



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

جامعة الشاذلي بن جديد – الطارف

CHADLI BENDJEDID EL TARF UNIVERSITY

كلية علوم الطبيعة والحياة

FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES

قسم العلوم الفلاحية

Département d'Agronomie – Filière des Sciences Alimentaires

Mémoire de Fin d'Études

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

«Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

Thème

Analyses physicochimiques du concentré de tomate produit dans la région d'El-Taref

Présenté Par : Khelifa Khaled

Soutenue publiquement le : 16 /06/2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Dr. Benrachou N.	M.C.A.	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Présidente
Pr. Benabdallah A.	Pr.	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Promotrice
Dr. Bouraiou C.	M.C.B.	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examinatrice

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Premièrement, nous remercions Dieu, le tout puissant de
nus avoir donné le courage et la puissance durant ces
longues années d'études et d'avoir nourri la force et la
détermination d'accomplir ce travail.

Nous souhaitons remercier notre encadrante **Pr. Benabdallah
Amina** pour son implication, le temps qu'elle nous a
consacré et son soutien tout au long de la réalisation de ce
mémoire.

Nos vifs remerciements sont adressés
aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre modeste travail.

Dr. Benrachou Nora, en tant que présidente et **Dr. Bouraiou Chiraz**, en tant
qu'examinatrice.

Enfin, nous remercions toutes personnes ayant contribué de
près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

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.

Résumé:

La tomate figure parmi les cultures maraîchères les plus produites à l'échelle mondiale et nationale, reconnue pour sa richesse en glucides, en minéraux et en composés antioxydants, elle subit divers procédés de transformation industrielle. En raison de sa sensibilité nutritionnelle, sa préservation lors des traitements technologiques ainsi que le contrôle physicochimique du produit fini constituent des étapes indispensables avant sa mise en consommation. L'objectif de cette étude est d'assurer le suivi de la qualité du concentré de tomate au sein de la conserverie CARATOMATE, située dans la wilaya d'El Taref, tout au long de la chaîne de fabrication. Ce travail repose sur le contrôle rigoureux des paramètres physicochimiques (poids, Brix, pH, acidité, viscosité ou consistance) du produit. Les résultats expérimentaux obtenus permettent de conclure que l'acidité du produit concentré de tomate se classe parmi les aliments acides avec un pH inférieur à 4,5. L'extrait sec soluble (Brix) respecte les exigences réglementaires selon la catégorie de produit, à savoir ≤ 22 % pour le Simple Concentré de Tomate (SCT) et ≤ 28 % pour le Double Concentré de Tomate (DCT), et ≤ 15 % pour le Demi Concentré de Tomate (1/2 CT). Les analyses de la viscosité, de l'acidité titrable démontrent une parfaite conformité avec les normes en vigueur.

Mots-clés :

Double Concentré de Tomate (DCT), Simple Concentré de Tomate (SCT), Demi Concentré de Tomate (1/2 CT), Brix, pH, acidité.

Abstract:

The tomato is one of the most widely produced vegetable crops in the world. Recognized for its richness in carbohydrates, minerals, and antioxidant compounds, it undergoes various industrial processing methods. Due to its nutritional sensitivity, its preservation during technological treatments as well as the physicochemical control of the finished product constitute essential steps before its consumption. The objective of this study is to monitor the quality of tomato paste within the CARATOMATE cannery, located in the wilaya of El Taref, throughout the manufacturing chain. This work is based on the rigorous control of physicochemical parameters (weight, Brix, pH, acidity, viscosity, or consistency) of the product. The experimental results obtained allow us to conclude that product acidity Tomato paste classifies as an acidic food with a pH below 4.5. Soluble solids content (Brix): Measured values comply with regulatory requirements according to the product category, namely $\leq 22\%$ for Single Concentrated Tomato (SCT), $\leq 28\%$ for Double Concentrated Tomato (DCT), and $\leq 15\%$ for Half Concentrated Tomato (1/2 CT). Overall compliance: Analyses of viscosity and titrable acidity demonstrate perfect compliance with current standards.

Keywords:

Double Concentrated Tomato (DCT), Single Concentrated Tomato (SCT), Half Concentrated Tomato (1/2 CT), Brix degree, pH.

المخلص :

تعد الطماطم من بين أكثر المحاصيل الزراعية إنتاجاً على مستوى العالم. ونظراً لغناها بالسكريات، المعادن، والمركبات المضادة للأكسدة، فإنها تخضع لعدة عمليات تصنيع وعلاجات تكنولوجية. وبسبب حساسيتها الغذائية، فإن الحفاظ عليها أثناء هذه العمليات، تهدف هذه بالإضافة إلى المراقبة الفيزيوكيميائية للمنتج النهائي، يشكلان خطوتين أساسيتين لا غنى عنهما قبل طرحها للاستهلاك. الدراسة إلى متابعة جودة معجون الطماطم داخل مصنع التصبير الواقع في ولاية الطارف، وذلك طوال سلسلة التصنيع. ويرتكز هذا العمل على الرقابة الصارمة للمؤشرات الفيزيوكيميائية للمنتج، الحموضة واللزوجة أو القوام، الرقم الهيدروجيني، درجة بريكس، الوزن وقد سمحت النتائج التجريبية المتوصل إليها باستخلاص ما يلي حموضة المنتج يصنف معجون الطماطم ضمن الأغذية الحامضية برقم هيدروجيني Hp أقل من 4.5. المواد الصلبة الذاتية تحترم القيم المقاسة المتطلبات التنظيمية والمواصفات المعمول بها حسب فئة المنتج ، وهي: $22 \geq$ % للمركز البسيط للطماطم (TCS)، و $28 \geq$ % للمركز المضاعف للطماطم (TCD)، و $15 \geq$ % نصف مركز للطماطم (2/1TC) . المطابقة العامة أظهرت تحاليل اللزوجة والحموضة القابلة للمعايرة مطابقة تامة للمواصفات القياسية السارية المفعول.

الكلمات المفتاحية :

نصف مركز الطماطم (TC2/1)، المركز البسيط للطماطم (TCS)، المركز البسيط للطماطم (TCD)، درجة بريكس (xirB)، Hp.

Liste des abréviations

Abs : Absence

AFNOR : Association française de normalisation

IANOR : Institut Algérien de Normalisation

BW : Bostwick

CARA : conserverie alimentaire RACHERACHE Abderrazak

°C : Degré Celsius

DCT : Double concentrée de tomate

FAO : Food and Agriculture Organization

Kg : Kilogramme

LAIGM : Laboratoire d'analyses industrielles et génie des matériaux

pH : Potentiel hydrogène

SCT : Simple concentrée de tomate

TCT : Triple concentrée de tomate

1/2CT : Demi concentré de tomate

% : Pourcentage

V : Volume

AC : Acidité

cm : Centimètre.

ml : Millilitre.

g : Gramme.

Liste des figures

Figure 1 : Diffusion de tomate dans le monde	02
Figure 2 : Différentes variétés de tomate	04
Figure 3 : Principales forme de tomate	04
Figure 4 : Principaux pays producteur de tomate en 2022.....	08
Figure 5 : Production de tomate en Algérie en 2016.....	09
Figure 6 : Réception de la tomate	14
Figure 7 : Lavage de la tomate	14
Figure 8 : Triage de la tomate	14
Figure 9 : Broyeur.....	15
Figure 10 : Préchauffage	15
Figure 11 : Concentration sous vide.....	16
Figure 12 : Système de pasteurisation.....	17
Figure 13 : Remplissage et sertissage	18
Figure 14 : Stérilisation des boîtes	18
Figure 15 : Conditionnement	19
Figure 16 : Processus de fabrication de concentré de tomate.....	20
Figure 17 : Mesure du poids	21
Figure 18 : Mesure du pH	22
Figure 19 : Détermination du Brix.....	23
Figure 20 : Mesure de la consistance par le consistometre de Bostwick	23
Figure 21 : Filtration et titration par NaOH	24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition de la tomate fraîche	02
Tableau 2 : Classification des tomates	03
Tableau 3 : Caractéristiques des variétés de tomate	05
Tableau 4 : Caractéristiques organoleptiques de concentré de tomate	07
Tableau 5 : Les caractéristiques physico-chimiques et teneur en résidu sec du concentré de tomate	07
Tableau 6 : Composition nutritionnelle moyenne de la tomate en g/kg de matière fraîche.....	10
Tableau 7 : Dures de stérilisation en fonction de volume.....	19
Tableau 8 : Résultats des mesures de poids des trois échantillons	25
Tableau 9 : Résultats des du pH des trois échantillons	25
Tableau 10 : Résultats des du Brix des trois échantillons	26
Tableau 11 : Résultats de la consistance des trois échantillons	26
Tableau 12 : Résultats de l'acidité des trois échantillons	27

Sommaire

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Chapitre I : présentation générale de la tomate

I.1. Introduction.....	01
I.2. Définition de la tomate.....	01
I.3. Historique de la tomate	01
I.4. Composition de la tomate fraîche	02
I.5. Classification botanique de la tomate	02
I.6. Classification génétique	03
I.6.1. Variétés anciennes fixée	03
I.6.2 Variétés hybrides.....	03
I.7. Les différentes formes de tomate	04
I.8. Les différentes formes et variétés de la tomate	05
I.9. Types de tomate	05
I.9.1. Tomate de table.....	05
I.9.2. Tomate industrielle	06
I.10. Nomenclature des différents produits à base de tomate	06
I.11. Caractéristiques du concentré de tomate	07
I.11.1. Caractères organoleptiques.....	07
I.11.2. Caractères physicochimiques	07
I.12. Importance de la tomate	08
I.12.1. Importance économique	08
I.12.1.1. Production mondiale	08
I.12.1.2. Production en Algérie	08
I.12.2. Importance nutritionnelle	09
I.12.3. Importance médicinale	10

Chapitre II : Aspects technologiques

II.1. Procédé technologique de fabrication du concentré de tomate	12
II.2. Présentation de l'unité de travail	12
II.2.1. Etapes technologiques de transformation du concentré de tomate.....	12
II.2.1.1. Récolte.....	12
II.2.1.2. Réception et lavage	13
II.2.1.3. Triage	14
II.2.1.4. Broyage	15
II.2.1.5. Préchauffage	15
II.2.1.6. Passoire.....	16
II.2.1.7. Extraction et raffinage	16
II.2.1.8. Concentration	16
II.2.1.9. Pasteurisation	17
II.2.1.10. Remplissage et sertissage	17
II.2.1.11. Stérilisation des boites	18
II.2.1.12. Refroidissement.....	19
II.2.1.13. Séchage et conditionnement.....	19
Chapitre III : Matériel et Méthodes	
III.1. Analyses physicochimiques	21
III.1.1. Contrôle du poids	21
III.1.2. Contrôle du pH	21
III.1.3. Contrôle du Brix.....	22
III.1.4. Contrôle de la consistance.....	23
III.1.5. Contrôle de l'acidité	24
Chapitre IV : Résultats et Discussion	
IV.1. Résultats des analyses physicochimiques	25
IV.1.1. Détermination du poids net.....	25
IV.1.2. Détermination du pH.....	25
IV.1.3. Détermination du Brix.....	26
IV.1.4. Détermination de la consistance	26
IV.1.5. Détermination de l'acidité	26
Conclusion et Perspectives.....	28
Références bibliographiques.....	29
Annexes.....	33

Introduction générale

L'agriculture joue un rôle socio-économique mondial déterminant en garantissant la sécurité alimentaire par la production de denrées essentielles. Au sein du secteur maraîcher, la tomate (*Solanum lycopersicum*) occupe une place stratégique majeure. Ce fruit-légume, massivement consommé à l'échelle internationale, se distingue par sa grande polyvalence culinaire et ses propriétés nutritionnelles d'exception. Sa forte teneur en fibres, en vitamine C et en antioxydants puissants, tels que le lycopène, en fait une ressource alimentaire à très haute valeur ajoutée [1]. La transformation industrielle de la tomate en concentrés, sauces, jus ou purées constitue une activité agroalimentaire majeure à l'échelle mondiale. Pour s'imposer sur les marchés, cette filière s'appuie sur des procédés de fabrication stricts qui préservent le goût, la texture et la sécurité sanitaire des aliments. Le succès économique et la régularité des produits finis dépendent alors directement d'un approvisionnement maîtrisé en matières premières et de contrôles analytiques rigoureux en usine [2].

Dans ce contexte, notre travail s'inscrit dans une double approche expérimentale et théorique, visant à évaluer la qualité physicochimique de trois échantillons commerciaux de concentré de tomate de la conserverie (CARATOMATE), et l'évaluation de leur conformité à normes exigées; avec une étude comparative de trois produits, simple concentré de tomate (SCT) et double concentré de tomate (DCT), et Demi concentré de tomate (1/2 CT).

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

- Le premier chapitre présente les généralités sur la tomate à travers son historique, sa valeur nutritionnelle, ainsi que ses intérêts médicaux et économiques.
- Le deuxième chapitre décrit les différentes techniques de transformation de la tomate ainsi que le matériel et les méthodes utilisées pour les analyses physicochimiques.
- Le troisième chapitre illustre les résultats obtenus avec leurs interprétations.
- Le quatrième chapitre est dédié à la présentation et à l'interprétation des résultats analytiques. Enfin une conclusion générale clôture ce travail.

Chapitre I :

Présentation Générale

De La Tomate

I.1. Introduction

Dans l'alimentation humaine, la tomate est l'un des végétaux les plus cultivés et consommés sur la planète en raison de sa valeur nutritionnelle et de sa diversité d'usages [1]. Ce chapitre introductif propose une approche globale de ce fruit-légume : après avoir défini sa botanique, son histoire et sa chimie, nous détaillerons ses classifications, ses typologies de culture et ses volumes de production nationaux et internationaux. L'objectif est d'établir le socle de connaissances théoriques indispensable pour appréhender les dimensions scientifiques, économiques et industrielles de la tomate.

I.2. Définition de la tomate

La tomate membre de la famille des Solanacées, se caractérise généralement par une couleur rouge et une morphologie sphérique ou ovale. Cinq siècles après sa découverte, elle s'est hissée au rang de premier légume-fruit consommé en France et en Italie. Sa culture, pratiquée en plein champ ou sous abri, s'étend sur presque toutes les latitudes et couvre une superficie globale d'environ trois millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales dédiées aux cultures maraîchères. Cette production de masse a favorisé l'essor d'une puissante industrie de transformation, spécialisée dans la fabrication de produits dérivés indispensables tels que les concentrés, les sauces, les jus et les conserves [3].

I.3. Historique de la tomate

L'origine de la tomate demeure complexe, mais les premières variétés connues poussaient vraisemblablement à l'état sauvage dans l'ouest de l'Amérique du Sud, le long de la cordillère des Andes, englobant des régions des actuels Pérou, Bolivie, Équateur et nord du Chili. Dès l'an 700, les ancêtres des Incas et des Aztèques ont été les pionniers de la domestication de ces fruits sauvages, qui présentaient alors la taille d'une cerise [2]. Intégrée par la suite à l'alimentation des Aztèques et des Mayas, cette culture s'est largement développée au point d'être solidement établie dans toute l'Amérique du Sud et au Mexique lors de la conquête espagnole au début du XVIe siècle. L'introduction de la tomate en Europe est ainsi directement attribuée aux Espagnols. Bien que la tradition évoque un prêtre espagnol rapportant des graines du Pérou à Séville, l'hypothèse la plus probable désigne l'un des premiers explorateurs espagnols, à l'instar de Christophe Colomb ou d'Hernán Cortés [5].

En Algérie, l'introduction de la tomate est historiquement attribuée aux agriculteurs originaires du sud de l'Espagne, qui ont su tirer parti de conditions agroclimatiques locales particulièrement propices à cette culture. Les prémices de sa consommation à l'échelle nationale sont documentées dans la région d'Oran dès l'année 1905, avant que sa production et son intégration alimentaire ne se

propagent progressivement vers le centre du pays, s'implantant notamment avec succès le long du littoral algérois [6].

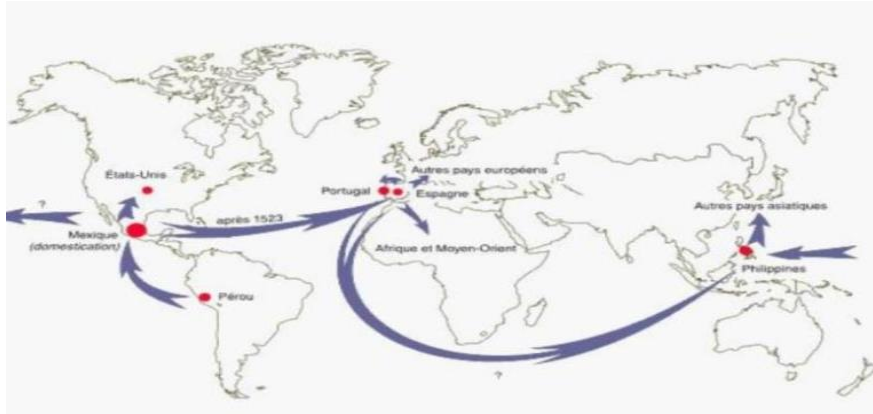


Figure 1: Diffusion de tomate dans le monde [7].

I.4. Composition de la tomate fraîche

Les tomates fraîches ont une composition biochimique qui dépend de plusieurs facteurs, de la maturité, de la lumière, de la température, de la saison, de l'élevage, de l'irrigation et des pratiques culturales. Le jus, forme la plupart des composants physiques des tomates. Les tomates se composent de 94 à 96% de jus, de 1 à 1,5% de graines et de 1,5 à 2,5 %de pelures et de fibres. Les sucres de tomates sont principalement des sucres réducteurs, le glucose étant de 0,88 à 1,25% et le fructose de 1,08 à 1,48% [8].

Tableau 1: Composition de la tomate fraîche [9].

Eau %	Glucides %	Substance azotés	LIPIDES %	Cendres %
93.5	3.6	0.95	0.30	0.74

I.5. Classification botanique de la tomate

La classification des tomates dépend principalement du type de croissance, de nature génétique, de la forme et de la taille des fruits, du nombre moyen de parties par fruit, de la résistance aux maladies, de la qualité commerciale et industrielle de la variété [11].

Le cultivar ou "esculentum" complète le nom de l'espèce qui vient du latin et signifie "comestible". Ce terme comestible ne concerne ni le feuillage, ni les petits fruits verts car ils contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanines). Le tableau I.2 suivant présente la classification botanique de la tomate [10].

Tableau 2: classification des tomates [10].

Classement	Nom scientifique	Nom courant
Règne	Végétal (<i>Plantae</i>)	Plantes
Sous-règne	<i>Tracheophyta</i>	Plantes vasculaires
Superdivision	<i>Spermatophyta</i>	Plantes à graines
Embranchement	Angiospermes	Plantes à fleurs
Classe	<i>Magnoliopsida</i>	Dicotylédones
Sous-classe	Asteridae	Astéridées
Ordre	Solanales	
Famille	Solanaceae	Solanacées
Genre	<i>Solanum</i>	
Espèce	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate

I.6. Classification génétique

La tomate est une plante autogame, mais un certain pourcentage de croisements croisés peut se produire, ce qui lui permet de se comporter comme une plante allogame [13]. Il existe deux grands types de variétés de tomate (selon la méthode de reproduction) :

I.6.1. Variétés anciennes fixées

Elles se caractérisent par leur homogénéité génétique, conservant les qualités parentales au fil des générations [9]. Leurs fruits sont généralement réguliers, parfois plus sensibles aux maladies, mais ils présentent souvent une excellente qualité gustative [12].

I.6.2. Variétés hybrides

Elles bénéficient de l'effet d'hétérosis (ou vigueur hybride), relativement récentes qui permet l'accumulation de gènes favorables, une meilleure résistance aux maladies et une tenue supérieure des fruits dans des conditions environnementales parfois défavorables [12].

I.7. Les différentes formes de tomates

Il existe des milliers de variétés de tomates. En Europe, 3580 variétés sont maintenues et commercialisées, dont 442 en France. On distingue quatre grandes familles, classées selon la taille de leurs fruits : les tomates à gros fruits (100g et plus), les tomates cocktail, à fruits moyens (entre 30 et 50 g). Les tomates cerises, à petits fruits (15 à 20 g) et enfin les tomates groseilles, à très petits fruits (moins de 15g). La grande diversité des tomates ne se limite pas à la taille ; elle inclut également une large variété de formes et de couleurs (**fig. 2**).



Figure 2: Différentes variétés de tomates [14].

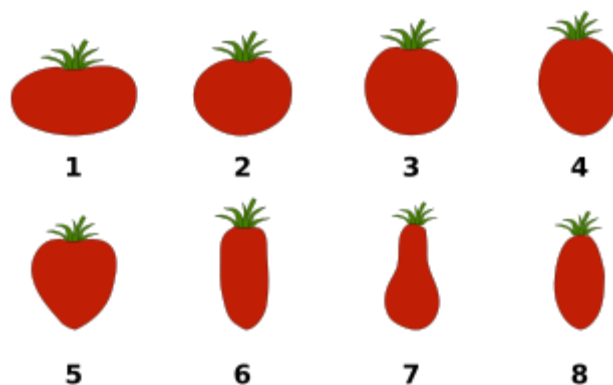


Figure 3 : Principales formes de tomates [15].

I.8. Les différentes formes et variétés de la tomate

Selon les critères de l’Institut International des Ressources Génétiques des Plantes (**IPGRI**), chaque variété de tomate possède un profil génétique et morphologique unique. Le tableau (I.5) synthétise ces spécificités distinctives, qui permettent de classifier les variétés selon leur adaptabilité agronomique et leurs caractéristiques phénotypiques [16].

Tableau 3 : Caractéristiques des variétés de tomates [17].

Lieu de culture	Caractéristiques	Nom de la variété
Biskra	Forme aplatie avec un aspect irrégulier, de grande taille (8,1-10 cm de diamètre) et riche en graines.	Marmande
Tipaza	En forme de cœur, taille moyenne (5,1-8 cm de diamètre), avec pédicelles.	Sammichele
Bejaïa	Forme ronde, taille moyenne.	Agora
	Légèrement aplatie, d’une taille moyenne.	Zahra
	Ronde, de petite taille (3-5 cm de diamètre).	Nattih
	Tomate de forme ronde, d’une petite taille.	Tafna
	Variété de petite taille et d’une forme légèrement aplatie.	Kiti
	Légèrement aplatie, et de taille moyenne.	Joker

I.9. Types de tomate

I.9.1. Tomate de table

Destinées principalement aux salades ou aux purées de sauce maison, ces tomates de gros calibre se distinguent par leur couleur moins intense, leur richesse en eau et en pépins, ainsi que par leur peau fine et fragile. En raison de cette fragilité et d'un faible rendement à l'hectare, elles s'avèrent totalement inadaptées aux exigences de la transformation industrielle de masse.

I.9.2. Tomate industrielle

Ces tomates, caractérisées par leur petite taille, leur forme souvent allongée et leur rouge intense, possèdent une peau robuste et une forte teneur en matière sèche qui les rendent idéales pour la production de sauces industrielles. Pourtant, leur culture reste marginale et limitée à de rares maraîchers spécialisés, la majorité des paysans ignorant ces variétés. Ce constat prouve que l'amélioration de la conservation dépend avant tout du choix de la semence : les variétés de table produites localement sont trop fragiles pour la transformation moderne. Le développement de la filière exige donc de résoudre d'abord un défi agronomique en imposant l'usage de variétés adaptées aux exigences de l'industrie, soit un meilleur rendement à l'hectare et la possibilité de transformer efficacement la production [18].

I.10. Nomenclature des différents produits à base de tomate

La tomate est largement utilisée dans l'industrie alimentaire pour la préparation de divers produits dérivés tels que la pulpe, la sauce, le jus, la purée, le concentré et la poudre de tomate [19].

- **Purée de tomate**

La purée de tomate concentrée est un produit obtenu par tamisage de fruits de tomate frais, puis concentré par élimination partielle de l'eau qu'ils contiennent.

- **Concentré de tomate**

Le concentré de tomate est préparé en utilisant des évaporateurs à circulation forcée, permettant d'atteindre des concentrations de matière sèche d'environ 22 %.

- **Double concentré de tomate**

Les doubles concentrés de tomate sont des produits dont le rapport résidu sec/eau est d'environ 28%.

- **Triple concentré de tomate**

Les triples concentrés de tomate sont des produits dont le rapport résidu sec/eau atteint 36 %.

- **Pulpe de tomate**

La pulpe de tomate est obtenue à partir de tomates écrasées, avec ou sans élimination préalable des peaux et des graines.

- **Confiture de tomate**

La transformation de la tomate en confiture varie selon les régions. En France, la confiture de tomates vertes est la plus répandue, tandis qu'en Amérique du Sud, notamment en Argentine, c'est la confiture

de tomates rouges qui est privilégiée. Elle est souvent parfumée aux clous de girofle et au sucre roux pour rehausser son goût.

I.11. Caractéristiques du concentré de tomate

I.11.1. Caractères organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques, à savoir la couleur, la texture, la saveur, et l'odeur du concentré de tomate, sont représentées dans le tableau I.2 [20].

Tableau 4 : Caractéristiques organoleptiques de concentré de tomate

Couleur	Rouge caractéristiques de tomate mures.
Texture	-Sensiblement homogène. -Pas de séparation en deux phases liquide et solide
Saveur	Absence de saveurs étrangères, Notamment le gout de brûlé ou de caramel.
Odeur	Absence d'odeurs étrangères ou anormales.
Impuretés	Présence tolérée d'impuretés naturelles végétales, visibles seulement après examen microscopique attentif.

I.11.2. Caractères physicochimiques

Les caractères physico-chimiques, notamment les teneurs en résidus secs des concentrés de tomate, sont rapportés dans le tableau I.3 [21].

Tableau 5 : Caractère physico-chimique et teneur en résidu sec du concentré de tomate.

Caractère	Teneur de résidus secs
Teneur minimum en sucre totaux.	45%
Acidité totale maximum (exprimé en acid citrique hydrate).	10%
Teneur maximum en impuretés insoluble	0.1%
Acidité totale maximum (acide acétique)	1%
Teneur en sel alimentaire.	3 à 15 %

I.12.Importance de la tomate

I.12.1. Importance économique

I.12.1.1. Production mondiale

La tomate est la troisième culture au monde en termes de volume de production, Selon FAO (2016), elle occupe une superficie d'environ 4,73 millions d'hectares pour une production de 163,96 millions de tonnes. Il s'agit de la 3eme culture légumière mondiale (Sawant, 2021). Les principaux pays producteurs de tomates dans le monde sont la Chine (33,6 millions de tonnes), l'Inde (8,6 millions de tonnes), les États-Unis (11,3 millions de tonnes), la Turquie, l'Égypte 7,6 millions de tonnes, l'Iran 4,8 millions de tonnes, et l'Espagne 3,7 millions de tonnes [22, 23].

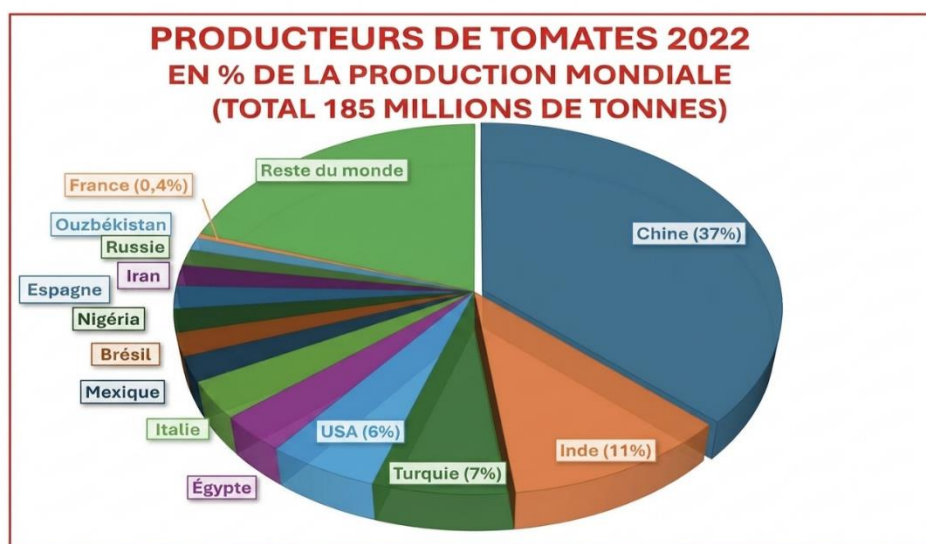


Figure 4: Principaux pays producteurs de tomates en 2022 [24].

I.12.1.2. Production en Algérie

Les tomates d'industrie sont principalement cultivées au Nord-est du pays : les wilayas d'El Taraf, Annaba, Guelma, Skikda représentent à elles seules 90 % de la superficie totale consacrée à cette culture en Algérie [25].

La production de la tomate en Algérie est structurée en trois grands systèmes saisonniers et géographiques:

- **Les productions de saison**

Volume : Représentent la plus grande part des superficies maraîchères du pays.

Zones : Localisées principalement dans les régions du Tell.

Ressources : Secteurs suffisamment arrosés ou dotés d'infrastructures d'irrigation (périmètres irrigués, oasis).

- **Les productions d'arrière-saison**

Disponibilité : Approvisionnent les marchés à partir du mois de novembre.

Zones : Littoral, plaines sud littorales, plaines intérieures et hautes plaines.

Ressources : Nécessitent des infrastructures hydro-agricoles et de l'eau durant l'été et l'automne.

- **Les productions de primeur**

Climat : Réservées exclusivement aux zones géographiques à climat doux.

Zones : Confinées strictes au niveau des zones littorales.

Exceptions : Quelques micro zones spécifiques situées dans le Sud algérien [26].

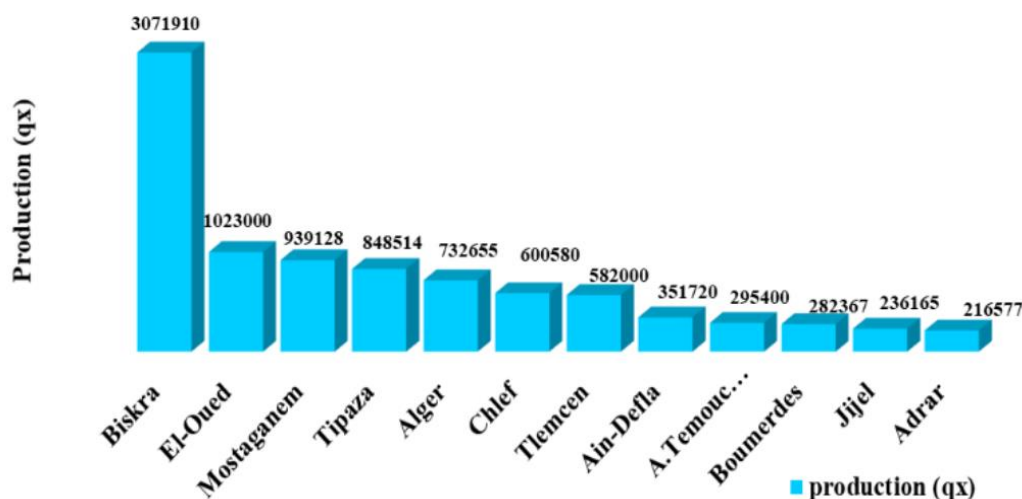


Figure 5: Production de tomate en Algérie en 2016 [27].

I.12.2. Importance nutritionnelle

La tomate est riche en antioxydants naturels, notamment le lycopène, qui contribue à la protection des cellules contre le stress oxydatif. Elle apporte de la vitamine C, essentielle au système immunitaire, et favorise l'hydratation grâce à sa forte teneur en eau. Sa faible teneur en glucides et en calories en fait un aliment adapté à la gestion du poids et au maintien d'une glycémie stable. Bienfaits pour la peau Grâce à ses composés antioxydants et à la vitamine C, la tomate soutient la vitalité de la peau. Intégrée dans des soins naturels (macérats huileux, poudres), elle peut aider à

apporter de l'éclat au teint et à limiter les effets du stress environnemental. Ses propriétés astringentes sont également appréciées des peaux mixtes à grasses.

Intégration dans un régime, la tomate est particulièrement recommandée dans les régimes alimentaires visant la satiété et l'équilibre nutritionnel. Sa richesse en fibres favorise la sensation de rassasiement, ce qui peut contribuer à limiter les excès lors des repas. Elle s'intègre aisément dans une alimentation adaptée à la gestion du poids ou dans un régime végétarien [28].

Tableau 6 : Composition nutritionnelle moyenne de la tomate en g/kg de matière fraîche [29].

Constituants	Teneurs variables	Minéraux	Teneurs variables	Vitamines	Teneurs variables
Eau	934 – 941	Calcium	0.04-0.21	Provitamine	0,001– 0,011
Protéines	9 – 11	potassium	0.92-3.76	B1	0,0001 – 0,0008
Lipides	Traces – 3	Sodium	0,01—0,33	B2	0,0002 – 0,0007
Glucides	24.8 – 47	phosphore	0,08—0,53	B3	0,0028 – 0,0065
Fibres	5 – 15	Fer	0,003 – 0,009	C	0,15 – 0,317
Minéraux	5 – 7	magnésium	0,05 – 0,20	E	0,0004 – 0,012

I.12.3. Importance médicale

La tomate occupe une place de choix en phytothérapie traditionnelle grâce à sa forte concentration en caroténoïdes antioxydants, en particulier le lycopène. Ce pigment est reconnu pour ses propriétés anticancéreuses et son action préventive contre les troubles cardiovasculaires. Pour optimiser ses bienfaits, il est conseillé de consommer la tomate cuite : la chaleur rompt les parois des cellules végétales et libère le lycopène, le rendant ainsi plus assimilable par l'organisme [30, 31].

L'usage thérapeutique de la tomate est ancestral. Dès l'époque des Incas en Amérique du Sud, les feuilles fraîches de la plante étaient déjà utilisées pour leurs vertus antibiotiques. Aujourd'hui, l'intégration régulière de la tomate à l'alimentation participe activement au maintien d'une bonne santé générale en apportant de nombreux autres bénéfices, tels que :

- Accélérer la formation de sucre dans le sang, ce qui permet au corps de combattre la fatigue.
- Diminuer l'hypertension grâce à son haut taux de potassium.

- Contenir des traces d'éléments antitoxiques (chlorite et sulfure), excellents pour la santé du foie.
- Stimuler les sécrétions digestives grâce à sa saveur acidulée [32].
- Contribuer à la prévention des maladies cardiovasculaires, de l'artériosclérose et de la cécité.

Une autre étude menée chez les femmes a démontré que ce même fruit pourrait réduire leurs risques de souffrir de maladies cardiovasculaires et baisser le taux de leurs lipoprotéines de basse densité. Les chercheurs pensent que ses effets bénéfiques pourraient être dus au lycopène, associé à d'autres composés antioxydants et vitamines.

- Certaines études publiées par l'United States National Library of Medicine ont révélé que la consommation fréquente ou régulière de tomates pourrait réduire le risque de développer le cancer de la prostate, ainsi 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'œsophage, du sein et du col de l'utérus.

Chapitre II :

Aspects Technologiques

II.1. Procédé technologique de fabrication du concentré de tomate

La transformation industrielle de la tomate, en particulier la production de concentré, repose sur une succession d'opérations unitaires rigoureuses indispensables pour garantir la qualité, la sécurité sanitaire et la stabilité du produit fini. De la réception des matières premières jusqu'à l'étape finale d'évaporation, chaque phase de ce procédé obéit à des normes technologiques strictes visant à optimiser les conditions hygiéniques et le rendement industriel. Ce chapitre examine en détail les aspects technologiques majeurs de cette filière, en mettant l'accent sur les opérations de manipulation, les traitements thermiques (*Hot Break* et *Cold Break*), les techniques de concentration sous vide et les modes de conditionnement. Cette analyse approfondie est essentielle pour comprendre le comportement physico-chimique de concentré de tomate tout au long de sa fabrication.

II.2. Présentation de l'unité de travail

LA CONSERVERIE ALIMENTAIRE RACHERACHE ABDERRAZEK est une PME Fondé en 2002 par son propriétaire RACHERACHE ABDERRAZEK pour produire du jus de fruit en bouteilles sous le label CARAJUS,

La nouvelle Unité de production CARATOMATE installée et démarrée en 2015, transforme en ce moment 700 Tonnes de Tomate fraîche par jours pour produire du double concentré de tomate en boîtes de conserves.

Cette unité a été réalisée clé en main par la société italienne CFT un des leaders mondiaux du secteur de l'agro-alimentaire. La conserverie alimentaire RACHERACHE Abderrazak CARAJUS est stratégiquement se situe dans la localité d'Echatt, dans la wilaya d'El-Taraf comme le montre la photo satellite ci- dessous. CITE 20 AOUT 1956 EL CHATT Ben M'hidi, El Taref (36), Algérie [33].

II.2.1. Étapes technologiques de transformation du concentré de tomate

II.2.1.1. Récolte

La cueillette des tomates s'effectue habituellement de juillet à août, au moment où les fruits parviennent à maturité complète. Afin de préserver leur intégrité, le ramassage se fait manuellement. Les fruits sont ensuite déposés avec précaution dans des caisses ou des cagettes pour éviter tout écrasement. Ce soin apporté lors de la récolte manuelle est indispensable pour maintenir la qualité esthétique et sanitaire des tomates, garantissant ainsi leur valeur sur le marché. De plus, des pratiques de récolte adaptées contribuent également à prolonger la durée de conservation des tomates, un facteur crucial pour répondre à la demande du marché [34].

II.2.1.2. Réception et lavage

À l'arrivée à l'usine, les tomates fraîches doivent faire l'objet d'un contrôle rigoureux. Pour cela, plusieurs points clés sont examinés :

- Uniformité de la couleur.
- Séparation des fruits trop mûrs ou insuffisamment mûrs.
- Vérification de la présence de terre ou de matières étrangères.
- Élimination des fruits de variétés de tomates non destinées à la transformation.

Afin d'obtenir un excellent produit final, une attention particulière doit également être accordée à la phase de réception et de triage de la tomate fraîche à l'arrivée, avant de l'envoyer à la section de transformation.

La matière première provenant des zones de récolte est transportée par camion ou en caissons de grande capacité.

La tomate peut être déchargée dans les canaux d'alimentation par un renverseur de caissons ou de caisses, ou directement des camions grâce à l'utilisation de lances à jet d'eau.

Un lavage énergique, réalisé avec un système de douches installées sur un élévateur à rouleaux, garantit un nettoyage maximal des tomates à l'entrée de la ligne [36].

- Déchargement et lavage 1 : Premier nettoyage pour éliminer les contaminants visibles
- Transport et lavage 2 : Lavage supplémentaire lors du transport vers la zone de triage.
- Lavage final : Effectué après l'opération de triage pour garantir la propreté avant la transformation.

Les deux figures suivantes illustrent la réception des tomates par camion ainsi que le processus de lavage.



Figure 6 : Réception de la tomate [35].



Figure 7 : Lavage de la tomate [36].

II.2.1.3. Triage

Après lavage, les tomates sont acheminées vers la chaîne de triage où elles sont rincées au moyen des douches d'eau et triées manuellement par des ouvriers qui enlèvent les tomates détériorées ainsi que les feuilles ou toutes autres impuretés résiduelles [36].

La **fig. 8.** ci-dessous illustre le processus de triage des tomates.



Figure 8 : Triage de la tomate [37].

II.2.1.4. Broyage

Une fois triées, les tomates sont acheminées par une vis sans fin vers les broyeurs de chaque ligne de production, où s'effectuent le déchiquetage et le malaxage. La masse ainsi broyée est recueillie dans des cuves de stockage. De là, une pompe de refoulement la transfère vers l'unité de préchauffage afin de stabiliser le produit et d'en optimiser la transformation ultérieure [38].



Figure 9 : Broyeur [36].

II.2.1.5. Préchauffage

Alimenté par la vapeur de la chaudière, le système de préchauffage maintient le produit à une température de 80 à 85 °C. La matière broyée traverse alors des cuiseurs en acier inoxydable, le plus souvent conçus sous forme d'échangeurs de chaleur tubulaires modulaires [38]. Ce traitement thermique a pour but de ramollir les tissus végétaux afin de simplifier l'extraction ultérieure de la pulpe et d'éliminer efficacement les peaux et les graines. En préparant ainsi la matière pour le raffinage, cette étape maximise le rendement industriel tout en préservant les qualités gustatives et visuelles du produit fini.



Figure 10 : Préchauffage [35].

II.2.1.6. Passoire

Cette étape a pour objectif d'éliminer les épiluchures et autres résidus solides, permettant ainsi de purifier le produit en séparant la pulpe des éléments indésirables [38].

II.2.1.7. Extraction et raffinage

Le produit broyé est acheminé vers des extracteurs centrifuges à axe vertical, où il est soumis à une séparation mécanique. Sous l'effet de la force centrifuge, le jus est extrait et dirigé par pompage vers les évaporateurs pour la concentration. En parallèle, les sous-produits solides tels que les pellicules, les graines et autres résidus sont évacués au moyen d'une vis sans fin vers un réservoir de collecte, en vue d'un éventuel traitement ou d'une valorisation [38].

II.2.1.8. concentration

Le jus raffiné contient encore un excès d'eau qu'il faut éliminer afin d'obtenir un produit à une concentration comprise entre 28 % et 30 %. Le principe de cette opération est basé sur l'évaporation en continu de la fraction d'eau libre présente dans le jus, par élévation de la température, avec élimination de la vapeur ainsi formée.

Pour le concentré de tomate, on peut avoir :

- Une simple concentration SCT : Brix < 22%.
- Une double concentration, la plus commercialisée DCT : Brix entre 28% et 30%.
- Une triple concentration TCT : Brix entre 34% et 36%.

La triple concentration permet de conserver de grandes quantités de tomates dans des boîtes de taille réduite. On peut ensuite obtenir une double concentration par dilution. Notons que la concentration constitue le nœud du processus de transformation [38].



Figure 11 : Concentration sous vide [35].

II.2.1.9. Pasteurisation

La pasteurisation constitue une étape de traitement thermique essentielle, souvent préparatoire à la stérilisation finale. Au cours de cette opération, le produit est porté à une température rigoureusement

maintenue entre 90 et 95 °C. Ce barème thermique garantit la destruction totale des micro-organismes pathogènes non sporulés et réduit drastiquement la charge microbienne globale initialement présente dans le concentré de tomate [38].

Elle se déroule en trois phases :

- Une phase chaude, où la température atteint environ 95 °C pendant 6 minutes.
- Une phase tiède, avec une température stationnaire d'environ 60 °C.
- Une phase froide, correspondant à une douche d'eau froide à 20 °C.

La figure II.7 présente le système de pasteurisation utilisé pour assurer ces différentes phases de traitement thermique.



Figure 12 : Système de pasteurisation.

II.2.1.10. Remplissage et sertissage

Le concentré pasteurisé est soumis aux opérations de dosage, de remplissage, puis de sertissage dans des boîtes métalliques [38].

La figure (13) illustre l'appareil de dosage utilisé pour assurer un remplissage précis du concentré avant sertissage.



Figure 13 : remplissage et sertissage [35].

II.2.1.11. Stérilisation des boîtes

La stérilisation des boîtes appertisées de concentré de tomate est réalisée au sein d'autoclaves par immersion ou aspersion d'eau chaude, à un barème de température stabilisé entre 90 et 95 °C. Ce traitement thermique ciblé garantit la destruction exhaustive de la flore microbienne d'altération et des formes végétatives pathogènes potentiellement présentes à l'intérieur des contenants scellés. Cette opération est indispensable pour assurer la stabilité microbiologique à long terme et la parfaite conservation du produit fini à température ambiante pendant toute sa durée de stockage [38].



Figure 14 : Stérilisation des boîtes [35].

La durée de stérilisation varie en fonction du volume des boîtes : plus le contenant est grand, plus le temps de traitement thermique est long afin de garantir une stérilisation complète à cœur (**Tab.7**).

Tableau 7 : Durée de stérilisation en fonction de volume [40].

Volume des boîtes	1/6 Kg	1/2 Kg	1kg	5kg
La durée de stérilisation	30 min	50 min	80 min	120 min

II.2.1.12. Refroidissement

Les boîtes stérilisées sont refroidies à l'aide d'eau, ce qui permet de diminuer rapidement la température des contenants après le processus de stérilisation [38].

II.2.1.13. Séchage et conditionnement

À la sortie du système de refroidissement, les boîtes sont séchées à l'air libre pour éliminer l'humidité résiduelle de surface, évitant ainsi tout risque de corrosion ou de contamination ultérieure. Elles sont ensuite acheminées par une bande transporteuse vers la section de conditionnement final. Une fois l'encartonnage terminé, les emballages sont palettisés et stockés dans des conditions contrôlées en attente de leur expédition et de leur commercialisation [38].



Figure 15 : conditionnement [35].

Le processus complet de fabrication du concentré de tomate est illustré dans la figure suivante :

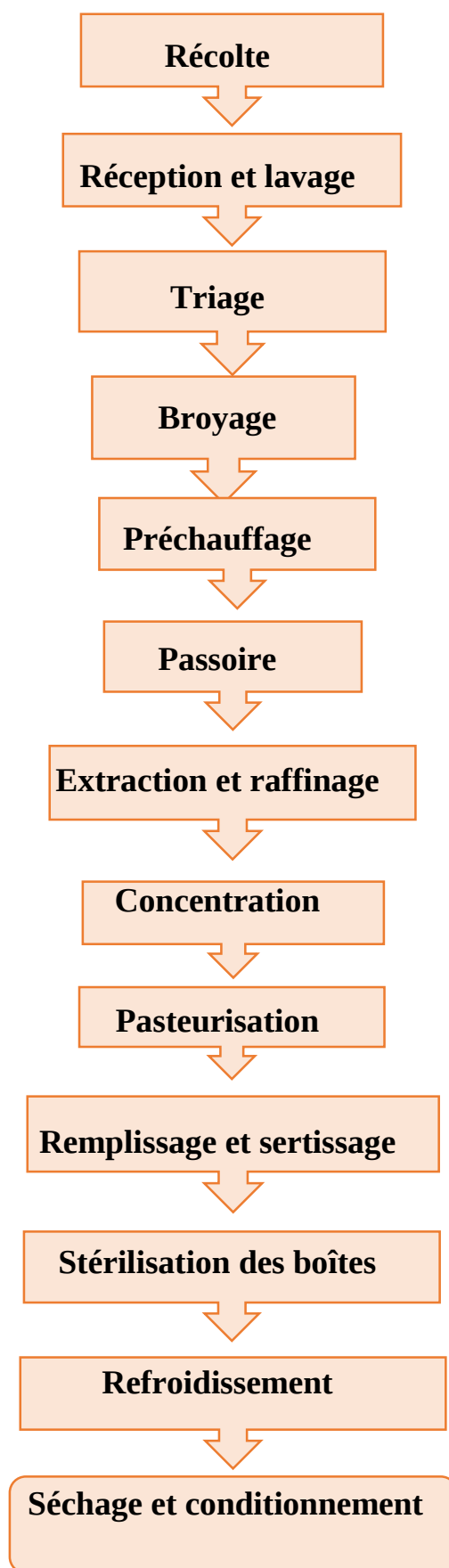


Figure 16 : Processus de fabrication de concentré de tomate

Chapitre III :

Matériel et méthodes

III.1. Analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques sont essentielles pour évaluer la qualité des produits agroalimentaires, notamment des conserves de tomate. Elles permettent de vérifier le respect des normes de sécurité, d'assurer la stabilité du produit au cours de sa conservation, et de garantir une qualité constante pour le consommateur. Dans ce cadre, plusieurs paramètres ont été mesurés conformément aux normes AFNOR ou algériennes : le poids, la température, le Brix, le pH, la couleur, la consistance et l'acidité.

III.1.1. Contrôle du poids

La masse du produit conditionné doit impérativement respecter les seuils minimaux réglementaires fixés par les normes de remplissage. Afin de vérifier cette conformité et de valider l'exactitude du dosage sur la ligne de conditionnement, le contrôle du poids net est systématiquement effectué sur le produit fini. Sur le plan opératoire, cette mesure est réalisée à l'aide d'une balance de précision préalablement tarée avec un emballage (boîte ou pot) rigoureusement identique et vide. Par le dépôt d'une boîte vide sur le plateau pour effectuer la tare et remettre l'affichage à zéro. L'opérateur remplace ensuite cette boîte témoin par la boîte remplie de tomate, ce qui permet de lire directement sur l'écran la valeur exacte du contenu et de valider la conformité du lot.



Figure 17 : Mesure du poids (Khelifa, 2026).

III.1.2. Contrôle du pH

Le potentiel hydrogène (pH) constitue un indicateur biochimique fondamental pour évaluer l'acidité ou l'alcalinité d'une matrice alimentaire. Dans le secteur des conserves d'origine végétale, ce paramètre revêt une double importance, à la fois physicochimique et microbiologique [41]. Exprimé sur une échelle logarithmique allant de 0 à 14 où la neutralité se situe à une valeur de 7, le pH

classe les produits en milieux acides ($\text{pH} < 7$) ou alcalins ($\text{pH} > 7$) [42].

Le contrôle du pH débute par la vérification de la propreté de l'appareil et de son étalonnage préalable à l'aide de solutions tampons à pH 7,00 et pH 4,01. Rincer l'électrode avec de l'eau distillée, puis la sèche délicatement au moyen d'un papier absorbant non abrasif. L'électrode est alors plongée directement dans l'échantillon de tomate jusqu'à la stabilisation complète de la lecture afin de noter la valeur affichée sur l'écran. Enfin, l'opérateur procède à un nouveau rinçage de l'électrode à l'eau distillée après usage pour garantir son entretien.



Figure 18 : Mesure du pH (Khelifa, 2026).

III.1.3. Contrôle du Brix

L'échelle Brix permet de mesurer le pourcentage de matière sèche soluble dans un liquide, principalement le saccharose. Plus la valeur du Brix est élevée, plus l'échantillon est riche en sucres solubles. Cette mesure est particulièrement utile pour évaluer la concentration en solides dissous dans la purée de tomate. L'instrument utilisé pour cette analyse est le réfractomètre [43].

Le contrôle du degré Brix commence par le prélèvement d'une petite quantité de purée de tomate dans un bécher, qui est ensuite homogénéisée à l'aide d'une spatule. Après avoir étalonné le réfractomètre avec de l'eau distillée, déposer quelques gouttes de l'échantillon sur la surface de lecture de l'appareil. La plaque est alors refermée et, après un temps d'attente d'environ 10 secondes, la valeur du Brix affichée est relevée. Cette mesure est répétée trois fois afin de garantir la précision des résultats, et la surface de lecture est soigneusement nettoyée à l'eau distillée après chaque essai.



Figure 19 : Détermination du Brix par réfractomètre (Khelifa, 2026).

III.1.4. Contrôle de la consistance

L'évaluation de la texture et de la fluidité du concentré de tomate repose sur la mesure de sa consistance au consistomètre Bostwick. Ce contrôle qualité standardisé s'effectue obligatoirement sur un produit ajusté à un extrait sec soluble de 12,5 % Brix.

L'appareil, conçu en acier inoxydable, dispose d'un canal de 24 cm de long gradué par intervalles de 0,5 cm. L'échantillon est initialement retenu à une extrémité par une porte à guillotine. Lors de l'ouverture de cette paroi, le produit se libère et s'écoule le long de la rampe. La distance parcourue par le front de matière après exactement 30 secondes d'écoulement définit la consistance du produit, exprimée en centimètres Bostwick [44].

Le contrôle de la consistance commence par la dilution d'une quantité appropriée de concentré de tomate avec de l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un extrait sec de 12,5 % Brix. L'opération s'assure ensuite que la porte du compartiment du consistomètre Bostwick est bien fermée avant d'y verser l'échantillon préparé. Enfin, l'excès de produit est soigneusement éliminé à l'aide d'une spatule pour araser la surface avant le déclenchement de la mesure.



Figure 20 : Mesure de la consistance par le consistomètre de Bostwick (Khelifa, 2026).

Suite à l'ouverture de la porte tout en démarrer simultanément un chronomètre pour une durée exacte de 30 secondes. Au bout de ce laps de temps, la distance parcourue par l'échantillon de tomate est immédiatement mesurée et notée, les valeurs étant exprimées en centimètres Bostwick. Enfin, l'appareil est soigneusement nettoyé à l'eau et séché afin d'éviter tout résidu avant une nouvelle utilisation.

III.1.5. Contrôle de l'acidité

L'objectif de ce contrôle est de déterminer la quantité d'acides présents dans les produits à analyser.

Le dosage est effectué par titration avec une base forte (NaOH à 0,1 M).

La concentration des acides dans les aliments, tels que les acides acétique, citrique, lactique et malique, est déterminée en titrant une prise d'essai d'hydroxyde de sodium jusqu'à atteindre un pH de 8,10. L'acide prédominant dans la tomate est l'acide citrique monohydrate. Le contrôle de l'acidité commence par la pesée de 10 grammes de l'échantillon de tomate dans un bécher de 250 millilitres. Le volume est ensuite ajusté à 200 millilitres avec de l'eau distillée avant d'y introduire un barreau aimanté pour laisser la solution s'homogénéiser sur un agitateur magnétique pendant 5 à 7 minutes. Après cette étape, la solution est filtrée et l'opérateur prélève un volume de 20 millilitres pour procéder au titrage avec de la soude (NaOH) jusqu'à l'atteinte d'un pH égal à 8,1. Pour terminer, le volume de solution titrant versé est relevé afin de calculer le pourcentage d'acidité citrique (AC %) via la formule multiplicative spécifiée, permettant d'obtenir le rapport final pour la boîte analysée.

La lecture du volume titrant et calculé le rapporte : $AC (\%) = VT \times 0.7$

Le rapport de la boit est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{\text{Acidité (\%)} \times 100}{\text{Brix}}$$



Figure 21 : Filtration et titration par NaOH (Khelifa, 2026)

Chapitre IV :

Résultats et discussions

IV.1. Résultats des analyses physicochimiques

L'analyse qualitative de trois échantillons de concentré de tomate, provenant de marque commerciale CARATOMATE a été réalisée. Dans un premier temps, nous présentons les résultats des analyses physicochimiques effectuées en laboratoire, portant sur des paramètres de qualité essentiels tels que le poids, le pH, la teneur en matière sèche soluble (°Brix), l'acidité et la consistance.

Ces critères permettent d'évaluer la conformité des produits par rapport aux exigences réglementaires et des attentes industrielles. Pour mieux comprendre la réponse mécanique des produits, essentielle pour leur transformation industrielle, leur conditionnement.

IV.1.1. Déterminations du poids net

Le poids net de trois échantillons de chaque variété de concentré de tomate (SCT), (DCT), (TCT) conditionnés en boîtes de 400 g, est mesuré afin de vérifier la conformité entre l'étiquetage et le contenu réel du produit fini.

Tableau 8 : Résultats des mesures de poids des trois échantillons.

Les échantillons	CARA		
	E1	E2	E3
Le poids brut (g)	453,9	453,8	453,6
Le poids d'emballage (g)	52,8	52,8	52,8
Le poids net (g)	401,1	401	400,8

D'après les résultats obtenus, la pesée des trois échantillons analysés est conforme, ce qui reflète un processus de production stable en termes de poids.

IV.1.2. Détermination du pH

Le pH constitue un facteur essentiel pour évaluer la qualité physicochimique et organoleptique des produits à base de tomate.

Les résultats présentés ci-dessous indiquent les valeurs de pH mesurées pour les trois échantillons analysés :

Tableau 9 : Résultats du pH des trois échantillons

Echantillons	pH	Norme (IANOR)
Ech1 (1/2 CT)	4.39	4 - 4,50
Ech2 (SCT)	4.42	
Ech3 (DCT)	4.28	

Nous observons que les résultats de pH de trois échantillons de concentré de tomate situent dans l'intervalle [4,28 ; 4,42]. Ces valeurs sont tout à fait normales et conformes aux normes, qui exigent un pH inférieur à 4,50.

IV.1.3. Détermination du Brix

Le Brix est l'un des paramètres essentiels dans l'analyse physicochimique de la tomate en conserve, car il indique le pourcentage de matière soluble, principalement constituée de sucres naturels présents dans le jus de tomate.

Les résultats du Brix exprimés en pourcentage (%), sont présentés ci-dessous :

Tableau 10 : Résultats du Brix des trois échantillons.

Echantillons	Brix %	Norme (IANOR)
E 1 (1/2 CT)	15.2 %	12% - 15%
E 2 (SCT)	22.3 %	22% - 25%
E 3 (DCT)	28.2 %	28% - 30%

D'après les résultats obtenus, les valeurs de Brix des trois échantillons analysés pour chaque produit présentent une très faible variabilité, ce qui indique une bonne homogénéité au sein de chaque lot. De plus, les trois échantillons présentent un taux de Brix conforme aux normes.

IV.1.4. Détermination de la consistance

La consistance est un facteur technologique crucial, directement lié à la teneur en substances insolubles dans l'alcool, telles que les protéines, pectines et polysaccharides. Les résultats de la consistance des trois échantillons analysés sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Résultats de la consistance des trois échantillons.

Echantillons	La consistance (cm/s)	Nomes
Ech1 (½ CT)	6.3	[4 – 10]
Ech2 (SCT)	8.0	
Ech3 (DCT)	8.7	

À partir de ces résultats, toutes les valeurs des échantillons analysés sont relativement proches et acceptables.

IV.1.5. Détermination de l'acidité

Cette analyse a pour objectif d'estimer la quantité d'acide naturel présente dans le produit en réalisant un dosage basique à l'aide d'hydroxydes de sodium (NaOH).

L'acidité totale est un facteur déterminant pour évaluer la qualité gustative du concentré de tomate.

L'acidité est calculée à l'aide de la formule suivante : $\text{Acidité (\%)} \times 100$

Brix

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Résultats de l'acidité des trois échantillons.

Echantillons	L'acidité	Norme
Ech1	5.98	< 7
Ech2	6.27	
Ech3	6.95	

On remarque que les résultats obtenus pour les trois échantillons analysés de chacun des trois produits ne dépassant pas 7, tous les échantillons restent conformes aux normes algériennes.

Conclusion et Perspectives

Ce travail met en lumière l'importance majeure de la tomate en tant que modèle végétal unique, alliant des vertus nutritionnelles et thérapeutiques exceptionnelles à un impact socio-économique mondial de premier plan. L'étude expérimentale, menée au sein du laboratoire central du CARATOMATE de la réception au stockage, démontre le rôle stratégique du suivi analytique dans la maîtrise de la qualité industrielle. Les analyses physicochimiques effectuées confirment la stricte conformité du concentré local CARA aux normes en vigueur, notamment pour des indicateurs clés tels que le pH, l'acidité, la matière sèche et la consistance. Cette stabilité technologique remarquable garantit une conservation et une sécurité optimales du produit de manière totalement naturelle, validant ainsi la description des méthodes de caractérisation développées, sans nécessiter de traitements thermiques excessifs ni l'ajout de conservateurs chimiques. Ces propriétés physicochimiques avantageuses facilitent les étapes ultérieures de transformation et de conditionnement, tout en garantissant l'acceptabilité finale par le consommateur.

En somme, ce travail démontre toute l'utilité d'une approche intégrative associant expérimentation et modélisation pour valoriser et optimiser la qualité des produits agroalimentaires et de plus :

- Faire un benchmarking de différentes marques de tomate concentré commercialisées dans la région d'El Tarf.
- Faire les analyses microbiologiques des échantillons.
- Faire les analyses sensorielles.

Références bibliographiques

- [1] : Dorais, M., Ehret, D. L., & Papadopoulos, A. P, (2008), Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: From the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*, 7(2), 231– 250.
- [2] : Seymour, G. B., Taylor, J. E., & Tucker, G. A. (Eds.), (1993), *Biochemistry of Fruit Ripening*. Doi: 10.1007/978-94-011-1584-1.
- [3] : Léon, PMTG, (2009), «Magazine Trimestriel du centre technique horticole de Gembloux »,
- [4] : France C. (2001), *La tomate : Un guide indispensable comprenant une liste complète de variétés et plus de 160 délicieuses recettes*. Éditions manise france. pp6, 256p
- [5] : The tomato genome consortium. The tomato genome sequence provides insights into fleshy fruit evolution. *Nature* 2012 ; 485 635641. [CrossRef] [PubMed] [Google Scholar]
- [6] : Snoussi SA. (2010), *Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient*. Rome, 52p.
- [7] : Balancard D., Laterrot H. Marchoux G et Candresse T. (2009), *Les maladies de la tomate Identifier, connaître, maîtriser*. Editions QUAE c/o INRA RD 10 78026 Versailles cedex.paris, France .pp 18-30,679p
- [8] : Foughali Atti. B, KHELAIFIA .B. (2021), « Contribution aux suivis de la qualité du concentré de tomate de la conserverie ZIMBA et des eaux de chaudières » master de l'Université 8 Mai 1945 Guelma
- [9] : Saddek A, (2008), « Etude de la complémentation des pailles traitées L'ammoniac (PNH3). Avec les pulpes de Tomates en vue de Réduire la Dépendance Alimentaire des Ruminants Domestiques en Algérie ». *Auropean journal of scientific research*
- [10] : parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/la-classification-taxonomique-de-la-tomate
- [11] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomate>.

- [12] : Polese, J.-M. (2007) La culture de la tomate. Edition Arthémis, Chine, 95 p.
<https://books.google.ci/books?id=nU8Qp7bQUKcC&printsec=frontcover&hl=fr>.
- [13] : Gallais A, Bannerot H, (1992), «Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection ». INRA, Paris. 765. P.
- [14] : <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geographie-touraine-merveilles-montlouis-loire-807/page/5/>.
- [15] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_vari%C3%A9t%C3%A9s_de_tomates.
- [16] : Bellili S. Effet de la cuisson sur la physico-chimie et l'activité anti-oxydant de la tomate, Université Abderrahmane Mira, Béjaïa, 2012-2013.
- [17] : <https://agronomie.info/fr/importance-economique-de-la-tomate/>.
- [18] : Magazine trimestriel du centre technique horticole de Gembloux-N °27.juin2009.
- [19] : Goloubiev et chebane, (1988), Traitement par membrane de pulpe de tomate. Ind. Alim. Agric.10 :929-932.
- [20] : Boukharouba K, Hamici A, (2016), « 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.
- [21] : Auteur inconnu, (1998), «Guide d'inspection qualité sur les concentrés de tomates », centre Algérien du contrôle de la qualité et de l'Emballage (CACQE), p1-19.
- [22] : Laterrot, H. (2013). Cultures Journal of Agricultural and Food Chemistry 54, 2606-2613.
- [23] : FAO. (2014). Annuaire de production, 48 : 129- 130.
- [24] : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/agriculture-rechauffement-climatique-tomate-va-t-elle-emmener-france-oree-revolution-agricole-115517/>

- [25] : Bouzid A, Bédrani S. La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie. Les cahiers du CREAD n°103, 2013.
- [26] : <https://agronomie.info/fr/generalites-sur-la-tomate/>.
- [27] : <https://e-biblio.univ-mosta.dz/server/api/core/bitstreams/1a46d8a1-9b6e-4657-b0f5-5c3226a3abda/content>
- [28] : <https://www.aroma-zone.com/page/calorie-tomate-comprendre-ses-calories-et-ses-atouts-nutritionnels>.
- [29] : https://theses.hal.science/tel-05221823v1/file/These_CPCCM.pdf.
- [30] : FAO stat. (2013), Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
- [31] : 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.
- [32] : Bedad. A, Bouhadja. M, Hamdi. H. (2018), Essai de formulation d'un jus de tomate, Master de l'Université 08 Mai 1945 Guelma.
- [33] : <https://carajus.com/qu-sommes-nous/>
- [34] : <https://www.scapcb.com/fabrication>
- [35] : <https://carajus.com/cara-tomate/>
- [36] : <https://www.fbr-elpo.it/fr/gamma-di-produzione/traitement-de-tomates/reception-et-triage/>

- [37] : <https://www.scapcb.com/fabrication>
- [38] : Degui D,(2016), « Section analyses et essais comparatifs ».Article 6, La transformation de la tomate.4 p.
- [39] : YOUSFI, M. (2018). *Développement de la technologie agro-alimentaire dans la région De Touat* (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draia-ADRAR).
- [40] : Sadok D, Zedak S, (2016), « Etude de qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate(TALLOISE) ». Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.
- [41] : Jora, (1997), « Arrêté interministériel du 24 aout 1997 relatif aux conserves de puréede tomate », journal officiel de la République Algérienne n°77 :pp26
- [42] : Site web: «https://www.oieau.fr/RFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresG en.pdf »
- [43] : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Echelle_de_brix
- [44] : Codex Stan 13, (1981), « Norme pour les tomates en conserve, norme alimentaire internationales », adopté en 1981, Révisée en 2007, Amendée en 2013, 2017.8P.

Annexes

Annexe 1 : Bulletin d'analyse physicochimique de l'échantillon 1

	BULLETIN D'ANALYSE stagiaire	Code : EN/QL/ST-01
		Version : 01
		Date d'édition : 14/04/2026
		Page 1 sur 1

Date de fabrication : 03/05/2025
 Laboratoire : Physico-chimique Cora Jus
 Nom du stagiaire : Khelifa Mohamed
 Encadrant : M. Ben Abdallah
 Date de l'analyse : 03/05/2026
 Référence de l'échantillon : 123
 Nature de l'échantillon :
 (eau, pf, mp, recette preprer.ex) : PF

Analyses organoleptique

Paramètre	Résultat	Observation
Saveurs et odeurs :	A.O.B. - C.T.F	R.A.S
Aspect et consistance :	Homogène Consistance brillante	R.A.S
Couleur :	R.C.T.F	R.A.S

Analyses physico-chimiques

Paramètre	Résultat	Observation
Brix %	15,2	R.A.S
pH	4,39	R.A.S
T°:	20,0	R.A.S
Consistance BOSTWICK (cm / 30 secondes)	0,3	R.A.S
Acidité Volume de titrant (ml)	1,3	R.A.S
Acidité titrable (%)	0,92	R.A.S
Rapport :Acidité×100 / Brix :	5,98	R.A.S

Établi par

Vérifié par
 SARL CONSERVÉRIE ALIMENTAIRE
 KACHERACH ABDEZZAK CARA
 LABORATOIRE

Annexe 2 : Bulletin d'analyse physicochimique de l'échantillon 2

	BULLETIN D'ANALYSE stagiaire	Code : EN/QL/ST-01
		Version : 01
		Date d'édition : 14/04/2026
		Page 1 sur 1

Date de fabrication :
 Laboratoire : physico-chimique Corajus
 Nom du stagiaire : Khalil B. Bialal
 Encadrant : M. Ben Abdallah
 Date de l'analyse : 07 / 05 / 2026
 Référence de l'échantillon : 119
 Nature de l'échantillon :
 (eau, pf, mp, recette preprer.ex) P.F

Analyses organoleptique

Paramètre	Résultat	Observation
Saveurs et odeurs :	A.O. / C.T. F	R.A. S
Aspect et consistance :	Hauzeux Consistance brillante	R.A. S
Couleur :	R.C.T. F	R.A. S

Analyses physico-chimiques

Paramètre	Résultat	Observation
Brix %	22,3	R.A. S
pH	4,42	R.A. S
T°:	21,5	R.A. S
Consistance BOSTWICK (cm / 30 secondes)	10,8 / 8,0	R.A. S
Acidité Volume de titrant (ml)	2	R.A. S
Acidité titrable (%)	1,4	R.A. S
Rapport :Acidité×100 / Brix :	6,27	R.A. S

SCT

Établi par

Vérifié par



Annexe 3 : Bulletin d'analyse physicochimique de l'échantillon 3

	BULLETIN D'ANALYSE stagiaire	Code : EN/QL/ST-01
		Version : 01
		Date d'édition : 14/04/2026
		Page 1 sur 1

Date de fabrication :
 Laboratoire : *physico-chimique Capa Jus*
 Nom du stagiaire : *Salim Khaled*
 Encadrant : *M. M. Ben Abdallah*
 Date de l'analyse : *13/05/2026*
 Référence de l'échantillon : *133*
 Nature de l'échantillon :
 (eau, pf, mp, recette preprer.ex) *PF*

Aucun odeur détecté
consistance fine
consistance fine

Analyses organoleptique

Paramètre	Résultat	Observation
Saveurs et odeurs :	<i>A.O. D / CTF</i>	<i>R.A.S</i>
Aspect et consistance :	<i>Homogène consistance brillante</i>	<i>R.A.S</i>
Couleur :	<i>Rose corail intense R.C.T.F</i>	<i>Fraiche R.A.S</i>

Analyses physico-chimiques

Paramètre	Résultat	Observation
Brix %	<i>28,2</i>	<i>R.A.S</i>
pH	<i>4,28</i>	<i>R.A.S</i>
T°:	<i>21,9</i>	<i>R.A.S</i>
Consistance BOSTWICK (cm / 30 secondes)	<i>8,7</i>	<i>R.A.S</i>
Acidité Volume de titrant (ml)	<i>2,8</i>	<i>R.A.S</i>
Acidité titrable (%)	<i>1,96</i>	<i>R.A.S</i>
Rapport : Acidité × 100 / Brix :	<i>6,95</i>	<i>R.A.S</i>

DCT

Établi par

Vérifié par

 LABORATOIRE