

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option: Qualité des produits et sécurité alimentaire

Département: BIOLOGIE

**Thème : Étude des paramètres physico-chimiques et technologiques du
concentré de tomate au cours de processus de transformation du TCT**

Présenté par :

Chader Hadjer

Laabadla Fadila

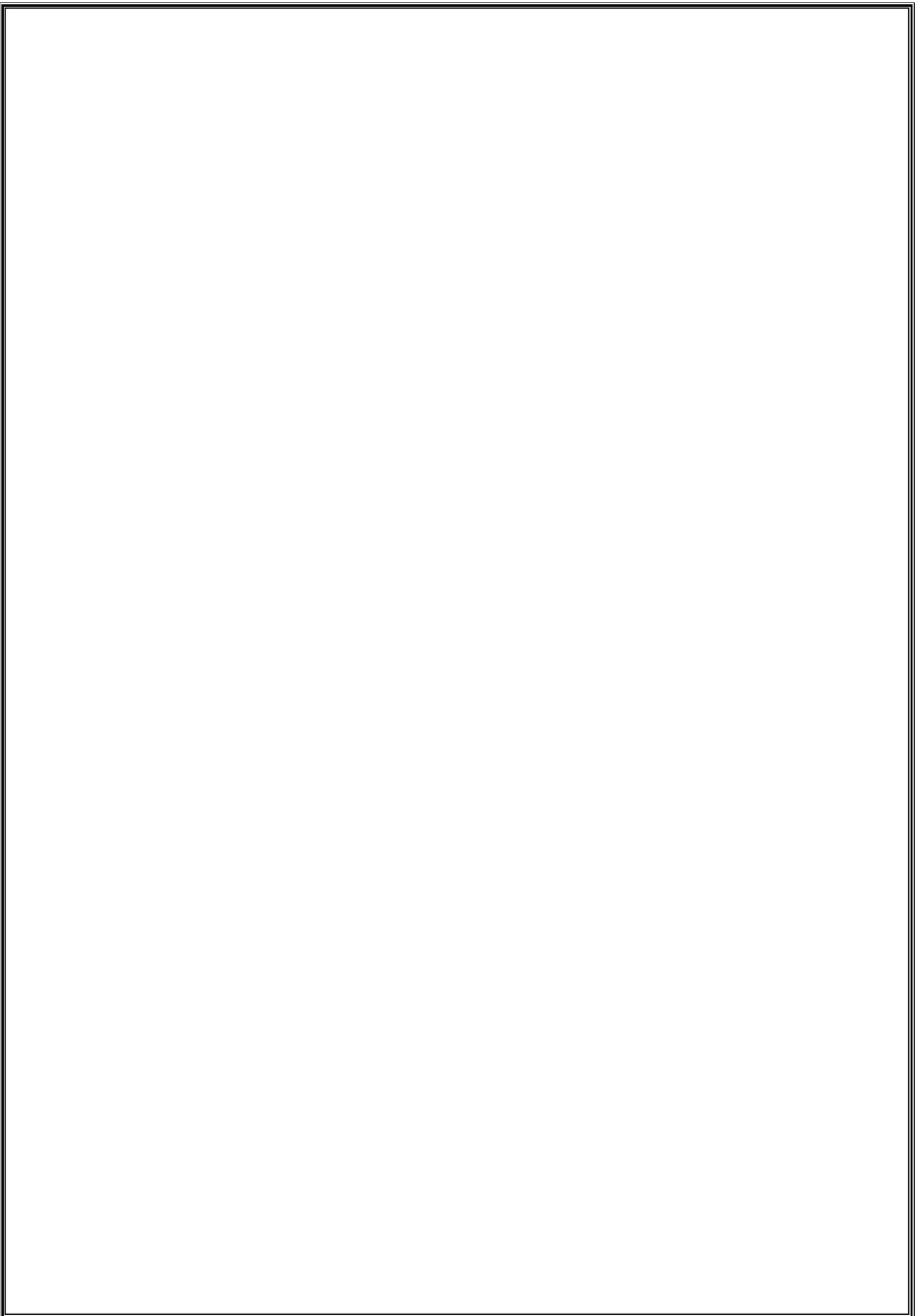
Devant le jury composé de :

Président: Dr.Moukhtari A. M.C.B Université de Guelma

Examineur : M.Mezroua L. M.C.C Université de Guelma

Encadreur : Dr.Merzoug A. M.C.B Université de Guelma

Juin 2016



Remerciement

Nous remercions Allah, le tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour concrétiser ce modeste travail.

Nous remercions vivement Mr. Moukhtari Abdelhamid Maître de Conférences au Département de Biologie, pour avoir accepté la présidence du jury. Qu'il nous soit permis de lui témoigner nos profonds respect pour ses enseignements.

Nos plus vifs remerciements vont à l'encontre de Mr. Mezrouaa Liamine, Maître assistant au Département de Biologie, pour nous avoir honoré, en acceptant d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et notre respect sans limites pour notre encadreur Mr. MERZOUG Abdelghnai, Maître de Conférences au Département de Biologie, pour son soutien, ses encouragements, ses conseils scientifiques et surtout son engagement attentif tout le long de la durée de la préparation de notre mémoire.

Sans oublier tout le personnel du laboratoire du control de qualité de la Conserverie Amor Benamor (CAB) d'El-Fedjoudj de la wilaya de Guelma pour leur aide et ses précieux conseils.

Enfin nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Tableau des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

	Introduction	
Chapitre I : Généralité		
1	Historique	1
1.1	Origine de la tomate	1
1.2.	La tomate aujourd'hui	3
2	Composition de la tomate (valeur nutritionnel)	4
2.1.	Métabolites primaires	5
2.1.1	Les sucres	5
2.1.2.	Les acides	5
2.2.	Métabolites secondaire et micronutriments	6
2.2.1.	Les vitamines	6
2.1.1.	Vitamines A (<i>Bêta-Carotène</i>)	7
2.2.1.2.	Vitamines C	7
2.2.2.	Poly-phénol	8
2.2.3.	Les pigments de coloration	9
2.2.4.	Le Lycopène	9
2.2.5.	Les composés volatils	10
2.3	Les minéraux de la tomate	11
3	Tomate transformé	12
3.1.	Conserves de tomates	13
3.1.1.	Jus de tomate, pulpe et purée	13
3.1.2	Concentré de tomate	14

3.1.3	Tomates pelées	19
3.1.3.1.	Tomates pelées entières	19
3.1.3.2.	Tomates pelées tranchées ou cubetées	20
3.2.	Dérivés de tomates	21
3.2.1.	Sauce pizza	22
3.3	Tomates séchées	22
3.4.	Tomate en Poudre	23
3.5.	Autres produits (Lycopène)	24
Chapitre II Matériel et Méthodes		
1	Présentation de La conserverie AMOR BEN AMOR	28
2.	Objectif de cette étude	28
3	Echantillonnage	28
4	Analyses physicochimiques	28
4.1	Détermination du poids du produit fini	28
4.2.	Détermination de la température	29
4.3.	Détermination du pH	29
4.4	détermination des résidus sec (Brix)	31
4.5	Détermination de la couleur et de la luminosité et les pigments	32
4.6	Détermination de la viscosité	35
1.5.	Processus de transformation du triple concentré de tomate	36
Chapitre III : Résultats et discussion		
1	Résultats des analyses physico-chimiques	40
1.1	Poids du produit fini	40
1.2	Température	40
1.3	le pH	41
1.4	Le Brix	42
1.5	La couleur	44
1.6	La viscosité	45

1.7	Les Pigments	47
	Conclusion	

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

TCT : Triple concentré de tomate

DCT : Double concentré de tomate

SCT : Simple concentré de tomate

BW : Bost wick

MS : Matière Sèche

VRN : Valeur nutritionnel

L : Luminosité

a : pigment blanc

b : pigment rouge

JORA : journal officielle république algérienne démocratique

Hot break : désactivation des enzymes à Température élevé

Cold break : élimination des enzymes à Température bas

JORA : journal officiel algérienne

LISTE DES FIGURES

Nombre de figures	Titre de figures	La page
Figure 1	Cultivateurs indiens en train de récolter des tomates	P1
Figure 2	Couverture et page du livre de Matthiolus qui décrit pour la première fois la tomate	P2
Figure 3	Traduction en français de Guillaume Rouillé en 1572	P2
Figure 4	Les différents composants de tomate (minérale et vitamine)	P4
Figure 5	Formule chimique de la Vitamine A et du Bêta carotène	P7
Figure 6	Formule chimique de la vitamine C	P8
Figure 7	Formule chimique du Poly-phénol	P9
Figure 8	Formule chimique du Lycopène	P10
Figure 9	Un schéma général des étapes de transformation de la tomate (Si possible retaper le schéma car il n'est pas clair)	P13
Figure 10	Evaporateur à flot tombant	P16
Figure 11	Evaporateur à circulation forcée	P16
Figure 12	Evaporateur Evaporateurs spéciaux	P18
Figure 13	Echangeurs de chaleur indirecte à tubes concentriques	P19
Figure 14	Remplisseuse aseptique des concentrés et produits dérivés de tomate	P19
Figure 15	Tomate en pelage à vapeur	p20
Figure 16	tomate après un pelage chimique	p20
Figure 17	Transformation de la tomate pelée	P22
Figure 18	Tomate séchée	p23
Figure 19	transformation de tomate poudre	p24
Figure 20	Image satellite de la Conserverie Amor Ben Amor El-Fedjoudj - Guelma	P27
Figure 32	Schéma de Processus de transformation du triple concentré de tomate	P39
Figure 33	Variation du poids net simple concentré de tomate	P40
Figure 34	Variation de la température aux différents produits finis	P40
Figure 35	Variation de la température à différentes étapes de fabrication du concentré de tomate	P41

Figure 36	Variation du pH dans les différents types de concentré de tomate	P42
Figure 37	Variation du Brix dans les différents types de concentrés de tomates	P43
Figure 38	Variation du Brix du SCT et DCT pendant les différentes étapes de fabrication	P44
Figure 39	Variation des couleurs dans les différents types de concentré de tomate	P44
Figure 40	Variation de la couleurs aux différentes phases de fabrication	P45
Figure 41	Variation de la viscosité dans les différents types de concentré de tomate	P46
Figure 42	Variation de la viscosité aux différentes phases de fabrication	P46
Figure 43	Variation des valeurs des pigments aux produits finis	P47
Figure 44	Variation des valeurs de pigments dans les différents types de concentré de tomate	P47

liste des tableaux

Tableaux	Titre	Pages
Tableau01	le contenu en sucre, acidité et le gout	6
Tableau02	Quelques composés importants dans l'arome de la tomate	11
Tableau03	la quantité des minéraux et oligo-éléments en % de valeur nutritionnel	11
Tableau04	Déférente température de nombreuse effet de transfère de chaleur	17

La tomate est une des cultures les plus répandues à travers le monde. C'est une source importante de vitamines ainsi qu'une culture de rente importante pour les petits exploitants et pour les agriculteurs qui ont une exploitation moyenne. (Briquitte.N. ,2009)

Avec une consommation mondiale de 124 million de tonnes (FAO, 2008), la tomate, considéré comme fruit ou légume, est l'un des produits agricoles le plus consommé dans le monde. (Briquitte.N. ,2009)

La dénomination concentré de tomates traité désigne le produit préparé par concentration du liquide, ou de la pulpe, extrait de tomates substantiellement saines, mûres et rouges (*Lycopersicon esculentum*), filtrées ou préparées de toute autre façon, de manière que le produit fini soit débarrassé des peaux et pépins, ainsi que des autres parties dures ou gros morceaux; et conservé par des procédés physiques. (Briquitte.N. ,2009)

L'objectif de notre travail consiste à faire une étude comparative et une évaluation de trois produits (SCT, DCT, TCT) et dans les trois points de transformation de la tomate en conserve par des méthodes d'analyses règlementaires utilisées par le laboratoire de qualité de la conserverie Amor Benamor (CAB).

Pour cela nous avons choisi d'articuler ce travail en deux parties, l'une est théorique contient le premier chapitre, l'autre est pratique présente dans le deuxième et le troisième chapitres.

Le premier chapitre est une généralité sur les tomates en présentant l'histoire et la valeur nutritionnelle de ce fruit, et les différentes techniques de transformation de la tomate.

Le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisées pour les analyses physico-chimiques de la tomate en conserve.

Le troisième chapitre illustre tous les résultats obtenus, après les analyses que nous avons faire avec leur interprétation.

Enfin une conclusion générale clôture ce travail;

1. Historique

1.1. Origine de la tomate

Le nom de "tomate" est une déformation du mot inca *tomalt* car ce fruit est originaire d'Amérique du Sud (Colombie, Équateur, Pérou et nord du Chili).

Néanmoins, ce nom n'a été accepté par l'Académie française qu'en 1835 et ce produit a été longtemps désigné par des surnoms comme "pomme d'amour" (*Poma d'amor* en provençal), "pomme d'or" ou encore "pomme du Pérou".

En botanique, son nom latin de *lycopersicum* signifie littéralement "**pêche de loup**" et faisait à l'origine référence à son prétendu caractère toxique.

On y a ajouté au XVIIIème siècle l'adjectif *esculentum* pour réhabiliter les propriétés gustatives de ce légume-fruit [1].

Le mot *Tomalt*, en langue Nahuatl, la principale langue des Aztèques désigne la tomate. Plusieurs langues actuelles utilisent donc ce mot d'origine aztèque : tomate en Français, tomato en Anglais, tomate en Espagnol [5].

Aujourd'hui, la tomate est le deuxième légume, après la pomme de terre, le plus consommé au monde. Elles ont d'ailleurs, la même origine, celle des Andes Péruviennes où les Incas connaissaient la tomate à l'état sauvage, mais elle était surtout cultivée par les Aztèques qui en produisaient plusieurs espèces, de formes et de couleurs différentes. Ils l'appelaient "tomalt" [4].



Figure 01 : Cultivateurs indiens en train de récolter des tomates (Le bon jardinier, 1819)

Comme la pomme de terre, la tomate nous vient d'Amérique du Sud. Sans doute fut-elle d'abord cultivée au Pérou (on l'appelait autrefois "*Pomme du Pérou*"), puis au Mexique où les indigènes lui donnèrent le nom de "*tomalt*" ou "*tomalti*", dérivé d'un mot aztèque "*zitomate*" [3].

Elle fut découverte et ramenée en Europe, par les conquistadores Espagnols en 1519, ainsi que d'autres spécimens tel que le piment, le poivron, le maïs, la courge etc.

La tomate cultivée dès 1530 au sud de l'Espagne, gagna rapidement, au gré des échanges commerciaux, le Portugal, l'Italie, puis le sud de la France [4].

En 1544, elle était connue en Europe grâce aux écrits d'un certain Mathiolius qui lui trouvait des points communs avec la Mandragore, réputée aphrodisiaque. On la baptisa donc pomme d'amour [2].



Figure 02 : Couverture et page du livre de Matthiolius qui décrit pour la première fois la tomate (éd. 1554) (Le bon jardinier, 1819)



Figure 03 : Traduction en français de Guillaume Rouillé en 1572 (couverture et page correspondante) (Le bon jardinier, 1819)

Au XVI siècle, où l'Italie était à l'honneur, tant sur le plan de l'art et de la culture de façon plus générale, et certainement sous l'égide de Catherine de Médicis qui la ramena à la cour, avec, entre autre, le melon, l'artichaut [4].

Les italiens l'adoptèrent aussitôt et la nommèrent *pomo d'oro*, c'est à dire pomme d'or, en raison de sa couleur jaune. D'ailleurs, la tomate se dit encore aujourd'hui *pomodoro* en italien [2]. Ils la consommèrent dès 1550 alors que les autres pays européens la cultivait

comme plante ornementale et la considérait encore comme vénéneuse à cause de sa famille (les solanacées comme la belladone et le tabac) [2].

Elle rentra définitivement dans la vaste famille des solanées (*Solanum*) grâce à CARL VON LINNE, botaniste naturaliste Suédois du XVIII^e siècle [4].

Pour Olivier de Serre, en 1600 dans le Théâtre de l'agriculture, la tomate est une plaisante ornementales, mais ne se mange pas : "Les Pommes d'Amour, de Merveille et dorées demandent commun terroir et traitements, comme aussi communément servent-elles à couvrir cabinets et tonnelles, grimpant gaiement par dessus, s'agrafant fermement aux appuis. La diversité de leur feuillage rend le lieu auquel on les assemble fort plaisant et de bonne grâce, les gentils fruits que ces plantes produisent pendant parmi leur ramure. A l'issue de l'hiver les graines en sont semées, seul moyen de se multiplier (engeancer) de ces plaisants arbustes dont la délicatesse ne souffre les rudes froidures. Pour laquelle cause ne durent-ils qu'une saison, se mourant comme les Melons et Concombres à l'approche de l'hiver. Leurs fruits ne sont bons à manger, seulement sont-ils utiles en la médecine, et plaisants à manier et flairer [5].

Elle servit de plante c jusqu'à la révolution Française, s'excite plus de deux siècles après sa découverte. Il fallut attendre 1731 pour qu'elle soit reconnue officiellement "comestible" par le botaniste écossais Philippe MILLER qui lui adjoint l'adjectif ESCULENTUM qui veut dire "comestible". Malgré cela, presque un siècle plus tard dans nos bons vieux livres de jardinage, on pouvait lire, la tomate ne serait pas utile en cuisine [4].

Selon la légende, ce sont les Provençaux et les Languedociens qui ont fait connaître ce légume aux parisiens en réclamant des tomates aux aubergistes lors de la fête de la Fédération en 1790. En réalité, Diderot faisait déjà l'éloge de ce fruit dans l'Encyclopédie [1].

En Algérie se sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (LATIGUI, 1984), (MEHALLAL.R. , 2013) .

1.2. La tomate aujourd'hui

La tomate se consomme aujourd'hui sous forme de soupes, de sauces, de tomates au jus, en coulis et même en confiture. On peut également faire des tomates séchées ou confites pour profiter de leur saveur toute l'année [1].

L'été est bien sûr la meilleure saison pour en apprécier le goût et pour profiter de ses vertus nutritionnelles. Peu calorique, elle est riche en minéraux et oligo-éléments, en vitamines (A, B, K et C) et contribuerait à la prévention du cancer et des maladies cardiovasculaires [1].

2-Composition de la tomate (valeur nutritionnel)

La composition biochimique des fruits de tomate fraîche dépend de plusieurs facteurs, à savoir : la variété, l'état de maturation, la lumière, la température, la saison, le sol, l'irrigation et les pratiques culturales (**Salunkhe et al, 1974**). Le jus représente la majeure partie des constituants physiques de la tomate (MEHALLAL.R. , 2013)

Une tomate mure est composée d'environ 90 % d'eau soit 5 à 10 % de matière sèche (m.s) environ la moitié de la matière sèche est composée de sucres (glucose et fructose essentiellement), un quart d'acides organiques, d'acides aminés, de minéraux et de lipides, et un quart de protéines, pectines, cellulose et hémicellulose.il existe en général une corrélation positive entre la matière sèche soluble et la matière sèche totale. Le contrôle de la teneur en matière sèche des fruits est un premier pas vers le contrôle de l'élaboration de la qualité des tomates. C'est un point essentiel mais qui n'est pas suffisant. En effet à teneur en matière sèche égale, la tenue et la texture des fruits peuvent être extrêmement variables. (**Briquette.N. ,2009**)

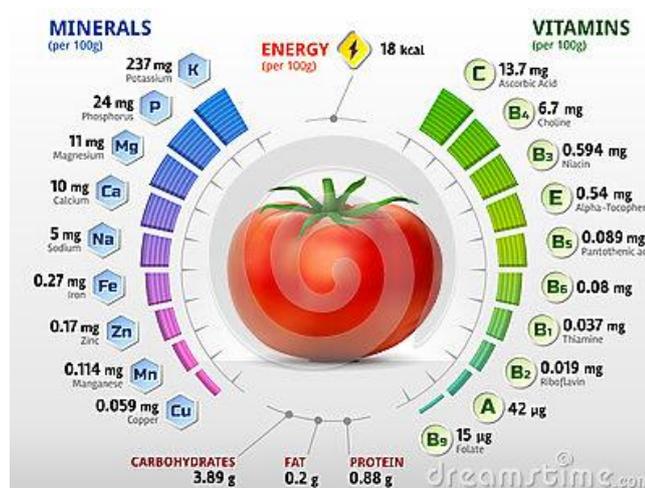


Figure 04 : Représentation des différents composants de tomate.

2.1. Métabolites primaires

2.1.1. Sucres

Chez la tomate, l'amidon et les hexoses sont stockés en quantités équivalentes pendant les stades précoces de développement du fruit. Par la suite, l'amidon est dégradé et les sucres sont stockés principalement sous forme de fructose et de glucose et, en bien moindre quantité, de saccharose. Ils représentent près de la moitié de la matière sèche du fruit mûr. L'intensité de la saveur sucrée de la tomate reste limitée car la quantité de sucre est relativement faible en pourcentage de la matière fraîche totale.

Il existe d'une variété à l'autre, des différences importantes des teneurs en sucre. L'indice réfractomètre (IR), qui mesure la matière sèche soluble, permet d'évaluer ces différences. Pour les variétés habituellement cultivées type rode ou gros calibre, l'IR varie de 3,5 à 5,5% Brix. Pour les variétés cocktail ou cerise, l'IR peut être beaucoup plus élevé, de 6 à 11 % Brix (Briquette.N. ,2009).

Un jus de tomate dont le °Brix s'élève à 20 contient 200 g/litre de sucres solubles .

2.1.2. Acides

Les acides sont déterminants pour la flaveur de la tomate. Plus d'un huitième de la matière sèche du fruit est composé d'acides organiques, essentiellement citrique et malique et d'acides aminés di-carboxyliques (surtout glutamique et aspartique), dont les concentrations relatives dépendent des variétés et de la nutrition minérale. L'acide citrique représente environ 70%de l'acidité totale du fruit mur et intervient majoritairement dans la perception de la saveur acide du fruit. L'acidité titrable traduit l'évolution des deux principaux acides, citrique et malique. Le jus de tomates constituant un milieu tampon, une grande variation des acides libres ne se traduit pas par une variation importante du pH du jus qui se situe en générale entre 4 et 4 ,5 (Briquette.N. ,2009).

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

Le pH des tomates se situe habituellement entre 4,0 et 4,5. Les fruits deviennent aigres ou acidulés à mesure qu'il diminue. Des groupes de dégustateurs sont habituellement chargés d'évaluer la saveur des tomates. Ils analysent un éventail d'attributs comme le parfum, l'arôme, la fermeté, le jus, le caractère farineux, la texture de la peau, la teneur en acides et la teneur en sucres .

Certains pays ont établi des indicateurs quantifiables de la saveur des fruits. La France, par exemple, s'attache à l'équilibre entre la teneur en sucres et l'acidité totale titrable des fruits. Les Français préfèrent un rapport sucres/acidité de 10 et un taux d'acidité de 5 g d'acide citrique hydraté par litre .

Tableau 01: Contenu en sucre, acidité et goût dans la tomate fraîche

Acidité	Sucre	Goût
Elevé	Elevé	Bien
Elevé	Bas	Fede
Bas	Elevé	Aigre
Bas	Bas	Sans gout

2.2. Métabolites secondaire et micronutriments

Les micro-constituants contribuent à la couleur, au goût, à la saveur et à l'intérêt nutritionnel des fruits. Ils peuvent être définis par opposition aux métabolites primaires, comme des molécules qui ne participent pas directement aux processus de croissance des végétaux. Il existe une grande variabilité de composés synthétisés dont l'intérêt est divers (Briquette.N. ,2009).

2.2.1. Les vitamines

La tomate crue est source de vitamine A et de vitamine C, car 100 g de tomate apportent respectivement l'équivalent de 17,50 % des Valeurs Nutritionnelles de Référence (VNR) en vitamine A (soit 140 µg pour 100 g) et de 17,87 % des VNR en vitamine C (soit 14,3 mg pour 100 g) .

La tomate crue apporte également 10,25 % des VNR en vitamine B9 (soit 20,50 µg pour 100 g) et de 9,25 % des VNR en vitamine E (soit 1,11 mg pour 100 g) .

Les autres vitamines sont présentes en quantité représentant moins de 6 % des VNR .

2.2.1.1. Vitamines A (*Bêta-Carotène*)

La tomate est considérée comme une source de vitamine A car 100 g de tomate crue apportent plus de 15 % de la valeur nutritionnelle de référence.

L'organisme peut transformer en vitamine A certains caroténoïdes provenant des végétaux. On qualifie ces caroténoïdes de "provitamines A". Parmi eux, le *bêta-carotène* est de loin la provitamine A la plus importante .

Est aussi présente dans le jus de tomate. Elle apporte au corps humain du bêta-carotène, qui préserve l'état de votre vue, des os, des dents et de système immunologique [6].

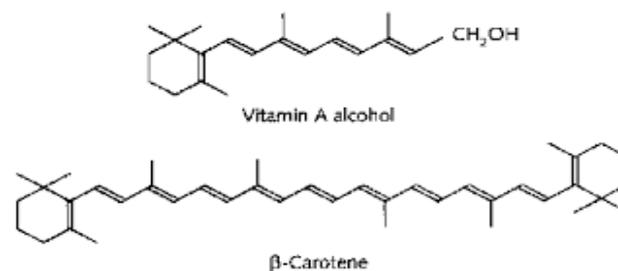


Figure 05 : Formule chimique de la vitamine A et du *Bêta* carotène

2.2.1.2. Vitamines C

La plupart des plantes et des animaux fabriquent, par voie enzymatique à partir du glucose et autre sucre simple leur propre vitamine C. cette transformation n'est pas possible pour l'homme, elle doit donc lui être apportée par l'alimentation malgré sa faible quantité dont le fruit de la tomate, c'est une source importante de vitamine C pour l'homme, du fait de sa forte consommation toute l'année. La vitamine C est présente sous sa forme réduite, l'acide ascorbique (AA) et oxydée, l'acide déhydroascorbique (DHA) (Briquette.N. ,2009).

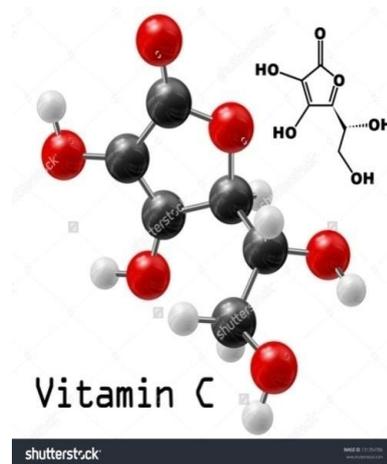


Figure 06 : Formule chimique de la vitamine C

2.2.2. Poly-phénol

La composition phénolique des fruits de tomates évolue avec la maturation du fruit, et elle varie également quantitativement et qualitativement suivant les cultivars étudiés, les tomates cerises étant généralement les plus riches.

A l'échelle de la cellule, les composés phénoliques sont principalement répartis dans deux compartiments : les vacuoles et la paroi. Dans les vacuoles, les poly-phénols sont conjugués, avec des sucres ou des acides organiques, ce qui permet d'augmenter leur solubilité et de limiter leur toxicité pour la cellule. Au niveau de la paroi, on trouve surtout de la lignine et des flavonoïdes liés aux structures pariétales.

Les composés phénoliques sont synthétisés dans le cytosol. Une partie des enzymes impliquées dans la biosynthèse des phénylpropanoïdes est liée aux membranes du réticulum endoplasmique, où elles sont organisées en métabolons.

D'autres organites du cytoplasme, comme des vésicules golgiennes ou des chloroplastes, peuvent participer à la biosynthèse des composés phénoliques mais ce ne sont pas des lieux d'accumulation (Briquette.N. ,2009).

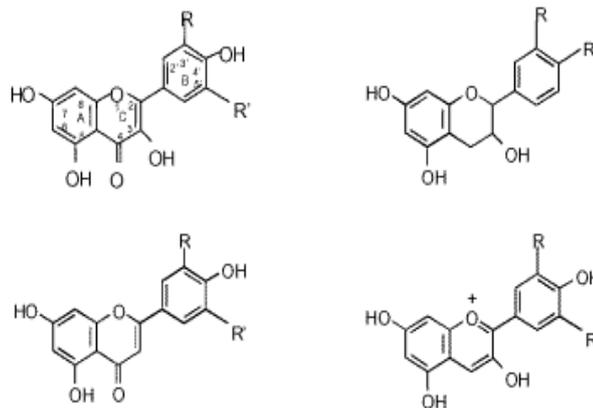


Figure 07: Formule chimique du **Poly-phénol**

2.2.3. Pigments de coloration

Les pigments colorés responsables des couleurs et présentent dans la chair de la tomate sont :

- Le lycopène : rouge (le plus abondant);
- Le cys-lycopène : orange;
- Le beta carotène, orange, (abondant);
- Le delta carotène, orange;
- Le zetacarotène, orange;
- Le phytoène : incolore pour l'œil humain;
- Le phytofluène : incolore pour l'œil humain;
- La chlorophylle : verte;

Les colorants présentés dans la peau des tomates sont :

- Un pigment jaune non identifié

Remarque : La couleur apparente du fruit résulte de la combinaison entre la couleur de la chair et la couleur de la peau.

2.2.3. Lycopène

A l'inverse d'autres caroténoïdes, on ne trouve du Lycopène que dans un petit nombre de végétaux, principalement les fruits et les légumes de couleur rouge. La tomate et ses

produits dérivés (jus, ketchup, sauce tomate, soupe) sont les sources de lycopène par excellence. Les tomates crues représentent notre principale source d'apport en lycopène.

Résumer les vertus de la tomate au seul Lycopène est cependant fort réducteur. À vrai dire, le Lycopène n'est qu'une des nombreuses substances actives de la tomate qui peuvent agir en synergie. On y trouve de nombreux caroténoïdes (lutéine, zéaxanthine, bêta-carotène, alpha-carotène, phytoène.) et des poly-phénols, d'autres puissants antioxydants comme le flavonol, la quercétine et le kœmpférol. La tomate mérite donc son statut envié de fruit préféré.

La quantité de Lycopène varie énormément entre la tomate crue qui en fournit environ 3mg pour 120grs de tomate crue alors qu'une tomate cuite peut en contenir jusqu'à 40mg pour 120gr de tomate cuite. On constate donc qu'il faudrait consommer 13 fois plus de tomate crue pour obtenir autant de Lycopène. (Briquette.N. ,2009)

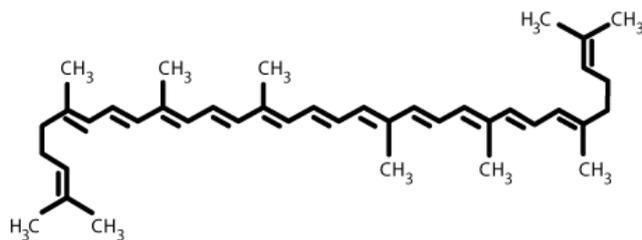


Figure 08 : Formule chimique du Lycopène

2.2.4. Composés volatils

Les composés volatils de tomates se trouveraient essentiellement dans la pulpe et dans la peau. Les premiers travaux relatifs aux constituants de la tomate remontent au début des années 30. Gustafson (1934) y signale alors la présence d'acétaldéhyde et d'éthanol. Depuis, et principalement à la suite des développements de la chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse, ce sont plus de 400 composés volatils qui ont été découverts dans la tomate. La concentration dans le fruit de ces composés varie de quelques ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) à quelques ppm (mg/kg).

Tableau 02 : Quelques composés importants dans l'arôme de la tomate

Origine métabolique	Molécules	Odeurs	Seuil de perception
Acide gras	Hexanal	Herbe coupé	4,5
	(Z)-hex-3-ènal	Pomme, Verte	0,25
	(Z)-hex-3-èn-1-ol	Herbe grasse	70
	(E)-hex-2-ènal	Verte	17
Dégradation des pigments	6-méthylhept-5-ène-2-one	Haricot vert, persil	50
	Beta-ionone	Florale, violette	0,007
	Géranylacétone	Magnolia	60
	Beta-damascénone	Rose	0,002
	2-isobutylthiazole	Tomate verte	3,5
	2-phényléthanol	Florale	86
	3-méthylbutanol	Alcool, chimique	250
Composés phénoliques	Eugénol	Clou de girofle	6
	Salicylate de méthyl	Menthe poivré	40

2.2.5. Les minéraux

2.3. Minéraux de la tomate

La tomate crue apporte l'équivalent de 12,55% des valeurs nutritionnels de référence en potassium (soit 251 mg pour 100 g), de 3,55% des VNR en manganèse (soit 0,0711 mg pour 100 g) et de 3,26% des VNR en cuivre (soit 0,0326 mg pour 100 g).

Les autres oligo-éléments et minéraux sont présents en quantité représentant moins de 3 % des VNR.

Tableau 03 : Quantité des minéraux et oligo-éléments en % de valeur nutritionnel

Minéraux et oligo-éléments	Quantité	% valeur nutritionnel
Calcium	8.24 mg	1.03
Cuivre	0.0326 mg	3.26
Fer	0.151 mg	1.08
Iode	2 µg	1.33
Magnésium	10.1 mg	2.69
Manganèse	0.0711 mg	3.55
Phosphore	19.3 mg	2.76
Potassium	251 mg	12.55
Sélénium	0.3 µg	0.545

Sodium	3.29 mg	-
Zinc	0.221 mg	2.21

3-Tomate transformé

En 1964, la production mondiale de tomate fraîche est de 29 827 033 tonnes puis elle a augmentée en 2009 vers les 152 956 115 tonnes.

La consommation mondiale de dérivés de tomate en 2010/2011 égale à 39 700 000 Tonnes (Un quart environ de la production mondiale de tomate est consommée sous forme transformée (Briquitte.N. ,2009).

La transformation comprend un certain nombre d'étapes techniques importantes telles que, par exemple, la concentration des jus ou le traitement thermique aseptique des concentrés obtenus.

Avant cela, l'une des principales opérations est le lavage du produit à la réception en usine. Cette opération est indispensable pour séparer la terre des fruits : les particules de terre présentes sur les tomates peuvent contenir des résidus de pulvérisation, des micro-organismes, des moisissures, mais doivent également être enlevées en raison des dommages physiques qu'elles pourraient occasionner aux équipements de transformation, en particulier aux broyeurs, aux raffineuses, aux pompes, etc. L'opération de lavage comporte deux phases: la période de trempage et le rinçage par jet.

Après le lavage, le tri des tomates permet de diriger les tomates vers les différentes lignes de production. S'il est bien effectué, seules les tomates sans défauts et de taille adéquate vont servir à la fabrication des tomates entières pelées. Les petites tomates ou celles présentant quelques défauts (maturité, pigmentation, altérations diverses, etc.) sont plutôt dirigées vers les lignes de pulpes ou de concentré. Les opérations de tri sont désormais réalisées le plus souvent au moyen de trieurs optiques électroniques.

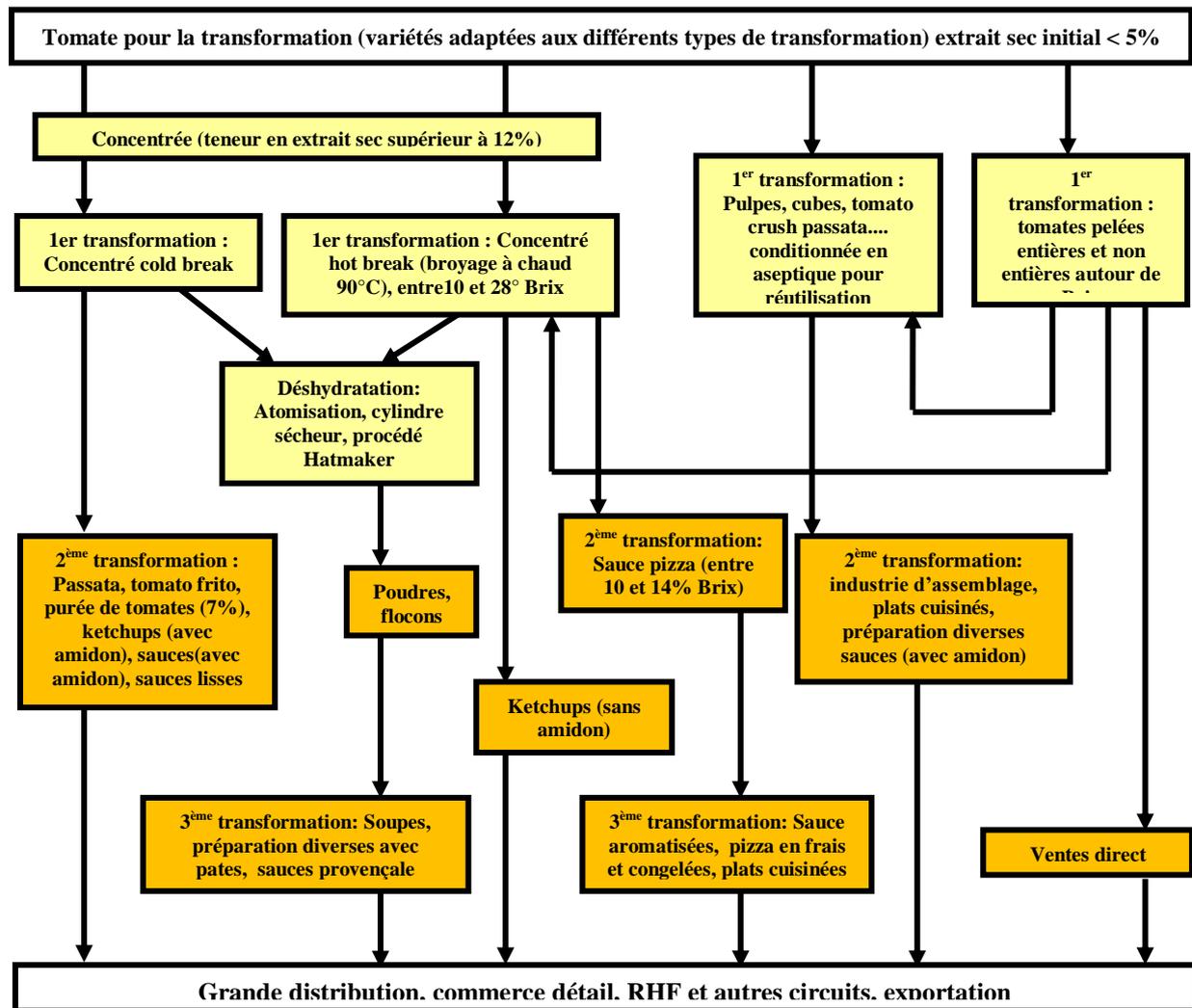


Figure 9 : Schéma général des étapes de transformation de la tomate [6]

Les produits de transformation de la tomate fraîche peuvent être regroupés en trois catégories :

3.1. Conserve de tomates

Les tomates pelées entières ou non entières, jus de tomate, pulpe de tomate, concentré de tomate. Quelle que soit la technique de transformation, les produits natifs sont finalement mis en conserve et stabilisés par un traitement thermique.

3.1.1. Jus de tomate, pulpe et purée

Conformément aux différentes législations en vigueur (JORA N°77, 1997), le jus de tomate obtenu à l'issue des premières étapes communes de transformation possède un extrait sec maximal de 8%. Le jus de tomate peut être considéré comme une étape intermédiaire de la préparation du concentré de tomate. Il est dans ce cas embouteillé après l'étape d'extraction, et stérilisé [6].

Mais la méthode la plus couramment utilisée est la fabrication du jus de tomate à partir de concentré de tomate dilué, homogénéisé et acidifié.

La pulpe de tomate est fabriquée à partir de tomates crues en séparant d'abord les parties liquides et charnues des graines, des peaux, etc. et en éliminant ensuite l'eau du jus jusqu'à le produit concentré contienne au moins 8,0% de matière sèche (hors sel).

La pulpe est ensuite convoyée directement vers l'étape de raffinage pour l'extraction à froid (*Cold Break*), ou vers une installation de préchauffage suivie de l'extraction à chaud (*Hot Break*).

3.1.2. Concentré de tomate

Les étapes de fabrication des concentrés de tomate sont :

A/ Broyage

➤ **Procédé "*Hot break*"**

Dans le procédé « *Hot break* », les tomates sont broyées en présence d'un minimum d'air, puis la pulpe ainsi obtenue est immédiatement réchauffée jusqu'à 104 °C (220 °F) avant d'être soumise à l'étape de raffinage. Cette technique permet d'améliorer le rendement industriel, tout en obtenant un produit plus visqueux qui ne donne pas lieu à une séparation en plusieurs phases. Le traitement à chaud permet d'inactiver les enzymes natives (polyméthylestérase et polygalacturonase) qui autrement décomposent la pectine qui sert de lien entre les cellules. Le procédé *Hot break* donne un produit de meilleure qualité en termes d'arômes et de consistance.

➤ **Procédé "*Cold Break*"**

Dans le processus « *Cold break* » la tomate est hachée ou écrasée à des températures inférieures à 66 °C (150 °F), puis raffinée après un chauffage ménagé. Le produit obtenu a une couleur plus naturelle et une saveur de tomate fraîche.

Dans ce cas, la lipoxgénase, la polyméthylestérase et la polygalacturonase ne sont pas inactivées: c'est un avantage pour la saveur, mais un inconvénient pour la viscosité. La vitamine C est également mieux préservée par le procédé "*Cold break*".

Le rendement industriel moyen pour le concentré 28/30 (« double concentré ») est de 6 kg de tomate par kg de concentré. Cette valeur monte à 7,7 pour le concentré 36/38 (« triple concentré ») [6].

B/ Extraction – Raffinage

L'extraction du jus est la section où les graines, la peau et l'ensemble des composants végétaux (écorces, tiges, feuilles, etc.) sont séparées du jus, qui est ensuite transmis à d'autres sections de la ligne de traitement.

L'extraction du jus de tomate peut être accomplie de différentes manières, la plus répandue étant l'extracteur à pales. La force centrifuge créée par la rotation du système hélicoïdal contraint la pulpe à traverser une grille cylindrique ou le plus souvent tronconique, dont la maille (entre 0,6 et 1,2 cm) est déterminée en fonction de différents paramètres (consistance, viscosité, couleur, etc.) souhaités. Le nombre de pales, la vitesse de rotation, l'écartement entre les pales et la grille sont également déterminants pour la qualité finale du produit.

A la fin de cette étape, le jus obtenu peut soit être embouteillé (après désaération et homogénéisation), soit aller vers la concentration, pour obtenir des *passata* (Sauce tomate) (12 à 13%) ou du concentré de tomate (SCT 22 %, DCT 28-30 %. TCT 36-38 %) [6].

C/ Concentration

Pour produire le concentré de tomates, la quasi totalité des industries utilise aujourd'hui des évaporateurs continus à faisceaux tubulaires et à plusieurs effets (en général 3 à 5).

➤ **Évaporateur à flot tombant** : Afin d'améliorer la qualité du produit, il a fallu réduire le temps de résidence du produit dans les équipements de concentration : l'évaporateur à flot tombant est rapidement devenu un standard, parce qu'il présente l'avantage de fonctionner par gravité, ce qui crée une couche de produit plus mince, qui se déplace plus rapidement (réduction du temps de séjour) dans l'appareil, et offre un coefficient d'échange thermique plus élevé.[6]

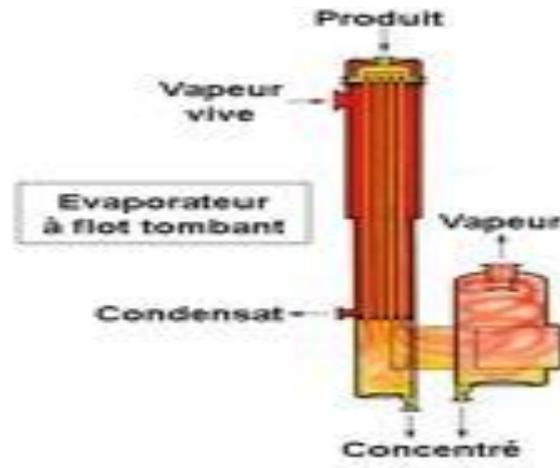


Figure 10 : Évaporateur à flot tombant [6]

➤ **Évaporateur à circulation forcée** : Dans un évaporateur à circulation forcée, le liquide est distribué à vitesse très élevée au moyen d'une plaque de répartition à la partie supérieure de l'évaporateur. Le produit circule vers le bas dans les tubulures où s'effectue l'échange de chaleur, l'enceinte étant maintenue en pression positive : ce type d'évaporateur est utilisé pour la concentration de produits thermiquement dégradables, pour éviter l'ébullition du produit sur les surfaces de chauffe et l'encrassement des tubulures.

Le produit est chauffé lors de son passage dans l'échangeur de chaleur, puis partiellement évaporé lorsque la pression est réduite dans l'enceinte de séparation. L'élévation de température dans l'échangeur de chaleur est maintenue aussi basse que possible, ce qui nécessite des vitesses de recirculation élevées [6].

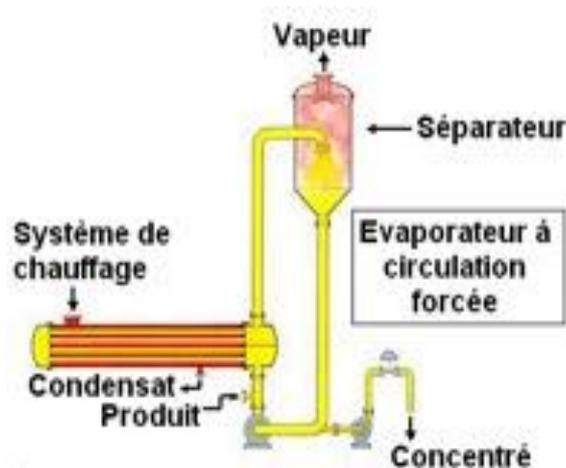


Figure 11 : Évaporateur à circulation forcée [6]

➤ **Evaporateurs à effets multiples** : Les coûts énergétiques sont un facteur extrêmement important dans la conception d'un système d'évaporation. Pour un évaporateur à effet simple et unique (tels que les procédés déjà décrits), il faudrait environ 1 kg / h de vapeur pour produire 1 kg / h d'évaporation.

Dans l'évaporation à effets multiples, la vapeur générée dans une cellule d'évaporation est utilisée pour chauffer la cellule suivante. Cette vapeur provoque l'évaporation d'une nouvelle quantité d'effluent. Ce procédé peut être répété plusieurs fois. Plus le nombre d'effets est important, plus la consommation énergétique par tonne d'eau évaporée est faible, mais plus le coût d'investissement est élevé. Il est donc nécessaire de trouver les meilleurs compromis économiques et technique.

Tableau 04 : Déférente température de nombreuse effet de transfère de chaleur [6]

Nombre d'effets	Kg de vapeur/ kg évaporé
1	1.00
2	0.50
3	0.33
4	0.25
10	0.10 (théorique)

Par ailleurs, il existe une limite pratique au nombre d'effets utilisés, car il faut une différence de température entre chaque effet pour que le transfert de chaleur s'effectue : de fait, sur des schémas de concentration à basse température, le nombre d'effet se limite à 4 ou 5.

➤ **Evaporateurs spéciaux** : L'évaporateur TASTE (Thermally Accelerated Short Time) est fondé sur le principe de l'évaporateur à couche mince tombante, mais il est plus efficace et rentable.

Utilisé pour le jus de tomate, cet évaporateur est capable d'obtenir des produits de basse concentration et peut donc être utilisé pour la production de sauces ou de passata. Il peut également être utilisé comme étage d'enrichissement (pré-évaporation "basse concentration") afin d'augmenter la capacité des installations existantes en le combinant avec un évaporateur à circulation forcée qu'on utiliserait comme étage finisseur.

Dans les deux cas, comparé aux évaporateurs traditionnels à circulation forcée, cet évaporateur offre des avantages qui, en termes opérationnels, permettent d'obtenir une

meilleure qualité ainsi que des coûts de production réduits, en termes d'énergie et de vapeur consommée.

L'appareil fonctionne en passage unique, sans recirculation du jus et ne contient donc que de très faibles volumes de produit. Les temps de stationnement en température (chambrage) du produit sont courts, ce qui permet d'obtenir au final un produit dont la couleur est effectivement meilleure que celle des produits obtenus avec les évaporateurs traditionnels à circulation forcée [6].



Figure 12 : Evaporateur Evaporateurs spéciaux [6]

D/ Stérilisation

Le produit est soumis à un cycle thermique obtenu par des échangeurs de chaleur indirects à tubes concentriques (**Fig. 12**). Le produit circule dans l'espace annulaire central, tandis que les liquides de réchauffement et de refroidissement circulent dans les deux enceintes intérieures et extérieures, à contre courant du produit. Ce type d'équipement permet de maintenir le produit à température constante sur de longues durées. Pour le secteur des concentrés, l'installation de stérilisation la plus courante est le stérilisateur aseptique continu « tube in tube », destiné au traitement de produits alimentaires à haute consistance ou viscosité (jus, pulpes, mais surtout concentrés, sauces et ketchups).

Ce type de *process* offre des capacités de production importante, pour une efficacité de l'échange thermique et une régularité de traitement optimales [6].



Figure 13 : Echangeurs de chaleur indirecte à tubes concentriques [6]

E/ Remplissage

L'installation la plus courante pour le conditionnement des concentrés et produits dérivés est la remplisseuse aseptique : cet équipement, destiné au remplissage de produits à $\text{pH} < 4,5$ utilise exclusivement de la vapeur comme agent de stérilisation. Il est généralement équipé de deux têtes de remplissage, mobiles et adaptées au remplissage des outres de 230 litres (fûts) ou de 1 500 litres (bins). Les têtes sont situées dans une enceinte close qui permet, au début de chaque cycle, leur stérilisation à la vapeur vive (120°C) avant la perforation du dispositif de remplissage. Les améliorations apportées au cours des dernières décennies en termes d'asepsie et de sécurité alimentaire ont justifié la conception de nouveaux emballages et procédés de remplissage.



Figure 14 : Remplisseuse aseptique des concentrés et produits dérivés de tomate [6]

3.1.3. Tomates pelées

3.1.3.1. Tomates pelées entières

Le pelage des tomates de conserve a longtemps été une opération coûteuse en termes de travail. Lorsqu'il était couplé avec les opérations de parage, le coût d'ensemble des

opérations était généralement estimé à 60% environ du coût total du travail mis en œuvre pour la production de conserves de tomates pelées.

Deux grands types de technologies de pelage (vapeur et soude caustique) ont été utilisés dans ce secteur, qu'il s'agisse de tomates entières pelées ou en dés. Désormais, la technologie la plus répandue est le pelage à la vapeur, devenu populaire dans les années 1970 et 1980 en raison des préoccupations environnementales et des coûts associés à l'élimination des déchets caustiques.

➤ **Pelage à la vapeur**

Les tomates sont ébouillantées à la vapeur dans un espace clos équipé de buses de pulvérisation de vapeur. Les tomates sont exposées à la vapeur vive entre 30 à 60 secondes selon la variété, la taille, et le stade de maturité des fruits. Immédiatement après l'exposition à la vapeur, les fruits sont soumis à des jets d'eau froide destinés à fracturer la peau. La peau des tomates peut ensuite être détachée du fruit au moyen d'une cloche sous vide ou en faisant passer les fruits sous des lanières plastiques ou des brosses sur lesquelles la peau reste accrochée.



Figure 15 : Tomate en pelage a vapeur [6]



Figure16 : Tomate après un pelage chimique [6]

➤ **Pelage chimique**

L'élimination efficace des déchets de pelage est nécessaire pour l'apparence et la qualité du produit, mais aussi pour permettre un chauffage uniforme au cours des opérations de traitement thermique. La qualité du pelage dépend de l'optimisation du compromis entre l'élimination des peaux et le maintien de la quantité maximale de chair. L'intérêt du pelage chimique est la sélectivité de l'action de la soude caustique, qui attaque les tissus externes des fruits tout en laissant la chair intacte. Les déchets de pelage sont facilement éliminés par entraînement à l'eau.

Le pelage chimique des tomates a été utilisé durant de nombreuses années dans l'industrie agro-alimentaire, mais n'est plus utilisé aujourd'hui en dehors des USA.

Les tomates pelées entières sont mises en boîte immédiatement après l'étape de pelage, et le remplissage de la boîte est effectué avec du jus de tomate natif. Avant d'être remplis, les emballages sont nettoyés par l'eau chaude, vapeur, ou jet d'air. Longtemps remplies manuellement, la plupart des boîtes sont désormais remplies à la machine. La précision du remplissage des boîtes de conserve de tomates est une opération importante pour le transformateur, dont dépend la satisfaction du consommateur, le bénéfice de l'entreprise, et la conformité aux normes légales, commerciales, etc.

3.1.3.2. Tomates pelées tranchées ou cubetées

Depuis les années 1970, les tomates pelées se vendent aussi sous forme coupée : en rondelles ou en dés. Des lames rotatives spéciales tranchent les tomates pelées et une platine vibrante sépare les tranches du jus et des graines.

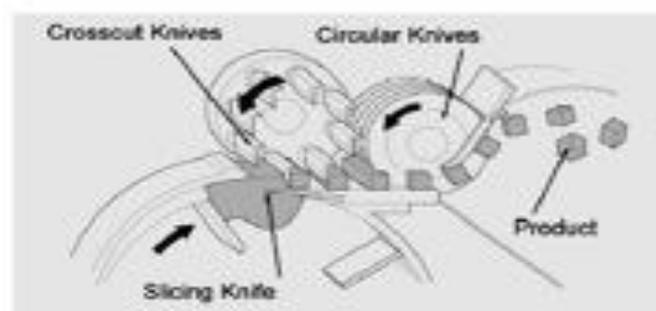


Figure 17 : Transformation de la tomate pelée [6]

3.2. Dérivés de tomates

Les soupes de tomate, les ketchups et les sauces tomate. Dans ce cas, de nombreux autres ingrédients peuvent être ajoutés pour aboutir au produit final, qui est emballé et stabilisé par un traitement thermique.

3.2.1. Sauce pizza

La sauce pizza est composée de tomate non pelée écrasée et très peu raffinée. Elle est d'une excellente qualité nutritive : la peau contient du lycopène et les pépins renferment de l'huile et de la vitamine E.

La durée et la température de traitement (barème de stérilisation) des conserves de tomates dépendent du type d'équipement et de la taille des conserves. La stérilisation a pour but de détruire les micro-organismes susceptibles d'altérer la qualité, voire de rendre le produit impropre à la consommation. Le temps de température et de traitement varie avec la nature du produit et la taille du conditionnement. L'efficacité du processus de stérilisation est vérifiée par la mesure de la température atteinte au centre de la boîte. On considère que cette température doit atteindre au moins 82°C (180°F) dans le cas d'un refroidissement par air, et 88°C (190°F) si les emballages sont refroidis par eau [6].

3.3. Tomates séchées

Poudre et flocons de tomate, entières, en moitié, tranchées, etc. Ces produits sont déshydratés par des techniques différentes, la faible teneur en humidité constitue le facteur de stabilisation [6].

La récolte et la préparation des tomates sont effectuées à la main, et nécessitent de grandes surfaces (environ 25 m² pour une tonne de fruits). Les tomates sont coupées en deux et disposées sur des surfaces planes exposées au soleil. Ce procédé de séchage est dérivé des méthodes traditionnelles utilisées dans le sud de l'Italie. Actuellement utilisé en Californie, en Espagne et en Turquie, il exige des conditions atmosphériques particulières, comme un degré hygrométrique maximal de 15%, en particulier la nuit.

Les tomates séchées sont souvent utilisés après une réhydratation de 38%. Depuis quelques années, de nouveaux produits dérivés sont apparus, tels que les tomates séchées dans l'huile d'olive ou l'huile de graines de tournesol, emballées sous vide et prêtes à l'emploi.

Le rendement moyen est de 11 à 13 kg de tomates fraîches pour un kg de tomates séchées [6].



Figure 18 : Tomate séchée [6]

3.4. Tomate en Poudre

La poudre de tomate peut être obtenue de plusieurs manières : soit en déshydratant le concentré de tomates (*spray drying*, ou « atomisation »), soit en concassant les flocons de tomates obtenus par déshydratation sur cylindre sécheur (*roller drying*). [6]

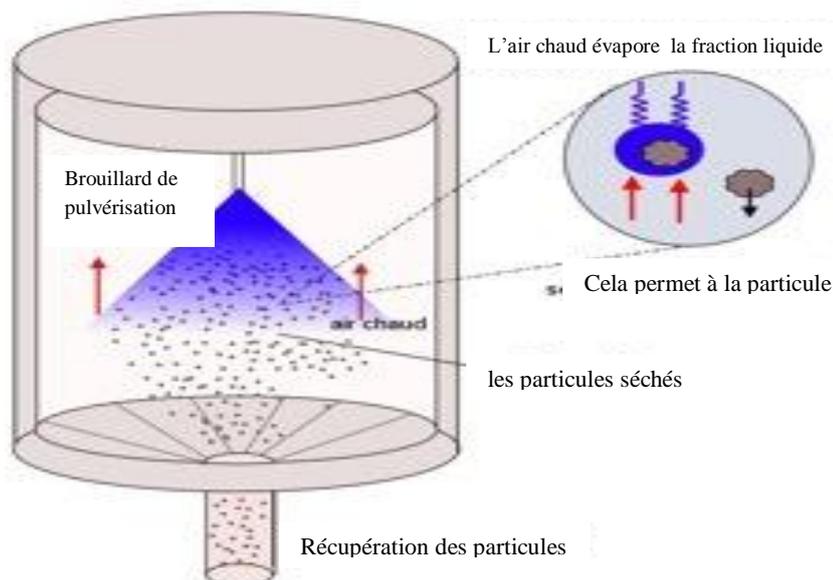


Figure 19 : Transformation de tomate poudre [6]

La poudre de tomate séchée par atomisation est produite à partir de concentré de tomate. Les technologies à basse température de séchage permettent de préserver la couleur, le goût et le lycopène des tomates. Les installations d'atomisation (*spray dryer*) sont relativement simples dans leur principe, qui est alimentées en produit sous forme fluide et le

transforment, en une poudre constituée de particules séchées. Le flux d'atomisation est réalisé au moyen de buses « haute pression », ou de turbines de pulvérisation. L'air chaud est distribué à la partie supérieure de la chambre par un disperseur d'air. La poudre de cyclonage est récupérée en deux points : une partie de cette poudre (la fraction « fine » (poussières) est réinsérée dans le cyclone afin de créer des points de cristallisation.

Le rendement de déshydratation, variable selon la qualité de la matière première, est généralement voisin de 20 kg de tomate / kg de poudre.

3.5. Autres produits (Lycopène)

Les déchets de transformation des tomates, ou drèches, qui sont encore le plus souvent utilisées pour en alimentation animale, se sont révélées être une excellente source peu coûteuse de caroténoïdes. Ces sous-produits représentent environ 2 à 3 % des quantités traitées en industrie.

Les peaux de tomate contiennent de grandes quantités de lycopène, un composé susceptible de réduire le risque d'apparition de certains cancers, ainsi que des maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies chroniques dont celles liées au vieillissement. [6]

1-Présentation de La conserverie AMOR BEN AMOR

La conserverie AMOR BEN AMOR (CAB), fondée en 1984 par le défunt Mr. AMOR BEN AMOR, l'entreprise familiale "Group BEN AMOR" a déjà aujourd'hui un prestigieux passé actif, puisqu'elle a réussi à imposer comme leader sur le marché national de l'agro-alimentaire ce grâce à des produits d'une qualité irréprochable. Actuellement dirigé par les enfants de Mr AMOR BEN AMOR, le groupe BEN AMOR continue à cultiver un savoir-faire un sérieux et un dévouement extrêmes, se conformant ainsi scrupuleusement aux principes instaurés par son fondateur. Le Groupe BEN AMOR est situé à l'est de l'Algérie dans la wilaya de Guelma il emploie actuellement plus de 600 travailleurs, des deux grandes sociétés qui composent, à savoir :

- Les mouline AMOR BEN AMOR qui ont eu, pour activité principale la transformation du blé dur en divers type de semoules, les pates alimentaires et couscous.
- La conserverie AMOR BEN AMOR (CAB), spécialisée dans la production de la tomate concentrée sous plusieurs forme les piments (harissa), la mayonnaise ainsi que différentes confitures telles que la confiture d'abricot, la confiture, d'orange, la confiture de pêche et enfin la confiture de pomme [15].

Le développement de l'outil de production grâce à l'utilisation de machines efficacement aux besoins des ménagères des restaurateurs clients potentiels mais également de diversifier la gamme de ses produit céréaliers et de conserverie. La production du Groupe BEN AMOR, qu'il s'agisse de celle de la conserverie ou de celle des moulins AMOR BEN AMOR, couvre actuellement une grande partie des besoins de l'Est-algérienne.

Le développement récent du complexe BEN AMOR ainsi que la volonté de ses dirigeant et leur détermination à préserver, voire améliorer la qualité de leurs produit ont incité ce group à mettre en place toute une structure pour une distribution plus efficace et importante de leurs marchandises avec les principaux points de vente suivant : Alger, Annaba, Tizi Ouzou, Setif, Constantine, Bejaia, Oran, Tlemcen, El oued et Djelfa. La conserverie AMOR BEN AMOR est constituée d'un nombre de services entre autres le traitement et le recyclage d'eau, le laboratoire. L'approvisionnement est assuré par :

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

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

Les travaux de recherche menés par la structure agronomique du groupe CAB pour aide les multiplicateurs dans le choix variétale, pour une bonne production industrielle de la concentration de tomate. Le site d'essais expérimentaux se trouve à $36^{\circ}27'57''$ N latitude et $7^{\circ}26'2''$ E longitude dans la région Nord-est Algérien, précisément à El-Fedjoudj dans la wilaya de Guelma (**Fig. 19**), limité au Nord-est par la willaya d'Annaba Nord-Ouest par la willaya de Skikda et au Sud-est par la willaya de Souk-Ahras.



Figure 20 : Image satellite de la Conserverie Amor Ben Amor El-Fedjoudj - Guelma

2. Objectif de cette étude

Notre travail consiste à étudier les paramètres physico chimique du triple, double et simple concentré de tomate dans les différents points de transformation au niveau du l'laboratoire alimentaire de conserverie Amor Benamor pendant une durée de 15 jours.

Dans le but de faire une étude comparative de ces paramètres physicochimique entre ces différents points de transformation et entre triple, double et simple concentré de tomate.

3. Échantillonnage

Le triple concentré de tomate (TCT) dont la teneur en matière sèche est de 36-38 %, il est fabriqué par la transformation de la tomate fraîche locale dans la campagne d'été puis stocké dans des fûts aseptiques pour une éventuelle retransformations en simple ou double concentré de tomate (SCT et DCT). D'autre part, en dehors de la saison de récolte, l'usine à d'importé du TCT sur le marché mondial et de procéder au reconditionnement localement. Ceci permet de rentabiliser au mieux l'outil de travail en prolongeant la période d'activité de l'unité. A partir d'une certaine capacité, il est recommandé de fabriquer plusieurs produits : simple et double concentré.

Dans la période de notre stage à la conserverie d'Amor Benamor (CAB), on procédé à l'échantillonnage suivant :

Pour les échantillons du triple concentré de tomate (TCT), on a prélevé quatre (04) échantillons avec des quantités suffisantes à partir des fûts aseptiques en utilisant un récipient spécial conçu pour les prélèvements du laboratoire de l'usine.

Les échantillons du produit fini du SCT et du DCT, sont conditionnés dans des boites métalliques 4/4 et 1/2, c'est à dire 800g et 400g. On prit quatre (04) de chacun.

Pour les échantillons du SCT et DCT prélevés lors des étapes de transformation du TCT (Évaporateur et sertisseuse), on a prélevé quatre échantillons dans chaque étapes et pour les deux produit avec des quantité suffisantes pour faire le contrôle au laboratoire.

4. Analyses physicochimiques

4.1. Détermination du poids net du produit fini

La mesure du poids permet de vérifier que le remplissage a été fait convenablement, elle s'applique sur les produits finis, à l'aide d'une balance électrique préalablement tarée par une boîte vide. Cette mesure est utilisée avant la préparation des échantillons.

On utilise les boîtes de double concentré et de simple concentration de tomate.

4.2. Détermination de la température

La détermination de la température du produit fini (SCT et DCT) s'effectue après l'ouverture d'une boîte de tomate refroidie se fait à une température de 20°C à l'aide d'un thermomètre analogique. La mesure de température de la surface et du centre de la boîte grâce à un thermomètre analogique, On attend que la valeur affichée dans l'écran soit stabilisée.

Deux autres mesures de la température du produit en cours de fabrication (SCT et DCT) l'une est effectuée au niveau de l'évaporateur et l'autre au moment du sertissage.

4.3. Détermination du pH

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

Mesuré à une température de 20°C à l'aide d'un pH-mètre, introduit la sonde est dans l'échantillon et attend que la valeur qui s'affiche sur l'écran se stabilise.

4.4. Détermination de l'indice de réfraction (Brix)

Le résidu sec soluble représente un critère de qualité très important sur le plant commerciale et fait l'objet d'une réglementation très stricte (JORA, 1997). Le classement d'un produit se fait sur la base de son indice de réfraction exprimé en pourcentage de Brix.

Le résidu sec soluble ou l'extrait sec soluble, est le pourcentage de la matière sèche dans l'échantillon à analyser. Il est déterminé par un réfractomètre. Qui mesure la réfraction de la lumière traversant l'échantillon à analyser.

4.5. Détermination de la couleur et des pigments

Les couleurs et la luminosité sont déterminés après une dilution de l'échantillon à 12.5% Brix. Les mesures sont assurées à l'aide d'un spectrophotomètre ,réglé à une longueur d'onde comprise entre 320 et 1100 nanomètre (nm).

Pour la détermination des pigments, seulement le double et le triple concentré de tomate sont dilués à 50% (50% de l'échantillon et 50% de l'eau distillée

4.6. Détermination de la viscosité

Pour tous les échantillons (échantillons au cour de la production et du produit fini), la viscosité est déterminée à l'aide d'un Consistomètre de Bostwick, dans une température ambiante de 20°C à 12.5% Brix. La lecture s'effectuee après 30 secondes.

5. Processus de transformation du triple concentré de tomate

Le processus de transformation du triple concentré de tomate comprend plusieurs étapes, celles-ci sont décrites ci-dessous

❖ Dilution

Le TCT (Triple Concentré de Tomate) est un produit intermédiaire destiné à être dilué pour fabriquer soit du DCT (Double Concentré de Tomate), soit du SCT (Simple Concentré de Tomate). Sa fabrication s'avère intéressante. IL est conditionné dans des contenants aseptiques de 200 litres.

❖ Pasteurisation

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

❖ Remplissage

Les boîtes ont été retournées à plusieurs reprises et nettoyées par la vapeur à 90°C avant d'être remplies pour détruire les germes pouvant s'y trouver elles arrivent ensuite à la station de remplissage ; de même que le concentré. Le remplissage est un dispositif à 40 têtes environ, tournant à une vitesse réglée selon les besoins et dont le maximum est de 300 boîtes par minute. Un tour complet correspond au remplissage de la boîte qui se fait à 82°C. Les boîtes passant en suivent au sertissage.

❖ Sertissage

Le sertissage consiste à une fermeture hermétique de la face inférieure des boîtes remplies de concentré de tomate à 90°C. La sertisseuse a quatre têtes et une vitesse proportionnelle à celle du remplissage. A la sortie de la sertisseuse, un dateur insère sur cette même face la date de fabrication, d'expiration, l'heure de sortie du produit et le numéro du lot auquel appartient la boîte.

❖ Stérilisation et refroidissement

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

Les boîtes rentrent dans un tunnel à double portion, dans la première partie se déroule la stérilisation par injecte directe sur les boîtes avec de l'eau chaude. Pour cela, l'eau est chauffée à 96°C dans un échangeur tubulaire, puis envoyée dans le stérilisateur par des jets de douches, sur les boîtes s'alignent sur un large tapis roulant. La stérilisation dure huit minutes sur une longueur de six mètres, l'eau chaude est recueillie et recyclée.

Dans la seconde partie du tunnel. L'eau froide est injectée sur les boîtes pour un refroidissement à 40°C (choc thermique). Il se fait pendant 40 minutes sur une longueur de 20 mètres. L'eau est recueillie et envoyée au réfrigérant.

❖ Le séchage et le conditionnement

Le séchage se fait à la sortie du tunnel par un sécheur qui injecte de l'aire chaude sur les boites. La mise en carton des boites bien séchées est opération automatique qui met dans les cartons 12 boites de 800 g et de 24 boites de 400 g. ces cartons sont scotchés et stockés dans les hangars avant d'être livrés à la commercialisation au moins 21 jours la date de fabrication ; ce qui permet de terminer les analyses du produit au laboratoire.

❖ Stockage et commercialisation

Le produit est stocké dans des dépôts bien avisés sous contrôle près à être commercialisé.

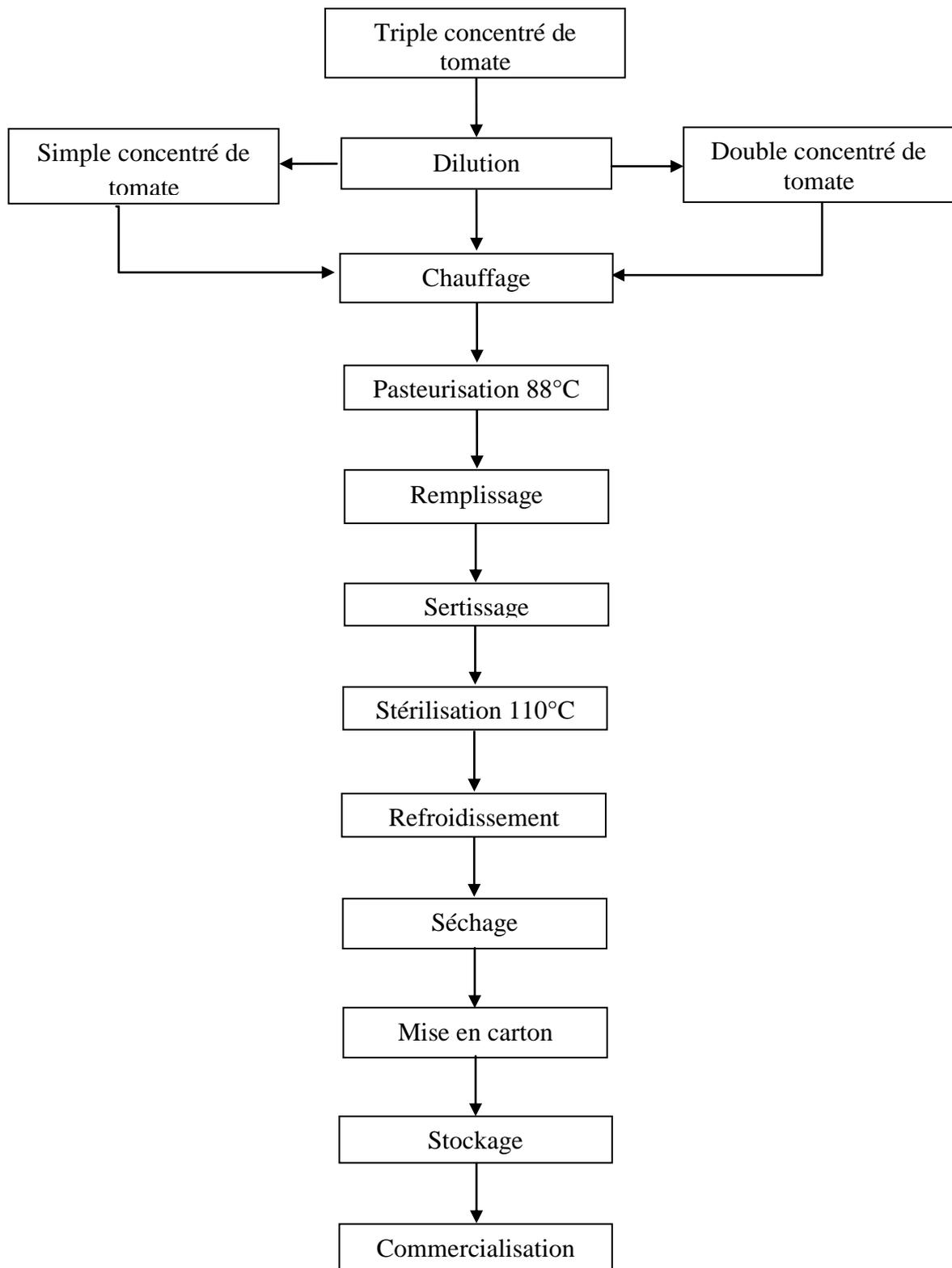


Schéma de Processus de transformation du triple concentré de tomate

1. Résultats des analyses physico-chimiques

1.1. Poids du produit fini

Les mesures du poids sont effectuées sur le simple concentré de tomate du produit fini à contenance de 400g et au niveau de la sertisseuse (Fig. 32).

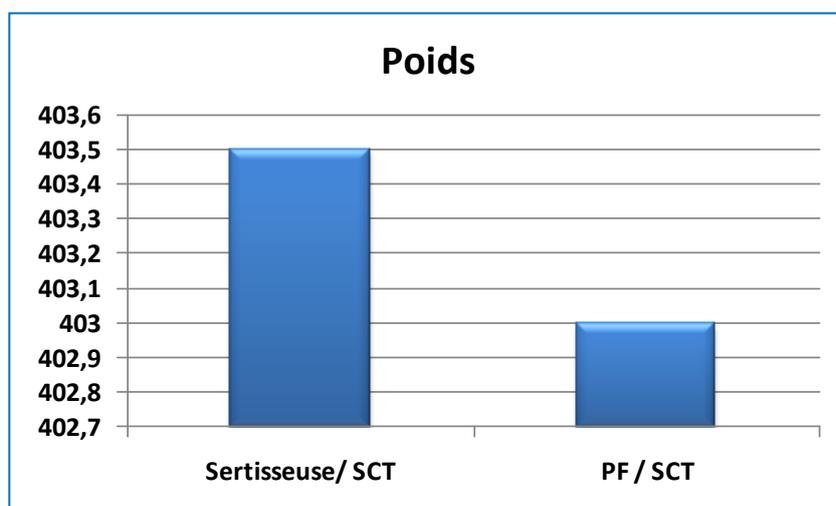


Figure 33 : Variation du poids du simple concentré de tomate (SCT)

1.2. Température

La température du produit fini, simple et double concentré à été prise du centre de la boîte après refroidissement de la boîte. Les valeurs moyennes maximales enregistrées sur les boîtes du simple concentré avec 33,68°C, alors que pour le DCT on relevé 30,55°C (Fig. 34). Suite aux températures élevées enregistré lors de la transformation du TCT au SCT, essentiellement à l'étape de l'évaporation et au sertissage où les températures les plus élevées étaient respectivement 57,275°C et 88,5°C

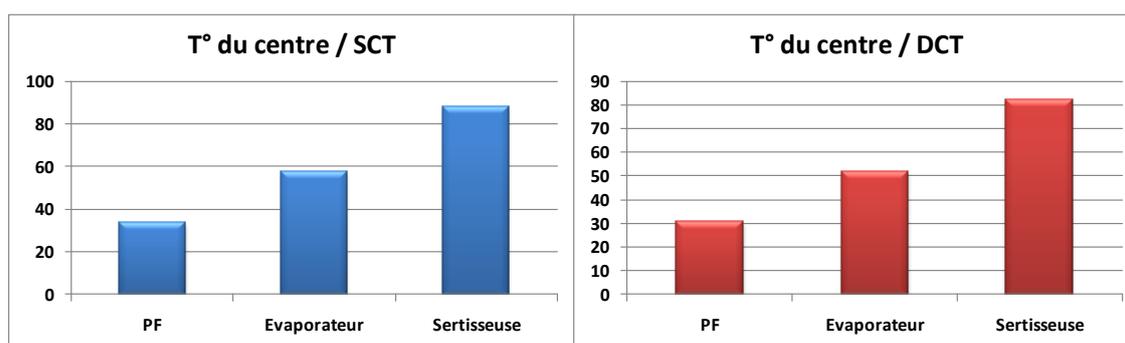


Figure 34 : Variation de la température à différentes étapes de fabrications du concentré de tomate

1.3. pH

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, 1997). Nos échantillons font partie des conserves alimentaires d'origine végétale à pH inférieur à 4,5

Lors de notre étude, la mesure du pH de la tomate concentré on a trouvé que les valeurs de pH varient d'un produit à autre. Pour le produit fin "TCT local", son pH était supérieur aux deux autres produits (SCT et DCT) avec 4,325 (Fig. 35). Et que le pH du "SCT" était supérieur du pH du "DCT". Cette différence est observée aussi au moment de la production, c'est à dire à l'étape de l'évaporation et au sertissage, où le pH du "SCT" toujours élevé par rapport au pH du "DCT".

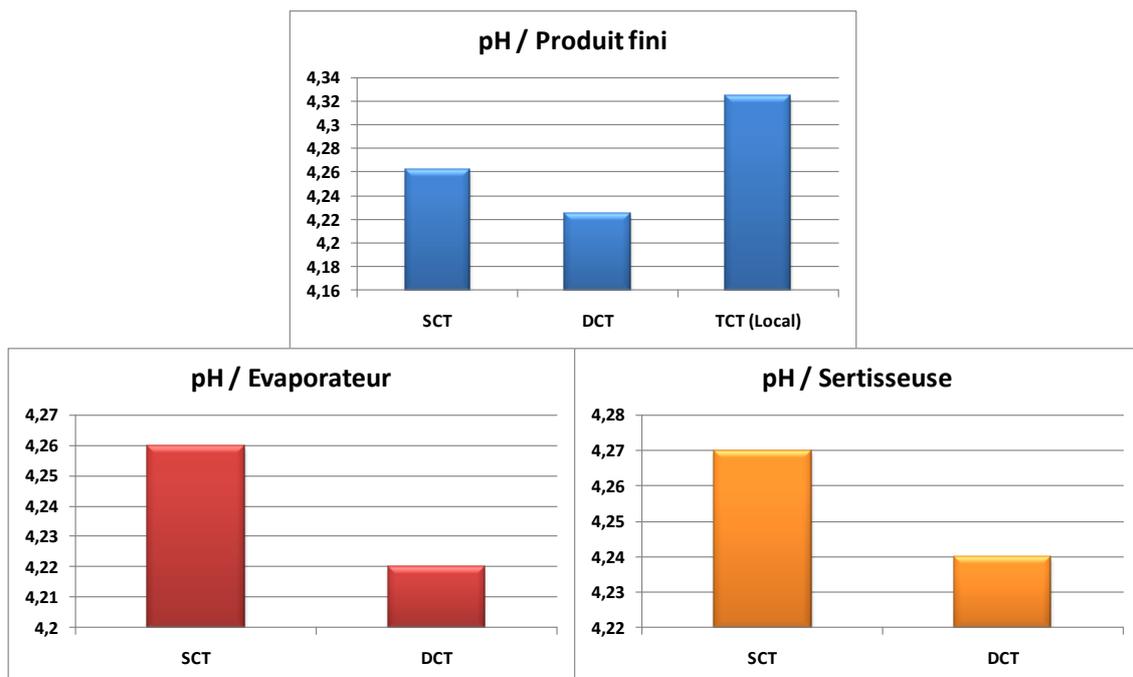


Figure 35 : Variation du pH dans les différents types de concentré de tomate

1.4. Brix

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 (JORA, 1997). Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé. 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 (NA 5669).

Les valeurs de Brix mesurer sur les produits fin, était conforme à la réglementation en vigueur, aucune non-conformité n'a été décelée pour les échantillons prélevés. Le Brix du "SCT" est d'une moyenne de 22,8%, celui du "DCT" est 30,2%. Cette dernière est un peu concentrer, ce qui mauvais du point de vue économique mais du point de vue qualité il est excellent. Pour le TCT, la valeur moyenne du Brix est de 31,73% (**Fig. 36**).

Pendant les différentes phases du procès, Le Brix vari d'une étape à une autre. D'après la figure (36), on peut voir que le Brix du produit fini du "SCT" est bas par rapport à celui de ce produit dans l'étape d'évaporation et celui du produit au moment du sertissage. Ceci est dû

Ceci peut s'expliquer par la destruction ou l'entrée en réaction de certains composés intervenant dans l'expression totale de l'indice de réfraction. Ces résultats confirment l'hypothèse des travaux de Boumendjel *et al.* (2012) Étant donné que Le Brix est d'autant plus touché que la température du traitement est plus élevée.

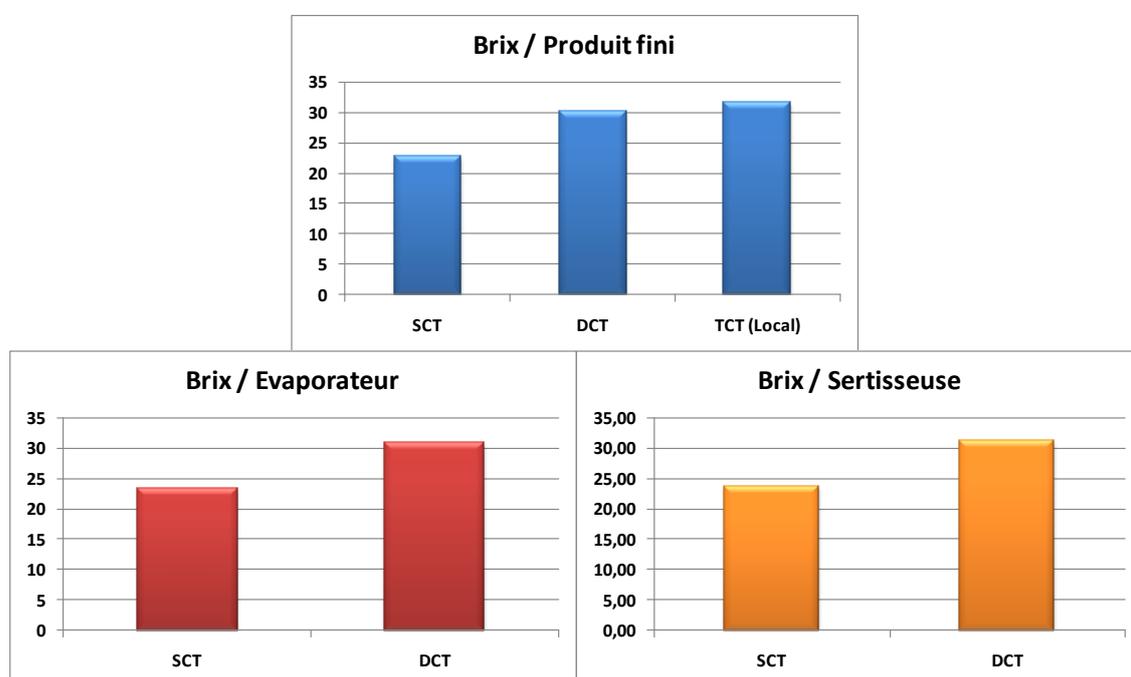
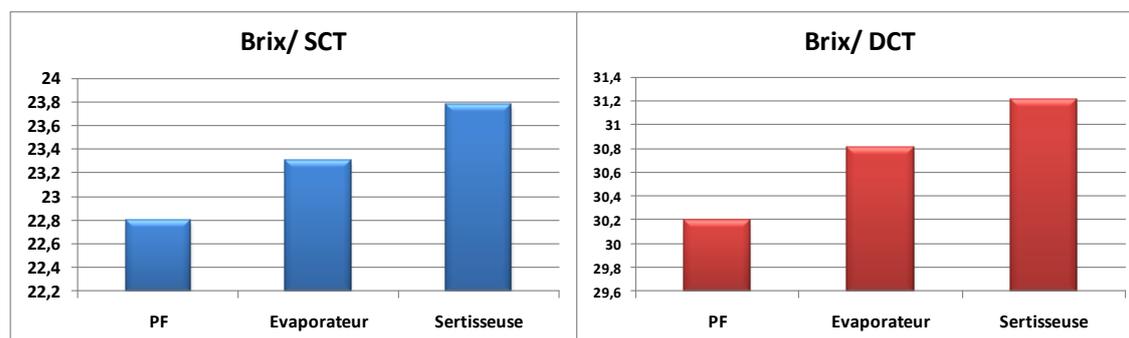


Figure 36 : Variation du Brix dans les différents types de concentrés de tomates**Figure 37** : Variation du Brix du SCT et DCT pendant les différentes étapes de fabrication

1.5. Couleur

L'analyse de la couleur a été effectuée grâce à une méthode normalisée par le bureau communautaire de référence de la CEE (Marchandise, 1991), à travers l'emploi d'un Spectrophotomètre type LC 01 avec optique 0/45° et filtres de lecture GAB calibrés avec carreau BCR. 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.

Il apparaît sur la figure (38) une variation de la couleur des différents produits finis (SCT, DCT et TCT) sur les valeurs L (luminosité) et la fraction a/b. En effet, les valeurs du L chez le TCT est plus important que chez les DCT et SCT. Par contre, la fraction a/b est minimale chez TCT et importante chez le DCT (Fig. 38). Au niveau des étapes de fabrication (Évaporateur et sertisseuse), ces valeurs (L et a/b) sont élevées chez le DCT que chez SCT. Ce phénomène est expliqué par le fait que le DCT est fabriqué par le *Cold Break* et le simple par le *Hot Break*.

Il apparaît également que la luminosité est affectée à différentes étapes de fabrications, En effet, cette valeur L est importante au niveau de l'Évaporateur qu'au sertissage et dans le produit fini. Et cela pour les deux produits (SCT et DCT) (Fig. 38). La couleur étant un paramètre technologique, sa variation n'affecte pas la qualité commerciale du produit. Elle reste en relation avec les réactions de brunissement non-enzymatiques.

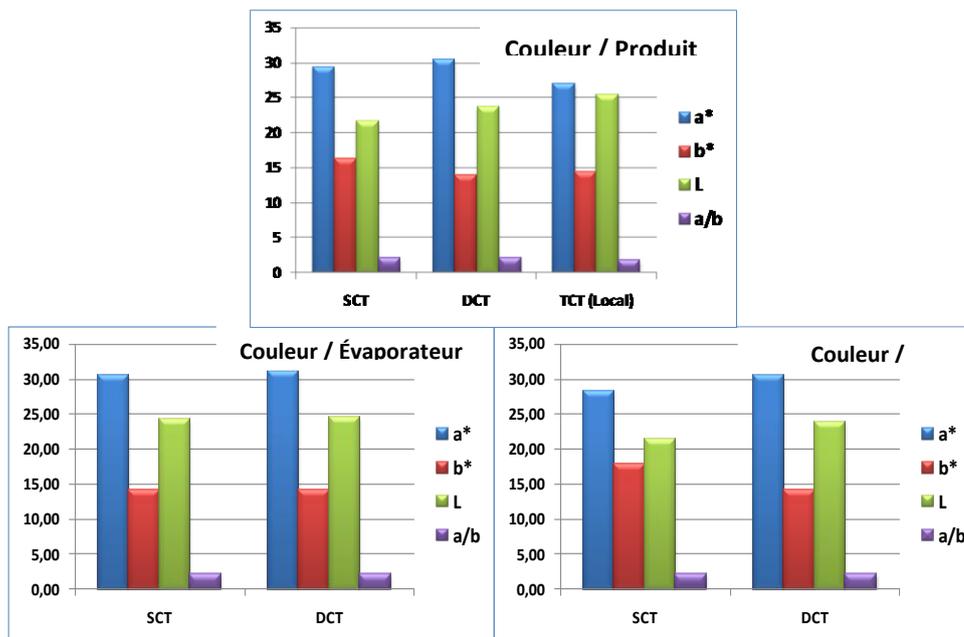


Figure 38 : Variation des couleurs dans les différents types de concentré de tomate

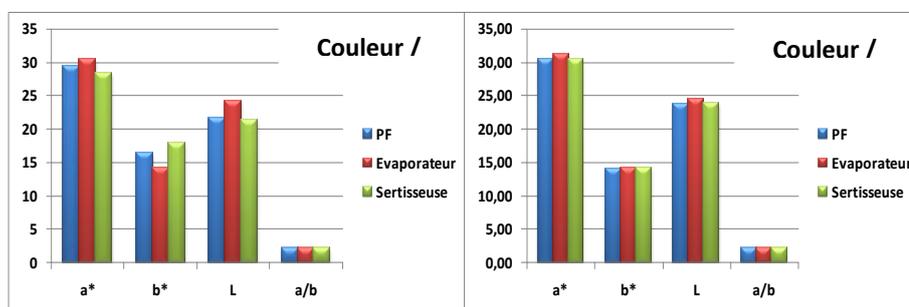


Figure 39 : Variation de la couleurs aux différentes phases de fabrication

a = pigment blanc

b = pigment rouge

L = luminosité

a/b = fragment de pigment blanc sur les pigments rouge

1-6 Viscosité

La viscosité est un facteur technologique important qui est en relation avec la teneur en substances insolubles dans l'alcool : Protéines, Pectines, Polysaccharides (**Gallais et Bannerot, 1992 ; Valencia et al., 2003**). Elle est l'effet combiné des liquides, matière soluble, insoluble en suspension qui contribue à la consistance générale de la pâte de tomate (**Hawbecker, 1995**). La consistance est différente entre un produit du *Hot-Break* et *Cold-*

Break. Ceci étant dû aux changements induits par les températures de préchauffage appliquées aux tomates (Chong et al., 2009) et qui produisent non seulement une désactivation des enzymes polygalacturonases (Fachin et al., 2003) et pectinméthylestérases (Rodrigo et al., 2006) mais aussi un changement dans la structure même des polysaccharides eux-mêmes présents dans la pâte de tomate (Huajuan et al., 2005 a. et b.).

Dans la figure (40), il apparaît que la viscosité du produit fini est différente d'un type à l'autre. En effet La consistance est d'autant plus élevée chez le TCT que chez les autres produits (SCT et DCT). Et une perte de la consistance du produit et un ramollissement de la pâte de tomate à touché le SCT plus que DCT (Fig. 40). La consistance étant un paramètre technologique du concentré, sa variation ne présente aucun effet sur le classement, la catégorie ou la conformité du produit.

Les produits sur lesquels nous avons travaillé sont en majorité issus d'un processus en Cold-Break, c'est-à-dire que les températures ayant subis ne désactivent pas les enzymes polygalacturonases et pectine-méthylestérases responsables du changement de la consistance de la pâte de tomate (Fachin et al., 2003).

La comparaison de la viscosité aux différentes phases de fabrication illustrée dans la figure (43), explique ce qui est dit ci-dessus. En effet, pour les deux produits (SCT et DCT), la viscosité est minimale dans la sertisseuse, puis elle augmente dans l'évaporateur et en fin elle atteint son maximum dans le produit fini. Cela est explique par l'effet de la température sur les enzymes (polygalacturonases et pectine-méthylestérases), car les températures mesurées sont plus élevées dans la sertisseuse que dans les autres étapes (Voir Fig. 34).

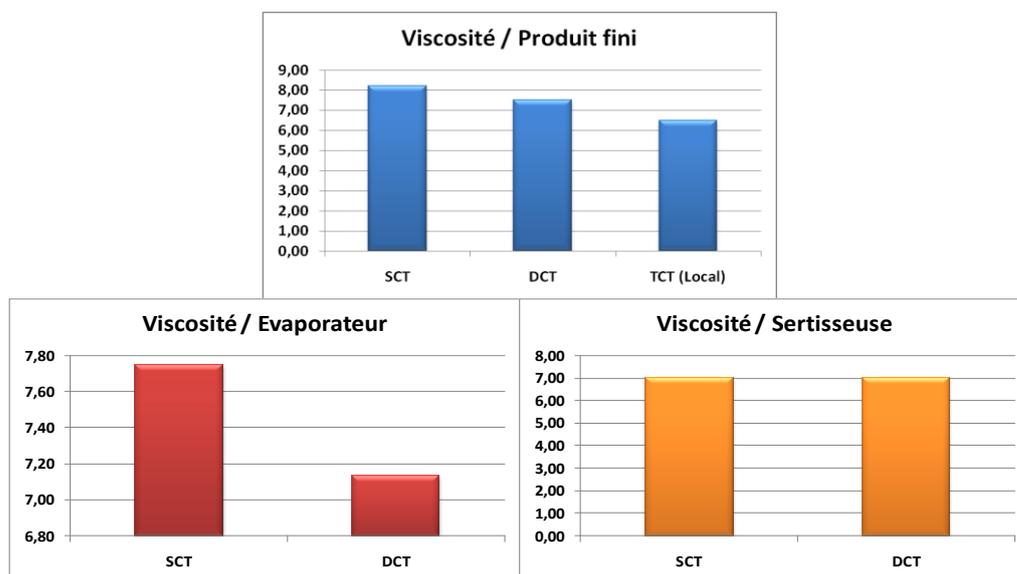
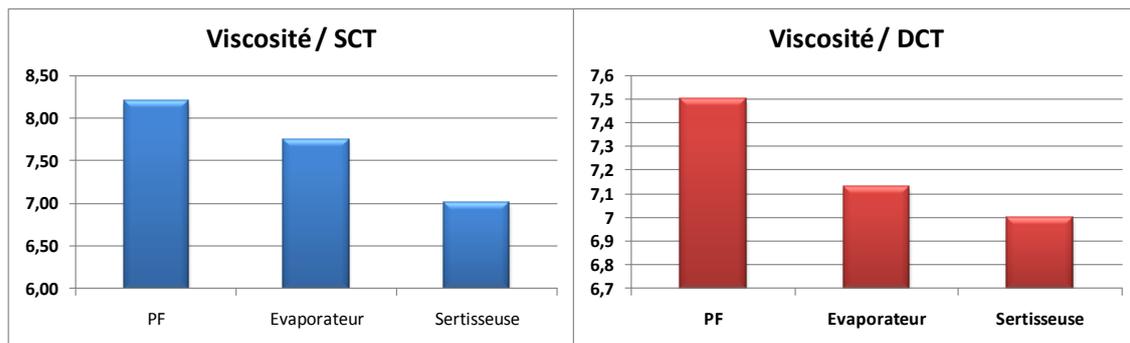


Figure 40 : Variation de la viscosité dans les différents types de concentré de tomate**Figure 41** : Variation de la viscosité aux différentes phases de fabrication

1-5 Pigments

Le lycopène est le terpène caroténoïdien le plus abondant dans le fruit de tomate. C'est un pigment rouge caractérisé par une structure acyclique symétrique contenant onze doubles liaisons conjuguées et deux non conjuguées qui confèrent à la molécule sa couleur rouge (Nguyen *et al.*, 1999). Le dosage du lycopène donne une indication sur un critère de qualité des pâtes de tomate qui est la couleur. La détermination du taux de lycopène se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 502nm (Grolier *et al.*, 2000), cette longueur d'onde, le lycopène absorbe à 90%, alors que le β -carotène n'absorbe qu'à moins de 10%. (Grolier, 1999).

La stérilisation agit sur les teneurs en lycopène de la tomate en les diminuant de façon significative (Boumendjel *et al.*, 2012). Cette différence est due à sa plus grande thermolabilité vis à vis des augmentations de température (Nguyen *et al.*, 1998 ; Shrama *et al.*, 1996).

En effet, les résultats obtenus lors de la mesure des pigments au laboratoire de l'usine d'Amor Benamor (CAB), montrent que ces derniers sont plus élevés dans le SCT que dans le DCT que se soit dans le produit fini ou au cours de production (évaporateur et sertisseuse). Montre aussi, que le lycopène est plus abondant dans les concentrés de tomate que les autres pigments (Fig. 42).

Dans la figure (43), les valeurs du lycopène et de la chlorophylle enregistrées pendant l'évaporation, sertissage et dans le produit fini, sont plus ou moins proches, par contre la β -carotène est un peu abondante au moment du sertissage que dans le produit fini et dans l'évaporateur

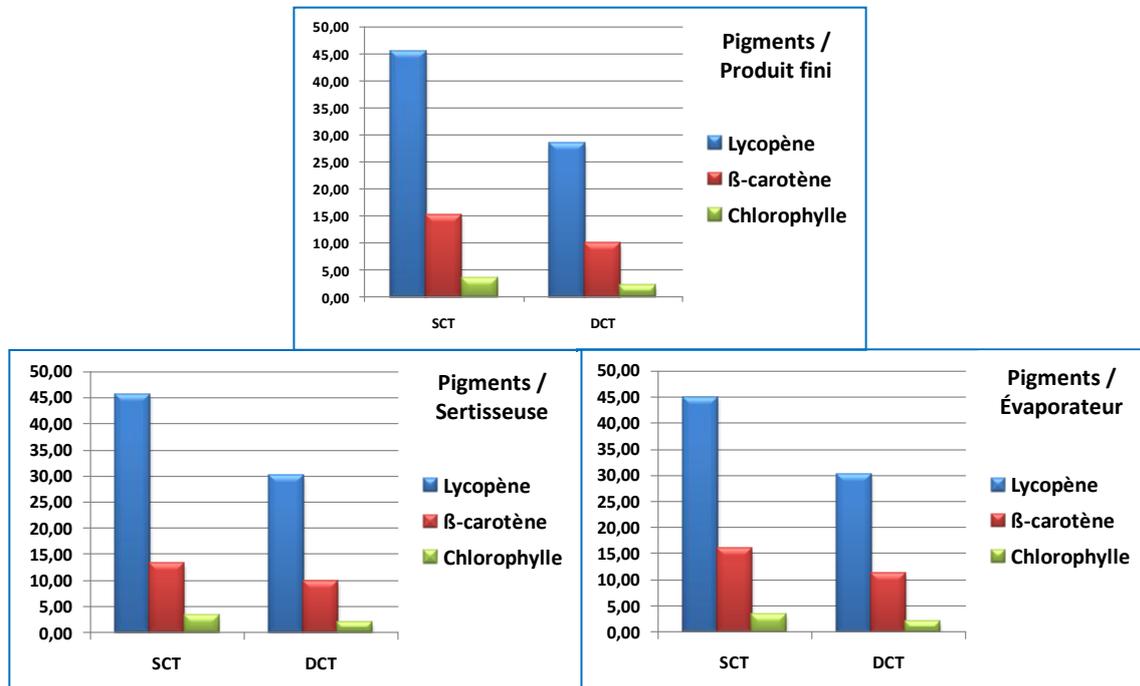


Figure 42 : Variation des valeurs des pigments aux produits fini

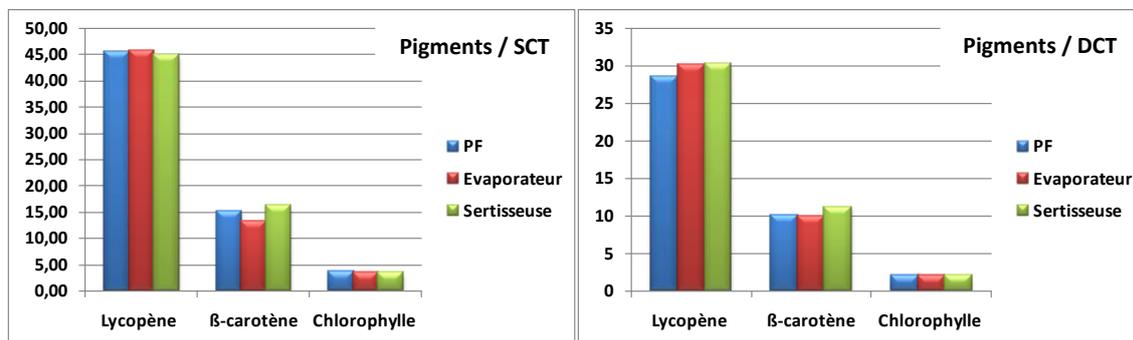


Figure 43: Variation de la valeur des pigments dans les différents types de concentré de tomate

La tomate, fruit largement consommé frais mais aussi sous forme transformée, et reconnu pour ces qualités nutritionnelles. Riche en micro constituants, tels les caroténoïdes (lycopène en particulier), des composées phénoliques et la vitamine C.

Cette étude à été réalisée au laboratoire de contrôle de qualité de la Conserverie de Amor Benamor d'El Fedjouj (Wilaya de Guelma), où nous avons choisie de faire un échantillonnage sur le simple, le double et le triple concentré de tomate lors les trois étapes de transformation (de l'évaporateur, la sertisseuse et du produit fini), et contrôler quelques paramètres physicochimiques et technologiques, selon des méthodes employées par le laboratoire de contrôle de qualité et normalisés par la règlementation algérienne.

Les paramètres contrôlés sont : le poids net, le pH, le Brix, la couleur, la viscosité et les pigments. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du processus technologique sur la variation de ces paramètres.

En effet, Les résultats obtenus ont montré que le Brix vari d'une étape à une autre. Le Brix mesuré, sur le SCT et le DCT, à l'étape du sertissage est plus élevé de celui mesuré à l'étape d'évaporation et du produit fini. Ceci peut s'expliquer par la destruction ou l'entrée en réaction de certains composés intervenant dans l'expression totale de l'indice de réfraction.

Nos résultats montrent une variation de la couleur des différents produits analysés (SCT, DCT et TCT) aux différentes étapes de fabrication. En effet, les valeurs du L chez le TCT est plus important que chez les DCT et SCT. Et la valeur de la luminosité (L), est importante au niveau de l'Évaporateur qu'au sertissage et dans le produit fini.

La consistance est d'autant plus élevée chez le TCT que chez les autres produits (SCT et DCT) et le ramollissement de la pâte de tomate à touché le SCT plus que DCT. Les produits sur lesquels nous avons travaillé sont en majorité issus d'un processus en Cold-Break, c'est-à-dire que les températures ayant subis ne désactivent pas les enzymes polygalacturonases et pectine-méthylestérases responsables du changement de la consistance de la pâte de tomate (**Fachin et al., 2003**).

Pour les pigments essentiellement le lycopène (le pigment le plus abondant dans le fruit de tomate), sont plus élevés dans le SCT que dans le DCT que se soit dans le produit fini ou au cours de production (évaporateur et sertisseuse).

En fin on peut dire que d'après ces résultats, le processus technologique peut modifier les paramètres physicochimiques, technologiques et organoleptiques. Les variations de ces paramètres n'ont pas affectés la qualité commerciale du produit n'ont présentés aucun effet sur le classement, la catégorie ou la conformité du produit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Briquette N., 2009** : Tomate Qualité et Performance, les connaissances sur les mécanismes qui déterminent les facteurs de qualité et des conseils pratiques 2000
- **Chong H.H., Simsek S., Reuhs B.L., 2009.** Analysis of cell-wall pectin from hot and cold break tomato preparations. *Food Research International* **42**: 770–772.
- **Fachin D., Van Loey A.M., Nguyen B.L., Verlent I., Indrawati, Hendrickx M.E., 2003.** Inactivation kinetics of polygalacturonase in tomato juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **4**: 135–142.
- **Gallais A. & Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection – *INRA*. p.p. 379-391.
- **Grolier P., 1999.** Antioxydants in the tomato fruit. In: *Role and control of antioxidants in the tomato processing industry, Second bulletin on the advancement of research. A European Commission Concerted Action Programme FAIR CT 97-3233*. 4p.
- **Grolier P., Bartholin G., Broers L., Caris-veyrat C., Dadomo M., Di Lucca G., Dumas Y., Meddens F., Sandei L., Schuch W., 2000.** Les anti-oxydants de la tomate et leur biosynthèse. In: *Les anti-oxydants de la tomate et ses dérivés et leur bienfaits pour la santé. Le livre blanc de la tomate, Action concertée de la Commission Européenne, FAIR CT 97-3233*. 3 p.
- **Hawbecker D.E., 1995.** Microbiology, Packaging, HACCP & Ingredients. *Plant Quality Control. Comstock Michigan Fruit Div.*, **7**: 261-283.
- **Huajuan Lin, Koichi Aizawa, Takahiro Inakuma, Ryo Yamauchi, Koji Kato, 2005.** Physical properties of water-soluble pectins in hot- and cold-break tomato pastes. *Food Chemistry* **93**: 403–408.
- **Huajuan Lin, Xiaoming Qin, Koichi Aizawa, Takahiro Inakuma, Ryo Yamauchi, Koji Kato, 2005.** Chemical properties of water-soluble pectins in hot- and cold-break tomato pastes. *Food Chemistry* **93**: 409–415.
- **INNORPI, 2005** : Norme tunisienne N°2. 02 ,2005: Conserves de purée de tomate.

- **Journal officiel de la république algérienne**, 1997; Arrêté interministériel du 24 août 1997 relatif aux conserves de purée de tomate, J.O.R.A. n°77. p 26.
- **Makhloufi F., Tayoudj S. et Zerari A. 2010** : *Epreuve de stabilité et contrôle physico-chimique du double concentré de tomate (DCT)*. Memoire de Master en QPSA, Université de Guelma p55.
- **Marchandise H., 1991**. Le programme BCR (bureau communautaire de référence). The action of the European Community in the quality of the chemical analysis. *Analysis*, **19(1)**: i31-i32.
- **Boumendjel M., Houhamdi, M., Samar F., SabegH., 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* N° 36, pp.51-59.
- **Mehallal R., 2013** : *Étude de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques des composés à base de conserve de tomate et additifs alimentaires exposés à l'air et à la température ambiante*. Mémoire2, 8mai 1945 Université pp 30-36.
- Kebabsa F., Krimi S. et OuarethS. 2014** : Suivi de la qualité de tomate en conserverie AMOR BEN AMOR El-Fedjoudj-Guelma (Nord-est Algérien) : Application de méthode HACCP. Mémoire master 2 ,Université 8 mais 1945 pp 30-36
- NA 5669 : Norme Algérienne** concernant les produits dérivés des fruits et légumes : détermination du résidu sec.).
- **Nguyen M.L. & Schwartz S.J., 1998**. Lycopene stability during food processing. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 218(2): 101-105.
- **Nguyen M.L. & Schwartz S.J., 1999**. Lyopene: Chemical and biological properties. *Food Technol.*, **53(2)**: 38- 45.
- **Rodrigo D., Cortés C., Clynen E., Schoofs L., Van Loey A., Hendrickx M., 2006**. Thermal and high-pressure stability of purified polygalacturonase and pectinmethylesterase from four different tomato processing varieties. *Food Research International* **39**: 440–448.
- **Shrama S.K. & Le Maguer M., 1996**. Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids under different processing and storage conditions. *Food Res. Int.*, **29(3-4)**: 309-315.
- **Valencia C., Sanchez M.C., Ciruelos A., Latorre A., Madiedo J.M., Gallegos C., 2003**. Non-linear viscoelasticity modeling of tomato paste products. *Food Research International* **36**: 911–919.

Les sites

- [1]<http://www.gralon.net/articles/gastronomie-et-alimentation/alimentation/article-la-tomate--histoire-et-aneecdotes-1679.htm>. Consulté le : 17/06/2008
- [2]jardihaie.free.fr/legumes/tomate/historique.html.
- [3]www.monthery.com/tomate2.htm. Consulté le 27.03.02 15:20
- [4]www.yara.fr/fertilisation/cultures/tomate/qualite/gestion-saveur-tomates/ Consulté le 7.03
- [5]www.aprifel.com/fiche-nutri-produit-allegations-tomate,27.html Consulté le : 03/2013
- [6]www.sonito.fr/page.php?theme=2&class=14 Consulté le 05.2011

Annexes

Tableau N°1 Paramètres physico- chimique du double concentré de tomate. (Conserverie amor benamor-el-fedjouj)

DCT	Evaporateur	Sertisseuse	Produit fini
Température	20	20	20
Ph	4,22	4,24	4,225
Brix	30,8	31,2	30,195
couleur			
a	31,105	30,565	30,555
b	14,16	14,1	14,05
L	24,48	23,955	23,815
a/b	2,175	2,17	2,175
Viscosité	7,75	7	8,5
pigments*2 (mg/100)			
lycopène	30	30,2	28,5
b-carotène	9,9	11,15	9,95
chlorophile	2	2,1	2

Tableau N°2 Paramètres physico- chimique des 3 types de concentré de tomate. (Conserverie amor benamor- el fedjouj)

PRODUIT FINI LOCAL	SCT	DCT	TCT
Température	20	20	20
Ph	4,26	4,225	4,325
Brix	22,8	30,195	31,725
couleur			
a	29,41	30,555	27,0075
b	16,36	14,05	14,515
L	21,74	23,815	25,42
a/b	2,12	2,175	1,86
Viscosité	7,20	8,5	6,5
pigments*2 (mg/100)			
lycopène	45,40	28,5	
b-carotène	15,07	9,95	
chlorophile	3,50	2	

Tableau N°3 Paramètres physico- chimique du simple concentré de tomate. (Conserverie amor benamor- el fedjouj)

SCT	Evaporateur	Sertisseuse	Produit fini
Température	20	20	20
Ph	4,26	4,27	4,26
Brix	23,3	23,78	22,8
couleur			
a	30,46	28,24	29,41
b	14,08	17,85	16,36
L	24,25	21,39	21,74
a/b	2,16	2,12	2,12
Viscosité	7,13	7,00	7,20
pigments*2 (mg/100)			
lycopène	45,57	44,90	45,40
b-carotène	13,30	16,00	15,07
chlorophille	3,37	3,40	3,50

Tableau N°4 Paramètres physico- chimique du triple concentré de tomate. (Conserverie amor benamor- el fedjouj)

TCT	PF IMPORTE	PF LOCAL
Température	20	20
Ph	4,17	4,325
Brix	37,04	31,725
couleur		
a	33,75571429	27,0075
b	14,03428571	14,515
L	24,17285714	25,42
a/b	2,404285714	1,86
Viscosité	6,5	6,5

Tableau N°5 CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DE LA TOMATES (CDC002F1-DOUBLE CONCENTREE 28/30CB)

Paramètres	Description
Couleur	Rouge vif et uniforme
Saveur	Caractéristique de la tomate fraîche, fruitée, sans goûts amers ou de brûlé
Texture	Homogène avec présence éventuelle de fragments de peaux et pépins

Tableau N°6 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE LA TOMATE (CDC002F1-DOUBLE CONCENTREE 28/30CB)

Paramètres	Valeurs de référence
Indice réfractométrique (résidus secs)	28/30 °Brix
Consistance (Bostwick, exprimée en cm/30 secondes à 12.5°Brix, à 20°C)	5 – 9
Blotter test (7 ml à 20°C, 30 min)	NA
pH	4.0 – 4.5
Couleur (méthode HUNTER)	a/b > 2.15 L > 24
Moisissures (méthode Howard)	< 50 % de champs positifs
Acidité totale	5 à 7 % de la matière sèche
Sucres	40 à 60 %
Points noirs	Petits (0,5 – 0,9 mm) < 7 Moyens (1,0 – 1,5 mm) < 3 Gros (> 1,5 mm) = 0
Métaux lourds	Selon le règlement CE n°1881/2006
Résidus de pesticides	Selon les règlements CE n° 149/2008 et 396/2005
Allergènes	Absence d'allergène
OGM	Produit garanti sans OGM
Ionisation	Produit non ionisé

Tableau N°7 MÉTHODES D'ANALYSE ET D'ÉCHANTILLONNAGE DES TOMATES EN CONSERVES (CODEX STAN 13-1981)

Disposition	Méthode	Principe	Type
Calcium	NMKL 153:1996	Spectrophotométrie d'absorption atomique	II
	AOAC 968.31 (Méthode générale du Codex pour les fruits et légumes traités)	Titrimétrie complexométrique	III
Poids égoutté AOAC 968.30*	(Méthode générale du Codex pour les fruits et légumes traités) * utiliser un tamis n° 14 au lieu d'un tamis de 7/16 ou n° 8	Tamissage Gravimétrie	I
Contenu des récipients	CAC/RM 46-1972 (pour les récipients en verre) (Méthode générale du Codex pour les fruits et légumes traités) et ISO 90.1:1999 (pour les récipients en métal) (Méthode générale du Codex pour les fruits et légumes traités)	Pesage	I
Dénombrement des moisissures	AOAC 965.41	Dénombrement des moisissures Howard	I
pH	NMKL 179:2005		II
	AOAC 981.12	Potentiométrie	III

Matières sèches (solubles)	AOAC 932.12 ISO 2173:2003 (Méthode générale du Codex pour les fruits et légumes traités)	Réfractométrie	I
----------------------------	--	----------------	---



Figure 21 : Balance électronique type WTB 2000
(Photos prise par Chader, 2016)



analogique type EBRO.

Figure 22 : Thermomètre

(Photos prise par Laabadla, 2016)



Figure 23 :pH-mètre type HANNA 211
(Photos prise par Chader, 2016)



Figure 24 : Les solutions tampon de ph=4 et ph=7

(Photos prise par Chader)



Figure 25 : Réfractomètre Digital (L-R-02)

(Photos prise par Laabadla)



Figure 26 : Spectrophotomètre L C 01

(Photos prise par Chader)



Figure 27 : Le carreau blanc

(Photos prise par Chader)



Figure 28 : Le carreau rouge

(Photos prise par Chader)



Figure 29 : Cuve du spectrophotomètre

(Photos prise par Chader)



Figure 30 : Le niveau

(Photos prise par Laabadla)



Figure 31 : Consistomètre de Bostwick

(Photos prise par Laabadla)

Résumé

La tomate est un légume riche en glucides, en minéraux et en antioxydants comme le lycopène. La tomate est un des légumes les plus cultivées au monde, elle est traitée industriellement pour la production d'une grande variété de produits.

A cause des caractéristiques nutritionnelles, il s'agit de protéger au cours de la transformation industriel, et de faire des analyses physico-chimiques avant la mise en consommation.

Le but de ce travail est l'étude comparative des paramètres physico-chimique (poids, température de centre, pH, Brix, viscosité, couleur et les pigments) de SCT, DCT et TCT.

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

- La concentrée de tomate est un aliment acide $\text{pH} < 4,5$
- Le résidu sec soluble de chaque type est : SCT (22% au minimum), DCT (28% au minimum), TCT(36% au minimum)
- Le résidu sec soluble est diminué dans la sertisseuse et dans l'évaporateur.
- La viscosité et les pigments de la tomate sont affectés par la température de préchauffage

Mot clés : Tomate, DCT, SCT, TCT, Brix, pH, la sertisseuse, l'évaporateur,

Abstrat

The tomato is a vegetable rich in carbohydrates, minerals and antioxidants like lycopene. The tomato is one of the most cultivated vegetables in the world, it is processed industrially for the production of a wide variety of products.

Because of the nutritional characteristics, it is protected during the industrial processing, and to make physical-chemical analyzes prior to consumption.

The purpose of this work is the comparative study of physicochemical parameters (weight, center, pH temperature, Brix, viscosity, color and pigments) of SCT, DCT and TCT. According to the analyzes and the results we achieved, we can say that:

- The concentrated tomato is a food acid pH <4.5
- The dry residue is soluble of each type: SCT (22% minimum), DCT (28% minimum), TCT (36% minimum) • The soluble solids content is reduced in the crimper and the evaporator.
- The viscosity and tomato pigments are affected by the preheating temperature

Key words: Tomato, DCT, SCT, TCT, Brix, pH, seamer, evaporator,

ملخص

الطماطم هي من الخضراوات الغنية بالكربوهيدرات والمعادن والمواد المضادة للأكسدة مثل الليكوبين. الطماطم هي واحدة من الخضراوات الأكثر زراعة في العالم، ويتم معالجتها صناعيا لإنتاج مجموعة واسعة من المنتجات.

بسبب خصائصها الغذائية، يجب حمايتها أثناء التحويل الصناعي، والقيام بالتحاليل الكيميائية والفيزيائية قبل الاستهلاك.

والغرض من هذا العمل هو دراسة مقارنة للمعلومات الفيزيوكيميائية (الوزن، ودرجة الحرارة المركز ودرجة الحموضة، pH، واللزوجة واللون وأصباغ)

وفقا لتحليلات والنتائج التي تحققت، يمكننا أن نقول أن

الطماطم المركزة هي غذاء حامضي >4.5 .

(كحد أدنى)، تكت (36% كحد أدنى 28%) DCT، (كحد أدنى 22%) SCT: بقايا الجافة هي قابلة للذوبان من كل نوع .

يتم تخفيض محتوى المواد الصلبة القابلة للذوبان في المكشكش والمبخر .

تتأثر أصباغ اللزوجة والطماطم من قبل درجة حرارة التسخين .

الكلمات الرئيسية: الطماطم،

،، برقس، ودرجة الحموضة، الخياط، المبخر، SCT، DCT