *Modification de la flore microbienne*

Le dénombrement de la flore microbienne des boîtes étuvées comparées à la boîte témoin non étuvé montre que le rapport  $N/N_0$  est inférieur à 100. Ce qui présente la stabilité de la flore microbienne dans les boîtes étuvées.

#### ❖ *pH*

Les valeurs de pH obtenues après l'étuvage pour les deux types de concentré sont présentées sur le tableau III.6 ; La variation des valeurs de pH obtenue est comprise entre 0,0 à 0,05 unités, ce qui est conforme à la norme du journal officiel de l'année 1998 ( $\leq 0,5$  unités pH/Témoin)(Sadok,2016).

D'après les résultats du pH obtenus on peut conclure que le produit est stable (PS) et peut donc être commercialisé et consommé.

### Résultats des recherches microbiologiques

**Tableau III.7** : Résultats d'analyses microbiologiques.

Détermination	Résultats des échantillons					Référence des méthodes
Germes Aérobie à 22°C	Abs/g	Abs/g	Abs/g	Abs/g	Abs/g	NA 1207
Germes Aérobie à 37°C	01 ger/g	01 ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	NA 1207
<i>Clostridium sulfito-réd</i> à 37°C	Abs/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	NA 08.97.59
<i>Clostridium sulfito-réd</i> à 46°C	Abs/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	NA 08.97.59
Staphylocoques	Abs/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	-
levures	Abs/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	NA 08.97.61
Moisissures	Abs/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	Abs ger/g	NA 08.97.61

Les résultats microbiologiques mentionnés dans le tableau III.7 montrent, une absence totale de l'ensemble des germes recherchés, plus particulièrement les germes sporulés tels que les *Clostridium sulfito-réducteurs*, donc le conserve est de qualité microbiologique satisfaisante; cela signifie que le traitement thermique de stérilisation de la conserve du concentré de tomate est efficace.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

La tomate, fruit largement consommé frais ou bien sous forme transformée. Reconnu pour ces qualités nutritionnelles. Riche en antioxydants, tels les caroténoïdes (lycopène en particulier), des composées phénoliques et la vitamine C.

La tomate a donné lieu au développement d'une importante industrie de transformation, pour la production de concentrés, de sauces, de jus et de conserves. Compte tenu de son importance économique, elle est l'objet de nombreuses recherches scientifiques.

Ce travail à été réalisée au laboratoire de contrôle de qualité de la conserverie CARATOMATE où nous avons choisi de faire un échantillonnage sur le simple (SCT), le double concentré de tomate (DCT) du produit fini, et de contrôler quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques, selon des méthodes employées par le laboratoire de contrôle de qualité et normalisés par la réglementation Algérienne. Les paramètres contrôlés sont : le poids net, le pH, le Brix, la viscosité et l'acidité.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du processus technologique sur la variation de ces paramètres, les pratiques technologiques déterminent également les caractéristiques physico-chimiques des purées du concentré de tomate.

- ✓ pour le test de stabilité, aucune modification sur l'aspect de l'emballage ou variation anormale des valeurs du pH, n'a été constatée.
- ✓ Le niveau maximum de pH ne doit pas dépasser 4,5.
- ✓ En effet, Les résultats obtenus ont montré que le Brix vari d'une étape à une autre. Le Brix mesuré, sur le DCT plus élevé que le SCT du produit fini.
- ✓ les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur le concentré de tomate ont révélé une stérilité satisfaisante de la conserve notamment en l'absence des germes sporulés

En conclusion le produit fini de la conserverie CARATOMATE est stable et il mérite d'être commercialisé.



# Références Bibliographiques

---

**Références bibliographiques**

**\*Anonymes. 1998**, Guide d'inspection qualité sur les concentrés de tomates, Centre Algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage (CACQE), p 1-19.

**\*Abounida. K. 2018**, Identification des paramètres physico-chimiques qui affectent la texture d'une purée de tomate lorsqu'on change de procédé, Master en Génie des procédés et Bioprocédés de l'Université Paris-Saclay.

**\*Bachir Bouiadjra. S. 2017**, Etude in vitro et in vivo du pouvoir pathogène de fusarium oxysporum sur variétés fixes et hybrides de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill), Master de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaghanem.

**\*Bedad .A, Bouhadja. M, Hamdi. H. 2018**, Essai de formulation d'un jus de tomate, Master de l'Université 08 Mai 1945 Guelma.

**\*Biekre Aké. H. T. 2013**, Evaluation de quelques paramètres agronomiques de variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.(solanaceae)) introduites en Cote d'Ivoire, Master de l'Université Nangui Abrogoua .

**\*Boukharouba. K, Hamici. A. 2019**, Contribution à l'étude phytochimique, Evaluation d'une activité biologique et valorisation de deux plantes algériennes dans la conserverie CAB, Master de l'Université 08 Mai 1945 Guelma.

**\*Briquette. N. 2009**, Tomate qualité et performance, les connaissances sur les mécanismes qui déterminent les facteurs de qualité et des conseils pratiques 2000.

**\*Boumhiriz. R. 2017**, Etude in vitro de l'efficacité de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge cucurbita pepo, et de l'extrait hydro-méthanolique des feuilles de la menthe menthaspicata sur les larves de T. Absoluta, Master de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaghanem.

**\*Blancard. D, Laterrot. H, Marchoux. G, Candresse. T.2009**, Les maladies de la tomate. Ed. INRA-France.

**Blancard. S. 1991**, Les maladies de la plante maraichères .S. Ed. INRA-France.

**\*Bennacer. L. 2018**, Les industries agro-alimentaires : cas de la wilaya de Guelma dans le nord-est Algerien, Thèse de l'Université des Frères Mentouri- Constantine1.

**\*Boussaid. F, Harraz. F. 2019**, Analyse et évaluation de la qualité physico-chimique des conserves et des eaux, Master de l'Université de 08 Mai 1945.

- 
- \*Boumendjel. M, Houhamdi. M, Samar. F, Sabeg. H, Boutebba. A, Soltane. M. 2012**, Effet des traitements thermiques d'appertisation sur la qualité biochimique, nutritionnelle et technologique du simple, double et triple concentré de tomate. Sciences et technologie C- N°36 Décembre (2012),pp 51-59.
- \*Chader. H, Laabadla. F. 2016**, Etude des paramètres physico-chimiques et technologiques du concentré de tomate au cours de processus de transformation du TCT, Master de l'Université 08 Mais 1945.
- \*Coll. 2006**, Agrodok, Wageningen, 2006, p105.
- \*Chahbi. S, Chadou. F. 2018**, Amélioration de la qualité de concentré de tomates conservé par les épices : cumin, poivre noir et cubébe, Master de l'Université Kasdi Merbah- Ouargla.
- \*Chloe. C. 2014**, Liens entre organisation des filières et transferts nutritionnels : le cas du double concentré de tomate en tunisie, Master, UMR 1110 MOISA, MONTPELLIER-INRA.
- \*Codex Stan 57-1981** : Norme codex pour les concentrés de tomate traités.
- \*Djabil. A, Abidat. K. (2017-2018)**, L'effet de trichodermap et acide salicylique sur la réduction de l'incidence de la maladie et l'efficacité sur la croissance de la variété de tomate ( *Lycopersicon esculentum* Mill) contaminée par *fusariumoxysporum* f. Sp. *Lycopersici* et *Botrytis CENEREA*, Master de l'Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi.
- \*Dossou. J, Soulé. I, Marcelline. M. 2007**, Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin, TROPICULTURA, 25, 2, 119-125.
- \*Dandjinou E. P. & OkanaG.C.D, 2000** : Implantation d'une unité semi artisanale de production de purée de tomate : aptitude de variétés de tomate cultivée au Bénin à la transformation en purée. Mémoire de DEAT, option production végétale. Lycée Agricole Medji de Sékou, République de Bénin, p50.
- \*El-Aouni. B. (2014-2015)**, Les processus de double concentré de tomate et les contrôles qualités au sein de la société AICHA, Master de l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- \*Elattir. H, Skirdg. A, Elfadel. A. 2003**, Fiches technique V : la tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo. Plan national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA) N° 100.04.
- \*Elmhirst. J. 2006**, Profil de la culture des tomates de serre au Canada. Edition : agriculture et agroalimentaire Canada. Canada, p50.
- \*Fao Stat. 2013**, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

- \***Goose et Al. 1973**, Tomato paste and other tomato products. Food trade press 2<sup>nd</sup> edition. London V2. 270P.
- \***Gallais. A & Bannerot. H. 1992**, Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélections – INRA. p. p. 379-391.
- \***Hamidouche. O, Boulhout. S, Aissat. K. 2013**, Contribution au suivi phytosanitaire des cultures de tomate sous serre à la wilaya de Tipaza, p 3-7.
- \***Hayes et Al. 1998**, The production and quality of tomato concentrates. Cri. Review in food; and Nutr. 38 (7): 537-564.
- \***Krimi. S, Kebabssa. F, Ouereth. S. 2014**, Suivi de la qualité de la tomate en conserve de la conserverie Amor Benamor El- fdjouj- Guelma (Nord-Est Algerien), application de la méthode HACCP, Master de l'Université 08 Mai 1945.
- \***Kangni. K. 1991**, Conception d'une usine de conservation de la tomate, Diplôme d'ingénieur, Ecole polytechnique de thies Senegal.
- \***Latigui. A. 1984**, Effet des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée, Thèse Magister, INA El-Harrach.
- \***Mehallel. R. 2013**, Etude de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques des composés à base de conserve de tomate et additifs alimentaires des composés à l'aire et à la température ambiante, Master de l'Université 08 Mai 1945.
- \***Miladi. 1970**, Introduction à la technologie de la tomate, NN Ed grand magreb, Tunisie, p 99
- \***Mtcthg. 2009**, Magazine trimestriel du centre technique horticole de gembloux- N° 27. Juin 2009.
- \***Norme Française NF V 08-402** : Microbiologie alimentaire. Conserves de PH inférieur à 4,5- contrôle de la stabilité à 32C°.
- \***Sadok. D, Zedak. S. 2016**, Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate (TELLOISE), Master de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaghanem.
- \***Soro. S. 2009**, Caractérisation agronomique et culture sous voile de variétés améliorées de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en Cote d'Ivoire, Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abobo-Adjamé Abidjan Cote d'Ivoire p 156.
- \***Toufouti Z. H. 2013**, contribution à l'étude des maladies bactériennes de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivée en serres dans l'Est Algérien.

**\*Vander Vossen. Y, Nono-Womdim. R, Messiaen. CM. 2004**, Lycopersicon esculentum Mill, fiche protabase, Gruben ,G.J.H & Denton , O.A (editeurs),prota (plant resources of tropical Africa) Wageningen, Pays-Bas, p419-427.

**\*Yousfi. M. 2018**, Développement de la technologie agro-alimentaire dans la région de Touat, cas de la conserverie de tomate de Reggane, Master de l'Université Africaine Ahmed Draia Adrar.

### **Biblionet**

**(1www,2020)**,<https://www.montlhery.com/tomate2.html>

**(2www,2020)**,<http://tomatosphere.parlonssciences.ca/Ressources/bibliotheque/ArticleId/4663/taxonomie-de-la-tomate.aspx>

**(3www,2020)**,[https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Liste\\_de\\_vari%C3%A9t%C3%A9s\\_de\\_tomates](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Liste_de_vari%C3%A9t%C3%A9s_de_tomates)

**(4www,2020)**,[https://www.memoireonline.com/11/13/7992/m\\_evaluation-du-potentiel-de-rendement-en-semences-chez-la-tomate-dans-les-conditions-ecologiques-de7.html](https://www.memoireonline.com/11/13/7992/m_evaluation-du-potentiel-de-rendement-en-semences-chez-la-tomate-dans-les-conditions-ecologiques-de7.html)

**(5www,2020)**,<https://www.radioalgerie.dz/news/fr/article/20181031/153919.html>

**(6www,2020)**,www, 2020 : <http://www.scapcb.com/procedes-de-fabrication.html>