

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité/Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème :

**Étude comparative de la qualité physico-chimique de la tomate en
conserves commercialisées en Algérie**

Présenté par :

- ✓ BENAMEUR Chayma
- ✓ BESSIOUD Khaoula
- ✓ HAMAMDIA Rania

Devant le jury composé de :

Président (e):	Pr. SOUMATI SOUKI Lynda	Prof.	Université de Guelma
Examineur :	Dr GUEROUI Yassine	M.C.A.	Université de Guelma
Encadreur :	Dr MERZOUG Abdelghani	M.C.B.	Université de Guelma

Juillet 2021

Remerciements

*Tout d'abord nous rendons grâce à **Dieu** pour nous avoir accordé la force et la santé, le courage et la volonté jusqu'à l'aboutissement de nos études et l'accomplissement de ce travail.*

Nous tenons tout particulièrement à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail en dépit de leurs nombreuses autres obligations.

*Mes vifs remerciements vont à madame **SOUMATI SOUIKI L.**, qui a bien voulu accepter de présider ce jury. Nous tenons à exprimer notre très grande considération à monsieur **GUEROUI Y.**, qui nous a fait l'honneur d'examiner ce mémoire de master et de nous a ainsi fait bénéficier de sa compétence et de sa connaissance.*

*Le mot merci n'est pas suffisant pour exprimer nos profondes gratitude et nos sincères remerciements à monsieur **MERZOUG A.**, pour avoir accepté de nous superviser, pour sa disponibilité, sa patience, sa compréhension et surtout son précieux conseil tout au long de la durée de préparation de notre mémoire.*

*Nous tenons aussi à remercier **Mr ANABI A.**, Directeur de la Conserverie Amor **BENAMOR** et **Mme. Hamouche L.**, Chef de laboratoire pour leur encadrement technique leur soutenance avec patience tout au long de notre stage*

A tout les enseignantes de l'université 8 Mai 1945 Guelma

*A tout la promo de master **Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire 2020-2021***

Enfin nous remercions gracieusement nos familles qui durant nos études, nous ont toujours donné la soutenance et la possibilité de faire ce que nous voulions.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

	Introduction	01
Partie théorique		
Chapitre I	Généralité sur la tomate	
1.	Histoire et origine de la tomate	03
2.	Classification de la tomate	05
2.1	Classification botanique	05
2.2	Classification génétique	05
2.2.1	Variétés fixées	06
2.2.2	Variétés hybrides	06
3.	Structure et composition de la tomate	06
3.1	Composition majeurs	07
3.2	Composition mineurs	07
3.3	Principaux antioxydants	07
4.	Variétés et formes de tomates	10
5.	Débat sur la qualification de la tomate	11
6.	Culture de la tomate	12
7.	Exigences de la culture	13
7.1	Température et lumière	13
7.2	Eau et humidité	13
7.3	Sol	14
7.4	Salinité	14
7.5	Eléments fertilisants	14
8.	Impacte de l'environnement et des pratiques culturales sur la qualité de fruits	15
9.	Effets de la tomate sur la santé	16
9.1	Effet positif	16
9.2	Effet négatif	17
Chapitre II	Transformation industrielle de la tomate	

1.	Production de la tomate industrielle	18
1.1	Production mondiale	18
1.2	Production en Algérie	20
1.2.1	Principales zones de production de la tomate	21
1.2.2	Calendrier de production de la tomate	21
3.	Caractéristiques de la tomate destinées à la transformation	21
4.	Procédés de transformation industriels de la tomate	23
5.	Produits de dérivés de la transformation de la tomate	28
6.	Avantage et inconvénient de la transformation de la tomate	29
7.	Impacte des procédés de transformation et de la conservation sur la qualité nutritionnelle des produits à base de tomate	30
8.	Evolution des produits au cours de la conservation	31
9.	Contrôle de qualité	32
9.1	Contrôle de la matière première	32
9.2	Contrôle de fabrication	33
9.3	Contrôle sur le produit fini	33
9.3.1	Contrôle de sertissage	33
9.3.2	Contrôle de stabilité	33
Partie pratique		
Chapitre III	Matériel et méthodes	
1.	Objectif de l'étude	34
2.	Représentation de l'unité AMOR BENAMOR	34
3.	Echantillonnage	36
4.	Description du DCT	38
5.	Méthodes d'analyse physico-chimique	38
5.1	Détermination du poids net	38
5.2	Détermination du pH	39
5.3	Détermination du Brix	40
5.4	Détermination de l'acidité titrable	41
5.5	Détermination de la couleur	43
5.6	Détermination de la viscosité	44
5.7	Détermination des points noirs	45
5.8	Méthodes de contrôle de l'emballage métallique au laboratoire	46
5.8.1	Lecture extérieure d'emballage et étiquetage d'une boîte de tomate en conserve	46
5.8.2	Contrôle du sertissage	47
5.8.3	Contrôle du vernis du rechampissage	49
6.	Contrôle des paramètres organoleptiques (couleur, gout, odeur, texture, aspect générale)	50
Chapitre IV	Résultats et discussion	

1.	Résultats des analyses physico-chimique du concentrée de tomate	51
1.1	Poids net	51
1.2	pH	52
1.3	Brix	53
1.4	Acidité titrable	54
1.5	Couleur	55
1.6	Viscosité	57
1.7	Points noirs	58
1.8	Contrôle d'emballage métallique	59
1.8.1	Lecture extérieure d'emballage et étiquetage d'une boîte de tomate en conserve	59
1.8.2	Contrôle du sertissage	60
1.8.3	Contrôle du vernis de rechapissage	60
2	Contrôle des paramètres organoleptiques (couleur, gout, odeur, texture, aspect générale)	61
	Conclusion	62
	Références bibliographiques	
	<i>Annexes</i>	
	<i>Résumés</i>	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N°	Titres	Pages
Tableau 01	Composition de la tomate fraiche	07
Tableau 02	Exportations (en Kg) des éléments fertilisants par tonne de fruits de tomate.	14
Tableau 03	Production et échanges moyen de la tomate dans le monde en milliers de tonnes (du 2006 à 2009)	19
Tableau 04	Identification des échantillons	37
Tableau 05	Description du DCT	38
Tableau 06	Caractéristique organoleptiques du double concentré de tomate	50
Tableau07	Résultats des poids pour les huit échantillons	51
Tableau08	Résultats du pH des différents échantillons	52
Tableau 09	Résultats du Brix des différents échantillons	53
Tableau 10	Résultats d'acidité des différents échantillons	54
Tableau 11	Résultats du couleur des différents échantillons	56
Tableau 12	Résultats de la viscosité des différents échantillons	57
Tableau 13	Résultats des points noirs des différents échantillons	59
Tableau 14	Résultats de la lecture extérieure de l'emballage	59
Tableau 15	Résultats de contrôle de vernis de rechapissage	60

Liste des figures

Liste des figures

N°	Titres	Pages
Figure 01	Répartitions et origine de la tomate dans le monde	04
Figure 02:	Structure d'un fruit de tomate	06
Figure 03	Structure moléculaire du lycopène	09
Figure 04	Huit formes principales de fruits de tomates	10
Figure 05	Diversité des formes, tailles et couleur des fruits de tomate	11
Figure 06	Principaux producteurs de tomate d'industrie en million tonnes en 2018	19
Figure 07	Rendements de la tomate industrielle dans le bassin de Guelma (qx/ha)	20
Figure 08	Chargement d'un camion de tomates industrielles	23
Figure 09	Lavage de la tomate	24
Figure 10	Schéma d'un concentrateur	25
Figure 11	: Photo d'un pasteurisateur	25
Figure 12	Encartonnage de produit fini	26
Figure 13	Diagramme de fabrication du double concentré de tomates	27
Figure 14	Situation de la conserverie de tomate Amor benamor	35
Figure 15	Conserverie Amor Benamor	35
Figure 16	Echantillons analysés	37
Figure 17	Poids brut d'une boîte	39
Figure 18	Détermination du pH	40
Figure 19	Réfractomètre de laboratoire	41
Figure 20	Préparation du filtrat de la tomate concentrée pour l'analyse de l'acidité titrable	42
Figure 21	Titration par NaOH	43
Figure 22	Colorimétrie de laboratoire	44
Figure 23	Consistomètre Bostwick de laboratoire	44
Figure 24	Transilluminateur (UV)	46
Figure 25	Projecteur du serti	47
Figure 26	Pince et pied à coulisse	48
Figure 27	Mesures de l'image projetée du serti	49
Figure 28	Schéma de contrôle du sertissage	49
Figure 29	Résultats du poids de différents échantillons	51
Figure 30	Résultats du pH des différents échantillons	52
Figure 31	Résultats du Brix des différents échantillons	54
Figure 32	Résultats d'acidité des différents échantillons	55
Figure 33	Résultats de la couleur des différents échantillons	56
Figure 34	Résultats de la viscosité des différents échantillons	58

Liste des abréviations

Liste des abréviations

a/b: Pigments Rouge/Pigments Jaune.

CAB: Conserverie Amor Ben Amor.

DCT : Double Concentré de Tomate.

D.S.A : Direction des Services Agricoles.

Ech : Echantillon.

FAO: Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

ISO: International Organisation for Standardisation.

JORA : Journal Officiel De La République Algérienne.

PNT : Poids Net Total.

RAS : Rien A Savoir.

SARL: Société A Responsabilité Limitée.

UV : Ultra Violet.

INTRODUCTION

Introduction

Consommée fraîche ou transformée, la tomate tient actuellement une place de choix dans l'alimentation humaine. (**Blancard *et al.*, 2009**), car elle entre dans la composition de nombreux plats traditionnels (**Courchinoux, 2008**). Ce fruit est riche en potassium, antioxydants, magnésium, phosphore, vitamines A-B-C et E, fibres et sels minéraux. (**Bureaux, 2013**).

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abris (**FAO, 2010**). C'est aussi un produit agricole riche en nutriments, notamment en lycopène. Des études épidémiologiques ont montré qu'il pouvait lutter contre certaines maladies dégénératives, comme l'émergence du cancer de la prostate. (**Liu *et al.*, 2000**).

Le maintien de la qualité jusqu'au consommateur est une démarche filière. Le potentiel de qualité est acquis au moment de la production; il dépend des choix de variétés et de techniques de production mises en œuvre pour obtenir les critères attendus qu'ils soient visuels ou organoleptiques. Dans la suite de la filière, le maintien de la qualité concerne les choix techniques de chaque opérateur, ceux-ci sont interdépendants car la qualité offerte au consommateur est le résultat des décisions prises à chaque étape, aussi brève soit-elle (**Navez *et al.*, 2009**).

L'objectif de notre travail consiste à faire une étude comparative entre huit marques algérienne de tomate en conserve (Hello, CAB, Izdihar, Elhara, Avril, Bestom, Jumbo et Mahbouba) par méthode d'analyse physico-chimique réglementaire utilisées au niveau de laboratoire Amor BENAMOR et au niveau du laboratoire de notre université.

Notre étude s'articule en deux parties, une partie théorique, contient deux chapitres et une partie pratique, contient le troisième et le quatrième chapitre :

- Le premier chapitre est une généralité sur la tomate.
- Le deuxième chapitre fait le point sur les processus de transformation industrielle de la tomate.

- Le troisième chapitre mentionne le matériel et les méthodes utilisées pour les analyses physico-chimiques.
- Le quatrième chapitre illustre les résultats obtenus et leurs discussions
- Enfin une conclusion clôture ce travail.

Partie théorique

CHAPITRE I :

GÉNÉRALITÉ SUR LA TOMATE

Chapitre I. Généralités sur la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum L.*) est une espèce de plante herbacée de la famille des solanacées sont originaires du nord-ouest de l'Amérique du Sud et sont largement cultivées pour ses fruits. Le terme fait également référence à ce fruit charnu, largement consommé dans de nombreux pays / régions, qu'il soit frais ou modifié. Compte tenu de son importance économique, il fait l'objet de nombreux La recherche scientifique, considérée comme une installation de démonstration pour la recherche Scientifique aux fruits succulents (**Chanforan, 2010**).

1. Histoire et origine de la tomate

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

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

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

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

L'introduction des tomates européennes bien sûr, c'est à cause des espagnols. Il y a traditionnellement un prêtre espagnol reviens du Pérou, ramène les graines a Séville, mais plus probable de l'un des premiers explorateurs Espagnol, Christophe Colomb ou Hernan Cortez (voire Figure 01) (**France, 2001**).

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

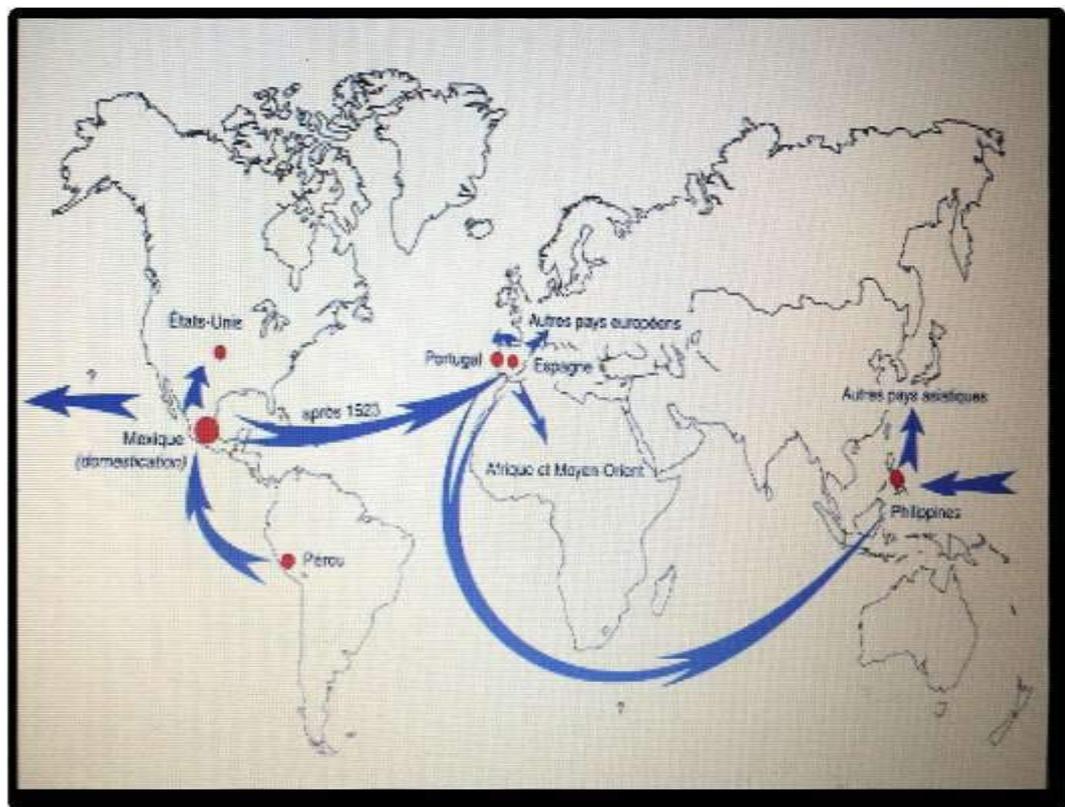


Figure 01: Répartitions et origine de la tomate dans le monde (**Blancard et al., 2009**).

2. Classification de la tomate

La tomate est une plante herbacée annuelle sous nos climats. Elle est de la même famille que les pommes de terre, les aubergines, les poivrons... etc. (**Bureaux, 2013**) sa classification est faite sous plusieurs caractères :

2.1. Classification botanique

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

La tomate appartient à la classification suivante : (**Cronquist, 1981**):

Règne.....*Plantae* ;
 Sous règne.....*Trachenobionta* ;
 Division.....*Magnoliophyta* ;
 Classe.....*Magnoliopsida* ;
 Sous classe.....*Asteridae* ;
 Ordre.....*Solanales* ;
 Famille.....*Solanaceae* ;
 Genre.....*Solanum ou Lycopersicon* ;
 Espèce.....*Lycopersicon esculentum Mill* ;

2.2. Classification génétique

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

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

2.2.1. Variétés fixées

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

2.2.2. Variétés hybrides

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

3. Structure et composition de la tomate

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

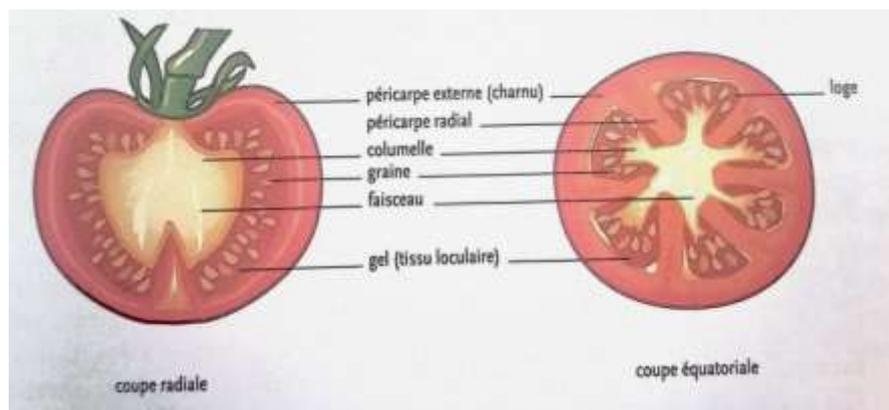


Figure 02: Structure d'un fruit de tomate (Navez *et al.*, 2009).

Les tomates peuvent avoir des compositions variables en fonction du cultivar, du lieu de culture, de la façon dont elles sont cultivées (technologie agricole et facteurs environnementaux) et du stockage après la récolte. Par exemple, une intensité

lumineuse plus élevée peut augmenter la teneur en caroténoïdes et en vitamine C (Genard *et al.*, 2010).

3.1. Composition majeurs

Contrairement à la plupart des fruits, la tomate est un aliment très peu énergétique, car prise crue, elle n'apporte qu'environ 22 Kcalories/100g et 26 Kcalories/100g à l'état cuit. La tomate comme la plupart des légumes, présente une bonne densité nutritionnelle avec: 95% d'eau et 5% de matière sèche composée de 50% de sucres (fructose et glucose), 25% d'acides organiques (acides citrique et malique), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés, de caroténoïdes et autres métabolites secondaires (Davies et Hobson, 1981).

3.2. Composition mineurs

La tomate contient de nombreux minéraux et oligoéléments et comme la plupart des fruits et légumes, elle apporte beaucoup de potassium (245,0 mg/ 100g) ce qui fait d'elle une source appréciable de cet important minéral (voire Tableau 01).

Elle peut fournir également 50 à 160 mg de vitamine C et 22,5 à 90 mg de vitamine E. Parmi les phyto-constituants, elle contient des polyphénols (l'acide férulique, l'acide chlorogénique, l'acide caféique), (Beecher, 1998) des flavonoides (la quercitrine, le kaempférol, la rutine et la naringénine), (Markovic, Ithruskar et Vahcic, 2006). Et des pigments porphyriques comme les chlorophylles et les caroténoïdes dont le carotène, le lycopène, les xanthophylles,... etc. Enfin le lycopène, qui lui donne sa couleur rouge, constitue avec le β -carotène l'essentiel des caroténoïdes que l'on peut trouver dans la tomate (Degrou, 2013).

Tableau 01 : Composition de la tomate fraîche (Cotte, 2000).

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

La composition en lipides varie en fonction de la variété et du degré de maturité lors de la récolte ; plus de 33 acides gras ont été répertoriés dans le péricarpe, avec une teneur en lipides de 0,3 g par 100g de poids frais (Degrou, 2013).

3.3. Principaux antioxydants

➤ Poly-phénol

Tous les végétaux possèdent des composés phénoliques. Ces derniers regroupent une large gamme de substances, des formes les plus simples: aux plus complexes (lignines et tanins) et possèdent tous un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Les composés d'intérêt pour la qualité du fruit sont principalement les acides phénoliques, les phenylpropanoïdes, les coumarines et les flavonoïdes (flavonols, anthocyanidins, flavanols...)(**Navez et al., 2009**).

Ces composés jouent un rôle sur l'apparence du fruit (pigmentation), son goût (astringence et amertume) et sa valeur nutritive (antioxydant). Les flavonoïdes sont majoritairement localisés dans la partie externe du fruit (Peau et péricarpe). Les acides hydroxycinnamiques (esters de glucose et d'acide quinique ou de glucosides formés avec les acides caféique, férulique et para-coumarique) sont plus présents au niveau de la chair et dans les graines et le gel qui les entoure (**Navez et al., 2009**).

Le composé phénolique le plus abondant dans le fruit de tomate est l'acide chlorogénique dont la concentration est la plus élevée au stade fruit vert et chute au cours du mûrissement. A l'inverse, la rutine et des dérivés de l'acide caféique voient leur concentration augmenter dans le fruit mûr (**Navez et al., 2009**).

➤ Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles qui contiennent une chaîne centrale hautement poly-insaturée. La structure de base des caroténoïdes est formée d'une longue chaîne hydrocarbonée en C18 où alternent simples et doubles liaisons portant quatre groupements méthyles, et de cycles en C6 (β -ionone), situés à chacune des extrémités de cette chaîne (**Bouzaata, 2015**).

Les caroténoïdes peuvent être de couleur rouge, jaune, ou orange et sont largement distribués dans la nature. Plus de 700 caroténoïdes naturels identifiés jusqu'à présent, dont 50 peuvent être absorbés et métabolisés par le corps

humain. Cependant, seulement 14 caroténoïdes ont été identifiés dans le sérum humain, dont le lycopène comme étant le plus abondant (**Bouzaata, 2015**).

Chimiquement, les caroténoïdes peuvent être divisés en deux classes principales. La première classe contient les caroténoïdes fortement insaturés tels que le lycopène, α -carotènes, β -carotènes, qui n'ont pas d'oxygène et ont habituellement une couleur orange et rouge. Vu leur richesse en insaturations, ils sont particulièrement susceptibles à l'oxydation (**Bouzaata, 2015**).

La deuxième classe contient les xanthophylles (lutéine, zéaxanthine), qui sont les dérivés oxygénés et ont un ou plusieurs groupes oxygénés (**Bouzaata, 2015**).

➤ Lycopène

Le lycopène appartient à la famille des caroténoïdes, c'est un polyène acyclique de chaîne ouverte avec 11 doubles liaisons et une formule moléculaire de

$C_{40}H_{56}$. Il a 11 doubles liaisons conjuguées disposées linéairement, le rendant le plus long caroténoïde.

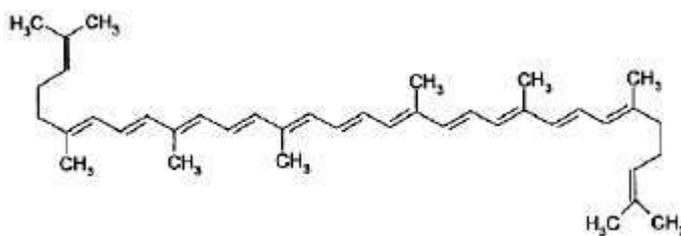


Figure 03 : Structure moléculaire du lycopène (**Stahl et al., 2000**).

Le lycopène est le caroténoïde prédominant de la tomate avec un taux de plus de 95%. Le lycopène, principal colorant responsable de la couleur rouge foncé caractéristique des fruits mûrs de tomate et des produits de tomate, a suscité beaucoup d'attention ces dernières années en raison de son effet bénéfique dans la prévention de certaines pathologies (**Kisselmina, 2011**).

Le lycopène est absorbé plus facilement par le corps humain lorsqu'il est préparé dans le jus, la sauce, la pâte, et le ketchup ceci peut se produire en partie parce

que le lycopène est inclus dans la matrice de fruit frais et des cellules végétales, ce qui empêche son dégagement complet (**Bouzaata, 2015**).

La transformation des produits alimentaires peut améliorer la biodisponibilité du lycopène en dégradant les parois cellulaires ce qui affaiblit les forces des liaisons entre le lycopène et la matrice de tissu, et augmente sa biodisponibilité. En plus, la forme isomérique du lycopène peut être changée des trans-isomères aux cis-isomères sous l'effet de la température ce qui augmente son absorption (**Bouzaata, 2015**).

En outre, parce que le lycopène est soluble dans la phase grasse, l'absorption augmente dans les régimes lipidiques. Bien que le lycopène soit disponible sous la forme de supplément, il est probable qu'un effet synergique soit produit lorsqu'on consomme le fruit entier parce que les autres composants du fruit (acide ascorbique, tocophérols, et d'autres caroténoïdes) peuvent augmenter l'efficacité du lycopène. Le lycopène, avec ses 11 doubles liaisons conjuguées et 2 non conjugués est 100 fois plus efficace que l' α -tocophérol en tant qu'antioxydant (**Bouzaata, 2015**).

4. Variétés et Formes de tomates

Il existe des milliers de variétés de tomates. En Europe, 3580 variétés sont maintenues et commercialisées, dont 442 en France. Il existe quatre grandes familles classées suivant la taille de leurs fruits : les tomates à gros fruits (100g et plus), les tomates cocktail à fruits moyens (entre 30 et 50g), les tomates cerises à petits fruits (15 à 20g) et enfin les tomates groseilles à très petits fruits (moins de 15g) (voire Figure 04 et 05) (**Bureau, 2013**).

On dénombre huit formes principales de fruits :

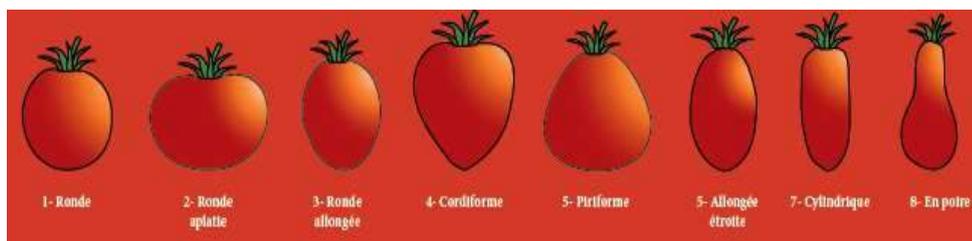


Figure 04: Huit formes principales de fruits de tomates (**Bureau, 2013**).

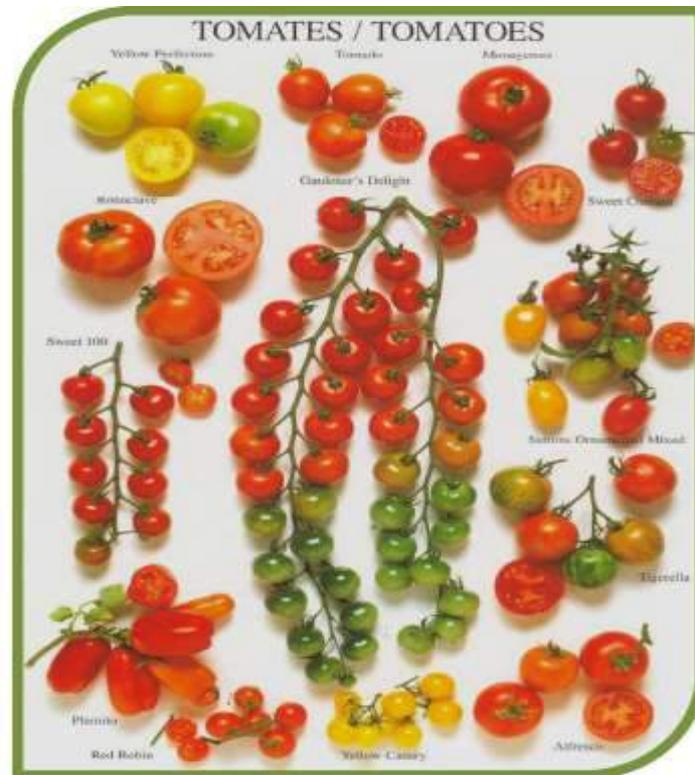


Figure 05: Diversité des formes, tailles et couleurs des fruits de tomate. (Benard et al., 2009).

5. Débat sur la qualification de la tomate

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

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

La controverse « fruit ou légume » a pris racine aux États-Unis, en mai 1893, alors que la tomate était légalement reconnue comme un légume à la suite d'un

jugement de la Cour suprême. Celui-ci invoquait des raisons commerciales du fait que la tomate était consommée comme un légume. A ce titre, on pouvait lui appliquer des droits de douane alors que les fruits en étaient exemptés (**Michaud, 2018**).

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

Bref que l'on désigne la tomate comme un fruit, un légume ou légume-fruit, on ne se trompe jamais vraiment! (**Michaud, 2018**).

6. Culture de la tomate

La culture de la tomate a énormément évolué au cours des dernières décennies. Les techniques culturales se sont diversifiées et sont mises en œuvre maintenant dans des conditions de milieu très variées et avec des types variétaux en constante évolution (**Blancard et al., 2009**).

Différents objectifs sont poursuivis par les professionnels : l'augmentation des rendements, l'élargissement du calendrier de production, la mécanisation des opérations et l'amélioration de la qualité des fruits, tant pour le marché de frais que pour les tomates destinées à la transformation industrielle (**Blancard et al., 2009**).

La culture de la tomate est possible toute l'année, mais elle donne les meilleurs résultats en saison sèche. Les températures idéales sont de 20 à 27°C. La fructification est mauvaise au-dessus de 30°C et en dessous de 10°C. La tomate pousse sur une large gamme de sols, mais préfère des sols limoneux, riches en matières organiques, bien travaillés et drainés. Le pH optimum est de 6.0 et 7.0. La rotation culturale est une pratique importante : planter la tomate après les céréales. Eviter de cultiver la tomate après une culture de solanacées (tomate, piment, aubergine...) (**Nimpagaritse, 2019**).

7. Exigences de la culture

La tomate est une plante d'origine tropicale, elle présente des exigences particulières : sensible au froid, craint beaucoup le gel et les vents chauds et très exigeante en température (Tikarrouchine, 2009).

7.1. Température et lumière

La température est le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate. Celle-ci réagit énormément aux variations thermiques qui ont lieu pendant le cycle de croissance. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus de la plante seront endommagés (Naika *et al.*, 2005).

La lumière est un facteur écologique fondamental. Elle intervient dans de nombreux phénomènes physiologiques, notamment la photosynthèse. (Belaid, 2016) Les exigences de la tomate en lumière sont aussi très grandes. La tomate est une culture neutre à la photopériode. Cependant, elle est exigeante en énergie lumineuse notamment pour l'initiation florale. (Philouze et Hedde, 1993).

7.2. Eau et humidité

Les besoins en eau de la tomate se situent entre 4000 et 5000 m³/Ha. Cependant, 3 phases physiologiques correspondant à des besoins en eau différents sont à distinguer :

- **De la plantation à la 1^{ère} floraison** : phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés.

- **De la floraison à la maturation** : phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés.

- **En fin de récolte** : phase de vieillissement les besoins en eau sont réduits. (ITCMI, 2015)

Une carence en eau provoque la chute des bourgeons et des fleurs ainsi que le fendillement des fruits (Naika *et al.*, 2005).

Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité est très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importants (Naika, *et al.*, 2005). Une humidité relative (RH) de 60 à 65 % est jugée optimale durant tout le cycle. (ITCMI, 2015).

7.3. Sol

Les préférences en type de sol sont très larges. Le sol doit être bien aéré et drainant.

L'asphyxie racinaire, même temporaire est préjudiciable à la culture. La teneur en matière organique du sol doit être assez élevée (2-3%) pour obtenir de bons rendements, Le pH optimal du sol est de 5,5- 6,8 (Elatir, Skiredj et Elfadl ,2003).

7.4. Salinité

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 4 mmhos/cm, soit 2,5 g/l de sels totaux, le rendement baisse de 10 %. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25 % à une salinité de l'ordre de 4 g/l. L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement export, suite à la réduction du calibre du fruit. A cet effet, un contrôle de la CE durant tout le cycle de la culture est indispensable. Le contrôle se fait au niveau des goutteurs (solution fille) à l'aide d'un conductimètre et elle doit être maintenue entre 1 et 2 mmhos/cm en fonction du stade de la culture et de la saison (Belaid, 2016).

7.5. Eléments fertilisants

Les besoins de la tomate en éléments fertilisants sont importants. Ils demandent à être ajustés en fonction de la technologie de production, de la nature du sol, de la stratégie d'irrigation et du rendement escompté (Péron, 2006).

Tableau 02: Exportations (en Kg) des éléments fertilisants par tonne de fruits de tomate. (Péron, 2006).

	N	P 2 O 5	K 2 O	Ca O	Mg O
Exportations (Kg/t de fruits)	4 à 5	1 à 1.5	5 à 8	3 à 5	0.8 à 1.2

8. Impact de l'environnement et des pratiques culturales sur la qualité des fruits

L'environnement et les pratiques culturales impactent le rendement et la qualité des fruits :

La planification de l'irrigation est un levier essentiel pour piloter le rendement et la qualité des tomates. Un apport d'eau trop important peut influencer négativement la teneur en solides solubles et le pourcentage de sucres réducteurs présents dans les fruits. À l'inverse, des volumes d'irrigation limités peuvent augmenter les teneurs en solides solubles, diminuer la taille et le poids des fruits frais et donc le rendement, et induire une sénescence précoce des plantes **(Boas, 2018)**.

De plus, la consistance et les paramètres de couleur du fruit semblent être influencés positivement par une disponibilité élevée en eau pour les plantes, tandis que la teneur en acide ascorbique est positivement affectée par des irrigations moins fréquentes **(Boas, 2018)**.

Une augmentation de la température peut modifier la qualité de la tomate en modifiant les propriétés physiques (taille, couleur, etc.) du fruit, ainsi que sa qualité sensorielle et nutritionnelle et peut améliorer la qualité gustative des fruits car elle diminue le taux d'acides organiques du fruit. Le taux de synthèse du lycopène est inhibé à des températures élevées ($> 30^{\circ}\text{C}$) et basses ($< 12^{\circ}\text{C}$). **(Boas, 2018)**.

Les tomates sont sensibles aux conditions de faible luminosité. Elles exigent un minimum de 6 heures d'ensoleillement direct pour fleurir. Toutefois, en cas de trop grande intensité du rayonnement solaire, des fentes, des brûlures solaires et une coloration inégale peuvent apparaître au stade mature. L'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruits et la couleur des fruits et peut avoir de profonds effets sur le rendement et la qualité des cultures **(Boas, 2018)**.

Des études réalisées avec des tomates produites en plein soleil ou à l'ombre ont montré que les tomates produites en plein soleil contenaient plus de sucres et de matière sèche que celles cultivées à l'ombre, la teneur en vitamine C est également régulée par l'environnement lumineux. En général, plus l'intensité lumineuse est faible, plus la teneur en acide ascorbique dans les tissus végétaux est faible. Une

faible intensité lumineuse réduit la synthèse des pigments, entraînant une coloration inégale des plantes (Boas, 2018).

9. Effets de la tomate sur la santé

9.1. Effet positif

Les caractéristiques de la tomate en font un aliment de choix pour la santé. De fait, les bienfaits d'une consommation régulière de tomates sont nombreux

Du fait que la tomate est peu calorique tout en étant nutritive, elle contribue à maintenir un poids santé. De plus, les fibres qu'elle contient stimulent le transit intestinal (pourvu que l'on consomme le fruit en entier avec la peau) (Michaud, 2018).

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

Plusieurs études ont révélé que la consommation régulière de lycopène inclus dans les produits de la tomate pourrait contribuer à prévenir certains cancers, plus particulièrement le cancer de la prostate. D'ailleurs, selon le docteur Richard Béliveau: « La tomate est la meilleure amie de la prostate.» On présume également que le lycopène prévient les maladies cardiovasculaires en diminuant le cholestérol. En outre, le lycopène pourrait être aussi efficace pour neutraliser les radicaux libres produits par l'action des rayons ultraviolets (UV) sur la ce qui aurait pour effet de contribuer à ralentir le vieillissement de la peau causé par l'exposition au soleil (Michaud, 2018).

Le lycopène s'absorbe plus efficacement lorsque les tomates sont transformées en sauce. D'une part, la sauce contient une forte concentration de lycopène, d'autre part, les températures élevées modifient la structure du lycopène et le rendent plus assimilable. Enfin, le lycopène étant liposoluble, son absorption par l'intestin est améliorée par la présence d'huile (Michaud, 2018).

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

9.1. Effet négatif

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

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

CHAPITRE II :

TRANSFORMATION INDUSTRIELLE DE LA TOMATE

Chapitre II. Transformation industrielle de la tomate

La notion de filière tomate industrielle est indiquée 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. » (Hugon, 1988).

1. Production de la tomate industrielle

1.1. Production mondiale

140 millions de tonnes de tomates sont produites chaque année dans le monde pour l'industrie et pour le frais. Première espèce cultivée, la tomate représente 1/6 de la production mondiale de légumes (pomme de terre de conservation exclue). Son essor (+27%) durant les dix dernières années a été en grande partie lié à l'accroissement de la production asiatique alors qu'elle progressait plus modérément sur les autres continents. On peut considérer qu'environ 1/4 de cette récolte est destinée à l'industrie de la conserve (Navez *et al.*, 2009).

Plus de la moitié de la production mondiale provient de l'Asie (53 % de la production totale), en particulier de la Chine (34 millions de tonnes), de la Turquie (10,6 millions de tonnes) et de l'Inde (10,5 millions de tonnes). Environ 20 % de la production chinoise est destinée à l'industrie et ce pays est devenu en quelques années le premier fournisseur mondial sur ce segment de marché. Plusieurs pays du moyen orient (Iran, Jordanie, Syrie) sont également des producteurs significatifs de tomates (voire tableau 03 et figure 06) (Navez *et al.*, 2009).

Tableau 03 : Production et échanges moyen de la tomate dans le monde en milliers de tonnes (du 2006 à 2009). (Navez *et al.* , 2009).

	Production Total	Dont transformé	Importation Frais	Transformé	Exportation	Transformé
Monde	137384		5759	3587	6021	3913
Europe	21485		3425	2126	2622	2455
France	672	180	481	228	156	15
Italie	6297	5082	86	192	108	1644
Américain	25921		1405	363	1470	401
États-Unis	14015	11754	1060	44	214	258
Brésil	3835	1214	ε	8	4	7
Asie	72253		891	577	1601	1022
Chine	33876	6553	ε	16	94	773
Turquie	10559	2050	ε	ε	372	122
Afrique	1724		32	427	321	30
Egypte	9281	130	ε	ε	10	1
Maroc	1283	153	ε	5	279	3
Tunisie	1123	710	ε	ε	6	18

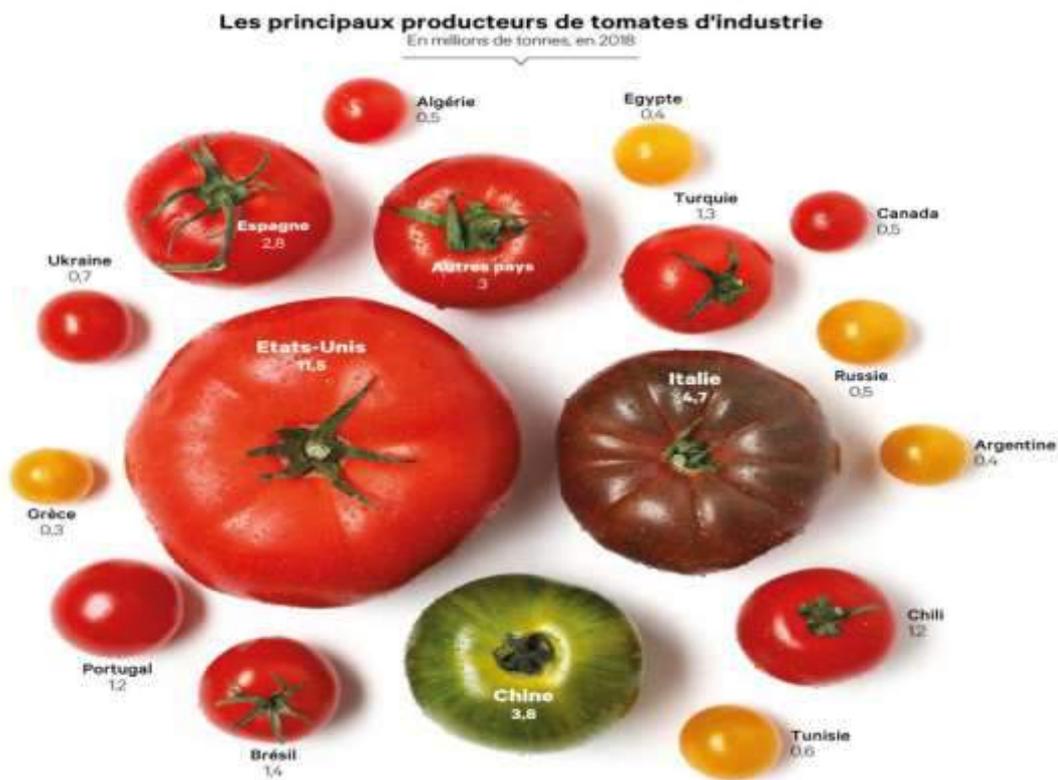


Figure 06 : Principaux producteurs de tomate d'industrie en million de tonnes, en 2018 (Colomb et Grandin, 2019).

1.2. Production en Algérie

En Algérie, cette culture est répandue sur la partie nord du territoire principalement la partie nord-est du pays, en particulier à Guelma, où elle est cultivée à partir de plants (isolés ou en motte) provenant d'une pépinière. La zone consacrée à la production de tomates de culture industrielle a connu une augmentation régulière, atteignant une moyenne de 1 803 hectares au cours des cinq années (2005-2010), occupant 19% de la superficie totale. Atteindre une moyenne de 3 452 hectares pour les cinq prochaines années (2010-2015) (**Bennacer et Cherrad, 2018**).

Cette augmentation de la superficie cultivée s'est traduite par une croissance continue de la production, qui a presque doublé (**Figure 07**). En fait, il était en moyenne de 389 qx/ha pendant la période 2005/2010, ils se sont élevés à 668 qx/ha pendant la période 2011-2015 (**Bennacer et Cherrad, 2018**).

Ceci est dû aux l'augmentation des superficies repiquées, l'utilisation de l'irrigation ainsi que la politique des prix de soutien de l'Etat pour les agriculteurs et pour les industriels. Mais la particularité la plus importante de cette filière, est la présence récente d'unités de transformation (**Bennacer, 2018**).

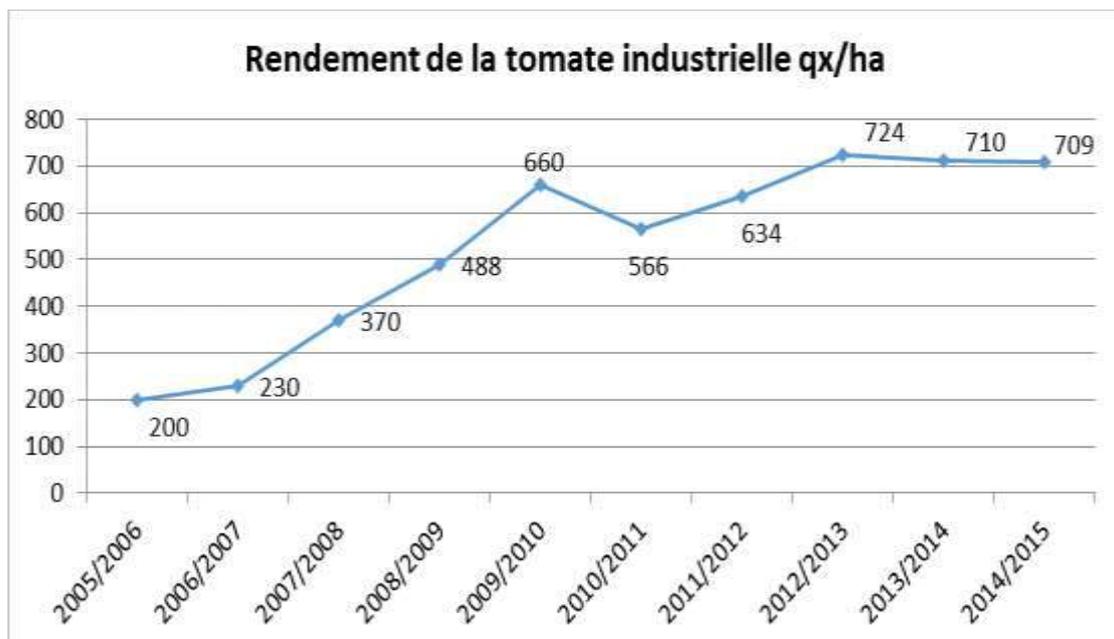


Figure 07 : Rendements de la tomate industrielle dans le bassin de Guelma (qx/ha).
(Source : DSA GUELMA, 2016)

1.2.1. Principales zones de production de la tomate

En Algérie, les principales zones de production de la tomate sont résumées comme suit:

- ✓ **Zone Est** : Biskra, Skikda, Jijel, Guelma, Annaba, El taref.
- ✓ **Zone Centre** : Alger, Boumerdes, Tipaza, Blida et Ain-Defla.
- ✓ **Zone Ouest** : Chlef, Sidi-Bel-Abbès et Tindouf.
- ✓ **Zone Sud** : Adrar, Timimoun et Ouargla. (**Ghebbi, 2016**).

1.2.2. Calendrier de production de la tomate

La période de production de la tomate industrielle en Algérie va du mois d'Avril-Mai jusqu'au mois de septembre, à l'opposé de la tomate maraîchère, qui est produite durant toute l'année, en particulier sous serre en période hivernale. (**Chelha, 2001**).

La production de la tomate industrielle, enregistre des pertes importantes dues à la grande pression qu'elle subit, au niveau des usines. Ces pertes sont provoquées, par le manque d'organisation dans le calendrier de production, et surtout des moyens limités pour son stockage.

Afin d'harmoniser les relations entre la production de la tomate et sa transformation,

Chelha (2001), a proposé un système d'étalement du calendrier de production, par le choix de deux variétés, une précoce et une autre tardive (récolte échelonnée).

3. Caractéristiques de la tomate destinée à la transformation

Selon **Miladi (1970)**, la matière première est un facteur important. Les tomates à transformer en concentré doivent être fraîches saines et de couleur rouge, elles doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- ✓ Pour le **Calibre du fruit** : Il doit être de gros calibre (9/10 fruits/kg) ; ceci implique la diminution de la main d'œuvre à la récolte ainsi qu'en usine.

- ✓ Pour la **Couleur** : la couleur doit être d'un rouge caractéristique, aussi bien pour la peau que pour la pulpe, une défaillance de couleur donne un mauvais produit fini.
- ✓ **Résistance à l'éclatement et à l'écrasement** : Il faut toujours avoir des variétés de fruits résistants au moment de la récolte, puisqu'elles sont sujettes au transport et au stockage.
- ✓ **Pectines** : afin d'augmenter la consistance du produit fini, le fruit doit avoir une forte teneur en pectines.
- ✓ **Extrait sec** : un bon cultivar doit titrer au moins 5.5 indice réfractométrique. (**Montigaud et al., 1983**).
- ✓ **pH** : Selon **Rey et Costes (1965)**, le pH du jus de fruit doit être entre 4.05 et 4.15 pour assurer une bonne conservation.
- ✓ **Acidité** : La teneur en acide totale exprimée en g d'acide citrique dans la tomate fraîche ne doit pas être inférieure à 0.35%.
- ✓ **Vitamine C** : elle est importante d'un point de vue nutritif, elle joue un rôle d'antioxydant (20mg /100g de jus de tomate).
- ✓ **Sucres**: Selon **Rey et Costes (1965)**, la teneur en sucres chez la tomate est de 2.5 à 3.5 %, cette teneur est variable selon la variété, la période de maturation du fruit et l'époque de l'année. Ils représentent près de la moitié de la matière sèche.
- ✓ **Arôme** : L'arôme doit être fort, car une grande partie de celui-ci se perd par évaporation au moment de la transformation (**Grasselly, 2000**).
- ✓ **Nitrate et sulfate** : Il est conseillé d'avoir une très faible teneur en nitrates et sulfates pour ne pas entraîner la corrosion des boîtes.

4. Procédés de transformation industriels de la tomate

A l'arrivée en usine, les tomates fraîches doivent être contrôlées. Pour cela, on examine les points suivants :

- ✓ Uniformité de la couleur ;
- ✓ Séparer les fruits trop ou insuffisamment mûrs ;
- ✓ Présence de terre ou matière étrangère ;
- ✓ Séparer les fruits de variété de tomate qui ne sont pas destinées à la transformation (**Ghebbi, 2016**).

➤ **La réception et lavage des tomates:** Les tomates livrées à l'usine dans des camions, sont déchargées par injection d'eau grâce à des tuyaux mobiles vers des piscines de stockage remplies d'eau. Ce procédé permet à de débarrasser les fruits de la poussière des champs et des feuilles.

L'eau servant à ce lavage doit être potable et chaude pour éviter l'accumulation des microorganismes. (**Ghebbi, 2016**).

En effet, les tomates fraîches subissent trois étapes de lavage:

- ✓ Etape n°1 : déchargement et lavage 1.
- ✓ Etape n°2 : transport et lavage 2.
- ✓ Etape n°3 : lavage final après opération de triage. (**Dogui, 2016**).



Figure 08 : Chargement d'un camion de tomates industrielles (**Belaid, 2016**).



Figure 09 : Lavage de la tomate (Verlag, 2006).

- **Triage :** Les tomates lavées sont transportées vers la chaîne de triage où sont enlevées, manuellement les fruits pourris ou endommagés. Au cours de cette opération, le lavage se poursuit au niveau de chaque chaîne par un rinçage en continu (pulvérisation sous pression) de tout le système de transport au moyen de rampes glisseurs (Dogui, 2016).

- **Broyage:** Après triage, les tomates sont déchiquetées et broyées avant de subir un préchauffage. En général, ces légumes sont entraînés par une vis sans fin vers les broyeurs de chaque chaîne où se fait le malaxage. Le produit broyé est collecté dans des cuves équipées d'une pompe de refoulement vers l'étape de préchauffage (Dogui, 2016).

- **Préchauffage:** Le préchauffage est assuré par la vapeur provenant de la chaudière à une température de 80 à 85 °C. En effet, le produit broyé passe dans des cuiseurs en inox (échangeurs de chaleur modulaires à faisceaux tubulaires ou autres). Cette opération permet de faciliter la séparation des grains et de la pellicule de la pulpe des légumes pour préparation à l'étape de raffinage (Dogui, 2016).

- **Passoire :** Cette étape est destinée à faire déposer les épluchures pour purification du produit (Dogui, 2016).

- **Extraction et raffinage:** Le produit passe à travers des extracteurs centrifuges à axe vertical. Le jus extrait est pompé vers des évaporateurs, alors que les déchets (pellicules, graines...) sont évacués par une vis sans fin dans un réservoir de collecte (Dogui, 2016).

- **Concentration:** Le jus raffiné contient encore un excès d'eau qu'il faut éliminer afin d'obtenir un produit de concentration entre 28% et 30%. Le principe de cette opération est basé sur l'évaporation en continu de la fraction d'eau libre existante dans le jus par élévation de la température avec élimination de la vapeur ainsi formée (Dogui, 2016).

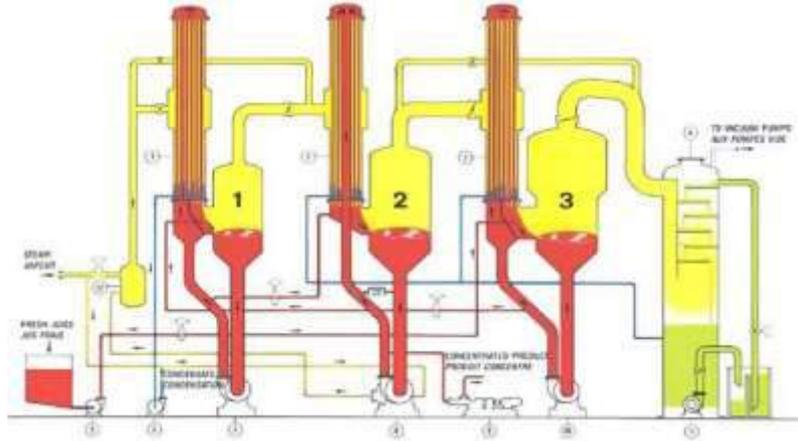


Figure 10: Schéma d'un concentrateur. (El Aouni, 2015).

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



Figure 11 : Photo d'un pasteurisateur (Bouزيد, 2014).

- **Remplissage et sertissage:** Le concentré pasteurisé passe aux opérations de dosage, de remplissage et de sertissage des boîtes métalliques (Dogui, 2016).

- **Stérilisation des boîtes:** La stérilisation des boîtes remplies de produit concentré se déroule dans des autoclaves contenant de l'eau chaude à 90-95 °C, pendant un temps de séjour d'environ 20 minutes. Cette étape permet la destruction de tous les micro-organismes qui pourraient exister à l'intérieur des boîtes de concentré de tomate (**Dogui, 2016**).
- **Refroidissement:** Les boîtes stérilisées sont refroidies avec de l'eau (**Dogui, 2016**).
- **Séchage et conditionnement:** 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. Après emballage, les cartons sont stockés sur des palettes pour être commercialisés (**Dogui, 2016**).



Figure 12 : L'encartonnage de produit fini (**Bouزيد, 2014**).

Le processus total avec ses 12 étapes est schématisé dans la figure 3 ci-dessous :

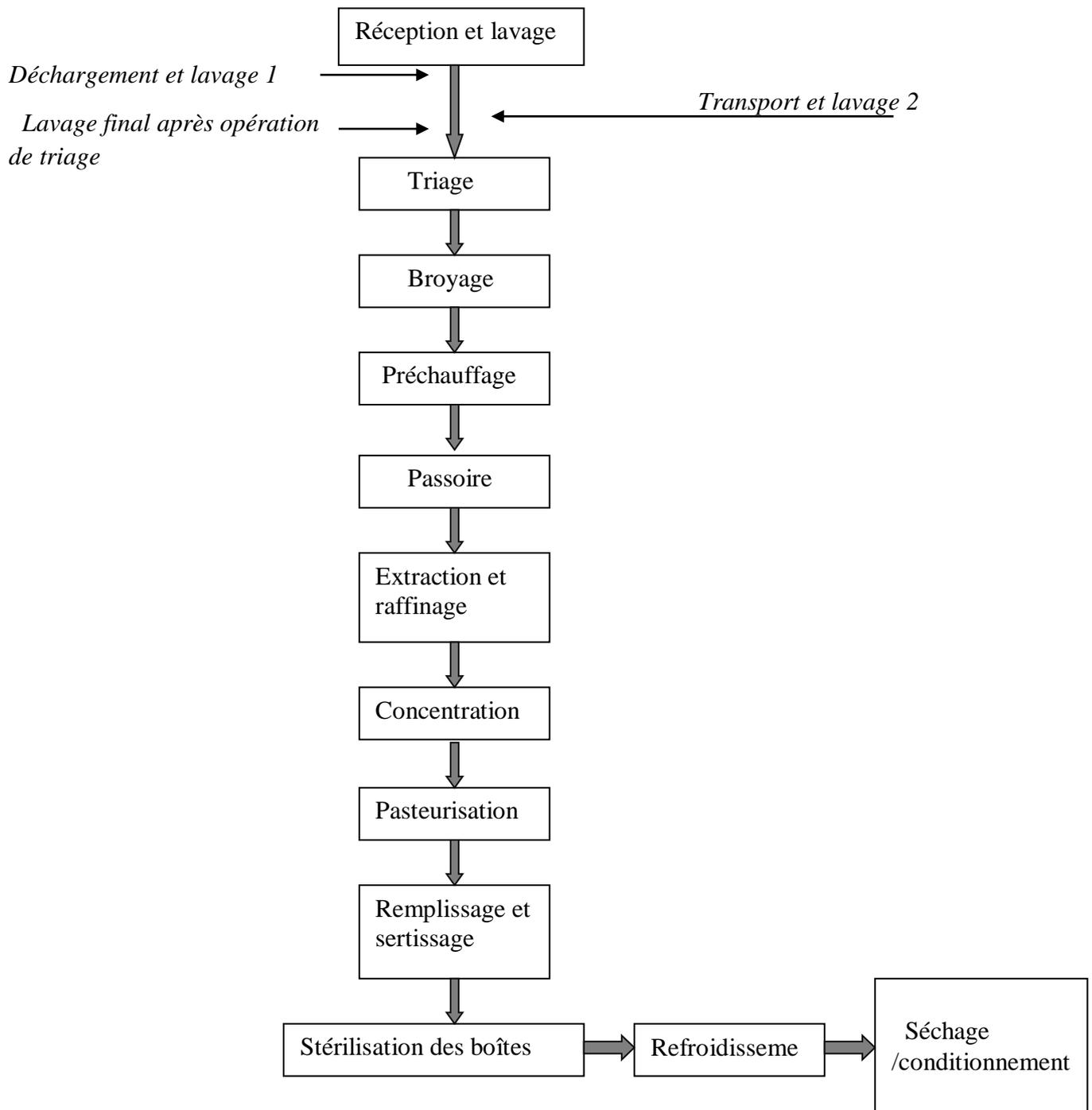


Figure 13: Diagramme de fabrication du double concentré de tomates (Dogui, 2016).

5. Produits de dérivés de la transformation de la tomate

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, le concentré et la poudre de tomate (Goloubiev et Chebane, 1988).

- **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 %

- **Transformation de tomate en confiture** : En France, la confiture de tomates vertes est plus répandue tandis qu'en Amérique du Sud, c'est la confiture de tomates rouges qui est plus populaire, notamment en Argentine où elle est parfumée avec des clous de girofle et du sucre roux (Goloubiev et Chebane, 1988).

- **Pulpe de tomate**: Il s'agit de tomates écrasées avant ou après élimination des peaux et des graines (Hayes *et al.*, 1998).

- **Jus de tomate**: C'est le jus provenant des tomates entières écrasées dans lesquelles la peau et les graines ont été éliminées, et qui a été soumis à une fine désagrégation. Il est donné à la consommation sans dilution ou concentration.

- **Pâtes de tomates**: C'est le produit résultant de la concentration de la pulpe de tomate après l'élimination des peaux et des graines et contenant 24% ou plus de substances solubles totales. Les pâtes de tomate sont commercialisées dans des petits emballages (Hayes *et al.*, 1998).

- **Purée de tomate**: C'est le terme appliqué aux pâtes de tomates de faible concentration comprise entre 8 et 24 % de substances solides solubles (Hayes *et al.*, 1998).

- **Sérum de tomate** : C'est le jus de tomate qui a été filtré ou centrifugé pour éliminer complètement les particules solides en suspension (Hayes *et al.*, 1998).

- **Sirop de tomate**: Il correspond au sérum de tomate qui a été concentré.
- **Sauces tomate** : Dans lesquelles on trouve :
 - **Ketchup**: C'est une sauce de tomate fabriquée à partir de purée de tomate à laquelle on ajoute le vinaigre, le sucre, le sel, l'oignon, ail et le poivre.
 - **Sauce de chili** : La préparation de cette sauce est identique au ketchup sauf que les tomates sont utilisées entières et pelées (**Hayes et al., 1998**).

6. Avantage et inconvénient de la transformation de la tomate

La transformation des fruits présente une série d'avantages :

- ✓ Cela permet leur consommation hors saison.
- ✓ Cela améliore l'approvisionnement en éléments nutritifs du ménage agricole.
- ✓ Cela améliore les possibilités de conservation des tomates.
- ✓ Cela permet des périodes d'entreposage plus longues que pour les tomates fraîches.
- ✓ Cela facilite l'entreposage; les bouteilles, les bocaux etc. sont plus faciles à entreposer que les tomates fraîches.
- ✓ Cela réduit les pertes post-récolte de la culture de tomates.
- ✓ Cela améliore le marketing des tomates car cela les rend plus faciles à utiliser pour les acheteurs.
- ✓ Cela permet d'étiqueter les produits, ce qui améliorera la présentation de commercialisation pour les acheteurs.
- ✓ Cela permet de présenter un nouveau goût aux consommateurs.
- ✓ Cela permet une diversification au niveau des revenus de l'agriculteur/trice. (**Naika et al., 2005**).

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

- ✓ Les grandes entreprises de transformation peuvent vendre les tomates traitées à des prix qui sont trop bas pour ceux qui le font à petite échelle, la concurrence est inégale.

- ✓ Les frais d'installation d'un équipement de transformation peuvent être élevés.
- ✓ Les frais de transformation, en termes de main d'œuvre, de temps, de machines etc. peuvent être considérables pour une opération saisonnière.
- ✓ Les sources d'énergie requises pour effectuer la transformation sont parfois rares et peuvent coûter cher (Naika *et al.*, 2005).

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

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

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

Les procédés de transformation entraînent généralement la perte de composés, notamment de la vitamine C qui est très sensible à la chaleur et à la lumière. Les teneurs en micro constituants restent toutefois relativement importantes dans les produits finaux (Ghebbi, 2016).

Pour le concentré de tomate, les teneurs en micro constituants par rapport à la matière fraîche sont généralement élevées du fait de l'étape de concentration. En effet, la réduction de la teneur en eau du produit entraîne une concentration de la matière sèche et une libération des micros constituants. Finalement, même s'ils sont dégradés au cours du procédé de transformation, ils peuvent être retrouvés dans des proportions

plus importantes que dans les tomates fraîches grâce à l'étape de concentration (Ghebbi, 2016).

8. Évolution des produits au cours de la conservation

Une fois préparés, les produits à base de tomate sont parfois stockés plusieurs mois avant d'être consommés. Les concentrés de tomate destinés à être transformés peuvent être conservés dans des fûts pendant une période plus ou moins longue avant d'être utilisés. D'autres part, les produits finis, prêts à être commercialisés, sont conditionnés dans des bouteilles ou flacons en verre, des boîtes métalliques, des tubes en aluminium, ou encore dans des briques alimentaires de type Tétrapack. Ils sont conservés en magasin puis chez le consommateur dans des conditions qui peuvent être très variables (température et durée de stockage, intensité lumineuse, humidité, etc.) et avoir des conséquences sur les qualités nutritionnelles du produit (Chanforan, 2010).

Parmi les micro-constituants, l'acide ascorbique est celui dont l'évolution au cours du stockage est la mieux connue. Ce composé très sensible à l'oxydation se dégrade lors du stockage et sa disparition s'accélère quand la température augmente. Les traitements thermiques appliqués lors de la transformation ont également un impact sur la stabilité de l'acide ascorbique au cours du stockage, l'oxydation initiée lors des procédés se poursuivant pendant la conservation (Chanforan, 2010).

Les teneurs en lycopène (*E+Z*) semblent stables dans des pulpes, purées, concentrés et jus, y compris en conditions de stockage extrêmes (3 mois à 50 °C). Quant au β -carotène, les études effectuées concernant son évolution lors du stockage sont rares et leurs conclusions divergent. Selon Lavelli et Giovanelli (151), ce composé se dégrade au cours des 3 mois de stockage, même à 30 °C (température étudiée la plus basse) alors que Ordóñez-Santos *et al.* (161) observent une augmentation significative de la teneur en β -carotène dans de la pulpe conservée 6 mois à 20 °C (Chanforan, 2010).

Les composés phénoliques semblent peu affectés par le stockage, les teneurs en polyphénols totaux ayant même parfois tendance à augmenter. Cette augmentation peut s'expliquer par l'hydrolyse de composés glycosylés ou la libération de composés

initialement présents dans les cellules. Ces réactions sont initiées pendant les procédés de transformation et se poursuivent ensuite (**Chanforan, 2010**).

Globalement, des températures proches de 20 °C semblent optimales pour maintenir les teneurs en antioxydants dans les produits à base de tomate, sauf pour l'acide ascorbique qui se dégrade même à très faibles températures. Les emballages dans lesquels sont conditionnés les produits ont également leur importance. En effet, les différents matériaux utilisés sont plus ou moins perméables à l'oxygène et à la lumière, deux paramètres susceptibles d'accélérer l'oxydation des micro-constituants. Un jus de tomate conservé 12 mois dans des bouteilles en verre ou dans des briques Tétra Pack présente les mêmes caractéristiques nutritionnelles. Ces deux matériaux sont hautement imperméables à l'oxygène et permettent de préserver au mieux les micro-constituants contenus dans le jus (**Chanforan, 2010**).

Dans ce cas, l'oxydation de l'acide ascorbique, qui a lieu pendant le stockage, serait principalement due à la présence d'oxygène préalablement dissout dans le produit au cours de la transformation (**Chanforan, 2010**).

9. 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 des populations. D'une manière générale, il s'agira de veiller à ce que les différentes transformations conservent les propriétés nutritionnelles et organoleptiques de la tomate. Pour ce faire le contrôle se fera à différents niveaux (**Kidja, 1991**).

9.1. 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 à travers l'opération tirage-parage. Il est visuel. Il consistera essentiellement à éliminer les tomates non mûres, les tomates avariées, infectées par les moisissures ou bactéries et si possible couper les parties en cause. Cette partie 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 (**Kidja, 1991**).

9.2. Contrôle de fabrication

Il s'agit ici de respecter les spécifications des spécialistes et du fabricant des équipements. 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 (**Kidja, 1991**).

9.3. Contrôle sur le 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 (**Kidja, 1991**).

9.3.1. 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 (**Kidja, 1991**).

9.3.2. Contrôle de 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 bonne état. Pour les contrôles des caractéristiques du concentré il faut vérifier :

- la couleur : rouge;
- la texture et la consistance;
- le taux d'impuretés;
- la saveur et l'arôme la teneur en sucres, vitamines et minéraux;
- l'acidité;

Il s'agira de comparer ces valeurs aux normes (**Kidja, 1991**).

Partie pratique

CHAPITRE III:

MATERIEL ET METHODES

Chapitre III. Matériel et méthodes

1. Objectif de l'étude

Le but de ce travail est d'étudier et comparé la qualité physico-chimique des huit marques de tomate en conserve vendues au niveau des supérettes de la wilaya de Guelma.

2. Représentation d'unité AMOR BENAMOR

Le Groupe Ben Amor, ayant le statut d'une société à responsabilité limitée (SARL) à caractère familial, est fondé en 1984. Le Groupe est actuellement dirigé par les frères, fils du BENAMOR père fondateur, Amor BENAMOR. Ce groupe est principalement spécialisé dans la production agroalimentaire, (**Assassi, 2017**).

Elle possède de 2 unités de transformation dans la wilaya de Guelma.

La première est située dans la commune de Bouati Mahmoud à 17 km de Guelma avec une capacité de production 1 600 t/jour de tomate. (**Bennacer, 2018**).

La conserverie, mise en marche en 1986 dans la production de conserve de tomate, a intégré quelques années plus tard la transformation de l'abricot et du piment pour la production de la confiture et de la Harissa. (**Assassi, 2017**).

La deuxième se localise dans la zone industrielle de la commune d'El Fedjoudj à 05 km de Guelma avec une plus grande capacité de production soit 3 600 t/jour.

Le groupe BENAMOR possède une troisième unité de transformation située dans la commune de Benazouz qui relève de la wilaya de Skikda avec une capacité de 2 400 T/jour. (**Bennacer, 2018**).

Le groupe s'est ensuite diversifié et a créé plusieurs filiales. Dans cette logique a été créée la SARL les moulins BENAMOR en 2000. Cette dernière est spécialisée dans la deuxième transformation de blé dur. (**Assassi, 2017**).



Figure 14 : situation de la conserverie de tomate Amor Benamor (Google earth 2021).



Figure 15 : Conserverie Amor Benamor. (Photo prise par Ben ameur).

La CAB est organisé en cinq départements, dirigés par un directeur général :

- Le département d’approvisionnement qui gère les stocks et les besoins de l’entreprise (matières premières et autres équipements).
- Le département de production.

- Le département de comptabilité.
- Le département des ressources humaines qui a pour rôle principal le recrutement et la formation du personnel pour répondre aux besoins réels de l'entreprise en termes d'effectifs et de compétences, s'occupe aussi de la gestion des paies, de l'assistance sociale et du gardiennage. (Assassi, 2017).
- Le département de commercialisation a comme principaux rôles : l'administration des ventes, leur développement, le maintien et la progression de la part de marché et la veille à l'image de l'entreprise. (Assassi, 2017).

➤ **Commercialisation des produits de la CAB**

La production du groupe, qu'il s'agisse de celle de la conserverie ou de celle des moulins Amor BENAMOR, couvre actuellement une grande partie des besoins de l'Est algérien.

Le développement récent du complexe BENAMOR ainsi que la volonté de ses dirigeants et leur détermination à préserver, voire améliorer la qualité de leurs produits, ont incité ce groupe à mettre en place toute une structure pour une distribution plus efficace et plus importante de leurs marchandises avec 11 points de vente situées dans les 11 wilayas suivants : Alger, Tizi-Ouzou, Bejaïa, Constantine, Sétif, Annaba, Guelma, Djelfa, El-Oued, Oran et Tlemcen. (Bouزيد, 2014).

3. Echantillonnage

Notre étude a porté sur des doubles concentrés (DCT) de tomate issus de processus technologiques à poids net 400g. Pour cela, nous sommes allés à la superette et nous avons prélevé par hasard huit échantillons de tomates en conserve fabriquées dans diverses usines en Algérie à la même période de fabrication (juillet, aout, septembre) pour s'assurer que la récolte de la matière première est locale. (Tableau 04)

Le 16 mars 2021, nous avons commencé notre stage au niveau du laboratoire Amor BENAMOR pour faire l'étude comparative de la qualité physico-chimique des échantillons achetés. L'étude consiste à déterminer les paramètres suivants : le poids, le pH, le Brix, l'acidité, la viscosité et la couleur. Après cela, nous avons fait l'analyse de la présence des points noirs et contrôler le sertissage de l'emballage métallique au niveau de laboratoire de notre université.

Tableau 04 : Identification des échantillons.

Nom commercial	Marque et Usine de fabrication	Les dates de fabrication
Avril	Rachrache Abderrazek / El Taref	13/08/2020 13/08/2023
Bestom	SIBA / Route Constantine –Annaba	28/07/2020 27/07/2023
CAB (emballage dorée)	Amor Benamor / Guelma	24/07/2020 24/07/2023
Elhara	Condi labelle / Boumerdes	07/07/2020 07/07/2023
Hello	Amor Benamor / Guelma	26/07/2020 26/07/2022
Izdihar	Ain nechma / Skikda	11/07/2020 11/07/2022
Jumbo	Rachrache Abderrazek / El Taref	29/08/2020 28/08/2022
Mahbouba	SARL Mahbouba /Annaba	03/09/2020 02/09/2020



Figure 16 : Echantillons analysés (Photo prise par Ben ameur).

Pour éviter tous problèmes de publicité pour les différents marques présentée ci-dessus, on a opté à coder tous les échantillons par un code anonyme pour le bien de tous le monde.

4. Description du DCT.

Tableau 05 : Description du DCT (El Aouni, 2015).

Produit	Double Concentré de Tomates
Ingrédients	Tomates fraîches
Caractéristiques physico-chimique	Extrait sec : 28%-30% pH : 3.90-4.50 Acidité totale : 7%
Conditionnement	Mise en boîte métallique
Condition de stockage	A conserver au frais après ouverture entre 3-4°C
Date limite de consommation	3 ans
Endroit où le produit sera vendu	Les vendeurs en détail et les grandes surfaces
Présentation	1/6 (140g) 1/2(400g) 4/4 (800g).

5. Méthodes d'analyses physico-chimiques

5.1. Détermination du poids net

La mesure du poids s'applique sur le produit fini, à l'aide d'une balance analytique préalablement tarée avec une boîte vide.

□ Mode d'opérateur

- le « poids net » est celui du produit contenu.
- On pèse le produit emballé on doit dire : le « poids brut ».

On ouvre la boîte, le vider de son contenu, le laver, le rincer, l'essuyer, le peser vide avec son couvercle, c'est « poids d'emballage ».

-le poids net total est donné par la relation :

$$\text{PNT} = \text{poids brut} - \text{poids d'emballage.}$$



Figure 17 : Poids brut d'une boîte (Photos prise par Hamamdia).

5.2. Détermination du pH (NF V05-101).

Le potentiel hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit. Cette expression a une valeur aussi bien physico-chimique que microbiologique puisqu'une classification officielle des conserves alimentaires d'origine végétale est faite justement sur la base de ce paramètre (JORA, 1998). La valeur du pH permet de déterminer si le milieu est acide ou alcalin sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH à neutralité.[1]

□ Principe

La détermination du pH des dérivés de tomate s'effectue électrométriquement à l'aide d'un pH-mètre (CEE, 1986) avec une électrode de verre lié à l'activité des ions d'hydronium H^+ . (Abdelli et Denidni, 2018).

□ Mode d'opérateur

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

- On lit la valeur du pH sur l'écran du pH-mètre lors de l'obtention d'une valeur stable.



Figure 18 : Détermination du pH (Photos prise par Ben Ameer).

5.3. Détermination du Brix (°B)

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

Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé. Cette concentration mesurée à 20°C par l'indice de réfraction est ensuite exprimée par le pourcentage en masse, est mesurée selon une méthode normalisée au moyen d'un réfractomètre (Boumendjel *et al*, 2012).

□ Principe

Le réfractomètre détermine l'indice de réfraction de la lumière d'une matrice solide ou liquide. Cet indice s'observe par la déviation d'un faisceau lumineux suivant la nature du milieu dans lequel il se propage. L'angle du faisceau dévie en fonction du taux de matière sèche soluble dans le milieu, plus la concentration de matière sèche soluble est élevée, plus la réfraction est importante.[2]



Figure 19: Refractomètre de laboratoire (Photos prise par Bessioud).

□ **Mode d'opérateur**

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

5.4. Détermination de l'acidité titrable

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

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

□ **Principe**

Le dosage étant effectué par titration avec une base forte (NaOH 0,1N) par virage d'un indicateur coloré (la phénophtaléine). La concentration des acides dans les

aliments, tels que les acides acétique, citrique, lactique et malique, est déterminée par titrage d'une prise d'essai à l'hydroxyde de sodium jusqu'à virage à un pH de 8,1. L'acide prédominant de la tomate est l'acide citrique monohydrate (**Boumendjel et al, 2012**).

□ **Mode d'opérateur**

- On pèse 10 grammes environ de tomate à analyser.
- On transvase l'échantillon dans une fiole jaugée de 200 ml à l'aide d'entonnoir.
- On ajuste à 200ml avec de l'eau distillée.
- Bien agiter et filtrer.
- On prélève 50ml de filtrat et on le met dans un bêcher de 1000 ml à l'aide d'une pipette jaugée.
- On dilue avec 400 ml d'eau distillée.
- On ajoute 3 gouttes de phénolphtaléine tout en agitant.
- On verse goutte à goutte la solution de soude à l'aide d'une burette, sous agitation, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistant de pH près de 8,1.
- On note le volume versé de la soude.

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

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

V : Volume de NaOH utilisé en ml.

0,64 : Coefficient d'acide citrique.



Figure 20 : Préparation du filtrat de la tomate concentrée pour l'analyse de l'acidité titrable (**Photos prise par Bessioud**).

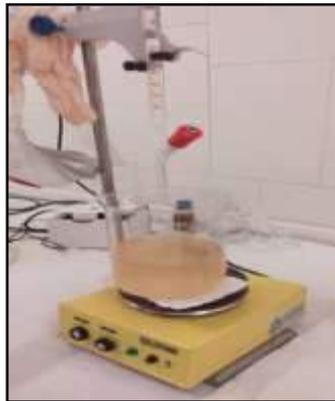


Figure 21 : Titration par NaOH (Photos prise par Ben Ameer).

5.5. Détermination de la couleur

L'analyse de la couleur a été effectuée grâce à une méthode normalisée par le bureau communautaire de référence de la CEE, à travers l'emploi d'un colorimètre tri stimulus. Le colorimètre détermine les valeurs des paramètres : (L^*) luminosité, (a^*) la couleur rouge et (b^*) la couleur jaune puis le rapport recommandé par les normes a/b. (Boumendjel et al, 2012).

□ Mode d'opérateur

- Avant la mesure de la couleur on doit ajuster la valeur de Brix des échantillons à une valeur de 12,5%. Pour cela on a pesé 70g d'échantillons pour les dilués selon leur Brix dans un volume d'eau distillée adéquat mentionné dans le tableau qui est pré calculer et établit par la conserverie (voir annexe). En suite on poursuit la mesure de la couleur comme suit:

- On allume le colorimètre.
- On étalonne le colorimètre.
- On remplit la cuve en verre jusqu'à $\frac{3}{4}$ de son volume.
- On contrôle qu'il n'y a pas de bulles d'air dans la solution.
- On place la cuve sur la porte et on ferme par un couvercle foncé.
- On note les valeurs des couleurs sur l'afficheur.



Figure 22: colorimètre d'un laboratoire (Photos prise par Ben Ameer).

5.6. Détermination de la viscosité

La viscosité est un facteur technologique important qui est en relation avec la teneur en substances insoluble: 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.

La consistance est différente à cause des températures de préchauffage appliquées aux tomates et qui produisent un changement dans la structure des polysaccharides eux-mêmes présents dans la pâte de tomate. (Boumendjel et al, 2012).



Figure 23: Consistomètre Bostwick de laboratoire (Photo prise par Benameur).

□ Le principe

L'analyse de la viscosité a été effectuée grâce à une consistomètre Bostwick. Il est une tôle en métal inoxydable, tout au long de laquelle un couloir de 24 cm avec un graduation tous les 0,5 cm permet l'écoulement du produit maintenu par une guillotine. La mesure de la consistance se fait par libération du concentré de tomate

dans le couloir d'écoulement et mesure de la distance parcourue après 30s. Les valeurs sont exprimées en cm Bostwick. La mesure se fait selon une méthode normalisée. (*Codex STAN, 1981*).

□ **Mode d'opérateur**

- On dilue 70g de tomate par l'eau distillé à obtenir 12,5% de Brix.
- 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 dans le compartiment et on évacue le surplus à l'aide d'une spatule.
- On libère instantanée de la substance retenue dans le compartiment échantillon, par pression sur la gâchette de la guillotine.
- On mesure la distance parcourue en trente seconde (valeurs sont exprimées en cm).
- On nettoie le consistomètre de Bostwick et on sèche convenablement l'appareil avant de le réutiliser.

5.7. Détermination des points noirs

Ce paramètre a été réalisé pour voir la présence des points noirs dans l'échantillon analysé.

Le résultat sont exprimés en nombre de :

- petits point noirs pour 10g de tomate.
- grands points noirs pour 10g de tomate.

□ **Mode d'opérateur**

- On pèse 10 g de DCT à l'aide d'une balance analytique.
- On étale cette quantité sur la surface (19,5cm×19,5 cm) de la transilliminateur.
- On allume l'appareille et on compte le nombre des points noirs qui représente sur la surface.
- On note le résultat en tableau.

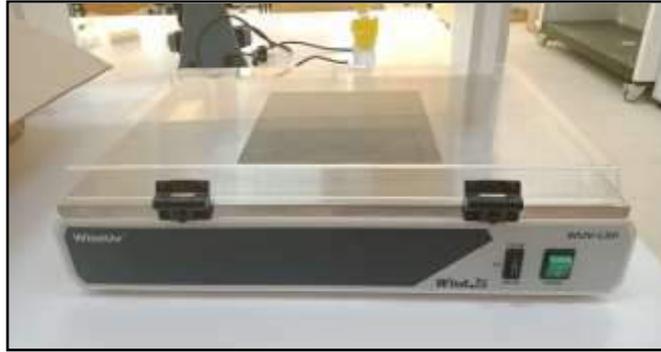


Figure 24: Transilluminateur (UV) (Photos prise par Bessioud)

5.8. Méthodes de contrôle d'emballage métallique au laboratoire

Les emballages doivent posséder les caractéristiques de qualité, d'hygiène, de ventilation et de résistance permettant de garantir de bonnes conditions de manutention, d'expédition et de conservation des tomates. Les emballages doivent être exempts de toute matière et odeur étrangères. (CODEX STAN 293-2008).

Le contrôle de l'emballage métallique se partage en trois grandes étapes:

- Contrôle du matériau d'emballage: fer blanc;
- Contrôle de l'emballage: contrôle du sertissage;
- Contrôle du couple emballage/produit: compatibilité alimentaire. [3]

Dans notre étude nous avons basées sur la deuxième étape.

5.8.1. Lecture extérieure de l'emballage et étiquetage d'une boîte de tomate en conserve

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

- **Les mentions informatives obligatoires**
 - Nom du produit-marque
 - Liste des ingrédients –allergènes possibles présents (quantitatif)
 - Poids net ou volume net
 - Catégorie de produit et concentration minimale (extrait sec ou brix)

- Date de fabrication et d'expiration
- Numéro de lot
- Nom de l'usine de production et les coordonnées postales (Adresse, téléphone, fax, email, site web)
- Lieu d'origine (pays d'origine d'importée)

➤ **Les mentions informatives obligatoires complémentaires**

- Mode d'utilisation
- Conditionnement
- Labels et signes de qualité
- Code à barre
- Compositions nutritionnelles
- Allégations diverses [4]

5.8.2. Contrôle du sertissage

La technique d'évaluation d'un serti porte sur trois aspects différents qui permettent d'obtenir des renseignements complets tant qualitatifs que quantitatifs :

- l'examen visuel et les mesures extérieures qui fournissent une indication initiale de l'efficacité du serti;
- la mise à nu du serti qui permet d'évaluer les caractéristiques de serrage, c.-à-d. l'évaluation du taux de serrage et l'examen de l'empreinte de serrage;

La coupe transversale du serti qui permet de mesurer la croisure réelle au point de coupe (méthodes optiques). [5]

➤ **Appareillage et équipements**

- Pied à coulisse électronique de 15 cm.
- Pince crocodile.
- projecteur du serti.



Figure 25 : Projecteur du serti. [5]



Figure 26: Pince et pied à coulisse (Photo prise par Bessioud).

L'épaisseur du serti, la hauteur de serti et la profondeur de cuvette sont mesurées au micromètre. La longueur du crochet de corps et celle du crochet de fond à chaque des points retenus.

L'épaisseur du métal du fond et celle du corps de la boîte sont déterminées au moyen d'une jauge à cadran ou d'un micromètre classique comportant une touche à bout sphérique. Les résultats de l'ensemble de ces mesures servent alors à calculer la croisure et le rapport longueur du crochet de corps/hauteur du serti pour chacun des points séparément, au moyen des équations suivantes :

$$\text{Croisure (mm)} = CF + CC + 1.1 \text{ ef} - HS$$

$$\text{Rapport longueur du crochet de corps/hauteur du serti} = \frac{CC - 1.1 \text{ ec}}{HS - 1.1(2 \text{ ef} + \text{ec})} \times 100$$

Dans lesquelles

- CF : est la longueur du crochet du fond
- CC: est la longueur du crochet du corps
- ef : est l'épaisseur du fer du fond
- ec: est l'épaisseur du fer du corps
- HS: est la hauteur du serti. (Toutes les mesures sont en mm).

Les spécifications du Rapport longueur du crochet de corps/hauteur du serti de croisure, du degré de serrage, du montage et de la profondeur de cuvette doivent être fourni par le fabricant des boîtes. Toutefois, si ces informations n'était pas disponibles, des sertis présentant des caractéristiques suivantes devrait donner satisfaction (Boumendjel et Feknous, 2015).

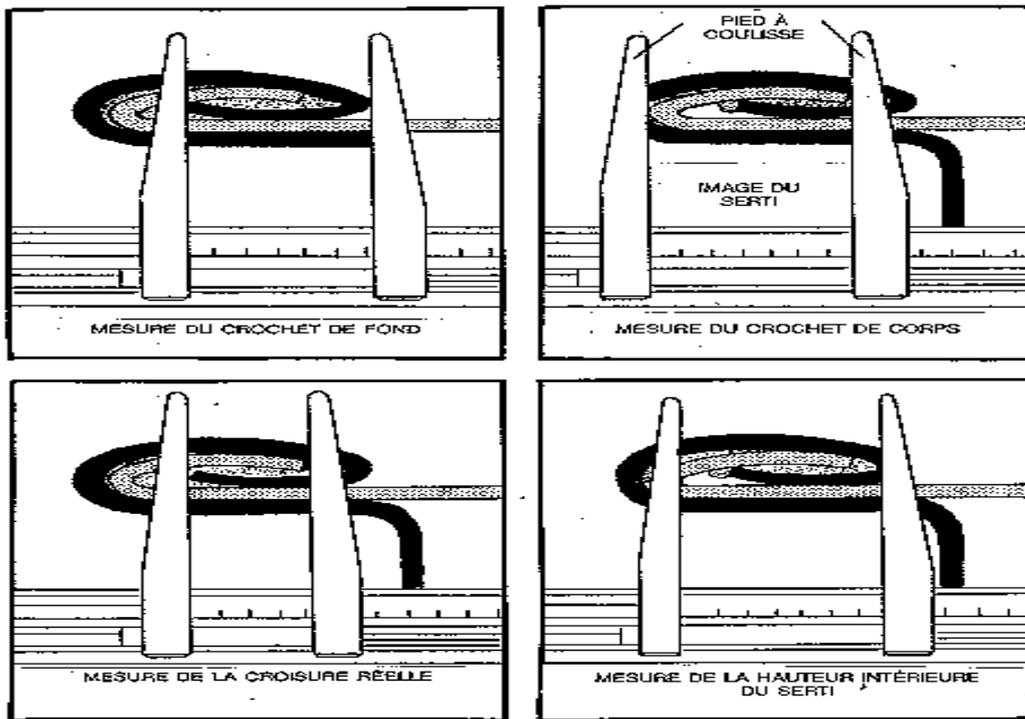


Figure 27 : Mesures de l'image projetée du serti. [5]

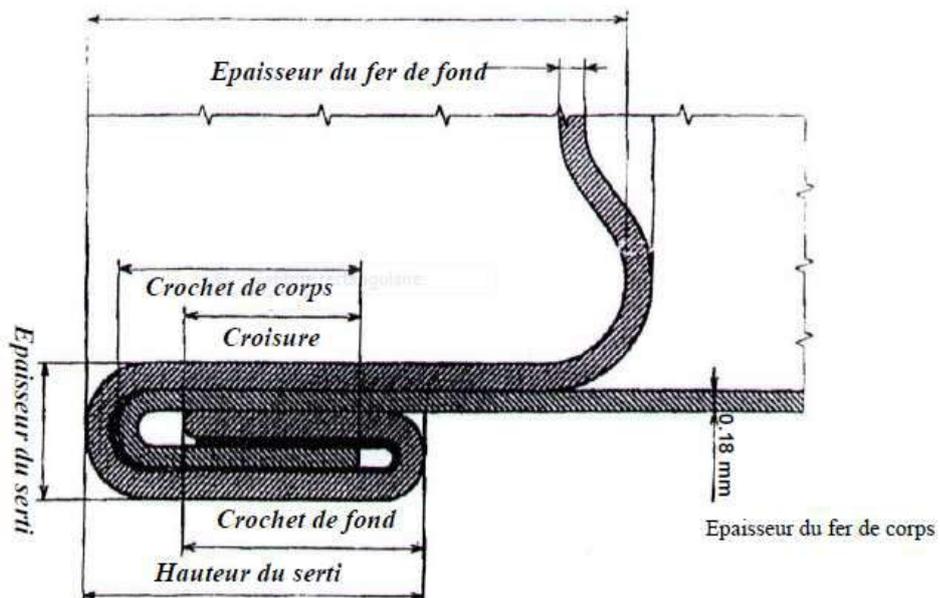


Figure 28 : Schéma de contrôle du sertissage (Boumendjel et Feknous, 2015).

5.8.3. Contrôle du vernis de rechargement

Pour faire ce contrôle nous avons besoin d'une solution de sulfate de cuivre.

↳ Préparation de la solution de sulfate de cuivre

- On prend le flacon de sulfate de cuivre en poudre
- On pèse 5.2g de sulfate de cuivre (soluté) dans une boîte de Pétri à l'aide d'une balance analytique.
- On verse le soluté dans une fiole jaugée de 100ml à l'aide d'un entonnoir.
- On verse l'eau distillé (solvant) dans la fiole jaugée.
- On ferme la fiole jaugée puis on le secoue pour dissoudre le soluté.
- On remplit la fiole jaugée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- On se place au niveau du trait de jauge pour le regarder au bas du ménisque.
- On obtient une solution de sulfate de cuivre de concentration massique à 52g/l.

[6]

➤ Mode d'opérateur

- Imbiber le coton de CuSO_4 .
- Faire 40 aller/retour à l'extérieur et 60 aller/retour à l'intérieur sans trop presser le coton.

➤ Expression des résultats

Si la zone devient noirâtre c'est que le vernissage est mauvais. (Boumendjel et Feknous, 2015).

6. Contrôle des paramètres organoleptiques (couleur, gout, odeur, texture, aspect général)

Le contrôle de la qualité organoleptique se fait selon les descripteurs énoncés sur le texte réglementaire de référence.

Concernant le Double Concentré de Tomate nous réaliserons les contrôles suivants :

Tableau 06 : Caractéristiques organoleptiques du double concentré de tomate. (Boumendjel et Feknous, 2015).

Couleur	Rouge caractéristique de tomates mûres
Texture et consistance	Sensiblement homogène, pas de séparation
Saveur et arôme	Absence de saveur et d'odeurs étrangères ou anormales, notamment de goût de brûlé ou de caramel

CHAPITRE IV:

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats et discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques du concentré de tomate

1.1. Poids net

Les mesures du poids sont effectuées sur le double concentré de tomate du produit fini à contenance de 400 g pour vérifier la conformité d'étiquetage.

Les résultats indiqués dans le tableau suivant montrent les valeurs de poids pour l'ensemble des échantillons analysés.

Tableau 07: Résultats de poids pour les huit échantillons.

Les échantillons	Le poids brut (g)	Le poids de l'emballage(g)	Le poids net(g)
Ech01	459,03	53,04	405,99
Ech02	427,69	52,68	375,00
Ech03	452,46	53,18	399,27
Ech04	455,79	53,80	401,98
Ech05	453,70	54,85	398,84
Ech06	459,38	53,81	405,56
Ech07	411,80	54,29	357,50
Ech08	461,17	52,63	408,53

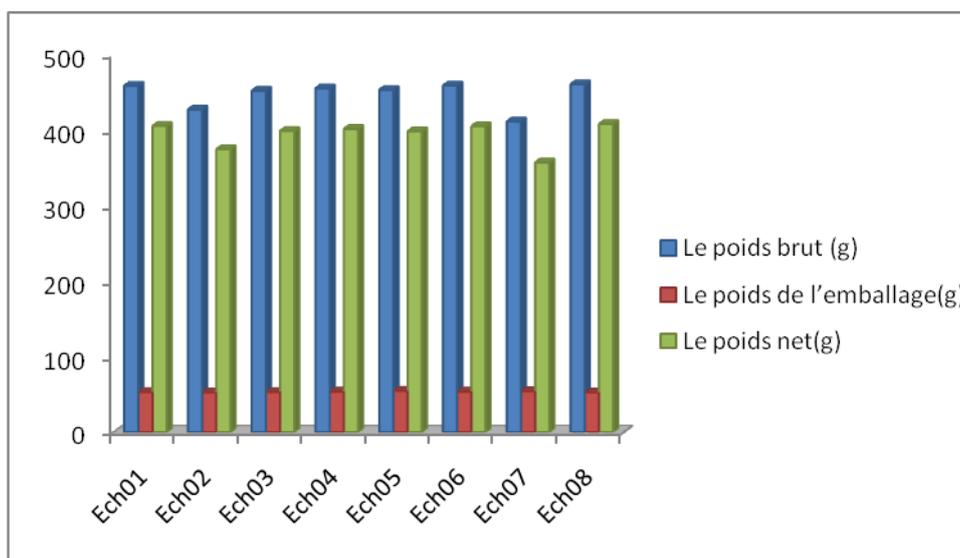


Figure 29: Résultats du poids des différents échantillons

On observe que le poids net de tous les échantillons analysés est proche du poids indiqué sur l'emballage, sauf que le poids net de l'**Ech02** et l'**Ech07** est inférieur à 400g (375g -357,50g respectivement). Nous pensons que cela est dû au la chaine de fabrication au cours de l'étape de remplissage.

1.2. pH

Le pH joue un rôle non négligeable dans l'appréciation de la qualité physico-chimique et organoleptique des produits à base de tomate.

Les résultats indiqués ci-dessous montrent les valeurs de pH pour l'ensemble des échantillons analysés.

Tableau 08: Résultats du pH des différents échantillons.

Les échantillons	Le pH	Norme Théorique (ISO 11289)
Ech01	4,20	≤ 4,5
Ech02	4,27	
Ech03	4,05	
Ech04	4,21	
Ech05	4,09	
Ech06	4,34	
Ech07	4,26	
Ech08	4,08	

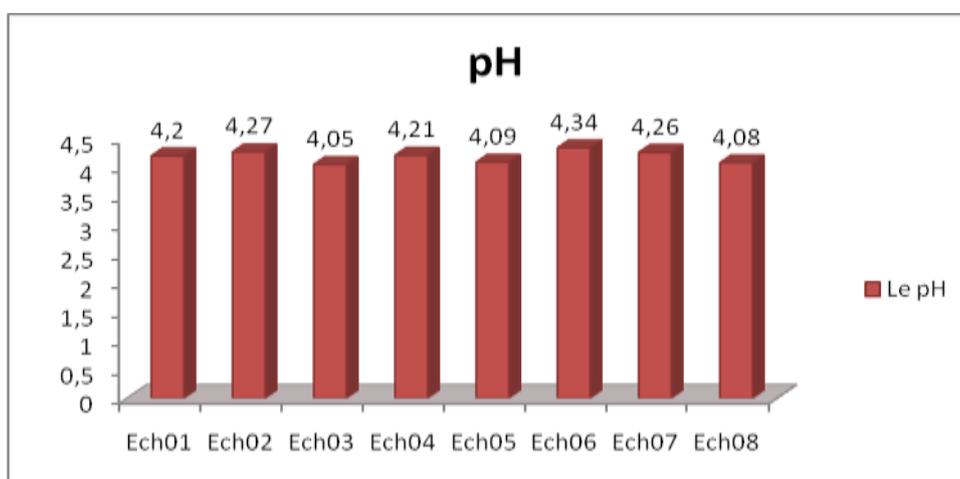


Figure 30: Résultats de pH des différents échantillons.

On constate que les valeurs de pH vont une valeur minimale de 4,05 pour l'Ech03, à une valeur maximale de 4,34 pour l'Ech06, cette variation est restée non significative car elle ne dépasse pas la valeur requise.

Donc on peut dire l'ensemble des échantillons étudiés sont conformes aux normes **ISO 11289**, qui préconise la valeur de pH de la concentré de tomate est inférieure ou égale 4,5.

1.3. Brix (°B)

Le Brix est un indice de qualité, il représente la matière sèche soluble dans la tomate. Il est proportionnel à sa richesse en sucre et en sels divers.

Les différents résultats du Brix exprimé en pourcentage (%) sont représentés ci-dessous.

Tableau 09: Résultats du Brix des différents échantillons

Les échantillons	Le Brix %
Ech01	28,75
Ech02	28,44
Ech03	28,34
Ech04	28,21
Ech05	29,31
Ech06	28,56
Ech07	28,41
Ech08	29,86

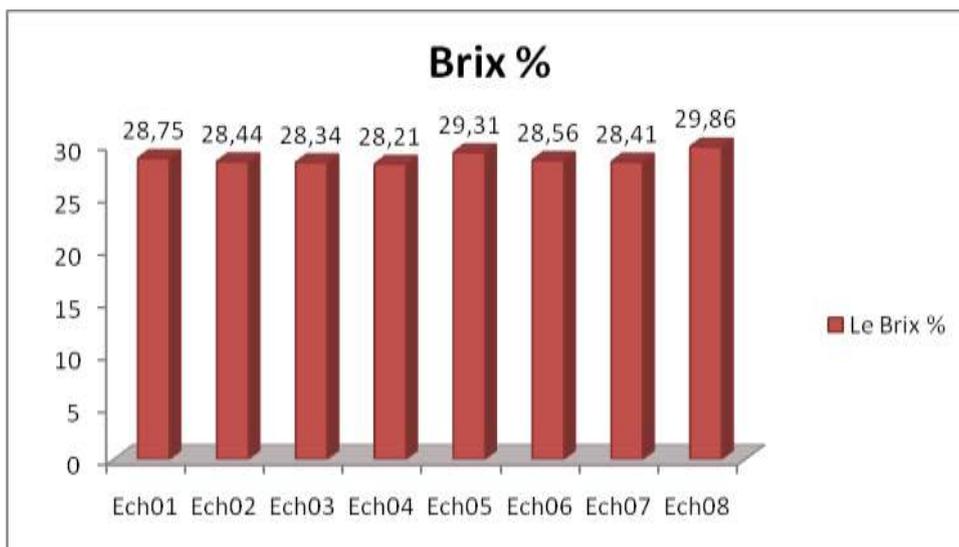


Figure 31: Résultats du Brix des différents échantillons.

On remarque que l'**Ech04** présente le pourcentage le plus faible (28,21%) par ailleurs l'**Ech08** représente le pourcentage le plus élevée (29,86%). Cela nous permet de dire que les résultats trouvés sont satisfaisants, qu'ils sont compris dans la fourchette de normes en vigueur (**NA 08.96.02**) qui précise que le Brix se situe entre (28-30%).

1.4. Acidité titrable

L'acidité totale est un critère discriminant de la qualité gustative du concentré de tomates.

Les valeurs de l'acidité de nos concentrés de tomates sont en concordance avec les normes (**NF V. 05 -101**) ayant fixé les valeurs normales d'acidité du concentré de tomate maximum à 10 g/kg .

Après la calcule selon la relation suivante **Acidité (g /kg) = $V_{NaOH} * 0,64$** on va obtenir les résultats indiquer ci-dessous.

Tableau10: Résultats d'acidité des différents échantillons

Les échantillons	L'acidité
Ech01	5,551
Ech02	5,611
Ech03	6,323
Ech04	6,153

Ech05	6,113
Ech06	5,098
Ech07	5,814
Ech08	6,095

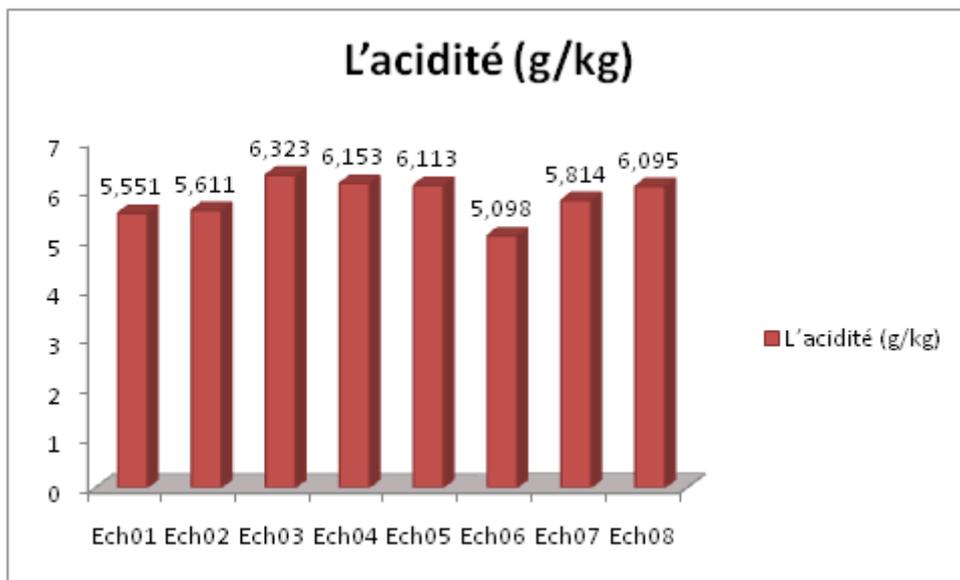


Figure 32: Résultats d'acidité des différents échantillons.

On remarque que les résultats obtenus pour les huit échantillons du concentré de tomate varient entre 5,098 à 6,323g/kg. Nous pouvons considérer que tous les échantillons prélevés restent conformes puisque aucune valeur supérieure à 10g/kg.

L'**Ech06** montre une teneur en acidité inférieure que les autres, cela est lié au stade de maturation et des variétés de tomate utilisées lors de la transformation.

1.5. Couleur

La couleur est un paramètre primordial très important dans les concentrés de tomate.

Les tomates en conserve devront présenter la couleur caractéristique normale de tomates mûres qui ont été convenablement préparées (**CODEX STAN 13-1981**), la couleur rouge est considérée comme un critère important dans l'évaluation de la qualité des produits de tomate (**Dupaigne 1953**)

Les résultats sont présentés dans ce qui suit:

Tableau 11 : Résultats de couleur obtenus des différents échantillons.

Les échantillons	La couleur	
Ech01	a* : 29,68 b* : 14,66	a*/b* : 2,02 L* : 25,14
Ech02	a* : 28,83 b* : 14,72	a*/b* : 1,96 L* : 25,47
Ech03	a* : 23,80 b* : 13,38	a*/b* : 1,78 L* : 23,28
Ech04	a* : 27,13 b* : 14,45	a*/b* : 1,88 L* : 24,87
Ech05	a* : 26,64 b* : 14,95	a*/b* : 1,78 L* : 26,02
Ech06	a* : 24,47 b* : 13,46	a*/b* : 1,82 L* : 23,56
Ech07	a* : 28,32 b* : 14,05	a*/b* : 2,02 L* : 24,28
Ech08	a* : 24,66 b* : 13,85	a*/b* : 1,78 L* : 24,25

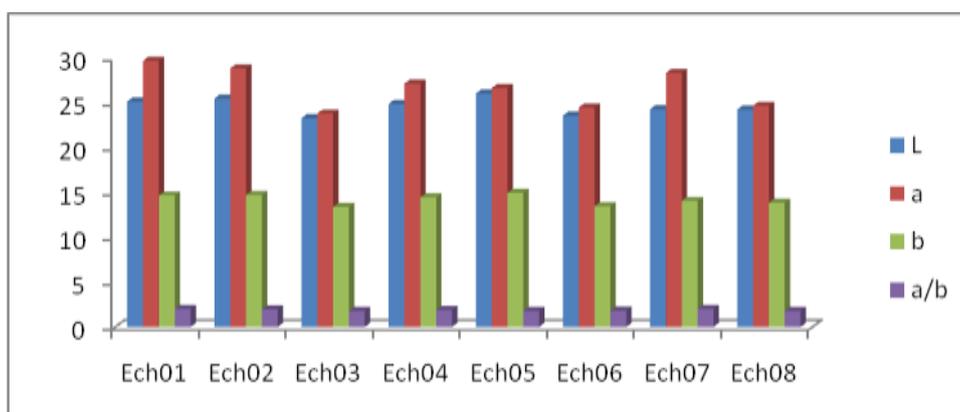


Figure 33: Résultats de la couleur des différents échantillons

a* : pigment rouge
b* : pigment jaune
L* : luminosité

a*/b* : espace couleur ou chromatique.

Il ressort de la figure 31 que l'espace couleur (a*/b*) est confiné entre 1,78 et 2,02. Et a/b doit être au minimum égale 2,2 (**Document : FT1ffl-9**), ce signifié que l'**Ech01** et l'**Ech07** de haute qualité par apport aux autres marques parce que la valeur de fragment de pigment jaune sur les pigments rouge (a*/b*) est proche au 2,2. Ces résultats n'affectent pas la consommation humaine

Selon le **CODEX STAN 57-1981** Les concentrés de tomates traités doivent présenter une couleur rouge assez prononcée.

1.6. Viscosité

La viscosité représente l'un des facteurs technologiques les plus importants dans la qualité des concentrées de tomate.

Les valeurs de la viscosité de nos concentrés de tomates sont en concordance avec les normes ayant fixé la valeur normales de viscosité du concentré de tomate de minimum 5 cm et Maximum 11 cm (**voire annexe 02**)

Les résultats obtenus après l'étude de la viscosité sont indiqués dans ce qui suit en centimètre (cm).

Tableau 12 : Résultats de la viscosité des différents échantillons

Les échantillons	La viscosité (cm)
Ech01	6
Ech02	6
Ech03	8,5
Ech04	7
Ech05	5,5
Ech06	10
Ech07	7,5
Ech08	8

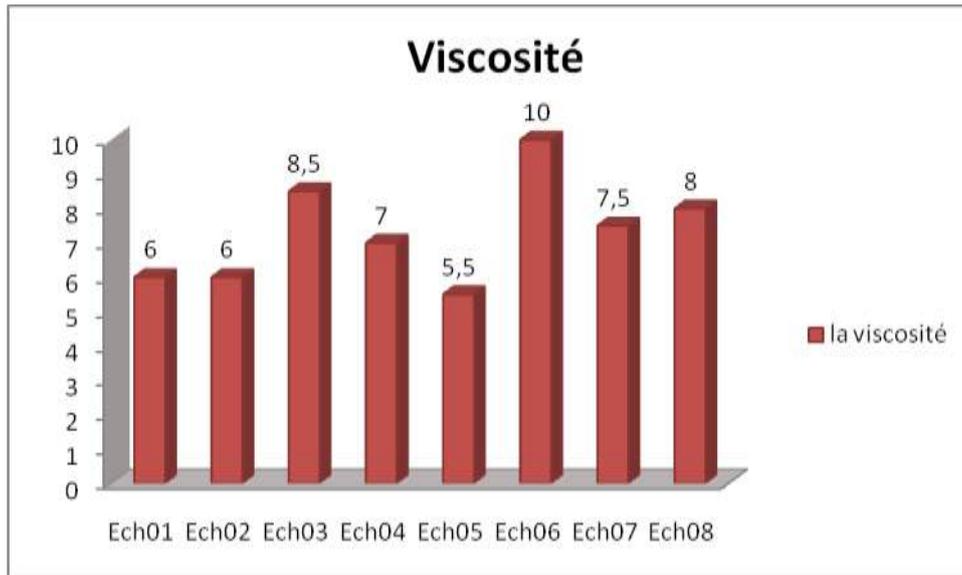


Figure 34: Résultats de la viscosité des différents échantillons

A partir des résultats, on constate que toutes les valeurs des échantillons étudiés sont relativement proches sauf l'**Ech06** possède une viscosité élevée par rapport aux autres marques, qui est estimée à 10 cm pendant 30 min, mais reste dans la fourchette recommandée, cette différence a une relation avec la concentration et la dégradation de pectine soluble qui se trouve dans le concentré.

Donc on conclure que tous les marques analysées sont conformes aux normes et convient à la consommation humaine.

1.7. Points noirs

Le contrôle des points noirs est un paramètre qui définit la qualité des échantillons étudiés, sa présence a une relation avec la technique de transformation.

Les valeurs de référence de ce paramètre selon (**CDC002F1-DOUBLE CONCENTRÉE 20/30CB**) comme suite :

Petites molécules < 7

Moyennes molécules < 3

Grosses molécules = 0

Les résultats sont affichés dans le tableau suivant :

Tableau 13: Résultats des points noirs des différents échantillons

Les échantillons	Petites molécules	Moyennes molécules	Grosses molécules
Ech01	RAS	RAS	RAS
Ech02	02	RAS	
Ech03	02	02	
Ech04	02	01	
Ech05	06	02	
Ech06	01	01	
Ech07	02	RAS	
Ech08	05	02	

A partir des résultats obtenus on voit que toutes les marques analysées contiennent quelques points noirs à part l’**Ech01** est exempte complètement de molécules soit grosses, moyennes ou petites, nous avons aussi noté que l’**Ech05** contient une quantité importante de points noirs (02 gros et 06 petits), mais cette variation reste négligeable. Cela confirme la conformité des échantillons analysés avec les valeurs de référence.

1.8. Contrôle d'emballage métallique

1.8.1. Lecture extérieure d'emballage et étiquetage d'une boîte de tomate en conserve

Nous avons précédemment l'identification des huit marques (voir Chapitre III) et le reste de la lecture d'emballage est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 14: Résultats de la lecture extérieure de l'emballage

Nom commercial	Liste des ingrédients Codex Stan 150-1985	Composition nutritionnelle pour 100g	Numéro de lot	Code à barre
Ech01	Tomate, sel	/	Lot97c	6130384000489
Ech02	Tomate, sel	/	LB191/118AB02	6130384000892
Ech03	Tomate, sel	Energie : 425 kJ Protéine : 1,31 g Glucide : 20,25 g	Lot : 162	6132003300376
Ech04	Tomate, sel	Energie : 573 kJ Protéine : 4,8 g Sucre : 21 g	Lot01	6130382000160

Ech05	Tomate, sel	Energie : 356 kj Protéine : 4.5g Lipides : 0.3g	Lot.02	6130383000152
Ech06	Tomate, sel	Energie : 134.71 kcal Protéine : 4g Lipides : 0.1g	Lot166	6130661000195
Ech07	Tomate, sel	Energie : 377 kj Protéine : 4.5g Lipides : 0.1g	Lot/333	6133320000307
Ech08	Tomate, sel	Energie : 356 kj Protéine : 4,3 g Lipide : 0.3g	Lot.25	6130383000466

1.8.2. Contrôle du sertissage

Nous avons essayé de faire le contrôle de sertissage mais malheureusement avec nos moyens de bord (pied à coulisse et pinces) on n'a pas pu faire les mesures approprié par défaut d'appareillage spécialisé le projecteur du serti (**voire figure 27**)

1.8.3. Contrôle du vernis de rechampissage

Après la préparation de la solution de sulfate de cuivre (CuSO₄), et l'applique sur le vernis de rechampissage on obtenue les résultats suivantes :

Tableau 15: Résultats de contrôle de vernis de rechampissage

Les échantillons	Vernis d'intérieur	Vernis d'extérieur
Ech01	RAS	RAS
Ech02	RAS	RAS
Ech03	RAS	RAS
Ech04	RAS	RAS
Ech05	Apparence de la zone noire	Apparence de la zone noire
Ech06	RAS	RAS
Ech07	RAS	RAS
Ech08	Apparence de la zone noire	Apparence de la zone noire

Les résultats révèlent que tout les marques à un bon vernissage sauf l'**Ech05** et l'**Ech08**, où une zone noire apparue au cours de l'application de la solution de sulfate de cuivre CuSO₄. Qui signifie le vernissage est mauvais

2. Contrôle des paramètres organoleptiques (couleur, gout, odeur, texture, aspect général)

➤ **Couleur :** Le consommateur accorde une très grande importance à cette propriété sensorielle (il est bien connu qu'il "mange avec les yeux ", mais il " achète aussi avec les yeux "). L'industrie est ainsi obligée de normaliser la couleur de concentré de tomate.

Nous avons remarqué à l'examen visuel qu'il y avait une légère différence dans la couleur des tomates dans les huit marques.

Toutes les marques de tomate analysées possèdent un couleur rouge caractéristique de tomates mûres (**Codex Stan 13-1981**), la couleur rouge est considérée comme un critère important dans l'évaluation de la qualité des produits de tomates.

L'**Ech01** et l'**Ech07** à un couleur rouge clair qui est le meilleur couleur, l'**Ech06**, l'**Ech03** et l'**Ech08** à un couleur rouge sombre et les autres marques possèdent un couleur rouge un peu foncé. Cette différence vient du type de fruit de tomate ou dû à la technique de fabrication.

➤ **Texture et consistance :** Les huit marques à une texture et consistance sensiblement homogènes uniformément réparties, attestant de bonnes techniques de transformation, alors les huit échantillons sont conformes au règlement (**CEE**) n°1764/86 **de la commission**.

➤ **Saveur et arôme :** Dans les huit marques il y a de l'absence de saveur et d'odeurs étrangères ou anormales, notamment de goût de brûlé ou de caramel.

CONCLUSION

Conclusion

La tomate est un « légume-fruit » qui est largement consommée dans le monde après la pomme de terre, en particulier pendant sa pleine saison, qui s'étend de mai à octobre, S'utilise en frais ou transformée. Elle a un rôle bénéfique dans notre alimentation grâce a ses vitamines (C, A et de nombreuse vitamines du groupe B), ses minéraux abondants (notamment potassium, magnésium et phosphore, et contribuent à l'équilibre acido-basique de l'organisme.

La filière de la tomate d'industrie constitue l'une des activités essentielles de la branche agroalimentaire car elle en dépend dans les industries agro-alimentaires et se développe, 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

Le présent travail est consacré pour faire une étude comparative des paramètres physico-chimiques des huit marques du double concentré de tomate en Algérie (Ech01, Ech02, Ech03, Ech04, Ech05, Ech06, Ech07 et Ech08) au sein du laboratoire de contrôle de qualité de Amor Ben Amor et laboratoire de notre université 8mai 1945.

Au terme de notre étude nous pouvons constater que : Le pH ne doit pas dépasser le niveau maximum 4,5, le Brix du DCT doit comprise entre 28% et 30%, l'acidité titrable au maximum 10% et la viscosité doit être entre 5-10 cm, pour obtenir un produit de qualité.

Le législateur algérien a obligé et défini les normes nécessaires pour les conserves de tomate, pour protéger le consommateur, en particulier les normes physicochimiques.

Enfin, pour garantir la qualité de produit final le producteur de tomate transformé doit effectuer les analyses préalables nécessaires avant de le proposer sur le marché au consommateur.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

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

- **Anonyme. (2021).** Fiche technique de la conserverie Amor Benamor.

-**Assassi S. (2017).** *L'agriculture contractuelle dans la filière tomate industrielle : logiques d'acteurs et effets sur leurs performances, Cas de la Conserverie Amor Benamor (CAB) dans la wilaya de Guelma (Algérie)*, thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat en économie agroalimentaire et rurale, école nationale supérieure agronomique – Alger .pp 90-92, 178p.

B

- **Beecher G.R. (1998).** Nutrient content of tomatoes and tomato products. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. Society for Experimental Biology and Medicine (New York, N.Y.), 218(2), pp 98-100.

-**Belaid D. (2016).**, Algérie : la culture de la tomate. Edition : collection dossiers agronomiques, 21p.

-**Bennacer L. (2018).** *Les industries agroalimentaires : cas de wilaya de Guelma dans le nord-est algérien*. Thèse de doctorat, université des frères mentouiri – Constantine 1.p.133- 190, 267p.

-**Bennacer L. et Cherrad S. (2018)** « production et transformation de la tomate industrielle dans le bassin de Guelma une filière en développement ».sciences & technologie ; n°47, juin 2018, pp72, 79p.

- **Benard C., Gautier H., Bourgaud F., Grasselly D., Navez B., Caris-Veyrat C., Weiss M., Genard M. (2009).**"Effects of Low Nitrogen Supply on Tomato (*Solanum lycopersicum*) Fruit Yield and Quality with Special Emphasis on Sugars, Acids,

Références bibliographiques

Ascorbate, Carotenoids, and Phenolic Compounds." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(10): 4112p

- **Blancard D., Laterrot H., Marchoux G et Candresse T. (2009).** Les maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser. Éditions QUAE c/o INRA RD 10 78026 Versailles cedex.paris, France. pp 18 -30, 679p.

- **Boas A. 2018.** *Comment piloter au champ la qualité de la tomate d'industrie ? Impact du déficit hydrique, du génotype et des procédés sur la qualité finale des produits transformés.* Thèse Présentée pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse .pp 27-29, 126p

-**Boumendjel M., Feknous N. (2015).** Conserves de tomate DCT, Brochure de TP, Licence Contrôle de Qualité en Agroalimentaire, Université Chadli BendjedidEl-Tarf. pp12-14, 18p.

-**Boumendjel M., Houhamdi M., Samar M. 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 & Technologie C – N°36 Décembre (2012)*, pp52-53, 59p.

-**Bouzaata Ch. (2015).** *Valorisation des sous produits de quatre variétés de tomate industrielle (Solanum esculentum L) dans l'Est algérien.* Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat, université badji mokhtar – Annaba. pp15-16, 93p.

-**Bouzid A. (2014).** *Les performances économiques et sociales de la filière « tomate industrielle » : étude de cas d'une intégration verticale,* thèse doctorat de l'école nationale supérieure agronomique El Harrach – Alger. pp73, 119p.

- **Bureaux C. (2013)** .Mes tomates du jardin à la cuisine : bien choisir ses variétés. Guide pratique ,25 variétés de tomates testées au potager. Éditions SMACT, 11 producteurs de plants de légumes ont participé à ce guide, pp3.19p

Références bibliographiques

C

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

-**Chanforan C. (2010)**. *Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechiométrique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate*. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur en sciences de l'université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, pp.54-82, 85p

-**Chelha M. (2001)**. Problématiques de la tomate industrielle : stratégie pour étaler la durée de réception au niveau des unités de transformation. Cours sur la tomate industrielle ITMAS. Guelma. 11-12-13 Juillet, 25p.

-**Codex Stan 13. (1981)**. norme pour les tomates en conserve, norme alimentaire internationale Adoptée en 1981. Révisée en 2007. Amendée en 2013, 2017.8p.

-**Codex Stan 293. (2008)**. Norme codex pour les tomates, pp.5, 6p

- **Cotte. (2000)**. *Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants*. Thèse pour l'obtention de grade de docteur vétérinaire - université Claude Bernard de Lyon1. pp 135.

-**Colomb J M., et Grandin J. (2019)**. La tomate : un concentré de mondialisation, les Echos, le 21 août 2019.

-**Courchinoux J. (2008)**. La culture de la tomate, Fiche technique Tomate. pp 1, 8p

- **Cronquist A. (1981)**. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University. 1256p.

D

- **Davies J.E.T., Hobson G. (1981)**. The constituents of tomato fruit - the influence of environment, nutrition, and genotype. *CRC critical reviews in food science and nutrition* 15, pp 205-280

Références bibliographiques

- **Degrou A.E. (2013).** *Étude de l'impact des procédés de transformation sur la diffusion des caroténoïdes:cas du lycopène de la tomate.* Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur en sciences de l'université d'avignon et des pays de vaucluse,pp 63-64, 175p

-**Dogui D. (2016).** Section analyses et essais comparatifs. Article 6, la transformation de la tomate.4p

E

-**El Aouni B. (2015).** *Les processus de double concentré de tomate et les contrôles qualités au sein de la société aicha,* projet fin d'étude, université sidi mohamed ben abdallah.pp17-21.41p

-**Elatir H., Skiredj A., Elfadl A. (2003).** La tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo. Fiches technique V. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat Plan National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) N° 100.Janvier 2003.pp 01, 04p.

F

-**FAO, (2010).** Actualité agricole en Méditerranée Ed. Ciheam. 33p.

- **France C. (2001).** la tomate :Un guide indispensable comprenant une liste complete de variétés et plus de 160 délicieuses recettes. éditions manise France. pp6, 256p

G

- **Gallais A. et Bannerot H. (1992).** Amélioration des espèces végétales cultivées objectifs et critères de sélection. Éditions : INRA. Paris, 768p.

-**Génard M., Robin C., Gautier H., Massot C., Bénard C., Larbat R., Bertin N. (2010).**innovations agronomiques, Vol.9, pp 47-57, 140p.

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

Références bibliographiques

-**Goloubiev et Chebane. (1988)**. Traitement par membrane de pulpe de tomate. ind alim agric. 10:pp 929-932.

-**Grasselly D. (2000)**. Tomate pour un produit de qualité. Éditions : Lavoisier, Paris, 200p.

H

-**Hayes W A., Smith P G., Morris A EJ. (1998)**. The production and quality of tomato concentrates. critical review in food science and nutrition, vol.38, n.7, pp.537-564.

- **Hugon Ph. (1988)**. « L'industrie agro-alimentaire. Analyse en termes de filières » ; tiers-monde, tome 29, n°115, 1988, 667p.

I

ITCMI. (2015). La culture de la tomate sous serre. Guide pratique. Document de vulgarisation tiré et reproduite à 3000 exemplaires. Distribution gratuite. Institut technique des cultures maraichères et industrielles. Éditions DFRV 2015, BP 50 Route de Moretti Staouéli – Alger. Mars 2015.pp 04, 15p.

J

- **Judd W S., Cambell CS., Kellogg E A., Stevens P. (2002)**. Botanique systématique une perspective phylogénétique, Paris. De Boeck Université. 467p.

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

K

-**Kidja K. (1991)**. *Conception d'une usine de conservation de la tomate*, Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur de conception Génie Mécanique, Ecole Polytechnique de Thies, p20-22.88p

- **Kisselmina Y. (2011)**. *Amélioration de la qualité de la tomate séchée par microondes assistés par air chaud avec pilotage de la puissance spécifique*. Thèse pour obtenir le grade de docteur délivré par l'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech).pp9, 160p.

L

-**Liu Q., Suzuki K., Nakaji S. et Sugawara K. (2000).** Antioxidant activities of natural 9-cis and synthetic all-trans carotene assessed by human neutrophil chemiluminescence. Ed Nutrition Research. 300p.

M

- **Markovic K., Hruskar M., et Vahcic N. (2006).** Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of croatians. Nutrition research, 26(11), pp556-560.

- **Michaud L. (2018).** La tomate : de la terre à la table. Éditions multi mondes ,pp7-30 ,295p

-**Miladi S. (1970).** Introduction à la composition et technologie de la tomate. Éditions : Grand Maghreb. Tunis. pp 99.

-**Montigaud J.C., Varoquaux L., et Vergniaud P. (1983).** Filière tomate transformée, problèmes techniques et économiques INA. Montpellier, 131p

N

- **Naïka S., De Jeude J. L., De Goffau M., Hilmi M., Dam B. (2005) :** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Éditions : Fondation Agro misa et CTA, Wageningen. pp81-82, 105 p.

- **Navez B., Aubert CH., Baros C., Bertin N., Brand R., Causse M., Cottet V., Hutin CH., Jeannequin B., Jost M., Le Quillec S., Letard M., Merendet V., Puel TH., Roger A., Tisiot R. (2009).** Tomate Qualité et Préférences, les connaissances sur les mécanismes qui déterminent les facteurs de qualité et des conseils pratiques 2000 , éditions centre technique interprofessionnel des fruits et légumes 22, rue bergère 75009 paris .pp 16-70, 271p

-**Nimpagaritse D. (2019).** Guide de bonnes pratiques de production des fruits et légumes. World Vegetable Centre. Guide technique de production des cultures fruitières et maraichères. Bujumbura, juin 2019. pp 53, 78p.

Références bibliographiques

P

- Péron J. (2006)**. La production légumière. Éditions : Synthèse agricole/Lavoisier. Paris. 06/2006(2ème édition).pp 578-592, 640p
- **Philouze J. et Hedde L. (1993)**. La tomate in : Méthodes traditionnelles de sélection des plantes : un aperçu historique destiné à servir de référence pour l'évolution du rôle de la biotechnologie moderne. Éditions OCDE. Paris. pp 95-104.
- **Polese J.M. (2007)**. La culture de la tomate. Éditions : ARTEMIS, 95p.

R

- **Rafidiniaina. M (2019)** : *Contribution a l'étude des qualités nutritionnelle et microbiologique de la purée surgelée de litchi*, mémoire pour l'obtention du diplôme de master, université d'Antananarivo domaine sciences et technologies. pp24, 53p.
- Rey Y. et Costes C. (1965)**. La physiologie de la tomate, étude bibliographique. CNRA.Station centrale de physiologie végétale, Versailles, France. 111p.

S

- **Snoussi SA. (2010)**. *Étude de base sur la tomate en Algérie*. Rapport de mission programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, 52p.
- **Stahl W., Heinrich U., Jungmann H., Sies H. et Tronnier H. (2000)**. Carotenoids and carotenoids plus vitamin E protect against ultraviolet light-induced erythema in humans. *Am. J.Clin. Nutr* 71:pp795–798.

T

- Tikarrouchine R. (2009)**. *Caractérisation agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de tomate « Lycopersicum esculentum Mill.» obtenus par croisement*. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach-Alger. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences et Techniques des Productions Végétales.22/11/2009.pp 20,126p.

V

- Verlag V. (2006)**. So kommt die tomate in die flasche wie lebensmittel entstehen , band 8 der reihe "schauen und staunen ",family media GmBH & CO.KG freiburg im breisgau alle rechte vorbehalten ,Allemand .pp23,43p

Références bibliographiques

Y

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

Sites web

[1] [https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico chimie PresG en.pdf](https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresG_en.pdf) Consulté le 08/06/2021 12:54.

[2] <http://www.agir-crt.com/blog/refractometre-mesure-degre-brix-choix-appareil/> Consulté le 04/06/2021 23 :17.

[3] <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0unesco--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-0l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4----0-0-11-10-0utfZz-810&cl=CL2.1&d=HASH0132195746ce7445e86bc38a.6.1.2>=1>
Consulté le 09/06/2021 18 :30

[4] [www.djamiatic.net/downloads/Cours Emb 2.pdf](http://www.djamiatic.net/downloads/Cours_Emb_2.pdf) consulté le 05/06/2021 22 :15

[5] <https://inspection.canada.ca/salubrite-alimentaire-pour-l-industrie/directives-archivees-sur-les-aliments/poisson-et-produits-de-la-mer/manuels/manuel-de-defauts-de-boites/fra/1348848316976/1348849127902?chap=6> Consulté le 09/06/2021 20 :05

[6] <https://www.youtube.com/watch?v=VsYGOykJHoE&t=14s>. Consulté le 16/06/2021 10 : 40

+

ANNEXES

Annexes

Annexe 01: Matériel de laboratoire

➤ **Appareille**

- Balance Analytique ;
- pH mètre : graduée et muni d'électrode de verre ;
- Refractomètre ;
- Colorimètre ;
- Consistomètre de Bostwick ;
- Transilliminateur (UV) ;
- Agitateur magnétique ;

➤ **Verreries et autre matériels**

- Becher de 250 et 1000 ml ;
- Fiole jaugée de 200 ml ;
- Erlenmeyer de 250 ml ;
- Pipette jaugée de 50 ml ;
- Burette graduée de 25 ml avec robinet ;
- Entonnoir ;
- boîte de Pétri ;
- Tube de mesure en plastique graduée de 500 ml ;
- Spatule ;
- Papier filtrat ;
- Coton ;

➤ **Réactifs**

- Phénol phtaléine ;
- NaOH de 0.1N ;
- Solution de sulfate de cuivre ;
- Eau distillé.

Annexes

Annexe 02: Quantité de concentré et d'eau nécessaire pour diminuer le Brix à 12,5%.
(Anonyme, 2021)

Brix	Q Concentré (g)	Q H₂O (ml)
28	70	86,8
28,1	70	87,4
28,2	70	87,9
28,3	70	88,5
28,4	70	89,0
28,5	70	89,6
28,6	70	90,2
28,7	70	90,7
28,8	70	91,3
28,9	70	91,8
29	70	92,4
29,1	70	92,9
29,2	70	93,5
29,3	70	94
29,4	70	94,6
29,5	70	95,2
29,6	70	95,7
29,7	70	96,3
29,8	70	96,9
29,9	70	97,5
30	70	98

Annexe 03 : Caractéristique physico-chimique du concentré de tomate

Paramètres	Référence	Limite
Potentiel hydrique	ISO 11289	<4 ,5
Brix	Norme Algérienne 08. 96. 02	Min 28%
Acidité titrable	NF V. 05 - 101	Max 10%
Viscosité	Norme Algérienne	05 -11 cm

Annexes

Annexe 04 : Détermination de l'acidité titrable :

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

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

Exemple du calcul de l'acidité titrable l'Ech01 :

On a: $V_{\text{NaOH}} = 5,7$ ml

$$\text{Acidité} = V_{\text{NaOH}} * 0,64$$

$$= 5,7 * 0,64$$

$$= 5,551 \text{ (g/kg)}$$

Annexe 05: Les superficies et les productions de la tomate industrielle dans la wilaya de Guelma. (**Bennacer et Cherrad**).

Campagne	Objectif (ha)	Superficie repiquée (ha)	Production (qx)
2005/2006	2200	1220	247000
2006/2007	2400	1345	311755
2007/2008	2000	1709	629925
2008/2009	2190	1876	915501
2009/2010	2350	2868	1895860
Moyenne 5 années	2228	1803,6	800008,2
2010/2011	2700	3340	1890240
2011/2012	3000	3015	1912910
2012/2013	3030	2742	1984810
2013/2014	2975	3752	2662185
2014/2015	3540	4412	3129165
Moyenne 5 années	3049	3452,2	2315862
Moyenne 10 années	2638,5	2627,9	1557935,1

RESUME

Résumé

Résumé

La tomate est le légume d'été excellence le plus cultivé et consommé dans le monde à cause de sa valeur nutritionnel (sa richesse en eau, en vitamine c, en glucides, en minéraux et en antioxydants). Elle est vous traite de différents manières peut être utilisé comme fruit crue ou bien elle est transformée industriellement pour la production d'une grande variété de produits (concentré de tomate, sauce tomate ...etc.) .la cuisson détruit une partie des vitamines mais favorise l'assimilation du lycopène, En raison de ses propriétés nutritionnelles, il a besoin d'être protégé lors de la transformation industrielle à travers les analyses physico-chimiques avant la mise en consommation.

Le but de cette étude consiste à faire une étude comparative entre huit marques algérienne de tomate en conserve (Heloo, CAB, Elhara, Izdihar, bestom, Avril, Jumbo, Mahbouba) par méthode d'analyse physico-chimiques (poids net, pH, brix...Etc) utilisées au niveau de laboratoire Amor BENAMOR et laboratoire de notre université.

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

-toute les marque des tomates à du paramètres physico-chimique dans les normes avec une légère différence dans chaque marque de l'autre, il y en a de très haute qualité (Ech1 et Ech7), d'autre de bonne qualité (Ech2, Ech3, Ech4 et Ech6), et d'autre de qualité moyenne (Ech5, Ech8).

- Le résidu sec soluble (Brix) de chaque type: DCT (28% à 30 %).

- la tomate concentrée est un acide alimentaire pH <4,5

Mots clés: Double Concentré de Tomate (DCT), Brix , Paramètres physico-chimiques, Comparaison, Conserveries.

ملخص

تعد الطماطم من أكثر الخضروات الصيفية زراعة واستهلاكاً في العالم بسبب قيمتها الغذائية (غناها بالماء وفيتامين ج والكربوهيدرات والمعادن ومضادات الأكسدة). يتم معالجتها بطرق مختلفة يمكن استخدامها كفاكهة خام أو معالجتها صناعياً لإنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات (معجون الطماطم ، صلصة الطماطم ، إلخ). الطبخ يدمر بعض الفيتامينات ولكنه يعزز امتصاص اللايكوبين ، بسبب خصائصه الغذائية ، فإنه يحتاج إلى الحماية أثناء المعالجة الصناعية من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية قبل طرحه للاستهلاك.

الهدف من هذه الدراسة هو إجراء دراسة مقارنة بين ثمانية أصناف جزائرية من الطماطم المعلبة (حلو ، كاب ، الحارة ، ازدهار ، بستوم ، أفريل ، جامبو ، محبوبة) بطريقة التحليل الفيزيائي الكيميائي (الوزن الصافي ، الرقم الهيدروجيني ، البركس) ... إلخ المستخدمة في مختبر عمر بن عمر ومختبر جامعتنا.

من النتائج التي تم الحصول عليها، يمكن استنتاج ما يلي:

- معايير فيزيائية كيميائية في المعايير مع اختلاف طفيف في كل علامة تجارية عن الأخرى ، فهناك بعض الجودة العالية جداً (Ech1 و Ech7) ، والبعض الآخر بجودة جيدة (Ech2 و Ech3 و Ech4 و Ech6) ، وأخرى ذات جودة متوسطة (Ech5 ، Ech8).
- المخلفات الجافة الذائبة (بريكس) من كل نوع: (28 DCT% إلى 30%).
- الطماطم المركزة هي حمض غذائي $pH < 4,5$

الكلمات المفتاحية: تركيز طماطم مزدوج (DCT) ،بريكس ، تحليل فيزيائي-كيميائي ، مقارنة ، مصانع التعليب

Abstract

The tomato is the most widely cultivated and consumed summer vegetable in the world because of its nutritional value (its richness in water, vitamin C, carbohydrates, minerals and antioxidants). It is treated in different ways can be used as raw fruit or it is processed industrially for the production of a wide variety of products (tomato paste, tomato sauce, etc.). Cooking destroys some of the vitamins but promotes the assimilation of lycopene, Because of its nutritional properties, it needs to be protected during industrial processing through physicochemical analyzes before putting it for consumption.

The aim of this study is to carry out a comparative study between eight Algerian brands of canned tomatoes (Heloo, CAB, Elhara, Izdihar, bestom, Avril, Jumbo, Mahbouba) by method of physico-chemical analysis (net weight, pH, brix... ect) used at the Amor BENAMOR laboratory and our university laboratory.

From the results obtained, it can be concluded that:

- all brands of tomatoes with physico-chemical parameters in the standards with a slight difference in each brand from the other, there are some of very high quality (Ech1 and Ech7), others of good quality (Ech2, Ech3, Ech4 and Ech6), and others of average quality (Ech5, Ech8).
- The soluble dry residue (Brix) of each type: DCT (28% to 30%).
- Concentrated tomato is a food acid pH <4.5

Key words: Double Tomato Concentrate (DCT), Brix, physico-chemical analysis, Comparison, Canneries.